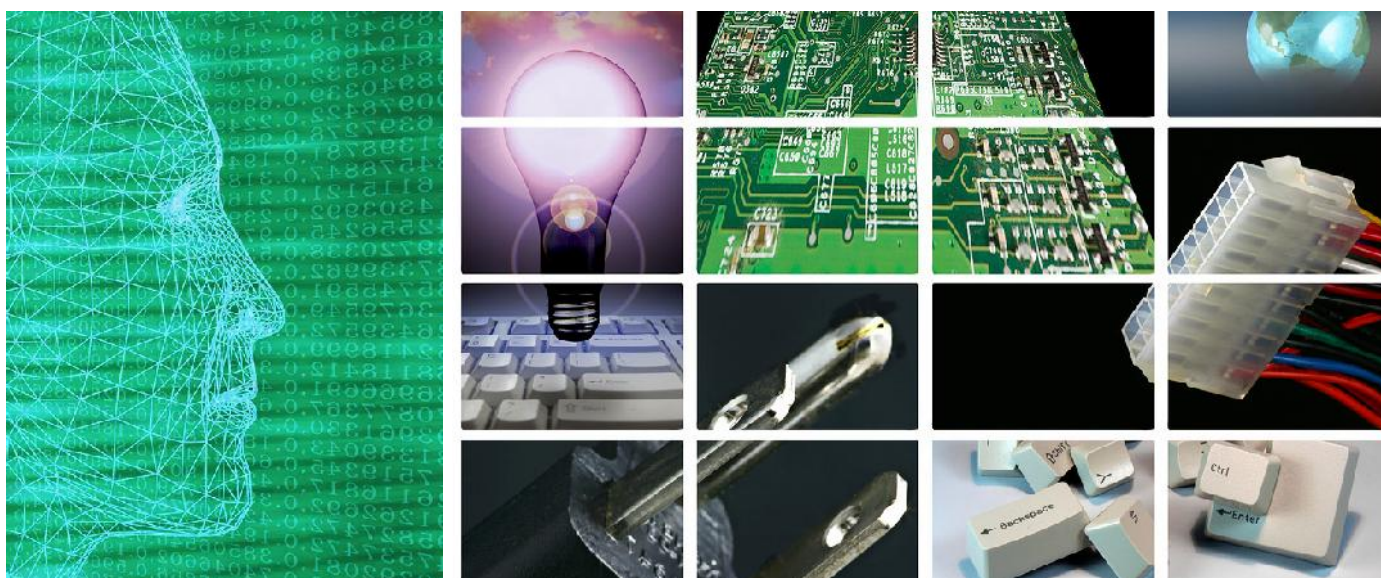




ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА
TECHNICAL UNIVERSITY OF VARNA

Година XII, Брой 1/2014

КОМПЮТЪРНИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ



Bulgaria Communications Chapter

Faculty of Computing & Automation

COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGIES

*Втора научна конференция с международно участие
"Компютърни науки и технологии"
26-27 септември, 2014 г. Варна, България*

Year XII, Number 1/2014

Компютърни науки и технологии

Издание

на Факултета по изчислителна техника и
автоматизация

Технически университет - Варна

Редактор: гл. ас. д-р Ю. Петкова

Гл. редактор: доц. д-р П. Антонов

Редакционна колегия:

проф. дн. Л. Сотиров (Варна)
проф. дн. С. Антощук (Одеса)
проф. дн. С. Стойчев (София)
проф. дн. Е. Башков (Донецк)
проф. дн. О. Сушинский (Лвов)
проф. д-р П. Боровска (София)
проф. д-р А. Смрикаров (Русе)
проф. д-р С. Станев (Шумен)
проф. д-р А. Георгиев (Пловдив)
доц. дн. Д. Тянев (Варна)
доц. д-р Н. Рускова (Варна)
доц. д-р А. Антонов (Варна)
доц. д-р Е. Маринов (Варна)
доц. д-р В. Наумов (Варна)

Печат: ТУ-Варна

За контакти:

Технически университет - Варна
ФИТА

ул. „Студентска” 1, 9010 Варна,
България

тел./факс: (052) 383 320

e-mail: peter.antonov@ieee.org

yulka.petkova@tu-varna.bg

ISSN 1312-3335

Computer Science and Technologies

Publication

of Computing and Automation Faculty
Technical University of Varna

Editor: Ass. Prof. Y. Petkova, PhD

Chief Editor: Assoc. Prof. P. Antonov, PhD

Advisory Board:

Prof. L. Sotirov, DSc (Varna)
Prof. S. Antoshchuk, DSc (Odessa)
Prof. S. Stoichev, DSc (Sofia)
Prof. E. Bashkov, DSc (Donetsk)
Prof. O. Sushinskiy, DSc (Lvov)
Prof. P. Borovska, PhD (Sofia)
Prof. A. Smrikarov, PhD (Ruse)
Prof. S. Stanev, PhD (Shumen)
Prof. A. Georgiev, PhD (Plovdiv)
Assoc. Prof. D. Tyanev, DSc (Varna)
Assoc. Prof. N. Ruskova, PhD (Varna)
Assoc. Prof. A. Antonov, PhD (Varna)
Assoc. Prof. E. Marinov, PhD (Varna)
Assoc. Prof. V. Naumov, PhD (Varna)

Printing: TU-Varna

For contacts:

Technical University of Varna
Faculty of Computing and Automation
1, Studentska Str., 9010 Varna,
Bulgaria

Tel/Fax: (+359) 52 383 320

e-mail: peter.antonov@ieee.org

yulka.petkova@tu-varna.bg

ISSN 1312-3335

25 ГОДИНИ ФАКУЛТЕТ ПО ИЗЧИСЛИТЕЛНА ТЕХНИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Факултетът по изчислителна техника и автоматизация (ФИТА) при ТУ – Варна е създаден с Решение № 195 на Министерския съвет на Република България от 27.12.1989 г. В неговия състав са включени четири катедри: „Автоматизация на производството”, „Изчислителна техника”, която през 2002 г. е преименувана на „Компютърни науки и технологии”, „Математика” и „Физика”. 25-годишния си юбилей Факултетът посреща като едно от водещите учебни и научни звена на университета с утвърден авторитет в страната и в чужбина.

Към момента в състава на Факултета са включени две профилиращи катедри: „Автоматизация на производството” (АП) и „Компютърни науки и технологии” (КНТ).

Катедра АП е създадена през 1970 г. и понастоящем отговаря за обучението по специалностите „Автоматика, информационни и управляващи компютърни системи” и „Роботика и мехатроника” за всички образователно-квалификационни степени, както и за придобиването на ОНС „Доктор” по специалностите: „Теория на автоматичното управление” и „Автоматизация на производството”. През 2010 г. катедрата тържествено отпразнува своята 40-годишнина.

Катедра КНТ отговаря за обучението по специалности „Компютърни системи и технологии” и „Софтуерни и Интернет технологии” за ОКС „Бакалавър” и „Магистър”, за общообразователното компютърно обучение в университета и за обучението за придобиване на ОНС „Доктор” по специалностите „Системно програмиране”, „Компютърни системи, комплекси и мрежи” и „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление”. През 2013 г. катедрата отбеляза три важни годишнини: 45 години от създаването си, 45 години опит в базовото компютърно обучение и 30 години опит в подготовката на компютърни инженери.

Катедрите на факултета разполагат с богата материално-техническа база, която постоянно се усъвършенства с участието и на водещи международни фирми. Академичният състав на факултета включва 50 щатни преподаватели, от които 21 (1 професор и 20 доценти) са хабилитирани, а други 10 притежават ОНС „Доктор”. Преподавателите и докторантите участват активно в национални и международни проекти, както и в програмите за международно сътрудничество, към които се привличат и най-добрите студенти. Студентите във факултета са с висока успеваемост, участват активно в културно-масовите и спортните мероприятия. Болшинството от завършилите досега над 5000 компютърни инженери и инженери по автоматика се реализират много успешно както в страната, така и в чужбина.

**ЧЕСТИТ ЮБИЛЕЙ НА ВСИЧКИ СТУДЕНТИ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ И
СЛУЖИТЕЛИ ВЪВ ФАКУЛТЕТА. ЗДРАВЕ И НОВИ УСПЕХИ.**

Доц. д-р инж. Петър Антонов
Декан на ФИТА

25 YEARS FACULTY OF COMPUTING AND AUTOMATION

Faculty of Computing and Automation (FCA) in the Technical University of Varna was established by Decision № 195 of the Council of Ministers of the Republic of Bulgaria at 27th Dec. 1989. At the beginning it included four departments: "Automation", "Computing" which in 2002 was renamed "Computer science and engineering", "Mathematics" and "Physics". Its 25th anniversary the Faculty hails as one of the leading teaching and research units of the university with recognised prestige both in the country and abroad.

Currently, the Faculty includes two profiling Departments: "Automation", and "Computer Science and Engineering" (CSE).

The Automation Department was established in 1970 and is currently responsible for teaching in "Automation, Information and Control Systems" and "Robotics and Mechatronics" for all educational and qualification degrees as well as training to acquire the PhD (doctor) educational and scientific degrees in the specialties "Control Theory" and "Automation". In 2010 the Department officially celebrated its 40th anniversary.

CSE Department is responsible for teaching in "Computer Systems and Technologies" and "Software and Internet Technologies" for the "Bachelor" and "Master" degree for the mainstream computer training at the university and training for acquiring scientific degree "Doctor" in the specialties "System Programming", "Computer systems, complexes and networks" and "Automated Information Processing and Control". In 2013 the Department noted three important anniversaries: 45 years since its establishment, 45 years of experience in basic computer training and 30 years of experience in the training of computer engineers.

The departments of the Faculty have rich material and technical facilities available, which are constantly being updated with the participation of leading international companies. The academic staff of the Faculty includes 50 full-time lecturers, of which 21 (1 professor and 20 associated professors) with academic rank, and other 10 have "Doctor" (PhD) degree. Lecturers and doctoral students actively participate in national and international projects as well as in the programs for international cooperation, to which the best students are attracted. Students of the Faculty have a high success rate; they actively participate in the mass cultural and sporting events. The majority of graduates, more than 5,000 computer and automation engineers, realise very successful both within the country and abroad.

HAPPY ANNIVERSARY TO ALL THE STUDENTS, LECTURERS AND STAFF OF THE FACULTY. WISHING YOU HEALTH AND NEW SUCCESSES!

Assoc. Prof. Peter Antonov, PhD
Dean of FCA

Уважаеми колеги,

От името на Организационния и Програмния комитети на конференцията „Компютърни науки и технологии’2014” Ви благодаря за участието в нея и изнесените интересни доклади по актуални теми, свързани с развитието и приложението на Информационните и компютърни технологии. Много от докладите са посветени на интердисциплинарни изследвания, което е свидетелство за активното навлизане на ИТК технологиите в различни аспекти на изследователската дейност, особено в свързаните с автоматизация и управление. Радостен е фактът, че редом с утвърдили се изследователи и преподаватели в научните секции представиха свои идеи и разработки и много студенти и докторанти.

Надявам се с Вас да се срещаме и общуваме и на следващите издания на конференцията, която катедра „Компютърни науки и технологии” се стреми да превърне в ежегоден научен и научно-практически форум, чиято цел е да развие и укрепи сътрудничеството и обмяната на опит и идеи, както в научната, така и в преподавателската и образователната дейности.

С пожелание за здраве, щастие и успехи! До нови срещи на конференция „Компютърни науки и технологии’2015”!

Септември, 2014 г.

доц. д-р инж. Надежда Рускова,
Ръководител катедра КНТ

Dear colleagues,

On behalf of the Organizing and Program Committees of the Conference "Computer Science and Technologies2014" thank you for your participation and the presented reports on interesting topics related to the development and the application of the information and computer technologies. Many of the reports have been devoted to interdisciplinary research, which is a testament to the active uptake of ICT technology in different aspects of research, especially related to automation and control. It's joyful the fact that along with reputed researchers and lecturers many undergraduate and graduate students presented their ideas and developments in scientific sections.

Hope we meet and communicate at subsequent editions of the conference, that the Computer Science and Engineering Department aims to make an annual scientific and practical forum whose purpose is to develop and strengthen cooperation and exchange of experience and ideas, both in scientific, teaching and educational activities.

Wishing you health, happiness and success! See you soon at the "Computer Science and Technologies2015" conference!

September, 2014

Assoc. Prof. Nadezhda Ruskova, PhD
Head of Computer Science and Engineering Department

СПОНСОРИ НА КОНФЕРЕНЦИЯТА

 http://www.telecoms.bg	ТЕЛЕКОМС ООД е телекомуникационен оператор, предоставящ услуги на регионални и локални интернет доставчици.
 http://www.eurorisksystems.com	EuroRisk Системи ООД предоставя софтуерни системи и услуги за банки, застрахователни и финансови институции и други доставчици на финансови услуги.
 http://www.asicdepot.com	ASIC Depot предоставя разширени услуги по проектиране , дизайн и верификация на мрежови процесори, мултимедия, контролери и периферия, мобилни приложения, софтуер за проверка и др.
 http://www.bg.adastragr.com	АДАСТРА предлага информационен мениджмънт - пълна гама услуги, насочени към рационализация и ускоряване на бизнес процеси или обновяване на фирмена технологична инфраструктура.
 http://www.researchmetrics.com	The complete ecosystem of tools and services for your research businessTM
 www.zariba.com	Based on free-to-play or pay-per-download models, using advanced social and connected features, localized in 12 languages and available in many countries, Zariba's games address a wide user base.
 http://www.158ltd.com	Проектиране и изграждане на софтуерни приложения както за клиенти на фирмата, така и модерни и атрактивни продукти – създадени и администрирани от 158ltd.
 http://ciscoacademy.tu-varna.bg	Локалната Cisco Академия при ТУ-Варна провежда курсове по най-новите учебни програми на Cisco Networking Academy - Cisco CCNA Exploration и Cisco CCNA Security на български и английски език.
 http://msacademy.tu-varna.bg	Академията предлага модерно обучение и практически опит. Обучението се провежда от компетентни инструктори, сертифицирани по актуалните технологии на Microsoft.

СБОРНИК ДОКЛАДИ

*Втора научна конференция с международно участие
"Компютърни науки и технологии"
26-27 септември, 2014 г.
Варна, България*



*Second Scientific International Conference
Computer Sciences and Engineering
26-27 September, 2014
Varna, Bulgaria*

PROCEEDINGS

Организационен комитет	Organising committee
Председател: Надежда Рускова – ръководител на катедра „Компютърни науки и технологии” Членове: Слава Йорданова Христо Вълчанов Виолета Божикова Христо Ненов Марияна Стоева Венета Алексиева Милена Карова Ивайло Пенев Юлка Петкова Деница Радева	Chairman: Nadezhda Ruskova – Head of Computer Science and Engineering Department Members: Slava Yordanova Hristo Valchanov Violeta Bozhikova Hristo Nenov Mariana Stoeva Veneta Aleksieva Milena Karova Ivaylo Penev Yulka Petkova Denitsa Radeva

Програмен комитет	Program committee
Председател: Петър Антонов – декан на Факултета по изчислителна техника и автоматизация Членове: Елена Рачева Димитър Тянев Анатолий Антонов Митко Митев Трифон Русков Михаил Шестопалов Розалина Димова Емил Маринов Радослав Вробел Пламенка Боровска	Chairman: Peter Antonov – Dean of Computing and Automation Faculty Members: Elena Razcheva Dimitar Tyanev Anatoliy Antonov Mitko Mitev Trifon Ruskov Mikhail Shestopalov Rosalina Dimova Emil Marinov Radoslav Vrobel Plamenka Borovska

СЪДЪРЖАНИЕ

CONTENTS

	КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ И МРЕЖИ		COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS	
1	ЕДИН ПОДХОД ЗА ОПТИМИЗИРАНЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТТА В ХЕТЕРОГЕННИ БЕЗЖИЧНИ МРЕЖИ <i>Венета П. Алексиева</i>	13	AN APPROACH FOR OPTIMIZING THE PERFORMANCE IN HETEROGENEOUS WIRELESS NETWORKS <i>Veneta P. Aleksieva</i>	1
2	SCTP-TCP WEB ПРОКСИ СЪРВЪР <i>Христо Г. Вълчанов</i>	15	SCTP-TCP Web Proxy Server <i>Hristo G. Valchanov</i>	2
3	ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТ НА УНИКАЛНИТЕ ИДЕНТИФИКАТОРИ В ИНТЕРНЕТ <i>Стела Русева, Нина Синягина</i>	25	FAULT TOLERANCE OF UNIQUE IDENTIFIERS ON THE INTERNET <i>Stela Ruseva, Nina Sinyagina</i>	3
4	IPTV, VoD И РАДИО ПЛЕЙЪР ЗА ANDROID УСТРОЙСТВА <i>Владимир Д. Димитров, Марио В. Игнатов</i>	33	IPTV, VoD AND RADIO PLAYER FOR ANDROID DEVICES <i>Vladimir D. Dimitrov, Mario V. Ignatov</i>	4
5	ИЗСЛЕДВАНЕ НА РАЗЛИЧИЯТА МЕЖДУ ПРОСТРАНСТВЕНОТО МОДЕЛИРАНЕ И ОБЕКТНО ОРИЕНТИРАНОТО МОДЕЛИРАНЕ И ТЯХНОТО ПРИЛОЖЕНИЕ В БАНКОВИЯ СЕКТОР <i>Иван С. Станков, Огнян Н. Наков, Даниела А. Гоцева</i>	41	EXPLORING THE DIFFERENCES BETWEEN SPATIAL MODELING AND OBJECT ORIENTED MODELING AND THEIR APPLICATION IN THE BANKING SECTOR <i>Ivan S. Stankow, Ognqn N.Nakov, Daniela A. Gotseva</i>	5
6	СОФТУЕР ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА CISCO УСТРОЙСТВА ПРЕЗ СЕРИЕН ПОРТ <i>Делян Г. Генков</i>	49	SOFTWARE FOR MANAGEMENT OF CISCO DEVICES VIA SERIAL PORT <i>Delyan G. Genkov</i>	6
7	GPRS СИСТЕМА ЗА ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ <i>Жейно И. Жейнов, Сава И. Иванов</i>	55	GPRS SYSTEM FOR REMOTE MONITORING AND CONTROL <i>Zhejno I. Zhejnov, Sava I. Ivanov</i>	7
8	КОНВЕРТОР НА RS232 В ОПТИЧЕН КАНАЛ <i>Жейно Ив. Жейнов</i>	59	SIMPLE RS232 TO FIBER OPTIC CONVERTER <i>Zhejno I. Zhejnov</i>	8

9	МАРШРУТИЗАЦИЯ НА ПАКЕТИ В MPP КОМПЮТРИ С DLH МРЕЖОВА ТОПОЛОГИЯ <i>Милен Г. Ангелов</i>	64	PACKET ROUTING IN MPP COMPUTERS WITH DLH NETWORK TOPOLOGIES <i>Milen G. Angelov</i>	9
10	СТРУКТУРА И УПРАВЛЕНИЕ НА БУФЕР ЗА ВХОДЕН КАНАЛ НА МАРШРУТИЗАТОР ЗА MPP КОМПЮТРИ <i>Милен Г. Ангелов</i>	71	STRUCTURE AND CONTROL OF BUFFER FOR ROUTER INPUT CHANNEL FOR MPP COMPUTERS <i>Milen G. Angelov</i>	10
11	ИНТЕГРИРАНИ СРЕДСТВА ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ВИРТУАЛНИ МРЕЖОВИ ИНФРАСТРУКТУРИ <i>Илхан М. Юсеинов, Надежда Рускова</i>	78	INTEGRATED TOOLS FOR BUILDING VIRTUAL NETWORK INFRASTRUCTURES <i>Ilhan M.Yuseinov, Nadezhda S. Ruskova</i>	11

	СОФТУЕРНИ И ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИИ		SOFTWARE AND INTERNET TECHNOLOGIES	
1	ПРИЛОЖЕНИЕ НА GENEHUNTER ЗА РЕШАВАНЕ ЗАДАЧАТА НА ТЪРГОВСКИЯ ПЪТНИК <i>Сузан Мустафа, Антоанета Иванова</i>	86	SOLVING TRAVELING SALESMAN PROBLEM USING GENEHUNTER <i>Suzan Mustafa, Antoaneta Ivanova</i>	1
2	МОДЕЛИРАНЕ НА ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОСНАБДИТЕЛНАТА СИСТЕМА НА ОБЕКТИ, В СРЕДАТА НА LabVIEW <i>Пламен В. Парушев</i>	94	THE PROCESSES MODELING OF THE POWER SUPPLY SYSTEM OF OBJECTS USING LABVIEW <i>Plamen V. Parushev</i>	2
3	ОКЕАНОГРАФСКА БАЗА ДАННИ ЗА МОНИТОРИНГ НА ЧЕРНО МОРЕ – СТРУКТУРЕН И НЕСТРУКТУРЕН ПОДХОД <i>Асен Стефанов, Елеонора Рачева</i>	101	BLACK SEA MONITORING OCEANOGRAPHIC DATA BASE - STRUCTURED AND UNSTRUCTURED APPROACH <i>Asen Y. Stefanov, Eleonora R. Racheva</i>	3
4	СЪЗДАВАНЕ НА ВХОДЕН ПОТОК ОТ ДАННИ ЗА СИМУЛАЦИЯ НА ДИНАМИКАТА НА ГОРСКИТЕ ПОЖАРИ <i>Борислав П. Юруков, Спартак Г. Алексов, Веселина Хр. Дългъчева, Нина В. Синягина</i>	107	DEVELOPING OF AN INPUT DATA STREAM TO SIMULATE THE DYNAMICS OF FOREST FIRES <i>Borislav P. Yurukov, Spartak G. Aleksov, Veselina Hr. Dalgacheva, Nina V. Sinyagina</i>	4
5	ИЗМЕРВАНЕ РАЗМЕРА НА НАРАНЯВАНИЯ И ТРИИЗМЕРНА РЕКОНСТРУКЦИЯ ЧРЕЗ СТРУКТУРИРАНА СВЕТЛИНА. АНАЛИЗ НА ОСНОВНИТЕ ПРИНЦИПИ И ИЗИСКВАНИЯ <i>Борислав Банчев</i>	114	WOUND SIZE MEASUREMENT AND 3D RECONSTRUCTION USING STRUCTURED LIGHT. GROUNDWORK AND ANALYSIS OF REQUIREMENTS <i>Borislav Banchev</i>	5

6	РАЗШИРЯЕМО И ОЛЕКОТЕНО ПРИЛОЖЕНИЕ ЗА ОБРАБОТКА НА ИЗОБРАЖЕНИЯ С НАУЧНА ЦЕЛ. АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И РАЗРАБОТКА <i>Борислав Банчев</i>	122	EXTENSIBLE AND LIGHT APPLICATION FOR SCIENTIFIC IMAGE PROCESSING. ARCHITECTURE, DESIGN AND IMPLEMENTATION <i>Borislav Banchev</i>	6
7	ПРОСЛЕДЯВАНЕ ИЗМЕНЕНИЕТО НА ЦВЕТОВИТЕ КОМПОНЕНТИ ПРИ МАРИНОВАНЕ НА ПИЛЕШКО И ТЕЛЕШКО МЕСО <i>Иванка Кръстева, Лена Костадинова-Георгиева, Десислава Влахова-Вангелова</i>	130	DETERMINING CHANGES OF COLOR COMPONENTS OF MARINATED CHICKEN AND BEEF MEAT <i>Ivanka Krasteva, Lena Kostadinova- Georgieva, Desislava Vlahova-Vangelova</i>	7
8	СРАВНЕНИЕ НА ДВА МЕТОДА ЗА АВТОМАТИЧНО БИНАРИЗИРАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ <i>Христина Т. Андреева, Атанаска Д. Босакова-Арденска, Лена Ф. Костадинова-Георгиева</i>	138	COMPARISON OF TWO METHODS FOR AUTOMATIC IMAGE BINARIZATION <i>Hristina T. Andreeva, Atanaska D. Bosakova-Ardenska, Lena F. Kostadinova-Georgieva</i>	8
9	АДАПТИРАНЕ НА НЯКОИ МЕТОДИ ЗА РАЗПОЗНАВАНЕ НА ОБРАЗИ ПРИ СИНТЕЗА НА КЛАСИФИКАТОРИ ПО КАЧЕСТВО НА АГРАРНИ ПРОДУКТИ <i>Радослава Н. Габрова, Лена Ф. Костадинова</i>	144	ADAPTATION OF SOME METHODS FOR PATTERN RECOGNITION FOR SYNTHESIS OF QUALITY CLASSIFIERS OF AGRICULTURAL PRODUCTS <i>Radoslava N. Gabrova, Lena F. Kostadinova</i>	9
10	ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОД ЗА СОЦИАЛНО ТЪРСЕНЕ В БИБЛИОТЕЧНИ БАЗИ ОТ ДАННИ <i>Стефка Добрева</i>	153	APPLICATION OF METHOD OF SOCIAL SEARCH IN LIBRARY DATABASE <i>Stefka Dobрева</i>	10
11	ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЛОКАЛНИ ЦИФРОВИ ФИЛТРИ В СЪВРЕМЕННИТЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИ МЕТОДИ <i>Божидар С. Стоянов, Емануил С. Стоянов</i>	158	USAGE OF LOCAL DIGITAL FILTERS IN MODERN GEODESIC METHODS <i>Bozhidar St. Stoyanov, Emanuil St. Stoyanov</i>	11
12	XXVI СТУДЕНТСКА ОЛИМПИАДА ПО ПРОГРАМИРАНЕ В БЪЛГАРИЯ - АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ <i>Владимир Н. Николов, Емануил С. Главчев, Надежда С. Рускова</i>	164	XXVI STUDENT PROGRAMMING CONTEST IN BULGARIA - ANALYSIS OF RESULTS <i>Vladimir N. Nikolov, Emanuil S. Glavchev, Nadejda S. Ruskova</i>	12

СЕКЦИЯ 1

КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ И МРЕЖИ

Втора научна конференция с международно участие
"Компютърни науки и технологии"
26-27 септември, 2014 г.
Варна, България



Second Scientific International Conference
Computer Sciences and Engineering
26-27 September, 2014
Varna, Bulgaria

SECTION 1

COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS

ЕДИН ПОДХОД ЗА ОПТИМИЗИРАНЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТТА В ХЕТЕРОГЕННИ БЕЗЖИЧНИ МРЕЖИ

Венета П. Алексиева

Резюме: Хетерогенните безжични мрежи използват 2.5G/3G/4G технологии, които осигуряват едновременно предаване на глас, данни и видео. Те предлагат предимства пред традиционната хомогенна безжична мрежа като повишена надеждност, по-ефикасно използване на честотната лента, по-голям обхват, но имат и проблеми по отношение на оперативна съвместимост, производителност, поддържане на високо QoS. В този доклад е предложен модифициран модел за синхронизация между сканиращите мобилни устройства и обслужващите ги базови станции за намаляване на закъсненията от разпадане и възстановяване на връзка по време на комуникацията. Чрез симулации е доказано, че прилагането на предложението намалява броя на разпаднатите връзки при сканиране за преминаване към друга входна точка към мрежата, а от там и закъсненията при предаване на трафик с големи обеми.

Ключови думи: Хетерогенни безжични мрежи, WiFi, WiMAX, QoS.

An Approach for Optimizing the Performance in Heterogeneous Wireless Networks

Veneta P. Aleksieva

Abstract: Heterogeneous wireless network use 2.5G/3G/4G technologies, which provide simultaneously voice, data and video. They offer advantages over the traditional homogeneous wireless network including increased reliability, improved spectrum efficiency, and increased coverage, but there are several problems still to be solved such as interoperability of technology, performance, maintaining a high QoS. In this paper is proposed a modified model for synchronization between scanning mobile devices and serving this base stations to reduce delays caused by degradation and reconnection during communication. Through simulations it is proved that the application of the proposed approach reduces the number of scan disconnected links to move to another network entry point and hence the delays in the transmission of traffic with large capacity.

Keywords: Heterogeneous wireless network (HWN), WiFi, WiMAX, QoS.

1. Увод

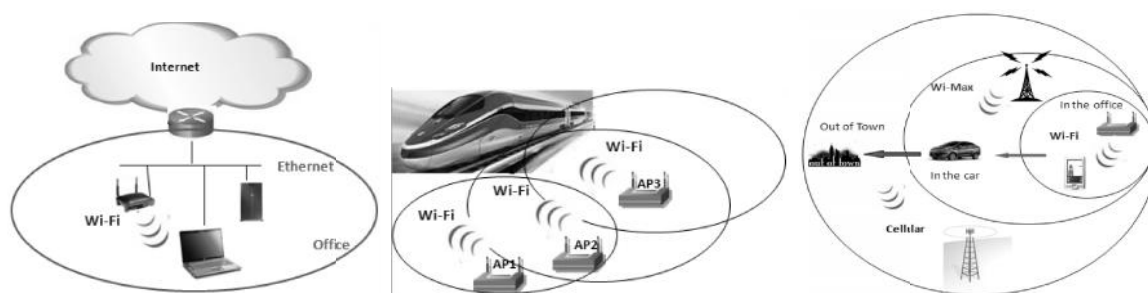
Съвременният бизнес се нуждае от сигурни мрежови комуникации по всяко време и навсякъде. Основен проблем при изграждането на компютърни мрежи, задоволяващи тази необходимост, е свързването на разнородни и не-оперативно съвместими мрежи (кабелни и безжични) по такъв начин, че да предоставят на потребителите непрекъсната и надеждна свързаност, мобилност, сигурност на комуникацията и качество на предлаганите услуги (QoS) с нужното ниво, особено за критични приложения. Стандартът IEEE 802.21 [1] още 2009г. предлага алгоритми, които позволяват комуникация между мрежи от един и същ тип (хоризонтална комуникация), както и комуникация между различни видове мрежи (вертикална комуникация) - до и от 802.3, 802.11, 802.15, 802.16, 3GPP и 3GPP2 мрежи, защото съществуващите 802 стандарти предвиждат механизми за откриване и избор на точки за достъп до мрежата, но не дават възможност за това по начин, който е независим от типа мрежа. Благодарение на IEEE 802.21 съвременните безжични мрежи постигат конвергенция на различни видове безжични технологии (Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth, ZigBee и 2.5G, 3G, 4G клетъчни мрежи), но позволяват и безпроблемна комуникация и с традиционните кабелни

платформи на конкретен производител, но не дават възможност за лесно постигане на оперативната съвместимост, необходима за високо QoS на цялостната комуникация. Постигане на мобилност между различните решения е за сметка на ограничени QoS гаранции по време на предаване: допуска се прекъсване на трафика на потребителите; има значителна латентност, както и твърде много по обем съобщения за сигнализация; заделя се значително време за обработка на служебна информация, както и значителни ресурси и закъснения при установяването на маршрутите; получава се твърде висок процент загуба на пакети.

В настоящия доклад се представя подход за оптимизиране на производителността в хетерогенни безжични мрежи, включващи WiMAX, при който се намалява броя на разпадатите връзки при сканиране за преминаване към друга входна точка към мрежата. Ефективността на подхода е изследвана чрез симулации.

2. Възможни сценарии за използване на хетерогенни мрежи

Ежедневната нужда от мрежови комуникации е по всяко време и навсякъде (фиг.1) – мобилност в рамките на един офис; ползване на Wi-Fi в метрото; непрекъснатост на комуникацията на мобилен потребител, който започва разговор през VoIP в офиса и го продължава в колата си, използвайки градската WiMAX мрежа, като без прекъсване преминава към други клетъчни решения. Понякога в извънредни ситуации като резерв на основната 3G/4G комуникация, се налага и комуникация през сателит. Един традиционен пример за хетерогенни безжични комуникации са военните комуникации.



Фиг. 1. Основни сценарии за използване на хетерогенни безжични мрежи

В основата на всеки от тези сценарии стоят няколко изисквания:

- Лесно разрастване на мрежата, съобразявайки се с наличието на богата гама от технологични решения и възможната съвместимост на интерфейсите, предлагани от различните производители;
- Прилагане на комбинация от mobileIP и решения на слой 3 на OSI модела, които изискват оптимизации и разширения, за да осигурят по-бързо и лесно предаване между тях;
- QoS по отношение на закъснение, пропускателна способност, минимални загуби;
- Запазване на едно и също ниво на сигурност при преминаване от една мрежа към друга.

На база на тези изисквания в момента се разработва стандартът IEEE 802.16.3 „Architecture and Requirements for Mobile Broadband Network Performance Measurements”, чиито последен вариант е Rev. 3, 2014-03-27 [2], който налага да се анализират и решат следните задачи:

- Да се оцени състоянието на наличните решения, достъпни в публичното пространство.
- На база на тази информация да се изгради абстрактен модел за характеризиране на протоколните взаимодействия в хетерогенни мрежи.

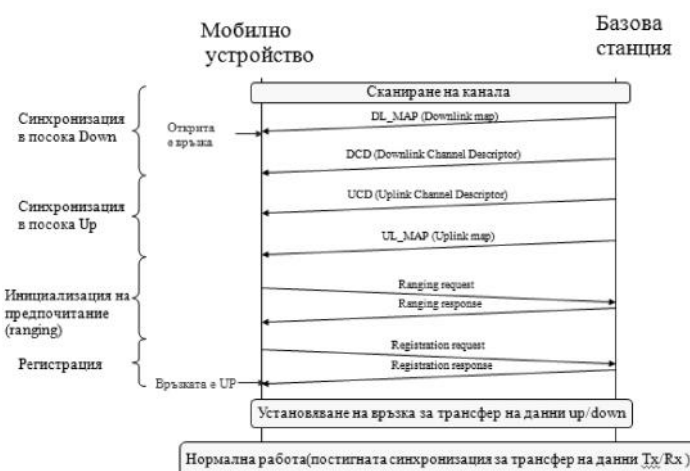
- Да се създадат аналитични модели за оценяване на QoS параметри като латентност, загуби на пакети, разпадане на връзка поради вероятност от блокиране при преход от една мрежа в друга.
- Да се дефинират реалистични сценарии за ползване на хетерогенни мрежи и се оценят QoS параметри за съществуващите на пазара оборудвания.

Като следствие от така представените в проекто-стандарта цели е изключително актуално разработването на модел на взаимодействие в хетерогенни мрежи, който да оптимизира някои от разглежданите в стандарта параметри.

4. Модел на обмяна на служебни съобщения в хетерогенни безжични мрежи

Моделът на обменните съобщения при свързване на мобилно устройство с базова станция, през която се осъществява достъп до мрежата, е представен на фигура 2. Процесът на свързване започва със сканиране на канала и преминава през няколко етапа:

- Синхронизация първо в посока „Down“, а после в посока “Up”, чрез изпращане на служебни съобщения от базовата станция към устройството;
- Ranging – изпращане на заявка от страна на устройството за откриване на най-близка по местоположение станция, последвана от отговор от базовата станция;
- Регистрация на устройството, установена чрез заявка и отговор. При успешна регистрация връзката вече е работоспособна и активна – „Up” и може да започне трансфер на данни и в двете посоки.

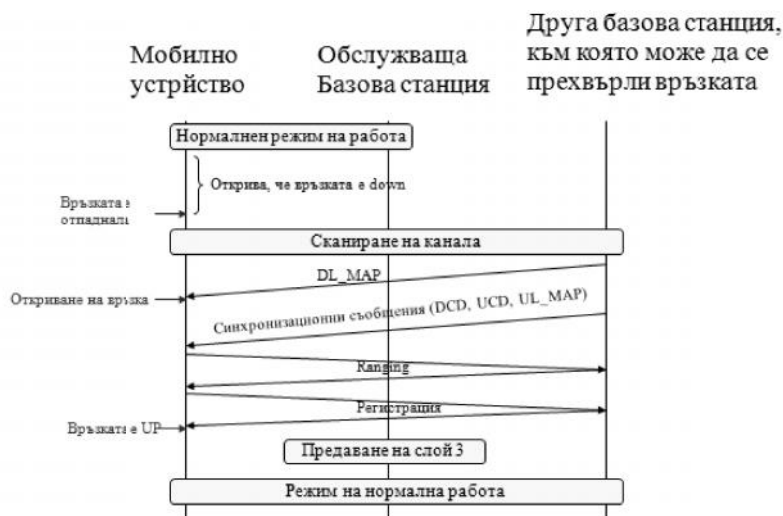


Фиг. 2. Модел за сканиране на канала при установяване на първоначална връзка на устройството с базовата станция

Моделът на обменните съобщения при отпадане на връзка на мобилно устройство с базова станция, през която се осъществява достъп до мрежата, е представен на фиг.3. По време на нормален режим на работа мобилното устройство открива, че връзката с обслужващата го базова станция е отпаднала (Down). За да възстанови връзка с мрежата, устройството започва сканиране на канала, за да прехвърли връзката през друга базова станция. Другата базова станция изпълнява точно същите стъпки, представени и при установяване на първоначална връзка на устройството с базова станция и след установяване на връзка с нея, продължава прекъснатия към момента обмен на данни.

В Таблица 1 са представени допустимите стойности за някои параметри, утвърдени в стандарт IEEE 802.16e [3], които с настоящия модел се очаква да бъдат подобрени. Съгласно представените на фигура 2 и фигура 3 утвърдени от IEEE 802.16e модели на комуникация и представените тук параметри се достига до предположението, че за да се ускори комуникацията и се минимизира вероятността от блокирането ѝ при преход към друга

мрежа, се налага да се намалят времената за синхронизация на връзките в двете посоки – от мобилното устройство към базовата станция и обратно. Това ще наложи модификация на съобщенията за синхронизация в традиционния модел на комуникация в хетерогенна мрежа, така, че стойностите на представените в таблица 1 параметри да бъдат подобрени.



Фиг. 3. Модел за сканиране на канала при отпадане на връзка на мобилно устройство с базова станция

Таблица 1. Параметри при включване в мрежата

Стъпки	Параметри на слой 2	Закъснение
Синхронизация на връзките - down и up	- DCD интервал - UCD интервал	0.2-10 s
Инициализация	- Backoff window size - Брой на опитите в един кадър	0.005-0.110 s
Регистрация	- опити за разпределяне на преноса	0.005-0.080 s

Един приложим вариант е мобилното устройство преди разпадането на връзката с текущата базова станция да сканира за потенциални базови станции, към които да се свърже веднага при отпадане на връзката с нея. Това би могло да се осъществи като сканиране без предварително асоцииране; сканиране с асоциация, базирана на определяне на разстоянието до други възможни базови станции за връзка (Ranging); сканиране с асоциация към конкретен предпочитан слот; сканиране с асоциация на база на обменената информация с базовите станции.



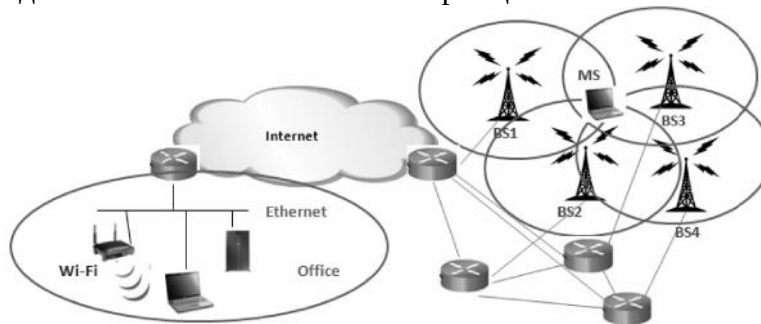
Фиг. 4. Модифициран модел за сканиране на канала

Друг приложим вариант е синхронизация между сканиращите мобилни устройства и обслужващите ги базови станции за намаляване на загуба на пакети при комуникацията. Прилагането на тази идея води до модифициране на модела за обмен на съобщения в представения модел на фигура 4.

Така предложеният модифициран модел би довел до оптимизиране на производителността в хетерогенни безжични мрежи, т.к. се очаква да се намали броя на разпадатите връзки при сканиране за преминаване към друга входна точка към мрежата. Моделът трябва да бъде тестван, но това в момента може да се получи единствено чрез симулация за вариантите на хетерогенни мрежи, представени на фигура 1.

5. Експериментални резултати

Скъпо и икономически необосновано е изследване и прогнозиране на QoS параметрите при различни решения чрез създаване на прототипи, затова WiMAX Forum разработва NS-2 модел на WiMAX за свободно ползване [4]. Изборът на NS-2 като платформа за моделиране се основава на факта, че е общодостъпна под GNU Public License (GPL) и може да бъде безплатно разпространявана. Така получените от симулации чрез този модул резултати са сравними. За модифициране големината на пакетите и изпращаните съобщения се работи с файла `mac802_16pkt.cc`, а дефинициите на съобщенията са във файла `mac802_16pkt.h`. Използван е и методът `transfert_packets` във файла `scheduling/wimaxscheduler.cc`, който служи за симулация на предаване на пакети на опашков принцип.



Фиг. 5. Експериментална мрежа

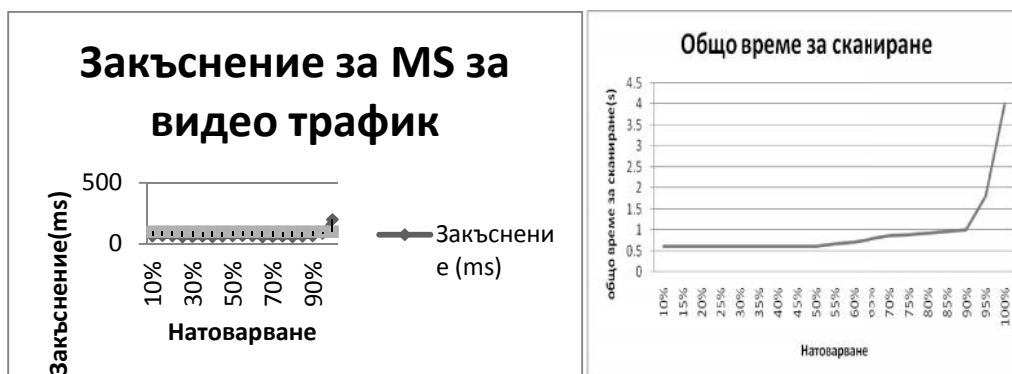
Извършена е симулация с 4 базови станции (BS1, BS2, BS3, BS4), свързани през различни рутери към една и съща кабелна опорна мрежа (фиг.5). Приема се, че мобилното устройство (MS) е установило връзка с BS1 и попада в участък, където има покритие от всички базови станции със следните параметри, избрани на база измерени реални стойности от WiMAX мрежата на “Nexcom” [5] в централната част на гр.Варна:

- **BS2** - $l_s = 8$ ms, $l_a = 110$ ms, $t_{st} = 118$ ms, Association level=0, $B_{exp} = 4$, $N_{cs} = 1$ slot/frame, $T_f = 4$ ms
- **BS3** - $l_s = 8$ ms, $l_a = 50$ ms, $t_{st} = 58$ ms, Association level=1, $B_{exp} = 4$, $T_f = 4$ ms
- **BS4** - $l_s = 16$ ms, $l_a = 306$ ms, $t_{st} = 314$ ms, Association level=0, $B_{exp} = 6$, $N_{cs} = 2$ slot/frame, $T_f = 8$ ms

Времето, което е необходимо на MS да сканира BS, е 500ms, а данновият поток представлява трансфер на видео (49600 bytes/s, Jitter=100 ms, Delay=200ms) и аудио (8000 bytes/s, Jitter=50 ms, Delay=75ms).

Получените резултати за закъсненията са представени на фигура 6. Когато натоварването на връзката се увеличава, се налага да се буферизират даните, защото се използва напълно достъпната bandwidth. Пресичането на двете линии – на времето за сканиране и закъснението дава точката на прекъсване, след която закъснението значително нараства. При натоварване от 70% алгоритъмът постепенно увеличава броя на редуваните интервали от сканиране и предаване, за да намери BS, в която да има повече достъпна bandwidth. Фоновият (служебният) трафик не е засегнат, но това не може да се представи на графиката. Дори при максимално натоварване, достигнатите стойности на изследваните

времена са в долната граница на представените в стандарта допустими интервали (таблица 1).



Фиг. 6. Закъснение и общо време за сканиране в експерименталната мрежа

Получените резултати дават основание да се направи заключение, че представения подход за оптимизиране на производителността в хетерогенни безжични мрежи намалява броя на разпаднатите връзки при сканиране за преминаване към друга входна точка към мрежата, а от там и закъсненията при предаване на трафик с големи обеми.

6. Заключение

В доклада са разгледани известните модели на обменяните съобщения- при свързване на мобилно устройство с базова WiMAX станция, през която се осъществява достъп до хетерогенна мрежа, и при отпадане на тази връзка и търсене на алтернативна базова WiMAX станция. На тяхна база е предложен модифициран модел за синхронизация между сканиращите мобилни устройства и обслужващите ги базови станции за намаляване на закъсненията от разпадане и възстановяване на връзка по време на комуникацията. Чрез симулации е доказано, че прилагането на предложението намалява броя на разпаднатите връзки при сканиране за преминаване към друга входна точка към мрежата, а от там и закъсненията при предаване на трафик с големи обеми.

Цел на бъдеща работа е комбиниране на настоящия подход със система за диференциация на трафика, за която изследваните QoS параметри (закъснение и натоварване на базовата станция) са в норми, като е осигурено минимално натоварване за всички класове услуги на база на приоритетизация.

Литература

- [1]. IEEE 802.21, <http://www.ieee802.org/21/>.
- [2]. IEEE 802.16's Project 802.16.3: Mobile Broadband Network Performance Measurements, <http://ieee802.org/16/mbnpm/index.html>
- [3]. IEEE Std 802.16e-2005. IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks. Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems. Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands. IEEE, 2006.–864 p.
- [4]. NIST, Module for <http://www.antd.nist.gov/seamlessandsecure/download.html>
- [5]. <http://wimax.nexcom.bg/bg/checkthecoverage/>

За контакти:

гл.асистент, д-р инж. Венета П. Алексиева
 катедра „Компютърни науки и технологии”
 Технически Университет Варна
 E-mail: VAleksieva@tu-varna.bg

SCTP-TCP WEB ПРОКСИ СЪРВЪР

Христо Г. Вълчанов

Резюме: Докладът представя подход за повишаване ефективността на обмена на мултимедийни web документи през мрежи, изградени на базата на WAN технологии. Представени са архитектурата и реализацията на SCTP Web прокси сървър. Получените резултати от експериментални изследвания дават основание да се твърди, че в сравнение с традиционния протокол TCP представеният подход може да подобри времето за изтегляне на мултимедийни документи през нискоскоростни WAN връзки чрез използване на протокола SCTP.

Ключови думи: HTTP, SCTP, Web Proxy, WAN.

SCTP-TCP Web Proxy Server

Hristo G. Valchanov

Abstract: The paper presents an approach to improve the performance of the data transmission between networks based on WAN technologies. The architecture and internal details of the SCTP web proxy server are shown. Some performance experiences are performed and the results indicate that the proposed approach can improve the performance of the transfer of multimedia web documents over slow speed lines compared to the TCP protocol.

Keywords: HTTP, SCTP, Web Proxy, WAN.

1. Въведение

Съвременните web-базирани технологии имат определени изисквания по отношение на скоростта и надеждността на доставяне на данните. Използваният в момента транспортен модел е базиран на протокола TCP, който гарантира доставянето на данните, но въвежда известна времезадръжка в комуникацията. Ако част от един обект не бъде доставена поради загуба при предаването, обектът няма да се достави на получателя, докато тази липсваща част не бъде предадена повторно и успешно получена. Този проблем е известен като "TCP Head of Line Blocking" (HOL). Предаването на мултимедийни страници в мрежи, базирани на технологии за глобални мрежи (WAN), като VSAT, 3G, GPRS и др., е свързано със значителни времезакъснения от порядъка на 100ms до няколко секунди.

Многопотоковото предаване на транспортно ниво позволява на транспортните протоколи да поддържат различни потоци данни, като за всеки поток се осигурява независима последователност на доставяне на данните. Протоколът Stream Control Transmission Protocol (SCTP) [1] е стандартен надежден транспортен протокол, осигуряващ многопотоково предаване на данни. Използването на SCTP като транспортен протокол за HTTP [2] може да реши редица проблеми при използвания в момента модел на предаване на мултимедийни документи в WAN инфраструктури. Поради факта, че мултимедийните документи се състоят от обекти от различни типове и размер, многопотоковото предаване позволява тяхното изпращане в частична подредба, вместо в стриктна последователност. Като резултат се подобрява възприемането на страниците при зареждане в браузъра. В същото време, транспортът се осъществява в рамките на една асоциация, като по този начин всички потоци използват общ механизъм за управление на обмена на данни. Това от своя страна, значително редуцира системните разходи на транспортно ниво.

Основният проблем за реализирането на подобен обмен се изразява в трудността при модифицирането на съществуващите сървъри и клиенти. Известна е само една подобна

разработка с отворен код, която е базирана на Apache web сървър [3, 4, 5]. Същността на проекта се изразява в адаптиране на ядрото на сървъра - APR (Apache Portable Runtime) да поддържа протокола SCTP и модификация на брауъра Firefox. В настоящия момент обаче, този проект е преустановен поради финансови причини.

Известни са изследвания в областта на повишаване на бързодействието на протокола HTTP, основно насочени към транспортното или сесийното ниво на комуникацията. Протоколът Structured Stream Transport (SST) [6] въвежда т.н. „структурирани потоци” - леки независими потоци, които се поддържат от общ транспорт. Този протокол обаче се явява алтернатива на използвания в Интернет протокол TCP. Протоколите Multiplexer Protocol (MUX) и Session Multiplexer Protocol (SMUX) [7] са протоколи от междинен слой между транспортния и приложния, които предоставят мултиплексиране на потоци. Те обаче, са експериментални протоколи. Протоколът SPDY [8] въвежда сесии на сесийно ниво на OSI модела, чрез които реализира множество потоци върху единична TCP конекция. Протоколът също е в експериментален стадий на разработка. Подобни изследвания и разработки предоставят определени решения за проблема на времезадръжката на web трафика, но основно акцентират върху изменения в използвания транспортен протокол. От практическа гледна точка, промените в транспортно ниво са изключително трудни за внедряване в съвременните мрежови инфраструктури.

В представения доклад се предлага различен подход, който се състои в използване на съществуващите софтуерни решения (HTTP сървъри и клиенти), функциониращи на базата на протокола TCP, и предаване на данните през WAN мрежи посредством протокола SCTP. Мотивацията за предлаганото решение е базирана на факта, че сървърите и клиентите се намират в локални мрежи, за които е характерна висока пропускателна способност. Тези мрежи са свързани типично посредством нискоскоростни WAN технологии, имащи в порядък по-малка пропускателна способност. С предлагания подход могат да се използват пълните възможности на SCTP за монопоточков обмен. Представени са някои особености на реализацията на TCP/SCTP прокси сървър, както и експериментално изследване на неговата производителност.

2. Протокол SCTP

Протоколът SCTP е стандартизиран от IETF и предоставя подобни на TCP възможности - надежден, ориентиран на сесии транспортен протокол, гарантиращ доставката на данните. Допълнително, SCTP включва нови функционалности. За разлика от TCP, който е ориентиран на обмен на байтове, SCTP е ориентиран на обмен на съобщения. Отделна сесия е известна под наименованието „асоциация”. Създаването на асоциация изисква договаряне в четири фази, като данните могат да се включат още в третото и четвъртото съобщение за договаряне. За защита от различни типове DoS атаки, в процеса на договаряне е вграден механизмът на cookies.

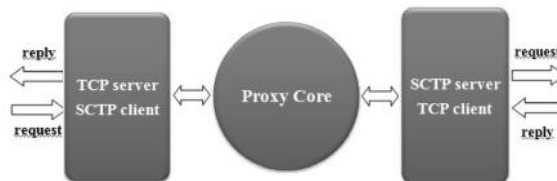
Едно от големите предимства на SCTP са многопоточковите предавания и поддържането на множество адреси за машина. Посредством тази функционалност, предаваните в рамките на една асоциация данни могат да бъдат разделени в отделни потоци, всеки поддържащ самостоятелна подредба на доставяне на информацията. За всеки поток може да бъде конфигурирана подредена или случайна последователност на доставяне. Загубените пакети от един поток не оказват влияние на останалите потоци. Това позволява елиминирането на известния HOL проблем.

Поддържането на множество адреси позволява всяка крайна точка на SCTP асоциация да има няколко IP адреса. За осигуряване на тази възможност, по време на процеса на договаряне, отделните страни обменят списък с тези адреси. Всяка страна използва единичен номер на порт по отношение на адресите. В даден момент само един от адресите е активен и

се използва за обмен, докато останалите осигуряват резервираност в случай на отпадане на активния адрес. Тази функционалност на протокола позволява постигането на висока надеждност на комуникацията посредством поддържане на множество маршрути.

3. Архитектура на прокси сървър

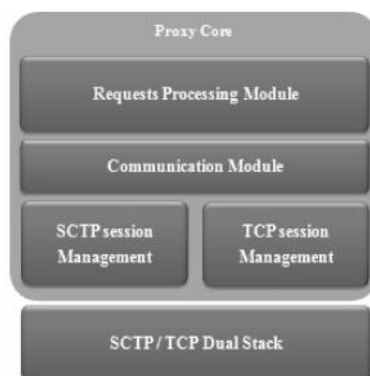
Основната идея на предлагания подход се изразява във функционирането на TCP/SCTP прокси сървъра като интерфейс между протоколите TCP и SCTP. По този начин съществуващите web сървъри и клиенти ще могат да използват предимствата на възможностите на протокола SCTP, без необходимост от промяна на техния програмен код. Поради факта, че целта на текущата реализация е изследване на възможностите на предлагания подход, структурата на прокси сървъра е опростена, като е разработена единствено необходимата за целите на изследването функционалност.



Фиг. 1. Двоен стек на прокси сървъра

Функционалността на прокси сървъра е базирана върху модела на двойния стек (фигура 1). Двойният стек използва два транспортни протокола – TCP и SCTP, което позволява лесното интегриране на сървъра в съществуващите TCP/IP инфраструктури. Когато се получи TCP заявка от клиент (web браузър), прокси сървърът действа като TCP сървър. Когато той препраща тази заявка към друг SCTP прокси, той функционира като SCTP клиент. Аналогично, при получаване на отговор от TCP сървър (web сървър), прокси действа като TCP клиент, а при връщане на отговора към друг SCTP прокси – като SCTP сървър. Базовата функционалност на прокси сървъра се реализира от компонента Proxy Core.

Вътрешната структура на прокси сървъра включва четири отделни модула (фигура 2).



Фиг. 2. Архитектура на прокси сървъра

Комуникационният управляващ модул (Communication Module - CM) поддържа информация за определяне на сокета, по който получаваният пакет се доставя. В текущата реализация се използват статично конфигурирани IP адрес и номер на порт. Като цел на бъдещо развитие се планира динамично определяне на IP адреса и поддържане на асоциации с множество SCTP сървъри.

Комуникационният модул прехвърля данните между управляващите TCP и SCTP модули. За реализирането на това се използва буфер с фиксиран размер, който се установява равен на максималната дължина на потребителските данни в пакет. Получените данни се съхраняват в буфера до момента на тяхното актуално препращане към дестинацията.

Управляващият модул на TCP сесията (TCP session Management) е базиран на системната библиотека на Linux. Той предоставя следните функционалности:

- Създаване и преустановяване на сесии;
- Контрол на обмена на данните с откриване на загубени пакети и отчитане на задръстванията в мрежата;
- Валидиране на данните – използване на контролна сума за проверка за повредени данни в процеса на предаване;
- Подредена доставка на съобщенията;
- Поддържане фрагментиране на данните.

Управляващият модул на SCTP сесията (SCTP session Management) е базиран на библиотеката sctplib 1.0.11 (RFC4960) [9]. Базовата му функционалност включва:

- Подредена доставка в рамките на поток – за всеки отделен поток модулът наблюдава поредността на получаване на данните. Загуба на данни в даден поток не се отразява на останалите потоци.
- Създаване и преустановяване на асоциации – включва механизми за създаване, нормално затваряне и прекъсване на асоциация.
- Пакетиране на данни – в единично SCTP съобщение могат да се пакетират няколко фрагмента данни.
- Потвърждаване при получаване на данни и избягване задръстванията на трафика.

Модулът за обработка на заявките (Request Processing Module) определя дължината на прехвърляния ресурс – първият отговор, който web сървър изпраща след получаване на заявка, съдържа в HTTP хедъра “Content-Length” дължината на изисквания ресурс. Прокси сървърът извлича дължината, обновява я при изпращане на определена част от ресурса и по този начин определя кога трябва да завърши предаването на текущия обект.

4. Експериментална оценка

Целта на проведените експерименти е да се изследва поведението на двата транспортни протокола в мрежови инфраструктури, изградени на базата на WAN технологии. Тези видове технологии предоставят пропускателна способност в порядъци по-малка от технологиите, използвани при локалните мрежи. Това се явява важен фактор, който глобално влияе върху времето за отговор на web сървърите.



Фиг. 3. Тестова инфраструктура

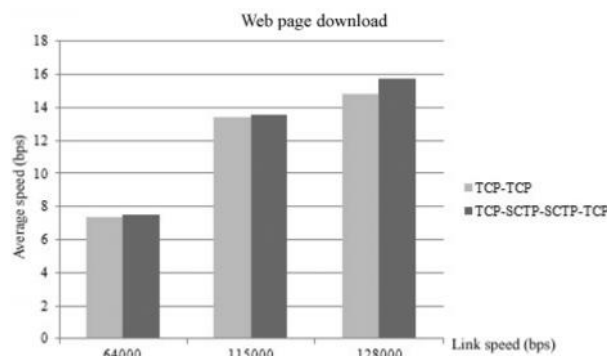
Анализът на производителността на предлагания подход е извършен на базата на тестова мрежова инфраструктура, съдържаща реални нискоскоростни WAN връзки (фигура 3). Тестовата инфраструктура включва Cisco маршрутизатори 2901, VLAN Cisco Catalyst 2960 комутатори, десктоп компютри HP Desktop 500B Intel Core Duo E5800 3,2 GHz. Web сървърната платформа е базирана на Slackware Linux 2.6 и gcc 4.4.3. Като клиент е използвана операционна система Windows 7 и браузър Google Chrome 28.0.1500. Между маршрутизаторите са изградени серийни връзки, базирани на протокола High-Level Data Link Control (HDLC). Посредством тяхното конфигуриране с различни скорости е симулирана

преносна WAN среда с различна пропускателна способност. Експериментите са проведени в две направления:

- директна комуникация между web клиент и сървър, базирана на протокола TCP (фиг. 3-а);
- индиректна комуникация между web клиент и сървър, реализирана през TCP/SCTP прокси сървър (фигура 3-б).

Връзките между клиентите, прокси сървърите и маршрутизаторите са с пропускателна способност от 100Mb, посредством които се симулират LAN инфраструктури.

Извършени са две групи експерименти – файлов обмен и зареждане на web страници. Тестовите са направени при различни скорости на серийните връзки между маршрутизаторите - 64000 bps, 115200 bps и 128000 bps. Клиентът изтегля мултимедийна страница с фиксиран размер от 100K, в която има множество обекти, съхранявани на същия web сървър и даннов файл с размер от 2 Mb. Проведени са множество тестове, на базата на които е изчислена средна скорост на изтегляне на информацията.



Фиг. 4. Резултати при зареждане на web страница

При експериментите със зареждане на web страница (фигура 4) се наблюдават по-добри времена на отговор при използване на протокола SCTP. В Таблица 1 са показани средните стойности за отговор при различните скорости на WAN връзките.

Таблица 1. Време за отговор при изтегляне на страница

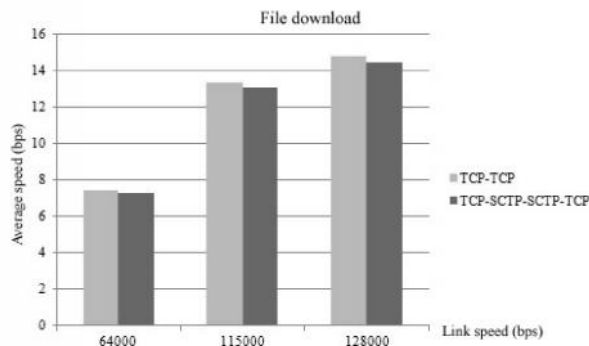
	TCP=TCP	TCP-SCTP-SCTP-TCP
64000bps	40.59 s	40.01 s
115000bps	22.39 s	22.1 s
128000bps	20.24 s	19.05 s

Тези резултати се получават благодарение на общия механизъм на SCTP за управление на потока данни. Този механизъм редуцира обема на служебната информация в сравнение с протокола TCP, особено в случаите на паралелно предаване на множество ресурси. Зареждането на web страница се извършва в рамките на единична SCTP сесия (в контраст с TCP, при който за всеки ресурс се създава нова сесия).

При изтегляне на даннов файл (фигура 5), механизмът за управление на SCTP потоците не е ефективен, тъй като се използва само един поток. В противоположност, протоколът TCP се нуждае единствено от единична сесия за предаването на файла. Това въвежда незначителна времезадръжка в сравнение със сценария, при който се прехвърлят множество ресурси. В Таблица 2 са представени времената на изтегляне на тестовия файл при различните скорости на връзките.

Таблица 2. Време за изтегляне на файл

	TCP=TCP	TCP-SCTP-SCTP-TCP
64000bps	5:46 min	5:54 min
115000bps	3:13 min	3:17 min
128000bps	2:54 min	2:58 min



Фиг. 5. Резултати при изтегляне на даннов файл

В допълнение следва да се отбележи, че и двата транспортни протокола осигуряват надеждно доставяне на данните без загуба на информация.

5. Заключение

В настоящия доклад е представен подход за подобряване на производителността на изтеглянето на мултимедийни web страници през нискоскоростни WAN връзки. Предлаганият подход е базиран на използване на съществуващите софтуерни решения (HTTP сървъри и клиенти), използващи транспортния протокол TCP и предаване на данните през WAN връзки посредством протокол SCTP. Представени са някои аспекти на реализацията на TCP/SCTP web прокси сървър. Извършени са редица експерименти, като получените резултати показват, че предлаганият подход е напълно функционален и приложим за предаване на мултимедийни данни през мрежи с ниска пропускателна способност.

Цел на бъдеща работа е разработването на многонишкова архитектура на представения прокси сървър. Това ще позволи едновременното обслужване на множество клиенти. Друга насока за предстоящи изследвания е реализация на кеширане на данни и филтриране на трафик.

Литература

- [1].An Introduction to the Stream Control Transmission Protocol (SCTP), <http://tools.ietf.org/html/rfc3286>.
- [2].Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1, <http://tools.ietf.org/html/rfc2616>.
- [3].The Apache Software Foundation, <http://www.apache.org>.
- [4].Natarajan, P., J.Iyengar, P.Amer. SCTP: An Innovative Transport Layer Protocol for The Web. Proc. of 15th Conf. of WWW, 2006, pp.23-26.
- [5].SCTP apache server: <http://www.eecis.udel.edu/~leighton/firefox.html>.
- [6].Structured Stream Transport. <http://pdos.csail.mit.edu/uia/sst/>.
- [7].Multiplexer Web Protocol. <http://www.w3.org/Protocols/MUX/#WD>.
- [8].SPDY Protocol. <http://www.chromium.org/spdy>.
- [9].SCTP library: <http://www.sctp.de/sctp.html>.

За контакти:

Доц. д-р инж. Христо Г. Вълчанов
 катедра „Компютърни науки и технологии”
 Технически университет - Варна
 E-mail: hristo@tu-varna.bg

ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТ НА УНИКАЛНИТЕ ИДЕНТИФИКАТОРИ В ИНТЕРНЕТ

Стела Русева, Нина Синягина

Резюме: В дадената статия се прави анализ на методите, осигуряващи безопасността в Интернет, като основно вниманието е насочено към съществуващите и перспективните механизми за защита на уникалните идентификатори в Интернет. Една от актуалните задачи в областта Computer security представлява разработването на адекватни методи за защита от хакерски атаки. В статията са очертани проблемите и свързаните с това направления и се прави разширен анализ на средствата за безопасност за защита на новите домейни от високо ниво.

Ключови думи: компютърна безопасност, мрежова сигурност, атаки отказ от обслужване.

Fault Tolerance of Unique Identifiers on the Internet

Stela Ruseva, Nina Sinyagina

Abstract: In this article we have analysed the methods which provide security on the Internet and we have focused our attention on existing and prospective mechanisms to protect unique identifiers on the Internet. A problem of the present day in the field of Computer Security is the development of adequate methods for protection against hackers' attacks. We have outlined the problems and the related trends (fields of research) and we have made an extended study of the means of security for high-level new domains.

Key words: Computer security, network security, distributed denial-of-service (DDoS) attacks.

1. Увод

За 15 години, от създаването на ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) през 1998 година, броят на DNS сървърите се е увеличил с няколко стотин хиляди домейни, разпределени между седем родови домейна от най-високото ниво и около 25 000 национални домейни от високо ниво (TLD - top-level domain), до повече от 250 милиона имена на домейни, използвани от 2,5 милиарда потребители на Интернет в 316 домейни от първо ниво. Това пространство рязко се увеличава с въвеждането на новите родови домейни от високо ниво през 2014 година.

През 2013 година в кореновата зона на DNS има 316 делегирани домейни от високо ниво. На фигура 1 е показан броят на домейните от високо ниво по категории за края на 2013 година [1]. От 22 броя общи домейни от високо ниво (generic Top Level Domains - gTLDs), 15 са спонсорируеми, 4 са за неограничено използване и 3 - за инфраструктурата на Интернет. Домейните с код за държавата (Country Code Top-Level Domains - ccTLDs) са 282, с 249 латински и 33 нелатински. Домейните със специално предназначение са 12, от които 11 - за тестове и 1 - за инфраструктура.



Фиг. 1. Домейни от високо ниво в кореновата зона на DNS

2. Методи за борба с DDoS атаки

През последните години поради нарастналия брой на мощните DDoS атаки, използващи DNS за усилване на вредоносния трафик, консултативният комитет на ICANN за безопасност и стабилност (SSAC - Security and Stability Advisory Committee) е публикувал информационен бюлетин, посветен на актуалните заплахи [2]. Приведените в този документ препоръки са адресирани към мрежовите оператори, предлагащи DNS услуги, а също така и към самия регулатор на адресното пространство за Интернет.

Както показва статистиката, през последната година броят на опитите за увеличаване на DDoS трафика чрез използването на протоколите SNMP, DNS, а напоследък и NTP, рязко се е увеличил [9]. Основните особености на тези платформи в ръцете на злосторниците представляват възможността за подмяна на IP адреса на източника на заявките, а също така и получаването на отговори, многократно превишаващи размера на заявката по обем. DDoS атака, използваща допълнителни усилващи устройства, които отговарят на заявките на атакувания го с мощен поток от данни, е способна да създаде значително претоварване на трафика и да „порази” целта, т.е. атакуваната система.

В случая с DNS става дума за усилване на атаката десетки пъти за всяко устройство-посредник, което обикновено е мощен сървър с голяма пропускателна способност. Като помощни устройства за подобни DDoS атаки се използват отворени DNS резолвери (кеширащи DNS сървъри), способни според конфигурацията си да приемат заявки не само от собствените си клиенти, но и от всеки Интернет потребител. Ако тези посредници са много, съвкупната мощност на DDoS трафика може да достигне стотици Gbps.

Проблемът със злоупотребите с DNS резолверите съществува вече повече от 10 години, но сега броят на мощните DDoS атаки с участието на такива посредници достига опасни размери. Въпреки усилията на експертите, броят на тези устройства в Интернет е много

голям. Според базата Open Resolver Project към края на 2013 година има 32 милиона активни DNS резолвери, като 28 милиона от тях представляват значителна заплаха. SSAC на ICANN призовава операторите на уязвимите DNS услуги да предприемат екстренни мерки за ограничаването на достъпа и да блокират потока на заявките, целящи усилване на трафика, а също така и да игнорират обръщенията към домейните, вече идентифицирани като част от DrDoS (Distributed Reflection Denial of Service) [3].

С цел предотвратяване на подмяната на източника на DNS заявките SSAC препоръчва на операторите на мрежите да се придържат към практиката, предложена в меморандума BCP-38 [4] от мрежовата група IETF (Internet Engineering Task Force). В този документ подробно е описана реализацията на филтрацията за входящия трафик, който може да се установи в граничния маршрутизатор или в защитната стена (firewall). Такъв мрежови филтър коректно ще отсява пакетите с подправен адрес на изпращача и ще помогне предотвратяването на атаката.

3. Проблеми, свързани с безопасността на домейните от високо ниво в Интернет

Неправомерното използване на атаките срещу DNS в глобалната мрежа поставят под заплаха общата безопасност на системите с уникална идентификация. Мишена за DNS атаките представлява широк кръг от потребители, физически лица, комерсиални организации, гражданското общество и правителствата.

По света се увеличава честотата и ефективността на агресията и на други видове злонамерено поведение. Затова корпорацията ICANN и световното общество трябва да продължат съвместната си работа, насочена към осигуряването на „здрава екосистема“, повишаваща отказоустойчивостта на системите с уникална идентификация и стабилизиране на новите възможности [8].

Дейността в Интернет отразява пълния спектър на човешката мотивация и моделите на социалното поведение. Частично тази дейност отразява отворения характер на Интернет, който е причина за успеха му, позволил внедряването на иновации и способстващ за обмен на знания, творчество и търговия в единна система.

В съвременната среда на съвместно многостранно управление на Интернет, традиционният поглед, подразбиращ, че работата с кибербезопасността се управлява от някакъв единен сектор (правителствен или частен), вече не е актуален. Нито правителствата, нито отделни субекти в частния сектор не притежават съответстващите административни или правови пълномощия за управление на различни групи от взаимосвързани системи и мрежи, а мащабът на задачата за управлението на тези ресурси и осигуряването на тяхната безопасност позволява решаването ѝ само със съвместното усилие на множество страни.

Всички страни, заинтересовани в осигуряването на кибербезопасността, трябва по-широко да гледат на този проблем, като въпросите, свързани с уникалните идентификатори на Интернет, следва да се решават посредством осигуряването на „здраве“ на „екосистемата“ Интернет. В центъра на този подход стои жизнеспособен и здрав, стабилен и отказоустойчив Интернет, който трябва да бъде жизнеспособен и в бъдеще.

През последните години расте броят на атаките към системите за уникални идентификатори в Интернет. В средствата за масова информация има много съобщения за атаки срещу операторите на регистрите на домейните от високо ниво (регистраторите, банковия сектор, правоохранителните органи) и за заплахи за операторите на кореновите сървъри [5].

Например, като резултат от намесата на правителството в Сирия, потребителите са били лишени от връзка с външния свят [6]. Ураганът Сънди е нанесъл щети на каналите за достъпа до Интернет на северо-източните Съединени Щати, от което се вижда уязвимостта на глобалните мрежи от природната стихия [7].

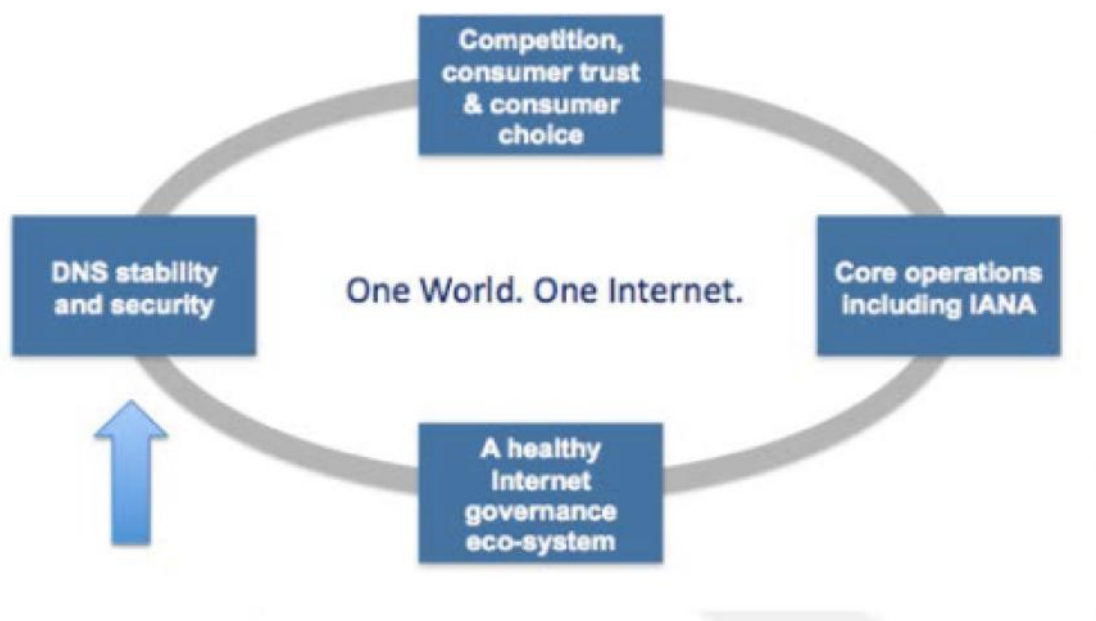
Проявили са се и някои тенденции, тормозящи процеса на „оздравяването“ на уникалните идентификатори, включително и бавните темпове на внедряване на DNSSEC регистратори от разработчиците на браузъри и приложения, а също така и от собствениците на регистри с имената на домейни. Повишаването на осведомеността за това, че използването на DNS може да служи за престъпни цели е стимулирало интереса към разработването на тактики и инструменти, позволяващи борбата с тези заплахи.

Освен това се наблюдават и редица други тенденции:

- Продължава нарастването на броя на операторите на домейни от високо ниво, внедряващи DNSSEC.
- Расте броят на копията на кореновите сървъри в световен мащаб.
- Въвеждат се в експлоатация допълнителни нови национални домейни от високо ниво, обхващащи все по-голям брой езици и набори от символи.
- Наблюдава се продължителен прогрес при оценяването на заявките, постъпили в рамките на програмата за внедряване на нови родови домейни от високо ниво.
- Расте интересът към увеличаването на възможностите за осигуряване на кибербезопасност, стимулиращ изучаването на DNS не само от експлоатационните общества, но също така и от правоохранителните органи и юристите.

4. Въпросите за безопасност в стратегическия план на ICANN

В стратегическия план на ICANN стабилността и безопасността на DNS са посочени в качеството на една от четирите най-важни стратегически сфери от дейността на организацията. Това съответства на важната роля, която се определя в концепцията за безопасност, стабилност и отказоустойчивост на ICANN. Широкият диапазон от задължения по осигуряването на безопасност, стабилност и отказоустойчивост е разделен на стратегически задачи, стратегически проекти и работа с персонала [8]. Предложенията и коментарите, получени в рамките на планирането за 2014 година, са показали, че Интернет-обществото, както и преди, има потребност от обучаващи програми и мероприятия за увеличаване на потенциала.



Фиг. 2. Стратегически план на ICANN

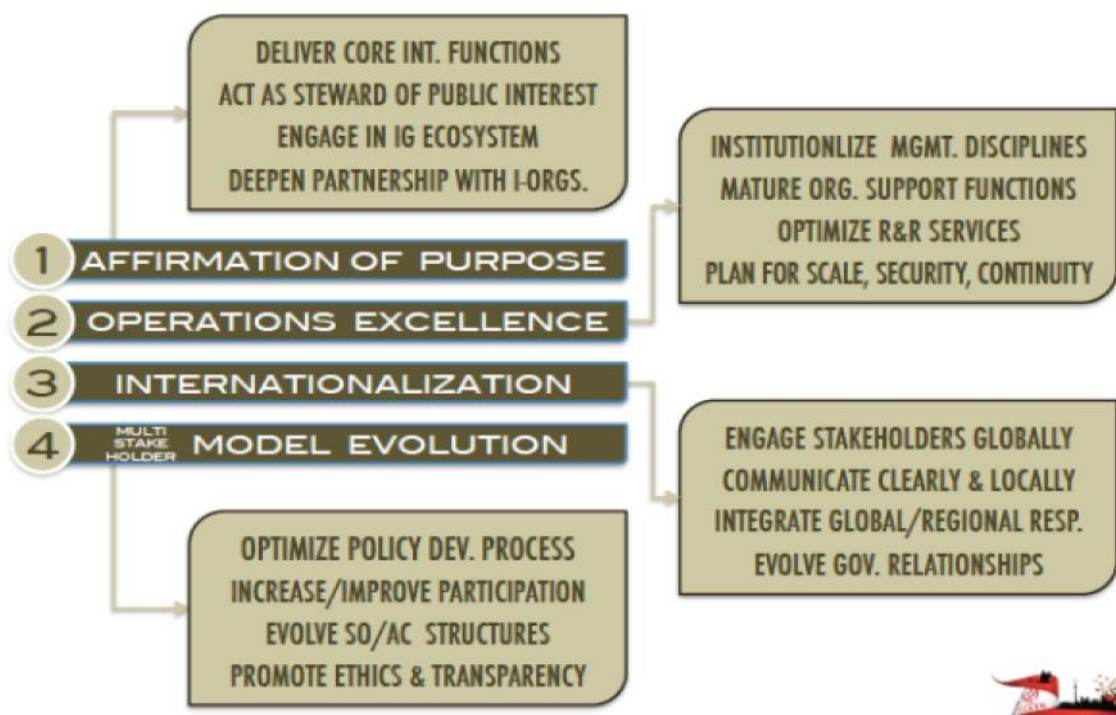
На фигура 2 е показан стратегическия план на ICANN за 2012 - 2015 година, който включва следните пет стратегически задачи по отношение на осигуряването на безопасността и стабилността на DNS:

1. Запазване и осигуряване на работоспособността на DNS.
2. Подобряване на управлението на рисковете и на отказоустойчивостта на DNS, IP адресите и параметрите.
3. Съдействие за широкото признание на DNSSEC.
4. Разширяване на международното сътрудничество в областта на DNS.
5. Подобряване на мерките за реагиране на произшествия в сферата на безопасността на DNS.

ICANN е започнала процеса на стратегическо планиране, съсредоточавайки своите усилия за разработването на дългосрочен план за следващите пет години, започвайки от 2013 година. Понеже въпросите за безопасността за ICANN са основополагащи, безопасността, стабилността и отказоустойчивостта на уникалните идентификатори ще остава едно от ключовите стратегически направления за развитие на Интернет.

5. Матрична организационна структура

През октомври на 2012 година на конференция на ICANN в Торонто генералният директор на ICANN Фади Шехаде (Fadi Chehade) е представил нова структура на управление на ICANN. Тя предполага въвеждане на дейности в ICANN с използването на матрична организация. Заедно с входящите в състава на корпорацията отдели на IANA, ИТ и оперативен отдел за DNS и отделът по безопасност представлява едно от техническите звена на ICANN.



Фиг. 3. Сфери на управление на ICANN

Дейността на отдела за безопасност обхваща цялата организация, поддържайки всяка една от четирите сфери на управление. Това включва:

- поддръжка на програма за усъвършенстване на дейността;

- работа на отдела за международно взаимодействие със заинтересованите страни (GSE - Global Stakeholder Engagement) при ICANN от гледна точка на интернационализацията;

- развитието на модела за многостранно участие;

- стимулиране на по-широкото обсъждане на въпросите по управлението на Интернет в рамките на по-широка общественост.

Матричният модел ще се внедрява чрез разпределяне на дейностите на ICANN между трите основни центъра: в Лос Анджелис, Сингапур и Истамбул. ICANN също така ще поддържа работата на отделите за въвличане на заинтересованите страни в Брюксел, Вашингтон и други места, което ще й позволи да стане по-близка със заинтересованите страни.

На фигура 3 са показани основните функции на ICANN по осигуряването на безопасност, включващи поддръжка на управлението на организационните рискове, разпространяване на информация за заплахи за уникалните идентификатори в Интернет, сътрудничество и съгласуване на действията с партньорите от Интернет-обществото. Също така - предоставяне на помощ от специалисти в конкретната предметна област при решаването на техническите въпроси, в това число и провеждане на обучение и предоставяне на консултации по техническите проблеми и въпросите на политиката.

В рамките на новата матрична структура отделът по безопасността осигурява поддръжката на отдела за международно взаимодействие със заинтересованите страни (GSE) при ICANN и другите й отдели.

Едно от основните направления за работа в отдела по безопасност в сферата на техническото взаимодействие представлява провеждането на тренинги по DNS. Разработена е програма за обучение, включваща следните модули:

- Основи на DNS (включително и обзор на участието в дейността на ICANN);
- Програма за реагиране на атаки и извънредни произшествия за операторите на домейни от високо ниво;
- Тренинг по DNS за правоохранителни органи и общество от специалисти по операционна безопасност;
- Тренинг по DNSSEC;
- Курс по безопасност на дейността на регистрите на DNS.

ICANN съвместно с Центъра за ресурси за стартирането на мрежите (<http://nsrc.org/>), работещ в своя база в университета на Орегона, регулярно провежда мероприятия за техническо взаимодействие с регионалните организации на домейните от високо ниво, университетите и операторите от цял свят. Партньори на ICANN в тази обучаваща дейност са AfTLD, APTLD и LACTLD.

Новият модел за управление на системата от имена на домейни цели независимост от държавните структури. ICANN планира да формира Координационна група (Steering group), която ще управлява DNS след като ICANN излезе от управлението на американското правителство.

6. Необходими мероприятия за осигуряване на безопасността в Интернет

Мероприятията, свързани с поддръжката на „здрава“, стабилна и отказоустойчива „екосистема“ Интернет, трябва да бъдат организирани по следния начин:

- Осигуряване на най-високо качество на дейностите на отделите на IANA, ИТ и експлоатацията на DNS;
- Осигуряване на техническо взаимодействие (чрез предоставяне на помощ на специалистите в конкретната предметна област и интелектуално лидерство,

провеждане на тренинги по DNS и мероприятия за увеличаване на потенциала, при необходимост съвместно с партньорите);

- Стимулиране на внедряването на DNSSEC от потребителите и операторите и повишаване на осведомеността за DNSSEC;

- Изпълняване на препоръките на групата за проверка на концепцията за безопасност, стабилност и отказоустойчивост на ICANN;

- Поддръжка на последващо разширяване на възможностите на кореновия сървър «L» за публикуване на данни и резултати от измерванията на отдела по експлоатация на DNS на корпорацията ICANN;

- Изпълнение на функциите на ресурса на отдела за международно взаимодействие със заинтересовани страни при провеждането на обсъждания по въпросите на управлението на Интернет и кибербезопасността в рамките на представителството на ICANN на различни конференции и срещи;

- Стимулиране и поддръжка на по-широко участие на правоохранителните органи и общества от специалисти по операционна безопасност в дейността на ICANN;

- Взаимодействие с гражданското общество по въпросите на конфиденциалността и свободата на словото, свързани с безопасността на уникалните идентификатори и „здравето“ на „екосистемата“ Интернет (разширяване на информационно-разяснителната дейност и привличане на участници от „екосистемата“ за работа по проблемите на концепцията за стабилност, безопасност и отказоустойчивост);

- Укрепване на вътрешните мрежи, ИТ-процесите и информационната безопасност на ICANN;

- Сътрудничество по проблемите на DNS с техническото общество, с операторите на кореновите сървъри, разработчиците на приложения и браузъри;

- Поддръжка на дейността на отдела за политики и отдела за връзки със заинтересованите страни там, където е необходимо (при обсъждане на въпросите, свързани с концепцията за стабилност, безопасност и отказоустойчивост).

7. Заключение

За успешната реализация на тези инициативи на ICANN е необходимо през 2014 година да се разшири отдела по безопасността, като се включат в неговия състав сътрудници, притежаващи допълнителен опит и навици. Това е необходимо за удовлетворяването на потребностите на обществото и внедряването на матричната структура. ICANN трябва да повиши прозрачността на информацията за организационната си структура, свързана с реализацията на концепцията за осигуряване на стабилност, безопасност и отказоустойчивост. ICANN трябва да създаде процедура с по-конкретна структура за демонстрация на връзките при взимане на решенията по организационната структура.

Литература

- [1]. <http://domain.pdv.name/en/new-domain-extensions>
- [2]. <http://www.icann.org/en/groups/ssac/documents/sac-065-en.pdf>
- [3]. <http://www.prolexic.com/knowledge-center-white-paper-series-dns-reflection-amplification-drdo-attacks-ddos.html>
- [4]. <http://tools.ietf.org/html/bcp38>
- [5]. <http://www.arbornetworks.com/research/infrastructure-security-report>
- [6]. <http://www.renesys.com/blog/2012/11/syria-off-the-air.shtml>

- [7]. <ftp://ftp.isi.edu/isi-pubs/tr-685.pdf>
[8]. <https://www.icann.org/en/news/announcements/>
[9]. <http://www.darkreading.com/vulnerabilities---threats/advanced-threats/new-ddos-stats-ntp-used-in-56--of-large-attacks/d/d-id/1234930>
[10]. Hristov, V., B. Hussan, F. Ibrahim, G. Kalpachka. Simulation of aggregation mechanism with fragments retransmission. Proceedings of the Fifth International Scientific Conference „Mathematics and Natural Sciences“. Blagoevgrad, 2013. vol. 2, p. 55–60. ISSN 1314-0272.

За контакти:

гл. ас. д-р Стела Русева
катедра „Изчислителни системи“
Факултет по Математика и Информатика
Софийски Университет „Св. Кл. Охридски“
E-mail: stela@fmi.uni-sofia.bg

проф. д-р Нина Синягина
катедра КСТ
Природо-Математически Факултет
Югозападен Университет „Н. Рилски“
E-mail: nisina36@abv.bg



IPTV, VoD И РАДИО ПЛЕЙЪР ЗА ANDROID УСТРОЙСТВА

Владимир Д. Димитров, Марио В. Игнатов

Резюме: В статията се разглежда реализацията на мобилно приложение, проектирано за Android устройства. Неговото предназначение е възпроизвеждането на аудио и видео потоци, предавани по компютърна мрежа, базирана на IP (Internet Protocol) и служи като IPTV (Internet Protocol Television), VoD (Video on Demand) или интернет радио плейър.

Ключови думи: Android, IPTV, IPTV медия плейър, видео до поискване, радио плейър

IPTV, VoD and Radio player for Android devices

Vladimir D. Dimitrov, Mario V. Ignatov

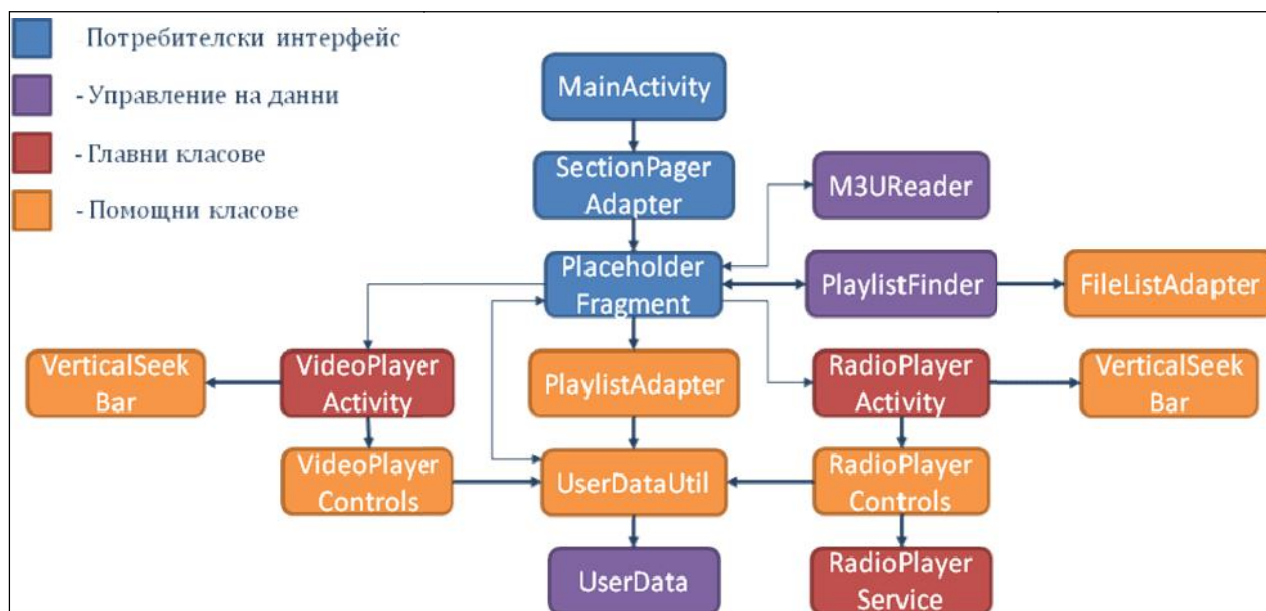
Abstract: The article examines the implementation of mobile application designed for Android devices. Its purpose is to catch and play an audio and video streams transmitted over computer network based on IP (Internet Protocol) and serves as an IPTV (Internet Protocol Television), VoD (Video on Demand) or Internet radio player.

Keywords: Android, IPTV, IPTV media player, VoD, Radio player

1. Увод

Към момента най-разпространената мобилна операционна система е Android с пазарен дял от 81,1% за първото тримесечие на 2014 година [1]. Технологиите използвани за създаването на приложения за нея са безплатни и лесно достъпни. Програмният език, на който се разработват е Java, а самата операционна система е базирана на Linux.

2. Основни класове използвани в приложението



Фиг. 1. Схема на основните използвани класове

2.1 Клас MainActivity

Главният клас в приложението, той е отговорен за зареждането на екраните, които се генерират посредством класа `SectionPagerAdapter`. Чрез него се инициализират и потребителските данни при стартиране на приложението. Разполага с две полета:

- `mSectionPagerAdapter` – адаптер за трите основни екрани в приложението (TV CHANNELS, VIDEO ON DEMAND и RADIO);
- `mViewPager` – обект, чрез който се управлява жизнения цикъл на фрагментите на приложението.

2.2 Клас SectionPagerAdapter

Имплементация на базовият клас `FragmentPagerAdapter`. Служи за визуализиране на всеки от екраните на приложението като фрагменти. Спмага за по-лесното управление на жизнения им цикъл. Дава достъп до контроли и информация за фрагментите като брой на екраните, заглавие на текущия избран екран. Отговорен е и за създаването на избрания от потребителя екран под формата на фрагмент.

2.3 Клас PlaceholderFragment

Този клас е отговорен за създаването и визуализирането на избрания от потребителя екран под формата на фрагмент. При зареждане той се грижи за изчертаването на компонентите на фрагмента, както и за създаването на менюта, опции и т.н. в текущия екран.

2.4 Клас PlaylistAdapter

Класът е отговорен за генерирането на плейлист за избраният от потребителя екран като данните за плейлиста се взимат от предварително въведени канали/видео/радиа. Визуализира ги на екрана под формата на списък като всеки ред от плейлиста представлява обект, съдържащ име, път (URL – Uniform Resource Locator) и изображение в зависимост от текущия екран.

2.5 Клас VideoPlayerActivity

Един от основните класове в приложението. Грижи се за изчертаване на екрана на видео плейъра и за възпроизвеждането на видео потоци и видео до поискване. В него са имплементирани и основните контроли за управление на плейъра, също е и отговорен за жизненият цикъл на `MediaPlayer` обектът. Класът разполага със **SurfaceView** обект, който представлява виртуално платно, върху което се визуализира видеото, обработвано от `MediaPlayer` обекта. Класът предоставя и допълнителни функции за управление на силата на звука и осветеността.

2.6 Клас VideoPlayerControls

Спомагателен клас на `VideoPlayerActivity`. Той предоставя статичен метод за намиране на предходния/следващия канал в плейлиста. Този метод се извиква при натискане на “Rewind” или “Fast-Forward” бутоните, предоставени от плейъра.

2.7 Клас RadioPlayerActivity

Друг основен клас в приложението. Той служи за изчертаване на екрана на радио плейъра. За разлика от `VideoPlayerActivity`, този клас предоставя само контроли за управление на `MediaPlayer` обект, но не се грижи за жизненият му цикъл. Тази отговорност е

на `RadioPlayerService` класът, който се извиква при необходимост от възпроизвеждане на аудио поток. Предоставя допълнителна функционалност за управление на силата на звука.

2.8 Клас `RadioPlayerControls`

Помощен клас на `RadioPlayerActivity` класа. Разполага със статични методи за намиране на предходната/следващата радиостанция от плейлиста с радиа, както и общият брой на радиостанциите. Служи също за мониторинг на `RadioPlayerService`.

2.9 Клас `RadioPlayerService`

Този клас представлява услуга за изпълнение на аудио потоци. Като такъв, той позволява на потребителя да продължи да слуша избраната от него радиостанция дори след като екранът на устройството угасне или се заключи, тъй като се изпълнява на заден план. Разполага с `MediaPlayer` обект, който е отговорен за обработката на аудио потока, избран от потребителя. Този клас е отговорен за целия жизнен цикъл на `MediaPlayer`.

2.10 Клас `VerticalSeekBar`

Персонализирана имплементация на `SeekBar` класа, който позволява използването на вертикален `SeekBar` в екраните на приложението. Използва се във `VideoPlayerActivity` и `RadioPlayerActivity`, като чрез него се управляват силата на звука (при двата класа) и осветеността на екрана (при `VideoPlayerActivity`).

2.11 Клас `UserDataUtil`

`UserDataUtil` е помощен клас, който дава достъп до данните, заредени в `UserData` класа. Разполага само със статични методи, които се използват от различни класове в приложението. Функционалността, която осигурява този клас е:

- достъп до всички данни от различните секции на приложението (TV, VoD, Radio)
- достъп до всички данни за дадена секция от приложението
- достъп до плейлист на дадена секция от приложението (само имена на елементите)
- достъп до класът на дейността, която трябва да бъде изпълнена при избиране на елемент от плейлиста в дадена секция на приложението

2.12 Клас `UserData`

Статичен клас, който е отговорен за управление на потребителските данни. В него се зареждат плейлистите от всички секции при зареждане на приложението.

2.13 Клас `PlaylistFinder`

Този клас се използва за намиране на `.m3u` файлове, разположени на файловата система на устройството. Чрез рекурсивно търсене визуализира на екрана всички налични плейлист файлове с формат `.m3u` и дава възможност на потребителя да вмъкне избран от него плейлист в данните на приложението.

2.14 Клас `M3Ureader`

Помощен клас, който прочита избрания от потребителя плейлист и го добавя към плейлиста на секцията, от която е направена заявката към `PlaylistFinder` класа.

2.15 Клас FileListAdapter

Помощен контролен клас, използван от класа PlaylistFinder, който служи за генериране на списък с файлове и неговото визуализиране на екрана.

3. Ресурси и ресурсни файлове

В Android освен стандартните java файлове, място намират и обикновени бинарни файлове, наречени ресурсни. Android SDK (Software Development Kit) компилира тези ресурсни файлове по време на построяването на цялото приложение. За да бъде използван един ресурс, той трябва да бъде правилно инсталиран в дървото от директории на проекта. Директорията, в която се намират тези файлове е “res/”. По време на компилация, Android SDK генерира символи за всеки един ресурс, така че да може да бъде извикан от кода на приложението. Дървовидната структура на мултимедия приложението е следната:

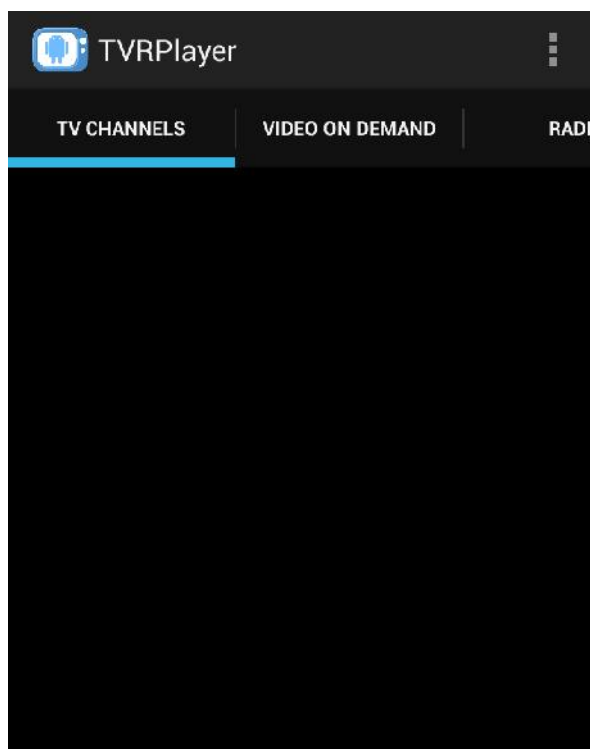
```
-res/
  -drawable/
    -radio.png
    -radioicon.png
    -tv.png
    -vod.png
  ...
  -layout/
    -activity_main.xml
    -activity_playlist_finder.xml
    -activity_radioplayer.xml
    -activity_videoplayer.xml
    -add_item_prompt.xml
    -file_row_list_item.xml
    -fragment_main.xml
    -progress_bar.xml
    -row_list_item.xml
  -menu/
    -add_item_to_playlist.xml
    -home.xml
    -main.xml
    -playlist_finder.xml
    -radio_player.xml
    -video_player.xml
  -values/
    -color.xml
    -dimens.xml
    -strings.xml
    -styles.xml
```

4. Реализация, настройка, тестове и работа с приложението

4.1 Екрани и описание на приложението

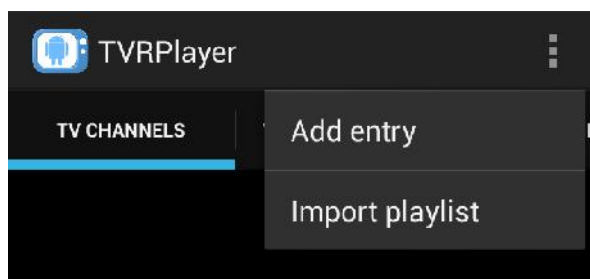
На фигура 2 е изобразен първоначалният екран на приложението. По подразбиране е избран екранът, в който ще се съдържат телевизионните канали. Екраните “TV CHANNELS”,

“VIDEO ON DEMAND” и “RADIO” представляват фрагменти, в които се съдържат потребителски плейлисти.



Фиг. 2. Първоначален екран на приложението

Екраните в приложението разполага със свой набор от менюта като възможностите в тях са да се добавя нов запис в плейлиста или да се вмъкне цял плейлист с формат .m3u. На фигура 3 е изобразено и самото меню.



Фиг. 3. Схема на основните използвани класове

Добавянето на нов запис в плейлиста на съответния екран се осъществява чрез избиране на „Add Entry” от менюто, след което се отваря прозорец, в който потребителят да въведе желанния канал. Данните, които се въвеждат за канала са име и URL.

Всяка секция в приложението има собствена икона за идентификация на записите от плейлиста.



- Телевизионен канал



- Видео до поискване



- Радиостанции

Всеки запис от плейлиста във всички секции разполага с контекстно меню, което се достъпва чрез натискане и задържане върху желанния запис. Контекстното меню разполага с две опции – „Редактиране“ и „Изтриване“.

При избор на „Редактиране“ се отваря прозорец, в който потребителят може да редактира както името, така и URL-а на избрания от него запис, като след потвърждаване на редакцията се запазват промените и записът отива на последно място в плейлиста.

Изтриването на запис става чрез избиране на „Изтрий“ от контекстното меню. Изисква се потвърждение за изтриване, което предотвратява нежелани инцидентни изтривания на записи от плейлистите.

На фигура 6 е показана картина от вече стартиран телевизионен канал



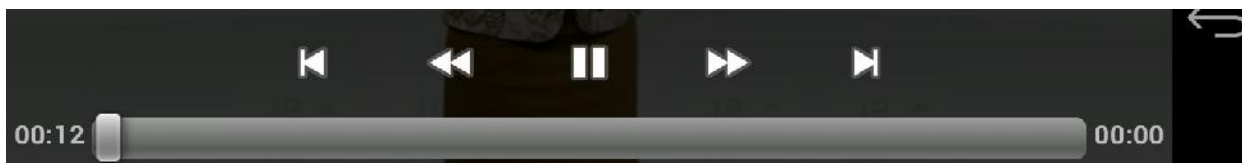
Фиг. 6. Изглед при стартиран телевизионен канал

Потребителят има възможност да извършва няколко действия при стартиран телевизионен канал/видео до поискване:

- Пускане и паузиране
- Прехвърляне на следващ канал от плейлиста (чрез бутона най-вдясно)
- Прехвърляне на предходен канал от плейлиста (чрез бутона най-вляво)

При изпълнение на видео до поискване потребителя може също да превърта записа напред и назад чрез бутоните за превъртане (<< и >>).

На фигура 7 са изобразени всички налични бутони за управление.



Фиг. 7. Схема на основните използвани класове

За допълнително удобство на потребителя са добавени и два допълнителни слайдъра от двете страни на екрана. Те контролират осветеността на екрана и силата на звука. По този начин не се налага да се прекъсва гледането.

Добавянето на плейлист в текущата секция става чрез избиране на „Import playlist“ от менюто. Приложението търси всички налични в паметта на устройството файлове с разширение .m3u и генерира списък от файлове. При успешно вмъкване на плейлист се изобразява контролен текст, който съдържа в себе си името на гореспоменатия плейлист.

Стартирането на радиостанция става по същия начин като стартирането на телевизионен канал или видео до поискване – чрез натискане върху желанния запис. Потребителят има възможност да извършва следните действия в рамките на екрана на радио плейъра:

- Пускане/паузиране на радиостанцията
- Прехвърляне на следваща радиостанция от плейлиста (чрез бутона вдясно)

- Прехвърляне на предходна радиостанция от плейлиста (чрез бутона вляво)

4.2 Тестове

При разработка на приложението са използвани два метода за тестване:

- вграденият в Eclipse Android емулатор;
- Android смартфони.

4.2.1 С Eclipse емулатор

За тестването на приложението първо се използва вграденият в Eclipse емулатор. Той дава възможност на разработчика да симулира различни мобилни устройства. Някой от опциите, които може да се определят на симулираното устройство са процесор, резолюция, видео контролер, RAM памет и други. Емулаторът поддържа основните функции на мобилното устройство – достъп до виртуална камера, интернет, усилване и намаляване на звука, както и хардуерните бутони на устройството. При тестовите се използва инструмента „Logcat“, който записва изхода от емулатора и го изобразява в конзолата. Това е основния метод, който е използван при отстраняване дефектите на приложението.

Другият метод е чрез използването на стандартния за Eclipse debugger, който позволява поставянето на контролни точки в кода и следенето стъпка по стъпка на изпълнението на програмата. Този начин изисква прекалено много ресурси и не е удобен при работа с потоци или многонишкови асинхронни програми.

Главен недостатък на вградения в Eclipse емулатор е неспособността му да възпроизвежда видео. Ето защо той беше използван само за тестове на потребителския интерфейс.

4.2.2 С Android устройства

За по-точни тестове бяха използвани две различни Android устройства: **Samsung Galaxy Nexus** и **HTC Sensation**. Приложението работи коректно и при двете устройства. Осезаемо по-голяма производителност има при Samsung Galaxy Nexus, заради по-големия капацитет на RAM паметта и по-голямото вътрешно пространство на телефона.

За тестване на видео плейъра беше използван поток на канала bTV, който се намира на адрес: <http://46.10.150.113/ios/btvbglive/playlist.m3u8>

Допълнителна информация за потока:

Stream 0: Type: Video, Codec: H264 – MPEG-4 AVC (part 10) (H264), Resolution: 720x404, Frame rate: 25, Decoded format: Planar 4:2:0 YUV

Stream 1: Type: Audio, Codec: MPEG Audio Layer 1/2/3 (MPGA), Channels: Stereo, Sample Rate 44100Hz, Bitrate: 128kb/s

За тестване на радио плейъра беше използван плейлист с разширение .m3u, който приложението автоматично обработва и вмъква в плейлиста.

Съдържание на плейлиста с радиостанции:

#EXTM3U

#EXTINF:Radio 1 Rock,96 kbps

<http://80.72.68.217/radio1rock.ogg>

#EXTINF:Radio 1 Rock,64 kbps

<http://bgradio.otel.net:8000/radio1rock64>

#EXTINF:Radio 1 Rock,48 kbps

http://80.72.68.217/radio1rock_low.ogg

#EXTINF:Z-Rock

<http://live.btvradio.bg:8000/z-rock.mp3>

#EXTINF:OFFRADIO

[http://www.offroadradio-](http://www.offroadradio-bulgaria.com:8000/high)

[bulgaria.com:8000/high](http://www.offroadradio-bulgaria.com:8000/high)

#EXTINF:CITY

<http://62.204.145.218:8000/city64>

Такъв е и задължителният формат за всички плейлисти, които може да обработва приложението.

Информация за използвания аудио поток за тестване на радио плейъра:

Radio 1 Rock, 96 kbps

URL: <http://80.72.68.217/radio1rock.ogg>

Допълнителна информация:

Type: Audio, Codec: Vorbis Audio (vorb), Channels: Stereo, Sample rate: 44100Hz,

Bitrate: 96 kb/s

5. Заключение

Инсталацията на приложението е стандартна. APK файлът се записва върху паметта на телефона и се изпълнява с определен за целта софтуер. При инсталиране на приложението са необходими следните разрешения:

- Full network access (Пълен достъп до мрежата)
- View network connections (Преглед на мрежовите връзки)
- View Wi-Fi connections (Преглед на безжичните връзките)
- Prevent phone from sleeping (Предотвратяване „заспиването“ на телефона)

Приложението е ориентирано към устройства с операционна система Android 4.x като минималната съвместимост е с Android 4.0 (Ice Cream Sandwich). При по-стари версии има вероятност от непредвидимо поведение на приложението.

Мултимедийният плейър е предназначен за възпроизвеждане на видео и аудио потоци от интернет като основа за IPTV, VoD и радио плейър. Има възможности за разширяване на спектъра от съвместими формати за аудио и видео потоци чрез интегриране на софтуерен кодек (ffmpeg).

Литература

- [1]. <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>
- [2]. <http://developer.android.com/guide/components/activities.html>
- [3]. Стайков, Х., В. Димитров, Мултимедиен IPTV плейър за ANDROID устройства. В: IX Национална студентска научно-техническа конференция, Созопол, 2013, с. 218-224
- [4]. Gargenta M., M. Nakamura, Learning Android 2nd Edition, O'Reilly Media, 2014, 288
- [5]. <http://developer.android.com/guide/components/fragments.html>
- [6]. <http://developer.android.com/guide/appendix/media-formats.html>

За контакти:

Ас. маг. инж. Владимир Д. Димитров
катедра „Компютърни системи“, Технически университет – София
E-mail: vldimitrov@tu-sofia.bg

Инж. Марио В. Игнатов
mignatov90@gmail.com

ИЗСЛЕДВАНЕ НА РАЗЛИЧИЯТА МЕЖДУ ПРОСТРАНСТВЕНОТО МОДЕЛИРАНЕ И ОБЕКТНО ОРИЕНТИРАНОТО МОДЕЛИРАНЕ И ТЯХНОТО ПРИЛОЖЕНИЕ В БАНКОВИЯ СЕКТОР

Иван С. Станков, Огнян Н. Наков, Даниела А. Гоцева

Резюме: Изследват се различията между пространственото моделиране и обектно ориентираното моделиране (релационното). Определят се предимствата на пространствения модел чрез сравняване на различни фактори като бързодействие на заявките, разбираемост и разширяемост. За да се видят по-ясно предимствата и недостатъците между двата модела, се тестват две версии на склада за данни – единият е базиран на пространствения модел, който е силно денормализиран, а другият - на релационния модел, който се характеризира с нормализиране до трета нормална форма. Анализ на проблемната област.

Ключови думи: Бази от данни, големи обеми от данни, склад за данни

Exploring the differences between spatial modeling and object oriented modeling and their application in the banking sector

Ivan S. Stankow, Ognqn N.Nakov, Daniela A. Gotseva

Abstract: Researches the differences between spatial modeling and object oriented modeling (relational). Identify the advantages of the spatial model by comparing various factors such as fast response to queries clearer and expandability. To see more clearly the advantages and disadvantages between the two models was tested two versions of the data warehouse - one based on a spatial pattern which is highly denormalized, and the other of the relational model, which is characterized by the normalization to the third normal form. Analysis of the problem area.

Keywords: Databases, big data, datawarehouse

1. Въведение

Какво е склад за данни?

Най-често складът за данни се определя като голяма база от данни, която съдържа информация от цялата организация, събрана на едно място.

По-пълно определение дават *Инмон и Хакаторн*:

“Складът за данни е обектно ориентирана, интегрирана, време варираща, непроменяща се колекция от данни, използвана за подпомагане на процеса за взимането на управленски решения и бизнес разузнаване.”³

Тази база от данни е Обектно ориентирана, интегрирана, време варираща

Един склад за данни не представлява просто консолидация на всички оперативни бази данни от една организация. Поради своя фокус върху бизнес разузнаването, външните и време вариращите данни (не просто текущите), складът за данни е уникален вид база данни.

Складирането на данни се появява като резултат от постижения в информационните системи през последните десетилетия.

Два главни фактора карат повечето организации в днешно време да складираат данни:

1. **Интегриран и цялостен** изглед върху висококачествена информация.

2. Информационните от оперативните системи за подобряване на бързодействието в управлението на фирмените данни.

2. Преглед и сравнение на различни архитектури и методологии

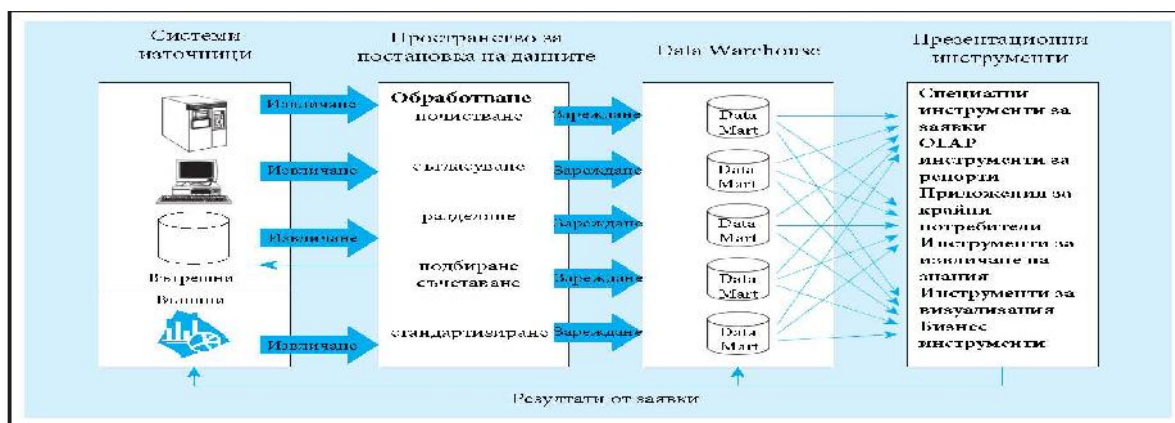
2.1 Архитектури на склад за данни

Архитектурата за склад за данни се е развила до такава степен, че организациите имат значителна свобода в създаването на различни вариации. Тук се разглеждат две основни структури, които са базови за повечето реализации. Първата е трислойна архитектура, която се характеризира с поетапен, възходящ подход на развитие; втората архитектура също е трислойна, при която се среща най-често низходящ подход, който подчертава по-добра координация и широк изглед на предприятието¹.

Независимо от своите различия, има много общи черти между тези два подхода:

- **Трислойна архитектура.** Трислойната архитектура се състои от три слоя или нива:
 - **Слой източник**
 - **Съгласуващ слой.** Този процес на извличане, обработка и зареждане на данни се нарича **ETL** (Extract Transform Load) или „Извечи, Преобразувай, Зареди“.
 - **Слой склад за данни** – съдържа както самият склад за данни, така и всички модули данни.
- **Извечи, Преобразувай, Зареди (ETL).** Процесът преминава през три етапа:

2.1.1. Склад за данни, изграден от независими Модули Данни



Фиг. 1. Склад за данни с независими модули данни

Архитектурата на склад за данни изграден от независими модули данни е показана на фигура 1.

Изграждането на тази архитектура се състои в четири базови стъпки:

1. Данните се извличат от различни вътрешни и външни системи източници като файлове и бази данни.
2. Данните от различните източници се трансформират и обединяват преди да бъдат използвани пространството за постановка на данните.

Част от данните могат да бъдат върнати обратно към системите източници, поради грешки или несъответствия в структурата им.

3. Складът за данни е съвкупност от физически различни бази данни, организирани за подпомагането на взимане на решения.

4. Потребителите достъпват склада данни чрез различни езици за заявки и аналитични инструменти. В резултат на това (като прогнози и предположения) могат да бъдат върнати обратно към склада за данни и оперативните бази.

2.1.2 Склад за данни, изграден от зависими Модули Данни и оперативен информационен склад

Един от най-популярните похвати за преодоляване на ограниченията на независимите модули данни е архитектура на три нива изградена от зависими модули и оперативен информационен склад. Този похват е представен на фигура 2.



Фиг. 1. Склад за данни със зависими модули данни

Новото при тази архитектура е нивото Оперативен информационен склад и нивото на данни и мета данни е променено. Първото и второто ограничения при независимите модули са преодоляни при зависимите модули данни, тъй като те се зареждат от едно място – Enterprise Data Warehouse (EDW). EDW е централизиран и интегриран склад за данни, който е контролна точка и единствена „версия на истината“, която се предоставя на крайните потребители.²

Най-съществената разлика между подходите на Кимбъл и Инмон са в областта на развитие на методологиите, моделирането на данните и архитектурите за складиране на данни. Таблица 1 обобщава тези различия³.

Таблица 1 Сравнение на разликите в моделите на Инмон и Кимбъл

	Инмон	Кимбъл
Методология и архитектура		
Цялостен подход	Низходящ	Възходящ
Архитектурна структура	Атомарен склад за данни зарежда ведомствени бази данни	Модул данни за всеки бизнес процес; консистентност в организацията
Сложност на метода	Доста сложна	Сравнително прост
Сравнение със съществуващи методологии	Получена от спираловидната методология	Четиристъпков процес; отклонение от релационните методи
Физически дизайн	Доста подробен	Сравнително опростен
Моделиране на данни		
Ориентация на данни	Предметна	Процесна
Инструменти	Традиционни (като при релационните бази)	Пространствено моделиране; отклонение от релационното моделиране
Достъпност за крайния потребител	Ниска	Висока

Философия		
Главна аудиенция	ИТ специалисти	Крайни потребители
Място в организацията	Неразделна част от Корпоративната информационна фабрика	Трансформатор и фиксатор на оперативните данни
Цели	Доставя добро техническо решение базирано на доказани методи и технологии в базите данни	Доставя решение, което е лесно за разбиране от крайните потребители и готово за заявки

2.2.1 Тестова среда

За тестовата постановка е използван софтуер за релационни бази данни със следните параметри:

Таблица 2. Тестова среда

Операционна система	RedHat Enterprise Linux 5 (Tikanga) Update 9
Софтуер	Oracle Database 11g Enterprise Edition Release 11.2.0.1.0
Памет на базата	1216 MB
Големина на блок данни	8192 B

2.2.2 Тестови данни

За да бъдат възможни сравнителни тестове между двете архитектури, използвани са съответно две схеми (потребители) в базата данни. Единият съдържа пространственият модел изграден по-горе и е със име DWHDIM (Data Warehouse Dimensional), а другият е DWHREL (Data Warehouse Relational), който представлява релационен модел на склада за данни базиран на пространствения модел.

Всяка от таблиците съдържа определен брой редове както следва:

Таблица 3. Тестови данни в пространствения модел

Име на таблица	Брой редове	Описание
Account Dimension	10 000 000	Брой сметки в банката
Customer Dimension	4 000 000	Брой клиенти на банката
Account Customer Rel	10 000 000	Всяка от сметките има по една връзка към някой от клиентите
Branch Dimension	500	Банката има 500 клона
Date Dimension	2 191	Заредени са 2191 дни
Demographic Dimension	120	Създадени са 120 демографски групи
Merchant Dimension	10 000	Банката разполага с информация за 10000 търговски обекти
Product Dimension	500	Банката предлага 500 продукта
Status Dimension	50	Сметките могат да бъдат в 50 различни състояния
Transaction Type Dimension	50	Банката предлага 50 вида транзакции
Customer Fact	4 000 000	За всеки от клиентите има по един ред с факти
Daily Account Balance Fact	30 000 000	Данни за три дни за всяка от сметките
Transaction Fact	30 000 000	Данни за три дни за всяка от сметките към един търговец

Релационният модел, който е създаден за тестови цели, е със сходни атрибути като този от пространствения модел. Тъй като релационният модел трябва да бъде със същата гранулярност, както факт таблиците от пространствения, всички таблици трябва да съдържат дневната информация за банката.

Всяка от таблиците съдържа определен брой редове както следва:

Табл. 4 Тестови данни в релационния модел

Име на таблица	Брой редове	Описание
Account	30 000 000	Десет милиона сметки с информация за три дни
Customer	12 000 000	Четири милиона клиента с информация за три дни
Cust Account Rel	30 000 000	Връзка сметка-клиент за три дни
Branch Type	30	Тип клонове за три дни
Branch	1 500	Клонове за три дни
Country	15	Пет държави хисторизирани за три дни
City	300	Градове
Address	12 000 000	Адреси
Demographic	360	Демографски групи
Product Group	30	Продуктови групи
Product	1 500	Групи
Transaction Type	150	Типове транзакции
Merchant	30 000	Информация за търговците
Transaction	30 000 000	Извършени транзакции за три дни
Account Status	150	Състояния на акаунтите

2.3 Тестове

Тъй като пространственият и релационният модел се различават коренно, възможни са ограничен брой видове тестове. Тестовите трябва да бъдат приложими на всяка от двете структури, както и да са сравними. За тази цел са направени два сравнителни теста – единият съпоставя заетото пространство, а с другият се проверява бързодействието на различни заявки върху различните модели⁴.

Трябва да се отбележат няколко фактора:

- Заетото място се пресмята чрез събиране на всички заети блокове данни от таблиците/индексите. Както е известно, базите данни Oracle по подразбиране съществува процент незаето пространство във всеки блок данни, което се пази за бъдещи актуализации на данните. Тъй като и при двата вида модели се използва един и същи процент свободно място в блоковете данни (PCTFREE = 10%), тестовите няма да се повлияят от тази особеност.
- Нито една таблица не е компресирана или криптирана.
- Преди тестовите, на всяка една от таблиците са събрани нови статистики, които служат за подпомагане на базата да избере най-правилният план на изпълнение на заявките.
- Всички индекси в двете схеми са възстановени (rebuild)

2.4 Сравнителен тест за използваното пространство

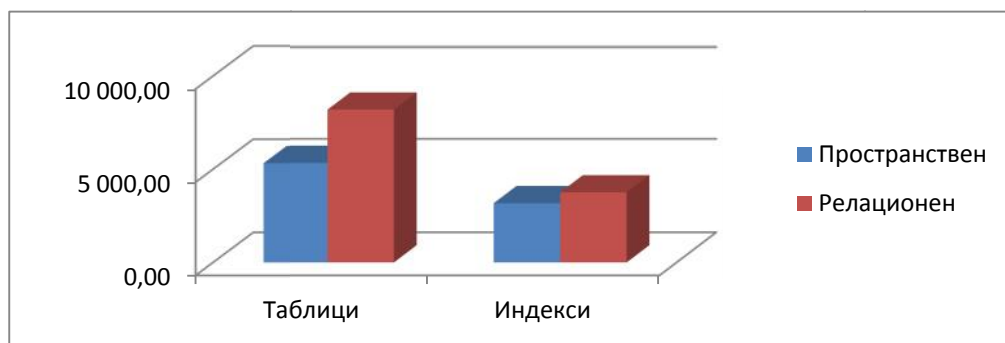
Сравнителният тест на заетото пространство се състои в няколко стъпки:

1. Сравнение на заетото място за таблиците
2. Сравнение на заетото място от индексите
3. Прогнозиране на заеманото място за една година при всеки един от моделите

Анализ на тестовите и заключение

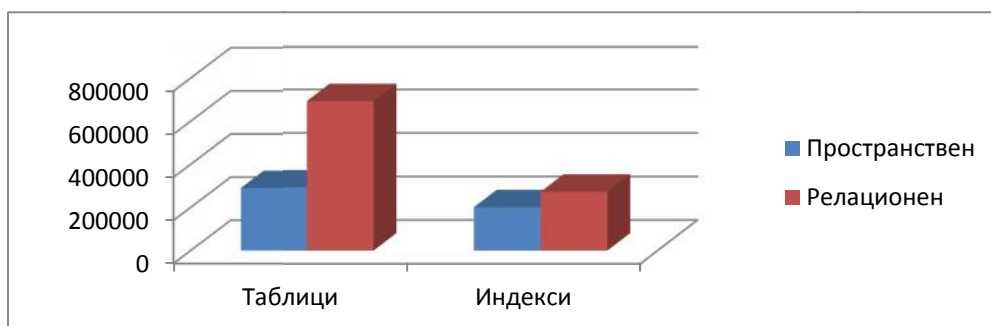
2.4.1. Анализ на заетото пространство

При така получените резултати, след тестовите на заетото пространство на база три дни, разликата между пространствения и релационния модел не е толкова осезаема. Тъй като в релационния модел се пази история за всяка таблица е нормално и големината на данните да е висока.



Фиг. 3. Заето пространство за три дни.

Когато данните трябва да се съхранят за повече от три дни, разликата на заетото пространство оказва своето влияние. Като се вземат в предвид данните от изчисленията на заетото пространство за една година, графиката придобива съвсем различен вид (фиг.3). Заетото място при реляционния модел е повече от два пъти заетото място при пространствения модел. Ако трябва да се направят и изчисления за тригодишен период, както е изискването от бизнеса, разликата в заетото пространство се увеличава драстично.



Фиг. 4. Заето пространство за една година

При тези тестове ясно се отличава предимството на пространствения модел пред реляционния. Тези изчисления биха били предпоставка за избор на архитектура, още преди да бъде започнат дизайна на склада за данни.

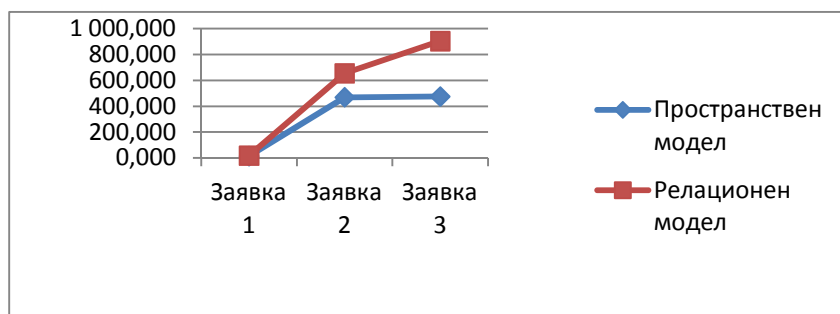
Трябва да се вземе предвид и факта, че реляционният модел в сегашният си вид не е атомарен, централизиран склад за данни, тъй като той съдържа само два бизнес процеса. При подхода с централизиран склад за данни е нужно изграждането на цялостната среда, преди да бъде възможно използването на склада за данни.

Докато при пространственият модел така създадените факт таблици, базирани на два бизнес процеса, са достатъчни за включване на склада за данни в експлоатация и подпомагане взимането на решения на част от бизнес потребителите.

2.4.2 Анализ на бързодействието

Бързодействието е един от основните фактори, от които се определя дали един склад за данни е сполучлив или не. Тестването на един склад за данни започва от извличането на данните от системите източници, през ETL процеса, до крайните заявки на бизнес потребителите. Както при всяко приложение, крайната оценка се дава от потребителите, затова и един от най-важните фактори е бързодействието на заявките подадени от бизнес потребителите.

Тъй като няма потребители, които да извършат така нареченият User Acceptance Test (тест за приемане от потребителя), отново се съпоставят пространствения модел с реляционния на база време за изпълнение на заявките.



Фиг. 5. Сравнение на времената на изпълнение

Както се вижда от графиката (фигура 5), пространственият модел е по-бърз във всяка от изпълнените заявки. При първата заявка и двата варианта имат еднакъв брой връзки между таблиците, което и предполага почти равните времена на изпълнение. И в двата модела може да се каже, че има недостатък, който може да се определи чрез първата заявка. При пространственият модел, когато се достъпва факт таблица, е нужно свързването ѝ с измерението на датите, тъй като датата не се съдържа във първичния ключ на факт таблицата (това е един от начините за оптимизиране на модела). В реляционния модел всички таблици са нормализирани или частично нормализирани, което води до голям брой излишни свързвания на таблици. Както се вижда от първата заявка, за да се извадят данни на база продуктова група, е нужно преминаването през таблицата на продуктите и таблицата на продуктовите групи.

Във втората заявка се извикват почти всички таблици и в двата модела. И тук се наблюдава предимство на пространствения модел над реляционния с почти 200 секунди разлика. Независимо от добрата индексация в реляционния модел, множеството връзки между таблиците забавят многократно изпълнението на заявките. В този случай се използват само вътрешни свързвания между таблиците, което е предпоставка за използването на индексите на първичните ключове. Ако заявката се пренапише със външни ключове, базата данни ще направи пълно четене на таблиците, което ще забави многократно изпълнението на заявката. Този проблем съществува и при пространствения модел, но разликата при него е, че таблиците са по-малко на брой и измеренията са с малко данни, тъй като не се повтарят за всяка дата. Така при пространствения модел ще бъдат прочетени и сканирани по-малък брой блокове данни.

При третата заявка ясно се отличава почти двойното забавяне на реляционния модел спрямо пространствения. Големият брой свързвания между таблиците отново води до влошени времена на изпълнение.

2.5 Заключение

Всяка една от архитектурите си има свои положителни и отрицателни черти. Както се вижда от тестовите, пространственият модел води във всяко едно отношение пред реляционния. Затова и в днешно време се говори и за така наречената хибридна архитектура. Много организации желаят да имат цялостен склад за данни, в който са сигурни, че се съдържа всеки един нужен или ненужен къс информация. Но не трябва да се забравя за какво точно служи този склад за данни, а именно да спомага за взимането на решения от бизнес потребителите и за бизнес анализ. Това и налага изграждането на по-горен слой, над атомарния склад за данни, който да подпомага изпълнението на нужните заявки. Добър избор за тези модули данни е пространственият модел. Както може да се изгради цялостен склад за данни на базата на пространствения модел, така може да се използва и за

изграждането на втори слой над централизирания склад за данни, за да осигури нужното бързодействие.

Литература

- [1].Jeffrey A. Hoffer, Venkataraman R., Topi H., Modern Database Management“ (11th Edition). ISBN-13: 978-0132662253, harcover 2012
- [2].Kimball R. and Ross M., The Data Warehouse Toolkit: The Complete Guide to Dimensional Modeling, (2nd Edition) ISBN: 978-0-471-20024-6, 2012.
- [3].Breslin M., Data Warehousing Battle of the Giants, Business IntelligenceJournal; Winter 2004; 9, 1; ABI/INFORM Global
- [4].Castera J., Kimball R., The Data Warehouse ETL Toolkit: Practical Techniques for Extracting, Cleaning, Conforming, and Delivering Data, 2004

За контакти:

Асистент Иван С. Станков
Проф. Огнян Наков
Проф. Даниела Гоцева
катедра „Компютърни системи”
Технически университет София
E-mail: istankov@tu-sofia.bg



СОФТУЕР ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА CISCO УСТРОЙСТВА ПРЕЗ СЕРИЕН ПОРТ

Делян Г. Генков

Резюме: Устройствата на Cisco Systems са доста разпространени, както в съвременния мрежов свят, така и в мрежовите академии. Основен начин за тяхната начална конфигурация е през конзолния порт. В практиката често се налага изтриването на съществуващата конфигурация или възстановяването на забравени пароли, което може да стане само през този порт. Настоящата разработка представя софтуерен инструмент, който може да конфигурира устройства ръчно или чрез предварително запазен файл, както и да изтрива конфигурациите им.

Ключови думи: Управление, Cisco, маршрутизатори, комутатори, конзола.

Software for Management of Cisco Devices via Serial Port

Delyan G. Genkov

Abstract: Cisco networking devices are very popular in today's networking world, as well as in Cisco Networking Academies. One of the main methods for their configuration is through the console port. In practice often is necessary to erase existing configuration or to recover lost passwords – this can be achieved only through console port. This paper presents a software tool for manual configuration or uploading a configuration file, as well as erasing the existing configuration.

Keywords: Management, Cisco, Routers, Switches, Console

1. Увод

Устройствата на Cisco Systems са доста популярни в съвременните компютърни мрежи. Те се използват и в процеса на обучение по програмата Cisco мрежова академия. Те могат да бъдат конфигурирани по различни начини, но единственият начин за начално конфигуриране е през конзолния им порт – сериен порт, към който се включва компютър с терминална програма. Този начин на конфигурация вече се използва и от други производители, например D-Link, TP-Link, Hewlett Packard и др. Разликата е, че при останалите обикновено има напълно функционален web интерфейс, докато при Cisco Systems това се постига след определена начална конфигурация.

Конфигурационният файл на устройствата представлява текстов файл с поредица от команди, всяка на нов ред във файла. Често администраторите пазят резервни копия на файловете и при необходимост ги зареждат в устройствата, най-често чрез TFTP сървър, но за целта трябва през конзолата да е конфигуриран IP адрес и параметри на протокола и да се стартира процедурата за зареждане на файла. Възможно е зареждането на файла с команди да стане директно през конзолния терминал. Честото преконфигуриране на устройствата е обичайно явление в мрежовите академии, където се налага да се подготвят устройствата за различни лабораторни упражнения.

При забравена или неизвестна парола, единственият начин за възстановяване е през конзолния порт. Процедурата е обяснена детайлно в следващата точка, но това също е действие, което често се налага да се прави в мрежовите академии, където даден курсист е сложил своя парола и устройството е недостъпно за следващото упражнение. Процедурата се различава за маршрутизатор и комутатор.

Съществуват различни софтуерни инструменти, като Teraterm, Hyperterminal, PuTTY и др. за управление на мрежови устройства през сериен порт, но повечето от тях предоставят възможност само за ръчно писане на команди или за поставяне на команди, копирани в клипборда. С всеки от тях може да бъде направено възстановяване на загубена парола, но операторът трябва да познава процедурата. Настоящият труд представя разработен софтуерен инструмент, с помощта на който може да се конфигурират устройствата ръчно, чрез изписване на команди, има вградени автоматизирани процедури за изтриване на текущата конфигурация и пароли на маршрутизатор и комутатор, както и възможност за въвеждане на начална конфигурация на устройството от запазен текстов файл на диска на компютъра.

2. Изложение

Конзолният порт на мрежовите устройства на повечето производители представлява EIA/TIA 232 (RS-232) порт, изведен на RJ-45 конектор. За връзка с COM порт на компютър се използва конзолен кабел с RJ-45 конектор от едната и DB9 от другата страна. Стандартните настройки при Cisco Systems са скорост 9600 бита в секунда, 8 бита за данни, един стоп бит, без контрол по четност и без управление на потока данни. Подобни са настройките и на други производители, но понякога подразбиращата се скорост на обмен е различна, например при някои устройства на TP-Link скоростта на порта по подразбиране е 38400 бита в секунда, а при някои на D-Link – 115200 бита в секунда. Възможно е тези настройки да бъдат променени, затова е необходимо да могат да бъдат настройвани. Стандартните възможности за връзка са скорост на обмен 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 или 115200 бита в секунда; 5, 6, 7 или 8 бита за данни; един, един и половина или два стопови бита. Управлението на потока данни (flow control) може да бъде хардуерно (RTS/CTS), софтуерно (XON/XOFF) или да липсва, а контролът за грешки може да бъде по четност, по нечетност, без контрол, маркиран или пропуснат.[1]

Процедурата за нулиране на въведените конфигурации и пароли на устройствата на Cisco Systems се различава при маршрутизатори и комутатори. Съществува разлика в процедурата, в зависимост от това дали целта е да се запази съществуващата конфигурация и да се променят само неизвестните пароли или да се изтрие и конфигурацията и паролите. В настоящата разработка е реализиран само втория подход. Основната идея е при първоначално зареждане да се пропусне зареждането на запазените в устройството конфигурационен файл, който съдържа и паролите. Това става, като устройството се рестартира чрез прекъсване на електрозахранването и след включване в рамките на първите 30 секунди от процеса на зареждане към устройството трябва да се изпрати сигнал Break за прекратяване на зареждането на операционната система.

Повечето терминални програми изпращат сигнала Break при натискане на клавишна комбинация Ctrl-Break, но сигналът не е клавишен код, а представлява задържане на предавателната линия в ниво 0 за време по-дълго от времето необходимо за предаване на един кадър данни. Разбира се времето е различно при различните скорости на обмен и комбинации от стартови, данни и стопови битове, но според Cisco Systems, обикновено необходимото време за постигане на сигнал за прекъсване е 100 ms до 1 секунда. [2]

След получаване на този сигнал, устройството спира зареждането на операционната си система и остава в специалния режим ROM Monitor, откъдето могат да се правят различни аварийни и диагностични операции, например промяна на операционна система, зареждане на алтернативна операционна система от различен източник и др.

В настоящата разработка са реализирани процедурите за маршрутизатори до 3800 серия и за комутатори за локални мрежи до 3900 серия.[3]

За маршрутизаторите процедурата е както следва:

1. Рестартира се маршрутизаторът. В настоящата разработка това се прави ръчно от оператора, за в бъдеще е предвидено интегриране на релеен модул, който да извършва рестартирането автоматично.
2. Изпраща се сигнал Break за прекъсване на началното зареждане и влизане в режим ROM Monitor.
3. От режим ROM Monitor се променя конфигурационния регистър. Подразбиращата се стойност на регистъра е 0x2102. Тя се подменя с 0x2142, което инструктира маршрутизатора да не зарежда конфигурацията, която е записана в него. [4]

rommon 1 > confreg 0x2142

4. Зарежда се ръчно операционната система с командата:

rommon 2 > b

5. След зареждане маршрутизаторът предлага да влезе в System Configuration Dialog – диалогова процедура, с която да се конфигурират базови настройки. С изпращане на команда n (No) програмата отказва диалоговия режим:

Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: n

6. Изпраща се сигнал за нов ред, за да се влезе в потребителски режим:
7. От него със служебната дума enable се влиза в привилегирован режим. И при двете операции не се изискват пароли, тъй като не е заредена конфигурацията:

Router>enable

Router#

8. Изтрива се съществуващата конфигурация и се потвърждава изтриването с изпращане на нов ред:

Router#erase startup-config

Erasing the nvram filesystem will remove all configuration files! Continue? [confirm] [OK]

Erase of nvram: complete

9. Влиза се в конфигурационен режим и се връща старата стойност на конфигурационния регистър:

Router#configure terminal

Router(config)# config-register 0x2102

Router(config)#end

10. Рестартира се маршрутизатора, като на въпроса дали да се запази конфигурацията се отговаря отрицателно:

Router#reload

System configuration has been modified. Save? [yes/no]: no

Proceed with reload? [confirm]

Процедурата при комутаторите е различна. Тя изисква при първоначалния рестарт да се задържи бутона mode на предния панел на комутатора около 15 секунди, при което комутаторът застава в състояние:

switch:

Изпълнява се командата за инициализация на flash паметта:

switch: flash_init

При някои комутатори е необходимо да се изпълни командата за зареждане на помощен файл, разширяващ или допълващ функционалността на програмата за начално зареждане. При комутаторите, за които това не е необходимо, командата просто няма ефект:

switch: load_helper

След това се изтриват файловете с конфигурацията и с информацията за виртуалните локални мрежи. Изтриването и на двата файла се потвърждава с „y“:

switch: delete flash:config.text

Are you sure you want to delete "flash:config.text" (y/n)?y

File "flash:config.text" deleted

switch: delete flash:vlan.dat

Are you sure you want to delete "flash:vlan.dat" (y/n)?y

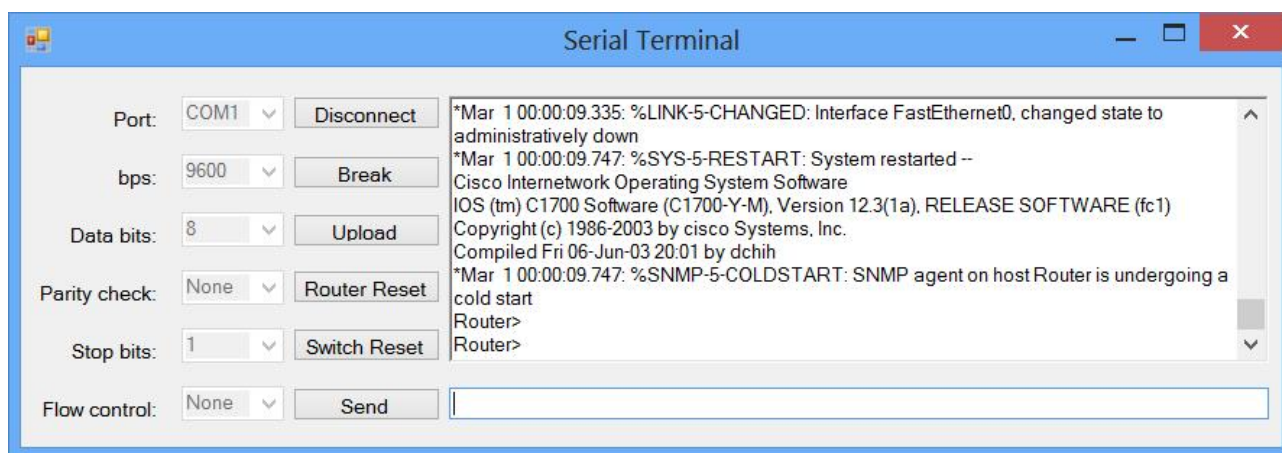
File "flash:vlan.dat" deleted

Накрая се зарежда операционната система с командата:

Switch:boot

3. Резултати

За реализацията на описаните възможности е написана програма на C#, използвайки Microsoft Visual Studio 2010. Главният екран на програмата е показан на фигура 1.



Фиг. 1. Главен екран на приложението

При стартиране на програмата се прочитат наличните COM портове на компютъра. От падащите менюта вдясно могат да се изберат порта за връзка и параметрите на свързване с устройството. При натискане на бутона за свързване с устройството настройката на параметрите се забранява и се разрешават бутоните. В терминалния прозорец се изписва изходния текст, получен от устройството и всички въведени команди.

Ръчното въвеждане на команди се прави чрез въвеждането на желаната команда в текстовото поле отдолу, а изпращането към устройството става с натискане на бутона Send или с натискане на Enter от клавиатурата.

Бутонът Break изпълнява последователност за прекъсване на зареждането на операционната система, чрез следния програмен код:

ComPort.BreakState = true;

Thread.Sleep(100);

ComPort.BreakState = false;

Използва се времезакъснение от 100 ms, което при експериментите се оказва достатъчно за всички устройства, с които бяха проведени експерименти. Той се използва при нужда от ръчно провеждане на процедура за първоначално установяване или нулиране на загубени пароли.

При натискане на бутон Upload се извежда диалогов прозорец за избор на файл, след което файлът се изчита и съдържанието му се изпраща към устройството. Така се реализира функционалността за конфигуриране от предварително запазена конфигурация. В текущата реализация се изисква операторът ръчно да влезе в конфигурационния режим на устройството. Процедурата не записва автоматично изпратената конфигурация в постоянната памет на устройството, за да предпази от неволна грешка с избор на неправилен файл. Операторът трябва да запише конфигурацията ръчно, след като се убеди, че изпратеният файл не генерира грешки в терминалния прозорец.

Бутоните Router Reset и Switch Reset изпълняват описаните по-горе процедури за изтриване на въведената конфигурация и пароли на маршрутизатор и комутатор. При натискането им се извежда диалогов прозорец с инструкция към оператора за рестартиране на устройството и за задържане на необходимия бутон в случая с комутатора. Процедурата при маршрутизатора е по-дълга и трае около 8 минути. За да не се блокира основния прозорец на програмата и за да може да бъде прекъсната процедурата, тя се стартира в отделна нишка, при което бутоните се забраняват и се разрешават след приключване на работата на нишката. В момента изчакването между отделните стъпки на процедурата се реализира с времезакъснения, но понеже времето е различно за различните модели маршрутизатори и различните версии на операционната им система, този подход не е универсален и вероятно няма да сработи при някои модели. За в бъдеще се предвижда интерпретация на изходния текст от устройството и въвеждане на необходимите команди при получаване на съответната текстова поредица, което ще намали времето за изчакване при някои по-малки серии устройства.

4. Заключение и бъдещи планове

В настоящата разработка е реализиран софтуер за управление на мрежови устройства през конзолен порт. Той е настроен и тестван за устройства на Cisco Systems, но може да бъде използван успешно и с устройства на други производители. Софтуерът предлага възможности за ръчно конфигуриране чрез команди, конфигуриране на устройство от предварително записан файл и изтриване на наличните конфигурации и пароли на маршрутизатори и комутатори на Cisco Systems. Досега на автора не е известно съществуването на софтуер, комбиниращ тези функции.

Разработката значително улеснява подготовката на устройствата в Cisco мрежовата академия в Технически университет – Габрово за нови лабораторни упражнения, тъй като процесът е почти автоматизиран и не се налага намесата на квалифициран персонал. Софтуерът също е използван успешно при отдалечени консултации и настройки на устройства, при които потребителят, намиращ се при устройството не познава необходимите процедури и команди, за да го приведе в желаното състояние, а по някаква причина не може да бъде осъществен отдалечен достъп.

В момента софтуерът е тестван успешно с наличните в Технически университет – Габрово устройства – маршрутизатори серии 1700 и 2800 и комутатори серии 2960 и 3560.

Предвижда се тестването с по-широка гама устройства, за усъвършенстване и допълване на приложението, както и проучването на процедурите при други марки устройства, за да стане възможно интегрирането на поддръжката им в софтуера.

В момента процедурите за изтриване на съществуващите конфигурации изискват ръчна намеса, поради необходимостта от превключване на електрозахранването на устройствата. Предвижда се интегрирането на релеен модул, който да може да автоматизира дейностите по изтриване на съществуващи и зареждане на нови конфигурационни файлове, чрез което ще може да се реализира основата на виртуална лаборатория, която автоматично да преконфигурира устройствата по необходимия начин, преди провеждането на дадено лабораторно упражнение.

5. Благодарности

Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на Европейския социален фонд. Русенският университет „Ангел Кънчев” носи цялата отговорност за съдържанието на настоящия документ, и при никакви обстоятелства не може да се приеме като официална позиция на Европейския съюз или Министерството на образованието и науката.

Проект:№ BG051PO001-3.3.06-0008 „Подпомагане израстването на научните кадри в инженерните науки и информационните технологии”.

Литература

- [1].Wikibooks. Serial Programming/Complete Wikibook, http://en.wikibooks.org/wiki/Serial_Programming/Complete_Wikibook. дата на използване 20.08.2014 г.
- [2].Cisco Systems. Standard Break Key Sequence Combinations During Password Recovery. <http://www.cisco.com/image/gif/paws/12818/61.pdf>, дата на използване 20.08.20 г.
- [3].Cisco Systems. Password Recovery Procedures. <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ios-nx-os-software/ios-software-releases-121-mainline/6130-index.html>, дата на използване 10.07.2014 г.
- [4]. Cisco Systems. Use of the Configuration Register on All Cisco Routers. <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/routers/10000-series-routers/50421-config-register-use.html>, дата на използване 12.07.2014 г.

За контакти:

Гл. ас. д-р Делян Георгиев Генков
катедра „Компютърни системи и технологии”
Технически университет - Габрово
E-mail: dgenkov@tugab.bg

GPRS СИСТЕМА ЗА ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Жейно И. Жейнов, Сава И. Иванов

Резюме: В статията се предлага структура и апаратно-програмна реализация на многофункционална система за наблюдение и управление на отдалечени обекти с използването на GPRS услуга от национална клетъчна мобилна комуникационна система. Дадени са примери на използване на предлаганата система. Описано е просто тестово приложение за проверка на функционирането на системата.

Ключови думи: Дистанционно управление, дистанционно наблюдение, многофункционална микропроцесорна система, GPRS.

GPRS System for Remote Monitoring and Control

Zhejno I. Zhejnov, Sava I. Ivanov

Abstract: In the article a structure and hardware and software of a multifunction system for remote sensing and control of remote objects using GPRS service of public cellular mobile communication system is proposed. Examples of use of the proposed system are given. A simple test application to check the functionality of the system is described.

Keywords: Remote control, remote sensing, multifunction microprocessor system, GPRS.

1. Увод

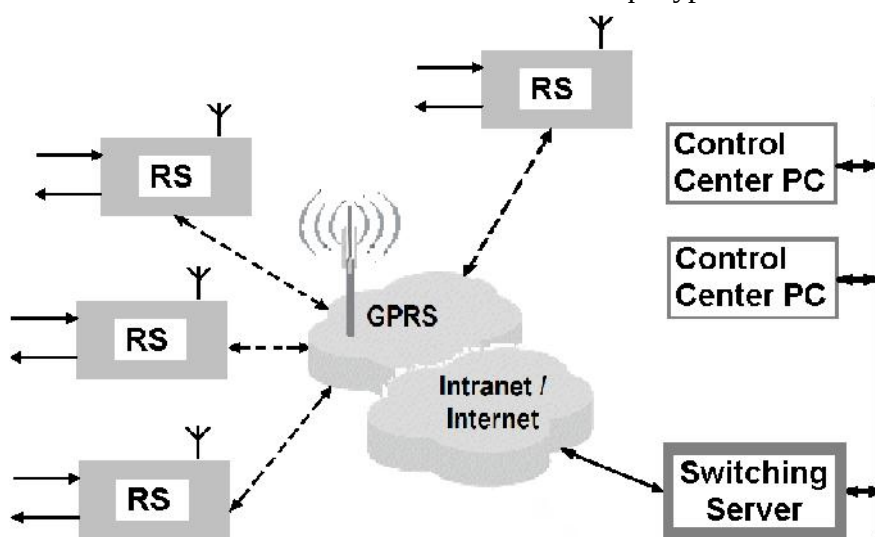
Управлението на отдалечени обекти в бита и индустрията налага използването на канали за данни за получаване на параметрите от обекта и за изпращане на команди за управление към него. В зависимост от обема на информацията, която се праща за единица време, разстоянието до управлявания обект, необходимата скорост на реакция при промяната на параметрите на обекта, могат да се реализират различни схеми на управление и начини за предаване на данните, като средата за предаване на информацията може да бъде разнообразна. Когато следените параметри са малко на брой, менят се бавно, времето за реакция не е критично, обектите се намират на голямо разстояние от центъра за управление и/или са подвижни, тяхното управление и наблюдение може да стане по радиоканал. Налаганите ограничения, свързани с разпространението на радиовълните в зависимост от разположението на управлявания обект, разрешения за използване честотен спектър, както и осигуряването на достатъчна изходна мощност на предавателя, която е пропорционална на квадрата на разстоянието между обектите, усложняват значително тази задача, намаляват надеждността и повишават разходите за реализацията. В последно време във връзка с развитието на мобилната комуникационна мрежа се предлагат варианти за пренос на данните между управляващия център и управлявания обект с използване на GSM мрежата.

2. Изложение

Първите услуги в GSM мрежите бяха асинхронни, свързани с комутация на вериги - Circuit Switched Data (CSD), така, както те дълго са се ползвали в аналоговите телефонни мрежи за прехвърляне на далеч на данни. За номеронабиране и предаване на данни са използвани само специфични международни стандартни протоколи. Тъй като всички

Обикновенни приемници осигуряват поддръжка на тези международни стандарти от използваните устройства, в клетъчните телефонни мрежи от 2000 г. са въведени допълнителни услуги за обмен на данни с по-висока скорост. Това са HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) със скорост до 38.4 kbit/s и пакетната комутация при данновото предаване GPRS (General Packed Radio Service) със скорост до 53.6 kbit/s. От началото на 2004 г. някои клетъчни мрежови оператори стартират комерсиални UMTS (Universal Mobile Telecommunication Services) услуги, достигайки скорости 384 kbit/s. Обикновените CSD услуги също са достъпни в UMTS мрежите. При CSD един или няколко канала се заемат през цялото време на предаването. При GPRS данните се пакетират на малки пакети и предават по един или повече достъпни радиоканала между крайното мобилно устройство и мрежата с пакетна комутация (напр. Интернет). При това радиоканалите се заемат само временно и освобождават незабавно, така че множество устройства имат едновременно виртуален достъп до достъпните радиоканали. Поради това CSD(HSCSD) е изгодна за изпращане на големи обеми данни като мобилните устройства са on-line за късо време – например за прехвърляне на големи файлове през Интранет в рамките на една компания. GPRS услугата прави мобилната комуникация по-бърза, по-удобна и по-евтина. Тя осигурява по-висока скорост на работа на WAP и мобилния Интернет. Потребителят може да остане перманентно on-line по време на предаването, като цената зависи само от количеството на прехвърлените данни. При малки обеми на прехвърляните данни, напр. текст или команди и продължително състояние on-line, GPRS е предпочитан. Освен това GPRS осигурява директна връзка към Интернет без ISP [3]. Това прави предпочитана GPRS за преноса на данните чрез GSM мрежите в разглежданите системи за мониторинг и контрол.

Блоковата схема на описваната система е показана на фигура 1.



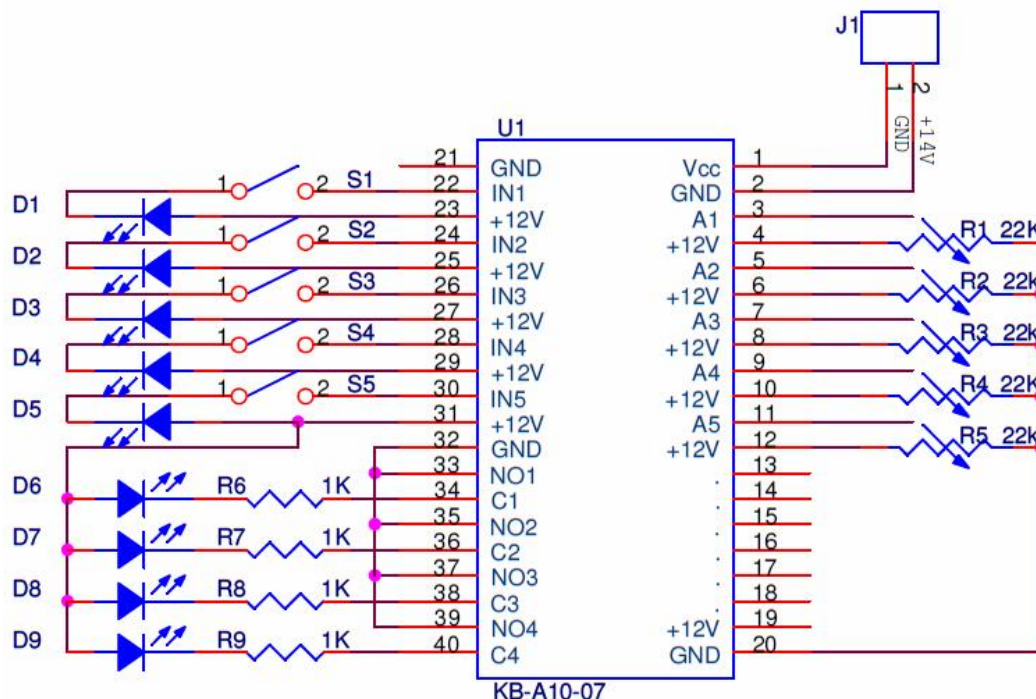
Фиг. 1. Блокова схема на системата за мониторинг и контрол

Системата за наблюдение и контрол е изградена от множество отдалечени станции (RS), които управляват обектите и снемат необходимите параметри. Всяка станция се състои от управляващ микроконтролер и модул GSM-GPRS модем със SIM карта. Станциите се свързват чрез клетъчната мрежа на някой доставчик на мобилни услуги към комутационен сървър (Switching Server), който съхранява получаваните данни от отдалечените станции, управляващи обектите, разпределя и насочва управляващи команди. Чрез управляващи РС, свързани в локална мрежа персоналът от контролния център получава данните от обектите и изпраща команди към комутационния сървър.

Отдалечените станции се захранват от електрическата мрежа 220V чрез адаптер за 12V с възможност за включване на акумулатор. Използва се микроконтролер MPS430 на фирмата Texas Instruments с 400 KB RAM и 1.7 MB Flash памет. Чрез него са реализирани два серийни интерфейса (RS-232 и USB), управление на SIM карта и 4-лентов GSM модем, а също така и 5 цифрови оптично развързани входа, 5 аналогови входа, 4 релейни изхода за управление на обекта. За осъществяването на връзката M2M между RS и комутационния сървър върху микроконтролера е инсталирана Java Virtual Machine и IMP-NG софтуер [4]. Достъпът до TCP/IP стека става чрез малък брой AT команди. Например командата за четене на данни от АЦП съдържа следните полета: един байт за брой изпращани байтове, 4-байтов номер на радио, един байт команда за четене и един байт с номер на вход. Командата за активиране/деактивиране на вход съдържа един байт за брой изпращани байтове, 4-байтов номер на радио, един байт команда за активиране (01)/деактивиране (00) и един байт с номер на вход. След изпращане на команда за някое радио, сървърът връща байт 00, ако няма връзка и байт 01, ако командата е изпратена успешно.

За поддръжка на GPRS комуникацията върху управляващите PC се стартира ALOP (Advanced Light OSCAR Protokol) клиент, работещ върху TCP/IP в реално време. Вградената поддръжка на Advanced Encryption Standard (AES) гарантира сигурността на прехвърляната информация чрез системата.

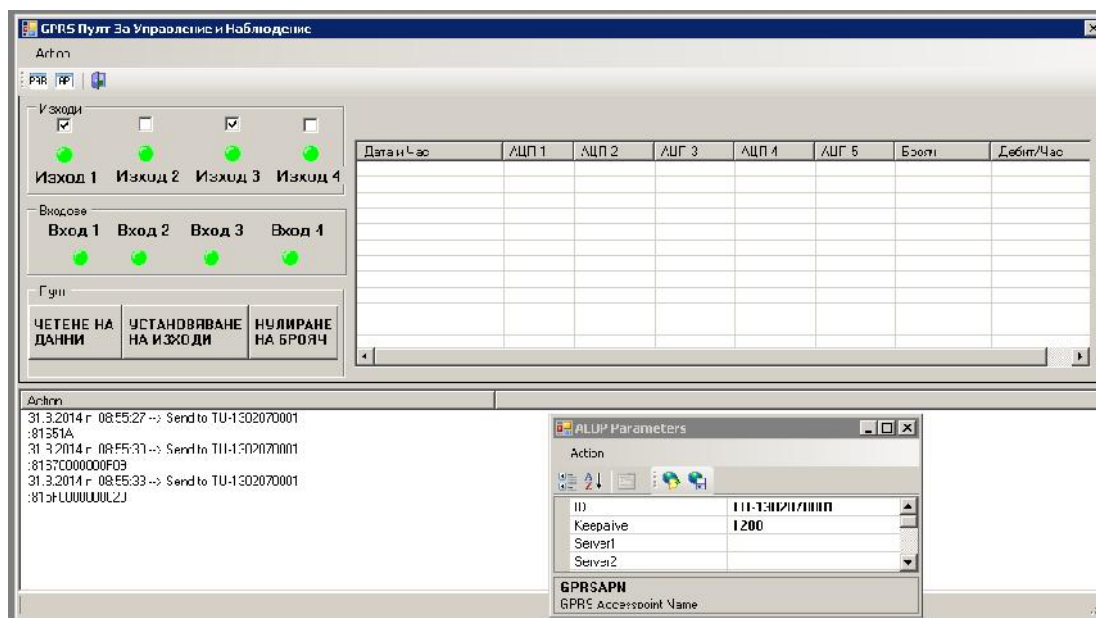
За проверка на функционирането на системата към една отдалечена станция KB-A10-07 беше свързан тестер, реализиран по електрическата схема, показана на фигура 2.



Фиг. 2. Електрическа схема на тестер, свързан към отдалечена станция

Вижда се, че с бутоните S1-S5 потребителят може да изменя логическите нива на цифровите входове IN1-IN5, а чрез потенциометри R1-R5 може да променя входното напрежение на аналоговите входове A1-A5. Нивата на цифровите входове и релейните изходи NO1/C1-NO4/C4 се индицират със светодиоди. Верността на въвежданите данни и действието на 4-те релейни изхода се проверяваше чрез малко тестово приложение, написано на C++ и работещо на PC от контролния център под управлението на Windows ОС.

На фигура 3 е показана разпечатка на работния екран при работата на системата в тестов режим за една отдалечена станция.



Фиг. 3. Работен екран при работата на системата в тестов режим

Заклучение

Практическото използване на предлаганата система за наблюдение и контрол на отдалечени обекти включва събиране на данни от измервания на електричество, вода или газ, от вендинг-машини или сензори за нива. Друго приложение е дистанционно обслужване на апаратура, прехвърляне на съобщения на алармени системи, високоскоростно предаване на данни за електронни разплащания, наблюдение на работата на машини, вендинг автомати и прехвърляне на информация за времето от автономни метеорологични станции [2]. Тази система е подходяща и за M2M комуникация с програмируеми логически контролери.

Литература

- [1].Walter, Kl. Implementing. M2M applications via GPRS, EDGE and UMTS. M2M Alliance e.V., Aachen, Germany, 2009, pp.2-9.
- [2].Knejzlik, J. Data transmission from seismic station via network Agnes using GSM-GPRS technology. //Acta Geodyn. Geomater. Vol.1, №1(133), 2004, pp.73-76.
- [3].GSM - Backgrounds regarding data transmission in GSM and UMTS mobile networks for Sunny WebBox/ Sunny Boy Control. Technical Information. SMA Solar Technology AG, 2008.
- [4].Микропроцесорно управление с дистанционен контрол чрез GSM/GPRS. Техническо описание и инструкция за експлоатация. Билтроникс, 2013.

За контакти:

Гл.ас. Жейно Ив. Жейнов
катедра „КНТ”, ТУ-Варна
E-mail: zh_viv@abv.bg

Доц. д-р Сава И. Иванов
катедра „КНТ”, ТУ-Варна
E-mail: iivanov@tu-varna.bg

КОНВЕРТОР НА RS232 В ОПТИЧЕН КАНАЛ

Жейно Ив. Жейнов

Резюме: В статията се предлага един начин за създаване на евтин конвертор на RS-232 към оптично влакно от медия конвертор за стандарт IEEE 802.3a. Обикновеният 10/100 Base-T Етернет медия конвертор преобразува сигналите на стандартен Fast Ethernet за кабели с усукана двойка в такива за Fast Ethernet 100Base-FX/BX върху оптично влакно и обратно. Той използва оптичен приемопредавател с оптичен конектор за свързване на едномодово или многомодово оптично влакно и се захранва от външен захранващ източник. Мрежовият интерфейс чип се заменя с RS-232 приемопредаватели.

Ключови думи: Медия конвертор, RS232.

Simple RS232 to Fiber Optic Converter

Zhejno I. Zhejnov

Abstract: The paper proposes a simple and fast way to build a low-cost RS-232 to Fiber Optic converter from IEEE 802.3a media converter. The conventional popular 10/100 Base-T Ethernet media converter transforms Fast Ethernet standard for twisted pair cable to Fast Ethernet 100Base-FX/BX over optical fiber and vice versa. It uses optical transceiver with fiber connector(s) for attaching SM/MM fiber and is powered through external power adapter. The network interface chip is replaced with RS-232 transceivers.

Keywords: Copper to fiber converter, RS232.

1. Увод

Популярният стандарт RS-232 служи за последователна асинхронна комуникация и обмен на двоични данни и управляващи сигнали между терминал (Data Terminal Equipment, DTE) и комуникационно устройство (Data Communications Equipment, DCE) на разстояния до 15 м с фиксирана скорост при напреженов небалансиран интерфейс. Той е разработен за проста употреба и се използва понастоящем в промишлено и тясно специализирано оборудване, както и в модули за вграждане. Сериен порт присъствува и в някои съвременни персонални компютри. В зависимост от използваните кабели скоростта на обмен може да достига 115 kbit/s (за плоски или кръгли неекранирани кабели при разстояния до 1.5 м). За получаване на галванично развързване между възлите, а също и за увеличаване на разстоянието на връзката се ползват преобразуватели (конвертори) RS-232 – RS-422/485 със запазване на програмна съвместимост. Така разстоянието между възлите може да бъде увеличено до 1 км на скорост 9600 бода при използване на кабел тип „Усукана двойка”, кат. 3.

RS-232 е прост, надежден и се реализира евтино и с прости програмни средства. Почти всички съвременни микроконтролери имат вграден асинхронен сериен порт за неговата поддръжка. Ограничената скорост на обмен, големият размах на напрежението по линията и множеството сигнални линии обаче мотивират замяната му с USB. Много съвременни компютри все още ползват RS-232 чрез външни конвертори за управление на устройства.

От своя страна влакнесто-оптичната линия за връзка предлага уникални характеристики [1]:

- Сигналите могат да се предават на големи разстояния (над 20 км) без регенерация;

- Предаването е нечувствително към електромагнитни смущения. Оптичното влакно не е проводник и е нечувствително към радиочестотни смущения;
- Линията има по-висока пропускателна способност от медните и коаксиалните кабели;
- Оптичното влакно е по-малко и по-леко;
- Влакното е надеждно, гъвкаво и нечувствително на вибрации;
- Оптичното влакно има гаранция 25 г..
- Оптичната линия може да работи при температури $-40^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$.

Обединяването на предимствата на влакнесто-оптичната линия с простотата на реализацията на RS-232 протокола е причина на пазара различни фирми да предлагат конвертори на RS-232 за оптична линия за връзка. Те са доста скъпи.

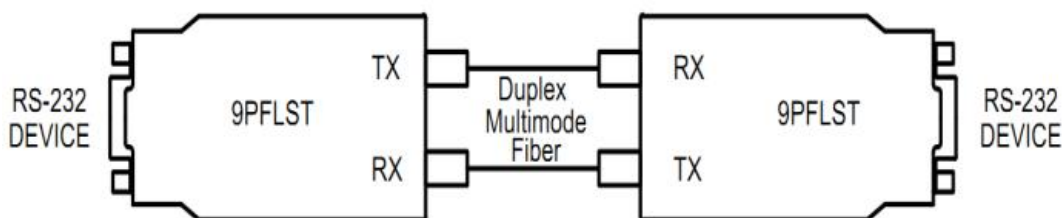
Налагането на оптичните комуникации в съвременните широколентови комуникационни системи и стремителното нарастване на скоростите за обмен направи лесно достъпни евтините и надеждни медия конвертори за оптично влакно (Fiber Media Converters). Тези прости мрежови устройства свързват две различни среди за разпространение на информация, като например „усукана двойка” с оптичен кабел. Те съединяват по оптичен канал съществуващите структурни кабелни системи и отделни потребители, използващи медни кабели.

На нашия пазар са популярни и достъпни 10/100 Base-T Ethernet медия конвертори. Те се използват за високоскоростна комуникация и позволяват дуплексен обмен със скорости над 10 Mbit/s. Оптичните приемопредаватели, които работят в тях, са стандартизирани заради стандартите, наложени върху оптичните влакна, ползвани в телекомуникациите. Основното приложение на медия конверторите е за връзка между различни локални мрежи. При това се прилагат сложни протоколи и реализират възможности за контрол и мониторинг на линията.

За конвертиране на RS-232 интерфейс в такъв за оптично влакно могат да се използват съществуващите оптични приемопредаватели в медия конвертора. Така ще се запазят всички преимущества на медия конвертора за работа на големи разстояния (20 км и повече) при едномодово оптично влакно (SMF) или многомодово оптично влакно (MMF) с различни оптични съединители (ST/SC/LC). Това може да се реализира като се замени мрежовия комуникационен контролер в медия конвертора с подходящи драйверни схеми за връзка на RS-232 интерфейса и оптичните приемопредаватели.

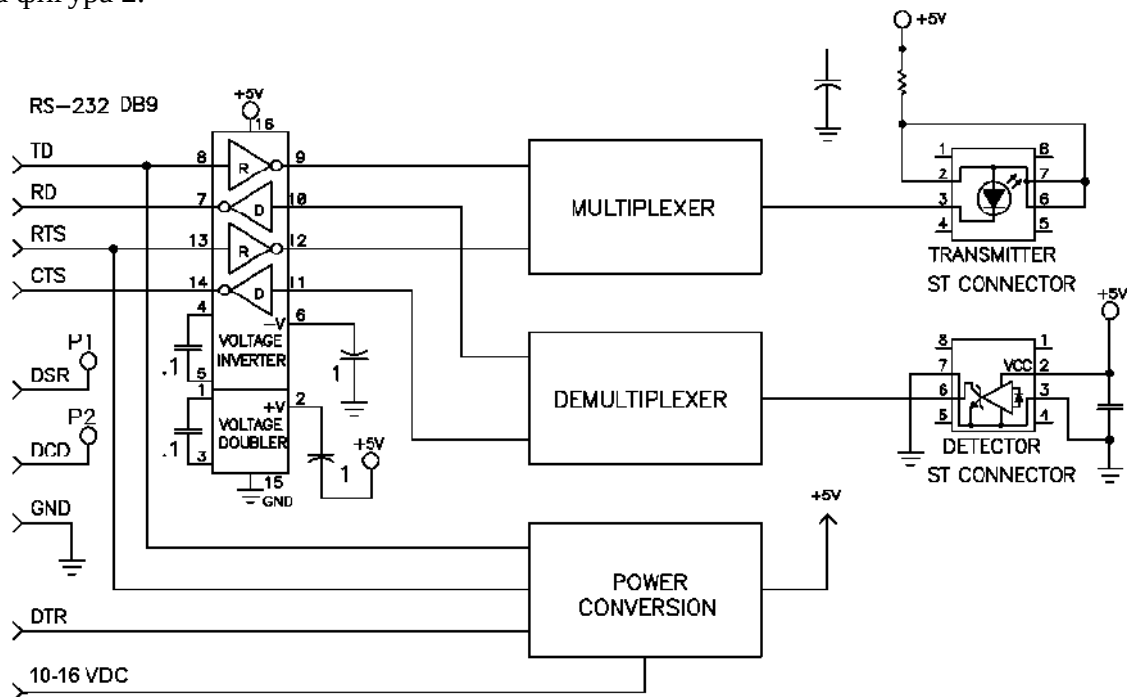
2. Изложение

Обикновено конверторът на RS-232 в оптичен канал е устройство, разположено близо до серийния комуникационен порт, което има външно захранване. Серийният порт се свързва с устройството чрез 9-изводен съединител - фигура 1. За предаване на данните се използват сигналите TD и RD, а за хардуерно управление на предаването (Flow control) – сигналите RTS и CTS на порта.



Фиг. 1. Свързване на два конвертора по две MMF оптични влакна

Връзката между два конвертора се реализира чрез 1 или 2 оптични влакна MMF от тип Plastic Optical Fiber (POF) или тип Hard Clad Silica (HCS) за пренос на информацията до партньора. По-подробното разглеждане показва, че конверторът е построен по блоковата схема на фигура 2.



Фиг. 2. Блок схема на комерсиален конвертор RS-232 към оптичен канал

Входните сигнали са трансформирани в TTL нива, управляват оптичен предавател (Transmitter), монтиран в ST оптичен съединител. Полученият по оптичното влакно сигнал се преобразува от оптичен приемник (Detector), монтиран на ST оптичен съединител. Сигналите на данните не се кодират, а само се разрешават и забраняват чрез мултиплексор/демултиплексор (Multiplexer/ Demultiplexer). Обменът по оптичната линия използва код NRZ, като лазерните диоди в предавателите се модулират директно със сигнала TD. Изходите на оптичните приемници при достатъчно високо ниво на оптичния сигнал в линията са с TTL нива. Блокът вляво на фиг. 2 преобразува нивата на сигналите към и от оптичните приемопредаватели от RS-232 ниво в TTL ниво и обратно.

Нека разгледаме типичните компоненти, използвани при връзка по стандартна оптична връзка Industrial Fast Ethernet fiber link – фигура 3.

Network Interface Controller (NIC). Той се състои от:

Media Access Controller (MAC). Това е модул, който управлява връзката и прави данните достъпни за горните слоеве на мрежата;

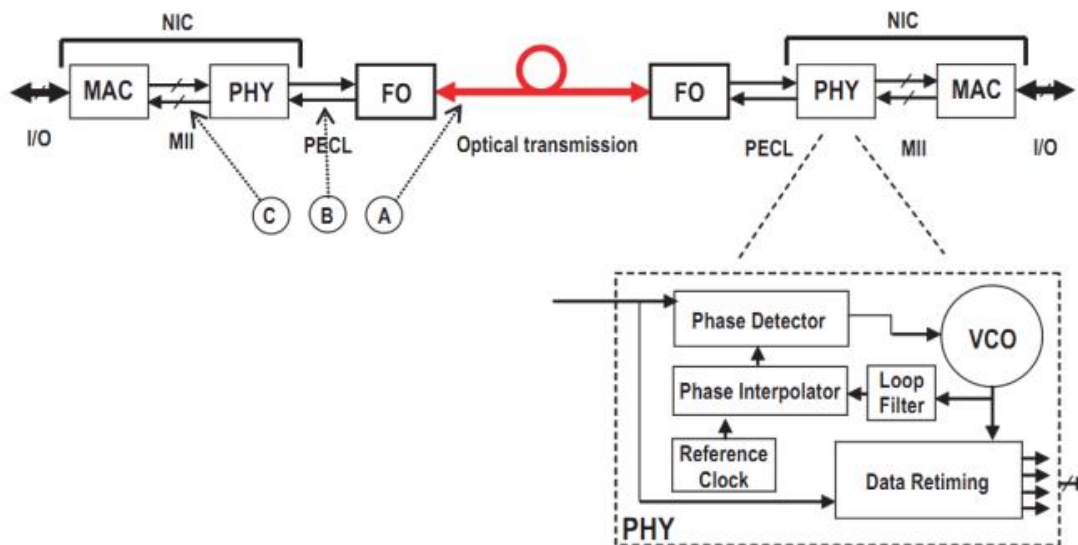
Physical Layer Device (PHY). Това е модул, който преобразува данните в серийна форма, изработва тактов сигнал за синхронизация и възстановява постъпващите данни;

FO – оптичен приемопредавател, преобразуващ постъпващите серийни данни от NIC в оптичен сигнал и обратно. Има възможност за мониторинг на качеството на оптичната връзка и промените и.

Оптично влакно за пренос на информацията до партньора.

На фигура 3 с пунктир е заграден и детайлизиран модула PHY. Точка А указва оптичния сигнал, навлизащ във/напускащ влакното. Той е сериен двоичен и има две прагови нива на интензивността на светлината. За Fast Ethernet (100 Mbit/s) кодирането в линията е

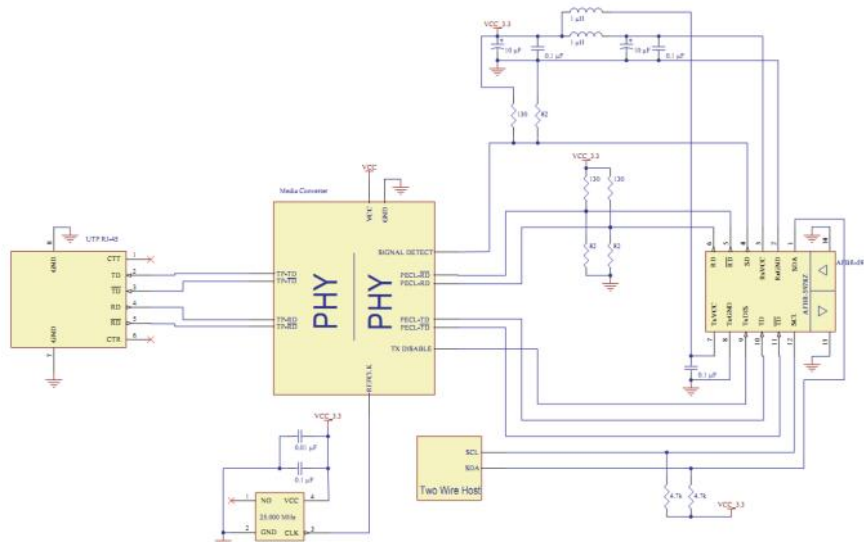
4B/5B NRZI при скорости 125 MBd, а за Ethernet (10 Mbit/s) кодирането е с Манчестер код при скорости 20 MBd.



Фиг. 3. Блок-схема на оптична връзка индустриален Fast Ethernet

Електрическият сигнал се дефинира като диференциален сигнал между оптичния приемопредавател и NIC – точка В. Той се изменя между двете прагови нива за логическите схеми от тип Low Voltage Pseudo Emitter Coupled Logic (LVPECL), захранвани с 3.3 V. Кодирането му е същото като на оптичния сигнал. Електрическите данни се прехвърлят между PHY и MAC по интерфейс, наречен Media Independent Interface (MII). Те са пакетирани и синхронизирани по тактовия сигнал – точка С. Тактовият сигнал се възстановява от постъпващия поток двоични данни от PHY и се ползва за синхронизация. В предавателя данните се кодират и предават по локален тактов сигнал.

На фигура 4 е показано как се реализира свързването на отделните блокове от горната блокова схема в един популярен Етернет медия конвертор [2].



Фиг. 4. Схема на свързване на Етернет медия конвертор

При Етернет се използват кодирани диференциални сигнали по жиците. Оптичните приемопредаватели изискват интерфейсна интегрална схема с LVPECL нива в PHY модула. PHY има и RJ-45 интерфейс за кабел „усукана двойка”. Стандартите 100Base-FX, 100Base-SX, 10Base-FL изискват за съвместимост LVPECL PHY чип.

Входовете на приемника RD, $\overline{RD}$ и изходите на предавателя TD, $\overline{TD}$ са диференциални и са терминирани с резистори за съгласуване с линия с импеданс 50Ω.

В един наличен на българския пазар 10/100 Base-T Етернет медия конвертор например NIC модулят е реализиран с чип RTL8305. Използвани са оптични приемопредаватели от тип 1x9, като се предлагат опции при модели за работа на големи разстояния (20 км и повече) с едномодово оптично влакно (SMF) или многомодово оптично влакно (MMF) и с различни оптични съединители (ST/SC/LC). Устройствата нямат I²C EEPROM и се захранват от външен адаптер за 5V. Освен модел за дуплексен обмен с предаване и приемане по 2 отделни оптични влакна се предлагат и модели за работа по едно оптично влакно с използване на различни дължини на вълната на светлината за приемника и предавателя, разделяни чрез оптични филтри в оптичните приемо-предаватели.

Този медия конвертор може да бъде лесно преработен в конвертор на RS-232 към оптично влакно. Така се преодоляват проблемите с дефицитните на нашия пазар POF и HCS оптични влакна и оптичните приемо-предаватели за тях. Тогава чипът RTL8305 не се ползва. Интерфейсните сигнали на RS-232 – входните TxD и RTS, както и изходните RxD и CTS се преобразуват от RS-232 в TTL нива и обратно с интегрална схема MAX232. Сигналите с TTL нива могат се преобразуват в LVPECL ниво чрез бърз компаратор тип LT1016 и да се подадат на оптичния приемопредавател.

Тъй като скоростите на работа при RS-232 интерфейса са малки, пресмятанията показват, че разширяването на импулсите поради хроматичната дисперсия и при максимални дължини на оптичната съединителна линия е пренебрежимо малко. Ето защо дължината на оптичната линия се ограничава само от загубите при разпространението на оптичното лъчение в оптичното влакно и надхвърля посочената от производителя за съответния вид медия конвертор.

Заклучение

Предложеният начин на преобразуване на медия конвертор за създаване на интерфейсен конвертор към оптичен канал е приложим и за преобразуване на други бавни серийни интерфейси с прости канални протоколи след някои незначителни промени в електрическата схема.

Литература

- [1]. Laferiete, J., G. Lietaert, R. Taws, S. Wolszczak. Reference Guide to Fiber Optic Testing, v.1. JDSU, Saint-Etienne, France, 2007, pp. 2-13.
- [2]. Avago Technologies. Digital Diagnostic 650 nm Tranceiver for Ethernet (10/100 Mbps) with SC-RJ connector. USA, 2011, pp. 1-7.
- [3]. Atmel Corporation. Manchester Coding Basics. San Jose, CA. USA, 2009, pp. 1-7.
- [4]. Maier M. Optical Switching Networks. Cambridge University Press, Cambridge, 2008, pp. 34-41.

За контакти:

Гл. ас. Жейно Ив. Жейнов
катедра „Компютърни науки и технологии”
ТУ- Варна
E-mail: zh_viv@tu-varna.bg

МАРШРУТИЗАЦИЯ НА ПАКЕТИ В MPP КОМПЮТРИ С DLH МРЕЖОВА ТОПОЛОГИЯ

Милен Г. Ангелов

Резюме: Един важен въпрос при проектирането на комуникационни мрежи за MPP компютри е тяхната мащабируемост. Тук се разглежда една хиперкубична мрежова топология, наречена Double Loop Hypercube (DLH) и се предлага вариант на алгоритъм за минимална адаптивна маршрутизация на пакети в мрежа с такава топология. DLH съчетава положителните качества на класическия хиперкуб, като от друга страна предоставя възможност за лесна мащабируемост и постоянна степен на свързаност на възлите, независимо от увеличението на размерността на мрежата. Предложеният алгоритъм за маршрутизация е прост, ефективен и подходящ за апаратна реализация. Той е адаптиран към тази DLH топология и се базира на хибридна кодираща схема за обозначаване на възлите, комбинация от код на Джонсън и код на Грей.

Ключови думи: Massively Parallel Processor (MPP), Double Loop Hypercube (DLH), Маршрутизация

Packet Routing in MPP Computers with DLH Network Topologies

Milen G. Angelov

Abstract: An import aspect in the design of communication networks for MPP computers is their scalability. Herein, a double loop hypercube (DLH) network topology is analyzed, and a variant of an algorithm for minimal adaptive packet routing in such a topology is proposed. DLH incorporates the positive aspects of the classical hypercube topology while providing the capability for easy scalability and a constant degree of node connectivity, which is unaffected by increases in the network's size. The proposed routing algorithm is simple, effective and appropriate for practical realizations. It is adapted for the DLH topology and based on a hybrid coding scheme for identifying nodes, which is formed as a combination of Johnson and Gray codes.

Keywords: Massively Parallel Processor (MPP), Double Loop Hypercube (DLH), Routing

1. Увод

Напредъкът в технологиите направи възможно изграждането на широко мащабируеми мултипроцесорни системи, които съдържат десетки и стотици хиляди процесори. Едни от важните стъпки при проектиране на такава мултипроцесорна система са определянето на топологията на комуникационната мрежа и маршрутизацията на съобщенията в нея, които значително влияят върху системната производителност. Двоичният хиперкуб е доказана статична мрежова топология [1, 2, 3], чиято привлекателност е нейният малък диаметър, равен на степента на свързаност на един възел. Освен това, регулярната и симетрична същност на хиперкубичната мрежа осигуряват нейната добра отказоустойчивост.

Сред важните параметри на комуникационната мрежа на една мултипроцесорна система са нейните мащабируемост и модулност. Тези свойства позволяват увеличаването на размера на системата (например броят на възлите) да става с малки промени или без промени в съществуващата конфигурация. Също така, увеличаването на големината на системата се очаква да доведе до увеличаване на нейната производителност в степен, пропорционална на увеличаването на размера. Във връзка с това един основен недостатък на хиперкубичната мрежа е практическата липса на мащабируемост, която ограничава нейната употреба при изграждането на системи с големи размери и с малко промени в конфигурацията. Когато размерността на хиперкуба се увеличи с едно, към всеки възел от мрежата трябва да се

добави още една връзка. Проектирането и изработването на възли от хиперкуба става по-трудно, защото броят на връзките и свързванията в мрежата се увеличават [4]. За премахване на това ограничение са проектирани различни варианти като заместители на хиперкуба. Такива са cube-connected cycles (ССС) мрежите [5], при които степента на свързаност на един възел е ограничена до три. Но това значително понижава производителността на СССР мрежата, която има по-голям диаметър и по-сложна маршрутизация в сравнение с хиперкуба. Йерархичната хиперкубична мрежа (ННС) [6] е предложена като компромис между хиперкуб и СССР. ННС има по-малък брой връзки в един възел в сравнение с хиперкуба, но също притежава логаритмичен диаметър и има затруднения с мащабируемостта, защото нейните възли не са с постоянна степен на свързаност. Съществуват и други варианти на хиперкуба, които включват Exchanged Hypercube [3], Gaussian Hypercube [7] и Reduced Hypercube [8]. Те са дефинирани чрез намаляване на част от d -кубичните връзки, като целта е да се сведе до минимум влошаването на производителността. Намаляването броя на връзките винаги прави мрежата ценово по-ефективна и повишава нейната мащабируемост. Но ефективността на по-високата свързаност намалява. Маршрутизацията се превръща в сериозен проблем, особено когато съществуват дефектирани възли.

В настоящия доклад е предложен вариант на бърз, прост и ефективен алгоритъм за маршрутизация на пакети, адаптиран към хиперкубична мащабируема мрежова топология, наречена Double Loop Hypercube - $DLH(m,d)$, предложена от Liu и Han през 2008г. [9]. Този алгоритъм може да се използва при апаратната реализация на локалните маршрутизатори, необходими за обслужване на възлите в тази мрежа, която комбинира предимствата на класическата хиперкубична топология: малък диаметър, висока свързаност, симетричност и проста маршрутизация от една страна и от друга страна - мащабируемостта и постоянната степен на свързаност на възлите на $DL(2m)$ топологията. Възлите на $DLH(m,d)$ мрежата приемат хибридно кодиране с код на Джонсън и код на Грей, при което два възела са съседни, ако и само, ако номерата им се различават в един бит. В тази връзка предложеният алгоритъм за маршрутизация пряко използва хибридната кодираща схема на възлите.

2. Топология на $DLH(m,d)$ мрежата

2.1. Дефиниране на $DL(2m)$ комуникационна мрежа:

$DL(2m)$ комуникационна мрежа е вид мрежова топология със следните характеристики:

1. $DL(2m)$ мрежата има $4m$ възела, $6m$ връзки и се състои от два кръга - един външен и един вътрешен, всеки от които се състои от $2m$ възела;

2. Възлите във външния и във вътрешния кръг на $DL(2m)$ мрежата се означават с m -битов код на Джонсън и един допълнителен най-старши бит, чрез който се означава кръгът. Външния кръг се означава с 1, а вътрешния - с 0;

3. Правилата за кодиране номерата на възлите са както следва: когато има само един бит разлика между два възела, съществува връзка между тях, което означава, че тези два възела са съседни. На фигура 1 е показан пример за една $DL(2m)$ мрежа при $m=4$, която е съставена от $4 \times 4 = 16$ възела и $6 \times 4 = 24$ връзки. Възлите от външния и вътрешния кръг са обозначени чрез пет битово число: 4-битов код на Джонсън и един най-старши бит за означаване на кръга (1 за външен и 0 за вътрешен). Топологията на мрежата е проста, симетрична и архитектурно мащабируема и е представена с 3-регулярен равнинен граф.

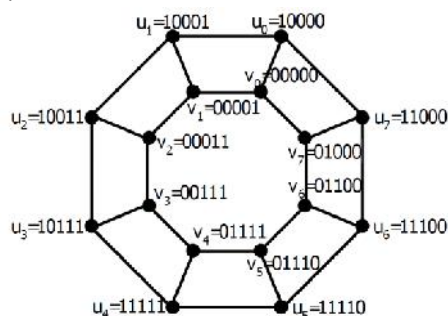
2.2. Дефиниране на d -размерна хиперкубична комуникационна мрежа:

Една d -размерна хиперкубична комуникационна мрежа (d -куб) е вид мрежова топология със следните характеристики:

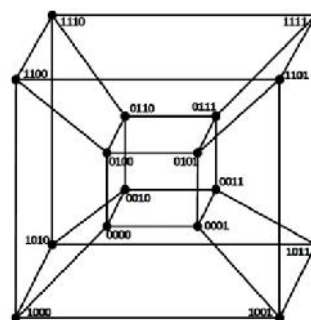
1. Мрежата има $N=2^d$ възела и $d \cdot 2^{d-1}$ връзки;
2. Диаметърът на мрежата е $d = \log_2(N)$;

3. Всеки възел е кодиран с различен двоичен стринг от d бита: $b_{d-1}b_{d-2}...b_0$

4. Правилата за кодиране за възлите са: когато има само един бит разлика между два възела, съществува връзка между тях, което означава, че тези два възела са съседни. На фигура 2 е показан пример за една 4-размерна хиперкубична мрежа, където $d=4$, с което е съставена мрежа с $2^4=16$ възела и $4*2^{(4-1)}=32$ връзки. Възлите са обозначени с 4-битов код от 0000 до 1111.



Фиг. 1. DL(2m) мрежа с m=4



Фиг. 2. Хиперкубична мрежа с d=4

2.3. Дефиниране на DLH(m,d) комуникационна мрежа:

Общият брой на възлите на DLH(m,d) мрежата е $4m \times 2^d$. Когато $m \geq 2$, DLH(m,d) може да бъде изградена и включва свойствата на хиперкуба и на DL(2m) мрежата както следва:

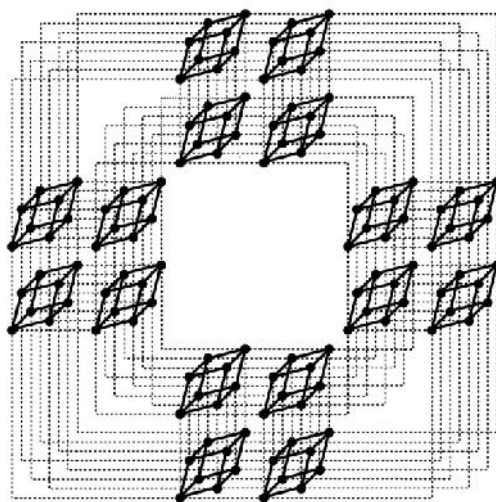
1. $N=2^d$ възела могат да бъдат свързани в d -размерна хиперкубична мрежа съгласно т.2.2., където номерът на един възел е кодиран с d бита $b_{d-1}b_{d-2}...b_0$. Така могат да се получат $4m$ еднакви вида d -размерни хиперкубични мрежи.

2. $4m$ такива видове от d -размерни хиперкубични мрежи могат да се разделят на $2m$ групи и всяка група може да бъде кодирана със собствен номер (id), който се формира от кода на Джонсън от 0 до $2m$, и всяка d -размерна хиперкубична мрежа от една и съща група също да бъде кодирана с id, използвайки 0 или 1.

3. Възлите с едно и също id от различните хиперкубични мрежи могат да се свържат в една DL(2m) мрежа съгласно т.2.1;

4. Размерността на кода на възлите в DLH(m,d) мрежата е $d+m+1$ бита. Когато има само един бит разлика между два възела, съществува връзка между тях, а именно, тези два възела са съседни един на друг;

5. Диаметърът на DLH(m,d) мрежата е $m+d+1$, а степента на свързаност е $d+3$



Фиг. 3. DLH(4,3) мрежа с 128 възела

На фигура 3 е показана една топология на **DLH(m,d)** мрежа, където плътните линии представляват хиперкубичните връзки, а прекъснатите линии представляват **DL(2m)** връзките. Черните кръгчета представляват възлите на **DLH(m,d)** мрежата, които изобразяват абстрактното представяне на процесорните елементи, модулите памет и маршрутизаторите. Размерът на **DLH(m,d)** мрежата може да расте чрез разширяване на **DL(2m)** мрежата. Броят на връзките на един възел (при хиперкуба това е степента на свързаност на един възел) не се променя, като разширяването на размера на **DL(2m)** например става чрез добавяне на четири триразмерни хиперкуба по периметъра на **DL(2m)** на същата Фиг.3. Тук **DLH(4, 3)** мрежата се състои от $4 \times 4 \times 2^3 = 128$ възела. Тя може да се разглежда като осем конкурентни **DL(2m)** мрежи, където осем възела имат идентични **DL(2m)** адреси от един триразмерен хиперкуб. Алтернативно, тя може да се разглежда като 16 конкурентни триразмерни хиперкуба, в които 16 възли имат идентични хиперкубични адреси от **DL(2m)** мрежата.

3. Алгоритъм за маршрутизация в MPP система с DLH мрежова топология

Алгоритъмът за маршрутизация е ключов фактор, който влияе върху ефикасността на комуникационната мрежа. Предложеният вариант на алгоритъм с минимална адаптивна маршрутизация може да се реализира в локалните маршрутизатори на възлите от една система с **DLH(m,d)** топология. Нейните характеристики и кодирането на възлите се използват напълно при маршрутизацията. Алгоритъмът избира между минималните (най-късите) маршрути от възела-източник **S** до възела-получател **T**, като използва информация за състоянието на мрежата при вземането на решение за маршрутизиране на всяка стъпка. Функцията за маршрутизация генерира продуктивен изходен вектор, който определя чрез кои изходни канали на съответния възел ще може да се премести приетия пакет по-близо до неговия получател. Състоянието на мрежата се определя по текущия статус на опашките във входните канали на съседните маршрутизатори.

Най-често в маршрутизаторите се използва Cut-Throught или Wormhole техника за комутация на пакети. При получаване на пакет всеки маршрутизатор решава дали той е за собствения възел или трябва да бъде препратен към съседен възел. Решението за посоката на един пакет се взема от локалния маршрутизатор. По време на процеса за вземане на решение за маршрутизация освен информация за състоянието на мрежата, се използват и кодът на текущия възел, кодът на целевия възел и информация за изминатия от пакета до момента път от възела-предавател до текущия възел. Съхраняването на един пакет в текущия възел се налага, когато този пакет е предназначен за този възел или при невъзможност пакетът да бъде препратен в посока към неговия получател поради някакъв отказ в мрежата - дефектирали връзки или възли.

3.1. Маршрутизация в мрежа с **DL(2m)** топология:

Нека $S = S_{m+d}S_{m+d-1} \dots S_{d+2}S_{d+1}S_dS_{d-1} \dots S_1S_0$ е възелът-предавател, а $T = T_{m+d}T_{m+d-1} \dots T_{d+2}T_{d+1}T_dT_{d-1} \dots T_1T_0$ е възелът-получател. Ако $S_{d-1} \dots S_1S_0 = T_{d-1} \dots T_1T_0$, тогава **S** и **T** са възли от различни кубове в една и съща **DL(2m)** мрежа [9]. Съгласно т.2.1, възелът **S** има три съседни възела в същата **DL(2m)** мрежа. Той има два съседни възела в същия кръг, които са: $S_{S1} = S_{m+d} \text{ NOT}(S_d)S_{m+d-1} \dots S_{d+2}S_{d+1}S_dS_{d-1} \dots S_1S_0$ и $S_{S2} = S_{m+d}S_{m+d-2}S_{m+d-3} \dots S_d \text{ NOT}(S_{m+d-1}) \dots S_{d-1} \dots S_1S_0$ и един съседен възел в другия кръг, който е: $S_D = \text{NOT}(S_{m+d})S_{m+d-1}S_{m+d-2} \dots S_{d+1}S_dS_{d-1} \dots S_1S_0$

Изразът за **S_D** показва разликата в най-старшия бит (външен или вътрешен кръг). Тогава за разстоянията между трите съседни възела и целевия възел се получава:

$$d_{S1} = \text{Hamming}(S_{S1} \oplus T); \quad d_{S2} = \text{Hamming}(S_{S2} \oplus T); \quad d_D = \text{Hamming}(S_D \oplus T)$$

Ако $d_D = 0$, тогава $d_{\min} = d_D$, т.е. **S** и **T** се различават само по един бит, който определя дали кръгът е вътрешен или външен. За това маркиране е необходим един бит, наречен EI.

В другия случай $d_{\min} = \min\{d_{s1}, d_{s2}\}$. Чрез този израз се определя посоката за придвижване на пакета в мрежата с цел определяне на минимален маршрут. Посоката може да бъде по часовата стрелка или обратно на часовата стрелка. За маркиране на посоките се използват два бита, наречени съответно RT и LT. Важно е да се отбележи, че комбинацията 11 за тях е логически невъзможна. d_{s1} , d_{s2} и d_D се изчисляват еднократно във възела-предавател, като битовете EI, RT и LT се записват в заглавния флит на пакета преди стартиране на предаването. Те участват при формирането на продуктивния изходен вектор за определяне възможните посоки (или посока) за придвижване на пакета. Ако $d_D = 0$, то EI=1, RT=0 и LT=0, пакетът трябва да смени само кръга в **DL(2m)** мрежата. Ако $d_{s1} \leq d_{s2}$, то RT=1, LT=0 и пакетът трябва да се придвижва по посока на часовата стрелка. Ако $d_{s1} > d_{s2}$, то RT=0, LT=1 и пакетът трябва да се придвижва обратно на посоката на часовата стрелка. В последните два случая EI=0, ако $S_{m+d} = T_{m+d}$ или EI=1, когато възлите **S** и **T** са в различни кръгове.

Алгоритъмът за **DL(2m)** работи така: В текущия възел $C_K = C_{m+d}C_{m+d-1} \dots C_{d+2}C_{d+1}C_dC_{d-1} \dots C_1C_0$ се сравняват $C_{m+d}C_{m+d-1} \dots C_{d+2}C_{d+1}C_d$ и $T_{m+d}T_{m+d-1} \dots T_{d+2}T_{d+1}T_d$. Ако те са равни, то C_K е възелът-получател и предаването приключва. В противен случай се генерира продуктивен изходен вектор и приетият пакет се предава чрез изходен канал по-близо до неговия получател. Итеративният процес продължава по аналогичен начин в следващия възел по пътя на пакета. Състоянието на мрежата се използва, ако има избор на изходен канал. Пакетът може да чака във входен буфер на маршрутизатора, ако целевите изходни канали са заети.

3.2. Маршрутизация в мрежа с хиперкубична **HC(d)** топология:

Ако $S_{m+d}, \dots, S_{d+1}S_d = T_{m+d}, \dots, T_{d+1}T_d$, тогава **S** и **T** са възли в един и същи хиперкуб. Схемата за маршрутизация в този случай е както за един регулярен **d**-размерен хиперкуб. Еднократно във възела-предавател се изчислява стартовата поредица от несъвпадения $d_T = \text{Hamming}(S \oplus T)$. Тя е с ширина **d** бита, като броят на единиците в нея показват минималния брой преходи на един пакет от източника **S** към получателя **T**. Алгоритъмът за **HC(d)** работи така:

В текущия възел $C_K = C_{m+d}C_{m+d-1} \dots C_{d+2}C_{d+1}C_dC_{d-1} \dots C_1C_0$ се сравняват $C_{d-1}C_{d-2} \dots C_1C_0$ и $T_{d-1}T_{d-2} \dots T_1T_0$. Ако те са равни, то C_K е възелът-получател. В противен случай продуктивният изходен вектор се определя с помощта на текущата поредица от несъвпадения d_T , в която битовете, които са равни на единица, определят чрез кои изходни канали пакетът може да бъде предаден по-близо до неговия получател. Състоянието на мрежата се използва при избора на изходен канал. Текущият възел C_K изпраща пакета в посока към неговия получател **T**, като d_T се модифицира предварително чрез нулиране на бита, съответстващ на избрания линк към съответния съседен възел. Итеративният процес продължава по аналогичен начин в следващия възел от маршрута на пакета.

3.3. Маршрутизация в мрежа с **DLH(m,d)** топология:

Ако нито един от горните два случая не е изпълнен, възлите **S** и **T** са разположени в различни хиперкубове и в различни **DL(2m)** мрежи. В този случай алгоритъмът работи така: Първоначално в **S** се изчисляват битовете EI, LT и RT, както и стартовата поредица от несъвпадения d_T . Тези битове формират специално поле в заглавния флит на пакета. В един текущ възел C_K се прави сравнение на неговия код с кода на целевия възел **T**. Ако $C_K = T$, то това е възелът-получател. В противен случай се генерира продуктивният изходен вектор и се използва състоянието на мрежата за избор на най-продуктивен изходен канал. Ако в маршрутизатора няма такъв свободен изходен канал, пакетът чака. Ако има един или повече свободни канали, те се избират по приоритетен ред в следната последователност: канали от един и същи хиперкуб по възходящ ред на битовете за несъвпадение d_T , канал за валидна

посока и канал за смяна на кръга в **DL(2m)** мрежата. Пакетът се изпраща чрез избрания изходен канал към следващия маршрутизатор. Процесът на предаване е итеративен, докато пакетът не пристигне до своето местоназначение. Смяната на реда на приоритета не би повлияла върху алгоритъма за маршрутизация. Маскирането на битовите в текущата поредица от несъвпадения **d_T** гарантира липсата на зацикляне на пакетите в хиперкубовете. При невъзможност пакетът да бъде изпратен до своя приемник, той се съхранява в текущия възел, до който е достигнал и там се решава какво да се прави с него.

3.4. Време за изпълнение на предложения алгоритъм:

Според алгоритъма за маршрутизация по най-краткия път се знае, че възела-получател се нуждае от максимум **m+1** цикъла за предаване на един пакет през една **DL(2m)** мрежа и от максимум **d** цикъла за предаване на един пакет през **d**-размерен хиперкуб. Така при най-лошите условия може да се наложат **m+1+d** цикъла за предаване на пакет през една **DLH(m,d)** мрежа.

4. Заключение

В доклада е предложен един алгоритъм за минимална адаптивна маршрутизация, който осигурява алтернативи при формиране на най-късите пътища на пакетите от предавателите към приемниците в разгледаната мрежова топология. Комбинацията от този алгоритъм и **DLH(m,d)** мрежата има следните достоинства:

- Предоставят се възможности за проектиране на мултипроцесорни MPP системи с хиперкубична мащабируема топология, която притежава следните важни качества: малък диаметър, висока свързаност, регулярност, симетрия, постоянна степен на свързаност на възлите, лесна мащабируемост и производителност на комуникациите.
- Алгоритъмът за маршрутизация избира между минималните (най-късите) маршрути от възела-източник S до възела-получател T, като използва информация за състоянието на мрежата при вземането на решение за маршрутизация на всяка стъпка.
- Алгоритъмът за маршрутизация е бърз, ефективен и прост. Той може да се реализира апаратно в степента за маршрутизация и арбитраж в конвейера на един маршрутизатор. Неговото имплементиране в маршрутизатори на възли за една DLH мрежа е предмет на предстоящи изследвания и разработки в тази област.

Литература

- [1]. Dally W., B. Towles. Principles and Practices of Interconnection Networks, Morgan Kaufmann Press, San Francisco, 2004.
- [2]. Grama A., A. Gupta, G. Karypis etc. Introduction to Parallel Computing, (Second Edition) [M]. Addison-Wesley Press, 2003.
- [3]. Loh P., W. J. Hsu, Y. Pan. The Exchanged Hypercube, IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, Vol. 16, No. 9, September 2005, pp.866-874.
- [4]. Chang R. W., J. G. G. Chen. Node-disjoint paths in hierarchical hypercube networks, 20th International Parallel and Distributed Processing Symposium, 25-29 April 2006, 5 pp.
- [5]. Preparata F. P., J.Vuillemin. The cube-connected cycles: a versatile network for parallel computation, Communications of the ACM, 24(5), 1981, pp.300-309.
- [6]. Malluhi Q. M., M.A.Bayoumi. The Hierarchical Hypercube: A New Interconnection Topology for Massively Parallel Systems, IEEE Trans. Parallel and Distributed Systems, vol. 5, no. 1, Jan. 1994, pp.17-30.
- [7]. Hsu W. J., M.J. Chung, Z. Hu. Gaussian Networks for Scalable Distributed Systems, The Computer J., vol. 39, no. 5, 1996, pp. 417-426.

- [8]. Ziavras S. G. RH: A Versatile Family of Reduced Hypercube Interconnection Networks, IEEE Trans. Parallel and Distributed Systems, vol. 5, no. 11, Nov. 1994, pp. 1210-1220.
- [9]. Liu Y., J. Han, H. Du. A Hypercube - based Scalable Interconnection Network for Massively Parallel Computing, Journal of Computers, Vol.3, no.10, Oct. 2008, pp.58-65.

За контакти:

гл. асистент инж. Милен Г. Ангелов
катедра „Компютърни науки и технологии”
Технически университет Варна
E-mail: angelovmg@tu-varna.bg



СТРУКТУРА И УПРАВЛЕНИЕ НА БУФЕР ЗА ВХОДЕН КАНАЛ НА МАРШРУТИЗАТОР ЗА MPP КОМПЮТРИ

Милен Г. Ангелов

Резюме: Маршрутизаторите са ключови компоненти от комуникационните мрежи, използвани при паралелните мултипроцесорни системи. Проектирането на техните вътрешни буфери е от критично значение за постигане на висока производителност и ниска латентност при комуникацията между възлите (процесорите) в мрежата. В доклада са разгледани няколко структури на входни буфери и се предлага друга такава, която е строго ориентирана към архитектурата на маршрутизатор с Cut-Through управление на потока и минимална адаптивна маршрутизация. В допълнение е предложен алгоритъм за работа на входния буфер. Входни буфери с такава архитектура може да се използват при проектиране на маршрутизатори за една MPP система за увеличаване пропускателната способност на нейната комуникационна мрежа.

Ключови думи: Massively Parallel Processor (MPP), Flow Control Digit (флит)

Structure and Control of Buffer for Router Input Channel for MPP Computers

Milen G. Angelov

Abstract: Routers are key components of the communication networks used in parallel multiprocessor systems. The design of their internal buffers is critically important for achieving high throughput and low latency between the network nodes (processing units). In this paper, several structures for input buffers are analyzed, and another is proposed, which is specifically geared toward router architectures which utilize cut-through flow control and minimal adaptive routing. In addition, an algorithm for utilizing such an input buffer is outlined. Input buffers with this architecture can be used to increase network throughput in the design of MPP systems.

Keywords: Massively Parallel Processor (MPP), Flow Control Digit (flit)

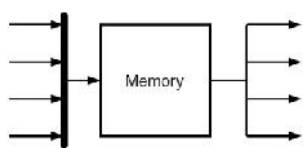
1. Увод

Компонентите, които изграждат даннов път в един маршрутизатор, са входен буфер, комутаторът и изходно устройство. Протоколът за управление на потока разпределя пространството във входните буфери за съхраняване на флитове, очакващи възможност за напускане на маршрутизаторите. Разделянето на входните буфери е тясно свързано с проектирането на комутатора. Те могат да бъдат централизирани, разпределени към физическите канали или разпределени към виртуалните канали, както е показано на фигура 1 [1]. Паметта за всеки един буферен дял може да бъде статично разпределена към всеки буфер на виртуален канал, като се използва механизма на кръговите буфери, или да бъде динамично разпределена с помощта на свързан списък.

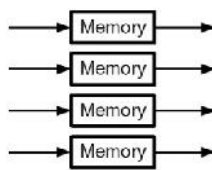
Вариантът, при който се използва централна организация с една памет за всичките входни буфери на маршрутизатора е показан на фигура 1(a). При него не е необходим crosspoint комутатор, а се използва мултиплексиране на входовете към паметта и демултиплексиране от паметта към изходите. Основното му предимство е гъвкавостта при динамичното разпределение на паметта за всички входни портове. Но този подход има два сериозни недостатъка: 1. Пропускателната способност на общата памет е сериозен проблем при високопроизводителните маршрутизатори. Например в маршрутизатор с 8 входни и 8 изходни порта пропускателната способност на централната памет трябва да бъде най-малко

16 пъти по-голяма от тази на един порт. За целта е необходима паралелна памет с голяма ширина на думата, което води до втория проблем. 2. Латентността на маршрутизатора се увеличава поради необходимостта да се десериализират флитите, за да се формира достатъчно широка дума, която да се запише в паметта, и след това обратно флитите да се сериализират преди изпращането им към изхода.

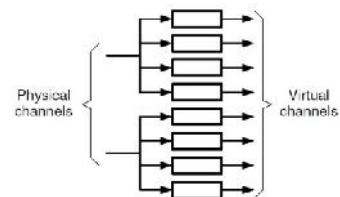
Проблемите с пропускателната способност и латентността при централната буферна памет могат да бъдат избегнати чрез осигуряване на отделна памет за всеки входен порт, както е показано на фигура 1(б). При тази организация пропускателната способност на паметта трябва да е два пъти по-голяма от тази на входния порт, което прави варианта осъществим и се избягва латентността от използване на памет с широка дума. Това дава възможност буферите да бъдат споделяни между виртуалните канали, свързани с определен физически канал, но не и за всичките физически канали.



Фиг. 1 (а)



Фиг. 1 (б)

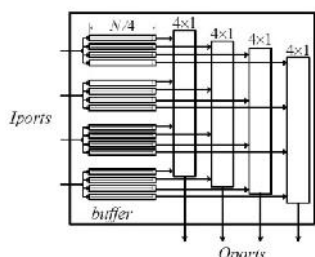


Фиг. 1 (в)

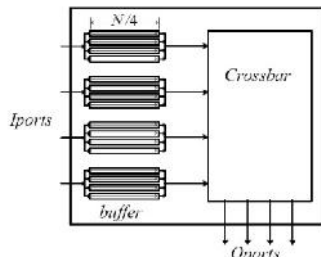
Възможно е следващо разделяне на буферите, което осигурява отделна памет за всеки виртуален канал, както е показано на фигура 1(в). Този вариант има предимството, че позволява входно ускорение в комутатора, като му се дава достъп до повече от един виртуален канал от всеки физически канал в един цикъл, като по този начин се увеличава производителността на маршрутизатора. Такова фино разделяне на входните буфери обаче може да доведе до неефективно използване на паметта, защото пространство от паметта на буферите на свободните виртуални канали не може да бъде разпределено към заетите виртуални канали.

Използването на входни буфери с FIFO организация на паметта е един от често използваните подходи. Реализирането на буфер с FIFO организация е лесно, той може да работи с пакети с различен размер и се избягват проблемите при управлението на паметта. Но вариантът с отделна памет с дължина N елемента за всеки входен порт, показан на фигура 1(б) и с FIFO организация има един сериозен недостатък: HOL (Head of Line) блокирането. То се случва, когато един пакет в началото на опашката чака зает изходен канал, като блокира другите пакети зад него [2]. На фигура 2 са показани три варианта на организация на входни буфери за комутатори с 4 входа и 4 изхода, при които този проблем е решен. Основният подход е във всеки входен порт да се използват отделни буфери за изходните портове. На фигура 2(а) е показана структура със статично разпределени напълно свързани буфери (SAFC) [3], при която HOL блокирането е отстранено чрез предоставяне във всеки входен порт на отделни буфери с дължина $N/4$ за всеки изходен порт. Тук пакетите от съответните опашки на различните входни портове се борят за един и същи изход. Всеки входен порт може да изпраща повече от един пакет във всеки интервал от време към изходните портове, което увеличава производителността на комутатора. Тази схема има следните недостатъци: 1. Трябва да бъдат контролирани четири комутатора; 2. Всеки входен порт изисква отделни FIFO буфери и контролери за буферите; 3. Използването на буферите е неефективно; 4. Изисква се премаршрутизиране за всеки пакет, за да се определи дестинацията на изходния порт. На фигура 2(б) е показана структура със статично разпределени мултиопашки (SAMQ), при която се премахва първият недостатък на SAFC, но се губи високата пропускателна способност [3]. Всеки вход може да изпрати само един пакет към комутатора в даден момент от време, за разлика от SAFC. Това премахва необходимостта от контрол на N комутатора по всяко време, но останалите недостатъци на

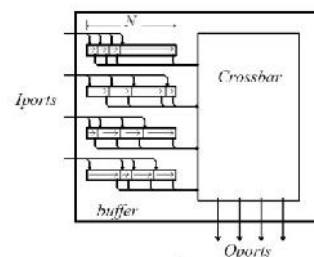
SAFC остават. На фигура 2(в) е показана структура с динамично разпределени мултиопашки (DAMQ), при която липсват посочените по-горе недостатъци на SAFC. За всеки входен буфер се използва един буферен пул, в чиито рамки



Фиг. 2 (а) SAFC



Фиг. 2 (б) SAMQ

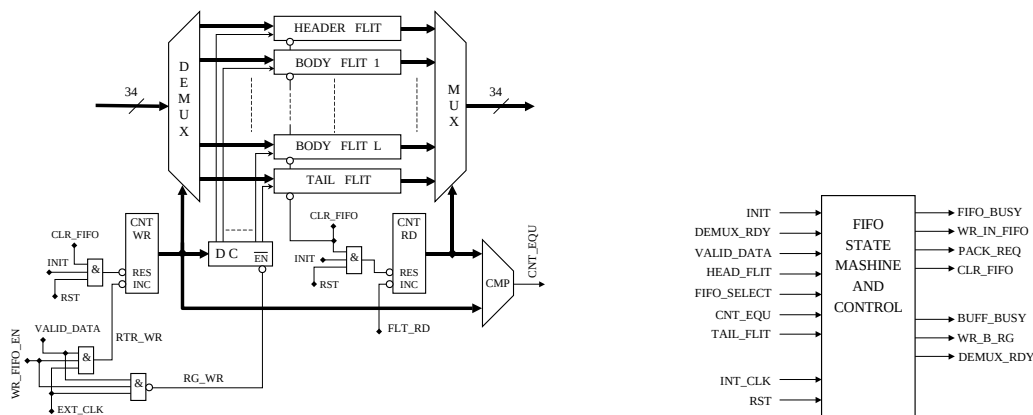


Фиг. 2 (в) DAMQ

виртуалните опашки се поддържат чрез свързани списъци и се разпределят динамично с цел по-ефективното използване на паметта.

В доклада е предложена архитектура на входен буфер, който може да бъде използван при проектиране на високопроизводителен маршрутизатор с частично мултиплексирани комутатори и Cut-Through техника за комутация [4], адаптиран за работа в комуникационни мрежи с хиперкубична топология. Структурата на входния буфер основно е подчинена на целта за осигуряване на висока пропускателна способност на маршрутизатора. Неговите FIFO опашки са свързани без мултиплексиране към комутатора и са предназначени за работа с пакети от флитове. Броят на опашките не зависи пряко от броя на изходните канали. Освен това, ако една опашка от един буфер е свободна, тя може да се използва от всеки пакет, който пристига по съответния входен канал. Комутирането на опашките към изходните канали е динамично в зависимост от възможните алтернативи и условията за избор на следващия етап от маршрута на пакета.

2. Архитектура на FIFO опашка за входен буфер на маршрутизатор

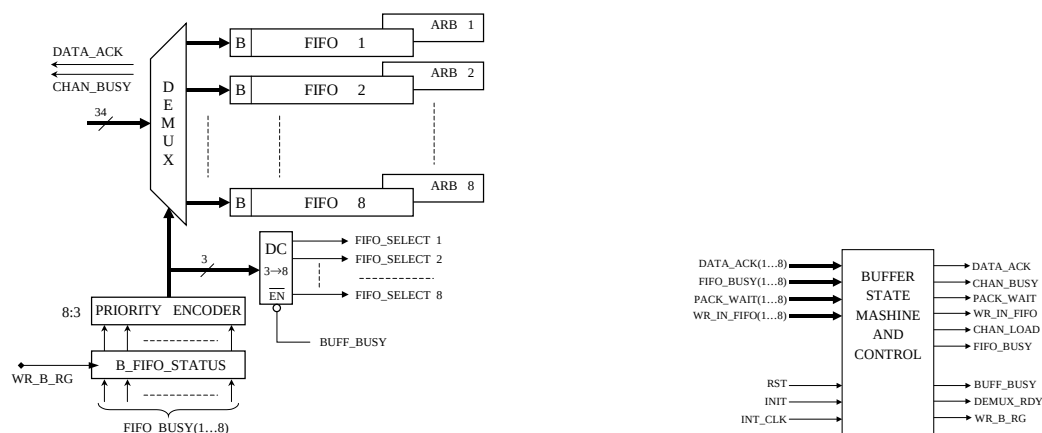


Фиг. 3. Структура на FIFO опашка

На фигура 3 е показана структура на FIFO опашка, която работи синхронно с изходен канал на предходен маршрутизатор. Тя се състои от следните основни компоненти: демултиплексор, кръгов буфер, мултиплексор и управление. Ширината на входния буфер е 34 бита $[D_{33}..D_0]$. Ширината на един флит е 32 бита $[D_{31}..D_0]$. D_{33} и D_{32} кодират типа на флита: HEADER, BODY или TAIL. За синхронизация при обмена на пакети между възлите се използват сигналите EXT_CLK, VALID_DATA, PACK_WAIT, CHAN_BUSY и DATA_ACK, показани на фигура 3 и фигура 4. Кръговият буфер е предназначен да работи само с един пакет с максимален размер 32 флита. Всеки пакет се състои от един заглавен флит, тяло и един опашен флит. Обменът между маршрутизаторите се извършва на ниво

пакет флит след флит. Началото на трансфера стартира при свободна опашка и готовност на двете страни, договорена от горепосочените сигнали. Целият пакет се приема без паузи и прекъсвания между отделните флитове, освен ако няма апаратен проблем. Веднага след приемането на заглавния флит се издава сигнал `PACK_REQ`, който стартира маршрутизацията и арбитража на пакета. Структурата на FIFO опашката позволява едновременно запис и четене на флитове. Записът става чрез сигнала `EXT_CLK` с помощта на брояча `CNT_WR` и декодера `DC`, а четенето става по сигнала `FLT_RD` с помощта на брояча `CNT_RD`. Освобождаването на опашката се регистрира по сигнала `CNT_EQU` след прочитането на последния флит.

3. Архитектура на входен буфер на маршрутизатор с Cut-Through техника за комутация



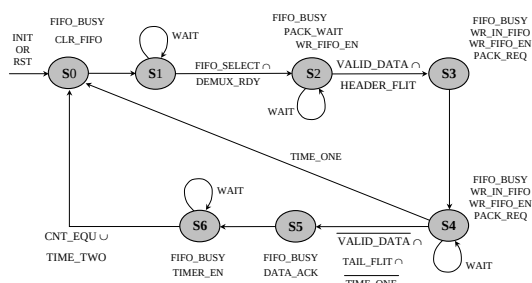
Фиг. 4. Архитектура на входен буфер за маршрутизатор с Cut-Through техника за комутация

На фигура 4 е показана архитектура на входен буфер за маршрутизатор с Cut-Through техника за комутация, който се състои от: демултиплексор, FIFO опашки, приоритетен енкодер, регистър за състоянието на опашките, декодер за избор на FIFO опашка DC и управление. Входният буфер участва във формирането на данновите пътища и управлението на потока в маршрутизатора, за които се използват следните принципи, архитектурни решения и действия:

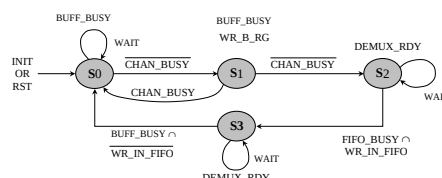
1. Основата на входния буфер е изградена от няколко FIFO опашки, чиято структура е описана в т.2. Всяка опашка се обслужва от отделен локален арбитър. Тя може да се използва за съхраняване на само един пакет с дължина, не по-голяма от броя на нейните запомнящи елементи;
2. Броят на FIFO опашките във входния буфер не зависи пряко от броя на изходните канали на маршрутизатора. На фигура 4 е показан буфер с 8 опашки;
3. Сигналите за управление на потока се отнасят за пакети, а не за флитове;
4. Всяка от опашките има две състояния: заето и свободно. Състоянието на входния канал в зависимост от състоянията на опашките на буфера може да бъде: а) зает (`CHAN_BUSY=1`), когато всички опашки са заети; б) силно натоварен (`CHAN_LOAD=1`), когато са свободни само една или две опашки; в) слабо натоварен (`CHAN_LOAD=0`), когато са свободни повече от две опашки. Това състояние се предава към предходния маршрутизатор чрез сигналите `CHAN_BUSY` и `CHAN_LOAD`;
5. Състоянието на опашките преди всяко приемане на пакет се фиксира в регистъра `B_FIFO_STATUS` чрез сигнала `WR_B_RG`. Приоритетният енкодер винаги избира първата свободна опашка. Тя може да приеме всеки пакет, който пристига по линията за връзка, без значение за кого е предназначен. След началото на приемане на един пакет опашката преминава в състояние заето (`B=1`);
6. Всеки от изходните канали на маршрутизатора използва собствен кръгов арбитър (на фигура 4 не е показано), който осигурява равнопоставеност при обслужването на входните FIFO опашки [7, 8]. Така конфликти и състезания има само за изходните канали и се осигурява 100%

производителност; 7. FIFO опашките са пряко свързани към комутатора (на фигура 4 не е показано), което дава възможност в даден интервал от време от един входен буфер към изходните канали да бъдат изпращани повече от един пакети; 8. След като една FIFO опашка приеме заглавния флит на един пакет, тя подава сигнал PACK_REQ към локалния арбитър, който стартира фазата на минималната адаптивна маршрутизация и арбитраж с използване на iSLIP алгоритъм [5, 6].

4. Състояния и синхронизация на входен буфер за маршрутизатор



Фиг. 5 (а)



Фиг. 5 (б)

На фигура 5(а) е даден графът на състоянията и преходите на една FIFO опашка от входен буфер, показани съответно на фигура 3 и фигура 4. Състоянията и генерираните в тях сигнали са:

S0: Начално състояние. В него се влиза след начално установяване по сигнала RST, след инициализация на маршрутизатора по сигнала INIT, след освобождаване на опашката от вече приет и прочетен пакет или след изтекъл таймаут. Издава сигналите FIFO_BUSY и CLR_FIFO, който нулира указателите за запис и четене и регистрите на FIFO паметта.

S1: Неактивно състояние (Idle). Опашката е празна и не е свързана към входа на канала. Очаква сигналите FIFO_SELECT и DEMUX_RDY от управлението на буфера (S2 на фигура 5б);

S2: Състояние на готовност (Ready). Опашката вече е свързана към входа на канала. Издава сигналите FIFO_BUSY, WR_FIFO_EN и PACK_WAIT. Очаква запис на заглавен флит от пакет. Събитието се регистрира по входен за канала сигнал VALID_DATA и комбинацията HEAD_FLIT от битове D₃₃ и D₃₂ на регистъра HEADER FLIT;

S3: Активно състояние, през което се записва пакет. Издава сигналите FIFO_BUSY, WR_FIFO_EN, WR_IN_FIFO и заявка за маршрутизация и арбитраж PACK_REQ;

S4: Активно състояние, през което се записва пакет и е възможно да започне и продължи неговото четене. Издава сигналите FIFO_BUSY, WR_FIFO_EN, WR_IN_FIFO и TIMER_EN. Очаква края на запис на пакет. Събитието се регистрира по сигналите NOT(VALID_DATA), NOT(TIME_ONE) и комбинацията TAIL_FLIT от битове D₃₃ и D₃₂ на регистъра TAIL FLIT;

S5: Активно състояние, през което се чете пакет. Издава сигналите FIFO_BUSY и DATA_ACK към предходния маршрутизатор за успешен край на приемането на пакета;

S6: Активно състояние, в което се очаква края на четенето на пакета, който се регистрира по сигнала CNT_EQU. Издават се сигналите FIFO_BUSY и TIMER_EN;

На фигура 5(б) е даден графът на състоянията на входния буфер, показан на фигура 4. Състоянията и генерираните в тях сигнали са:

S0: Начално състояние. В него се влиза след начално установяване по сигнала RST, след инициализация на маршрутизатора по сигнала INIT, след край на запис на пакет в текущо избраната опашка или при зает канал по сигнала CHAN_BUSY. Издава се сигнала BUFF_BUSY, който забранява всички FIFO опашки. Чака се поне една свободна опашка, което събитие се регистрира по сигнала NOT(CHAN_BUSY) = f(FIFO_BUSY(1..8)).

S1: Текущото състояние на опашките се записва в регистъра B_FIFO_STATUS по сигнала WR_B_RG. Издава сигналите WR_B_RG и BUFF_BUSY;

S2: Очаква началото на запис на пакет в избраната опашка, което събитие се регистрира по сигнала $WR_IN_FIFO=f(WR_IN_FIFO(1..8))$. Издава сигнала DEMUX_RDY;

S3: Очаква края на запис на пакет в избраната опашка, което събитие се регистрира по $NOT(WR_IN_FIFO)$ and $FIFO_BUSY=f(FIFO_BUSY(1..8))$. Издава сигнала DEMUX_RDY;

5. Заключение

Предложената архитектура на буфер за входен канал може да бъде използвана при проектиране на високоскоростни маршрутизатори за изграждане на MPP системи, които използват Cut-Through техника за комутация и минимална адаптивна маршрутизация. Нейното предназначение е да спомогне за увеличаване пропускателната способност на комуникационните мрежи за паралелни мултипроцесорни системи. Основните предимства, които предоставя тази архитектура на входен буфер, са следните:

- FIFO опашките са пряко свързани към комутатора, което дава възможност в даден интервал от време от един входен буфер да бъдат изпращани повече от един пакети към изходните канали. Използването на кръгови арбитри във всеки от тях води до конфликти само при изходните канали и осигурява максимална производителност на маршрутизатора;
- Предоставя възможност за минимизиране броя на степените на конвейера за трансфер на флитовите в маршрутизатора. Това намалява общата латентност при обмена на пакети, особено при маршрути с повече междинни възли;
- Липса на допълнителна латентност при трансфера на флитовите от един пакет между два съседни възела, тъй като процесът на предаване е непрекъснат и зависи само от селектираните компоненти за данновия път на пакета в маршрутизатора: входна FIFO опашка с достатъчно място за целия пакет, комутатор и изходен канал, както и от изправността на линиите за връзка;
- Липса на deadlock блокирания поради възможността всеки задържан пакет да се „прибере“ след краен брой тактове в текущата входна FIFO опашка и да чака, докато за него се освободи изходен канал.

Литература

- [1]. Dally W., B. Towles. Principles and Practices of Interconnection Networks, Morgan Kaufmann Press, San Francisco, 2004.
- [2]. Anderson T. E., S. S. Owicki, J. B. Saxe, C. P. Thacker, High speed switch scheduling for local area networks, ACM Transactions on Computer Systems, pp. 319-352, November 93.
- [3]. Tamir Y., G. L. Frazier, Dynamically-allocated multi-queue buffers for VLSI communication switches, IEEE Transactions on Computers, vol.41, no. 6, pp. 725-737, June 1992.
- [4]. Duato J., A. Robles, F. Silla, R. Beivide, A Comparison of Router Architectures for Virtual Cut-Through and Wormhole Switching in a NoW Environment, Parallel Processing, 13th International and 10th Symposium on Parallel and Distributed Processing, 1999. IPPS/SPDP. Proceedings
- [5]. McKeown N., The iSLIP scheduling algorithm for input-queued switches, IEEE Transactions on Networking, vol. 7, no. 2, pp. 188-201, April 1999.
- [6]. McKeown N., T. E. Anderson, A Quantitative Comparison of Scheduling Algorithms for Input Queued Switches, Computer Network and ISDN Systems, Volume 30, Issue 24, 14 December 1998, pp. 2309–2326

- [7]. Gupta P., N. McKeown, Designing and implementing a fast crossbar scheduler, Micro IEEE, 1999, **19** (1), pp. 20 – 28.
- [8]. Zheng S.Q, M. Yang, Algorithm-Hardware Codesign of Fast Parallel Round-Robin Arbiters, IEEE Transactions of Parallel and Distributed Systems, Vol. 18, Issue 1, Jan 2007

За контакти:

гл. асистент инж. Милен Г. Ангелов
катедра „Компютърни науки и технологии”
Технически университет Варна
E-mail: angelovmg@tu-varna.bg



ИНТЕГРИРАНИ СРЕДСТВА ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ВИРТУАЛНИ МРЕЖОВИ ИНФРАСТРУКТУРИ

Илхан М. Юсеинов, Надежда С. Рускова

Резюме: В статията се разглеждат съществуващите съвременни средства за изграждане на виртуални мрежови инфраструктури, използвани за реализиране на облаково базирани услуги. Привеждат се техните предимства и недостатъци. Разглеждат се също така средства за динамично изграждане и управление на виртуални мрежови инфраструктури, според конкретните нужди на потребителите.

Ключови думи: Virtualization, Virtual Network, SDN

Integrated Tools for Building Virtual Network Infrastructures

Ilhan M. Yuseinov, Nadezhda S. Ruskova

Abstract: In this article we discuss existing modern tools for building virtual network infrastructures used in cloud technologies. Advantages and disadvantages of the virtual networks protocols are discussed. We also concern tools for dynamic building and control virtual network infrastructures according to specific user needs.

Keywords: Virtualization, Virtual Network, SDN

1. Увод

Развитието на разпределената и паралелна обработка на информацията породило нов бизнес модел за предоставяне на услуги, реализиран чрез облаковите технологии. Ключов аспект в облаковите технологии играе виртуализацията, с помощта на която се предоставят необходимите за най-ефективната реализация на дадена услуга мрежови инфраструктури. За дефиниране на виртуални мрежови инфраструктури се използва технологията Software Defined Networking (SDN). SDN внася ново ниво на абстракция като разделя приложенията и мрежовите услуги от физическата инфраструктура (фигура 1).

Архитектурата на SDN включва [1]:

- Приложно ниво - съвкупност от приложения, обединени от бизнес логика.
- Управляващо ниво - управлява комуникацията между приложенията и инфраструктурата.
- Инфраструктурно ниво, отразяващо конкретните виртуални и физически мрежови устройства.



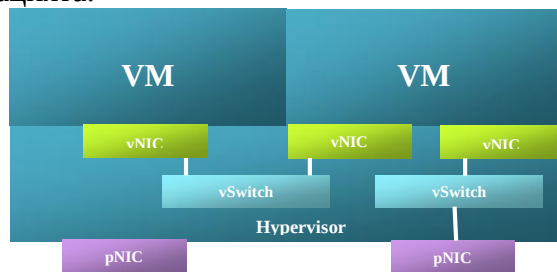
Фиг. 1. Архитектура на SDN

SDN може значително да опрости управлението на мрежата, като предлага програмни средства, чрез които се упражнява пряк контрол върху разпределените виртуални и физически комутатори. Управлението се осъществява от централизиран контролер.

Настоящият доклад има за цел анализ на съществуващите технологични средства за мрежова виртуализация и възможностите за нейното динамично гъвкаво конфигуриране и преконфигуриране в реално време.

2. Платформи за мрежова виртуализация

Виртуализацията на мрежовите инфраструктури предлага ефективен и гъвкав подход за разпределение на възлите и приложенията като позволява множество от операционни системи и приложения да споделят една и съща апаратна конфигурация. Разпределянето на хардуерните ресурси и осигуряването на интерфейс към физическата мрежова инфраструктура се реализира от специален управляващ софтуер, известен като хипервайзор. Хипервайзорът е платформа за организация на различни виртуални среди (машини), изпълняващи приложения под управлението на различни операционни системи. Хипервайзорът предоставя на виртуалните машини виртуални мрежови интерфейси (vNIC) [3]. От друга страна хипервайзорът позволява динамично изграждане на виртуални мрежови структури, използвайки виртуализация на комуникационната система посредством виртуални комутатори, мостове и канали (фигура 2), като се осигурява и съответната защита при предаване на информацията.



Фиг. 2. Виртуална платформа

2.1. Виртуални комутатори

За организация на виртуални комутатори основно се използва софтуерната платформа Open vSwitch [4][6]. Платформата предлага еквивалентна на физически комутатори функционалност, като при това отстранява и редица техни ограничения, като ограничени изчислителни ресурси, ниска степен на гъвкавост, липса на разпределеност. Open vSwitch е проектирана да функционира в платформено-независими разпределени виртуални среди и основната ѝ роля е да осъществява връзката между виртуални интерфейси (vNIC), както и между виртуални и физически интерфейси (pNIC). Функциите на виртуален комутатор на базата на Open vSwitch могат да бъдат разделени на две части: функции за управление и функции за данни. Управляващите функции са отговорни за връзката между отделни комутатори и за поддържане на така наречената таблица на потоци (Flow Table - FT), съдържаща информация за преминаващите през комутатора потоци от пакети. Функциите за данни се прилагат по отношение на входно-изходния трафик на комутатора. При своето изпълнение те ползват FT.

Възможностите и компонентите на Open vSwitch включват[4]:

- Използване на протокол OpenFlow 1.0;
- Използване на съвременните технологии NetFlow и sFlow(R) за мониторинг на трафика;
- възможност за обединение на мрежови интерфейси (NIC bonding);
- поддържане на стандарта 802.1ag за наблюдение и управление на свързаността и откриване на отпаднали връзки;
- поддържане на стандарт 802.1Q за организиране на виртуални локални мрежи (VLAN);

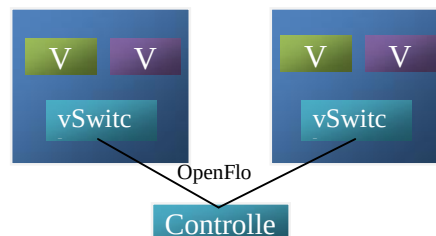
- възможност за задаване на политики и конфигуриране на качеството на услугите (QoS - Quality of Service);
- контрол на достъпа на базата на ACL правила;
- изграждане на тунели с използване на протоколите GRE, GRE over IPSEC, VXLAN, VXLAN over IPSEC и LISP;
- поддържа Ovsdb (Open vSwitch Dabase Management Protocol).

Важен модул от архитектурата на Open vSwitch е таблицата FT [5]. Тази таблица съдържа набор от записи за потоци от пакети през комутатора, които се използват за реализиране на политиката за филтриране на пакети. Всеки запис в FT съдържа филтър за съвпадение със зададени параметри на потока и действия, които се изпълняват върху пакетите на потока при съвпадение с филтъра. Като параметри за идентификация на поток се използват: идентификатор на тунел (Tunnel ID), входен порт (In Port), приоритет (QoS priority), физически адрес (MAC address), идентификатор на виртуална локална мрежа (VLAN ID), тип на протокола Ethernet, полета от IPv4/IPv6 пакета, протоколи ARP, TCP/UDP, ICMP.

FT съдържа следните полета [5]:

- полета за съвпадение (match fields). Задават параметрите за идентификация. Те съдържат заглавия на пакети, входни портове и метаданни;
- приоритет на записа (priority);
- брояч на съвпаденията на пакет (counters);
- начин на обработка на пакета (instructions);
- максимален период за валидност на записа (timeouts)
- поле за филтриране на статистики, модификации и изтривания за потока (cookie).

Стратегическа и важна роля в една разпределена среда от виртуални комутатори има контролерът на инфраструктурата (SDN Controller) [1][2]. Това е централизирана автономна система за управление на всички виртуални и хардуерни комутатори, които поддържат протокола OpenFlow (фигура 3). Контролерът може да добавя, изтрива и модифицира записи от FT на комутаторите.



Фиг. 3. OpenFlow архитектура

Между контролера и комутаторите се обменят три типа OpenFlow съобщения [5]:

- съобщения, изпратени от контролера към комутатор. Служат за управление и проверка на състоянието на комутатора.
- асинхронни съобщения. Изпращат се от комутатор към контролера и отразяват настъпване на определено събитие. Тези съобщения могат да съдържат информация за входящ пакет (Packet-in) респективно (Packet-out), изтрит поток (Flow-Removed), състояние на порт (Port Status) и грешка (Error).
- симетрични съобщения. Служат за контрол на тунела (Hello, Echo, Experimenter).

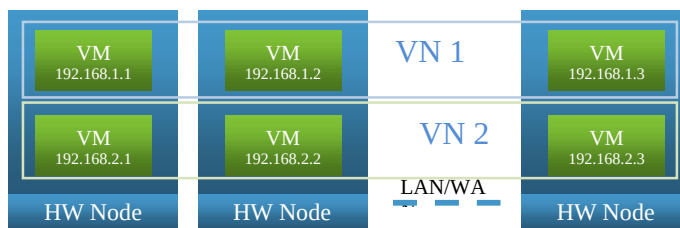
2.2. Протоколи за мрежова виртуализация

Мрежовата виртуализация се постига на базата на изграждане на виртуални тунели. Протоколите за изграждане на виртуални тунели трябва да осигуряват гъвкавост, платформена независимост и бързодействие. Технологиите на виртуалните тунели позволява

формирание на виртуални топологии върху физически мрежи. Характерните особености и преимущества на виртуалните тунели са:

- Отделяне на виртуалната топология от физическата;
- Формиране на локални (L2 мрежи) върху рутирани (L3) мрежи;
- Възможност за миграция на виртуален възел върху различни физически възли на мрежата;
- Предотвратяване на проблеми с дублиране на адреси.

Осигуряването на така наречената L2 абстракция, независимо от физическото разположение на виртуалните възли, предоставя динамична мащабируемост и гъвкавост на мрежовите инфраструктури от ново поколение. Използваните механизми за тунелна комуникация не изискват промени на вече съществуващата физическа и логическа мрежова архитектура. Протоколите за мрежова виртуализация позволяват L2 трафикът от виртуалните машини да бъде сегментиран и обособен в тунели между отделните хипервайзори на сървърите (фигура 4).



Фиг. 4. Виртуална инфраструктура

Технологията за мрежова виртуализация се базира на следните протоколи:

- VXLAN (Virtual eXtensible Local Area Network) [7] е мрежов протокол, който пренася трафика от виртуалните машини върху вече съществуваща L3 мрежа. Основното преимущество на VXLAN е неговото адресно пространство, което се представя чрез 24 битов идентификационен номер (VXLAN Network Identifier - VNI) [7]. Чрез VNI се реализира сегментиране на виртуалната мрежа на отделни логически мрежи (VXLAN сегменти), чийто брой може да достигне до 16,777,216 (2^{24}) в един мрежов домейн, независимо от разположението на виртуалните възли. VXLAN използва IP групиране (multicast) [7] за трафика в тунела (IGMP протокол). Връзката между IP Multicast група и VNI уникално идентифицира VXLAN сегмент.
- NVGRE (Network Virtualization using Generic Routing Encapsulation) [8] е протокол, който, подобно на VXLAN, капсулира L2 мрежовия трафик от виртуалните машини и осъществява преноса му през L3 мрежи. Както при VXLAN, той включва в себе си VSID (Virtual Subnet Identifier) [8] с размер от 24 бита. Това позволява играждане до 16,777,216 (2^{24}) виртуални мрежи в един мрежов домейн. Всяка виртуална L2 мрежа се идентифицира с VSID. Аналогично на VXLAN, NVGRE използва IP групиране (multicast) за broadcast, multicast, unknown unicast тунелен трафик.
- Stateless Transport Tunneling (STT) [9] е мрежов протокол за тунелна енкапсулация, който се използва за пренос на Ethernet пакети във виртуални point-to-point връзки между крайните точки на тунела. Особеност на протокола е използване на възможностите на стандартните мрежови карти като TSO (TCP segmentation offload) за преноса на големи блокове данни. TSO позволява мрежовата карта да сегментира пакети, значително по-големи от максималната възможна дължина, позволявана от физическата мрежа (64KB). STT използва 64 битов идентификатор на виртуална мрежа (Context ID) [9]. Протоколът има възможност за създаване на тунели с предаване „един-към-много“ (point-to-multipoint) чрез използването на IP multicast адрес като адрес на крайна точка на тунела. Това осигурява пренос на broadcast и multicast трафик

между виртуалните възли, ако нисколежащите физически устройства поддържат групово IP адресиране.

2.3. Предимства и недостатъци на протоколите за мрежова виртуализация

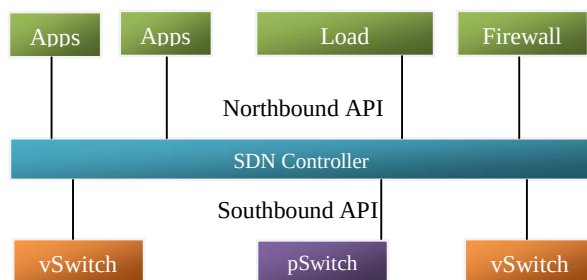
Протоколът VXLAN решава проблема с ограничения при VLAN брой сегменти - 4000, като позволява дефиниране на 16,777,216 мрежови сегмента. VXLAN изолира трафика като предотвратява дублиране на адреси. Недостатък на протокола е изискването за поддръжка от физическите устройства на Internet Group Management Protocol (IGMP v1, v2, v3) и Multicast Routing Protocols (PIM). Изисква поддръжка на IGMP snooping функционалност за Layer 2 комутатори и IGMP Querier функционалност за рутери. Друг недостатък е нарастването на фрейма с 50 байта, като MTU (Maximum Transmission Unit) може да достигне 1550 байта, което изисква физическите устройства да поддържат Jumbo фреймове. При необходимост от рутиране на VXLAN трафика, се налага първия рутер да има включена Proxy ARP функционалност, както и да позволява multicast рутиране.

Протоколът NVGRE позволява дефиниране на 16,777,216 мрежови сегмента, изолира трафика и предлага високо бързодействие. Недостатък на протокола е нарастването на фрейма до 1546 байта и изискването физическите мрежови устройства да поддържат Jumbo фреймове. Както и при VXLAN се изисква поддръжка от физическите мрежови устройства на групово IP адресиране.

Предимствата на протокола STT са: 64 битов идентификатор за мрежови сегменти, ефективно сегментиране, решаване на проблема с транспорта на големи блокове от данни. При STT се наблюдава същият недостатък както при VXLAN и NVGRE – необходимост физическите устройства да поддържат IP Multicast групиране.

3. Лингвистични средства и програмни интерфейси за конфигуриране на виртуални мрежи

Едно от условията на софтуерно дефинираните мрежи е виртуалните инфраструктури да бъдат много по-ефективни откъм бързодействие и гъвкавост и да предложат богат набор от възможности за автоматизация и управление, така че да отговарят на постоянно променящите се нужди на потребителите и усъвършенстването на устройствата. Един от начините за удовлетворяване на тези изисквания е разработката на програмни средства за конфигурация и управление. От гледна точка на конфигурация и управление облаковата инфраструктура се представя чрез две различни области. Разделител между областите е SDN контролер (фиг. 5). За всяка от тези области е характерен специфичен приложно-програмен интерфейс за взаимодействие и настройка. Интерфейсите към двете области са известни като северен (Northbound API) и южен (Southbound API) [1] и съответно двете области се наричат северна и южна. Северната (Northbound) област обхваща комуникацията между SDN контролер с услуги и управляващи контролера приложения. Южната (Southbound) област обхваща комуникацията между рутерите и комутаторите в инфраструктурата.



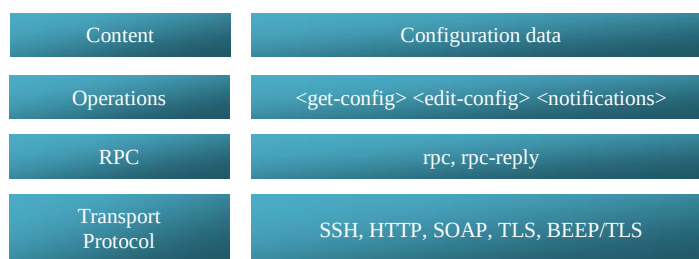
Фиг. 5. Програмни области

Към северната област се отнасят следните приложно-програмни интерфейси:

- REST API[12] е уеб базиран на JSON интерфейс, който осигурява достъп до базата от данни на контролера. Базата от данни включва в себе си конфигурационни данни, касаещи контролера, данни за динамично откриване на мрежови възли и данни за статистика и журнали.
- OSGi[13] е отворен програмен модел за рационално управление на Java модули, като позволява динамично зареждане, старяване, спиране на модули на Java базирани контролери.
- Neutron API[14] представлява модул към облаковата платформа OpenStack, който предоставя гъвкав програмен интерфейс за динамично създаване и конфигуриране на мрежи. Като допълнителни възможности включва и QoS, ACL, мониторинг.

Към южната област се отнасят следните приложно-програмни интерфейси:

- NETCONF [10] дефинира опростен механизъм, чрез който даден мрежов възел може да бъде управляван. Чрез него могат да се извличат, изпращат и модифицират конфигурационни данни. Протоколът е реализиран на базата на RPC като използва XML за представяне на конфигурационните параметри и служебните съобщения (фигура 6). Клиентското приложение транслира извикванията в XML и ги изпраща по защитена връзка към сървър, който също връща отговор като XML структура.



Фиг. 6. NETCONF модел

Върху мрежовия конфигурационен протокол NETCONF се базира моделиращ език на данни YANG [11]. Езикът може да бъде използван както за моделиране на конфигурационни данни, така и на данни за състоянието на мрежовите възли. YANG дефинира йерархия от данни, които могат да се използват от NETCONF базирани операции, конфигурации, състояния, отдалечено извикване на процедури RPC и известия. Това позволява пълно описание на данните, изпращани между NETCONF клиент и сървър. YANG моделира данните в йерархична дървовидна структура, в която всеки възел има име, а възелът може да съдържа стойност или набор от дъщерни възли. Езикът описва кратко и ясно възлите, както и взаимодействието между тях. Той структурира данните модели в модули и подмодули. Модулите се транслират в еквивалентна XML структура, наречена YIN (YANG Independent Notation) и позволява приложения, използващи XML анализатори, да оперират с модулите.

- OVSDB[15] предоставя интерфейс за управление на Open vSwitch инстанции, като основната му роля е да оперира с базата от данни на конкретните инстанции и реализиране на конфигурационни операции. Сред операциите са: създаване, модифициране и изтриване на виртуални мостови и тунелни интерфейси, конфигуриране на QoS политики, събиране на статистика.
- OF-Config[16] е протокол, който предоставя специален набор от правила, които дефинират механизъм за достъп и модификация на конфигурационните данни на OpenFlow базирани комутатори.

Заклучение

Облаково базираните услуги набират все по-голяма популярност. Едновременно с това се увеличава нуждата от разработка на нови и усъвършенстване на съществуващите технологии за мрежова виртуализация, стояща в основата на тези услуги. Една от насоките в това отношение е разработка на гъвкави средства за бърза и удобна конфигурация и управление на виртуалните мрежи, максимално удовлетворяваща нуждите на потребителите. Целта на бъдеща разработка в това отношение е реализация на удобни езикови и управляващи средства за описание и настройка на нужните за ефективно изпълнение на потребителските приложения мрежи и мрежови компоненти.

Литература

- [1]. <https://www.sdncentral.com/>
- [2]. Open Networking Foundation. Software-Defined Networking: The New Norm for Networks. White Paper April, 2012
- [3]. M. Tim Jones "Virtual networking in Linux". IBM. October, 2010
- [4]. <http://openvswitch.org/>
- [5]. Open Networking Foundation .OpenFlow Switch Specification Version 1.4.0 (Wire Protocol 0x05) October , 2013
- [6]. B. Pfaff, J. Pettit, T. Koponen, K. Amidon, M. Casado, S. Shenker, "Extending Networking into the Virtualization Layer," HotNets-VIII, Oct. 22-23, 2009.
- [7]. Mahalingam, Mallik; Dutt, Dinesh G.; et al. "VXLAN: A Framework for Overlaying Virtualized Layer 2 Networks over Layer 3 Networks". <http://tools.ietf.org/html/draft-mahalingam-dutt-dcops-vxlan-09>. 2014.
- [8]. <http://tools.ietf.org/html/draft-sridharan-virtualization-nvgre-05>
- [9]. <http://tools.ietf.org/html/draft-davie-stt-06>
- [10]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc6241.txt>
- [11]. <http://tools.ietf.org/html/rfc6020>
- [12]. https://wiki.opendaylight.org/view/OpenDaylight_SDN_Controller_Platform_%28OSCP%29:Rest_Reference
- [13]. <http://www.osgi.org/>
- [14]. <https://wiki.openstack.org/wiki/Neutron>
- [15]. <http://tools.ietf.org/html/rfc7047>
- [16]. Open Networking Foundation. OF-CONFIG 1.2: OpenFlow Management and Configuration Protocol. White Paper, 2014

За контакти:

докторант инж. Илхан Юсеинов
катедра "Компютърни науки и технологии"
Технически университет – Варна
bentli999@abv.bg

доц. д-р инж. Надежда Рускова
катедра "Компютърни науки и технологии"
Технически университет – Варна
ruskova@tu-varna.bg

СЕКЦИЯ 2

СОФТУЕРНИ И ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИИ

*Втора научна конференция с международно участие
"Компютърни науки и технологии"
26-27 септември, 2014 г.
Варна, България*



*Second Scientific International Conference
Computer Sciences and Engineering
26-27 September, 2014
Varna, Bulgaria*

SECTION 2

SOFTWARE AND INTERNET TECHNOLOGIES

ПРИЛОЖЕНИЕ НА GENEHUNTER ЗА РЕШАВАНЕ ЗАДАЧАТА НА ТЪРГОВСКИЯ ПЪТНИК

Сузан Ч. Мустафа, Антоанета И. Иванова

Резюме: В настоящия доклад е разгледан проблемът с Търговския пътник. Използван е GeneHunter, който е мощен инструмент при решаване на оптимизационни задачи, използващ функционалността и методологията на генетичните алгоритми, приложени върху електронни таблици, построени в Microsoft Office Excel. Направени са експериментални изследвания и изводи.

Ключови думи: проблем на търговския пътник, генетични алгоритми, GeneHunter

Solving Traveling Salesman Problem using GeneHunter

Suzan Ch. Mustafa, Antoaneta I. Ivanova

Abstract: This paper is a survey on the Travelling Salesman Problem. Using the functionality and methodology of genetic algorithms applied to spreadsheets built in MS Excel, GeneHunter is a powerful tool for solving optimization problems. Experimental studies and conclusions are performed.

Keywords: Travelling Salesman Problem, Genetic Algorithms, GeneHunter

1. Въведение

Трудността в решаването на задачата се състои в това, че вероятните решения на дадения проблем са много на брой. Ако градовете за обхождане са N и трябва всеки от тях да се посети само веднъж, то има $(N-1)!/2$ различни решения за обиколка на тези градове, като се предполага, че има директен път между всеки от тях.

Изпълнението на всички тези алтернативни решения изисква твърде много време, а понякога е и невъзможно. С помощта на GeneHunter ефективно се решават подобен род проблеми.

2. Изложение

Генетичният алгоритъм е адаптивен метод за търсене и оптимизация, основан на концепциите за естествения подбор и генетиката. Всеки индивид целенасочено се развива и се изменя, за да се получи най-добър образец, приспособен към обкръжаващата среда. По този начин много видове са претърпели изменение, което помага на даден вид да оцелее. Може да се каже, че еволюцията е процес на оптимизация на всички живи организми. Генетичният алгоритъм е бил разработен на базата на обобщение и имитация в изкуствени системи, свойства на живата природа като естествен подбор, приспособимост към изменящите се условия на средата, наследяване от потомците на жизнено важни свойства от родителите.

По какъв начин работи генетичния алгоритъм GeneHunter?

1. Инициализация и кодиране на случайна популация от хромозоми (индивиди или елементи). Това се нарича „текуща популация”.

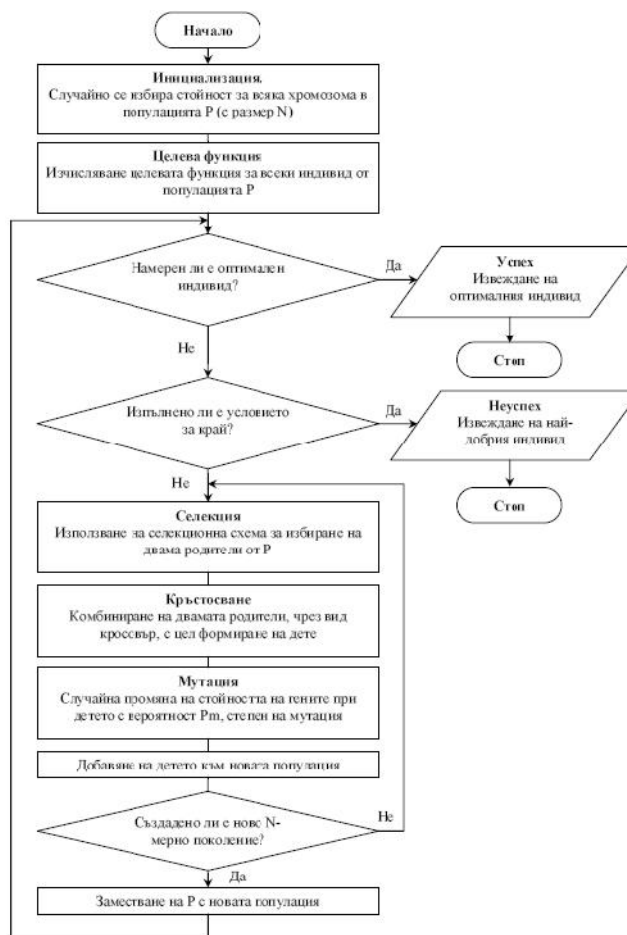
2. Оценяване на всяка хромозома от целевата функция. Начинът на нейното оценяване зависи изключително от спецификата на решаваната задача.

3. Създаване на междинна популация чрез селекция на хромозомите съобразно оценката на функцията. Те ще бъдат родителите за следващата генерация.

4. Прилагане на операторите кросовър и мутация към двойките хромозоми или към една хромозома от междинната генерация. Получава се нова генерация от хромозоми. Това е текущата популация.

5. Повторение на стъпки 2 - 4 до получаване на необходимото решение.

Графично представяне на работата на алгоритъма:



Фиг. 1. Генетичен алгоритъм

Често намереното решение е невъзможно да се сравни с търсеното оптимално или добро решение. Налага се избор на критерий за край на търсенето. Известни са:

- предварително определяне на максимален брой генерации за протичането на еволюционния процес;
- преустановяване на процеса, ако популацията се е стабилизирала, т.е. тя не еволюира повече или стойността на целевата функция спира да расте или не расте достатъчно бързо;
- достигане на добро решение (целевата функция достига целева стойност).

Софтуерният продукт GeneHunter включва Microsoft Office Excel add – in програма, която решава оптимизационни проблеми посредством електронни таблици и динамично – свързана библиотека от функции. GeneHunter създава група от възможни решения на поставената задача. Индивидите от този вид ще носят хромозоми, съдържащи информация за стойностите на променливите.

GeneHunter практически решава поставените задачи, като позволява на най-неподходящите индивиди от този вид да бъдат елиминирани, както и селективно да могат да се размножават най-подходящите индивиди (тези, които решават поставената задача най – добре). Този процес се нарича селекция.

GeneHunter събира два подходящи индивида и ги прави двойка. Наследникът на тази двойка ще носи чертите и на двамата родители.

В природата наследниците често носят някои незначителни аномалии, наречени мутации. Също така тези мутации често са вродени и възпрепятстват способността на наследниците да оцеляват. GeneHunter по същия начин понякога причинява мутации в наследниците на своите индивиди.

След като GeneHunter направи двойки от индивиди и води до мутации в някои от тях, то индивидът претърпява промени в съответното поколение, след което този биологичен вид вече ще се състои от наследници и от няколко стари индивиди, на които GeneHunter позволява да оцелеят до следващото поколение, т.к. те са най-способните и най-подходящите индивиди и е желателно да бъдат запазени за възпроизводство. Тези индивиди се наричат елитни индивиди.

След дузини или дори стотици поколения, се появяват индивиди, които решават поставените цели много точно. Всъщност тези индивиди или т.нар. елитни индивиди се явяват оптимални или близки до оптималните решения.

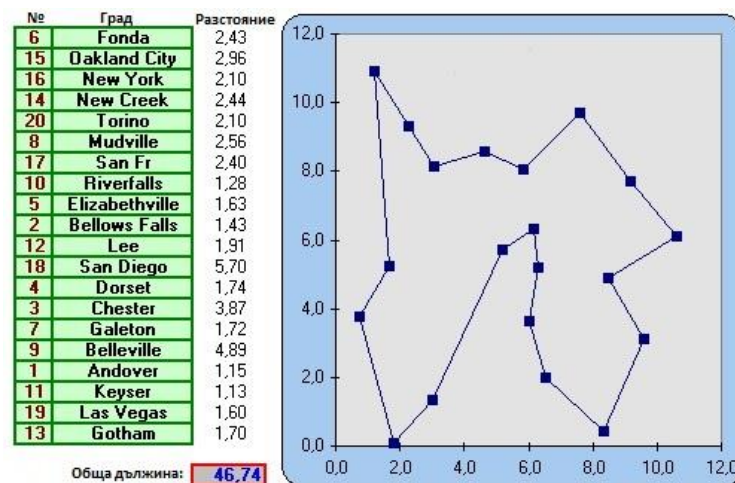
Процесите на селекцията, събирането на подходящи индивиди и мутациите се наричат генетични операции, които могат да бъдат приложени при двойки индивиди, които не успяват да създадат поколение или при такива поколения, при които наследниците не са по-добри и по-подходящи от родителите си.

3. Експериментални данни, изследвания и резултати

Входните данни за решаване на задачата в настоящия случай са представени в табличен вид, използвайки широко разпространената среда за създаване и обработка на електронни таблици Excel.

GeneHunter решава проблема на търговския пътник, като минимизира стойността на общата дължина на пътя през тази обиколка чрез смяна подредбата на градовете. На всеки град предварително се присвоява пореден номер от 1 до N, където N е общият брой на градовете. За целите на настоящото изследване N=20.

Обиколката е представена като поредица от номера на градове.



Фиг. 2. Таблично и графично представяне на оптималния маршрут в Excel

Общата дължина на обиколката е изчислена на база разстоянията между всички градове, изобразени в отделна таблица. В примера се използва функцията Index на Excel за изчисляването на разстоянията между всяка двойка градове. Например:

$$(Index(Разстояние), град1, град2), \quad (1)$$

където Разстояния е таблица, включваща разстоянията между всички градове (фигура 3).

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.0	3.2	4.9	3.6	2.9	4.0	3.6	4.5	4.9	2.4	1.2	4.6	2.3	3.4	6.2	5.1	4.7	6.5	1.2	5.4
2	3.2	0.0	4.9	3.2	1.6	7.0	3.2	6.1	6.8	2.3	3.6	1.4	5.4	6.3	9.4	8.2	4.8	3.3	4.4	7.8
3	4.9	4.9	0.0	1.7	6.2	3.1	3.9	9.3	3.3	6.7	6.0	5.7	5.3	7.8	8.3	8.9	9.1	7.1	5.8	10.1
4	3.6	3.2	1.7	0.0	4.5	5.8	5.2	7.9	4.1	5.0	4.6	4.1	4.6	6.8	8.3	8.2	7.4	5.7	4.6	9.0
5	2.9	1.6	6.2	4.5	0.0	3.8	3.9	4.6	7.4	1.3	2.7	2.5	5.1	5.3	9.0	7.4	3.2	4.2	3.8	6.4
6	4.0	7.0	3.1	5.8	6.8	0.0	3.1	6.3	3.6	6.1	4.3	8.5	1.7	3.5	2.4	3.3	7.8	10.4	3.2	5.8
7	6.6	8.2	3.9	5.2	8.9	5.1	3.0	10.6	1.7	8.3	7.6	9.2	5.5	8.2	6.5	8.3	11.2	10.8	6.8	10.6
8	4.5	6.1	9.3	7.9	4.6	3.3	13.6	0.0	6.9	3.4	3.3	7.1	5.2	2.9	7.3	4.6	2.6	8.6	3.8	2.1
9	4.9	6.8	3.3	4.1	7.4	3.6	1.7	8.9	0.0	7.3	5.9	8.0	3.8	6.5	5.4	6.8	9.5	9.7	5.1	9.0
10	2.4	2.8	6.7	5.0	1.3	3.1	3.9	3.4	7.3	0.0	1.8	3.8	4.4	4.1	8.0	6.2	2.4	5.4	2.9	5.2
11	1.2	3.6	6.0	4.6	2.7	4.3	7.6	3.3	5.9	1.3	0.0	4.9	2.7	2.7	6.3	4.7	3.7	6.8	1.1	4.4
12	4.6	1.4	5.7	4.1	2.5	3.5	3.2	7.1	6.0	3.3	4.9	0.0	6.8	7.7	0.8	9.6	5.4	1.9	5.8	8.9
13	2.3	5.4	5.3	4.6	5.1	1.7	3.5	5.2	3.8	4.4	2.7	6.8	0.0	2.8	4.0	3.6	6.3	8.7	1.6	5.2
14	3.4	6.3	7.8	6.8	5.3	3.5	3.2	2.9	6.5	4.1	2.7	7.7	2.8	0.0	4.5	2.1	4.9	9.5	2.2	2.4
15	6.2	9.4	8.3	8.3	9.0	2.4	3.5	7.3	5.4	8.0	6.3	10.8	4.0	4.5	0.0	3.0	9.3	12.7	5.2	6.1
16	5.1	8.2	8.9	8.2	7.4	3.3	3.3	4.6	6.8	6.2	4.7	9.6	3.6	2.1	3.0	0.0	6.9	11.5	3.9	3.2
17	4.7	4.8	9.1	7.4	3.2	7.8	11.2	2.6	5.5	2.4	3.7	5.4	6.3	4.9	9.3	6.9	0.0	6.5	4.7	4.7
18	6.5	3.3	7.1	5.7	4.2	13.4	13.8	8.6	5.7	5.4	6.8	1.9	8.7	9.5	2.7	11.5	6.5	0.0	7.6	10.6
19	1.2	4.4	5.8	4.6	3.8	3.2	3.8	3.8	5.1	2.3	1.7	5.8	1.6	2.2	5.2	3.9	4.7	7.6	0.0	4.4
20	5.4	7.8	10.1	9.0	6.4	5.8	13.6	2.1	5.0	5.2	4.4	8.9	5.2	2.4	6.1	3.2	4.7	10.6	4.4	0.0

Фиг. 3. Таблица Разстояния

След като разстоянията между всички двойки градове са изчислени (разстоянието между последния и първия град също е необходимо да бъде изчислено, за да бъде завършена цялостната обиколка на градовете), разстоянието на цялата обиколка, включваща всички градове, представлява целевата функция, стойността на която ще се минимизира.

Важен момент при избора на правилните параметри на генетичния алгоритъм GeneHunter е използването на изброим тип хромозоми, тъй като могат да имат много гъвкава дължина и размер на азбуката. Хромозомите са съставени от уникални гени. Избирането на уникални гени в този случай е подходящо поради факта, че всеки град е необходимо да бъде посетен само веднъж по време на обиколката, без да се налага да се минава повторно през него. Функцията на генетичния алгоритъм е да намери оптималният ред на тези стойности първоначално поставени в хромозомата.

Влиянията на параметрите най-общо могат да се обобщят като:

Population size: Ако този параметър е настроен твърде слабо, т.е. с ниска стойност, то няма да има достатъчно разнообразие от индивиди за решаването на поставената задача. Ако от своя страна индивидите са твърде много, то намирането на правилното решение ще отнеме повече време, т.к. целевата функция ще бъде изчислявана за всеки индивид във всяко едно поколение.

Crossover rate: това е параметър, показващ каква е вероятността да бъде приложен този crossover оператор върху някоя хромозома в процеса на размножаване.

Mutation rate: това е коефициент, показващ каква е вероятността да бъде приложен този оператор върху някоя хромозома в процеса на размножаване.

Generation gap: желателно е понякога индивидите да живеят по-дълго от обикновено и да продължат своето съществуване и в следващото поколение. Това е в сила единствено ако тези индивиди са най-подходящите и най-приспособими от тяхното поколение. Точно процесът на възпрепятстване на индивидите да продължават своето съществуване и в следващото поколение се нарича generation gap. При условие че elitism е във включено състояние, то тези индивиди, които са изпратени директно в следващото поколение, ще бъдат винаги най-подходящите и най-приспособими индивиди. С настройката на този т.нар. прозорец на поколението ще се осигури възможност само един или два индивида да преминават в следващото поколение.

Elitism: Този показател е желателно почти винаги да бъде включен, с което най-желаните генетични показатели са на разположение за процеса на размножаване в следващото поколение.

След серия експериментални опити в табличен вид са представени параметрите на генетичния алгоритъм, с които са постигнати оптималните резултати. За всеки отделен параметър е извършена серия от над 50 опита.

Таблица 1. Изследване влиянието на размера на Популацията

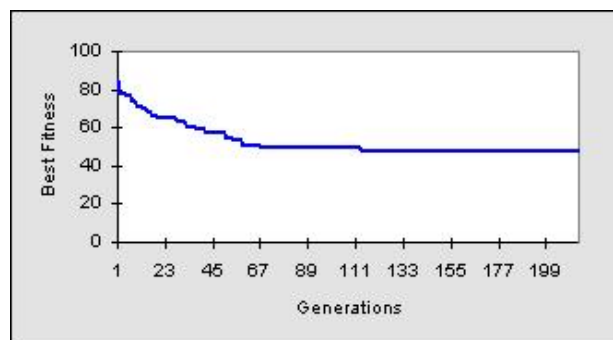
Кросовър - 0.9			
Мутация - 0.01			
Размер на популацията N	Време (сек.)	Брой генерации	Целева ф-я (разстояние)
100	19	273	46,74
110	17	387	46,76
120	12	268	46,74
130	13	259	47,84
140	11	217	46,74
150	12	213	46,76
160	24	428	46,74
170	13	227	46,74
180	25	394	46,74
190	21	291	46,76
200	17	224	46,76

Таблица 2. Изследване влиянието на параметъра Кросовър

Размер на популацията N - 140			
Мутация - 0.01			
Кросовър	Време (сек.)	Брой генерации	Целева ф-я (разстояние)
0,6	17	321	48,74
0,7	15	278	47,76
0,8	12	255	46,76
0,85	13	272	46,74
0,9	11	217	46,74
0,95	13	264	46,76
0,99	17	298	46,76

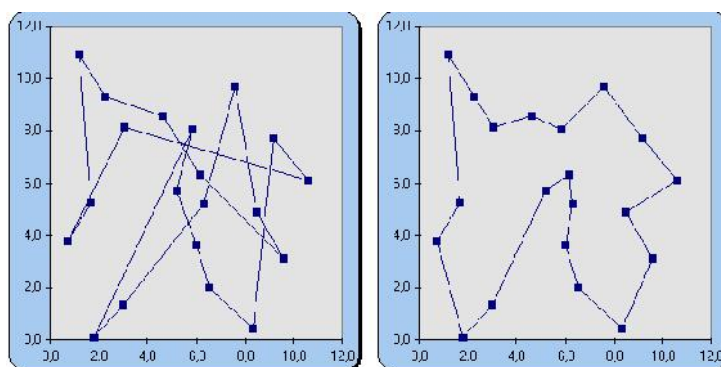
Таблица 3. Изследване влиянието на параметъра Мутация

Размер на популацията N - 140			
Кросовър - 0.9			
Мутация	Време (сек.)	Брой генерации	Целева ф-я (разстояние)
0,003	19	322	58,82
0,007	21	364	50,08
0,085	15	298	47,76
0,01	11	217	46,74
0,02	25	304	55,78



Фиг. 4. Изчисляване на най-добрата стойност на целевата функция в зависимост от броя на поколенията

На фигура 5 е представена работата на алгоритъма в началото и в края на оптимизационния процес.



Фиг. 5. Работата на алгоритъма в началото и в края на оптимизационния процес.

От проведените експериментални изследвания са направени следните изводи: За да бъде реализиран оптималният маршрут на задачата за Търговския пътник, размерът на популацията трябва да бъде съобразен с N , т.е. броя градове, които трябва да бъдат посетени. Съгласно настоящото изследване при $N = 20$, най-добри резултати се получават при:

- популация с размер 140 индивида;
- Кросовър - 0.9;
- Мутация -0.01.

Стратегията на селекцията трябва да бъде "elitist". Броят на „елитните“ индивиди се определя по формулата:

$$\text{брой елитни индивиди} = (1.0 - \text{generation gap}) * \text{Population Size} \quad (2)$$

Вследствие направените изследвания се установи, че една от най-важните задачи е настройката на параметрите на генетичният алгоритъм GeneHunter. Това е необходимо, за да се намери разумна среда за работа на генетичния алгоритъм и намиране на добро решение за специфичният проблем, върху който се работи. За целта може да се оформи една ниска и една висока граница за тези параметри, която може да помогне при търсене на най-добрия индивид:

- Степен на кръстосване – този параметър е необходимо да бъде настройван с високи стойности, около 80% - 95%. В конкретната задача отлични резултати се получават при степен на кръстосване 90%.

- Степен на мутация – за разлика от степента на кръстосване, този параметър е необходимо да бъде настройван с изключително ниски стойности, като например 0,5% - 1%.

- Размер на популацията – много големият размер на популацията обикновено не подобрява изпълнението на задачата (бързина на намирането и на решение). Добър размер на популацията е в границите 100-200.

- Елитизъм – използването на този допълнителен генетичен оператор спомага за запазване на най-добрия или най-добрите индивиди за следващото поколение непроменен, с цел получаване на по-добри резултати. Ако този оператор не бъде използван, има голяма вероятност най-добрият индивид да бъде загубен.

- Целевата функция – най-важният момент при формиране на правилен подход за постигане на оптимално решение е индивидуално за всяка задача. Тази функция, позната още и като адаптивна или оценъчна функция, трябва да бъде адекватна на задачата, т.е. за постигането на успешно търсене е необходимо да се разпредели значението на функцията, което съвпада с разпределянето на реалната пригодност на достигнатото решение (не винаги годността на решението е еквивалентно на оценката от целевата функция). Целевата функция трябва да изисква минимум ресурси, т.к. е най-често използваният детайл на алгоритъма. Това има пряко отношение и съществено влияние върху бързодействието му.

4. Заключение

От анализа на работата на генетичният алгоритъм, както и приложението му върху конкретния проблем, могат да се обобщят следните предимства и недостатъци на GeneHunter:

- GeneHunter търси в множество от точки, а не единствена точка.
- Използва се информация за самия обект, а не производни или приблизителна информация.
- GeneHunter е изключително универсален по отношение на използването на генетичните оператори селекция, кросовър и мутация. Едни и същи схеми на тези оператори могат да се приложат в различни алгоритми.
- Главно предимство на GeneHunter е неговият паралелизъм. Осъществява се търсене в пространство с повече индивиди. По-малко вероятно е да попаднат в локален екстремум за разлика от другите методи.
- Лесен за прилагане, но при добре подбрана целева функция и параметри на еволюционния процес.
- Интуитивен, лесен и универсален потребителски интерфейс на програмата като допълнителен модул на MS Excel.
- Пълна съвместимост с познатите функции и възможности на електронната таблица.
- GeneHunter предлага широк набор от възможности за настройка на генетичните оператори, параметри, граници и ограничения, свързани с изпълняване изискванията на целевата функция за разглежданата проблематика.
- Недостатък е изчислителното време. GeneHunter може да бъде по-бавен от другите методи. За целта трябва да са подбрани няколко критерия за прекратяване на еволюционния процес, а именно праг на целевата функция, брой генерации и др.
- Тъй като GeneHunter използва стохастичност, то за да се определи неговата ефективност, той трябва да се стартира няколко пъти с една и съща генетична схема на еволюционния процес и чак след това да се анализират резултатите.

Литература

[1].F. Greco, “Travelling Salesman Problem”, In – the, Croatia, 2008

- [2]. K. Bryant, A. Benjamin, "Genetic Algorithms and the Traveling Salesman Problem", Harley Mudd College, 2000
- [3]. M. Gen, R. Cheng, "Genetic Algorithms and Engineering Design", Ashikaga, Japan, A Wiley – Interscience Publication, 1997
- [4]. http://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_algorithm
- [5]. http://en.wikipedia.org/wiki/Travelling_salesman_problem
- [6]. <http://www.obitko.com/tutorials/genetic-algorithms/>

За контакти:

ас. Сузан Ч. Мустафа,
 гл. ас. Антоанета И. Иванова
 катедра „Компютърни науки и технологии”
 Технически университет - Варна
 E-mail: suzan.chetanova@abv.bg,
antoaneta_ii@yahoo.com



МОДЕЛИРАНЕ НА ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОСНАБДИТЕЛНАТА СИСТЕМА НА ОБЕКТИ, В СРЕДАТА НА *LabVIEW*

Пламен В. Парушев

Резюме: В статията се разглежда приложение на графичния език *LabVIEW* при моделиране на процеси в електроснабдителната система на консуматори на електрическа енергия. Изследвано е влиянието на мощен индукционен тиглов агрегат върху коефициента на несиметрията на електрическите токове в електрическата мрежа. Направено е динамично симетриране и са дадени резултати при използване на модифицирана схема на Щайнмец. Показана е възможност за снемане и обработка на данни от реални обекти.

Ключови думи: моделиране, електроснабдителна система, *LabVIEW*, динамично симетриране.

THE PROCESSES MODELING OF THE POWER SUPPLY SYSTEM OF OBJECTS USING LABVIEW

Plamen V. Parushev

Abstract: This paper considers the use of *LabVIEW* graphical language for modeling of processes in the power supply system caused by electrical loads. It is studied the influence of a powerful induction aggregate on the coefficient of asymmetry of electrical currents into the grid. It's done a dynamic balance and the results are given by using a modified scheme of Steinmetz. It is shown the possibility to capture and process data of real objects.

Keywords: modeling, power supply system, *LabVIEW*, dynamic balance.

Въведение

Нормалното функциониране на електроснабдителната система (ЕСС) е от важно значение за потребителите на електрическа енергия. Това се свързва не само с възможността за доставяне на ел. енергия, но и тя да бъде с определено качество. Добиването на определена информация за ЕСС и изследване на влиянието върху нейните характеристики на определени фактори може да се извърши чрез математическо моделиране. На негова база, в практиката на научните изследвания широко се прилага симулацията на функционирането на даден обект в определена програмна среда.

В предлагания доклад се разглежда моделиране на поведението на ЕСС в средата на *LabVIEW*. Изследва се влиянието на индуктивен товар върху качеството на електрическата енергия и възможност за неговото подобряване.

1. Потребност от моделиране на процесите в ЕЕС с *LabVIEW*

Създаването на качествен модел в среда на *LabVIEW* дава големи възможности на изследователите:

а/ за изследване на влиянието на множество външни фактори върху показателите на качеството на електрическата енергия. То е комплексна характеристика и обхваща следните елементи: отклонение на честотата, отклонение на напрежението, бързи изменения на напрежението, несиметрия на напрежението, несинусоидалност на напрежението, краткотрайни спирания на напрежението, краткотрайни и продължителни прекъсвания. Налице е следната особеност: от една страна съществува потребност на консумация на

електрическа енергия с определено качество, а от друга наличието на потребители с определени характеристики, нелинейни елементи и електронни компоненти и др., работещи с дискретни сигнали и влошаващи качеството и [1];

б/ симулационните модели дават възможност за изследване на аварийните и други режими на обектите на изследване, които в реални условия на функциониране трудно или невъзможно е да се реализират [4];

в/ съществува възможност чрез симулационни модели да се изследва влиянието на системи за автоматика и компенсирщи филтри, техният подбор и оразмеряване, особено в динамичните режими на работа на ЕСС.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) представлява среда за разработване на приложения, подобно на C и BASIC, но използва графичен програмен език G. Притежава мощни библиотеки от функции, библиотеки за приемане, анализ, представяне и съхраняване на данни. Средата извършва обмен на информация с хардуер, поддържащ стандартите GPIB, VXI, PXI, RS-232, RS-485. Всички разработени модели са виртуални инструменти (ВИ). Те представляват фундаментална промяна от традиционните хардуерно ориентирани инструментални системи към софтуерно ориентирани, използващи компютърната мощ, продуктивност и възможности за визуализация. Докато при традиционните инструменти потребителите са ограничени от решенията на производителя, то при ВИ се създават инструменти, които отговарят точно на потребностите. Всеки от тях се състои от блок-диаграма и фронт-панел [3].

LabVIEW е подходяща среда, с помощта на която могат да се създават приложения. Графичното представяне на всички елементи и връзки между тях се отличава от обикновените езици за програмиране. LabVIEW функционира на компютри, работещи под управление на всички разпространени операционни системи. Има гъвкав интерфейс и е опростен за програмиране, както и добре пригоден за моделиране на процеси и създаване на приложения от общ инженерен характер. Измервателната система, съпътстваща изследванията, създадена в LabVIEW, притежава голяма гъвкавост при създаване на лабораторни прибори, поради създадените виртуални такива и с възможности лесно да се внесат при необходимост съответни изменения. Тя притежава библиотека от виртуални прибори за въвеждане/извеждане на данни, апаратни средства, програмни средства за анализ, съдържащи множество полезни функции, както за генериране, така и за обработка на сигнали, линейна алгебра и работа с масиви.

LabVIEW е особено подходяща при изследване на факторите, влияещи върху качеството на електрическата енергия и анализ на реализирани мерки за подобряването му.

2. Моделиране на процеси в ЕСС

Създаването на ВИ включва следния алгоритъм:

- създава се блоковата схема на обекта на моделиране;
- от библиотеката на фронтния панел чрез влачене се избират подходящи виртуални апарати и настройват по форма, цвят и обхват;
- в панела на връзките се създават допълнителни блокове за обработка на данните;
- избират се точките, в които ще се контролират интересующите ни процеси, като се съблюдават правилата за изграждане на електрически схеми [2].

3. Моделиране на ЕСС на индукционна пещ

Важен проблем при този тип обекти е нарушаване на симетрията на токовете и напреженията в хранящата електрическа мрежа, влошаване на параметрите на качеството

на електрическата енергия, както и избор на подходящи начини и средства за симетриране. Обект на изследване е ЕСС на индукционна пещ за топене на цветни метали с мощност 175 kW и вместимост за 800 кг метал. За целите на моделирането и обработката на сигналите е използвана схемата от фигура 1.

Тук е предложено съвременно техническо решение за изследване, посредством използването на идеята на класическата схема на симетриране на Щайнмец, адаптирана към реалния обект.

За правилната работа на схемата е необходимо напрежението на захранване да е симетрично, собственият коефициент на мощност $\cos \varphi$ да е доведен до единица.

Работата на схемата на Щайнмец е ефективна при динамично изменение на товара. За целта е необходимо в произволен момент на време да се изпълнят следните съотношения

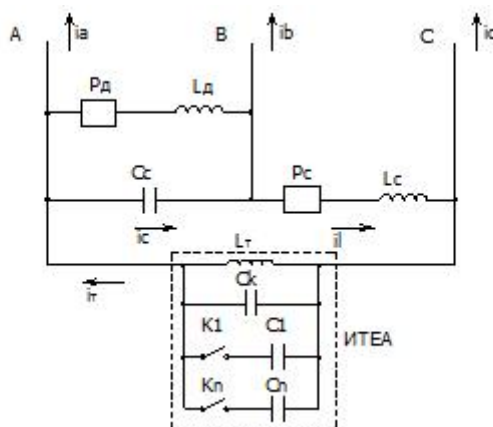
$$\begin{aligned} P_{ab}(t) + P_{bc}(t) + P_{ca}(t) + P_{sim}(t) &= const, \\ |\Delta Q_c| &= |\Delta Q_L| = |\Delta P / \sqrt{3}|, \\ Q_{ab} + Q_{bc} + Q_{ca} &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

където: $P_{ab}(t), P_{bc}(t), P_{ca}(t)$ - моментни мощности между фазите АВ, ВА и СА, [kW];

P_{sim} - моментна мощност на симетриране, [kW];

Q_{ab}, Q_{bc}, Q_{ca} - реактивни мощности между фазите АВ, ВС и СА, [kVar];

$$\begin{aligned} \Delta Q_c &= Q_{c \max} - Q_{c \min}; \\ \Delta Q_L &= Q_{L \max} - Q_{L \min}; \\ \Delta P &= P_{\max} - P_{\min}. \end{aligned} \quad (2)$$



Фиг. 1. Схема на динамично изменящ се електрически товар

На фигура 1 е показана предложената схема на динамично изменящ се електрически товар. Тук ΔQ_{Lc} се регулира чрез регулатор P_c , а ΔQ_{Cc} се изменя с помощта на паралелно включване на ΔQ_{Ld} чрез R_d .

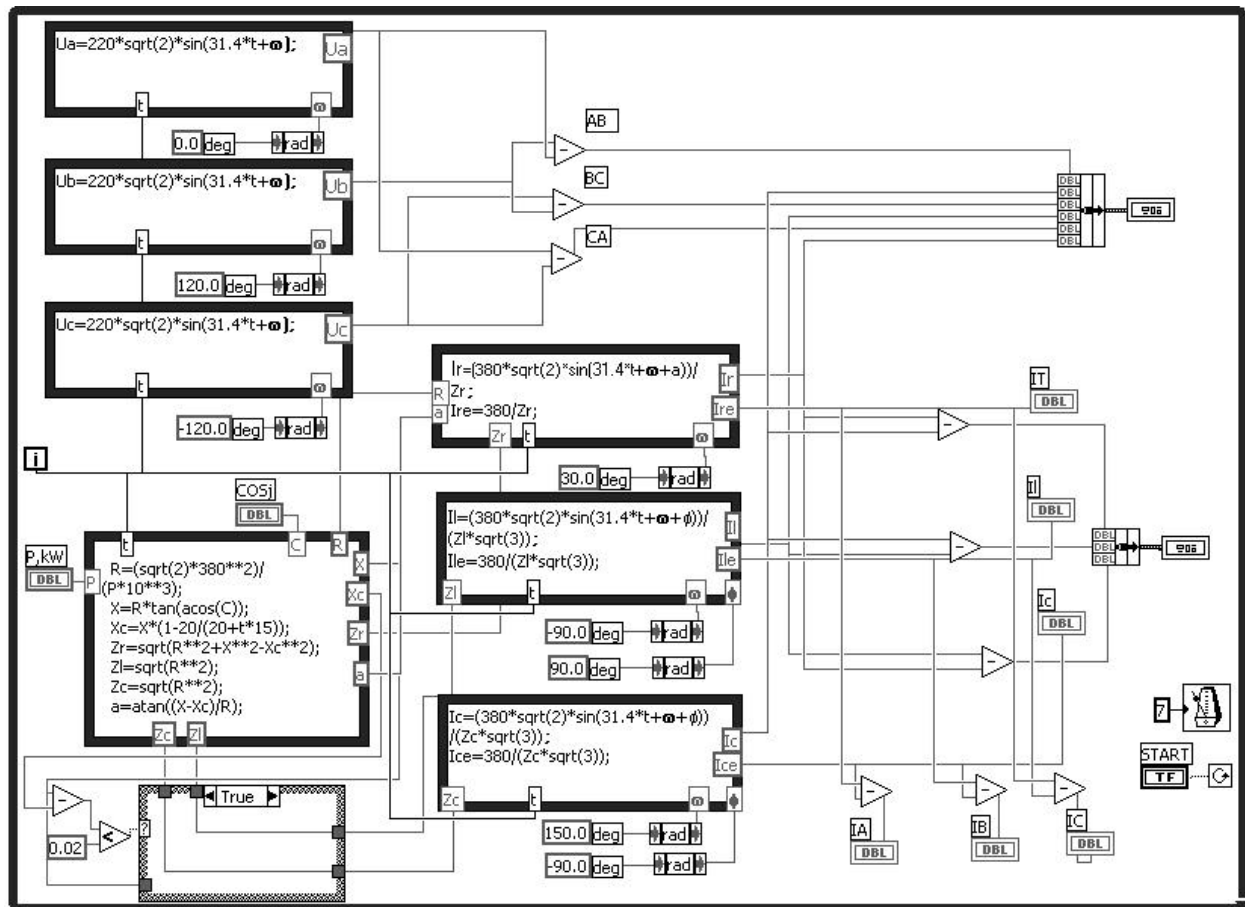
Логическите връзки между елементите са изпълнени в панел Diagram.

Всички елементи на схемата са създадени в един цикъл While Loop на менюто Structures на Functions Palette. Чрез бутон START се управлява цикъла, а с помощта на блока Wait Until Next ms Multiple от меню Time&Dialog на палета Functions Palette се управлява времето на закъснение.

Моделите на фазните напрежения на захранване са създадени с помощта на структура Formula Node от меню Functions Palette (фигура 2). В тези блокове са записани уравненията

на напреженията. Входи «t» получават сигнал от брояча «i», обхващащ цикъл While Loop. Входи «ω» са създадени за моделиране на изместване по фаза на функции. Към тях се подава информация за константи, равни съответно на 0°, 120°, -120°, преобразувани с помощта на блока  в радиани. На входи «Ua», «Ub», «Uc» се получават резултатите от извършените изчисления. Чрез блока за изваждане от меню Numeric на палета Functions Palette са моделирани линейните напрежения, подавани на вход Waveform Chart, предварително обработени с помощта на Bundle от меню Cluster на Functions Palette.

Токът на товара (електрическа пещ) е първи блок. На входовете му «R», «Zr», «t», «a» се подава информация от блока за начално изчисляване на параметрите (фигура 2) и от брояча на цикъла. Вход «ω» се използва за задание на ъгъла на изместване на фазите. Изходът «Ir» е включен към Waveform Chart и блока за изваждане, откъдето се получават токовете на фазите. Изход «Ir» е включен към аналогов амперметър от меню Numeric на палета Controls Palette и към блока за изваждане, изчисляващ фазния ток.

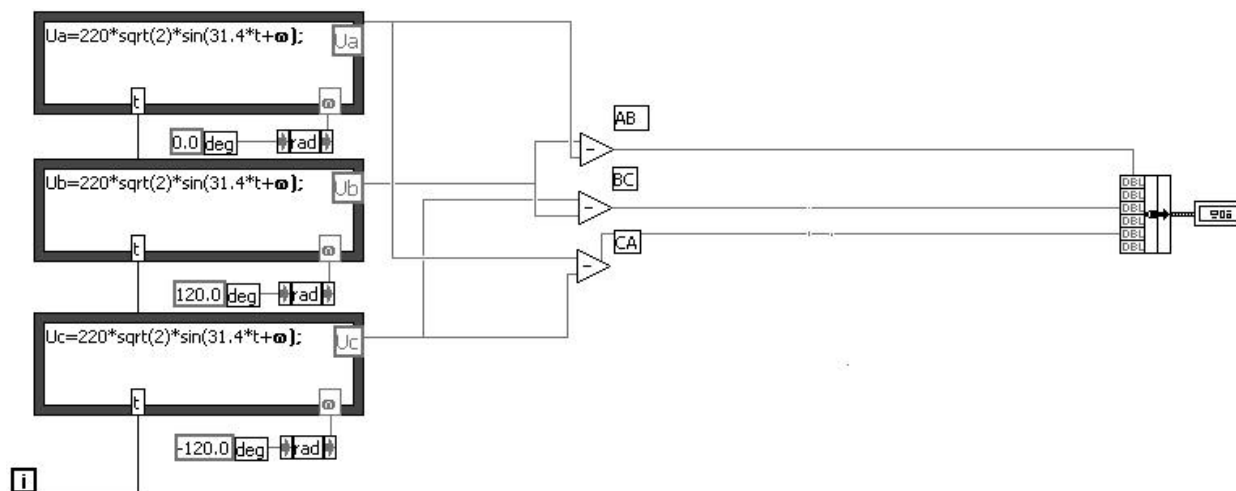


Фиг. 2. Блок-диаграма на ВИ

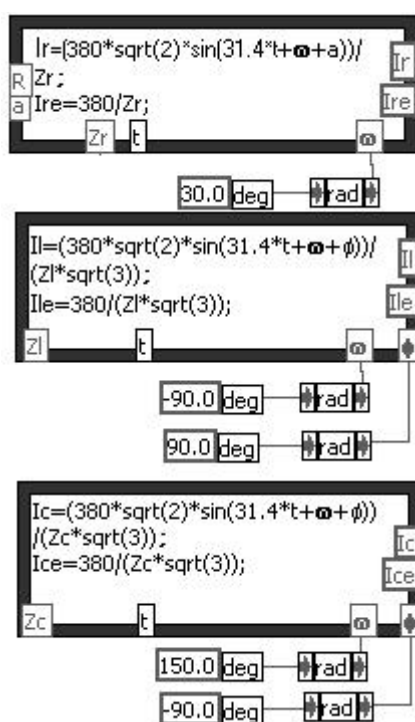
Вторият блок представлява токът на симетриращата индуктивност, която има входи «Zl», «t», «ω» и «φ». Вход «φ» моделира индуктивния характер на тока. Изходите «Il», «Ile» са свързани аналогично на първия блок.

С помощта на третия блок се моделира токът на симетриращия кондензатор. Той има входи «Zc», «t», «ω» и «φ», които са подобни на вече споменатите, при това вход «φ» се използва за моделиране на кондензаторната компонента на тока. Изходите «Ic» и «Ice» се съединяват аналогично.

Блокът за изчисляване на началните напрежения (фигура 3) е също така от Formula Node от Functions Palette.



Фиг. 3. Блокове за изчисляване на началните напрежения



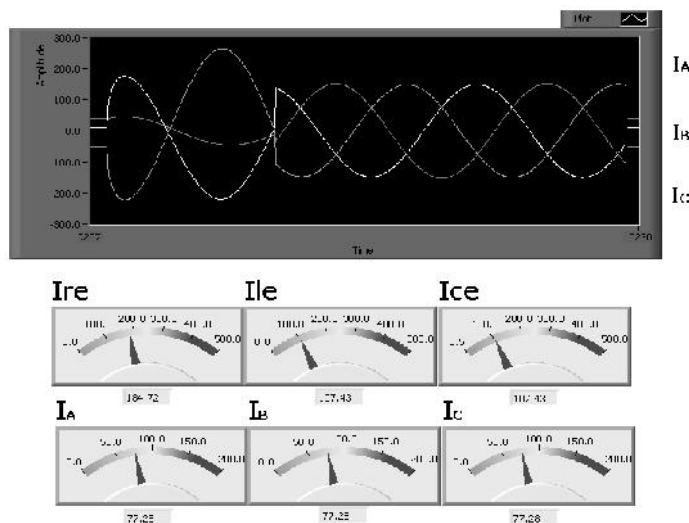
Фиг. 4. Блок за изчисляване на линейните токове

При подаване на сигнал «true» бутон START започва цикъл, чийто брояч «i» започва да подава сигнали към входовете на блоковете на напрежение и токове. Изчисляват се напреженията и се подават към Waveform Chart.

В блока за изчисление на параметри постъпват зададените стойности на активна мощност и фактора на мощност. След извършване на необходимите изчисления от изходите на блока, данните се подават на входовете на блоковете за моделиране на токовете.

Изходи «Zl» и «Zc» подават сигнали към блока Case, управляван по условие $(X - X_c) < 0.02$. Това се извършва, за да се завърши пълната компенсация на естествения $\cos \phi$ на пещта. При изпълнение на това условие блок Case позволява да се подадат параметрите, съответстващи на пълната компенсация на фактора на мощност, към блоковете, които моделират симетриращите елементи.

Блокът на тока на пещта получава данни от блока за изчисление на параметрите. Съществен параметър на този блок е променливата «а», съответстваща на ъгъла на фазовото изместване, предизвикано от индуктивния товар. Изчисляват се моментната и ефективната стойности на тока и се подават съответно към Waveform Chart и към аналоговия амперметър.

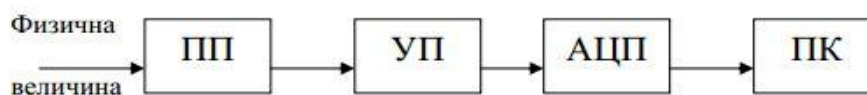


Фиг.5. Блок за визуализация на процесите

Създаденият модел за симулация позволява да се визуализират процесите на симетриране на еднофазен електрически товар, включен между фази А и С, както и да се демонстрират нормалните и аварийни режими на работа на изследваната ЕСС. Симулационният модел позволява ефективен анализ и оптимизация на различни методи за управление, избор на параметри на реактивните елементи за симетриране и изследване на въздействието им върху показателите на качеството на електрическата енергия.

В началния участък на фигура 5 се вижда голяма асиметрия на токовете на мрежата по фази. През този интервал от време, след анализ, се взема управляващо решение за включване на алгоритъма за симетриране и подаване на информация на регулаторите Рд и Рс. В резултат се получава преразпределение на мощностите и симетриране на линейните токове. Това се вижда на втората част на фигура 5.

При свързване на LabVIEW с реална ЕСС се използва компютърна система за набиране на данни, фигура 6, позволяваща и тяхната цифрова обработка.



Фиг. 6.

Тя се състои от: ПП – първичен преобразувател (датчици за напрежение и ток), УП и АЦП – унифициращ преобразувател и аналого цифров преобразувател - DAQ (DAQ – Data Acquisition – усвояване на данни) карта, ПК - Преносим компютър и програмно осигуряване.

Изводи

1) LabVIEW предлага добри възможности за моделиране и изследване на процеси, свързани с качеството на електрическата енергия в ЕСС. Не изисква от потребителя специална подготовка по програмиране. Чрез избор на виртуални прибори и подходящи

блок-диаграми се провежда симулация на процесите. Има добри възможности за обработка на сигналите и онагледяване.

2) Резултатите от проведеното моделиране и изследване на индукционна пещ показват, че при динамичната компенсация е постигнат коефициент на несиметрия 0,2%, което е удовлетворително за този клас обекти.

Литература

- [1]. Парушев П.В., В. Чиков, В. Гюров, Р. Василев, Н. Македонски, Изследване показателите на качеството на електрическата енергия в условията на несиметрично и нелинейно натоварване, Годишник на ТУ-София, том 63, книга 6, 2013г., ISSN:1311 - 0829, V-та конференция на Електротехнически факултет „ЕФ 2013“, 2-5 Септември 2013г., Созопол, България, с.219-227.
- [2]. Парушев П.В., Джагаров Н.Ф., Модель системы симметрирования токов в среде Labview. Научные труды Международной научно-технической конференции «Энергетика глазами молодежи», 21-25 ноября 2011, Самара, Россия, Том 3,. ISBN 978-5-7964-1475-0. с.326-331
- [3]. Тревис Дж.,Кринг Дж., LabVIEW для всех, М. 2011
- [4]. Генов, Д., Моделиране и оптимизация на производствени процеси, ТУ-Варна, 2000,с.192

За контакти:
гл. ас. Пламен В. Парушев
Катедра „Електроснабдяване и
електрообзавеждане”
Технически университет – Варна
e-mail: pvparushev@abv.bg



BLACK SEA MONITORING OCEANOGRAPHIC DATA BASE - STRUCTURED AND UNSTRUCTURED APPROACH

Asen Y. Stefanov, Eleonora R. Racheva

Abstract: Traditional data bases are highly structured, making them unsuited to comb through the huge volumes of random information generated through web visits, social media posts, blogs, etc. Unstructured data is information which does not fit well in the relational model. It is mostly text heavy, but can contain images, videos, e-mails etc. The problem is that this data is not well defined. The information needed is hidden beneath layers of duplicated information, needless words, misspelled names and other problems that make it expensive to store and difficult to parse. The real power comes from combining structured and unstructured data base solutions so that at a certain point this information can be transferred, for instance, into an established customer relationship management system. BgODC (Bulgarian Oceanographic Data Centre) has had hands-on experience in the still relatively new domain of unstructured data processing, and has helped scientists to combine structured and unstructured solutions to deepen their knowledge. Following is the case we are seeing today in BgODC.

Keywords: unstructured data, oceanographic data base

ОКЕАНОГРАФСКА БАЗА ДАННИ ЗА МОНИТОРИНГ НА ЧЕРНО МОРЕ – СТРУКТУРЕН И НЕСТРУКТУРЕН ПОДХОД

Асен Стефанов, Елеонора Рачева

Резюме: Традиционните бази данни са много добре структурирани, което ги прави неподходящи за организация на информация генерирана от уеб посещения, медийни постове, блогове и т.н. Неструктурираните данни не се вписват добре в релационния модел. В много от случаите, това е обемен текст, но също така изображения, видео файлове, електронни съобщения и др. Проблемът е, че този тип данни не са добре дефинирани. Необходимата информация е скрита между слоеве от дублираща се информация, излишък от думи, неправилно изписани имена и т.н., което затруднява нейното съхранение и интерпретиране. Комбинирането на средства за съхранение на структурирани и неструктурирани данни е мощен инструмент, позволяващ трансфер на неструктурната информация в даден момент към вече установена клиентска система за управление на данни. BgODC има натрупан опит в тази все още нова област на обработка на неструктурирана информация, който дава възможност на океанографите да комбинират структуриран и неструктуриран достъп до данни в своята изследователска работа. В настоящата статия се разглежда този практически опит на BgODC.

Ключови думи: неструктурирани данни, океанографска база данни

1. Introduction

The term “unstructured data” means different things in different contexts. [1] In the context of relational data base systems, it refers to data that can’t be stored in rows and columns. Here, unstructured data are understood to include e-mail files, word-processing text documents, PowerPoint presentations, JPEG and GIF image files, MPEG video files and etc. In the past there were two options to store unstructured data file in the data base [2]: either to store the file in the data base as a BLOB column, that was good for management but too bad for performance, or to keep the file in the file system and store a link in a data base- good for performance, bad for managing the files.

Now a completely new architecture inside the present Data base Management System (DBMS) for handling file or unstructured data is available. The system allows the files to be stored

in the operating file system, and keep them transactionally consistent with the data base while offering many possibilities to store file content such as images, audio, video, spreadsheets etc., side by side with other structured information.

For example, Oracle SecureFiles [3] represents the core infrastructure for managing unstructured content inside the Oracle data base 11g, for handling file or unstructured data. It features entirely new disk formats, network protocol, space management, redo and undo formats, buffer caching, and intelligent I/O subsystem. With SecureFiles, Oracle has perfected the use of the data base for storage of all enterprise data. SecureFiles is specifically engineered to deliver high performance for file data comparable to that of traditional file systems while retaining the advantages of the Oracle data base. SecureFiles offers the best-of-both- worlds architecture from both the data base and filesystem worlds for storing unstructured data.

MSSQL 2014 server also addressed this problem [4] with FILESTREAM option, which allows the files to be stored in the Windows file system, while keeping them transactionally consistent with the data base. What's more, those files can be searched using full-text search. The File Table, a new feature introduced since SQL 2008 brings support for the Windows file namespace and compatibility with Windows applications to the file data stored in MSSQL Server. FileTable allows the application to integrate its storage and data management components, and provides integrated SQL Server services - including full-text search and semantic search - over unstructured data and metadata. In other words, files and documents are stored in special tables in MSSQL Server called FileTables, but access from Windows applications as if they were stored in the file system, without making any changes to client applications. File Table enables non-transactional access to file data. This means the file table data can be accessed through SQL in a transactional way, as well as by the Windows APIs as if it was accessing a file object. File table basically converts SQL tables into folders which can be accessed through Windows explorer. The directory structure and the file attributes are stored into File Table as columns. Files can be bulk loaded, updated as well as managed in T-SQL like any other column. SQL Server also supports backup and restore job for this data.

New mechanism existing in the current DBMS brings support for the standard file namespace and compatibility with other applications to the file data stored in the DBMS (Fig. 1).



Fig. 1. Unstructured data - new approach

The paper proposes the ways an oceanographic application integrates its storage and data management components, and explain full-text search and semantic search over structured, unstructured data and its metadata.

2. Implementation

Today in the BgODC a large amount of oceanographic information is believed to be unstructured. Recent studies in content management systems[5, 6] have estimated that 85% of the corporate content is in the form of unstructured data that doesn't fit neatly into relational database

tables. As a result, the summary reports often lack key project data that might be relevant to decision making because for a complete picture of the project, you have to look at both structured and unstructured data (Fig. 2).

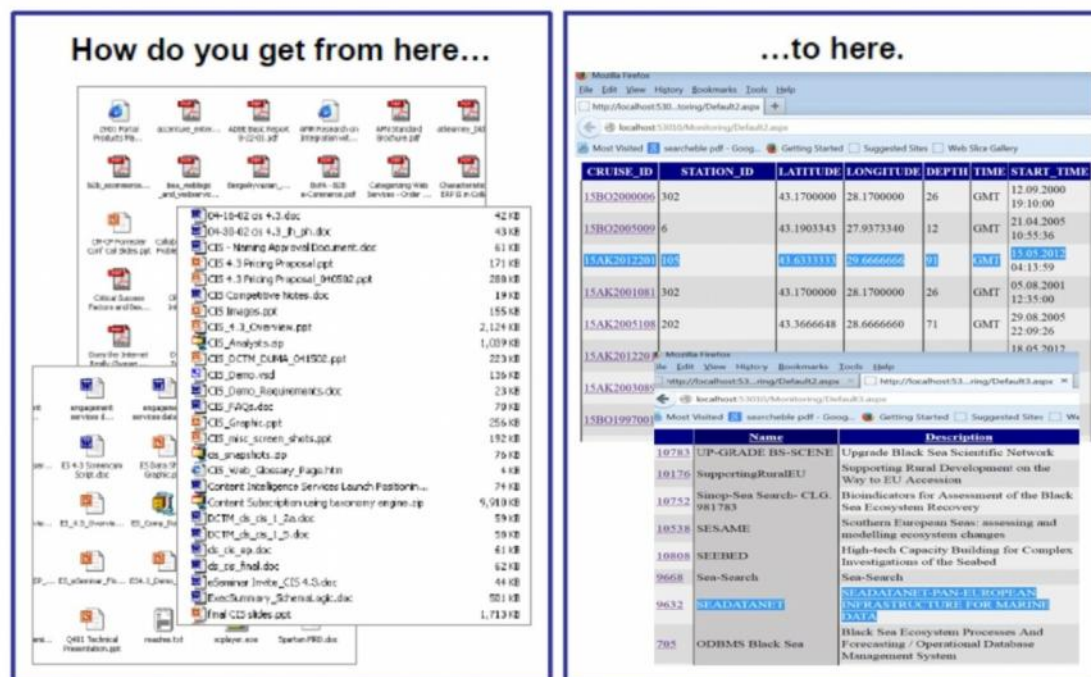


Fig. 2. The problem with unstructured data

Solutions using new methodology were developed in BgODC. Initially the sources and file types of unstructured information are identified – ship’s characteristics, cruise reports, project documentation, contracts, e-mail correspondence, cost sheets and etc. This is followed by:

- Classic design and creation of the tables in the data base for storing the structured information;
- Creation of file tables to store unstructured part of the data base;
- Fill in of the structure part of the data base with client software (Desktop client or Web based client);
- Fill in and maintenance of the contemporary state of the directories of the unstructured part of the data base by an operator using the traditional approach for work with files. Although not required (with the exception of graph and photo files and other binary files), to ease the search of necessary information it is desirable to fill meta-information (owner, description, etc.) for the files following certain scheme. The same is valid for the file names. Text information search scheme includes: search of names, meta-information and file content;
- To access the unstructured part of data base the common network share for local users is implemented as “virtual file share”, which can be open up just like any UNC and look at, add, remove, and modify files. To upload files through Internet a FTP portal is installed;
- To implement a combined approach in queries a set of drill-down reports from the structured parts of the data base are developed. These reports are used as search filters over unstructured part of the data base (Desktop client or Web based client);
- Each level of the hierarchy has its own security;
- Unstructured data for specific oceanographic topics are organized in a hierarchical directory structure, referred to as taxonomy. A taxonomy operates like a directory by providing a convenient, intuitive way to navigate and access information;
- A quantum improvement in search efficiency is gained by adding sufficient meta information to the files. This approach, often called “property selection”, allows users to locate and

retrieve information by taking advantage of available meta data by filtering and sorting on known meta data fields such as author, keywords, version etc. In this case the data base can be specified as semi-structured data base because the formats of these documents generally conform to a standard that offers the option of meta data. Meta data is easily stored in a relational data base management system (RDBMS). Although some files can not fit neatly into relational columns, their meta data can;

- Creation of combined queries to search the data base in its structured and/or unstructured part (Desktop client or Web based client).

System architecture using suggested new methodology is presented on Fig. 3.

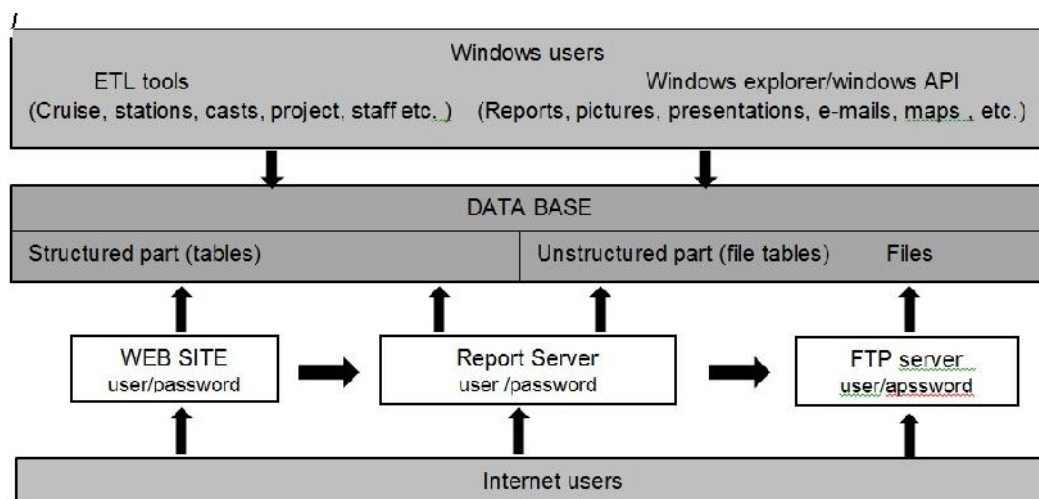


Fig. 3. System architecture for load – search – query processing

Full text queries implement search against text data in full text or indexes containing words or phrases, based on the rules of the language (English or Bulgarian). Full text queries can include simple words and phrases or several forms of a given word or phrase. Full text query returns list of all documents, containing at least one match. The match occurs when the text document contains all the conditions set in the query, and conforms to all other conditions of the search like distance between the matches etc.

3. Results

The new suggested methodology has been used for creation of data base for the Monitoring program -Contract number N2 0-33-18/12.06.2013 between the Ministry of Environment and Waters and the Institute of Oceanology-BAS, Varna. Data inventoried in the BgODC is to be used for the initial assessment of Black sea environmental conditions.

Both structured and unstructured data are physically stored on BgODC server in the data base along with the web portal for internet access [7]. Physical media for installation on another workstation is provided, as well.

Structure part consist of 6 tables:

- Table Cruises contain information about the performed cruises under the contract;
- Table Stations contain information about the different sampling at certain station and time;
- Table Stations_data contain information about all the measured values of the certain sampling;
- Table Stations_meta contain information about the stations – name, coordinates, depth etc.
- Table Profile_types contain information for the types of sampling (e.g. physics, chemistry, and biology);
- Table Our_types contain information about the measured values – codes, sample units etc.

Following [8] the taxonomical tree of the unstructured part of the data base starts hieratically with initial node Information about the Program (contract, correspondence, intermediate reports, final reports, followed by cruises implemented (cruise documentation – orders, crew lists, cruise summary reports). Then the information about the sampling stations within the cruise (sampling protocols, raw file data, pictures, video files etc.) is added.

Chosen technical prerequisites [9] for implementation are:

- MS SQL 2014 Express (free edition) with file stream option and reporting services enabled
- Windows OS
- IIS 7

An example of generated combined report is shown on Fig. 4

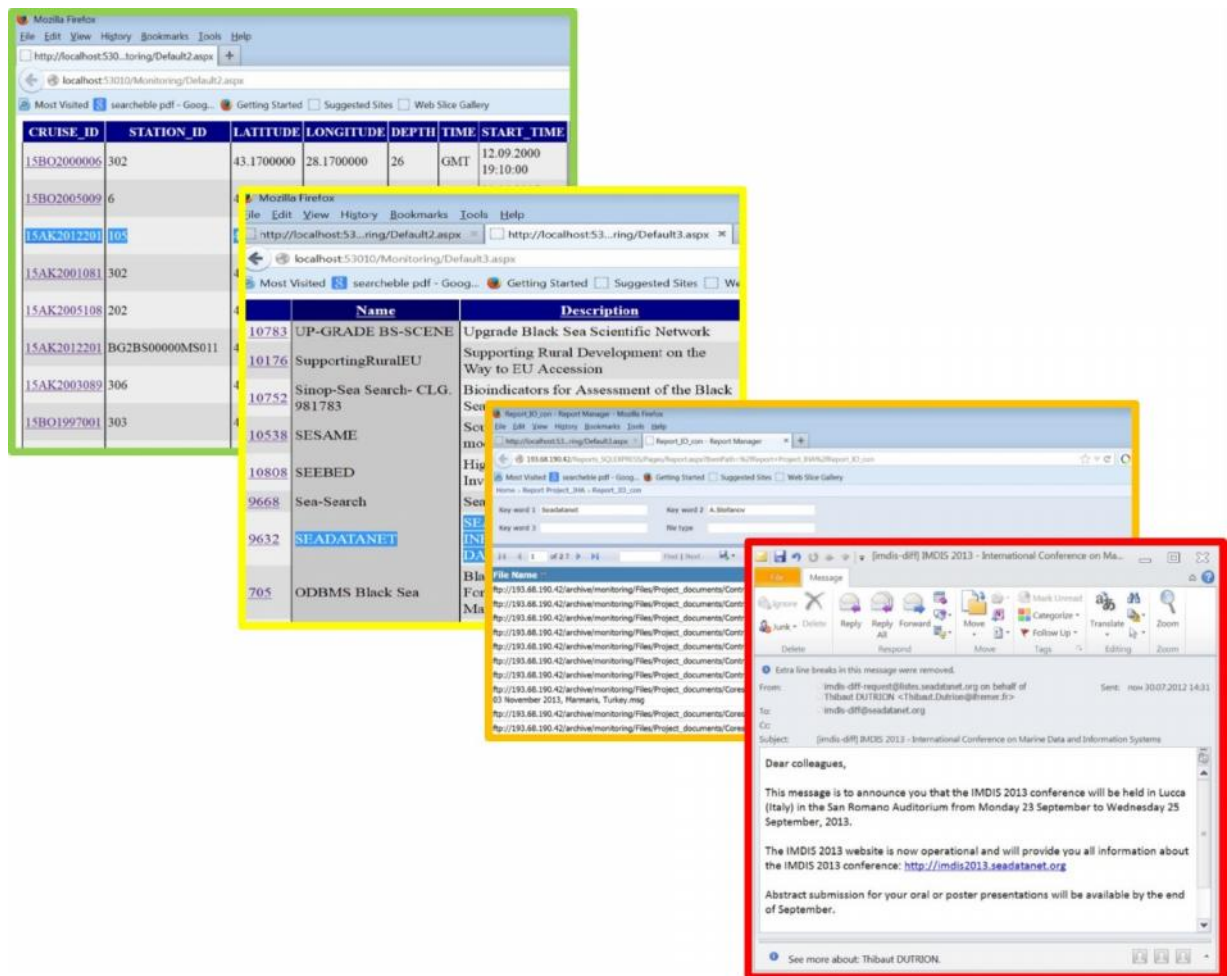


Fig. 4. Drill down Report (cruise – project – documents search)

Data is Web accessible at: <http://BgODC.io-bas.bg/monitoring/>. The access to the data base is password restricted.

4. Conclusions

In summary the full text searching is best done in the structured environment; however, it is necessary to read, integrate, and precondition the oceanographic unstructured data before it can be used for the purposes of analytics in the structured environment. The benefits of combining the structured and unstructured data are:

- All oceanographic information can be part of a data base transaction, freeing the application from the complexity of guaranteeing atomicity, read consistency and other backup and recovery requirements
- The unstructured data can be analyzed
- The unstructured text documents can be accessed by direct or indirect searches
- The unstructured data can be linked to structured oceanographic data and composite queries can be created
- At a certain point the saved in data base unstructured information can be transferred, for instance, into an established oceanographic relationship management system

Literature

- [1].Negash, S., Business Intelligence, Communications of the Association for Information Systems, 2004, Vol. 13, Article 15, (<http://aisel.aisnet.org/cais/vol13/iss1/15>)
- [2].Blumberg, R., S. Atre, The Problem with Unstructured Data, DM Review, 2003b, (<http://dmreview.com/master.cfm?NavID=55&EdID=6287>)
- [3].Oracle® Database SecureFiles and Large Objects Developer's Guide11g, Release 1 (11.1), 2012 (<http://www.oracle.com/us/corporate/accessibility/index.html>)
- [4].Introducing Microsoft SQL 2014, Technical overview, Microsoft Press, ISBN: 978-0-7356-8475-1,2014
- [5].Venkata R., Taxonomies, Categorization and Organizational Agility, Best Practices in Enterprise Knowledge Management, Volume II, October 2002, A Supplement to KMWorld, Vol 11, Issue 9
- [6].Winkle J. V., Maximizing the Value of Enterprise Information by Leveraging Best of Breed Search and Categorization Software, Best Practices in Enterprise Content Management, Vol. IV, A Supplement to KMWorld, March 2004, Vol. 13, Issue 3
- [7].Palazov, A., A. Stefanov, V. Marinova, V. Slabakova, Marine WebPortal as an interface between users and marine data and information sources, 2012, (http://presentations.copernicus.org/EGU2012-7083_presentation.pdf)
- [8].Henning, B, H. Kemper, Management Support with Structured and Unstructured Data-An Integrated Business Intelligence Framework, Information Systems Management, 2012, 25: 132–148, Taylor & Francis Group, LLC ISSN: 1058-0530 print/1934-8703
- [9].Inmon, W.H., K. Krishnan, Building unstructured data warehouse, Technics Publications, ISBN-13: 978-1-935504-04-7, 2011

Contacts:

Assoc. Prof. Dr. Asen Y. Stefanov
Institute of Oceanology-BAS, Varna
E-mail: a.stefanov@io-bas.bg

Eng. Eleonora R. Racheva, PhD student
Institute of Oceanology-BAS, Varna
E-mail: ainsteim@abv.bg

СЪЗДАВАНЕ НА ВХОДЕН ПОТОК ОТ ДАННИ ЗА СИМУЛАЦИЯ НА ДИНАМИКАТА НА ГОРСКИТЕ ПОЖАРИ

Борислав П. Юруков, Спартак Г. Алексов, Веселина Хр. Дългъчева, Нина В. Синягина

Резюме: В статията се дават насоки за създаване и актуализация на необходимите данни за топографията, горимите материали и метеорологичните условия за симулация на горските пожари. Софтуерът на ArcGIS ArcMap представлява инструмент, използван за подготовка на данни за получаване на формат използван от модела Fire Area Simulator (FARSITE) и за формиране на (LCP) файла. Предложени са сайтове за събиране на геопропространствени данни и друга необходима информация. Разгледани са особеностите на необходимите за модела параметри, характерни за Българските условия. Целта на изследването е създаване на инструменти, подпомагащи екипите при борба с горските пожари.

Ключови думи: FARSITE, моделиране на пожари, симулация на пожари, модели горими материали, ArcMap, географски информационни системи.

Developing of an input data stream to simulate the dynamics of forest fires

Borislav P. Yurukov, Spartak G. Aleksov, Veselina Hr. Dalgacheva, Nina V. Sinyagina

Abstract: In this article are provided guidance on creation and updating relevant data on topography, combustible materials, wind and weather conditions for the simulation of forest fires. ArcGIS ArcMap software is a tool used to prepare data to obtain the model format used by Fire Area Simulator (FARSITE) and formation of (LCP) file. In the article are proposed sites for collection of geospatial data and other relevant information. The paper discusses the parameters of the model that are typical for Bulgarian conditions. The aim of the study is to create tools that assist the teams in fighting forest fires.

Keywords: FARSITE, fire modeling, fire simulation, fuel models, ArcMap, geographic information systems

1. Увод

Моделите за симулиране на горски пожари могат да бъдат от голяма полза на ръководителите и екипите за борба с огъня при вземането на решения, за управлението и контрола над пожара. С тяхна помощ сравнително бързо могат да се оценят потенциалният размер или скорост на разпространение на пожара при актуалните и прогнозните полеви и климатични условия. Една от най-широко използваните системи за симулиране на горски пожари е *FARSITE* [1]. В процеса на симулация програмата използва както пространствени данни за топографията и горимите материали, така и данни описващи климатичните условия, посоката и силата на вятъра. Този софтуер обединява голям брой съществуващи модели, като низови, върхови, точкови, ускорени и други в двумерен модел описващ развитието на пожара. В момента се работи интензивно в областта на моделиране на динамиката на горските пожари. По-известни са следните:

- Модел на Ротърмел (Rothermel, 1972) описващ развитието на низови пожари. [2]
- Модел на Ван Уагнер (Van Wagner, 1977) определящ възможността за започване на върхови пожари. [3]
- Модел на Ротърмел (Rothermel, 1991) описващ развитието на върхови пожари [4], и
- Модел на Нелсън (Nelson, 2000) описващ влагата в горими материали [5].

Тези модели се използват от организации, занимаващи се с управление на земи и извличане на ползата от пожари за регулиране и контролиране на растителността и природата като цяло. *FARSITE* е предвиден да се ползва от тесен кръг специалисти, запознати с термините, отнасящи се до топография, горими материали, реагиране в ситуации на горски пожари, както и съответстващите и свързващите ги характеристики. Точността на входните данни е много важен фактор за прецизната работа на системата и вярното определяне на развитието на пожара в пространството и времето. Целта на статията е да се направи опит за представяне на всички характеристики и начините за получаването на входните данни на достъпен език. Ще бъдат представени вижданията на авторите за набирането на данни, без необходимост от допълнителни средства, специални познания и апаратура.

2. Особенности на входния поток от данни за системата FARSITE

За да се реализира процеса на симулация чрез системата FARSITE са необходими следните входни данни.

- Landscape (.LCP)
- Weather (.WTR)
- Wind (.WND)
- Adjustment Factors (.ADJ)
- Initial Fuel Moistures (.FMS)

За да се формира файла FARSITE Landscape (.LCP), са необходими следните масиви от данни:

- Горими материали
- Коронна покривка
- Надморска височина
- Изложение
- Наклон

Особеностите на релефа и растителната покривка в планинските райони играят важна роля при горските пожари. Разгледани са основните определящи черти на тези два рискови фактора в условията на силно насечения планински релеф на Югозападна България. Като пример може да се посочи речният басейн на Благоевградска Бистрица. Сходни морфохидрографски особености показват и речните басейни на другите големи леви притоци на река Струма по западните Рилски склонове – Рилска река и Влахина река.

Растителната покривка обуславя горимите материали и коронната покривка. Най-важни дървесни видове за България са: дъбове - 34,1% от площта на горите, бял бор – 14,9%; бук - 12,7%; черен бор - 8,3%; смърч - 4,1% и др. Това са основните пет дървесни вида, които изграждат нашите гори.

Таблица 1. Разпределение на горите според надморската височина

Височинен пояс	Надморска височина, m	% от горите
1.пояс на низините	До 200	13,1
2.хълмист пояс	201÷600	32,4
3.нископланински пояс	601÷1000	30,3
4.среднопланински пояс	1001÷1600	21,4
5.високопланински пояс	Над 1600	2,8

От таблица 1 се вижда, 13,1 % от горите са разположени до 200m надморска височина, т.е. те са в низините, 32,4% са в хълмистия пояс (200 до 600 m), а 75,8 % от горите са разположени в зоната до 1000 m. Трябва да се отбележи, че в зоната до 800 m, където

засушаванията се проявяват най-често, са разположени 60,6% от горите на България. Следва да се отбележи, че растителните пояси в планините в България имат значителни различия във флората и растителните съобщества в тях в сравнение с аналогичните им пояси в планините на Средна и Западна Европа. Особено съществени са екологичните различия - растителността в нашите планини е по-ксерофитна от тази в планините на споменатите европейски части. Не по-малки са и различията във видовия състав на растенията. В тази връзка трудно може да разглеждаме като еднотипни, например „иглолистния“ и „субалпийския“ пояс в Славянка, Рила и Пирин и др. с тези на европейските планини. В България главна роля в състава на тези пояси имат съобществата с термофилна и ксерофилна природа. Видовете черна мура, пенсова власатка, синя гъжва, балканския елимпсис не са познати в средно и западноевропейските планини. Подобни различия има и в останалите пояси и то не само като растителност, а и като релеф. Богатството и разнообразието на растителния потенциал на планините у нас са обусловени от особеностите на планинските масиви и разнообразието на екологичните условия в екологичните ниши в тях, произтичащо от разположението им в различни климатични области; изменението на климатичните условия с увеличаване на надморската височина; влиянието на релефа, основната скала, почвената покривка и др. върху условията на средата. Основната закономерност на растителността в планините в България е поясното разпределение на флората и растителните съобщества, което е резултат на изменението преди всичко на климатичните условия с увеличаване на надморската височина. За всички тях е характерно и отсъствието на алпийския пояс, както в най-високите части на Стара планина, Витоша, Родопите има елементи на алпийска растителност. [6]

Изложението е посоката, към която е обърнат склонът по отношение на слънцето. То определя колко топлина получава склона от слънцето, което от своя страна влияе на характера на растителността и от там на вида, количеството и овлажняването на горимите материали. В северното полукълбо южните склонове са по-пряко изложени на слънчевото греене и имат по-рядка и по-малко растителност, по-висока температура и по-ниска относителна влажност на въздуха. По тези причини по южните склонове запасът на горимите материали е по-малък, те са по-сухи и е по-вероятно по тях да възникват и се развият горски пожари отколкото по северните склонове.

За пренасяне на пожара по терена е необходимо да се получи едно предварително повишаване на температурата на горския масив до тази на възпламеняване. Лъчистата топлина се разпространява във всички посоки, но най-интензивна е по перпендикуляра на фронта на пламъка. Това означава, че наклона на терена влияе осезателно върху разпространението на пожара в направление на стръмнината на склона. [6]

Тези пет масива се представят като гريد-мрежа (grid themes) в програмата FARSITE и трябва да имат абсолютно еднакви размер, проекция и пространствен обхват. Използваната координатна система трябва да бъде проекционна, а не географска[7]. Данните за надморската, наклона и изложението могат да бъдат получени от грида с надморска височина: <http://glcf.umd.edu/data/srtm/> [8] За особеностите на растителната покривка са взети данни, характерни за цяла Европа (от CORINE Land Cover <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover> [9]), които са представени във вид на полигони и разделени по вид. Като първа стъпка се изрязва определения за изследване район, след което се обединяват поотделно до получаване на два полигона - за горимите материали и коронната покривка. Следващата стъпка е уеднаквяване на проекцията с тази от файла с надморската височина и накрая получените векторни файлове трябва да се преобразуват в файлове в ASCII формат. При експорта трябва да се направи съпоставка между номенклатурата на Corine и тази на Anderson[10], която всъщност използва изследвания модел.

3. Създаване на останалите файлове

След създаването на FARSITE Landscape (.LCP) файл, трябва да бъде извършена симулация на необходимите още поне четири файла описващи: времето, вятъра, влага на горимите материали.

3.1. Климатичния файл (Weather (.WTR) file) е текстов файл в ASCII формат е друг от необходимите за всяка симулация с FARSITE.

Климатичният файл съдържа дневните показания за температура и влажност на въздуха, както и информация за количеството на валежите. Тези данни далеч не са достатъчни да опишат голямата вариативност на времето (множеството промени, които настъпват), но е опит да се ограничи количеството необходима информация до практическо ниво, необходимо за симулация.

Валежите са неравномерно разпределени по територията на страната. Средногодишните валежи се изменят в широки граници - от 500-550 мм /Дунавската равнина и Горнотракийската низина/ до 1000-1400 мм във високопланинските райони.

Като обобщение може да се каже, че най-голяма е пожарната опасност между 10 часа сутрин и 5 следобед, когато температурата на въздуха е висока, относителната му влажност е ниска и ветровете са най-силни. Най-малка е пожарната опасност между 2 часа през нощта и 6 часа сутринта, относителната влажност на въздуха е най-висока, температурата му е най-ниска и ветровете са най-слаби.

За създаването на .WRT файла може да се използва всяка текстообработваща програма като Notepad или WordPad. Системата FARSITE също има вградени редактори за обработка на ASCII файлове. Климатичния файл може да бъде автоматично генериран чрез командата Input > Generate from Types (WTR/WND), след като се дефинират типовете на „климат/вятър”. Данните за настоящото изследване са взети от <http://bulgarian.wunderground.com/> [11]

Всички входни параметри във файла трябва да бъдат цели числа (integers). Всяка колона трябва да бъде отделена от предходната с интервал. Системата FARSITE допуска английски и метрични мерни единици, като техният тип се посочва чрез изписване в първи ред в .WND файла на текста „ENGLISH or METRIC”. Климатичният файл има следния формат:

Month Day Precip Hour1 Hour2 Temp1 Temp2 Humid1 Humid2 Elevation rt1 rt2

Този формат включва:

- Месец;
- Ден;
- Количество на валежите – това е дневното количество на валежите на квадратен сантиметър/инч;
- Час 1 – това е часът в който е измерена най-ниската температура през деня, във формат (0-24);
- Час 2 – часът, в който е измерена най-високата температура през деня;
- Temp1 е минималната, а Temp2 – максималната температура, измерена в Целзий или Фаренхайт
- Humid1 е минималната, а Humid2 – максималната влажност, измерена в проценти (0-99%);

- Надморска височина, измерена в метри или футове, не е задължително да бъде представена в същите мерни единици като грида на надморската височина, използван за генерирането на .LCP файла.
- Продължителност на валежите – тук да се показва периодът от време „начало” и „край”, през който са паднали валежите. Ако полетата се оставят празни – валежите се разпределят на 24 часа.

Информацията за температура и влажност във всеки файл се интерполира за часовете между максимума и минимума за всеки ден. Количеството на валежите се разпределя по равно за часовете в посочения интервал, през който е валидно. Може да бъдат подадени до 5 различни входни файла. Ако се използва информация от няколко метеорологични станции, трябва задължително да бъде подсигурано припокриване на датите във файловете или най-добре да бъде използван един и същ период от време във всеки поток от данни (файл).

3.2. Файл, описващ особеностите на вятъра. (The Wind (.WND) file).

Ветровете в България по посока, честота и скорост показват голямо разнообразие. Преобладаващи са ветровете от западната четвърт на хоризонта. Това се дължи на влиянието на господстващия през цялата година западно-източен атмосферен пренос. По долините на Струма и Места ветровете се преориентират, следвайки меридионалните посоки на техните долини.

Планинско - долинните ветрове са с ограничен климатичен ефект. Те са периодични ветрове, като през деня духат от полето към планината, а през нощта - обратно. Най-добре проявени са през топлото полугодие, когато условията за възникване на значителни термични контрасти са по-благоприятни. Положителен ефект от тяхната проява е подобряване качеството на замърсения въздух в промишлените райони, разположени в подножието на планините.

Тук важат същите изисквания за входните данни, както и при климатичния файл. Файлът има следната структура:

Month Day Hour Speed Direction Cloud Cover

Този формат включва:

- Месец;
- Ден;
- Час – в порядъка от 0 – 2359, (отразяващ най-близката минута в която са измерени данните);
- Скорост – това е или скоростта на вятъра на височина 20 фута измерена в mph (мили в час) или скоростта на вятъра на височина 10м измерена в km/h;
- Посоката – изчислява се в градуси по посока на часовниковата стрелка, започвайки от север (0-360), (integer). Ако посоката на вятъра е нагоре по наклона на терена, за посока се отбелязва “-1”, а ако е надолу “-2”.
- Облачна покривка се изразява в проценти, 0-100 (integer)

Промени във потока от данни за вятъра могат да се правят и след като е започнала симулацията. Това става или чрез редактиране на файла и последващото му зареждане или чрез използване на специалния редактор на вятъра вграден във FARSITE. Не е необходимо данните да са през определен интервал. Например може да се въведат данни през 10 минути след обяд и през 2 часа през нощта.

3.3. Следващият задължителен файл, отразява влагата, съдържаща се в горимите материали (Initial Fuel Moisture (.FMS) file).

Файлът има следната структура:

FuelMod 1Hour 10Hour 100Hour LiveH LiveW

Този формат включва:

- Fuel Model (1-256) – вид, описващ горимите материали:
 - получен от генерирания вече Landscape файл;
 - получен от файла за конвертиране.

Модели с номера от 1 до 13 трябва да съответстват на стандартните 13 модела дефинирани от Андерсън [10] (1982), тези между 90 и 219 да съответстват на разширените стандартни модели Scott and Burgan, [12]. Номерата между 14 и 89 са за специфични модели описани във файла за потребителските модели (.FMD file)

- Влагата за всяка категория се представя в проценти, като може да надхвърля 100.
- 1-Hour – това са горими материали състоящи се от нежива тревиста растителност и клончета с дебелина до четвърт инч (6.4 mm). Включва също и най-горния слой от листа или иглички на горската настилка.
- 10-Hour – горими материали състоящи се от неживи клони или стебла с дебелина от 1 до 3 инча с диаметър (2.5 to 7.6 cm) или слой горска настилка от $\frac{3}{4}$ до 4 инча (2 до 10 cm) под повърхността.
- 100-Hour – горими материали състоящи се от неживи стебла или трупи с дебелина от 3 до 8 инча с диаметър (7.6 до 20 cm) или слой горска настилка, който се намира подълбоко от 4 инча (10 cm) под повърхността.
- LiveH и LiveW е съкращение от английското "live woody" and "live herbaceous", което съответно означава – живи стеблени и живи тревисти, също както в *BehavePlus*. За разлика от неживите горими материали, влагата в живите остава постоянна по време на симулацията, освен ако не се промени ръчно.

3.4. Последният от задължителните входни ASCII файлове е този на Коригиращите (Регулиращите) фактори – Adjustment factors (.ADJ)

Коригиращите фактори отнасящи се до скоростта (степената на разпространение на пожара), позволяват на изследователя да настройва процеса на симулация, давайки експертна оценка на предишните симулации и на данните от предишни пожари.[13] Факторите са различни за всеки от моделите описващи горимите материали. За да се регулира степента на разпространение на пожара , коригиращите фактори се умножават по скоростта на разпространение за всеки от моделите горими материали. Например степента на разпространение на огъня за определен модел горим материал ще се намали наполовина, ако използваме коригиращ фактор 0,5. Съответно, ако искаме два пъти да ускорим скоростта на разпространение трябва да използваме фактор 2.

Коригиращите фактори променят единствено скоростта на разпространение на огъня за конкретна симулация. За да бъдат променени другите параметри описващи пожара (височина и интензивност на пламъка, отделена топлина и др.) трябва да се използва функцията за регулиране на потребителски модели, която на практика променя параметрите на моделите горими материали.

4. Заключение

Описаният начин за представяне на входните данни за симулация на динамиката на горските пожари чрез системата FARSITRE много удачно се прилага за изследвания на тези процеси в Българските условия. Резултатите от проведените експерименти потвърждават тяхната пригодност и ефективност.

Литература

- [1].<http://firelab.org>. Retrieved 2012-11-10.
- [2].Rothermel, R. C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. General Technical Report INT-115. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- [3].Van Wagner, C. E. 1977. Conditions for the start and spread of crown fire. Canadian Journal of Forest Research 7(1): 23-34.
- [4].Rothermel, R. C. 1991. Predicting behavior and size of crown fires in the Northern Rocky Mountains. Research Paper INT-438. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.
- [5].Nelson, R. M. 2000. Predictions of diurnal change in 10-h fuel stick moisture content. Canadian Journal of Forest Research 30: 1071-1087.
- [6].Еленков, Л., „Динамика на горските пожари“, изд. Вулкан 4, София, 2011 г.
- [7].Finney, M. A.; Andrews, P. L. 1999. *FARSITE*: Fire Area Simulator—a program for fire growth simulation. Fire Management Notes 59(2): 13-15.
- [8].<http://glcf.umd.edu/data/srtm/>. Retrieved 2013-10-10.
- [9].<http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>. Retrieved 2013-10-12.
- [10]. Anderson, Hal E. 1982. Aids to determining fuel models for estimating fire behavior. Gen. Tech. Rep. INT-122. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- [11]. <http://bulgarian.wunderground.com/personal-weather-station/dashboard?ID=IBLAGOEV13#history>. Retrieved 2013-11-10.
- [12]. Scott, J. H.; Burgan, R. E. 2005. Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model. General Technical Report RMRS-GTR-153. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- [13]. Stratton, R. D. 2009. Guidebook on LANDFIRE fuels data acquisition, critique, modification, maintenance, and model calibration. General Technical Report RMRS-GTR-220. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

За контакти:

ас. Веселина Дългъчева
Катедра „ГЕООС“

Югозападен Университет „Неофит Рилски“
E-mail: dalgacheva@swu.bg

WOUND SIZE MEASUREMENT AND 3D RECONSTRUCTION USING STRUCTURED LIGHT. GROUNDWORK AND ANALYSIS OF REQUIREMENTS

Borislav Banchev

Abstract: This paper aims to introduce an approach for determining wound size on human skin using a structured light, reference shape and a standard photo camera. The motivation for this approach is the necessity of an improved measurement and representation of the injuries. Determining the area and depth of wound is not an easy and the traditional mapping of image coordinates to real world coordinates is not accurate. On the other hand is very useful to generate a 3D model of the wound and its surrounding that would help to analyse it more sophisticated. The provided mechanism also gives some additional information in the image to narrow and smarten up the analysis.

Keywords: wound measurement, structured light, laser beam, DOE lens, 3D model

Измерване размера на наранявания и триизмерна реконструкция чрез структурирана светлина. Анализ на основните принципи и изисквания

Борислав Банчев

Резюме: Целта на настоящия доклад е да представи подход за намиране размера на нараняване върху човешка кожа с помощта на структурирана светлина, известна форма и стандартна камера. Мотивацията за този подход е нуждата от точни измервания и представяне на нараняването. Намирането на площ и дълбочина е трудно с традиционните подходи, а трансформирането на данните от изображението към реални размери е неточно. Тримерният модел също така може да помогне и за по-добрия последващ анализ на нараняването. Представеният в доклада подход дава също така възможност за по-лесен анализ, чрез насочвания за областта на интерес.

Ключови думи: измерване на нараняване, структурирана светлина, лазерен лъч, дифракционни оптични леци, триизмерен модел

1. Introduction

Correct measurement of superficial wounds is very important in the non-invasive wound assessment as it should provide the correct size along with the other relative information. Human skin wound heals with 0.2mm/day in diameter in granulation phase so finding the time elapsed from the injury requires precise measurement of the area and surrounding tissue [11], [8]. Using only a standard camera even if wound is correctly segmented could not give any clue what is the ratio to real world coordinates. The traditional planimetry mechanism of ruler next to it also could mislead the measurements and it is not very convenient. In most cases wounds are represented only by width and height [20] which does not give information about its actual area and shape. In this paper is represented a design of a system for measuring the superficial wounds on human skin using a reference marker near it. Using this technique and representing the wound as a polygon of image coordinates allows calculation of the wound area with a high precision. The main idea for the laser projection over the wound is to produce series of points and structured grid that would help determine the dimensional information of the captured area and from this data to construct the 3D surface area of the wound. The mapping between the camera's coordinates and the real world coordinates in addition to the 3D model would serve to make to most accurate measurement.

2. Existing solutions

The Silhouette is may be the closest project to the idea. It is a complete solution for wound assessment and documentation and it is paid [3]. The measurement is done using a specialized camera attached to a computer with a proper software. The main disadvantage here is the need of human assistance during contouring the wound and the required connection to a computer for the camera. The software included in the bundle is capable to calculate the wound parameters and to provide a 3D measurement which is the final goal of present paper as well.

The MAVIS II [14] is based on a stereoscopic capture of the wound and produces an accurate 3D model of it. Using such stereoscopic vision makes the self-calibration of camera possible. The equipment in MAVIS II is highly customized and is bundled with a specific software. The main goals of the MAVIS II project are: to measure wound dimensions without physical contact; to achieve a precision of about 5%; to make a portable and easy-to-use instrument; to make measurements rapidly. Those goals recap the goals of the paper as well.

3. Theoretical formulation

Structured light is very useful for acquiring dimensional information. It is based on a projection of a known light pattern (dots, grid or more complex shape) at a known angle onto an object and capturing this with a camera. The deformation of a pattern allows calculation of surface information. There are various ways of deploying this technique [18].

The setup proposed in this paper is basically consisted of camera and laser module with DOE's lens - Fig. 1. It is designed so to be easy portable and to be comfortable for everyday usage. It is important that the camera could be moved from room to room as patient could be temporary immobile. The laser is mounted on the top of the camera so it produces an almost perpendicular grid pattern on the surface. The focal plane is a part of the human body that is injured. The reference shape is a simple circle with known diameter. It is introduced as the laser grid expands proportional with the growth of working distance. The grid itself could not give any clue what is the ratio to real world coordinates. However the reference shape allows to calibrate pixel information to real world coordinates in 2D space. Of course there are problems as well with the proposed set. Photos should be taken in light room so the effect of laser glint in front of the camera to be minimized.

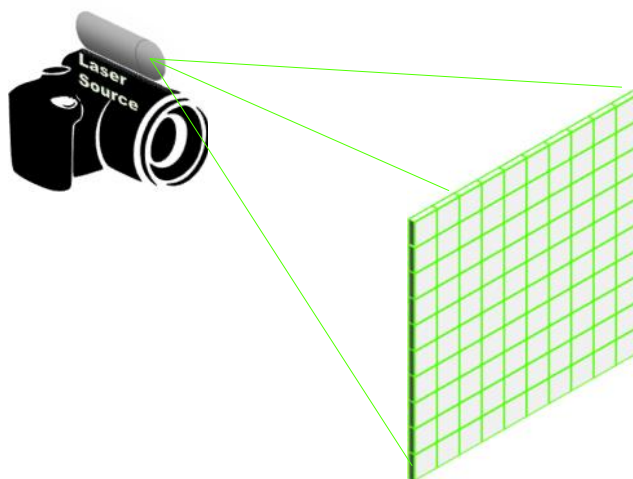


Fig. 1 Hardware equipment for acquiring 3D information

Laser beam

For medical researches the laser should meet several different requirements as health safety, wavelength, maximum power and power supply.

Currently the most popular laser technologies are the diode lasers and DPSS (Diode Pumped Solid State) lasers. Both technologies have advantages and disadvantages but as the diode laser is cheaper, more efficient and in most cases is preferable. OPSL (Optically Pumped Semiconductor Lasers) is relatively new technology and provides a wide range of wavelength and output power which makes it ideal for researches where different settings should be verified in prior.

The laser colour selection is important step for four main reasons – the intensity of the colour [16], the contrast with human skin colour, the contrast with wound and the wavelength since the diffractive optical element (DOE) lens parameters are dependent of the wavelength.

The human eye is mostly responsive to the light about 500nm [19]. For a photopic vision the eye sensitivity function $V(\lambda)$ is at maximum for 555nm wavelength. This makes the widespread 532nm green laser an ideal candidate for the laser as the emitted laser light is readily visible. The considerations about the contrast with human skin and wound is important because an easy separation of pattern is desired. Algorithms like edge detectors, line detectors or simple threshold could be used to segment the pattern and the background. Theory of complementary colours which states that such two colours placed to each other produce a strong contrast is also a basis for the selection. This theory makes the blue (445nm) and the green more suitable. The widespread red beam (605+nm) is not suitable at all as it overlaps the colour model of blood and the contrast with human skin is poor which makes it hard to segment. The colour selection also depends on the wound type and stage of healing. For necrotic tissues a green laser is not recommended as the contrast is reduced. The conversion from wavelength to RGB is based on the Dan Bruton's work [10]. In this paper for patterns and test is used the exact value for 532nm wavelength.

The pattern efficiency and uniformity depends on the beam profile. Uniformity is the intensity distribution over the whole pattern, so it is important to be as high as possible. For good quality Top-Hat beam shaper performance, the laser output should be Single Mode (TEM_{00}) with an $M^2 < 1.3$ (M^2 is a number that indicates the beam quality or the focusability of a laser beam [15]). Even if the M^2 is higher, it may still be possible to reduce its value by inserting a spatial filter in between the laser and the DOE lens component [13].

Safety

The main affected human organs by the laser beams are the skin and the eyes. The visible light of laser is focussed into a small spot on the retina and could lead to thermal or acoustic damage. The parameter 'maximum permissible exposure' (MPE) is the highest power or energy density (in W/cm^2 or J/cm^2) of a light source that is considered safe i.e. that has a negligible probability for creating damage. It is usually about 10% of the dose that has a 50% chance of creating damage under worst-case conditions [1]. The regulations in USA "Z136.X" and in EU "IEC 60825-X" define MPE and other related parameters for safety usage. The maximum allowed output power for class 2 is 1mW, but this is only for a direct beam. Class 3 is also acceptable even its greater power since the beam is diffused. The overall beam power should however not exceed 5mW [9] for the purpose of the project. This makes class 3R most suitable. For the other 3 subclasses and in specific cases for 3R a protective wear is needed for the stuff or/and patients [2]. The power for a laser beam with a flat-top intensity profile (i.e., with a constant intensity over some area, and zero intensity outside) is simply the optical power P divided by the beam area $I_p = P/L^2$ [17].

Pattern

To produce a grid or other 2D pattern is needed a conversion of the default Gaussian profile to uniform intensity profile or so called flat top which has been mentioned earlier. There are several techniques to achieve that goal – beam clipping, diffractive lens and Powell lens. The first is result of reducing laser beam by blocking part of the beam. This leads to power loss and efficiency-uniformity trade off so it is not a good choice. The Powell lens has two main drawbacks – 1D

pattern generation and dependency to wavelength. If we consider that the wavelength is fixed only the first limitation left. There are solutions combining Powell optics with their cylindrical axes oriented at right angles to each other to achieve a uniform, two dimensional distribution [7]. The third option is to use diffractive lens which could produce more sophisticated pattern even with its drawbacks – not a 100% efficiency, dependency of wavelength, ripple noise. The diffractive lens have been chosen for pattern generation in this paper because of their prevalence and the ability for producing custom form.

One of the most important parameters of the diffractive (DOE) lens as end user is the fan angle. On Fig. 2 is shown example of 15° angle. Choice of the angle depends on the working distance and the desired density of the pattern elements. The calculation is straightforward – represent the beam as two right triangles. Use the Pythagorean Theorem knowing a and b to calculate c . Then using Law of Cosines calculate the half the fan angle for the desired working distance. In most cases is needed a working distance between 30 and 60 cm and pattern length between 8 and 16 cm as shown on Fig. 2. Other important parameter is ‘depth of field’ which defines the range of working distance that is acceptable without pattern defects.

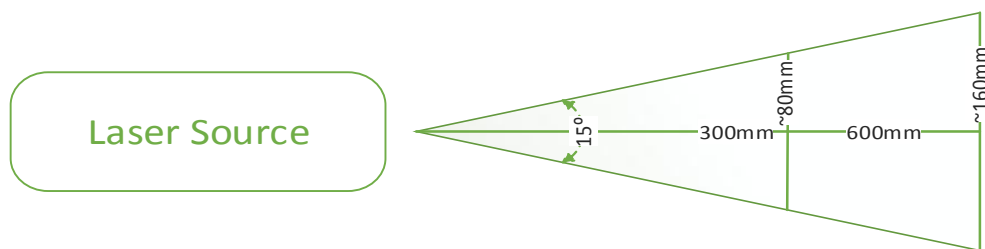


Fig. 2 Laser pattern fan angle – example with 15° angle

The diffractive element is placed between the lens and the plane of observation, which can be changed by adjusting the focal length of the lens or lens system. In this case, the size of the diffraction pattern changes proportional to the distance between the DOE and observation plane, but the shape of the pattern remains unchanged [12] even if its parameters do. All manufacturers provide a documentation for its lens parameters – Fig. 3.

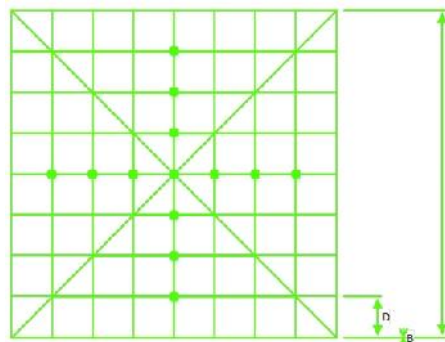


Fig. 3 Custom grid design – dot markers and diagonal lines as addition

The standard grid pattern could help determine the relief information in most cases. However an innovative and enhanced pattern based on 8x8 grid is designed to achieve that goal. Here are some of its characteristics:

- Cartesian grid – in computer graphics mesh represents a geometric shape. Using a structured grid allows to capture the 3D information by the distortion of the grid.
- Markers in the pattern for easy processing – the combination of grid with dots allows easy tracing of the distortion and helps determine actual distance and size and trace positions.
- Diagonal lines – used to map the skew of the whole pattern in an addition to the standard grid distortion.

- Several artificially created images with different parameters shows that a distance (D) of 1-2 cm between lines is the most appropriate. Lines density should not be high ($< 1\text{cm}$) as this would overlap the wound too much and grater size could miss some important relief information. Lines width (B) should be descent but not too strong as overlay effect is not desired. Value between 2 and 3 mm is suitable as if lines are thinner might not be detected well.

Calibration

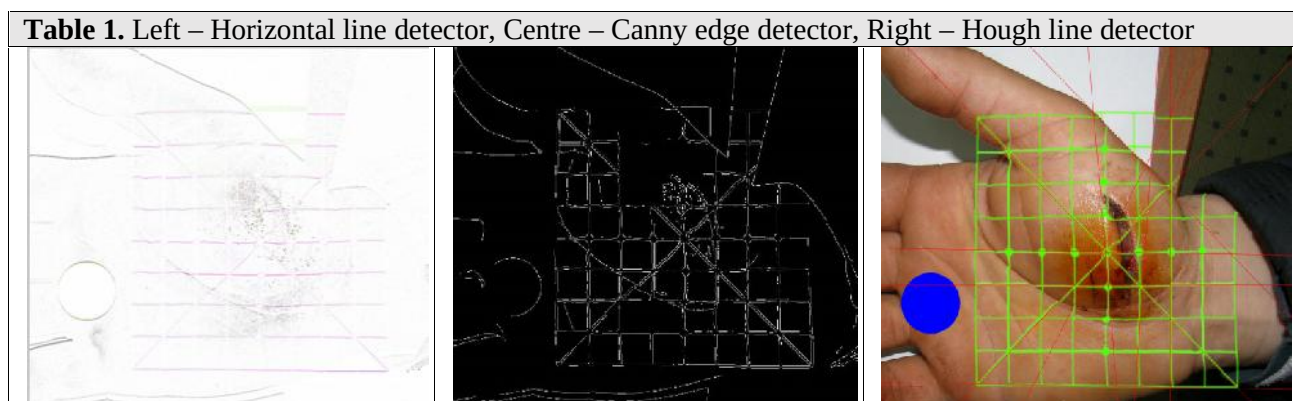
The problem about finding actual size in the picture is caused by the proportional change of all parameter of the pattern since this alteration is a linear function. To prove that the following experiment have been done: artificial lines and markers are placed on a white paper using the parameters given by one of the major manufacturers. Then a series of pictures have been taken on different working distance. Results confirm that is not possible to identify whether line of 2mm is captured at working distance 15cm or 4mm is at distance 30cm since on image they represent the same amount of pixels (without change of focus). To eliminate that problem the reference shape is introduced. It should be easily separable so the error during its segmentation to be minimized. Shape surface must be matt to prevent reflections, the colour highly saturated as dark blue. Also must be thin but not deformable so to lay on the exact plane as the wound and not to make patients feel uncomfortable. It is possible also to use a ColorChecker board which in addition serves for colour calibration but because of its bigger size is not so convenient.

4. Implementation

All the tested images are artificially created using a photo editor based on photos of traumatic wounds. Resolution is 6.1mpx with ratio 4:3. The complexity of algorithm is near $O(n)$ where n is number of segmented pattern pixels. For 170 000 pixels execution time including the annotation process is about 4sec. For image resized by 50% which makes four times less pixels since lines are eroded in both directions execution time is less than 1sec as expected.

The algorithm is divided into two steps: extracting the reference shape and finding pattern parameters. Currently the second step is not needed and would serve for the 3D reconstruction. However the calculated distances between grid lines –Table 3 shows that the grid is actually distorted.

To map the pixels to real world coordinates is enough to find the pixel representation of the reference shape. In our case it is a circle with known RGB values. It is obtained using a threshold algorithm. The second step is to segment the pattern. Algorithms as line or edge detectors are not suitable - Table 1. Line detectors are intend for unidirected lines. Edge detectors capture the sharp changes of brightness so they are sensitive to noises.

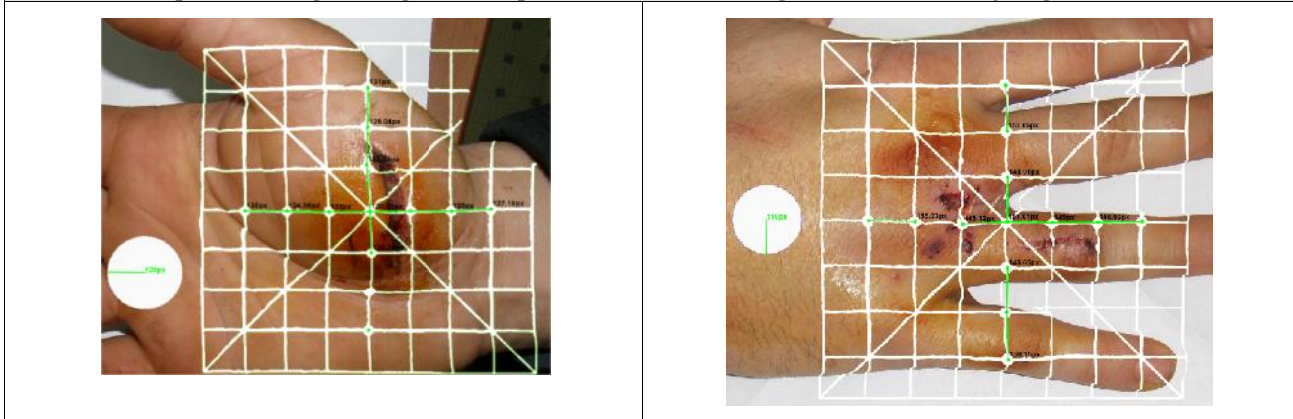


As the parameters of the laser as the colour and position are known, pattern pixels are segmented using an enhanced threshold algorithm. The processed area is a clipped region of the

image because the pattern is always expected to fit in it. The area of region is calculated as a percentage of the total width and height. This reduces the errors and the processing time. Once the pattern is successfully segmented it is stored for post-processing. This data is iterated and for the initial selection of the pattern's dots are picked those pixels that have at least the specified threshold number of neighbours on x and y axes in both directions. Using additional filtering of blobs by Euclidian distance to measure circle size and k means clustering to select only the expected class of dot shapes the final dot markers are extracted – Table 2.

In this paper is not considered the process of contouring the wound but it is used a semi-automatic gradient vector flow (GVF) segmentation algorithm [5]. The wound is searched near the centre cluster. This starting location initialization is another advantage of the proposed solution since it is expected that the wound is near the centre. For each wound must be captured a new image. After automatic initial selection and outlining of wound the user adjust the bounds of the final contour.

Table 2. Deep wound, right image – multiple wounds. Both images are successfully segmented



5. Results

Table 3 Test results - Calculation of grid lines distances mapped to reference value. The second row of the header represents the error of extracted lines distances (+,- or random error indicated by +/- error). Percentage on the third line indicates the error in the reference.

Case Values	Case 1	Case 1 +10%	Case 1 +10% -10%	Case 1 -10% -10%	Case 1 +/-error	Case 2	Case 2 +/-error	Case 2 +/-error +10%	Case 2 +/-error -10%
d1	145,12	159,64	159,64	130,61	140,53	132,00	131,30	131,30	131,30
d2	148,01	162,81	162,81	133,21	146,06	134,06	131,46	131,46	131,46
d3	155,03	170,53	170,53	139,53	156,98	130,03	130,14	130,14	130,14
d4	152,05	167,26	167,26	136,85	156,31	125,04	125,17	125,17	125,17
d5	146,03	160,63	160,63	131,43	139,91	136,06	140,38	140,38	140,38
d6	149,00	163,90	163,90	134,10	155,40	127,19	130,94	130,94	130,94
d7	158,15	173,97	173,97	142,34	162,51	135,00	136,95	136,95	136,95
d8	146,05	160,66	160,66	131,45	145,86	131,00	129,41	129,41	129,41
d9	151,01	166,11	166,11	135,91	150,04	135,00	139,21	139,21	139,21
σ	4,43	4,87	4,87	3,99	7,88	3,78	5,00	5,00	5,00
px/cm (reference)	119,00	119,00	107,10	107,10	119,00	120,00	120,00	132,00	108
px/mm	11,90	11,90	10,71	10,71	11,90	12,00	12,00	13,20	10,8

The values d1 to d9 represents the distance between lines – Table 3. This data is intended for the 3D reconstruction. It can be observed that not all dot markers are included in the analysis since some of them are not extracted well. The standard deviation $\sigma > 0$ indicates that pattern is deformed. The table below shows that random errors of 5% (columns 5, 7) does not change the result too much so the 3D model would be reconstructed without major error. The table also reveals that the main problem would be an error in the reference shape metrics which is responsible for finding exact distance. Reducing the size of image by 50% would expand the error rate twice but will decrease the processing time. The values in red indicates error in the reference. For instance using the data in case 2 and 10% change in its value leads the expected 5 cm which are equal to 600px to be either 5.56 or 4.45cm which is a major error. The 'px/mm' shows that each mm is ~12px in the image as 120,119px is the radius representing 1cm for the cases shown in Table 3 (d=2cm). Value of 'px/mm' allows to convert the represented as polygon of pixels wound to area of mm.

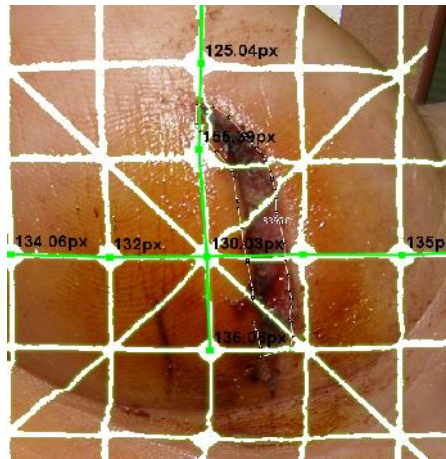


Fig. 4. Contoured wound

Using the formula (1) [6] the polygon area is calculated, where N is the number of contour points and x, y are the coordinates at the specified indexes. For the case shown on Fig. 4 the $A = 18365 \text{ px}^2$. To convert to mm unit value is divided by 12.0^2 as this is quadratic function. The result of 129.583 mm^2 could be divided by another 100 to convert to cm^2 . Final result of 1.296 cm^2 could be verified by observing the image.

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (1)$$

6. Conclusion and future work

Primary goal of the paper is to represent a novice approach for structured light usage in medical image analysis and to be a groundwork for a 3D model reconstruction of skin wounds. All the calculations could be done only with the reference shape but they are valid only for a single plane. That is why a depth information is needed and a surface reconstruction. The main advantages of the proposed solution are the mobility and the dynamic nature of the calculations with a heuristic knowledge which leads to faster and accurate processing. The disadvantage is that an important information of the wound is overlapped with the laser beam. Possible solution of this problem is to emit thinner pattern with less powerful beam. After successful segmentation the removed pattern pixels could be reconstructed using the mean values of the neighbours [4] or other missing pixel reconstruction technique.

Next step is to prove the setup by real experiments and to find the best 3D reconstruction algorithm for the described domain.

References

- [1]. Advanced Medical Distributors LLC, Clinical laser safety guide for class iv therapy and surgical lasers.
- [2]. American National Standards Institute, American National Standard for Safe Use of Lasers in Health Care Facilities (Z136.3), 2005.
- [3]. ARANZMedical, SilhouetteTM - Better Wound Documentation. Advanced Wound Assessment and Management System. Available at: <<http://www.aranzmedical.com/>>. [Accessed: 02.2014].
- [4]. Armstrong, S., A. Kokaram, P. Rayner, Reconstructing missing regions in colour images using multichannel median models, Proc. of EUSIPCO, 1998.
- [5]. Banchev, B., Automated abrasion segmentation in medical images, CompSysTech'13 Local Proc., 2013, pp. 17–21.
- [6]. Bourke, P., Calculating the area and centroid of a polygon, 1988, pp. 3–5.
- [7]. Coherent, Laser Tools, Applications, Systems, Products, and Solutions. Available at: <<http://www.coherent.com/>>. [Accessed: 04.2014].
- [8]. Cukjati, D., S. Rebersek, D. Miklavcic, A reliable method of determining wound healing rate., Med. Biol. Eng. Comput., vol. 39, no. 2, Mar. 2001, pp. 263–71.
- [9]. Ganière, J.-D., Laser Safety. Laser Hazards. ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE, 2009.
- [10]. Glynn, E.F., Visible Light Spectrum and Hydrogen Emission/Absorption Spectra. Available at: <<http://www.efg2.com/Lab/ScienceAndEngineering/Spectra.htm>>. [Accessed: 03.2014].
- [11]. Gorin, D.R., P.R. Cordts, W.W. LaMorte, J.O. Manzoian, The influence of wound geometry on the measurement of wound healing rates in clinical trials., J. Vasc. Surg., vol. 23, no. 3, Mar. 1996, pp. 524–8.
- [12]. Hermerschmidt, A., S. Krüger, DIFFRACTIVE OPTICS: Diffractive elements generate complex light patterns - Laser Focus World. Available at: <<http://www.laserfocusworld.com/articles/print/volume-42/issue-12/features/diffractive-optics-diffractive-elements-generate-complex-light-patterns.html>>. [Accessed: 03.2014].
- [13]. HOLO/OR Ltd, Flat top beam shaping in diffractive optics. Available at: <http://www.holor.co.il/Diffractive_optics_Applications/Application_Notes_BeamShapers.htm>. [Accessed: 03.2014].
- [14]. Jones, C.D., P. Plassmann, MAVIS-II: Measurement of Area and Volume Instrument System for Skin Wound, vol. I.
- [15]. Lee Laser Incorporated, What is M2. Available at: <<http://leelaser.com/pdf/WhatisM2.pdf>>. [Accessed: 03.2014].
- [16]. Riordan, R.M., Color, In: Seeing Data: Designing User Interfaces for Database Systems Using. NET, Pearson Education, 2004.
- [17]. RP Photonics Consulting GmbH, Encyclopedia of Laser Physics and Technology - optical intensity, light intensity, amplitude, electric field, Poynting vector. Available at: <http://www.rp-photonics.com/optical_intensity.html>. [Accessed: 03.2014].
- [18]. Sabati, Z., Z. Novak, A. Bernik, Standardization of 3d models creation procedures in computer graphics, Sport. Repub. Croat., 2010, pp. 1869–1874.
- [19]. Schubert, E., T. Gessmann, J. Kim, Light emitting diodes, vol. 1, 2005, pp. 275–291.
- [20]. Sussman, C., B.M. Bates-Jensen, Wound Care: A Collaborative Practice Manual for Health Professionals, Fourth. Lippincott Williams & Wilkins, 2011.

Contacts:

PhD student, Borislav Banchev
Department of “Computer science and technologies”
University of Ruse “Angel Kynchev”
E-mail: bbanchev@uni-ruse.bg

EXTENSIBLE AND LIGHT APPLICATION FOR SCIENTIFIC IMAGE PROCESSING. ARCHITECTURE, DESIGN AND IMPLEMENTATION

Borislav Banchev

Abstract: This paper presents a software application that is aimed to minimize the developers effort during implementation of functional and non-functional requirements in an agile development process. Each more complex project must be designed to meet the requirements about the deployment, primary scope, extensibility, maintainability, testability, user experience and etc. but this is not always possible. The API designed as part of this paper could be used as starting point of any image processing related scientific researches or as a general image processing tool since it already includes plenty of related classes and algorithms.

Keywords: image processing API, software architecture principles, extensibility, maintainability, testability, scientific research

Разширяемо и олекотено приложение за обработка на изображения с научна цел. Архитектура, дизайн и разработка

Борислав Банчев

Резюме: Докладът представя софтуерно приложение, което има за цел да намали усилията за разработката на функционалните и нефункционалните изисквания при използването на гъвкав (agile) подход. Всяко по-голямо приложение, трябва да бъде проектирано така, че да може да изпълни изискванията за внедряване, потребителската удовлетвореност, базова функционалност, както и възможност за разширение, поддръжка, тестване, но всичките изисквания рядко могат да бъдат изпълнени. Програмният интерфейс проектиран, като част от доклада, може да се използва като основа за разработка на приложения за обработка на изображения, заради включените базови класове, както и за научни разработки свързани с проверка и настройка на алгоритми.

Ключови думи: обработка на изображения, принципи на софтуерната архитектура, разширяемост, възможност за поддръжка, тестваемост, научни проучвания

Introduction

During development of any more complex application as image processing one the developers run into several main problems – technologies to use, structural characteristics as organization of modules and code, maintainability, primary scope and extensibility, testability, smooth performance [1] [2]. The high quality application requires decent architecture and design in the first place. This process involves series of decisions based on a wide range of factors and each of them can have considerable impact on the quality, performance, maintainability and overall success of the application. In this paper are given some ideas for architectural and design solutions that could be in aid of software developers facing the same problems.

One view for total code quality (TQ) is published in free java project Sonar as a mathematical formulation (1) [5]. TQ is used since it gives a quantitative measurement of different quality aspects.

$$TQ = 0.25 \cdot ARCH + 0.25 \cdot DES + 0.25 \cdot CODE + 0.25 \cdot TS, \text{ where} \quad (1)$$

Architecture (ARCH)

$ARCH = 100 - TI$, TI = (Tangle Index)

Design (DES)

$DES = 0.15 * NOM + 0.15 * LCOM + 0.25 * RFC + 0.25 * CBO + 0.20 * DI$, where

NOM = Class and method complexity indexes

LCOM = Lack of cohesion in methods

RFC = Response of the classes

CBO = Efferent coupling

DIT = Depth of the inheritance tree

Code (CODE)

$CODE = 0.15 * DOC + 0.45 * RULES + 0.40 * DRYNESS$, where

DOC = Documentation

RULES = Rules compliance index

DRYNESS = 100 - Code repetition

Test (TS)

$TS = 0.80 * COV + 0.20 * SUC$, where COV = Coverage, SUC = Passing tests

Other important consideration about development processes, code quality and measurement are discussed in the book of Kan [4].

Architecture

The overview of architecture is shown on Fig. 5. It is not a strict implementation of some architecture design pattern but a hybrid approach which takes some advantages from those patterns which have principles in common [6]. The main goal of the architecture is to narrow the development in such way that to meet easily the functional and non-functional requirements of the clients.

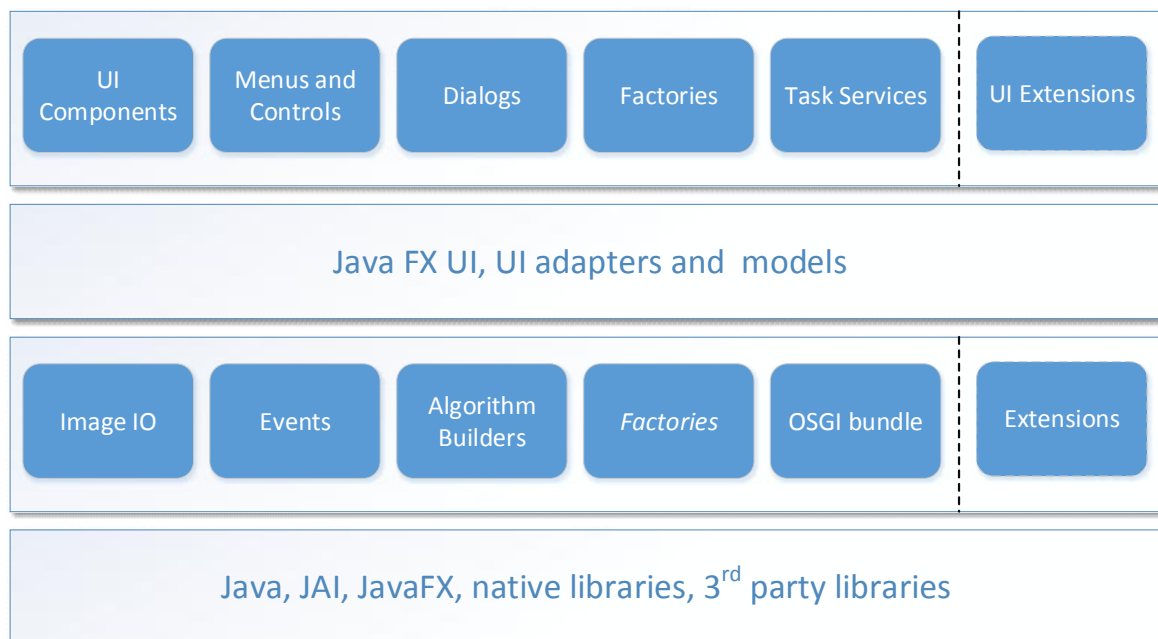


Fig. 5 Architecture overview

One of the primary patterns that has been implemented is the component-based architecture which main advantages are:

Reusable – components are usually designed to be reused in different scenarios as image IO, algorithm and dialogs builders, etc.

Replaceable – components may be readily substituted with other similar components. On that characteristic lays the idea for replaceable user interface controls and frames. Moreover each part of the interface could be replaced or extended easily.

Extensible – component can be extended from existing components to provide new behaviour. The OSGI extension bundle implemented in the core is based on that approach. Different algorithms, menus, UI controls could be attached to well-defined extension points and provide new functionality.

The architecture is consisted of several layers which reminds of layered structure. Each one is separated in its own project as deployment view. The main advantages of layers are:

Abstraction – the core layer provides interface for factories, extensions and basic interfaces for implementation which brings the higher abstraction and the freedom of different implementations in the upper layers.

Encapsulation – no assumptions need to be made about data types, methods and properties, or implementation during design, as these features are not exposed at layer boundaries. This means that only relevant methods and data are exposed and all the logic for manipulation should be hidden and unknown to other components.

Clearly defined functional layers – Even though layers are not many, the separation between functionality in each layer is clear. The upper layers send request to the bottom layers which return the desired data defined by the interfaces.

High cohesion – Well-defined responsibility boundaries for each layer and its components ensures that each layer contains functionality directly related to the tasks of that layer which as a result helps to maximize cohesion within the layers.

Loose coupling – Communication between layers and components is based on abstraction and events to provide loose coupling between layers.

As an overview the idea behind the loosely coupled and easy extensible code is result of several main ideas: separation of user interface and backend logic using high abstraction; well-defined components for data and event processing, visualization and control; event driven architecture for communication between components; extension points for new code implementations; separation of context for each image.

Separation of components – The high cohesion is desired in each application. The algorithm commands and builders, internal registries of resources, image IO operations, task services - all are focused on single purpose and that's why they stick to the functional cohesion.

Separation of context – the separation of context for each image is essential as organizing context for set of images is difficult to handle and requires higher coupling. To achieve that goal is used an interface that helps organizing and identifying resources (GUID). The separation is explained in details in the design section.

Event Driven Architecture – One of the primary aspects of the application is the event driven architecture. Its principles states that each event should contain at least two parts – header and body. As a result each event is uniquely identified object holding the event data and the primary object the event occurred on. It is transmitted synchronously to the handlers but each handler is free to handle it asynchronously. It is the developer responsibility to prevent race condition or processing partially update data.

Layered structure – higher abstraction could be achieved using layers. Several factories capsule logic for generating specific objects and on the other hand abstract the representation layer. This would facilitate the testability of the system by allowing easy mock-ups. The factories interfaces are part of the core system but the implementation is in the UI adapter module. Current user interface is based on JavaFX as the platform allows richer interface with finer tuning. The layer of abstraction called adapters allows changes in UI without major issues.

Those architectural decisions have been taken so the application to be loosely coupled inside and to minimize developer efforts for maintenance. On the other hand any new components regarding algorithms, forms or any other components could be added easily.

Design

During the development process the primary goals to accomplish are: easy extensible code – should be easy to add algorithms, panels, menus, new controls; minimal implementation and maintains of the existing code; light and fast usage as image processing requires more computer resources; user friendly features with smooth user experience and responsive interface; ability easy to switch interface from one implementation to another and to apply settings; lazy initialization of components on request as performance improvement;

The decision that have been taken regarding the design are as follows:

General design decisions – The separation of context mentioned in the architecture overview is achieved by introducing the interface *GUID* which main purpose is to provide unique id for the class instance implementing it. The id depends on the requirements of the class. For example the wrapper class for image and its subclasses are forced to return an id that is consistent during each startup. A name based id generation is used as most suitable [8]. During application runtime each component assigned to *GUID* instance is responsible only for it and receives and transmits information that only regards that particular id. Since each object implementing *GUID* is uniquely identified it is easier and simpler to operate on those objects regardless their inner data and environment using reusable components called ‘managers’. That includes *StateManager*, *EventManager*, *Window* and *Frame* managers, *TaskManager*. Some of them as the user interface related managers are created in the adapter layer so to be fully compatible with the upper layer.

Application registries – The application relies on a number of registries that facilitate the access to resource. The *JavaFX* for example use a cascade stylesheet and icons to provide rich interface. Since client may request new resources replacement of the defaults must be easy. That is why the registries are introduced and split into three main categories: images, general resources and configurations. This reduces the effort for organizing the application resources and encapsulates their access.

Algorithm command and builder – for each image processing application the set of available features is crucial. In academical researches is very useful algorithm to be easily added and once implemented algorithms to be easily reusable. For that reason single algorithm is capsulated in command (*AlgorithmCommand*). Since there are more complex algorithms it is better to organize commands as chain-of-responsibilities. The builder of commands is such mechanism that gives the developer the freedom to organize commands and to setup initial parameters that are required by each.

Extension and extension points – The plugin architecture presented in the API is very simple. Single java annotation *Plugin* with *name* and *order* fields on a class make that class eligible for plugin. The name field identifies the extension point which the plugin to be assigned to. Each *Plugin* class for single extension point has the same required constructor documented in the extension point and the class instance is allocated using java reflection.

Events and event processing - The main idea in this application is to separate event channels into two flows: one main channel where all global events are transmitted and captured and for each *GUID* item a local channel where only the item related events are transmitted. This reduce the performance penalties and redundant information flow. On Fig. 6 is shown the separation of information’s flows between the global and local event channels.

The Event driven architecture has several main disadvantage and the confusion about what exact data is received and to be processed is one of them. To eliminate this problem the *EventObject* which is the main wrapper for events is extended into two ways: using java generic to prototype the transmitted data; sub classing it with specific purpose as *AlgorithmEventObject*, *MouseEventObject*, etc. On first place this allows even more optimization in code implementation by transmitting data to handlers that process only such events and on the other hand reduces developers’ errors. All the possible events that are currently transmitted are identified by its header

and all headers' ids are registered in EventRegister and documented when to be expected and when to be fired.

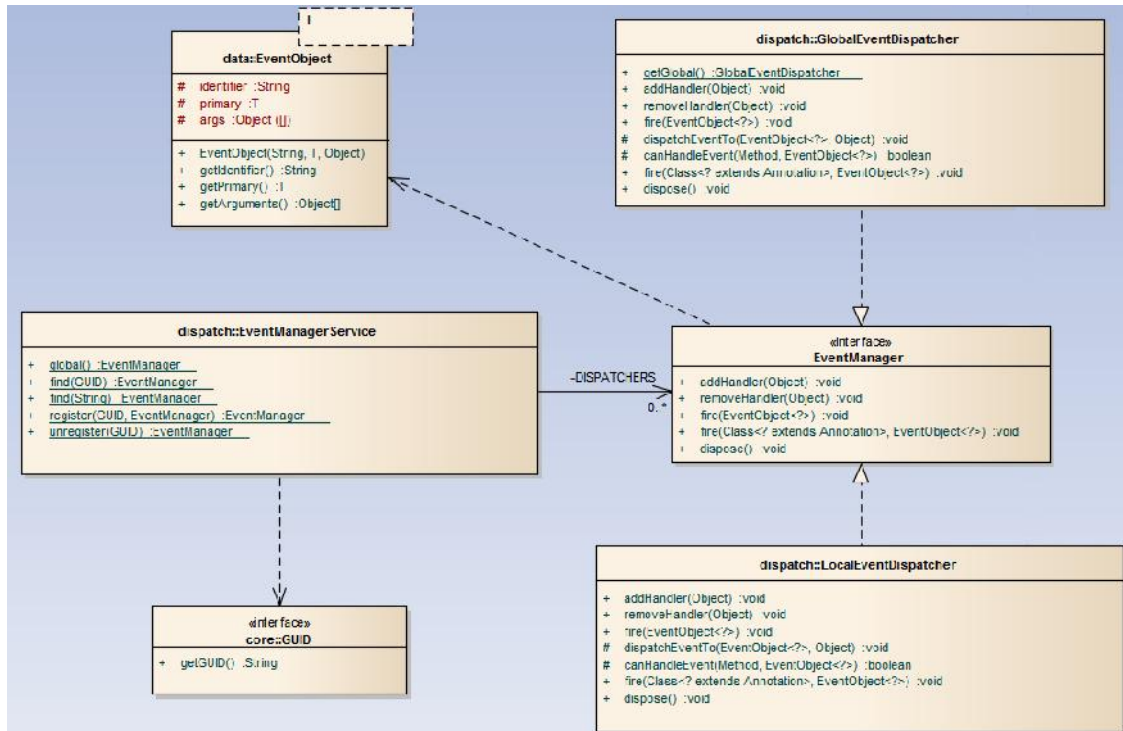


Fig. 6 Events API class diagram

The registered handlers could be assigned with priority. To achieve that goal the java annotation mechanism is used providing the desired order as part of the annotation declaration. The annotations target is 'method' and the methods have no prototype restrictions except for the static access. The *static* handler methods could be accessed without explicit registration of the handler's class instance. Those handlers are collected using another java mechanism – the reflection. Example of such usage are the application bootstrap handlers that are collected during startup and the events are transmitted in order. This is a convenient way to initialize different factories and system classes without tight coupling between them. Another advantage is that new handlers could be added easily even if the classes are in some extension module. However the *instance* handlers are notified only if explicit registration exists.

Design of user interface – The user interface design is kept simple and easy for everyday usage. Many applications show a huge amount of popup dialogs for the image, relative information, user interface controls over the image, etc. In the opposite direction is designed the interface in current application Fig. 7.

For each image there is a single frame containing the image panel, image extensions and all the relevant controls. The frame is opened as tab but the user could select a popup mode for the frames because although tabular browsing is well organized it is not always the most convenient way to organize windows for example a side by side view of two windows. Another user experience improvement is the ability to hide, detach/reattach the UI extension as some extension might need more space than the screen is available to visualize. Moreover since the creation and initialization of interface components is delegated to window managers the coupling between them is kept as low as possible. This makes components rearrangeable and replaceable. The frame components interface could be enriched easily with UI extensions, menu entries, controls using the defined extension points. The UI extension has a mechanism that gives the developer control whether the extension to be rendered or not. Example is the DICOM Control, which should not be visualized for simple images. The application toolbar is the place where all the relevant information about progress, problems is visualized. The main menu could be enriched with menu extension which defines the

handler and all the relevant data for the new menu entry. Each menu entry operates on the currently selected window. This is the case as well for the buttons and controls added the image toolbar. It is developer choice where to allocate those controls since different users could prefer different style of work.

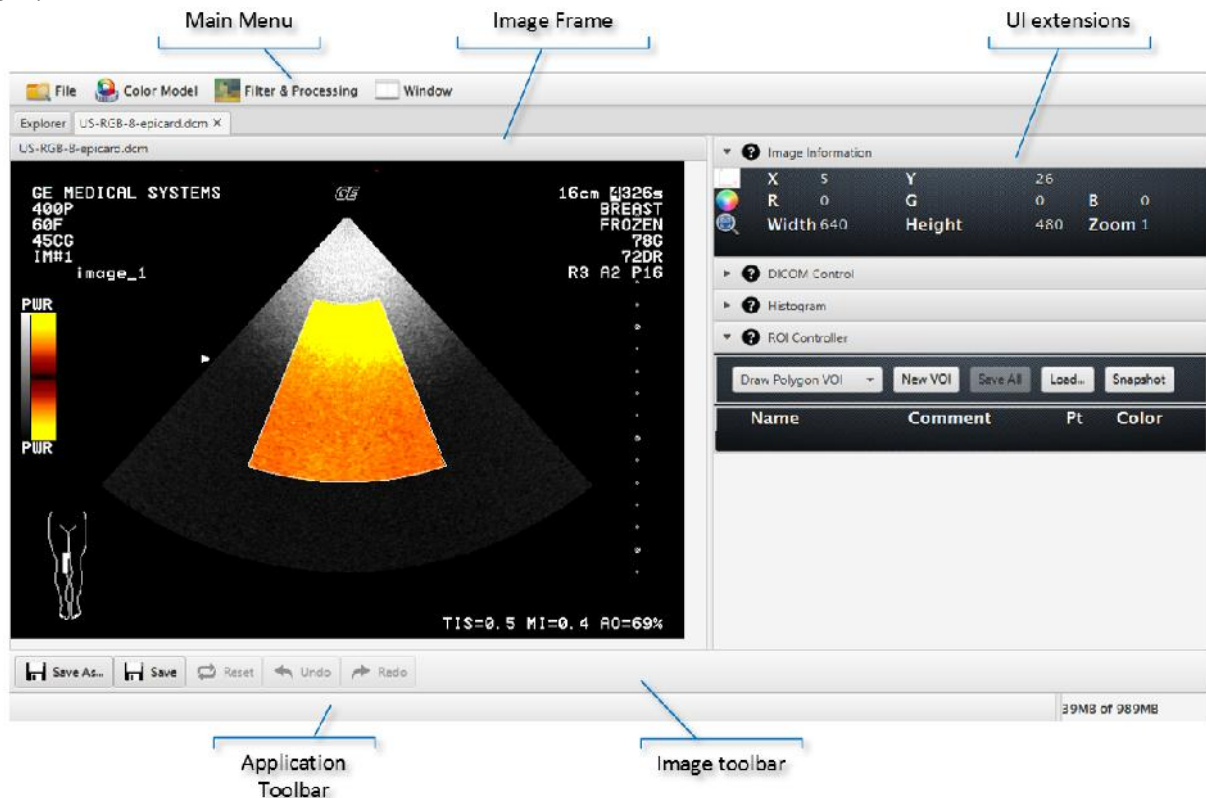


Fig. 7 User Interface Layout – placement of basic components and extensions

The interface updates are done again with the event API. Each UI component register itself as listener to required events and update its interface controls. No knowledge is shared between components or between the extension and the main frame to keep the loose coupling.

Other idea that is designed is to provide fast access and custom view to data and resources by implementation of the so called dashlet components. Mockup design is shown on Fig. 8.



Fig. 8 Dashlet design – UI mockup representing information regions

Task Management

The task management is very important part of the application as provides the user smooth experience and background processing. The API basic service class (TaskService) contains factory methods that should be implement by all subclasses that provide the working task and all the relevant information. This simplified API reduces the development effort. Each TaskService instance implements the GUID interface so to be identifiable and accessible during its executions

for cancellation or information. During the execution the task responsibilities is to provide information about its progress which is immediately updated in the main UI. For each task in the application toolbar is displayed the progress information with the control for its cancellation. The service instance receives events on failure, success and other relevant task results which triggers UI updates.

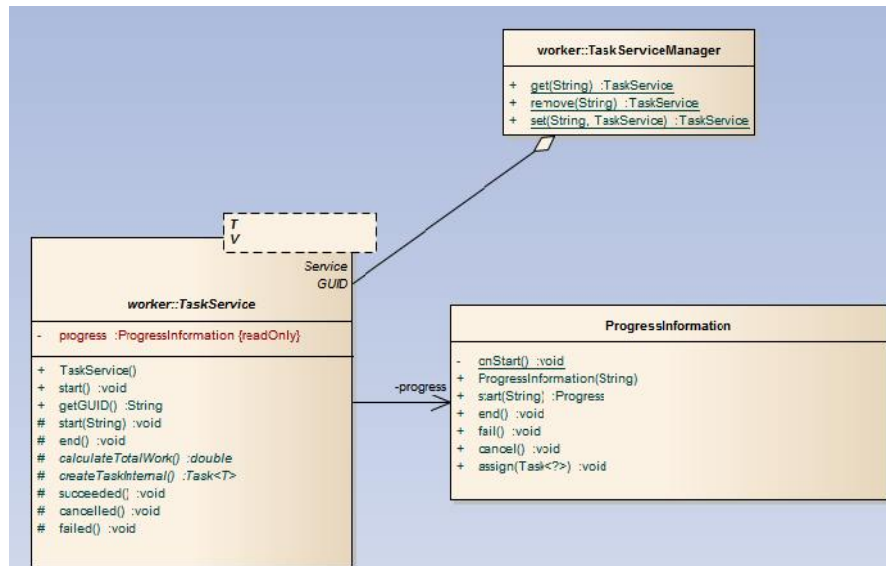


Fig. 9 Task services class diagram

Facade the image – with the image wrapper (MedicalImage) acting as facade pattern each image object in the system is represented in consistent way and the interfaces for algorithms and the extension points could be simplified and unified. The component based architecture requires well defined interfaces for its components. On the other hand using a wrapper like this is encouraged because methods, fields and inner implementation could be updated without major changes. The different image type as DICOM, PNG needs proper loading and processing so different inner implementation is needed. The correct instance is produced by the image factory implementation which in runtime finds the best image type for the loaded file.

Algorithm settings – to provide easy constructed settings dialogs in runtime the API relies on the so called observable values and bindings and dynamic construction of dialog for those values Fig. 10. This values could be Integer, String, Floating point types and for short are called parameters. Each algorithm only provides grouped by some criteria parameters instances to the settings dialog factory. From testability point of view this mechanism make testing easier. On the other hand reduces the developer effort for constructing custom dialog to a few programming lines and encapsulates the logic of construction. With the binding of values is possible using *live* mode to visualize immediate changes and this is very useful when the exact algorithm parameters are not known yet and should be found.

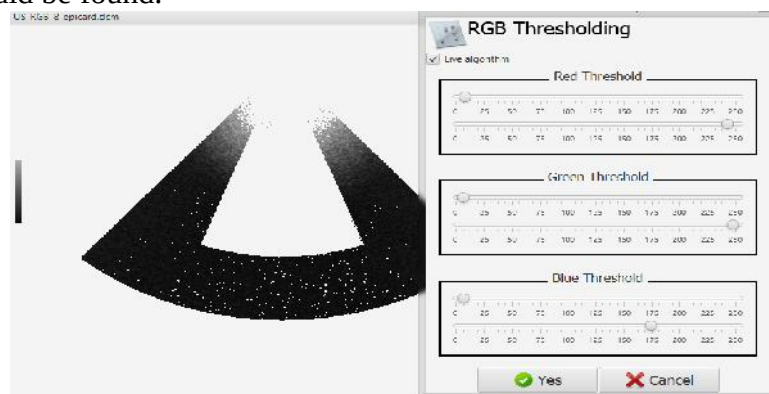


Fig. 10 Dynamic settings dialog – easily adjust algorithm parameters

Conclusion

There are a number of approved and well known solution as ImageJ [9], MIPAV [7]. The second is aimed to provide a great set of algorithms for medical image analysis and it did. The ImageJ has a good plugin architecture but the code is tightly coupled and hard to customize it. The fork of ImageJ [3] that tends to eliminate some of the bottlenecks.

The described product in this paper is designed to provide smooth user experience and easy extensibility, configurability and maintainability. Even though the current scope is medical the API itself and the tips could be used in any other image processing/editing application. The *live* algorithm mode and the ability to easily add new algorithms makes the API very handy in scientific researches. The application does not suffer from high performance penalties as a result of the abstraction due to its design. The result after analysis of code using equation (1) is more than 94% for both architecture and design which is highly satisfying.

References

- [1]. Babar, M., A. Brown, I. Mistrik, Agile Software Architecture: Aligning Agile Processes and Software Architectures. 2013.
- [2]. Bass, L., P. Clements, R. Kazman, Software architecture in practice. 2003.
- [3]. ImageJ Community, About ImageJ2 | developer.imagej.net. Available at: <http://developer.imagej.net/about#About_ImageJDev>. [Accessed: 03.2014].
- [4]. Kan, S.H., Metrics and Models in Software Quality Engineering, Second. Addison Wesley, 2002, p. 560.
- [5]. Martin, Total Quality Plugin - SonarQube. Available at: <<http://docs.codehaus.org/display/SONAR/Total+Quality+Plugin>>. [Accessed: 03.2014].
- [6]. MSDN, Architectural Patterns and Styles. Available at: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658117.aspx>>. [Accessed: 02.2014].
- [7]. National Institutes of Health, Medical Image Processing, Analysis and Visualization. Available at: <<http://mipav.cit.nih.gov/>>. [Accessed: 03.2014].
- [8]. Network Working Group, A Universally Unique Identifier (UUID) URN Namespace. Available at: <<http://www.ietf.org/rfc/rfc4122.txt>>. [Accessed: 02.2014].
- [9]. ImageJ. Available at: <<http://imagej.nih.gov/ij/index.html>>. [Accessed: 03.2014].

Contacts:

PhD student, Borislav Banchev
Department of "Computer science and technologies"
University of Ruse "Angel Kynchev"
E-mail: bbanchev@uni-ruse.bg

ПРОСЛЕДЯВАНЕ ИЗМЕНЕНИЕТО НА ЦВЕТОВИТЕ КОМПОНЕНТИ ПРИ МАРИНОВАНЕ НА ПИЛЕШКО И ТЕЛЕШКО МЕСО

Иванка Кръстева, Лена Костадинова-Георгиева, Десислава Влахова-Вангелова

Резюме: В статията чрез компютърни методи са анализирани промените на цветовите компоненти на пилешко и телешко месо в процес на мариноване. Използвана е марина от суроватка и 2% сол. Направен е хистограмен анализ на получените цветни изображения на пробите и резултатите са сравнени с органолептичната оценка на експертите и референтните измервания от колориметър. Анализът показва, че този вид марина е по-подходяща за мариноване на бяло пилешко месо. При мариноване на телешкото месо се влошава неговия привлекателен червен цвят.

Ключови думи: анализ на изображения, качество, месо, хистограми, обективно и неразрушаващо окачествяване

Determining Changes of Color Components of Marinated Chicken and Beef Meat

Ivanka Krasteva, , Lena Kostadinova- Georgieva, Desislava Vlahova-Vangelova

Abstract: In the article the changes of the color components of chicken and beef meat in the process of marinating are analyzed using computer technologies. For marinade whey and 2% salt are used. A histogram analysis of the images is performed and the results are compared with organoleptic evaluation of experts and reference measurements by colorimeter. The analysis indicates that this type of marina is more suitable for marinating chicken white meat. When marinating the beef its attractive red color deteriorates.

Keywords: image analysis, quality meat, histograms, objective and non-destructive grading

1. Въведение

Един от основните външни показатели на качеството на месото е цветът. Този показател е анализиран за окачествяване на мариновано месо.

Мариноването е процес, при който в месната тъкан се въвеждат разтвори с цел подобряване на качеството, външния вид и срока на годност. Разтворите за мариноване подобряват сочността и нежността на месото [3].

За получаване на информация е използвана система за машинно зрение. Разработена е програма, с която се обработват и анализират получените изображения. Програмата проследява хистограмно изменението на цветовите компоненти в RGB цветови модел, като крайната цел е обективно и неразрушаващо окачествяване на изследваното месо.

2. Материали и методи

Подготвена е марина от суроватка и сол (2%). Проследено е изменението на цвета на месото в процес на мариноване след 12, 24 и 48 часа.

Пробите на пилешко и телешко месо са съхранявани при еднакви температурни условия, в режим на охлаждане, при температура 0-4°C.

За сравнение на хистограмния метод за анализ са използвани референтни резултати получени с колориметър Konica Minolta CR-410.

За получаването на изображения е използван фотоапарат OLIMPUS PEN Mini E-PM1 с резолюция 4032x3024, който е закрепен на статив, така че работното разстояние да бъде еднакво за всички експерименти – 25 см (фигура 1). По време на експеримента не е използвано допълнително осветление, с цел да се избегне появата на отблясъци върху пробата. Получените изображения се съхраняват в два снимкови формата – .jpg и .bmp.

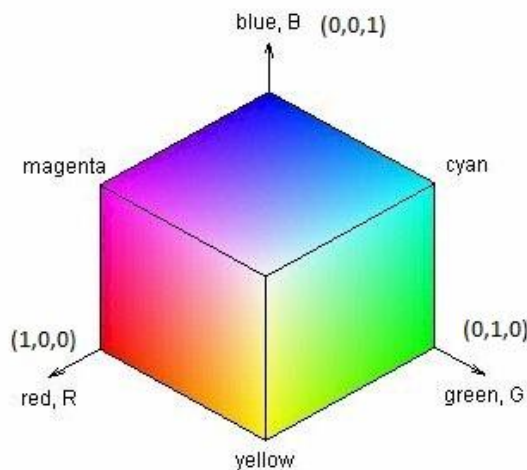


Фиг. 1. Система за машинно зрение

За обработка на изображенията е използвана хистограмата на изображението в RGB цветови модел. Тя показва броя на пикселите с еднаква цветност и представлява интегрална характеристика за оценка на разпределението на стойностите на пикселите в изображението от статистическа гледна точка.

В RGB модела всеки цвят се представя от червена, зелена и синя първично зададена компонента [1, 2]. При смесване на трите компоненти с определена интензивност на цвета се получава цветът на изображението. Броят на битовете, използвани за представянето на всеки пиксел в RGB пространството, се нарича дълбочина на цвета. Ако се използват 8 битови компоненти – червена, зелена и синя, цветното RGB изображение е с дълбочина 24 бита. За експеримента са използвани изображения, съхранени в 24 битов BMP формат.

За удобство е прието, че всички цветови стойности са нормализирани и могат да се представят с единичен куб (фигура 2) [4].



Фиг. 2. RGB цветово пространство

Фигурата показва, че всички стойности на R, G и B са в интервала [0,1].

В RGB цвetoва система се използват стойности от 0 до 255, където 0 съответства на черен цвят, а 255 на бял.

Според яркостта на цвета разпределението на пикселите в хистограмата се определя, както е показано на фигура 3 [5].



Фиг. 3. Хистограмно разпределение на пикселите според яркостта

3. Резултати и обсъждане

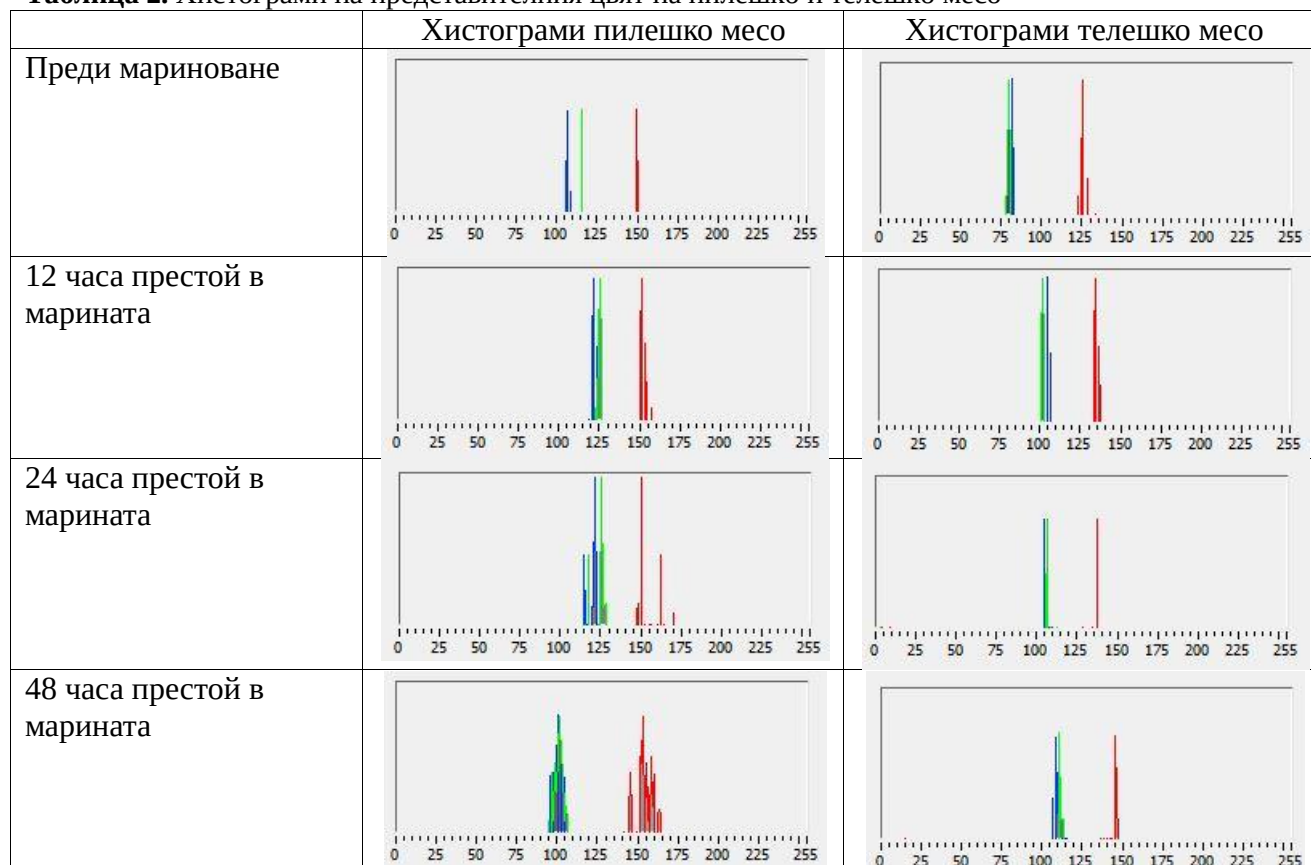
С помощта на колориметър е направено контактно измерване на цвета на пробите пилешко и телешко месо, непосредствено преди заснемането на изображенията. Колориметърът определя цвета в La^*b^* цветови модел. На всяка от пробите са направени по 3 последователни измервания. Представителния цвят на пробата се получава от усреднените стойности на цветовете компоненти. За използване на резултатите като референтни е извършено конвертиране от La^*b^* в RGB цветови модел [6] (таблица 1).

Таблица 1. Референтни резултати за цветовете компоненти, получени с колориметър

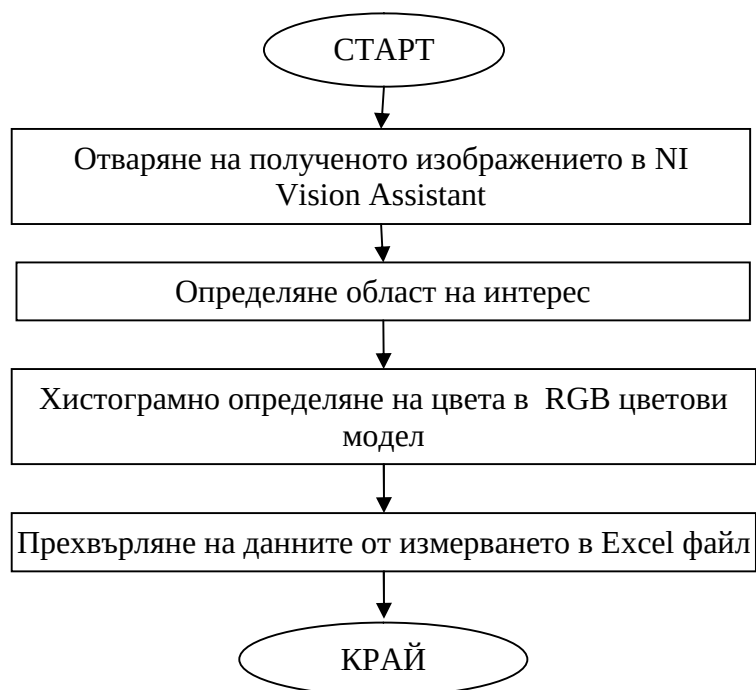
Резултати за пилешко месо						
	L	a	b	R	G	B
Преди мариноване	51,70667	11,78	9,59	148,99	115,72	107,42
12 часа престой в марината	55,28667	9,67	5,626667	152,93	126,35	123,04
24 часа престой в марината	55,03333	8,81	5,273333	150,63	126,25	123
48 часа престой в марината	54,97667	8,736667	7,636667	151,78	126	118,78
Резултати за телешко месо						
	L	a	b	R	G	B
Преди мариноване	39,39333	19,75333	7,463333	126.94	80.30	81.41
12 часа престой в марината	46,26	13,37	3,66	133.82	101.53	103.95
24 часа престой в марината	48,07	12,17333	4,99	137.47	106.68	106.16
48 часа престой в марината	50,03	12,88333	6,373333	144.50	111	108.73

На базата на тези резултати са направени хистограми на представителния цвят, представени в таблица 2.

Таблица 2. Хистограми на представителния цвят на пилешко и телешко месо



Разработени са алгоритъм и програма за хистограмно определяне на изменението на цвета в модула на програмната среда NI LabVIEW – Vision Assistant. Основните стъпки от алгоритъма са показани на фигура 4.

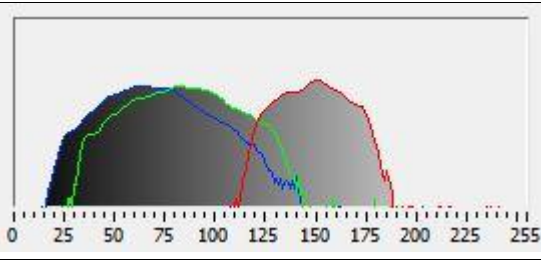
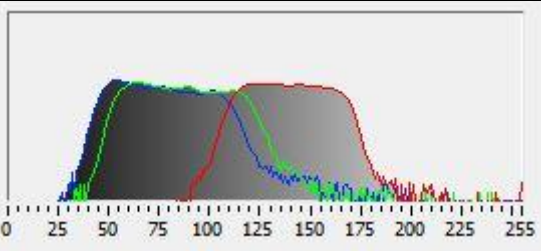
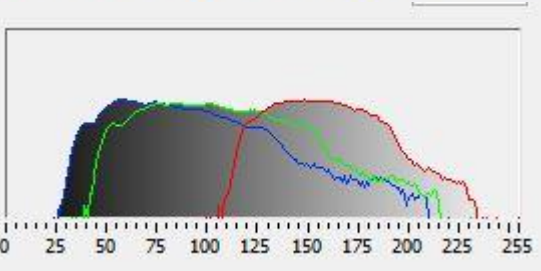
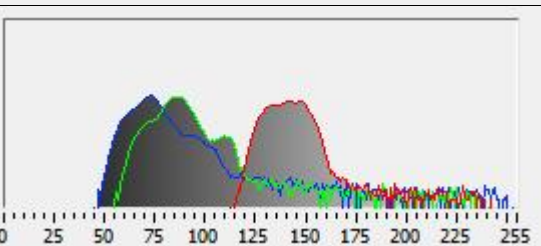


Фиг. 4. Блок-схема на основните стъпки на алгоритъм за хистограмно определяне изменението на цвета

Програмата зарежда полученото изображение, след което се определя област на интерес. Зоната за анализ се избира като върху останалата част на изображението се поставя маска. Програмата определя и представя графично хистограмата на изследваната област. Освен графичното представяне, в Excel файл се получава информация за точното разпределение на пикселите за всяко ниво от 0 до 255 за R, G и B компонента.

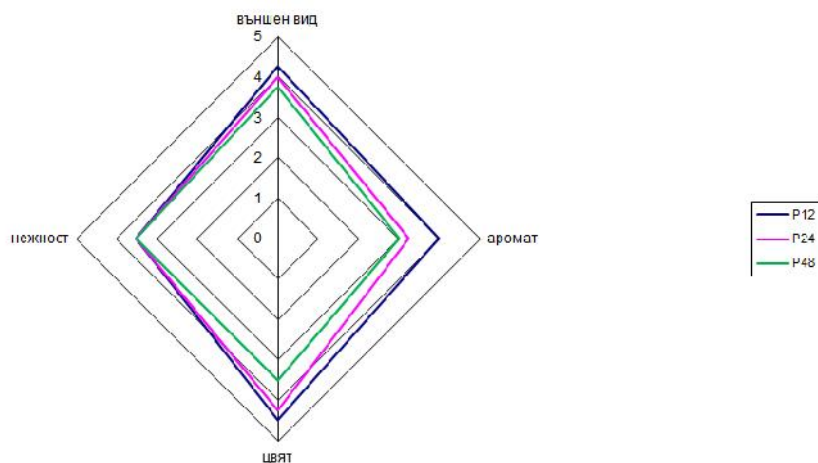
В таблици 3 и 4 са представени изображенията на пилешко и телешко месо и графичния хистограмен анализ.

Таблица 3. Изображения и хистограми на пилешко месо

	Изображения пилешко месо	Хистограми пилешко месо
Преди мариноване		
12 часа престой в марината		
24 часа престой в марината		
48 часа престой в марината		

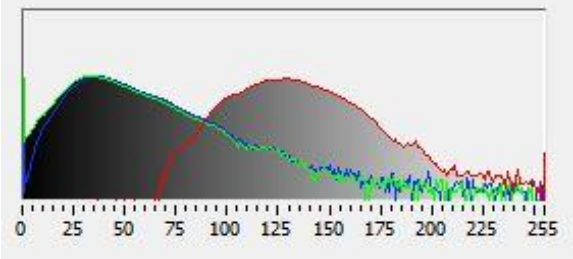
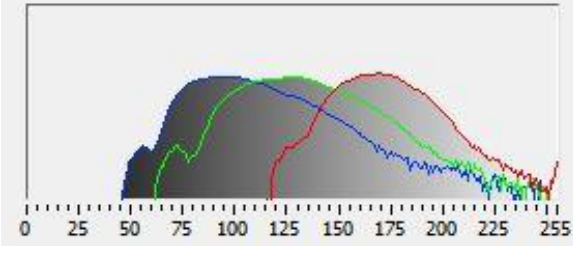
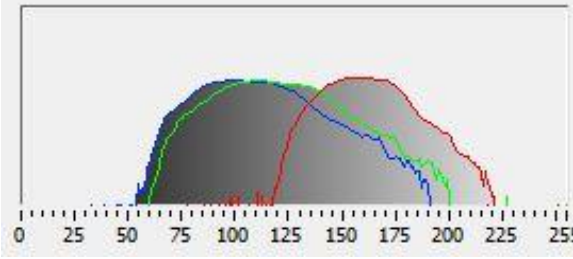
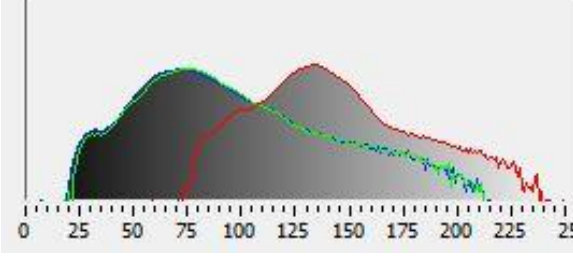
При изследване на пилешкото месо 12 часа след мариноването се забелязва малка промяна в цветовия спектър, като R, G и B компонентите изсветляват. След 24 часа се наблюдава отново изсветляване на цвета. След 48 часа спектърът на цветовете компоненти значително се изменя, хистогрмното разпределение се свива в по-тъмната област (цветът се „влошава“), което съвпада с органолептичната оценка (фигура 5).

При пилешкото месо няма резки цветови изменения през първите 24 часа и този вид марина е подходяща за мариноването му. Това се потвърждава и от органолептичната оценка на експертите, показана на фигура 5. Тази тенденция в изменението на цветовете компоненти се забелязва и при хистограмното разпределение на пикселите на референтните измервания (таблица 2).

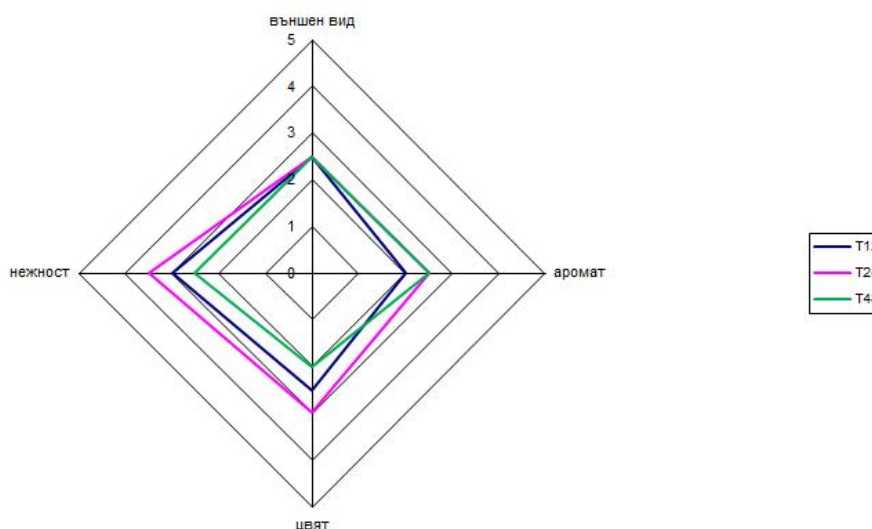


Фиг. 5. Органолептична оценка на мариновано пилешко месо

Таблица 4. Изображения и хистограми на телешко месо

	Изображения телешко месо	Хистограми телешко месо
Преди мариноване		
12 часа престой в марината		
24 часа престой в марината		
48 часа престой в марината		

При изследване на маринованото телешко месо най-голямо изменение на цвета се наблюдава след 12 часа. Рязко изсветляват R, G и B цветовите компоненти. Забелязва се подобряване на цвета на месото 24 часа след мариноването, което съвпада с органолептичната оценка на експертите показана на фигура 6. За цветовите компоненти (R, G и B) липсват пиксели от най-тъмния и най-светлия диапазон на спектъра. R, G и B компонентите потъмняват 48 часа след мариноването. Синята и зелената компонента почти се препокриват. Площта на тяхното препокриване с червената компонента нараства, което обуславя „влошаването“ на цвета на месото. През първите 24 часа изсветляването на R, G и B компонентите, измерени с разработената програма, се изменят в корелация с получените от колориметъра референтни измервания. При престой от 24 часа спектърът се свива и по двата метода. След 48 часа е видимо припокриването на синята и зелената компоненти. Компютърният метод дава по-точен резултат, защото се забелязват областите на припокриване, ясно обуславящи нежеланото посивяване на месото, което трудно може да се констатира от хистограмното представяне на резултатите, получени с колориметър.



Фиг. 6. Органолептична оценка на мариновано телешко месо

4. Заключение

Проследяването на измененията на цветовите компоненти на мариновани проби пилешко и телешко месо чрез хистограмен анализ в програмната среда NI Vision Assistant дава резултати, които обективно потвърждават субективните органолептични оценки на експертите и референтните резултати, получени с колориметър. Доказана е възможността обективно чрез компютърен анализ на цветни изображения да се оценява въздействието на марината върху цвета на месото и неговото изменение във времето. Това позволява избор на подходящи маринати и продължителности на обработка.

В проведените изследвания се доказва, че приготвената марина от суроватка и 2% сол е по-подходяща за мариноване на пилешко месо. Най-подходящият престой за този вид месо в марината е 12 часа, тогава то запазва най-добри органолептични показатели и най-малка промяна на цветовите компоненти при хистограмния анализ. При мариноване на телешкото месо се влошава неговия привлекателен червен цвят. Наблюдава се рязко изменение на цветовия спектър при хистограмния анализ и е получило по-ниски органолептични оценки. В този случай марината е агресивна и неподходяща за употреба. Извършена е проверка на резултатите от изпълнението на програмата чрез сравняване с референтни измервания и е доказано, че тенденцията в изменение на цвета се запазва.

Тази програма може да бъде приложена и за други видове месо и месни продукти с цел обективно определяне на изменението на цветовите характеристики в процеса на мариноване.

Литература

- [1]. R. Gonzalez, R. Woods, Digital image processing (second edition), Prentice Hall, 2002
- [2]. Sun Da Wen, Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation, Academic Press, 2007, ISBN 978-0-12-373642-0
- [3]. Влахова-Вангелова Десислава Бориславова, Шолпан Абжанова, Стефан Георгиев Драгоев, Влияние на вида на мариноването върху морфологичните и органолептични характеристики на овче месо, Научна конференция с международно участие „Хранителна наука техника и технологии”, Научни трудове том LX, Пловдив, 18-19 октомври 2013, 237-245
- [4]. <http://www.peterstone.name/Maplepgs/colours.html>
- [5]. <http://www.luminous-landscape.com>
- [6]. <http://www.easyrgb.com/index.php?X=CALC>

За контакти:

маг. инж. Иванка Кр. Кръстева
катедра „Компютърни системи и технологии”
Университет по хранителни технологии
E-mail: weriga@abv.bg

доц. д-р инж. Лена Ф. Костадинова-Георгиева
катедра „Компютърни системи и технологии”
Университет по хранителни технологии
E-mail: lenakostadinova@yahoo.com



COMPARISON OF TWO METHODS FOR AUTOMATIC IMAGE BINARIZATION

Hristina T. Andreeva, Atanaska D. Bosakova-Ardenska, Lena F. Kostadinova-Georgieva

Abstract: In this paper there are compared two methods for automatic binarization of images - the Otsu method and the method which uses a median threshold value. There are analyzed images of bread and it is calculated the coefficient of diversity which is the ratio of the white pixels to the total number of pixels in the image. The results of experiments show that the vector determination of the median threshold in binarization may be used as a non-contact method for evaluating the porosity of the bread. Scalar determining of a median threshold and Otsu method is not appropriate for this purpose.

Keywords: automatically binarization, Otsu method, porosity of bread

Сравнение на два метода за автоматично бинаризиране на изображения

Христина Т. Андреева, Атанаска Д. Босакова-Арденска, Лена Ф. Костадинова-Георгиева

Резюме: Сравнени са два метода за автоматично бинаризиране на изображения – методът на Отсу и метод, използващ медианна прагова стойност. Анализирани са изображения на хляб и е изчислен коефициентът на различие, който представлява отношението на белите пиксели към общия брой пиксели в изображението. Резултатите от експериментите показват, че векторното определяне на медианна прагова стойност при бинаризиране може да се използва като безконтактен метод за оценяване шупливостта на хляб. Скаларното определяне на медианна прагова стойност и методът на Отсу не са подходящи за тази цел.

Ключови думи: автоматично бинаризиране, метод на Отсу, шупливост на хляб

1. Introduction

In computer processing of images there are used different methods depending on the tasks and expected results. There exist methods to improve image quality, segmentation, image analysis and others [5]. One of the most important steps in the image segmentation is the binarization. It is used for separating objects from the background and after binarization it is prepared a binary image in which every pixel has a value of 0 or 1. There is developed a variety of methods for binarization of color or grayscale images. In this study there are examined and compared two such methods. One is designed for binarization of color images [1] and the other is the method of Otsu for binarization of grayscale images [8].

2. The Otsu method

In the Otsu method and in some it's modifications [7, 8] it is calculated a global threshold for the entire image which divides the pixels of the objects from the background pixels. Grayscale images are processed with a histogram (it is assumed that the histogram is bimodal). A necessary condition for the correct operation of the method is the usage of uniform illumination so that the changes in brightness correspond to the differences in areas of the object. As a result of the binarization the image contains pixels belonging to one of two classes, a class of background and a class of object(s). The weighted within-class variance is represented by formulae 1.

$$S_w^2(t) = q_1(t) S_1^2(t) + q_2(t) S_2^2(t) \quad (1)$$

Where the class probabilities are estimated by formula 2.

$$q_1(t) = \sum_{i=1}^t P(i) \quad q_2(t) = \sum_{i=t+1}^I P(i) \quad (2)$$

The average meanings of classes are given by formula 3.

$$m_1(t) = \sum_{i=1}^t \frac{i P(i)}{q_1(t)} \quad m_2(t) = \sum_{i=t+1}^I \frac{i P(i)}{q_2(t)} \quad (3)$$

The individual class variances are obtained by formula 4.

$$S_1^2(t) = \sum_{i=1}^t [i - m_1(t)]^2 \frac{P(i)}{q_1(t)} \quad (4)$$

$$S_2^2(t) = \sum_{i=t+1}^I [i - m_2(t)]^2 \frac{P(i)}{q_2(t)}$$

To find a global threshold it is necessary to run through the full range of t values (1-256) and pick the value that minimizes the weighted within-class variance.

In this method there should be found firstly the lightest and the darkest colors of the image and then it should be plotted a histogram of the grayscale image. It is calculated a mathematical expectation of the variance of the base class and it is chosen the threshold value which minimizes within-class dispersion.

3. Binarization of color images

In binarization the threshold can be determined in two ways - local and global. In determining a local threshold the image is divided into parts, for each part it is calculated an independent threshold, this value is used for all the area binarization [3, 4, 6, 9]. This approach is effective for text recognizing [3, 6]. The global threshold value is unique for the entire image and is used for the binarization of the entire image [7, 8].

In the developed program there are binarized color images through a color separation. The used threshold value is automatically determined by the color components of the image and it is used a global threshold. It is a median of pixel colors in the image. To find the median the image is divided into equal-sized squares (masks), for every one it is determined the median value. The resulting median values of each square are used to find the median of the complete image. Determining the median color can be completed in two ways - vector and scalar [1]. When the median is found as a vector then we use an additional array which contains norms of RGB-vectors (formulae 5).

$$V_{in} = \sqrt{R_i^2 + G_i^2 + B_i^2} \quad (5)$$

After the array is fulfilled it is sorted and it is taken the middle element. This value is the median value of the color (shown in figure 1).

In scalar determination of the median there are created three arrays, one for each color component (R, G and B). After having filled the three arrays are sorted and it is taken the middle value of each array and by this way is obtained the scalar median value (shown in fig. 2).

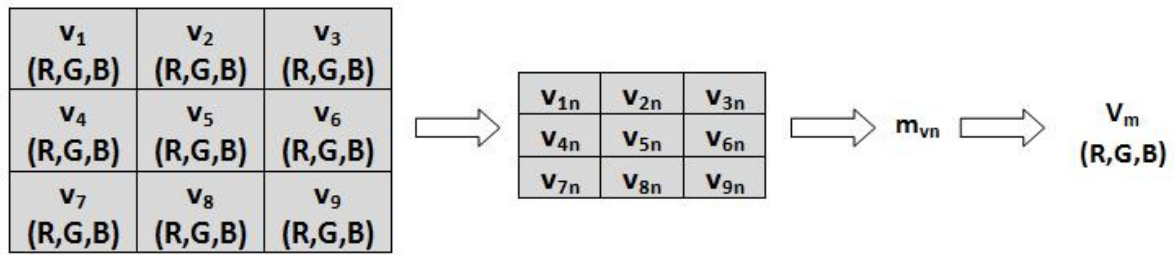


Fig. 1. Vector determining the median value

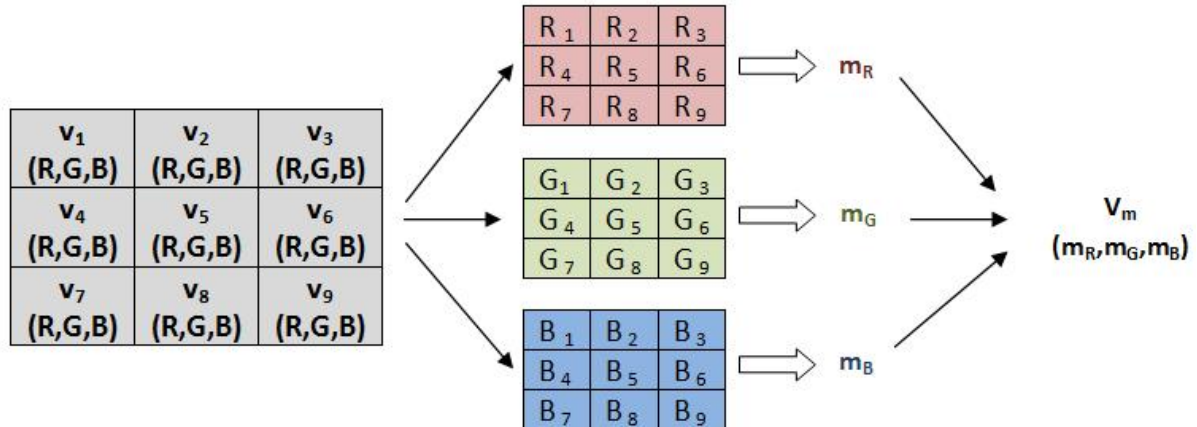


Fig. 2. Scalar determining the median value

After binarization of the image it is calculated the coefficient of diversity. It is the ratio of the number of pixels in white (c_{white}) to the total number of pixels (c_{all}) in the image, calculated in percentage by formula 6.

$$k_{div} = \frac{c_{white}}{c_{all}}, \% \quad (6)$$

The program is developed in Microsoft Visual Studio 6.0 as Console Application on C++. As a result, the program produces two binary images and their coefficients of diversity.

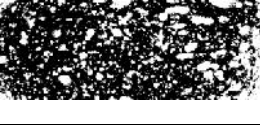
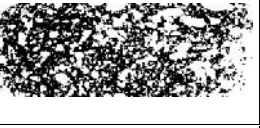
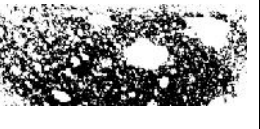
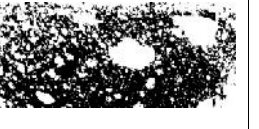
4. Results

To check which algorithm is more appropriate for assessing the porosity of bread there were bought at random three loaves of different brands. As each contains a different number of slices there are taken at random 10 samples (slices) of each bread. They are captured by a previously calibrated computer system. It is taken only the middle of slice to avoid the influence of the color of the crust when determining the threshold for binarization. The images are binarized to select the pores of bread and to calculate their percentage ratio compared with the dense part.

When processing color images the developed program automatically calculates the threshold values in both ways (vector and scalar), binarizes the image and calculates the coefficient of diversity. The proposed algorithm allows the selection of the mask size. The program operates with 24-bit bitmap images because this format has no compression and has no loss of information.

In the Otsu method the images must firstly be converted from color to grayscale. The conversion program is Photoshop CS2. Using Otsu algorithm [10] we receive threshold with which are binarized grayscale images and we calculate the coefficient of diversity. In Table 1 there are presented original images of the three brands of bread and the resulting binary images with the three different methods.

Table 1. Binarization of images by different methods

Sample	The original image	Otsu threshold	Scalar threshold	Vector threshold
Bread 1				
Bread 2				
Bread 3				

In tables 2, 3 and 4 there are shown the results obtained for the coefficient of diversity for the three types of bread, using the three methods for binarization. In the last row of the tables it is presented an averaging of the results to see the average porosity of bread. According to standard [2] bread must have over 67% porosity in the middle.

Table 2. Coefficient of diversity in% for Bread 1

Sample	Otsu	Scalar	Vector
1	36,68	49,99	7,15
2	42,41	49,96	99,14
3	25,68	50,86	82,08
4	41,60	51,55	58,55
5	32,03	50,78	42,22
6	30,19	50,45	76,44
7	34,56	50,35	98,63
8	27,01	50,29	84,22
9	45,96	52,24	98,04
10	28,63	50,78	91,84
Average:	34,48	50,73	73,83

Table 3. Coefficient of diversity in% for Bread 2

Sample	Otsu	Scalar	Vector
1	31,10	50,59	43,15
2	20,65	51,74	92,08
3	43,44	52,19	50,87
4	41,87	51,84	75,41
5	31,87	50,72	55,05
6	34,64	49,10	61,40
7	28,43	49,86	40,28
8	30,23	50,37	62,51
9	30,42	49,48	93,10
10	15,93	49,51	60,29
Average:	30,86	50,54	63,41

Table 4. Coefficient of diversity in% for Bread 3

Sample	Otsu	Scalar	Vector
1	15,74	49,20	45,32
2	15,42	49,73	69,94
3	32,80	50,05	15,24
4	37,05	50,51	17,24
5	21,42	50,81	70,77
6	20,22	50,80	2,45
7	19,62	51,13	7,42
8	6,38	51,73	45,40
9	34,81	50,37	10,13
10	23,26	51,50	52,75
Average:	22,67	50,58	33,67

The results show that there is a significant difference between the coefficients of diversity obtained for the three methods on the binarized images. In vector threshold, the coefficient of diversity for bread 1 is obtained that meets the standard, and bread 2 (63,41) and bread 3 (33.67) – do not meet it. In scalar defining the threshold for binarization the coefficient of diversity has values about 50% for the three breads. As follows that the method is non-informative for determining objective porosity of bread. Results of the Otsu have the same trend as in the vector determining but there are obtained very small values. This is not informative for the purpose of the experiment. Therefore this method is not appropriate for determining the porosity of the bread.

5. Conclusion

In this paper, two methods for automatic binarization of images were reviewed to determine the percentage of porosities in bread. Results of the experiments showed that the vectors determining the threshold value in binarization may be used as a contactless method for evaluating the porosity of the bread. Scalar determining the threshold value and the Otsu method are not appropriate for this purpose.

References

- [1].Andreeva, Hr., L. Kostadinova-Georgieva, At. Bosakova-Ardenska, Evaluation of porosity of bread by image processing, Scientific conference with international participation „Food science, engineering and technologies – 2013“, Scientific works Volume LX, Plovdiv, 18-19 october 2013, pp. 1136-1139 (in Bulgarian)
- [2].Approved Standard "BULGARIA" - 02/2011 - Bread "White", Ministry of Agriculture and Food, Sofia, 2011 (in Bulgarian)
- [3].Chun Che Fung and Rapeeporn Chamchong, A review of evaluation of optimal binarization technique for character segmentation in historical manuscripts, International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 2010, pp 236-240
- [4].Ergina Kavallieratou, A Binarization Algorithm specialized on Document Images and Photos, Document Analysis and recognition, Vol. 1, 2005, pp 463 - 467
- [5].Gonzalez R., R. Woods, Digital image processing (second edition), Prentice Hall, 2002
- [6].Ines Ben Messaoud, Hamid Amiri, Haikal El Abed, Volker Margner, Region Based Local Binarization Approach for Handwritten Ancient Documents, International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, 2012, pp 629-634

- [7]. Liju Dong and Ge Yu, An Optimization-Based Approach to Image Binarization, International Conference on Computer and Information Technology, 2004,
- [8]. Otsu, N., A threshold selection method from Gray-Level Histograms, IEEE Transactions, man, and cybernetics, vol. smc-9, no. 1, 1979, pp. 62-66
- [9]. Salvatore Tabbone, Laurent Wendling, Multi-scale binarization of images, Pattern Recognition Letters, volume 24, 2003, pp 403-411
- [10]. <http://www.djvu-soft.narod.ru/bookscanlib/023.htm>

For contacts:

PhD student Hristina T. Andreeva
Department of Computer Systems and Technologies
University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria
E-mail: hristinaandreeva@abv.bg

assoc. prof. PhD Atanaska D. Bosakova-Ardenska
Department of Computer Systems and Technologies
University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria
E-mail: abosakova@yahoo.com, a_bosakova@uft-plovdiv.bg

assoc. prof. PhD Lena F. Kostadinova-Georgieva
Department of Computer Systems and Technologies
University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria
E-mail: lenakostadinova@yahoo.com



АДАПТИРАНЕ НА НЯКОИ МЕТОДИ ЗА РАЗПОЗНАВАНЕ НА ОБРАЗИ ПРИ СИНТЕЗА НА КЛАСИФИКАТОРИ ПО КАЧЕСТВО НА АГРАРНИ ПРОДУКТИ

Радослава Н. Габрова, Лена Ф. Костадинова

Резюме: Класификаторите по качество на аграрни продукти определят принадлежността им към предварително дефинирани класове по избрани характеристики на качеството. Решението за отнасяне на обектите към съответен клас се формира с използване на методи за разпознаване на образи. Аграрните продукти са сложни биологични обекти, характеризиращи се с различия в геометричните характеристики, което е смущаващ фактор при синтеза на класификатори. Представени са резултати от адаптиране на някои методи за разпознаване на образи в условия на различна продължителност (големина) на едномерните или двумерните сигнали, получавани при сканирането на продуктите по цялата им дължина и носещи информация за състоянието на качеството.

Ключови думи: класификация, качество, разстояние до еталона, k- най-близки съседи, метод на Бейс, аграрни продукти

Adaptation of some Methods for Pattern Recognition for Synthesis of Quality Classifiers of Agricultural Products

Radoslava N. Gabrova, Lena F. Kostadinova

Abstract: The quality classifiers of agricultural products determine the belonging of objects to defined in advance classes according to the chosen characteristic of quality. The decision for object qualification to the proper class is being formed by using approaches for pattern recognition. The agricultural products are complex biological objects characterized in differences of the geometric features which is a disturbing factor for the synthesis of classifiers. The results of adaptation of some approaches for pattern recognition in the conditions of different duration (largeness) of one or two-dimensional signals, obtained during scanning the products along their length and carrying information about the state of quality are presented.

Key words: qualification, quality, distance to the reference, k- nearest neighbors, Bayes approach, agricultural products

1. Въведение

Масовото навлизане на промишлените технологии за прибиране на аграрната продукция определя разнороден качествен състав на продуктовата маса – степен на зрялост, наличие на дефекти, и др. Чрез процесите машинно окачествяване и сортиране се осъществява сепариране на продукцията, без участието на субективния човешки фактор, за конкретно предназначение в зависимост от нейното качество – за насочване в търговската мрежа, за промишлена преработка, за продължително съхранение (лагеруване) или за посев. Обективното машинно окачествяване и сортиране е важен фактор за добри икономически резултати в производството, а също и за получаване на висококачествени храни.

Класификаторът, като подсистема на системата за автоматично окачествяване и сортиране (САОС) на аграрни продукти, изпълнява функция за определяне на качеството на даден продукт на базата на неговия „образ“ и последващо причисляване на обекта към едно от предварително дефинираните подмножества, отговарящо на конкретното състояние на качеството. От образите на окачествяваните продукти се извлича най-ценната информация („комплекс признаци за разпознаване“) за тяхното състояние – това се реализира чрез прилагане на различни методи за синтез на признаци. Тази „трансформирана“ информация

преминава през „разпознаващ алгоритъм“ (базиран на известен метод за разпознаване на образи), на изхода на който, посредством „решаващо правило“, се формира „решение“ за принадлежността на обекта към даден „клас“. Принципиите на „разпознаващите алгоритми“ се основават на съпоставяне на „признаците на разпознаване“ на обектите от така наречената „обучаваща извадка“ с описанието на обекта, подлежащ на класификация в пространството на избраните признаци. „Обучаващата извадка“ включва екземпляри, подбрани и оценени по състоянието на качеството им от експерти в съответната област. В този смисъл тези обекти представят различните предварително дефинирани групи по качество.

Качеството на хранителните продукти се характеризира с комплекс от физични, химични, биологични и органолептични показатели. В САОС се използват инструментални методи за получаване на информация за състоянието на качеството на хранителните продукти. Те се базират на прилагане на различни механични, физични, химични и вълнови методи за измерване на параметри или оценка на показатели, при което информацията се получава във вид на електрически сигнали. Наличието на дефекти от различен род е един от най-важните качествени показатели на аграрните продукти. Тяхното откриване определя необходимостта от цялостно сканиране на обекта. Аграрните продукти са уникални биологични обекти и характерна тяхна особеност е, че притежават съществени различия в геометричните характеристики. Това обуславя факта, едномерните или двумерни електрически сигнали, формирани при получаването на първичната информация за обектите, да бъдат случайни функции с различна продължителност. След дискретизацията на тези сигнали, наложена поради необходимата цифрова обработка в модулите на класификатора, състоянието на качеството ще се представя от случайни последователности с различна дължина. Този факт е смущаващ фактор при синтеза на класификатори, базирани на някои методи за разпознаване на образи.

В работата се представят резултати от адаптиране на методите за разпознаване на образи (МРО): разстояние до еталона, k най-близки съседа и вероятностния метод на Бейс, за приложението им при девиация в размера на описанията на продуктите и в случаите, когато като признаци за разпознаване се използват отчетните стойности на тези описания.

2. Изложение

Обектите от „обучаващата извадка“ се оценяват от експерти по тяхното състояние на качеството и в резултат се разпределят в групи (множества) D_q ($q=1, 2, \dots, Q$), чийто брой Q е предварително зададен. Тези групи са така наречените класове по качество, като с q е означен съответния клас.

Описанието на всеки аграрен обект от групата D_q се представя с вектор-стълб с определена дължина, съставлящите (координатите) на който са измерените стойности на сигнала в отчетните точки i :

$$\mathbf{Kc}_j^{(q)} = \{K_{1,j}^{(q)}, K_{2,j}^{(q)}, K_{3,j}^{(q)}, \dots, K_{i,j}^{(q)}, \dots, K_{N_j^{(q)},j}^{(q)}\}^T, \quad (1)$$

където $i=0, 1, 2, 3, \dots, N_j^{(q)}$ е текущ номер на отчетна точка, а $N_j^{(q)}$ е броят отчетни стойности на j -тия обект от класа q , $j=1, 2, \dots, M^{(q)}$ е пореден номер на обектите от клас q , а $M^{(q)}$ е броят на всички обекти от клас q . Всяка от отчетните стойности съдържа информация за състоянието на продукта в определена част от неговия обем. Измерената стойност на сигнала $K_{i,j}^{(q)}$ може да бъде разглеждана като симптом (признак) за качеството в група D_q . Координатата (разрядът) i по същество определя числовия израз на отчетните стойности $K_{i,j}^{(q)}$ и в този смисъл се разглежда като реализация на признака в конкретен опит

(обследване) за даден продукт от клас q .

Адаптиране на МРО „Разстояние до еталона”

Детерминираният МРО „Разстояние до еталона” се основава на предположението, че изображенията на обектите от един клас са разположени близо и образуват групирана област в пространство на признаците. Като мярка за близост се приема разстоянието между признаците на неизвестния обект и еталонните обекти за всеки клас [1, 3, 5]. Зависимостта за определянето му в общ вид, при брой на признаците за всички обекти N , е:

$$L_q^v(\mathbf{A}, \mathbf{E}^{(q)}) = \left((A_1 - E_1^{(q)})^v + \dots + (A_N - E_N^{(q)})^v \right)^{1/v} = \left(\sum_{i=1}^N |A_i - E_i^{(q)}|^v \right)^{1/v}, q = 1, 2, \dots, Q, \quad (2)$$

където: v е редът на разстоянието, като при $v=1$ се получава така нар. разстояние на Манхатън, при $v=2$ – Евклидово разстояние, а при $v>2$ – разстояние на Минковски; $\mathbf{A} = \{A_1, A_2, \dots, A_N\}^T$ е вектор-стълб, съдържащ стойностите на признаците за разпознаване на обекта, подлежащ на класификация; $\mathbf{E}^{(q)} = \{E_1^{(q)}, E_2^{(q)}, \dots, E_N^{(q)}\}^T$ е вектор-стълб, съдържащ стойностите на признаците на еталонния обект за класа q .

Решаващото правило за определяне принадлежността на даден обект към един Q на брой класове е:

$$\mathbf{A} \in D_q, \text{ ако } L_q^{(v)} = \min(L_1^{(v)}, L_2^{(v)}, \dots, L_Q^{(v)}). \quad (3)$$

За случаите, в които като признаци за разпознаване се използват отчетните точки на различните по размер първични описания на аграрните продукти, се предлага адаптиране на зависимостта (2) за определяне на разстоянието във вида:

$$L_q^v(\mathbf{A}, \mathbf{E}^{(q)}) = \left((A_1 - E_1^{(q)})^v + \dots + (A_{N_A} - E_{N_A}^{(q)})^v \right)^{1/v} = \left(\sum_{i=1}^{N_A} |A_i - E_i^{(q)}|^v \right)^{1/v}, q = 1, 2, \dots, Q, \quad (4)$$

където N_A е броят признаци на неизвестния обект, т.е. при определяне на разстоянието L_q^v ще участват N_A на брой разлики.

Обикновено еталонът за даден клас се получава като средна стойност на образите от обучаващата извадка за този клас. За разглеждания случай (изследваните обекти се представят с различен брой признаци за разпознаване) се предлага при определянето на координатите на вектора на еталона $E^{(q)}$ да се включват само обектите от съответния клас, притежаващи тези координати, т.е. притежаващи тези признаци. В този случай, за определяне координатите на еталона за класа q , е предложена зависимостта:

$$E_i^{(q)} = \frac{1}{M_i^{(q)}} \sum_{j=1}^{M_i^{(q)}} K_{i,j}^{(q)}, i=1, 2, \dots, N, \quad (5)$$

където $M_i^{(q)}$ е броят обекти от съответния клас, включени в обучаващата извадка и имащи реална стойността за i -тия отчет, т.е. $K_{i,j}^{(q)}$ съществува (не е празна клетка), N е максимално възможния брой признаци. Тъй като еталоните ще се използват за съпоставяне с описания на обекти, съдържащи различен брой признаци, то е необходимо те да притежават максимално възможния брой координати. За целта в обучаващата извадка трябва да се включат обекти (поне един), представени с максимален брой признаци.

Адаптиране на МРО „ k най-близки съседа”

МРО „ k най-близки съседа” също се отнася към групата на детерминирани метрични методи и е един от най-масово използваните. Алгоритъмът се свежда до определянето на

зададен брой „k“ най-близки съседа, на подлежащия на класификация обект, измежду множеството на еталоните [2, 3, 5]. Като еталони се използват всички образи на обектите от обучаващата извадка, при което близостта между тях и неизвестния обект се оценява чрез определянето на разстоянието в пространството на признаците. При еднакъв брой признаци за разпознаване за всички продукти, за определянето на разстоянието $L_{q,j}^v$ между изследвания обект A и еталонен обект може да се използва зависимост (2), като $E^{(q)}$ се замени с $Kc_j^{(q)}$ (описание на j-тия еталонен обект от клас q). Броят на определените разстояния е сума от броя на обектите от всеки клас, включени в обучаващата извадка, т.е. $\sum_{q=1}^Q M^{(q)}$.

Решение за принадлежност към даден клас се взема чрез така наречения метод на „болшинството гласове“ [1]. Измежду всички разстояния $L_{q,j}^v$ се вземат най-малките k на брой (т.е. k най-близките съседа) и се оценява как те са разпределени между класовете D_q ($q=1, 2, \dots, Q$), т.е. изчислява се броят на най-близките съседи от всеки клас DN_q ($q=1, 2, \dots, Q$), а решаващото правило е:

$$A \in D_q, \text{ ако } DN_q = \max(DN_1, DN_2, \dots, DN_Q). \quad (6)$$

При наличие на девиация в размера на описанията на изследваните продукти, обектите в обучаващата извадка, изпълняващи ролята на еталонни ($E^{(q)} \equiv Kc_j^{(q)}$) и подлежащия на класификация обект, се представят с различен брой координати – $N_A \neq N_j^{(q)}$. За такива ситуации е реализирана адаптация на метода. За да се определи разстоянието между даден еталонен обект и неизвестния, се намира по-малката стойност между $N_j^{(q)}$ и N_A , т.е. по-малкият брой координати:

$$N_{\min,j}^{(q)} = \min(N_A, N_j^{(q)}). \quad (7)$$

Алгоритъмът изисква сравняване на множество разстояния (между даден обект и множеството еталони), изчислени на базата на различен брой дискретни стойности. За да има съпоставимост, се определя нормирана стойност на сумата от разстоянията по отношение на броя разлики, участващи в нея:

$$L_{q,j}^v(A, Kc_j^{(q)}) = \left\{ \frac{1}{N_{\min,j}^{(q)}} \left((A_1 - K_{1,j}^{(q)})^v + \dots + (A_{N_{\min,j}^{(q)}} - K_{N_{\min,j}^{(q)},j}^{(q)})^v \right) \right\}^{1/v} \\ = \left\{ \frac{1}{N_{\min,j}^{(q)}} \sum_{i=1}^{N_{\min,j}^{(q)}} (A_i - K_{i,j}^{(q)})^2 \right\}^{1/2} \quad q = 1, 2, \dots, Q, \quad j = 1, 2, \dots, M^{(q)} \quad (8)$$

Чрез адаптирания алгоритъм решаващото правило (6) се променя като разстоянията $L_{q,j}^v$ се определят в съответствие със зависимост (8).

Адаптиране на вероятностния МРО на Бейс

Основното предимство на вероятностните МРО е възможността за едновременно отчитане на признаци с различна физическа природа, а недостатък е необходимостта от значителна по обем предварителна информация за обследвания обект. Един от най-

използваните вероятностни методи е методът на Бейс. Решаващото правило за повечето реални случаи, когато за разпознаване се използва не един, а комплекс от признаци S е [3, 5]:

$$P(D_q / S^*) = \frac{P(D_q)P(S^* / D_q)}{\sum_{m=1}^Q P(D_m)P(S^* / D_m)}, \quad (9)$$

където: $P(D_q)$ е априорна вероятност на класа D_q ; S^* е реализиран комплекс от признаци на оценявания обект A (при използване отчетните стойности на A като признаци $S^* \equiv A$); $P(D_q / S^*)$ е апостериорната вероятност при реализиране на комплекса от признаци S^* , обектът да бъде отнесен към класа D_q ; $P(S^* / D_q)$ е априорната вероятност за появяване на комплекса признаци S^* :

$$P(S^* / D_q) = P(S_1^* / D_q) \cdot P(S_2^* / D_q) \dots P(S_N^* / D_q). \quad (10)$$

Решаващото правило за принадлежността на обекта A , при реализиран комплекс от признаци S^* и Q класа, съгласно метода на Бейс, се задава с условието:

$$A \in D_q, \text{ ако } P(D_q / S^*) = \max(P(D_1 / S^*), P(D_2 / S^*), \dots, P(D_Q / S^*)). \quad (11)$$

Прилагането на метода изисква за всички признаци да се определят законите за разпределение и параметрите им при всеки клас. Когато изследваните обекти притежават различен брой признаци, за определяне разпределението (и параметрите му) на i -тия признак за класа q се използва вектора, съдържащ стойностите на i -тите координати от описанията на всички обекти от клас q :

$$Kr_i^{(q)} = \{K_{i,1}^{(q)}, K_{i,2}^{(q)}, K_{i,3}^{(q)}, \dots, K_{i,j}^{(q)}, \dots, K_{i,M_i^{(q)}}^{(q)}\}, \quad (12)$$

където $M_i^{(q)}$ е броят обекти от класа q , включени в обучаващата извадка и имащи действителна стойност за i -тата отчетна точка, т.е. $K_{i,j}^{(q)}$ съществува.

Когато броят на признаците на изследваните обекти е различен, се предлага да се адаптира зависимостта (10) за определяне на априорната вероятност $P(S^* / D_q)$. Ако обектът A , подлежащ на класификация, съдържа N_A отчета, то се предлага $P(S^* / D_q)$ да се определя по зависимостта:

$$P(S^* / D_q) = P(S_1^* / D_q) \cdot P(S_2^* / D_q) \dots P(S_{N_A}^* / D_q), \quad (13)$$

т.е. априорната вероятност за появяване на комплекса признаци S^* следва да се определя на базата на вероятностите за появяване на реализираните признаци S_i^* , където $i=1:N_A$.

За коректното приложение на метода е наложително включването на обекти с максимален брой признаци в обучаващата извадка за всеки клас, за да се определят параметрите на разпределенията.

3. Резултати

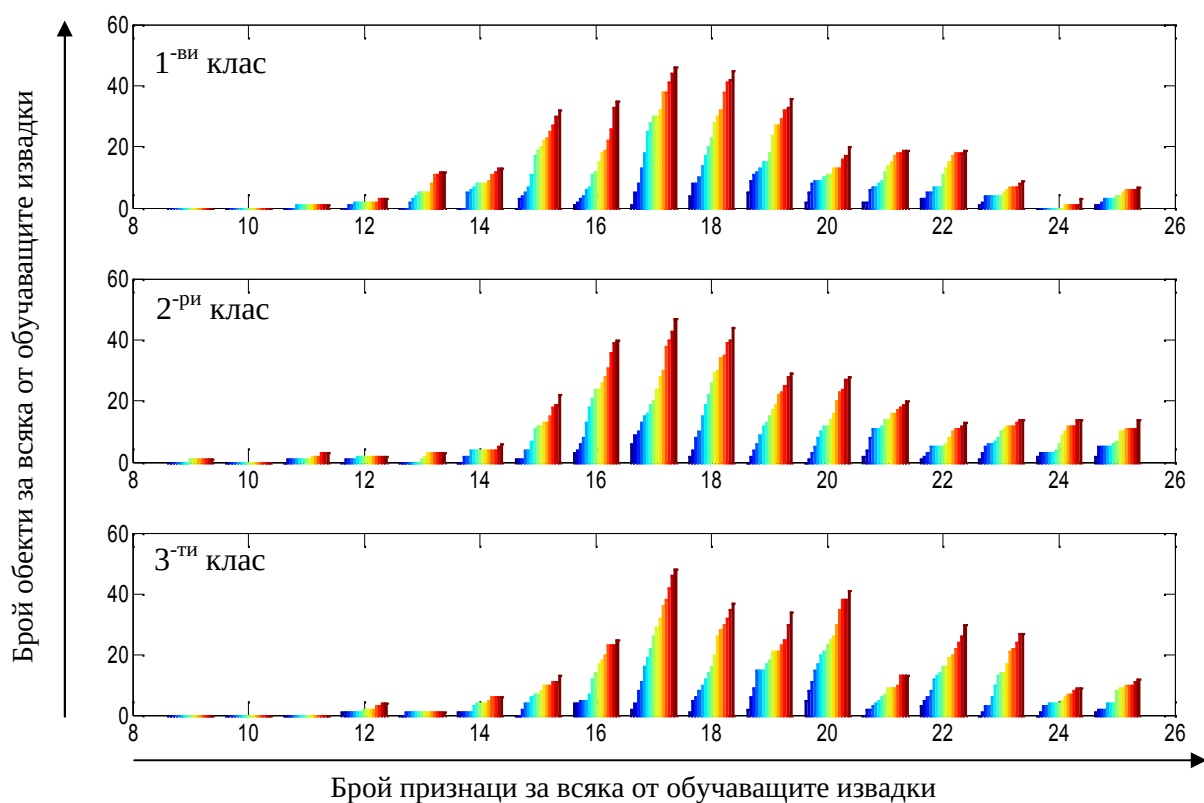
За експериментална проверка на работоспособността (пригодността) на адаптираните МРО се използват данни [4, 6] за стойностите на коефициента на светлинната пропускливост, получени като отношение на сигналите от фото-електронни сензори, при две различни дължини на вълната λ_1 и λ_2 и надлъжно сканиране на цели, небелени картофени клубени от сорт "Агрия". Като признаци за разпознаване са използвани отчетните точки на първичните описания, които са с различни дължини. Картофените клубени са оценени от експерти в 3 качества (класа) D_q ($q=1, 2, 3$). Разпределението на броя на обектите по класове е съответно: 1-ви клас (най-високо качество) 1145 обекта; 2-ри клас 1169 обекта и 3-ти клас 880

обекта. Всяко първично описание (реализация) за съответен обект, съдържа различен брой отчетни стойности на коефициента на светлинната пропускливост, регистрирани при сканирането по цялата му дължина. Описанието с най-малка продължителност съдържа 9 отчетни стойности, а с най-голяма – 25. В таблица 1 е представен броят обекти от всеки клас и съответния им брой отчетни стойности, които техните описания съдържат, т.е. обектите са групирани по дължина на тяхното описание.

Чрез случаен подбор, без повторно избиране, са подбрани 300 обекта от всеки клас, от които са формирани обучаващи извадки, различаващи се по броя обекти, включени в тях от всеки клас – 20, 40, ..., 300. На фигура 1 е представено разпределението на броя на обектите в различните обучаващи извадки в съответствие с броя отчетни стойности (признаци) в описанието им. От останалото множество, също на случаен принцип, са формирани контролни извадки от трите класа, съдържащи по 550 обекта.

Таблица 1 Брой обекти във всеки клас със съответен брой стойности на описанието

Брой отчетни точки	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1-ви клас	0	1	2	12	34	75	107	153	208	159	92	87	80	59	29	21	26
2-ри клас	3	4	5	8	15	21	88	148	188	168	133	112	73	46	57	45	55
3-ти клас	0	0	1	8	3	13	48	83	133	104	103	95	64	78	67	45	35



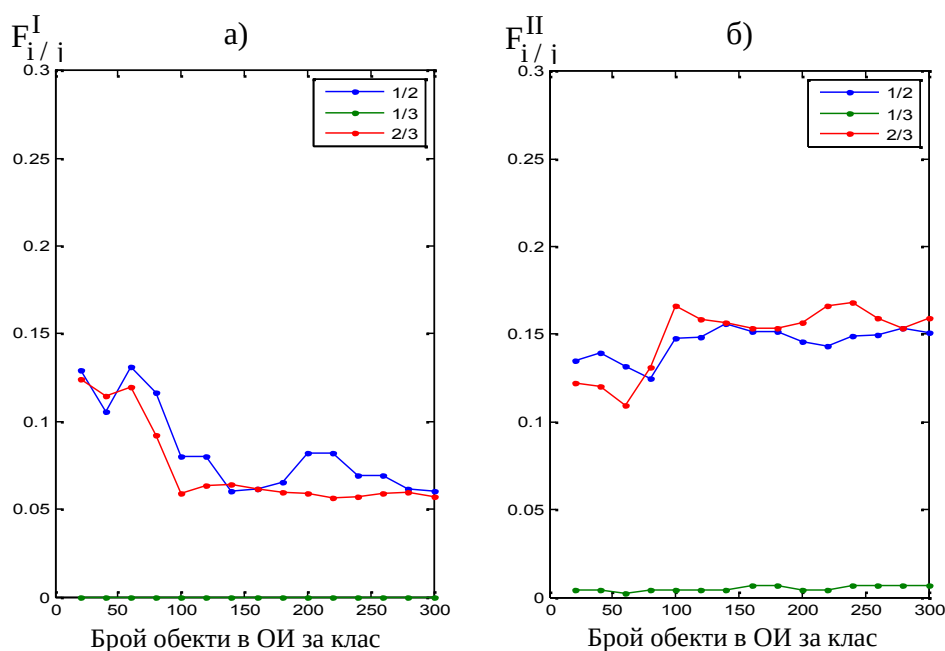
Фиг. 1 Разпределение на броя на обектите в различните обучаващи извадки в съответствие с броя отчетни стойности (признаци) в описанието им

Проведени са експерименти със синтезирани класификатори при различните обучаващи извадки и прилагане на адаптираните алгоритми за разглежданите МРО. За оценка на работата на класификаторите се използва показателят „грешка на класификацията за даден клас“, който дефинира грешните решения за него, т.е. „замърсяването“ му от обекти

от друг клас. При двукласов класификатор ще бъдат на лице два типа грешки – условна грешка при клас с по-високо качество и грешка при класа с по-ниско. Грешките на прехода от класа с по-ниско качество към този с по-добро могат да се класифицират като грешки от втори род (пропуск на събитието) при адаптиране на термина от теорията на статистическите решения, а грешките на прехода от добрия клас към лошия – като грешки от първи род (фалшива тревога).

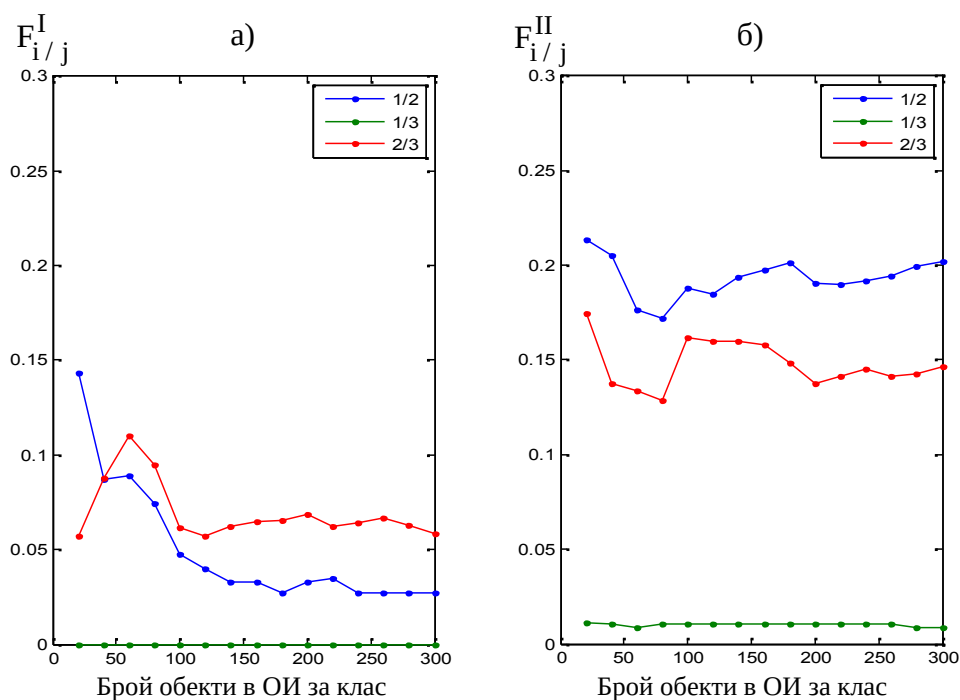
При оценка на работата на класификаторите чрез определяне на грешките е използван подход за съпоставяне на класовете всеки срещу всеки. В конкретния случай са съпоставени: 1^{-ви} клас срещу 2^{-ри} клас, 2^{-ри} клас срещу 1^{-ви} клас, 1^{-ви} клас срещу 3^{-ти} клас, 3^{-ти} клас срещу 1^{-ви} клас, 2^{-ри} клас срещу 3^{-ти} клас и 3^{-ти} клас срещу 2^{-ри} клас. Но като се отчете, че в някои съпоставяния участват едни и същи класове (например 1^{-ви} клас срещу 2^{-ри} клас, 2^{-ри} клас срещу 1^{-ви} клас) и единият от тях е клас на по-високо качество, то следва, че ще се получат еднакви стойности за грешките от първи и втори род. Затова съпоставянията се ограничават до тези, в които на първо място е поставен класа с по-високо качество, т.е. 1^{-ви} клас срещу 2^{-ри} клас, 1^{-ви} клас срещу 3^{-ти} клас, 2^{-ри} клас срещу 3^{-ти} клас. При представяне на резултатите от съпоставяне на клас i срещу клас j (i/j) се използват означенията: $F_{i/j}^I$ – за грешката от първи род, $F_{i/j}^{II}$ – за грешката от втори род.

Синтезирани са класификатори с различните обучаващи извадки по предложениия адаптиран МРО „Разстояние до еталона“ при $v=2$. Класификаторите са тествани с контролната извадка. На фигура 2 графично са илюстрирани резултатите за грешките от I^{-ви} род (Фиг. 2а) и II^{-ри} род (Фиг. 2б) за съпоставянията i/j .

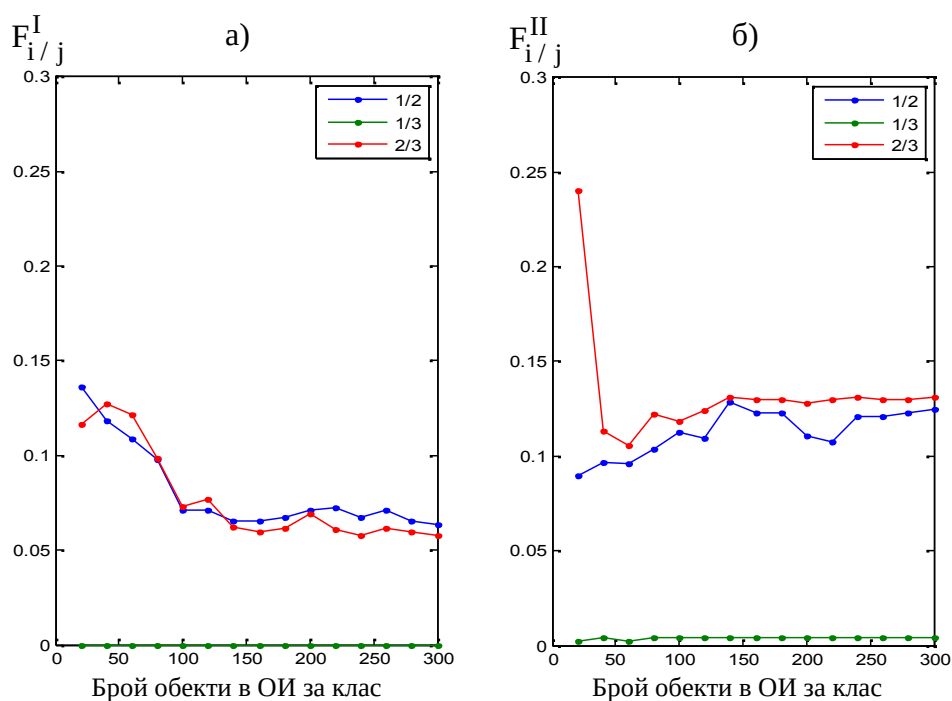


Фиг. 2. Грешки от I^{-ви} (а) и II^{-ри} (б) род на класификации при съпоставяния (i/j) и адаптиран МРО „Разстояние до еталона“ при $v=2$

На фигура 3 са показани резултатите за грешките от I^{-ви} род (Фиг. 3а) и II^{-ри} род (Фиг. 3б) за съпоставянията i/j при използване на класификатор, синтезиран с различните обучаващи извадки по предложениия адаптиран МРО – „ k най-близки съседа“ (при $v=2$).



Фиг. 3. Грешки от Γ^{VI} (а) и Π^{PI} (б) род на класификации при съпоставяния (i/j) и адаптиран МРО „k най-близки съседа“ при k=3.



Фиг. 4 Грешки от Γ^{VI} (а) и Π^{PI} (б) род на класификации при: съпоставяния (i/j) и адаптиран МРО на Бейс;

На фигура 4 са показани резултатите за грешките от Γ^{VI} род (фиг. 4а) и Π^{PI} род (фиг. 4б) за съпоставянията i/j при използване на класификатор, синтезиран с различните обучаващи извадки по предложения адаптиран МРО на Бейс. Представените резултати

показват, че и при синтезираните класификатори по трите МРО има отлична различимост между обекти на 1^{-ви} и 3^{-ти} клас, което е правдоподобно, тъй като описанията на обектите от тези класове са най-отдалечени помежду си в пространството на признаците.

При всички класификатори се наблюдава приблизително установяване на стойностите на грешките, за всеки клас, при брой на обектите в обучаващата извадка над 100. Това може да бъде основание, като долна граница на обема на обучаващите извадки, за този тип обекти, да се приеме 100.

4. Заключение

Аграрните продукти са сложни биологични обекти, които се характеризират с уникални характеристики на качеството – форма, размер, цвят, степен на зрелост, дефекти – вътрешни и външни. Това разсейва описанието им като обекти за класификация в първичното пространство, за което се получава информация за състоянието на качеството им. Тези особености на обектите създават затруднения в директното прилагане на някои методи за разпознаване на образи при синтеза на класификатори по качество.

Предложени са подходи за адаптиране на три МРО към задачата за синтез на класификатори за аграрни продукти по качество, с които се преодоляват затруднения при приложението им, дължащи се на различната продължителност на описанията на класифицираните аграрни продукти. По адаптираните МРО и формирани обучаващи извадки са синтезирани класификатори, които са тествани с контролна извадка.

Използван е подход за оценка работата на класификаторите чрез определяне на грешките при съпоставяне на класовете всеки срещу всеки, с което се представя по-детайлно различимостта между отделните класове.

Литература

- [1] Fukunaga K., Introduction to Statistical Pattern Recognition. Academic Press Professional, Inc. San Diego, CA, USA, 1990
- [2] Ian H. Witten, Eibe Frank. Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques, Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco, CA, USA, 2005
- [3] Theodoridis S., K. Koutroumbas, An Introduction to Pattern Recognition: A Matlab approach, 2010, Elsevier Inc.
- [4] Георгиев А., Л. Костадинова, Автоматизирани системи за окачествяване и сортиране на селскостопанска продукция, сп. "Хранителна промишленост" №6, 1985
- [5] Дуда Р., П. Харт, Распознавание образов и анализ сцен, М. Мир, 1976, 512с.
- [6] Кривошиев, Г. и др., Относно формирането на изходното описание на признаци за идентификация на картофи по вътрешните и външните им дефекти, Сб. доклади на III нац. научно-техн. конференция "Автоматизация на процесите в ХВП", Пловдив, 1981

За контакти:

Гл. ас. Радослава Н. Габрова*
Доц. д-р Лена Ф. Костадинова**
катедра „Компютърни системи и технологии“
Университет по хранителни технологии, Пловдив
E-mail: rgabrova@yahoo.com*
E-mail: lenakostadinova@yahoo.com**

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОД ЗА СОЦИАЛНО ТЪРСЕНЕ В БИБЛИОТЕЧНИ БАЗИ ОТ ДАННИ

Стефка Добрева

Резюме: В публикацията се представя алгоритъм за практическа реализация на метод за социално търсене на информация, базиран на поведението на потребителите на библиотечна информационна система. Разглеждат се въпроси, свързани със събирането и обработката на информация за поведението на потребителите чрез използването на матрица на вероятностите, реализираща Теоремата на Бейс. В последствие, предлаганите съвети от системата могат значително да улеснят потребителите при търсене на библиографска информация.

Ключови думи: социално търсене, библиотеки, алгоритъм, информационна система, библиографска информация.

Application of method of social search in library database

Stefka Dobрева

Abstract: The publication presents an algorithm for the practical realization of the method of social search for information based on consumer behavior of library information system. Collection and processing of information about consumer behavior through the use of a matrix of probabilities realizing the Bayesian theorem is considered. Subsequently, the system will offers tips, that can greatly facilitate the users to find bibliographic information.

Keywords: social search, libraries, algorithm, information system, bibliographic information.

1. Въведение

В използваните в нашата страна информационни системи за търсене на библиографска информация, всеки потребител започва търсенето чрез въвеждане на ключови думи. Постепенно, чрез добавяне и премахване на ключови думи, се достига до желания резултат. Този процес се повтаря при всеки потребител на библиографска информация, при което различни потребители, търсещи информация за една обща тема, преминават поотделно през всички етапи на търсене по метода "проба-грешка" без да имат възможност да се възползват от миналия опит на други потребители на библиотечната информационна система.

Възможно е процесът на търсене да се съкрати чрез използването на метод, базиран на работата на социалните мрежи. При търсене на информационни източници в библиотечната система, за всеки потребител (при запазване на анонимността) може да се съхраняват данни за неговото поведение - ключовите думи, които са използвани или информационните източници, от които се е интересувал в процеса на търсене. В последствие тези данни, чрез матрица на вероятностите, могат да послужат автоматично за даване на препоръки на други потребители за това какви ключови думи да използват или какви други информационни източници да прегледат във връзка с конкретно тяхно библиографско проучване.

2. Метод на социално търсене

Методът на социалното търсене се базира на опита и предпочитанията на други потребители. Използвайки поведението им, търсещият информация по-бързо може да се ориентира и да избере правилните ключови думи, които да използва при търсенето в

библиографската база от данни и по-бързо да достигне до нужните информационни източници.

В системата за търсене на библиографска информация методът на социално търсене може да се приложи в следните направления:

- за даване на предложения за комбинация от ключови думи, използвани при търсенето;

- за показване на допълнителен списък с подходящи заглавия, базиран на опита на други потребители.

И в двата случая алгоритъмът е еднакъв и в основата му лежи натрупване на данни за поведението на множество потребители и изграждане на матрица на вероятностите. В настоящия труд ще спрем своето внимание на второто направление - показване на допълнителен списък с подходящи заглавия.

Исходната постановка е следната: потребител на системата се интересува от литературни източници в конкретно определена предметна област. Първоначално системата му задава уникален, случайно генериран сесиен идентификатор с цел проследяване на неговото поведение при запазване на анонимността му. Потребителят въвежда определени ключови думи за търсене, в резултат на което се извежда списък със съкратени данни за всеки запис. Необходимо е потребителят изрично да избере някой запис, за да може да види пълната информация за него. По този начин се осигурява натрупването на информация за логически свързани помежду си записи от библиографската база от данни, която се основава на субективни предпочитания. Разбира се, потребителят може по погрешка или умишлено да избира да преглежда записи, несвързани с интересуващата го предметна област, но натрупването на информация за поведението на много потребители, ще елиминира значението на тези флуктуации, които представляват отклонение от нормалното рационално поведение.

В граничен случай, когато действията на повечето потребители са ирационални, много трудно могат да се уловят тенденции в тяхното поведение при търсене на информация в определена предметна област. При подобно асоциално поведение на потребителите методът за социално търсене не би дал добри резултати.

На практика, в резултат на натрупването на данни за поведението на потребителите, ще имаме следните примерни данни, представени във формат JSON [1]:

```
{
  SESS_ID1:[id1, id3, ..., idX],
  SESS_ID2:[id1, id5, ..., idY],
  ....
  SESS_IDN:[id3, id5, ..., idZ]
}
```

където:

SESS_ID - случайно генериран сесиен идентификатор на потребител, за който предполагаме, че веднъж влязъл в системата, ще търси информация в определена предметна област;

id - уникален идентификатор (системен номер в базата от данни или сигнатура, ако отговаря на условието за уникалност, подобно на B74698, Y946 и прочие) на литературен източник от библиографската база от данни [2]. За краткост ще го наричаме сигнатура.

За всеки сесиен идентификатор съответства множество (масив) с различен брой елементи, а именно сигнатури, при което дублиранията са премахнати. Това се прави с цел да не може един потребител да окаже влияние върху значението и важността на една сигнатура, тъй като това в последствие би изкривило списъка с предложения в полза на този

литературен източник. Това е една от основните разлики спрямо модела "Bag-of-words" [3], на който се базират различни популярни реализации като "tf-idf" [4].

От алгоритмична гледна точка дублирания най-лесно се премахват, ако списъкът е сортиран, така че можем да приемем, че списъкът със сигнатури за един потребител е сортиран и е с уникални стойности.

Следващият етап от обработката е вмъкване на тези данни в матрица на вероятностите, което на практика представлява вариант на алгоритмична реализация на Теоремата на Бейс (1) за изчисляване на вероятността за настъпване на дадено събитие, след като вече е известна част от информацията за него [5].

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Матрицата на вероятностите представлява квадратна матрица, симетрична спрямо главния диагонал. Първоначално всички стойности в матрицата са нули. От списъка със сигнатури на един потребител, за всяка стойност, на съответния ред от матрицата се инкрементират с единица стойностите на тези клетки, чиито колони съответстват на целия списък. С други думи казано, ако списъкът се състои от пет сигнатури, то тогава на пет реда, в пет колони трябва да се инкрементират стойностите. Процесът се повтаря и за данните на останалите потребители.

В резултат по главния диагонал СЗ-ЮИ стойностите ще показват колко пъти общо е присъствала тази сигнатура в списъците на всички потребители. Под и над главния диагонал стойностите са симетрични и показват колко пъти сигнатурата, съответстваща на реда или колоната, е била в един и същ списък с останалите сигнатури, при което стойностите ще варират от нула до числото в клетката на главния диагонал за съответния ред или колона.

Частното между числото в дадена клетка и числото в клетката на главния диагонал на същия ред или колона ни дава вероятността дадена сигнатура да присъства заедно с друга сигнатура в един списък. По този начин, ако две сигнатури винаги присъстват заедно в списъци, вероятността е 100%, а ако никога не са присъствали заедно - 0%.

Ще дадем кратък опростен пример. При входни данни:

```
{  
  SESS_ID1: [1, 3, 5, 7],  
  SESS_ID2: [2, 5, 6],  
  SESS_ID3: [1, 7],  
  SESS_ID4: [1, 3, 6, 7],  
  SESS_ID5: [5, 7]  
}
```

матрицата на вероятностите ще има вида, показан на фигура 1.

Практическото програмно реализиране на реална матрица под формата на двумерен масив много трудно може да се осъществи оптимално с оглед на големия обем памет, който би се заел. Така например, при използван тип данни 32 бита, ако при 10 000 сигнатури, заетата памет е 400 MB, то при 100 000 сигнатури, тя ще е около 40 GB. Това експоненциално нарастване създава значими пречки при практическото използване на алгоритъма.

Използването на структура масив от масиви би могло да доведе до почти двойно намаляване на използваната памет, тъй като използвайки, че матрицата е симетрична, може да се представи в паметта като триъгълна. Ние предлагаме друг подход, като изхождаме от предположението, че в по-голямата си част сигнатурите не са логически свързани помежду си, т.е. в матрицата ще имаме голямо количество нули. Ако нашето предположение е вярно,

то по-подходяща организация би била структурата асоциативен масив от асоциативни масиви (хеш от хешове) за реализация на вероятностната матрица. Например матрицата на вероятностите от предходния пример може да се представи по следния начин във формат JSON:

```
{
  "1":{"1":3,"3":2, "5":1, "6":1, "7":3},
  "2":{"2":1, "5":1, "6":1},
  "3":{"1":2, "3":2, "5":1, "6":1, "7":2},
  "5":{"1":1,"2":1, "3":1, "5":3, "6":1, "7":2},
  "6":{"1":1,"2":1, "3":1, "5":1, "6":2, "7":1},
  "7":{"1":3, "3":2, "5":2, "6":1, "7":3}
}
```

	1	2	3	4	5	6	7
1	3	0	2	0	1	1	3
2	0	1	0	0	1	1	0
3	2	0	2	0	1	1	2
4	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	0	1	1	2
6	1	1	1	0	1	2	1
7	3	0	2	0	2	1	3

Фиг. 1. Матрицата на вероятностите

При този начин на работа нулевите стойности въобще не се съхраняват, а освен това директно могат да се използват сигнатурите, които по същество са низове, а не числа.

По-нататък тази матрица на вероятностите може да се използва за извеждане на допълнителен препоръчителен списък в зависимост от поведението на потребителя, търсещ библиографска информация. С цел оптимизация на заета памет и по-голямо бързодействие е уместно матрицата да се трансформира в по-подходящ за употреба вид, а именно да се използва структура асоциативен масив от масиви, при което отпадат числата от главния диагонал, а стойностите в един ред се сортират низходящо, при което остават само сигнатурите. Допълнително всеки списък може да се отсеке и да се съхраняват данни само за най-свързаните с конкретна сигнатура сигнатури.

Окончателно примерните данни биха изглеждали трансформирани по следния начин:

```
{
  "1":["7", "3", "5", "6"],
  "2":["2", "5", "6"],
  "3":["1", "3", "7", "5", "6"],
  "5":["5", "7", "1", "2", "3", "6"],
  "6":["6", "1", "2", "3", "5", "7"],
  "7":["1", "7", "3", "5", "6"]
}
```

Подобно оптимизиране има смисъл, тъй като за потребителите не са толкова полезни конкретните проценти, колкото реда, в който се ранжират предлаганите източници - по-тясно свързаните с търсенето - по-напред в списъка.

3. Заключение

Представената реализация на метода на социално търсене може значително да облекчи потребителите на библиотечните информационни системи при търсенето на библиографска информация, необходима им в тяхната изследователска или образователна дейност. Компактното представяне на матрицата на вероятностите в компютърната памет е от съществено значение за приложение на метода, тъй като заетата памет расте логаритмично, ако се използва традиционното представяне като двумерен масив. Крайното представяне на данните в структурата хеш от масиви е оптимизирано за бързодействие при използване на данните за извеждане на съвети към потребителите. Въз основа на идентификатора на разглеждания от потребителя информационен източник бързо и лесно се може да се извлече списък с други подходящи информационни източници, при това подредени по степен на важност.

Литература

- [1]. ISBD Международен стандарт за библиографско описание: Консолидирано издание, 2012, стр.226 . <<http://www.ifla.org/files/assets/hq/publications/series/44-bg.pdf>, 20.06.2014>
- [2]. The JSON Data Interchange Format: Standart ECMA-404, 2013. <<http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/ECMA-404.pdf>, 20.06.2014>
- [3]. Bag-of-words model, <http://en.wikipedia.org/wiki/Bag_of_words_model, 20.06.2014>
- [4]. tf-idf, <<http://en.wikipedia.org/wiki/Tf-idf>, 20.06.2014>
- [5]. Каракулаков М., Р. Мирянов Теория на вероятностите и математическа статистика, Унив. изд. Наука и икономика, В., 2011, с. 136.

За контакти:

докторант Стефка Добрева Петрова
Катедра „Информационни системи и технологии“
Университет по библиотекознание и информационни технологии
E-mail: stefka.dobрева@gmail.com



ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЛОКАЛНИ ЦИФРОВИ ФИЛТРИ В СЪВРЕМЕННИТЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИ МЕТОДИ

Божидар С. Стоянов, Емануил С. Стоянов

Резюме: Локалното филтриране се използва за подобряване на качествата на изображенията чрез отстраняване на интерференцията или повишаване на рязкостта. За тази цел са създадени разнообразни цифрови филтри, от алгоритми за усредняване по околност(интегриране) до процедури за локално диференциране и подчертаване на контурите.

В настоящия доклад са разгледани някои линейни и нелинейни филтри и техни приложения в методите на съвременната Геодезия.

Ключови думи: Цифрово изображение, локален филтър, апертура, маска, теглови коефициент, честота, острота, контур, постеризация, шум.

Usage of Local Digital Filters in Modern Geodesic methods

Bozhidar St. Stoyanov, Emanuil St. Stoyanov

Abstract: Local filtering is used for improvement of the quality of images by the removal of interferences or sharpness rise. A variety of digital filters have been created for this particular purpose, from algorithms for mean filtering (integration) to local differentiation and edge sharpening procedures.

This article examines some linear and nonlinear filters as well as their application in the methods of Geodesy.

Keywords: Digital image, local filter, aperture, mask, weight coefficient, frequency, sharpness, edge/contour, posterization, noise.

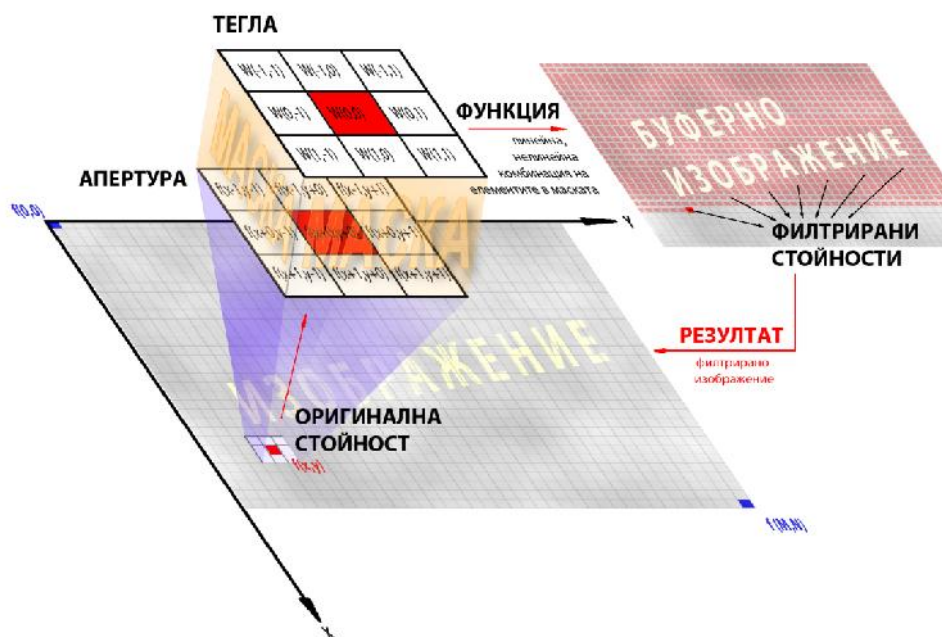
1. Въведение в локалното филтриране

Голяма част от технологиите на цифровата обработка на изображенията, по-специално филтрирането, са разработени през 60-те години на миналия век в лабораториите на NASA (Jet Propulsion Laboratory), Масачузетския технологически институт (MIT), Bell Labs, Мерилендския университет и др. Локалните филтри на изображения се реализират с алгоритми на пространствените процеси, в които се използват повече елементи, отколкото при точковите процеси. Всеки елемент от оригиналното изображение се *преобразува* в нов чрез взаимодействие с околни елементи, разположени в неголяма правоъгълна област наречена - *апертура* или *прозорец*. Взаимодействието се осъществява чрез прилагане на закон или функция, с която елементите на *апертурата* оказват влияние на елемента, който се определя чрез индивидуални коефициенти наречени *тегла*. Те се съхраняват в матрица, чийто размер е идентичен с големината на *прозореца*. Съществува позиционно съответствие между елементите на *апертурата* и *теглата* в матрицата. Всеки елемент в *прозореца* се умножава със своето *тегло*. Получените произведения задават функцията на преобразуване. Крайният резултат е нова стойност на елемента, който се определя.

Според вида на функцията, която се изпълнява, филтрите се делят на *линейни* и *нелинейни*. *Линейните* са тези, чиито изходни данни са линейна комбинация от входните. Аналитичното им представяне е описано в [1]. Друг вариант на преобразуващата функция, който се използва масово в съвременните графични системи, е показан чрез формула 1.

$$g(x,y) = \frac{1}{S} \cdot \left[\sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t) \cdot f(x+s,y+t) \right] + D \quad (1)$$

В този израз $g(x,y)=g_{x,y}$ е резултатът от филтрирането на точка с координати (x,y) ; $w(s,t)$ - *тегла* на точките в *прозореца*; $f(x+s,y+t)$ - оригинални стойности на точките, попадащи в *прозореца*. Нека размерите на обработваното изображение са $M \times N$, а големината на *апертурата* - $m \times n$; Значенията на a и b са: $a = \left\lfloor \frac{m-1}{2} \right\rfloor$, $b = \left\lfloor \frac{n-1}{2} \right\rfloor$. За да се филтрира цялото изображение, формула 1 трябва да се приложи за всички негови точки поотделно. Това става, като се обхождат всички комбинации от координатите (x,y) , където $x=0,1,2,\dots,M-1$, $y=0,1,2,\dots,N-1$. За всяко положение на *прозореца* се прави умножение между стойностите на пикселите, попадащи в него, и съответните им *тегла*. Произведенията се сумират и сумата се разделя на целочислен коефициент $S \geq 1$, наречен **мащабен (scale)**. Накрая, към частното се прибавя коефициент на **отместване (displace)**: $D \in [-255+255]$. Получената стойност се приема за резултат от филтрирането на онази точка от изображението, която попада в центъра на *апертурата*. За всяка позиция на *прозореца* в линейната комбинация трябва да участват само точки на оригиналното (входящо) изображение. Затова резултатните стойности не трябва да подменят оригиналните пиксели, докато не се обхождат всички точки. На всяка стъпка *изчислените* стойности първоначално се записват във временен буфер. Размерът му съвпада с броя на пикселите от *входящото* изображение. Едва тогава, когато процесът на филтриране приключи за всички точки, оригиналните стойности се заменят със стойностите на буфера. Цифровите филтри, основани на разгледания принцип, се наричат **локални**, защото във всеки момент в пресмятанията участва само малка - *локална* област от цялото изображение. Поради смяната на местата на *прозореца*, *локалните* филтри се наричат още филтри с **местец се прозорец**. На фигура 1 е показана примерна схема на описаната технология при големина на *апертурата*: 3×3 . Други възможни стойности са - 5×5 или 7×7 . *Апертурата* и *теглата* се наричат общо **маска**. Тя определя вида на преобразуването.



Фиг. 1. Локално филтриране на цифрови изображения

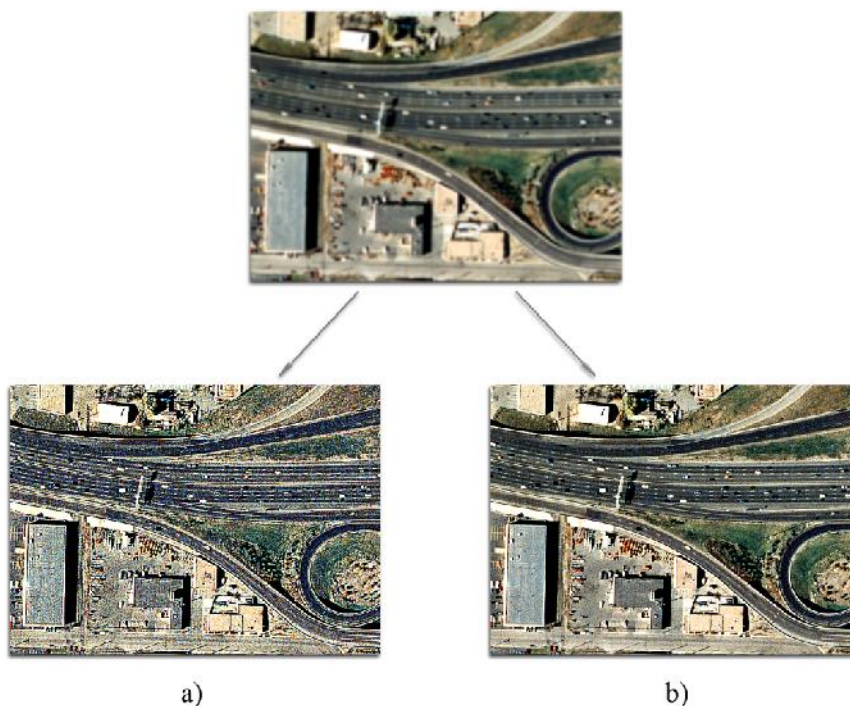
2. Приложения

Цифровите филтри намират широко приложение в дейностите, свързани с обработка на изображения. Те могат да се използват успешно и в съвременните геодезически методи. Един от тях е *фотограмметрията*, която се занимава с определяне на формата, местоположението, размерите и други количествени и качествени характеристики на обекти само по техни фотографски изображения. Най-често снимките се получават чрез въздушно фотографиране. От фотографиите може да се извлече разнообразна количествена (*метрична*) и качествена (*семантична*) информация. Важно условие за постигане на добри резултати е високото качество на изображенията.

2.1. Подобряване на неясни (*размити*) фотоснимки. Осъществява се чрез филтри, които отделят високочестотната компонента на изображенията, оставяйки нискочестотната непроменена. Примери за матрици на такива преобразувания са:

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & +9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}, S=1 \qquad \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & +12 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}, S=4 \qquad (2)$$

Филтрите от този тип засилват разликата между стойностите на отделните пиксели. Матрицата в ляво се използва с мащабен коефициент $S=1$ и предизвиква много силен ефект в резултата. Това е показано на фигура 2 а). Възможни са повишаване на шума и поява на “прегаряне” в най-светлите места. Често се налага употребата на филтри с по-слаб ефект на действие. Постига се чрез по-големи стойности в центъра на матрицата спрямо нейната периферия и увеличаване на *мащаба*. Фигура 2 б) показва резултата при конкретни стойности на параметрите, посочени в (2) - *дясно*. Изборът на S трябва да се подчинява на условието - сумата от елементите на матрицата, разделена на *мащаба*, да е равна на 1.



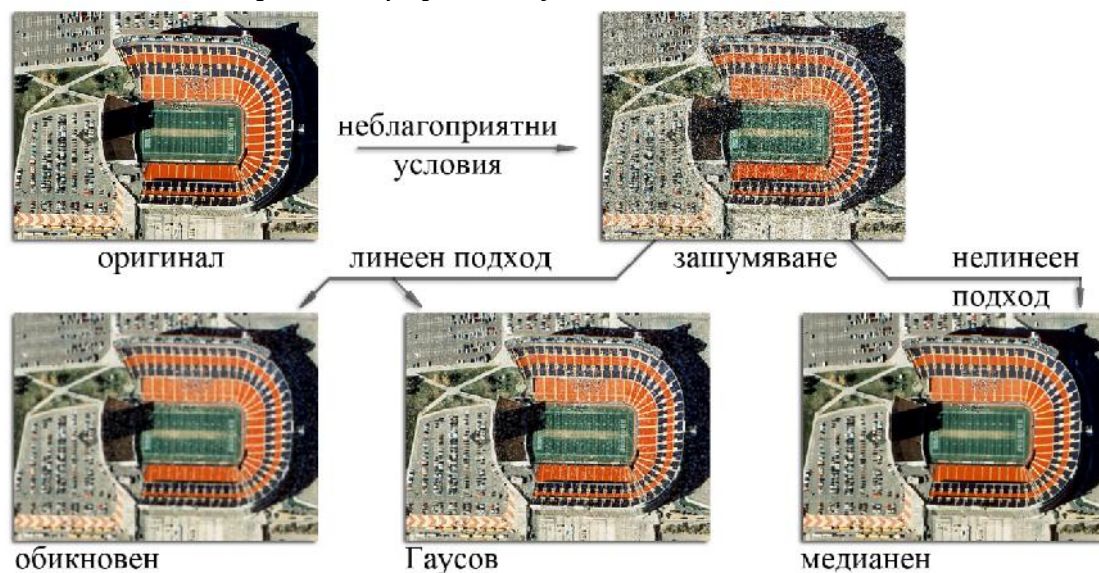
Фиг. 2. Подчертаване на високите честоти в изображението

В [2] е предложен друг подход с аналогичен краен ефект, но без повишаване на шума и без *пробиви* в най-светлите части.

2.2. Премахване на шум. Често се случва, източниците използвани в Геодезията да бъдат с влошено качество. Причини за това са: остаряване на носителите, влияние на околната среда, неправилно съхранение, честа употреба и др. Цифровите технологии предлагат различни възможности за корекции, но е необходимо изходните материали да се представят в електронен вид, като цифрови изображения. В тях дефектите се регистрират като замърсяване и шум. За премахването му са разработени различни *линейни* и *нелинейни* филтри. *Линейните*, се отнасят към категорията на нискочестотните пространствени филтри. Те оставят нискочестотната компонента в изображенията непроменена и същевременно намаляват(*отслабват*) високочестотната, в която попада и *шумът*. По този начин *шумът* се подтиска и редуцира. Примери на такива преобразувания са:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, S=9 \qquad \begin{bmatrix} 9 & 12 & 9 \\ 12 & 15 & 12 \\ 9 & 12 & 9 \end{bmatrix}, S=99 \qquad (3)$$

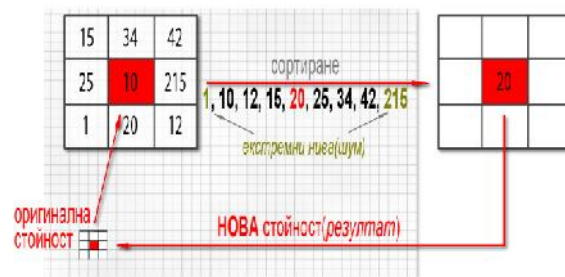
Лявото преобразуване използва еднакви *тегла* на съседните пиксели и се нарича **обикновено**. Дясното се нарича **Гаусово** и използва *променливи тегла* в зависимост от разстоянията на околните пиксели до центъра. По-далечените пиксели влияят по-слабо, отколкото по-близките. *Линейните* филтри загубват част от детайлността на изображенията, контурите им се *размиват*. На фигура 3 е показано, че между *обикновеното* преобразуване и *Гаусовото*, с по-малък *размиващ* ефект е *Гаусовото*.



Фиг. 3. Премахване на шум

От фигурата също се вижда, че съществува и *нелинеен* подход за изчистване на шум. Представител на този метод е **медианният** филтър. Той също използва *местец се прозорец*, центрирайки го върху всеки пиксел и обхождайки цялото изображение. Разликата е, че стойностите на пикселите в *апертурата* не се умножават с коефициенти на *тегла*, а се използват директно. Върху тях се прилага сортиращ алгоритъм, който отделя екстремните стойности, характерни за *шума*, и ги поставя в краищата на подредената редица. Стойността, която след сортирането попада в центъра на редицата, се възприема за нова стойност на текущия пиксел. Начинът, по който работи *медианният* филтър, е показан на фигура 4.

Сравнявайки резултатите от прилагане на *линейния* и *нелинейния* подход, може да се заключи, че *медианният* филтър запазва контурите и подробностите много по-добре, отколкото двата *линейни* филтъра.



Фиг. 4. Принцип на действие на медианния филтър

2.3. Сегментиране. По същество представлява очертаване на границите между различни области в изображенията. Има приложение в Географските информационни системи (*Geographic Information Systems - GIS*) - за оконтуряване на сканирани карти и обекти, подлежащи на векторизиране (*оцифряване*); в дистанционните методи за изследване – селекция и анализ на области по зададени критерии; за нуждите на разузнаването - отделяне на образи, разпознаване и др. Елемент на *сегментация* се прилага и в цифровата фотограметрия при опознаване на опорни точки.

Технологията на линейното филтриране позволява да бъдат отделяни граници с два различни компонента: *тъмна* и *светла*. Възможни матрици на такива преобразувания са:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, S=1 \quad \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & +8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}, S=1 \quad (3)$$

С лявата матрица се открива *тъмната* съставна, а с дясната – *светлата*. Двата компонента не се застъпват помежду си, а сечението им е празното множество. Пример за отделяне на контури е показан на фигура 5.



Фиг. 5. Сегментиране на изображение

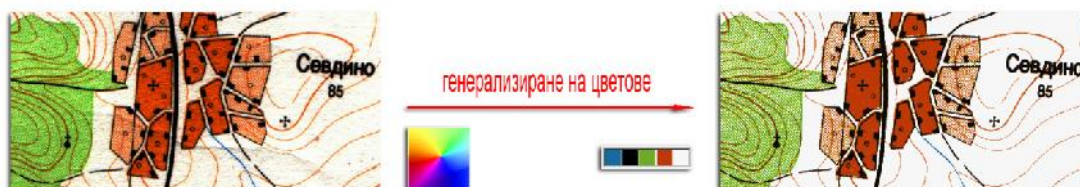
Границите в изображенията могат да се изследват допълнително чрез алгоритми, търсещи базови форми, да бъдат подлагани на семантичен анализ и оценка на резултатите. Така могат да се откриват самостоятелно обособени или взаимно-свързани обекти, притежаващи конкретни метрични и семантични характеристики. Могат да бъдат определяни позицията и ориентацията им, а самите обекти – отделени (*изолирани*) от общите контури. На по-късен етап могат да бъдат разпознати и категоризирани. Фигура 6 показва тази възможност.



Фиг. 6. Контурно отделяне и разпознаване на образи

2.4. Генерализация на цветове. В картографията често се налага информацията за различните обекти да бъде обобщавана и представяна с намалено ниво на детайлност. Процесът на *окрупняване* се нарича **генерализация**. Прилага се при изработване на карти в по-дребен мащаб, използвайки едромащабни източници. В картите с по-дребен мащаб малките обекти или губят част от детайлите си, или престават да бъдат видими.

При цифровите изображения е възможно освен *генерализация* на форми също и на цветове. Преобразуването се нарича **постеризация** и се изразява в намаляване броя на използваните цветове. Реализира се с помощта на *нелинейни* филтри, обединяващи близките цветове на съседни пиксели в големи хомогенни зони. Примерът на фигура 7 показва изчистване на замърсено изображение само чрез метода на *постеризация*.



Фиг. 7. Премахване на шум чрез постеризация

3. Заключение

С развитието на компютърната техника цифровите филтри бързо напуснаха очертанията на специализирания хардуер. Днес те са неразделна част от много софтуерни графични системи, които с популяризирането им, са ги превърнали в масова практика и стандарт. В съвременната геодезия, все по-голям е дялът на компютърните технологии. Ето защо въпросът за внедряването и приложенията на цифровите технологии в новите геодезични методи е изключително актуален. В доклада са показани някои от приложенията на *локалното* филтриране именно в тази област.

Литература

- [1]. Gonzalez, Rafael C., R. E.Woods. Digital Image Processing. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2002
- [2]. Стоянов Б., Стоянов Е. Модифициране на цифров метод за подобряване на изображения чрез дефокусиране, Научна конференция ШУ "Еп. К. Преславски", Институт за перспективни изследвания за отбраната – МО, Факултет по артилерия, ПВО и КИС на НВУ „В. Левски”– Шумен, 4.12-5.12.2008г. - гр. Шумен, с.247-254

За контакти:

гл. ас. Божидар Ст. Стоянов,
катедра „Геодезия”,
ШУ „Еп. Константин Преславски”,
E-mail: bojidar_stoyanow@yahoo.com

гл. ас. Емануил Ст. Стоянов,
катедра „Компютърна информатика”,
ШУ „Еп. Константин Преславски”,
E-mail: emanuil_stoyanov@yahoo.com

XXVI СТУДЕНТСКА ОЛИМПИАДА ПО ПРОГРАМИРАНЕ В БЪЛГАРИЯ - АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Владимир Н. Николов, Емануил С. Главчев, Надежда С. Рускова

Резюме: В тази публикация е представен неофициален анализ на някои от възможните начини за решаване на задачите, предложени на 26-та Републиканска Студентска Олимпиада по Програмиране, проведена в Технически университет – Варна на 17 май 2014 г. Трябва да се отбележи, че предложеният анализ и оценка има множество алтернативи и е субективен. Целта на авторите е да се наблегне на задачите и на решенията им от студентите, на ефективността на решенията, които са предложили авторите и отборите и да се представят някои подходи, които могат да се използват за решаване на проблемите. Оценките на ефективността на решенията е направена чрез измерване на времето за изпълнение на кода на един и същ компютър и трябва да се разглежда относително едни спрямо други за всяка задача.

Ключови думи: Алгоритми, Програмиране, Олимпиади по програмиране, Ефективност на кодиране.

XXVI STUDENT PROGRAMMING CONTEST IN BULGARIA - ANALYSIS OF RESULTS

Vladimir N. Nikolov, Emanuil S. Glavchev, Nadejda S. Ruskova

Abstract: This publication presents an informal analysis of some of the possible ways to solve the problems of the 26th National Student Programming Olympiad in Bulgaria held at the Technical University - Varna on May 17, 2014. It should be noted that the proposed analysis and assessment has many alternatives and is subjective. The author's aim is to mark the problems' complexity and their solutions from teams, the effectiveness of the solutions offered by problem authors and by students and to propose some approaches that can be used to solve problems. Solution comparison is made by calculating execution time on the same computer and must be considered in relation to the problem.

Keywords: Algorithms, Programming, Programming Contest, Coding Efficiency

1. Увод

XXVI Национална Студентска Олимпиада по Програмиране НСО се проведе на 17 май 2014 г. в ТУ – Варна. На състезанието участваха 33 отбора от 12 български университета [6]. Зададени са 11 задачи [5], 9 от които са обект на анализ от настоящата публикация. Един от студентските отбори – NoExit от СУ „Климент Охридски” реши всички зададени задачи и се класира на първо място [7]. Задачи Developers and salaries и Happens не са включени в анализа. Те са решавани от малко студентски отбори и само първият отбор е решил задачите. По 5 и 4 решени задачи имат два отбора, един отбор е с 3 решени задачи, а останалите са с 2 и по-малко решени задачи. Изискването на авторите за високо ефективно по бързодействие решение е основната причина за относително малкия общ брой решения от всички отбори – 51. Най-много решения - 13 има задачата SeqMem, най-вече поради високото допустимо време за решението (една минута), предоставено от журито. Най-малко решения имат 6 от задачите – B. Hesitation , C. IC , D. Algebra, F.2048, H. Happens, I. Developers and salaries.

2. Анализ на решенията

Представеният анализ може да се отличава по време за изпълнение, получено по време на състезанието от системата за проверка [9]. Това е така, поради приетия от авторите подход за анализ и сравнение - използване на един компютър и компилатор за всички решения, кодирани на C++ и обща среда за всички решения, кодирани на Java. В този сравнителен анализ не се отчитат предимствата на използвания от автора и състезателите конкретен компилатор. Целта е да се сравни по-скоро алгоритмичната програмотехника, която е най-съществена при оценка на решенията.

A. BIRTHDAY

Кратко условие: Входът се състои от дължините на трите височини на триъгълник. Трябва да се изведат дължините на трите страни.

Задачата е решена от 7 студентски отбора. Отборите са използвали 2 различни формули за директно изчисляване на височините от дължините на трите страни. Няма отбор, който да не е използвал директна формула. И двете разновидности на решението с формули се базират на Хорнер, като разликата се състои в това, че чрез подходящи замествания единият вариант е много по-опростен и кратък за записване от другия. Въпреки това по същността си те са еквивалентни, затова не може да се счита че има разлики в подхода на състезателите към задачата. Сложността на задачата се състои в решаването на геометричната задача.

Авторското решение използва доста различен подход. Вместо да търси формула за намирането на височините, решението на автора ги намира като първо предполага техните стойности, след това прави проверка дали са правилни, и ако не са правилни, се определя посоката, в която трябва да се изменят стойностите. Като се получат новите стойности проверката се повтаря. На принципа на двоичното търсене, след максимум 200 итерации получените страни са достатъчно точни, за да бъдат изведени на екрана. Решението работи и е доста ефективно, поради това че тригонометричните функции и деление са тежки операции, които решението си спестява. Въпреки това, при достатъчно голяма нужна точност, то би било по-неефективно от съответните решения на състезателите. Възможно предимство на това решение е че не изисква познаване на формулите за изчисление.

Таблица 1. Сравнение на решенията

	Автор	NoExit	stack	Agents	Debuggers	RU	TheLoops	Lossers
Време(сек)	0.05	0.05	0.41	0.75	0.66	0.63	0.61	0.77

B. Hesitation

Кратко условие: Същината на задачата е по зададена дървовидна структура да се определи броя върхове, които трябва да се преминат, за да се достигне от даден връх до друг зададен връх.

Авторското решение е основано на динамично програмиране.

Студентите са предложили 2 алтернативни решения, основани на подобен подход.

Таблица 2. Сравнение на решенията

	Автор	NoExit	Zadjavka
Време(сек)	2.089	1.077	1.418

C. IC

Кратко условие: Дадени са изводи на интегрална схема, свързани в съответствие с принципната схема. Трябва да се определи колко са слоевете (нивата), на които могат да се разположат връзките, без да се пресичат помежду си. По същество трябва да се получи

минималният брой на най-дългите намаляващи редици, които могат да се обособят от съвкупността от връзки, дефинирана във входния файл.

Решенията се основават на три алгоритъма - greedy, binary search и dynamic programming. Авторът е предоставил две решения, основани на два от алгоритмите - greedy и dynamic programming. Ефективността на алгоритъма, основан на динамично програмиране, е по-добра, но и двата позволяват да се получи приемливо бързодействие.

NoExit са разбрали, че за да намерят броя на нивата, в които числата са растящи (за да не се пресичат връзките), единственото, което трябва да направят, е да намерят най-дългата намаляваща редица. Това е така, защото в най-дългата намаляваща редица не съществуват двойка числа, които да не се пресичат, тъй като условието за пресичане е такава двойка числа, при която по-следващото число е по-малко. Авторът използва същата идея. Разликата в решенията на автора и на NoExit е в това, че NoExit използват по-оптимизирана и нечитаема версия на алгоритъма за намиране на най-дълга монотонно нарастваща/намаляваща редица от числа. Авторът използва по-нагледната версия на алгоритъма, която показва как се изгражда дърво. Той също прилага и допълнителната оптимизация, която намалява сложността до $n \log n$, но въпреки това ефективният стил на кодиране на NoExit им дава по-добро време. Подробно описание на този известен алгоритъм може да се намери в [1].

Решението на AC се базира на същия алгоритъм, и използвайки сбит запис, ефективна имплементация, и двоично търсене, където е нужно, решението им става доста бързо и опростено.

Времето за изпълнение на трите варианта е от един порядък, което потвърждава еднаквата алгоритмична сложност на решенията.

Таблица 3. Сравнение на решенията

	Автор	NoExit	AC
Време(сек)	0.467	0.326	0.282

D. Algebra

Кратко условие: Даден е аритметичен израз, съставен от числови константи, свързани с основните аритметични операции и резултатът от изчислението на израза. Допълнително усложнение, въведено от автора, е наличието на изтрити оператори в израза. Поради това задачата изисква програмна реализация на синтактичен анализатор на алгебричния израз, в който да се проверява всяка комбинация от оператори. Отделно е необходимо да се комбинират операторите, които са неизвестни и да се заместят във входния низ. За всяка генерирана комбинация се изчислява израза и се проверява за еквивалентност със зададения резултат при зададена точност.

Задачата е решена от два студентски отбора. Решението на автора и студентите е еквивалентно и се основава на теорията на формалните граматик и езици. Използват се рекурсивни функции за имплементация на синтактичния анализатор. Вариантите на решенията се различават по кода за получаване на комбинацията от възможни оператори. Ефективността на решенията е еквивалентна.

Таблица 4. Сравнение на решенията

	Автор	NoExit	Lossers
Време(сек)	0.032	0.059	0.045

E. Labyrinth

Кратко условие: Зададен е като вход лабиринт със стени, през които не може да се преминава. Необходимо е да се намери съществуващ път от зададен вход до зададен изход на лабиринта. Задачата има единствено възможно решение, което трябва да се провери и изведе по указан формат в изхода.

Задачата има 4 различни решения, които споделят общи елементи.

Авторското решение е най-кратко. Той използва стек, в който записва входа, но ако входните елементи са с подходящ формат, вместо да ги записва в стека, извлича съществуващите от стека. Съхранява се ориентацията спрямо стека в променлива.

Второто решение повтаря идеята на автора, но вместо стек използва тар, който сочи към себе си. Решението е значително по-дълго, но е със същата сложност по време.

Общото между последните две решения е, че са трипасови. С първия пас се прочита входа и се изгражда дърво. След това се обхожда дървото в дълбочина (Breadth First Search). Тук двете решения имат различна имплементация. Едното използва стек, за да следи докъде е в дървото, след което от стека извежда получения резултат в обратен ред. Другото, след идентифицирането на краткия път, елиминира излишните отклонения, прави ново обхождане само на краткия път, и като следи ориентацията, генерира входа в нужния му вид. Въпреки че тези две решения имат значително по-сложен на вид код, те не се отличават много по време от първите две.

Таблица 5. Сравнение на решенията

	Автор	NoExit	Binari	NBU
Време(сек)	0.027	0.016	0.066	0.283

F. 2048

Кратко условие: Условието на задачата е основана на известната игра 2048 [4].

Задачата е решена от два студентски отбора. Решенията се основават на една и съща идея - че може да се определи колко хода са нужни, за да се получи всяко число в решетката от четворки и колко точки се получават при това. След като се намерят тези две данни и се сравнят броя точки с този, зададен във входа, разликата в точките може да бъде получена единствено чрез преобразуване на двойки в четворки. По този начин може да се намери колко двойки и колко четворки са били поставени на решетката. Тъй като за решаването на задачата се прилага формула за всяко число от решетката на входа и двете решения покриват с лекота времевото ограничение. Сложността на задачата не се състои в писането на самия код, а в нетривиалната идея за решението, както и съставянето на самите формули.

Авторското решение е същото, с уточнението че формулата е преведена в по-прост вид. Независимото решаване по един и същи начин от три страни потвърждава, че точно това е идеята за решаването на задачата.

Таблица 6. Сравнение на решенията

	Автор	NoExit	Stack
Време(сек)	0.002	0.009	0.010

G. SeqMem

Кратко условие: Задачата има относително просто условие - намиране на броя съвпадения на малко множество числа в друго значително по-голямо множество от числа. Акцентът е върху намирането на ефективни алгоритми за реализацията на решение. Идеята на автора е да се намерят различни от стандартните подходи за представяне, основани например на множество и карта, както и на стандартните алгоритми, предоставени от STL.

Решението на автора се основава на ефективно хеширане на малкото множество числа, без да се получават колизии. Тези числа се проверяват за наличие в зададената тестова поредица и се броят съвпаденията. Авторът използва нетрадиционно решение за хеширането, с което постига перфектно (без да се получават колизии) хеширане на малкото множество и алгоритъм за "отсяване" на съвпаденията.

Студентите са представили седем различни по ефективност решения, основани на вътрешно представяне на числата чрез карта. Основните разлики се състоят в алгоритмите,

които са използвали за "отсяване" на съвпаденията. Най-близко до времето за изпълнение, получено от автора, е решението на TheLoops. Предложеното от журито на олимпиадата време от една минута е допуснало и не много ефективни решения на другите студентски отбори. Тази задача е решена от общо 13 студентски отбора. Част от решенията са сравнени на таблица 7.

Таблица 7. Сравнение на решенията

	Автор	NoExit	Zadjavka	Agents	Binari	Minions	TheLoops	NBU
Време(сек)	6.07	24.01	55.787	30.43	14.2	35.77	10.7	23.17

J. Crypto

Кратко условие: Задачата се състои в намиране на стойността на цяло число k по зададени стойности на двойки естествени числа m и n , така че $k = \sqrt[n]{m}$, ($k^n = m$). Особеното изискване, представено от автора, са границите на числата - $1 \leq m < 10^{101}$, $1 \leq n \leq 200$. Идеята на автора е да се използва изчисление в областта на реалните числа и преобразуване на резултата в цяло число.

Задачата е решена от шест студентски отбора. Студентите са използвали възможностите да се използва при решението тип данни - BigInteger, предоставен като клас от езика Java. Всички студентски решения са написани на езика Java. Решенията на студентските отбори се основават на две принципно различни идеи. По-ефективна е идеята, която се основава на формула за пряко изчисление на k , работеща върху големи числа. Алтернативата се основава на двоично търсене по генерирани числа, до получаване на необходимата точност на резултата. С използваните алгоритми се обосновават и получените резултати. Три от отборите – **NoExit**, **TheLoops** и **NBU** са използвали двоично търсене, поради което времето за изпълнение е по-голямо. Поради правилното избиране на началната стойност на числото, с което започва търсенето, и оптимизация на входно/изходните операции, са постигнали приемливо време за изпълнение. Решенията на **NBU2**, **RU2** и **YU** са основани на авторската идея.

Таблица 10. Сравнение на решенията

	Автор	NoExit	NBU2	RU2	YU	TheLoops	NBU
Време(сек)	---	0.876	0.103	0.06	0.079	0.870	1.135

K: Operation

Кратко условие: По зададена съвкупност от координати, описваща спирала, трябва да се намерят и изведат отместванията по двете координати за зададена дължина на спиралата.

Тук съществува доста голямо разнообразие на решения.

Най-масовото решение е и най-бавното. Поради факта, че това е решението, на което е заложил и авторът, то минава по време. При това решение се обхожда спиралата страна по страна, за да се намери нужния резултат. Това решение е със сложност $O(N*N)$ и при достатъчно голямо число, дори един входен пример с по-големи числа би могъл да се окаже проблемен. В този тип решение има разнообразие от подтипове. Решенията на автора, theLoops и TU5 обхождат спиралата с вложени цикли и правят на много места проверки за посоката. Lossers, Binary, NBU2 и RU2 създават двумерни масиви в паметта, които да отговарят на решетката на спиралата. От тези решения NBU2 и Lossers ползват допълнителни едномерни масиви, чрез които може да се проследява състоянието на спиралата в двумерния масив. Решението на binary е интересно с това, че по-голямата част от решаването на задачата става за достатъчно голям брой случаи, преди изобщо да се чете входа, след което при прочитане на входа се използват вече получените резултати (Пример

за динамично програмиране). Минусът на дотук разгледаните решения е, че имат висока сложност по памет.

Останалите четири решения (AC, noExit, Stack, debuggers) са значително по-добре замислени и са с линейна сложност. И четирите са базирани на едно и също наблюдение, а именно - че може да се открие зависимост между дължината на спиралата и търсените отклонения. Въпреки това те се различават. AC имплементира тази зависимост с голямо дърво от алтернативи и малък цикъл за намиране на логаритъм от число, който лесно би могъл да бъде избегнат. Решенията на debuggers и noExit успяват да предложат решения с дърво от if-ове за всеки тестов вход, което разбира се дава линейна сложност. Четвъртото решение на stack успява да елиминира условните оператори и предоставя решение, което е формула. Тъй като вложените if-ове не се отразяват много на сложността, тези три решения имат близки времена за изпълнение, в които разликите се дължат на различните стилове на програмиране, както и на различната сложност на използваните библиотеки за вход.

Таблица 11. Сравнение на решенията

	Автор	NoExit	AC	NBU2	TU5	Binari	Lossers	RU2	Stack
Време(сек)	0.047	0.001	0.002	0.031	0.047	0.172	0.843	0.205	0.123

3. Заключение

Основният акцент на зададените задачи е бързодействието при тяхното имплементиране. Три от представените задачи позволяват решения чрез формула. Необходимо е да се откриват и решават за константно абстрактно време. За останалите могат да се направят следните препоръки към студентите, които участват в състезанията по програмиране от републикански и международен тип:

- Да се използват съвременни алгоритми, осигуряващи бързодействие на решенията [1][2][3]. Например ефективното хеширане на числа, изисквано от автора на SeqMem, не е използвано в студентските решения. Използването само на стандартните класове и алгоритми, предоставени от STL, се счита за тривиално решение, което може да бъде отхвърлено.
- Да се усвоят ефективните начини за работа с използваните библиотеки за вход и изход. Необходимо е да се използва буфериране на входната информация в процеса на четене, при което се повишава ефективността на решението. Голяма част от решенията са отхвърлени поради бавното прочитане на входния файл при приемлив алгоритъм на решението.
- Да се усвоят и използват алгоритми, основани на кеширане на данните. Използването на големи обеми от памет за съхраняване и организация на данните е печеливша стратегия при имплементация на алгоритмите.
- Да не се подценява сложността на математическите функции като тригонометричните (cos, acos), квадратния корен и делението. При масово използване на такива функции, решения с по-висока сложност по време имат по-лош резултат по време.
- Да се усвои стил на програмиране, където се използват максимално възможностите на езика за бързодействие. Където може, вместо деление и умножение да се използват операторите за побитово изместване, защото са много по-бързи от останалите оператори. А в C++ могат да се дефинират макроси вместо функции за по-често извършвани операции.

Литература

- [1].Skiena Steven S., Miguel A. Revilla, PROGRAMMING CHALLENGES The Programming Contest Training Manual, ISBN 0-387-00163-8, 2003 Springer-Verlag New York, Inc.
- [2].Ahmed Shamsul Arefin, ART OF PROGRAMMING CONTEST, ISBN 984-32-3382-4, 2006, Gyankosh Prokashoni
- [3].<http://www.geeksforgeeks.org/longest-monotonically-increasing-subsequence-size-n-log-n/>
- [4].[http://en.wikipedia.org/wiki/2048_\(video_game\)](http://en.wikipedia.org/wiki/2048_(video_game))
- [5].http://cs.tu-varna.bg/index.php?option=com_content&task=view&id=405&Itemid=66
- [6].<http://bcpc.eu/XXVI/index.php/2014-02-21-23-20-06>
- [7].<http://bcpc.eu/XXVI/Summary%20-%20Programming%20Contest.htm>
- [8].<http://www.ecs.csus.edu/pc2/secret.0918.html>

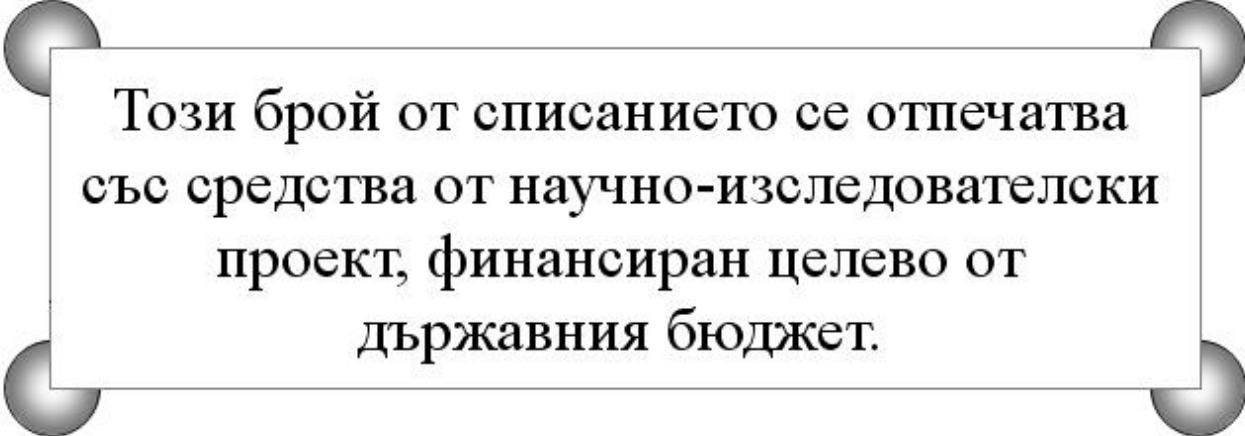
За контакти:

Доц. д-р инж. Владимир Н. Николов
Емануил С. Главчев
Доц. д-р инж. Надежда С. Рускова
катедра „Компютърни науки и технологии”
Технически Университет -Варна



ИЗИСКВАНИЯ ЗА ОФОРМЯНЕ НА СТАТИИТЕ ЗА СПИСАНИЕ "КОМПЮТЪРНИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ"

- I. Статиите се представят разпечатани в два екземпляра (оригинал и копие) в размер до 6 страници, формат А4 на адрес: Технически университет – Варна, ФИТА, ул. „Студентска” 1, 9010 Варна, както и в електронен вид на имейл адреси: peter.antonov@ieee.bg или jppet@abv.bg.
- II. Текстът на статията трябва да включва: УВОД (поставяне на задачата), ИЗЛОЖЕНИЕ (изпълнение на задачата), ЗАКЛЮЧЕНИЕ (получени резултати), БЛАГОДАРНОСТИ към сътрудниците, които не са съавтори на ръкописа (ако има такива), ЛИТЕРАТУРА и информация за контакти, включваща: научно звание и степен, име, организация, поделение (катедра), e-mail адрес.
- III. Всички математически формули трябва да са написани ясно и четливо (препоръчва се използване на Microsoft Equation).
- IV. Текстът трябва да бъде въведен във файл във формат WinWord 2000/2003 с шрифт Times New Roman. Форматирането трябва да бъде както следва:
 1. Размер на листа - А4, полета: ляво - 20мм, дясно - 20мм, горно - 15мм, долно - 35мм, Header 12.5мм, Footer 12.5мм (1.25см).
 2. Заглавие на български език - размер на шрифта 16, удебелен, главни букви.
 3. Един празен ред - размер на шрифта 14, нормален.
 4. Имена на авторите - име, инициали на презиме, фамилия, без звания и научни степени - размер на шрифта 14, нормален.
 5. Два празни реда - размер на шрифта 14, нормален.
 6. Резюме и ключови думи на български език, до 8 реда - размер на шрифта 11, нормален.
 7. Заглавие на английски език - размер на шрифта 12, удебелен.
 8. Един празен ред - размер на шрифта 11, нормален.
 9. Имена на авторите на английски език - размер на шрифта 11, нормален.
 10. Един празен ред - размер на шрифта 11, нормален.
 11. Резюме и ключови думи на английски език, до 8 реда - размер на шрифта 11, нормален.
 12. Основните раздели на статията (Увод, Изложение, Заключение, Благодарности, Литература) се формират в едноколонен текст както следва:
 - a. Наименование на раздел или на подраздел - размер на шрифта 12, удебелен, центриран, един празен ред преди наименованието и един празен ред след него - размер на шрифта 12, нормален;
 - b. Текст - размер на шрифта 12, нормален, отстъп на първи ред на параграф – 10 мм; разстояние от параграф до съседните (Before и After) за целия текст – 0.
 - c. Цитиране на литературен източник - номер на източника от списъка в квадратни скоби;
 - d. Текстът на формулите се позиционира в средата на реда. Номерация на формулите - дясно подравнена, в кръгли скоби.
 - e. Фигури - центрирани, разположение спрямо текста: “Layout: In line with text”. Номер и наименование на фигурата - размер на шрифта 11, нормален, центриран. Отстояние от съседните параграфи – 6 pt.
 - f. Литература – всеки литературен източник се представя с: номер в квадратни скоби и точка, списък на авторите (първият автор започва с фамилия, останалите – с име), заглавие, издателство, град, година на издаване, страници.
 - g. За контакти: научно звание и степен, име, презиме (инициали), фамилия, организация, поделение (катедра), e-mail адрес, с шрифт 11, дясно подравнено.Образец за форматиране можете да изтеглите от адрес <http://cs.tu-varna.bg/> - Списание КНТ, Spisanie_Obrazec.zip.



**Този брой от списанието се отпечатва
със средства от научно-изследователски
проект, финансиран целево от
държавния бюджет.**