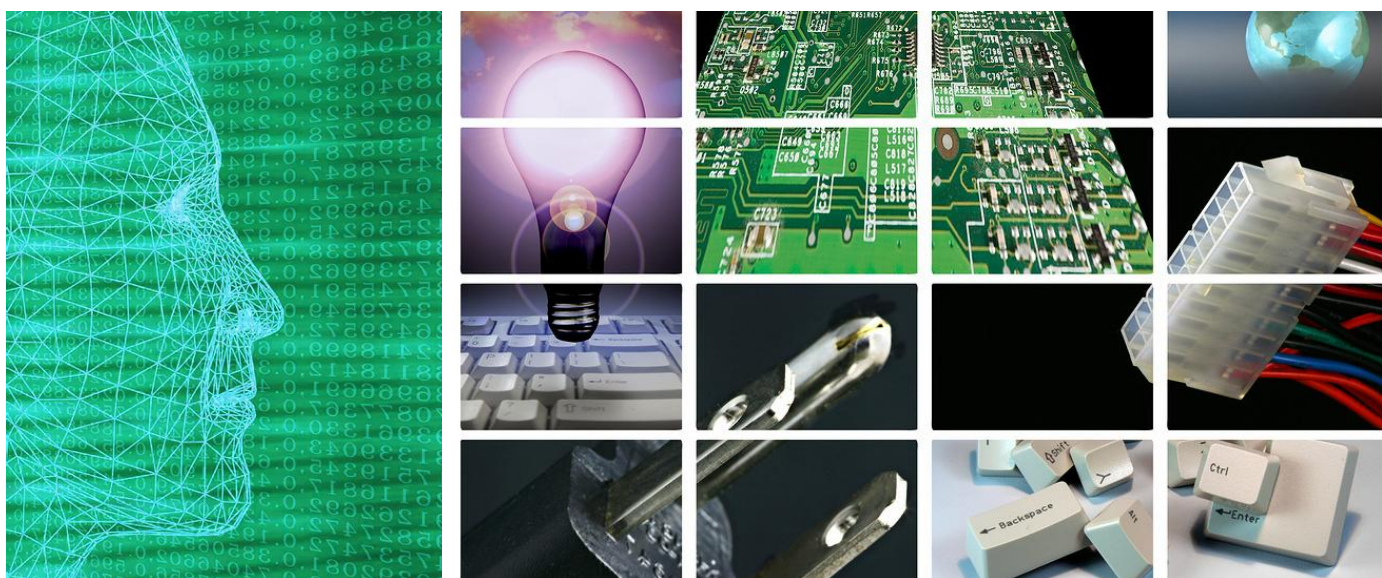




ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА
TECHNICAL UNIVERSITY OF VARNA

Година XIV, Брой 1/2016

КОМПЮТЪРНИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ



Bulgaria Communications Chapter

Faculty of Computing & Automation

COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGIES

*Четвърта научна конференция с международно участие
"Компютърни науки и технологии"
30 септември - 1 октомври, 2016 г. Варна, България*

Year XIV, Number 1/2016

Компютърни науки и технологии

Издание

на Факултета по изчислителна техника и
автоматизация
Технически университет - Варна

Редактор: доц. д-р Ю. Петкова
Гл. редактор: доц. д-р Н. Николов

Редакционна колегия:

проф. д.н. Л. Личев (Острава)
проф. д.н. М. Илиев (Русе)
проф. д-р М. Лазарова (София)
доц. д-р П. Антонов (Варна)
доц. д-р Р. Димова (Варна)
доц. д-р Х. Вълчанов (Варна)
доц. д-р В. Божикова (Варна)
доц. д-р Н. Николов (Варна)

Печат: ТУ-Варна

За контакти:

Технически университет - Варна
ФИТА
ул. „Студентска” 1, 9010 Варна,
България
тел./факс: (052) 383 320
e-mail: ned.nikolov@tu-varna.bg
yulka.petkova@tu-varna.bg

ISSN 1312-3335

Computer Science and Technologies

Publication

of Computing and Automation Faculty
Technical University of Varna

Editor: Assoc. Prof. Y. Petkova, PhD
Chief Editor: Assoc. Prof. N. Nikolov, PhD

Advisory Board:

Prof. L. Lichev, DSc (Ostrava)
Prof. M. Iliev, DSc (Ruse)
Prof. M. Lazarova, PhD (Sofia)
Assoc. Prof. P. Antonov, PhD (Varna)
Assoc. Prof. R. Dimova, Varna (Varna)
Assoc. Prof. H. Valchanov, PhD (Varna)
Assoc. Prof. V. Bozhikova, PhD (Varna)
Assoc. Prof. N. Nikolov, 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: ned.nikolov@tu-varna.bg
yulka.petkova@tu-varna.bg

ISSN 1312-3335

СПОНСОРИ НА КОНФЕРЕНЦИЯТА

 http://www.researchmetrics.com	The complete ecosystem of tools and services for your research business™
 http://www.sirma.com	Сирма Груп Холдинг разработва експертни софтуерни решения и извършва системна интеграция. Натрупан опит в мобилните технологии, електронното управление (e-government), банкирането и застраховането, семантичните технологии и др.
 http://www.ardes.bg	Ardes.bg предлага на клиентите си: консултация при избора на информационно оборудване и софтуер; доставка на компютърни системи и компоненти, модули и софтуер; изграждане на компютърни и телевизионни локални мрежи и системи; изграждане на цялостни информационни решения за бизнеса; абонаментна поддръжка и сервиз на компютърна техника.
 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://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://www.taxback.com	Taxback Group предлага пакет от услуги, сред които специализирани данъчни декларации, финансови и туристически консултантски услуги за физически лица и корпоративни клиенти.
 www.411marketing.bg	Екип от амбициозни млади хора, които помагат на клиентите си да промотират своя бизнес. Зад гърба си имат успешно сътрудничество с над 32 000 малки и средни бизнеси както от България, така и от чужбина.

СБОРНИК ДОКЛАДИ

*Четвърта научна конференция с международно участие
"Компютърни науки и технологии"
30 септември – 1 октомври, 2016 г.
Варна, България*



*Fourth Scientific International Conference
Computer Sciences and Engineering
30 September – 1 October, 2016
Varna, Bulgaria*

PROCEEDINGS

Организационен комитет	Organizing committee
Председател: Елена Рачева Членове: Христо Вълчанов Виолета Божикова Марияна Стоева Юлка Петкова Милена Карова Гинка Маринова Венета Алексиева Венцислав Николов Ивайло Пенев Нели Калчева Мая Тодорова Антоанета Иванова	Chairman: Elena Racheva Members: Hristo Valchanov Violeta Bozhikova Mariana Stoeva Yulka Petkova Milena Karova Ginka Marinova Veneta Aleksieva Ventsislav Nikolov Ivaylo Penev Nely Kalcheva Maya Todorova Antoaneta Ivanova

Програмен комитет	Programme committee
Председател: Недялко Николов – декан на Факултета по изчислителна техника и автоматизация Членове: Надежда Рускова Райчо Иларионов Ангел Смрикаров Анатолий Антонов Радослав Вробел Никола Николов Розалина Димова Лъчезар Личев Марта Сийбауер Пламенка Боровска	Chairman: Nedyalko Nikolov – Dean of Computing and Automation Faculty Members: Nadezhda Ruskova Raycho Ilarionov Angel Smrikarov Anatoliy Antonov Radoslav Vrobel Nikola Nikolov Rosalina Dimova Lachezar Lichev Marta Seebauer Plamenka Borovska

СЪДЪРЖАНИЕ

CONTENTS

	ПЛЕНАРНА СЕСИЯ		PLENARY SESSION	
1.	ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРИ КОМЕРСИАЛИЗИРАНЕ НА НАУЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ <i>Петко Русков</i>	10	THEORY AND PRICTICES FOR SCIENFIFIC RESEARCH COMMERSIALISATION <i>Petko Ruskov</i>	1.
2.	РОЛЯ НА ВИСОКОТЕХНОЛОГИЧНИТЕ КОМПАНИИ В БЪЛГАРИЯ ЗА РАЗВИТИЕ НА НАУЧНИЯ ПОТЕНЦИАЛ НА СТРАНАТА <i>Васил Ст. Донеv</i>	24	THE TANDEM HI-TECH COMPANIES – UNIVERSITIES – PROBLEMS AND SOLUTIONS <i>Vassil St. Donev</i>	2.

	КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ И МРЕЖИ		COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS	
1	РАЗПРЕДЕЛЕНА СИСТЕМА ЗА ТЪРСЕНЕ В ЛОКАЛНА МРЕЖА <i>Христо Г. Вълчанов, Димитър Н. Тодоров</i>	32	DISTRIBUTED SYSTEM FOR SEARCHING IN LAN <i>Hristo G. Valchanov, Dimitar N. Todorov</i>	1
2	ОСВЕТЛЕНИЕТО КАТО СРЕДСТВО ЗА КОМУНИКАЦИЯ <i>Жейно И. Жейнов</i>	39	THE LIGHTING AS A MEAN OF COMMUNICATION <i>Zhejno I. Zhejnov</i>	2
3	МОДЕЛИРАНЕ НА РАЗПРЕДЕЛЯНЕ НА ЧЕСТОТНАТА ЛЕНТА В ПАСИВНИ ОПТИЧНИ МРЕЖИ <i>Айдън Хъкъ, Венета П. Алексиева</i>	45	SOFTWARE MODEL FOR ALLOCATION OF BANDWIDTH IN PASSIVE OPTICAL NETWORKS <i>Aydan Haka Veneta P. Aleksieva</i>	3
4	ИМИТАЦИОНЕН МОДЕЛ НА СТАТИЧНА КОМУНИКАЦИОННА МРЕЖА С АРХИТЕКТУРА ДВОИЧЕН ХИПЕРКУБ <i>Милен Г. Ангелов, Михаил Чилишев, Георги Георгиев</i>	52	SIMULATION MODEL OF A STATIC COMMUNICATION NETWORK USING A BINARY HYPERCUBE ARCHITECTURE <i>Milen G. Angelov, Mihail Chilyashev, Georgi Georgiev</i>	4

5	SLADE – БАЗА ДАННИ ОТ БИОМЕДИЦИНСКИ СИГНАЛИ ЗА ОЦЕНКА НИВАТА НА СТРЕС И РАЗПОЗНАВАНЕ НА ЕМОЦИОНАЛНИ СЪСТОЯНИЯ: ЕТАП 1 <i>Валентина Маркова, Цветелина Дичева, Фирган Ферадов, Ясен Калинин, Тодор Ганчев</i>	60	SLADE – STRESSLEVEL AND EMOTIONAL STATE ASSESSMENT DATABASE: PHASE 1 <i>Valentina Markova, Cvetelina Dicheva, Firgan Feradov, Yasen Kalinin, Todor Ganchev</i>	5
6	ОБЗОР И АНАЛИЗ НА СРЕДСТВА ЗА РАДИОВРЪЗКА НА КВАДРОКОПТЕР С НАЗЕМНА СТАНЦИЯ <i>Илиян Ж. Бойчев, Гургана В. Спасова</i>	69	RESOURCES FOR RADIO CONNECTION BETWEEN A DRONE AND GROUND STATION <i>Iliyan Zh. Boychev, Gergana V. Spasova</i>	6
7	МЕТОДИ ЗА КОМПРЕСИЯ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ - СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ <i>Гургана В. Спасова, Илиян Ж. Бойчев</i>	76	METHODS FOR IMAGE COMPRESSION - COMPARATIVE ANALYSIS <i>Gergana V. Spasova, Iliyan Zh. Boychev</i>	7

	СОФТУЕРНИ И ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИИ		SOFTWARE AND INTERNET TECHNOLOGIES	
1	ДИНАМИЧНИ ПРЕЗЕНТАЦИИ И ТЯХНОТО ИЗПОЛЗВАНЕ В ОБРАЗОВАНИЕТО <i>Небойша Станкович, Милош Папич, Ненад Пантелич, Борис Жевтич</i>	84	DYNAMIC PRESENTATIONS AND THEIR USE IN EDUCATION <i>Nebojša Stanković, Miloš Papić, Nenad Pantelić, Boris Jevtić</i>	1
2	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА КЛАСИФИКАТОР НА К НАЙ- БЛИЗКИ СЪСЕДИ С МЕТОДИ ЗА ФИЛТРИРАНЕ <i>Жасмина Новакович, Синиша Илич, Алемпийе Вельович, Милош Папич</i>	90	EXPERIMENTAL STUDY OF USING THE K-NEAREST NEIGHBOUR CLASSIFIER WITH FILTER METHODS <i>Jasmina Novakovic, Sinisa Ilic, Alempije Veljovic, Milos Papic</i>	2
3	СИСТЕМА ЗА АНАЛИЗ НА КРЪВНИ КЛЕТКИ ОТ ИЗОБРАЖЕНИЯ <i>Михаил Хр. Николов, Венцислав Г. Николов</i>	100	SYSTEM FOR ANALYZING BLOOD CELLS IN IMAGE <i>Mihail Hr. Nikolov, Ventsislav G. Nikolov</i>	3
4	РАЗПОЗНАВАНЕ НА РЪКОПИСНИ ЦИФРИ С АЛГОРИТЪМ НА НАЙ- БЛИЗКИТЕ СЪСЕДИ <i>Ивайло Пенев</i>	109	HAND-WRITTEN DIGIT RECOGNITION BY NEAREST NEIGHBORHOOD ALGORITHM <i>Ivajlo Penev</i>	4

5	ПРИЛОЖЕНИЕ НА СЪВРЕМЕННИТЕ СОФТУЕРНИ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТТА НА МОРСКИЯ ТРАНСПОРТ <i>Димитричка Ж. Николаева</i>	116	APPLICATION OF ADVANCED SOFTWARE TECHNOLOGIES AND SOFTWARE DESIGN PATTERNS FOR SHIPPING <i>Dimitrichka Zh. Nikolaeva</i>	5
6	OPEN SOURCE BLENDER 3D МОДЕЛИРАНЕ И АНИМАЦИЯ <i>Гинка Маринова, Нели Арабаджиева- Калчева, Христо Ненов</i>	124	OPEN SOURCE BLENDER 3D MODELING AND ANIMATION <i>Ginka Marinova, Nely Arabadzhieva- Kalcheva, Hristo Nenov</i>	6
7	СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА СЪДЪРЖАНИЕ <i>Нели Арабаджиева-Калчева, Мая Тодорова</i>	129	POPULAR CONTENT MANAGEMENT SYSTEM <i>Nely Arabadzhieva-Kalcheva, Maya Todorova</i>	7
8	РАЗВИТИЕ И УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА ТЕСТОВО ИЗПИТВАНЕ <i>Антоанета Иванова, Елена Рачева, Недялко Николов</i>	136	DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF INFORMATION SYSTEM FOR COMPUTER-BASED TESTS <i>Antoaneta Ivanova, Elena Racheva, Nedyalko Nikolov</i>	8



ПЛЕНАРНА СЕСИЯ

*Четвърта научна конференция с международно участие
"Компютърни науки и технологии"
30 септември – 1 октомври, 2016 г.
Варна, България*



*Fourth Scientific International Conference
Computer Sciences and Engineering
25-26 September, 2015
Varna, Bulgaria*

PLENARY SESSION

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПРИ КОМЕРСИАЛИЗИРАНЕ НА НАУЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Петко Русков

Резюме: *Предназначение* - да представи теорията и практиката при комерсиализиране на научните изследвания. *Методология* - основана на обширен преглед на литературата, анализ и синтез на литературните източници и опита на авторите от последните години при обучение и консултиране на стартиращи студентски компании. *Добавена стойност* – представени са процеса и екосистема на комерсиализация, както и добри практики от развитите страни и стратегия за комерсиализиране на технологиите. *Практическо приложение* - Представените цели могат да улеснят заинтересовани страни да формулират и измерват основните изгледи на стратегията за комерсиализиране в конкурентна среда.

Ключови думи: комерсиализиране на научните изследвания, процес и екосистема на комерсиализация, стратегия за комерсиализация

Theory and Practices for Scientific Research Commercialisation

Petko Ruskov

Abstract: Purpose – to present the state of the art of a technology commercialisation and the experience of the author. Design/methodology/approach – based on a deep literature review, analysis and syntheses and the long experience of the author the big picture is described. Practical implications – the description and a roadmap design for technology and entrepreneurship commercialization in Bulgaria can guide the commercialisation process. Originality/value – the value of these paper is in survey and practical presentation of the leading commercialisation theories and practices. Based and building of innovative patterns paper will add values and allows further improvement and growth of the research commercialisation.

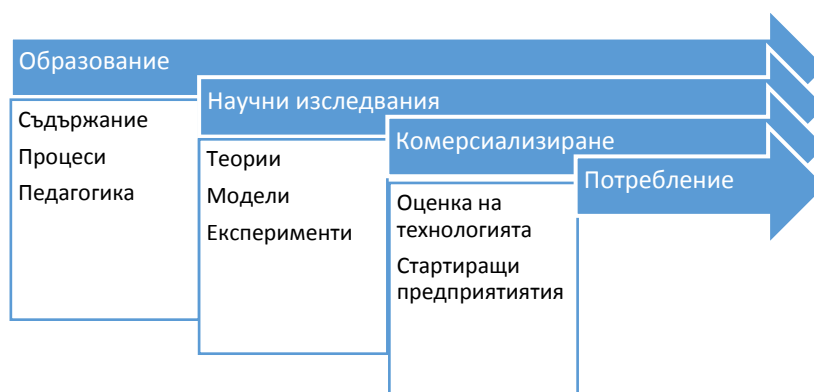
Keywords: technology research commercialisation, road map design

1. Въведение

Развиващата се икономика се отличава с иновативни бизнес предприятия и необходимост от развитие на пазари, с обединяване на публичния и частния сектор в хармония, със създаване на глобални конкурентни фирми, които създават добавена стойност не чрез използването на ниското възнаграждение на труда, а чрез икономика на знанието и иновациите [8, 10]. През последните години повече от половината от топ 50-те водещи фирми са базирани на нематериални ресурси, включително водещите Apple, Microsoft и Google. Свидетели сме на възход на икономика на знанието и талантите, която използва основно нематериални ресурси и човешкия талант. Например през 60-те години в САЩ при 50-те топ компании се вижда, че всички те са базирани на материални ресурси (с изключение на IBM). Добри примери са водещи иновативни фирми, като най-големите в: информационна област Facebook, която няма собствено съдържание; транспортна Uber, без собствени таксита; Airbnb, без собствени хотели.

Научните изследвания и икономиката на бъдещето са все по-малко ограничена от географията на университетите, научните организации, предприятията и потреблението [5, 9]. Развитието на съвременните информационни и телекомуникационни технологии подобрява интердисциплинарно сътрудничество и коопериране чрез намаляване на институционалните и географски бариери. Науката и технологиите винаги са един от основните източници на икономическо развитие, но знанието само по себе си не е

достатъчно [17]. Крайната цел е преходът към пазара и създаване на стратегически технологии за индустрията и бита, които да доведат до добавяне на стойност и създаване на богатство за обществото и държавата [6, 11, 21]. Веригата за добавяне на стойност започва от образование, продължава с научни изследвания и развитие и е необходимо те да доведат до комерсиализацията и потребление на продукта или услугата – фигура 1.



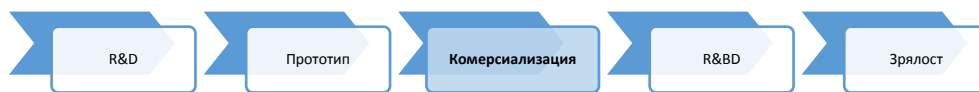
Фиг. 1. Процес на добавяне на стойност и създаване на богатство

Драматичното нарастване през последните години на научно-изследователските дейности в университетите и изследователските центрове е тенденция, но трябва да се отбележи, че до крайния етап на внедряване на изследването това често не се получава. За съжаление комерсиализацията не е сред приоритетните дейности на работещите в нашите университети специалисти, които основно се занимават с обучение и научни-изследвания, които завършват на етап публикация [4]. Необходими са иновативни и предприемачески компетенции, които да допълнят основните компетенции на учените. Докато научно-изследователските постижения не доведат до удовлетворяване на изискването за нуждите на общността чрез производството на добавена стойност и интелектуална собственост, чрез продажбата и предлагането на пазара на тези активи, те не са ключов фактор за развитието на икономиката. Необходимо е да се предприемат различни мерки и инициативи за улесняване на комерсиализацията на научните изследвания, защита и ползване на интелектуална собственост и развитие на технологиите.

Съществуват различни разбирания за понятието „комерсиализация“, описани в множество от научни и популярни статии и докладите на различни институции. Търсене в Гугъл на 5 май 2016 г. с ключова дума „Commercialization“ дава около 13 100 000 резултата (0,32 секунди). Определянето на понятието "комерсиализация" очертава няколко важни концептуални предизвикателства. Подобно на много очевидно прости понятия, комерсиализацията става все по-трудна и сложна, когато е подложена на по-внимателно проучване. Например обхватът на понятието може да включва:

- комерсиализация, която включва само определени видове продажби - например, продажби на отделен продукт;
- комерсиализация, която включва само продажби или получаване приходи от лицензионни такси и финансиране за по-нататъшно развитие;
- комерсиализация, която включват продажби на лицензополучатели, които могат да бъдат многократни, като приходи от роялти (аренда или възнаграждение - компенсация за използване на нечия собственост, основана на договорен процент от дохода, придобит в следствие на употребата).

За целите на доклада ще използваме следното работно определение: Комерсиализацията е процес на внедряване и използване на резултати от научни изследвания за добавяне на стойност и икономическо развитие – фигура 2.



Фиг. 2. Етапи на развитие на предприятието

Целта на доклада е представи основните направления за комерсиализиране на научните изследвания и стратегия, основана на балансирани показатели за комерсиализиране на технологични изследвания.

2. Причини и фактори за комерсиализация на научните и промишлени изследвания

Цикълът на иновации и комерсиализация на иновациите включва две фази - създаване и съхранение на стойност и е показан на фигура 3.

1. Създаване на стойност - науката преобразува финансовия ресурс в знания.
2. Технологичната комерсиализация преобразува знанията във финансов ресурс.



Фиг. 3. Цикъл на на иновации и комерсиализация

Сред основните причини за комерсиализация могат да се посочат:

- Удовлетвореност от научното изследване и споделяне на постиженията от учените;
- Преследване на конкурентно предимство от бизнеса;
- Създаване на нови продукти и услуги от бизнеса.

Обобщено категориите, концепции и измерители на иновациите и комерсиализацията са представени в таблица 1 [18].

Таблица 1. Концепции и измерители на иновациите и комерсиализацията

Категории	Концепции	Измерители
<i>Вход (инвестиции)</i>	- Човеко-години - Оборудване-години	Разходи
<i>Изход (продукти)</i>	- Идеи, открития - Изобретения - Човешки капитал	- Публикации, награди - Патенти, споразумения - Дипломи, сертификати
<i>Резултат</i>	- Предимство в знанията - Нови продукти - Подобряване на производителността - Нарастване на приходите	- Публикации, цитирания, експертиза - Патенти, цитирания, иновации, продажби - Метрики за подобряване на производителността - Възвръщане на инвестициите

При анализа и проектирането на иновации и използването на параметрите на "входа" и "изхода" на процесите е важно да се има предвид, че итеративният характер е едновременно и се повтаря в много от компонентите.

Терминът "входовете към иновации" обикновено се отнася до средствата, свързани с иновациите, включително инвестиции в изследване и развитие (R&D), изследване и бизнес развитие (R&BD) и интелектуален капитал. "Изход от иновациите" се отнася за произведени нови продукти или услуги и процеси, като накрая се очаква на "изход" или въздействие на иновациите върху икономиката и обществото като цяло. Връзката между входовете и изходите или резултати дава информация за производителността или ефективността на R&D и други инвестиции. От съществен интерес в този процес са факторите и условията на еко системата, които определят стимулите за успеха или провала на иновационни инвестиции и целия процес.

Анализът на общите разходи за иновации задължително трябва да включва не само тези за R&D, но и разходи като разработване на прототип, тестване, технологията за производство, стартиране и управление на бизнеса и маркетинга. Разходите може да се отчетат и чрез статистически данни за патенти, документиране, участия в състезания и конференции, награди, изобретения, а резултатите да се отчитат и чрез брой патенти и цитати, експертни оценки, броят на иновации, нови продажби на продукта, измерена на растежа на производителността и оценки скоростта на възвръщане на инвестицията. Трябва да се отчита, че голяма част от резултатите от иновациите се натрупва в обществото като странични ефекти, които представляват значителни предизвикателства за измерване. Оценката и анализът на измерителите на иновациите и комерсиализацията могат да помогнат съществено за решаване на основните проблеми като:

- коригиране на пазарните неуспехи и насърчаване на комерсиализация на технологиите;

- нужда от полезна алтернатива за подпомагане на недостатъчната инвестиционна култура на стартиращи предприятия и технологично иновативни МСП;
- необходимост от ефективен скрининг и метрики за обещаващи технологии на стартиращи фирми.

Ахмад Чагоши и колектив, след задълбочено проучване и анализ на литературни източници в периода 2003-2008 година, са идентифицирали следните фактори, които влияят на процесите за комерсиализация на научни постижения в областта на научните и промишлени изследвания [5]:

- Държавно финансиране;
- Инвестиции в научните изследвания;
- Компетенции на научните кадри;
- Бюрократични процедури и структури;
- Взаимодействие между научно-изследователските центрове;
- Стратегически и нормативни закони и документи;
- Културни различия между индустрията и научните институции;
- Взаимно доверие между индустрията и научните институции;
- Култура и знания за интелектуалната собственост;
- Мотивация или знания за нуждите на пазара.

В резултат на анализа си, те класифицират факторите в матрица с координати и техните възможности за направляване и зависимостта им при комерсиализацията. Изследването им показва, че повечето фактори имат високи зависимости и големи възможности, т.е. те са в зависима мрежа. Изводът е, че чрез позитивни промени и мотивация на заинтересованите страни за всеки от факторите може да се помогне за подобряване на другите фактори и по този начин се ускори и улесни процесът на комерсиализация на научни постижения.

3. Процес на комерсиализация на научни постижения

Комерсиализацията започва от генериране на нова идея или иновации за пазара, последвани от проучване на пазара (ресурси, клиенти, конкуренти), извличане на нуждите на пазара, изследвания и изпитвания, подготовка на прототип, стандартизацията на процес на разработване на продукта/услуга и управление, за да се доставят те на заявителя или на пазара и се изгради бизнес.

Комерсиализацията и в частност индустриалната иновация, водеща до комерсиализация на изследванията в индустрията, се развива по нелинеен процес с много, често вградени итерации – фигура 4.



Фиг. 4. Нелинеен процес на развитие на иновации с много итерации

Основните подпроцеси са следните:

- Научни изследвания и развитие (R&D)
- Приемане и адаптиране на нови технологии
- Дизайн
- Обучение, свързано с иновациите
- Инструментална осигуреност и стартиращи дейност
- Защита на иновацията
- Маркетинг
- Инвестиции в машини и оборудване
- Производство и инженерство
- Мониторинг на процеса

4. Екосистема на комерсиализацията

Съществуват редица институции, които правят проучване и публикуват резултати за еко системата на предприемачеството в света като глобалният предприемачески мониторинг (GEM), Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР), Програмата за предприемачески индикатори на Кауфман, Глобалното проучване на Световната банка, Евробарометър. Водещите публични и частни институции и университети по света предлагат разнообразни академични инициативи, програми и курсове за развитие и подпомагане на екосистемата. Само като пример може да се посочат студентски инкубаторни и/или акселераторни програми в Cornell са отделени 364 000 квадратни фута; в Penn – 200 000; в Berkeley - 108 000; в Harvard – 30 000; в Stanford – 12 000; в Yale - 7700; в N.Y.U. – 6 000; в Колумбия – 5 000 и в Princeton " само“ 1500 квадратни фута" (1 кв. фут = 0,09290304 м2 или 1 м2 $\approx$ 10,76391 кв. фута) [4]. Силициевата долина е безпрецедентна специална зона, в която има всичко в изобилие за всички бизнес начинания. Достатъчно финансов капитал, разнообразни VCs в различни сектори и специфичната експертиза, изобилие от талантиви предприемачи. Всичко това подпомага много благоприятния бизнес цикъл и определя САЩ като лидер на иновациите. В тази отлична екосистема талантливите хора са склонни да се събират, да разработват стартиращи предприятия, които след това да продават или излизат на борсата.

Темповете на научните изследвания и технологичното развитие се ускоряват през последните години, защото постиженията в компютърните науки и информационните технологии намаляват съществено разходите за търсене и сътрудничество между учените и институциите. Показател за тази тенденция е, че организациите вече не разчитат единствено на тяхната вътрешна научно-изследователска дейност [1, 7]. Няма организация, която да притежава достатъчно човешки талант и да може самостоятелно да покрие всички дисциплини на науката, които допринасят за иновации на предлаганите продукти или производствените процеси. Фирмите увеличават капацитета си в R&D, като работят съвместно и отворено – чрез покупка, лиценз и съвместно разработване на открития, изобретения и иновации от други учени и институции [8]. Тази тенденция се стимулира и от растежа на отворени иновационни мрежи като Yet2.com (<http://www.yet2.com/>), InnoCentive (<https://www.innocentive.com/>), TekScout <https://www.ideaconnection.com/outsourcing/tekscout-11.html> и др., които свързват промишлени и академични институции, публични и нестопански организации с глобална мрежа от учени, за да управляват интелектуална собственост (IP) и за решаване на отворени проблеми в инженерството, компютърните науки, математиката, химията, науките за живота, физиката и бизнеса. Yet2.com свързва купувачи и продавачи на технологии, докато клиентите на InnoCentive или TekScout публикуват своите предизвикателства на уебсайт-портал и тези, които решат проблемите получават парични награди.

Все по-често частни, обществени и други организации с нестопанска цел също предлагат неизползвани и недостатъчно експлоатирани открития, изобретения и иновации на свободния пазар. Комерсиализацията на нови знания, които са основа на приложни научни изследвания, технологични пробиви и научни разработки, изграждат екосистема на научните изследвания и технологията на комерсиализация [1, 22]. Тази екосистема е единен пазар, който включва съвместни научни предприятия, стратегически съюзи и клъстери, лицензионни споразумения, включващи университети, научни паркове и фирми, както за създаване на стартиращи фирми, които се фокусират върху науката и технологиите. Казано по друг начин, свидетели сме на появата на нови организационни форми и функции, които насърчават изследвания, знания и технологии за комерсиализация, трансфер на технологии, научни паркове, инкубатори, както в индустрията, така и в университетски изследователски центрове – фигура 5. В България също има нормативни документи за планиране и развитие на предприемачеството и иновационна стратегия за интелигентна специализация [2, 3]. Модел за оценка при комерсиализация на научни изследвания и технологии, както стратегически път за комерсиализация в България е описан в други публикации на автора [23, 24, 25].



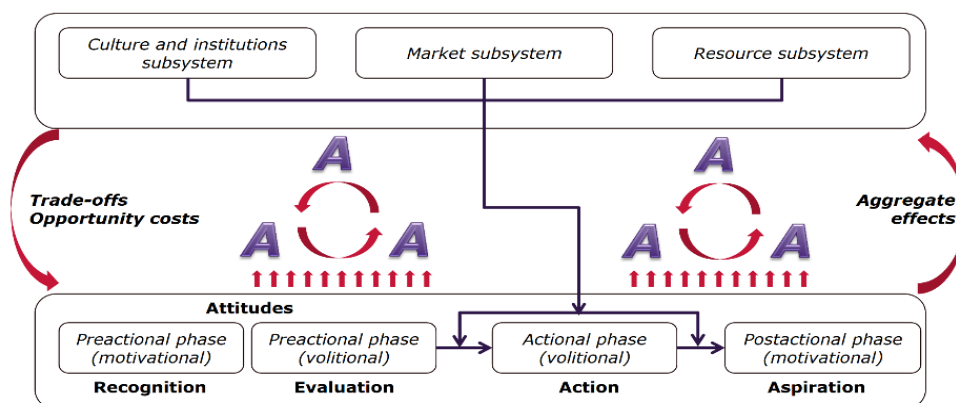
Фиг. 5. Публични, частн и академични заинтересовани страни

Натрупаният опит в страните с усъвършенствана система показва, че правителството обикновено не е добър капиталов инвеститор и прякото му участие често води до изкривяване на пазара. Ролята на правителството трябва да бъде ограничена до възпитаване и обучение на нововъзникващите предприятия и предприемачите, да са привлекателни за частния и рисков капиталист.

Еко системата на продуктивното предприемачество включва динамични, институционално вградени взаимодействия между предприемаческите нагласи (оценка и възприятие на възможности, умения за стартиране на предприятие, липса страх от провал, културна подкрепа), дейности (приемане на конкуренцията, високо качеството на човешките ресурси, развити сектори в областта на технологиите, възможности за работа в нововъзникващите предприятия) и стремежи (търсене на рисков капитал, интернационализация, амбиции към високи растежи, нови технологии, нови продукти) от физически лица, които осъществяват разпределението на ресурси чрез създаването и развитие на нови предприятия – фигура 6 и фигура 7.



Фиг. 6. Публични, частни и академични заинтересовани страни



Фиг. 7. Еко система на продуктивното предприемачеството (Erkko Autio, Imperial College Business School, National Systems for Entrepreneurship Implications for Policy Design [20])

Оценка на взаимодействието между заинтересованите страни в екосистемата на България е описана в [24], като синергийният ефект за екосистемата е представен на фигура 8.

Aspects	Elements		R&D					Business				Management				Infrastructure				
			1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3E	4A	4B	4C	4D
R&D	1A	HEI		●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●	○	○	○
	1B	Public R&D		■	○	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
	1C	Private R&D			■	●	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
	1D	Collaborative R&D				■	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
	1E	Technology Commercialization					■	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○
Business & Networked Entrepreneurship	2A	Entrepreneurship	●	●	○	●	●		●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2B	Incubating	●	●	●	●	●		■	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○
	2C	Venture Capital	●	●	○	●	●			■	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○
	2D	Networking	●	●	●	●	●			■	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Management & Globalization	3A	Training Program	●	●	○	●	●	○	○	○	○	■	●	●	●	○	○	○	○	●
	3B	Financial aid	●			○	○		○	○			■	●	○	○	○	○	○	○
	3C	Marketing	●	●	●	○	○	○	○	○	○		■	●	○	○	●	○	○	○
	3D	Property for Rent	○	○	○	○	○	○	○	●	●			■	●	○	○	●	○	○
	3E	Globalization	●	●		●	○	○	○	○	○				■	○	○	○	●	○
Infrastructure	4A	Land-use	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○
	4B	R&D Facilities	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	●		○	○	○
	4C	Business Facilities	●	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○		○
	4D	Marketing Facilities	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				○
	4E	Housing & Settlement	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○					○

Фиг. 8. Синергийният ефект за екосистемата в България [24]

Легенда за фиг.8:

- силно взаимодействие
- ◎ координация на действията
- средно взаимодействие

5. Финансиране на технологиите и стартиращите предприятия

Подпомагането на стартиращите фирми, които ще се превърнат в движещата сила за бъдещото икономическо развитие е жизненоважно измерение на иновационната политика, особено на малките и средни предприятия (МСП). Това важи дори и в развитите икономики като САЩ и големите такива в ЕС.

Финансирането на стартиращите предприятия се осъществява от различни институции на различните етапи от развитието им чрез поделяне на собственост или заем. В началните етапи на развитие повечето основатели финансират със собствени средства или заеми от

приятели и роднини. Рискът е много голям и той се поема лично от тях. След първоначалните резултати и разработване на бизнес план и прототип се търсят малки инвестиции от бизнес ангели и инкубатори. На следващите етапи се получава финансиране от рискови капиталисти (VCs, Venture Capitalists) и частни фондове. Тези инвестиции се гарантират обикновено с поделяне на акции от предприятието и рискът се разделя от акционерите. Възможен източник на финансови средства са и банките, но те дават заеми при фиксирани условия и срокове.

Рисковите капиталисти предпочитат да подкрепят стартиращите предприятия със значително въздействие и възможности за възвръщаемост на капитала и глобална реализация. За да бъде финансирано от рисков капитал предприятие, то трябва да бъдат изпълнени три важни условия [13,14]:

1. Бизнес моделът и технологията трябва да предоставят профил на предприятието с възможност за голяма възвръщаемост.
2. Управлението трябва да има капацитет да развива своя бизнес, който да бъде скалируем/машабируем и глобален.
3. Управлението трябва да докаже убедителен план за бъдещето (излизане на пазарите) и възможност да го изпълни.

Нов модел на финансиране се използва от някои VCs, които включват откриване на обещаващите идеи от талантиливи инженери и след това работа с тях, за да се развие компанията [26]. Тази практика има някои прилики с това, което правят бизнес ангелите, но с някои важни разлики. Бизнес ангелите обикновено правят инвестиции в ранен етап, като продължение на личните средства, тези на семейството и приятелите си, но тяхното дялово участие във фирмата обикновено е малко и те често не разполагат с необходимите ресурси за изграждане на професионална организация в стартиращата фирма. За разлика от тях, VCs участват в най-ранните етапи и подпомагат способностите на персонала при стартиране с опитен изпълнителен екип. Предимствата на новия подход на VC идва не само от способността на VC да избира и подпомага изпълнителния екип, но също така и от поддържане на тези предприемачи да са фокусирани върху изграждането на компанията, а не да търсят постоянно инвестиции да запазят компанията в състояние на платежоспособност, както тя расте. Трябва да се отбележи, че пазарът на университетските иновации е особено привлекателен за този модел на фондовете за рисков капитал, тъй като университетски преподаватели и изследователи са необходими, за да се направят значителни обеми от изследвания и разработване на нови идеи и изобретения.

6. Модели за трансфер на технологии

Основните методи за трансфер и комерсиализация на технологиите са следните:

1. **Патенти, ексклузивни или неограничаващи лицензи.** Дори когато един патент е защитен, има голямо разнообразие от начини, по които центровете за трансфер на технологии (ЦТО) могат да използват патентована или лицензирана технология, за да се ускори и оптимизира внедряването на технологичното откритие.
2. **Непатентни методи,** които включват неформалните взаимодействия между страните, публикации и създаване на стартиращи фирми. Трансфер на технологии се осъществява по много различни начини, включително спонсирани изследвания, публикации в изследователски списания, създаване на стартиращи фирми и взаимоотношения (професионални или неформални) между изобретатели и представители на промишлеността.
3. **Лицензиране без възнаграждения.** Основното съображение за лицензиране на патент е сумата от роялти, която ще се получи. Полезен модел може да е отлагане на възнаграждения на университета като компенсация за разходите за патентоване, с по-късни

количества роялти, които да се разпределят между учения-изобретател, ЦТО и други отдели на университета.

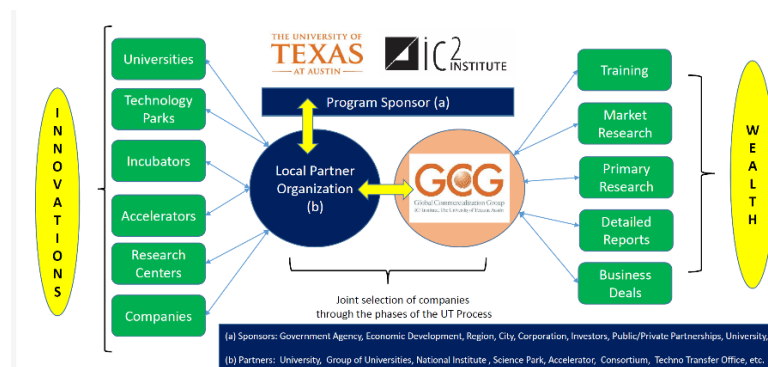
Брадли и колектив твърдят, че използваният линеен модел на трансфера на технологии (патенти) вече не е достатъчен, за да се отчетат нюансите и сложността на процеса на трансфер на технологии, което характеризира продължаващата комерсиализационна дейност на университетите [19]. Недостатъците на традиционния линеен модел на трансфера на технологии са опростяване на процеса, прекаленото акцентиране върху патенти, неотчитане на неформални механизми за трансфер на технологии, като влиянието на организационната култура, системите за възнаграждение и университетските рамки на модела. Като алтернативни методи на трансфера на технологии, които по-добре да отчитат развитието на университета към предприемаческа и динамична институция, са описаните непатентни методи.

7. Примери за добри практики при комерсиалоизация на научните изследвания

Като примери за добри практики от жизнения цикъл при комерсиализация на научните изследвания ще разгледаме опита на водещи институции в развитите държави:

1. **Националната научна фондация на САЩ (NSF) е създала програмата I-Corps** (http://www.nsf.gov/news/special_reports/i-corps/) като една от най-характерните правителствени програми, насочени конкретно за комерсиализация на технологиите за малки и средни предприятия, включително стартиращи компании [16]. Тя е набор от дейности и конкретни програми, които подготвят специалисти и инженери, за да разшири фокуса си извън лабораториите, за да подпомогне финансиране от основните изследователски проекти. Комбинирането на опит и насоки от утвърдени предприемачи с целенасочена учебна програма чрез публично-частно партньорство учи стипендиантите да идентифицират ценните възможности на продукта или услугата, които могат да се доведат от академичните изследвания до реализация. Програмата се състои от екипи от академични изследователи и преподаватели, студенти, предприемачи и бизнес ментори, които участват в учебния план на I-Corps и катализират и други предприемачески възможности, които са натрупани в областта на фундаменталните изследвания.

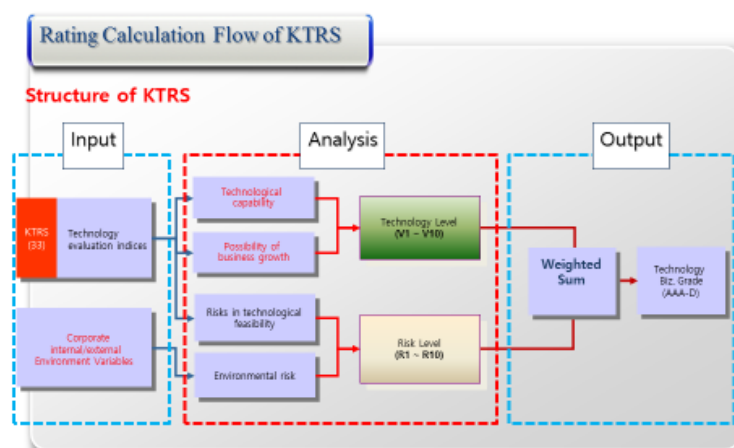
2. **Програмата за технологична комерсиализация на Университета в Тексас, Остин**, която се предлага от Global Commercialization Group (GCG) at the IC2 Institute, a think tank at the University of Texas at Austin, (<http://ic2.utexas.edu/>). Институтът IC² е основан през 1977 г. с цел технологичните иновации да катализират регионално икономическо развитие чрез активното сътрудничество между университета, правителството и частния сектор [9]. Той е изследвал в теорията и приложил на практика възможностите на предприемаческите предприятия да създават богатство за обществото и има основна роля в растежа на Остин като иновационен и технологичен център и в развитието на икономиките, основани на знанието в над 30 страни. Важният извод от програмата е, че основният фактор за успех е обучението на предприемачите. Ключови програми включват: технологичен инкубатор, група за глобална комерсиализация, бюро за бизнес изследвания, както и екип за изследвания и публикации – фигура 9.



Фиг. 9. Публични, частни и академични заинтересовани страни

3. **KTRS система (Kibo Technology Rating System) в Корея**, разработена от KOTEC (Корейска технологична финансова корпорация), която подпомага избора на иновативни МСП и стартиращи фирми и гарантиране на програма за заеми – фигура 10. Системата за оценка на комерсиализация на технологията се фокусира върху потенциала на технологията и реализуемостта ѝ. Тя включва 34 критерия, групирани в четири модула за оценка – компетенции в областта на управлението, технически възможности, пазарна и бизнес възвръщаемост.

2. Illustration of KTRS



Фиг. 10. Роля на KTRS в подкрепа на целия жизнен цикъл на технологиите комерсиализация на малките и средни предприятия [15]

4. **Изследователския център IVC на Израел хай-тек индустрията** (<http://www.ivc-online.com/>). IVC е стартираща компания, прераснала в център за бизнес анализ и изследване на рисков капитал и фондове за дялово участие, предприемачи, високотехнологични компании и доставчици на услуги. IVC е специализирана в осигуряване на надеждната информация, за да улесни бизнес целите на еко системата. IVC подпомага стартиране на фирми чрез предоставяне на информация за рисков капитал, частен капитал и инвестиционно финансиране в специфични сектори на индустрията, което позволява на стартиращи компании да бъдат в крак с най-новите тенденции в инвестициите и привличане на капитали. Фирмата осигурява онлайн пространство за свързване на инвеститори и стартиращи компании, като инвеститорите се възползват от възможността да търсят жизнеспособни алтернативи и нови сделки. Доставчиците на услуги се възползват от лесен и пряк достъп до много израелски високотехнологични компании и талантиливи кадри, отличен ресурс за потенциални партньорства и потенциални клиенти. IVC-онлайн база от данни включва подробни обяви за хиляди израелски високотехнологични компании, рисков

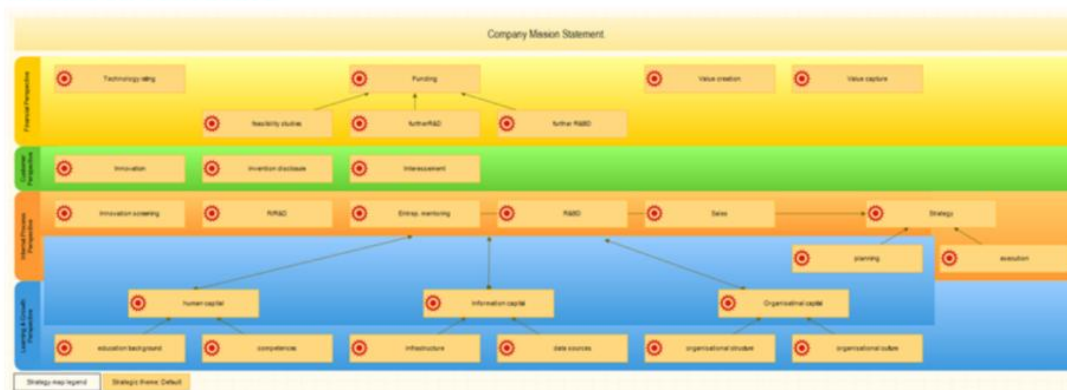
капитал и фондове за дялово участие, ангели, инвестиционни дружества, технологични инкубатори, доставчици на услуги, предприемачи и ключови ръководители. Базата от данни предлага навременни новини и съобщения, съобщения за пресата и проучвания. IVC екипът включва екип от квалифицирани и опитни анализатори, изследователи и отдел за професионални продажби и маркетинг, подкрепени от екип за управление на експерт.

8. Стратегия за комерсиализиране на научните изследвания

В резултат на направените проучвания и анализи е предложен начален вариант на стратегия за комерсиализиране на научните изследвания – фигура 11 [27]. Тя е разработена чрез използване на метода за балансиране карти с показатели и включва следните цели, групирани по направления [12].

Created by : webbsc.com for the PR Balanced Scorecard TechCommers may2016 project.

Balanced scorecard



Фиг. 11. Стратегическа карта за комерсиализиране на научните изследвания

Насоките за дизайн и изпълнение на стратегията са следните:

1. Прилагане на системен подход при проектирането на нови мерки и метрики. Да не се фокусира върху отделни системни слабости или изолирани мерки.
2. Фокусиране към насърчаване на по-добри представители на пазара и пазарните условия, не към конюнктурните участници на пазара.
3. Прилагане на критерии за успешна оценка при финансиране.
4. Отчита, че винаги са необходими финансови средства, но човешките и образователни решения като бизнес консултиране, менторинг, обучение и друга подкрепа често са по-важни.

Заклучение

Използването на възможностите за комерсиализация на технологиите може да доведе до адаптирането и разпространението на университетските иновации за ползване от цялото общество. Университетите и у нас се ограничават предимно в дейности по трансфер на знания и по-рядко в трансфер на технологии, което е тясното разбиране за комерсиализация и не отчита възможностите и критериите за оценяване, като например разработени стратегиите за трансфер на иновации, брой на стартиращи или спин-оф фирми. Те не развиват достатъчно по-широкия спектър от дейности, които биха могли да доведат до успешен трансфер на иновациите на процесите и моделите, създадени в университетите, като например отворено сътрудничество с всички заинтересовани групи от еко системата, споразумения за безвъзмездно лицензиране и др.

За да се присъединят към успешния подход за комерсиализиране на научните открития и иновациите, университетските центрове за трансфер на технологии и другите звена трябва да разширят своите бизнес модели и да се реструктурират в рамките на университетската йерархия, така че да са съвместими с по-широка визия за трансфер на технологии. Но за да се случи това, има нужда от стратегии и действия на всички нива в предприемаческата екосистема. За да изпълнят своята нова роля и като активни участници в регионалното икономическо развитие, от университетите се очаква да насърчават предприемачеството като цяло и в частност комерсиализацията на знания и изследвания. Оценките на въздействието на предприемаческите образователни програми и комерсиализацията на технологиите върху икономическото развитие са много важни и е необходимо възможно най-скоро да се направят задълбочени изследвания и предприемат активни действия в това направление и за България.

Предложените в доклада начална версия за стратегия за комерсиализация на научните изследвания използва предимства от съществуващи научни изследвания и опит в страната и може да послужи като основа за промяна на състоянието в нашата еко система.

Литература

- [1]. Йоргова Ц., Трансфер на научно знание, Автор на дисертационния труд, БАН, Институт за Изследване на Обществата и Знанието, 2016.
- [2]. Министерският съвет Република България, План за действие Предприемачество 2020 – България, <https://www.mi.government.bg/bg/themes/plan-za-deistvie-predpriemachestvo-2020-balgariya-1612-442.html>.
- [3]. Решение на МС №857, Иновационна стратегия за интелигентна специализация на Република България 2014-2020 г., 2015, https://www.mi.government.bg/files/useruploads/files/innovations/ris3_26_10_2015_bg.pdf.
- [4]. Русков П., Обучение по иновации и технологично предприемачество, Автоматика и Информатика, № 3, 2016, ISSN 0861-7562.
- [5]. Ahmad Jafarnejad Chaghoshi, Jamal Khani Jazani, Sahar Jafari, Relationships and Ranking Factors Influencing the Commercialization of Research Results, Using Techniques: DEMATEL and ISM - Case Study of Iranian Research Organization for Science and Technology, Academic Journals, Global Journal of Management Studies and Researches, ISSN 2345-6086, www.academicjournalscenter.org.
- [6]. Azura Amid (editor), Recombinant Enzymes - From Basic Science to Commercialization, Springer, 2015, ISBN 978-3-319-12397-4.
- [7]. Chesbrough, H., Open business models: How to thrive in the new innovation landscape, Boston, MA, Harvard Business Press, 2006.
- [8]. Chesbrough, H., Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology, Boston, MA, Harvard Business Press, 2003.
- [9.] Clay Spinuzzi and all, How magnets attract and repel: Interestment in a technology commercialization competition, Written Communication, January 2016, doi: 10.1177/0741088315614566
- [10]. David B. Audretsch, Christopher S. Hayter and Albert N. Link, Concise Guide to Entrepreneurship, Technology and Innovation, 2015, ISBN: 9781783474189, DOI: 10.4337/9781783474202
- [11]. Gideon D. Markman, Donald S. Siegel and Mike Wright, Research and Technology Commercialization, Journal of Management Studies, © Blackwell Publishing Ltd 2008.
- [12]. Harvard Business Review on Aligning Technology with Strategy, Harvard Business Review, Harvard Business Press Books, 2011.

- [13]. Kyung Jin Hyung, Is Equity -Financing Always Optimal for Innovative SMEs? --How about Credit Guarantee? 2012, <http://www.smeg.org.tw/doc/JSD-25-6.pdf>.
- [14]. Kyung Jin Hyung, Project Financing & Technology Appraisal Guarantee, pp. 61-78, 2011, <http://www.smeg.org.tw/doc/JSD-19-3.pdf>.
- [15]. Leo (Hee Chang) Park, Supporting innovative SMEs in Korea, <http://www.vinnova.se/PageFiles/606111296/Leo%20%28Hee%20Chang%29%20Park.pdf>.
- [16]. NSF, The NSF Innovation Corps (I-Corps™), http://www.nsf.gov/news/special_reports/i-corps/.
- [17]. Ralf W. Seifert, Benoît F. Leleux, Christopher L. Tucci, Nurturing Science-based Ventures: An International Case Perspective, Springer, 2008.
- [18]. Ronald S. Cooper and Stephen A. Merrill (Editors), Industrial Research and Innovation Indicators, National Research Council, NATIONAL ACADEMY PRESS, 1997.
- [19]. Samantha R. Bradley, Christopher S. Hayter, Albert Link, Models and Methods of University Technology Transfer, Foundations and Trends in Entrepreneurship Vol. 9, No. 6, 2013
- [20]. Satu Johansson, Better Innovation Support for SMEs in Europe, INNO-Partnering Forum, IPF Conference, Report 7th November 2012, Brussels, Document ID: IPF12-018VINNOVA Dnr: 2009-04589, <http://www.vinnova.se/PageFiles/606111296/FINAL%20IPF%20Conference%20Report%207th%20of%20Nov%202012.pdf>
- [21]. Thomas J. Allen, Rory P. O'Shea, Building Technology Transfer within Research Universities An Entrepreneurial Approach, Cambridge University Press, 2014.
- [22]. Yun Jeong Choi, and all, Study for Technology Commercialization Ecosystem Models through Case Studies in the Southern Region of the United States, Indian Journal of Science and Technology, Vol 8 (S8), April 2015, www.indjst.org.
- [23]. Panov, S., Ruskov, P. "Score Model for Technology Appraisal of Bulgarian Start-Ups", International Conference "Automatics and Informatics'2016", Sofia, 2016, pp. 255 – 258
- [24]. Choi, J., Ruskov, P., Tsoleva, S., "Roadmap Design for Technology and Entrepreneurship Commercialization in Bulgaria", International Conference "Automatics and Informatics '2016", Sofia, 2016, pp. 247 – 250.
- [25]. Ruskov, P., Panov, S., Tsoleva, S., Model for technology adoption supporting system, UNITECH16, International scientific conference, 18 – 19 November 2016, Gabrovo.
- [26]. University Investment-A New Model Of Venture Capital, <http://www.gapfunding.org/university-investment-a-new-model-of-venture-capital/>
- [27]. Русков П., Русков А., От образование към комерсиализиране на научните изследвания, IX Национална конференция „Образованието и изследванията в информационното общество” 2016, стр. 23-40.

За контакти:

доц. д-р Петко Русков
 катедра „Софтуерни технологии”
 Софийски университет, ФМИ
 E-mail: petkor@fmi.uni-sofia.bg

ТАНДЕМЪТ ВИСОКОТЕХНОЛОГИЧНИ КОМПАНИИ – УНИВЕРСИТЕТИ – ПРОБЛЕМИ И РЕШЕНИЯ

Васил Ст. Донеv

Резюме: Въпросите на взаимодействието между високотехнологичните компании и университетите в Р. България са от особена важност за общото развитие както на академичните институции, така и на високотехнологичните компании. Този доклад анализира източниците на проблемите и дава препоръки за взаимноизгодното сътрудничество между университетите и високотехнологичните компании.

Ключови думи: Висше образование, високи технологии, сътрудничество, високотехнологични компании

The tandem hi-tech companies – universities – problems and solutions

Vassil St. Donev

Abstract: The cooperation issues arising between the hi-tech companies and the universities in Bulgaria are of essential importance for the overall development both of the academic institutions and the hi-tech companies. This report analyzes the sources of the problems and proposes recommendations for mutually beneficial cooperation between the universities and the hi-tech companies.

Keywords: Higher education, High technologies, Cooperation, Hi-tech companies

Текущо състояние

Историята на развитието на високотехнологичните компании е низ от временни възходи и временни спадове поне откакто определението за такъв тип компании е в обращение в публичното пространство. Това е така, защото, намирайки се на върха на „хранителната верига“ на пазара, те са най-чувствителни към различни тенденции и често залитания в обществото по отношение на начините, по които се възприемат достиженията на науката. В съвременния индустриален свят високотехнологичните компании са най-бързо растящите, като все по-често могат да се намерят примери за такива компании, които демонстрират ръст в рамките само на няколко години, абсолютно непознат за традиционния бизнес и предприемачество практически до втората половина на 20-ти век. С навлизането на човечеството в 21-ви век вече е почти нормално да възприемаме шеметен възход на високотехнологична компания от 300 или дори 500 процента в рамките само на няколко години. Подобни ръстове в класическата стопанска система от капиталистически тип до съвсем скоро бяха възможни единствено при извършване на бизнес с престъпен характер при брутално нечитане на всякакви общочовешки норми, установени в цивилизования свят от векове. С масовото навлизане на пазара на високотехнологичните компании, стана възможно най-прогресивните предприемачи да могат да реализират бизнес идеите си в изключително кратки срокове. В известен смисъл, ако се направи някаква условна аналогия на начина, по който се развиват високотехнологичните компании със законите на физиката и системния анализ, то те с доста добро приближение могат да се определят като системни образувания от ентропичен тип. Известно е за такива системи, че те са толкова по-неустойчиви, колкото по-бързо се променят. Точно тази особеност прави високотехнологичните компании свръхчувствителни към външни фактори. Те, от своя страна, могат да са от най-различно естество – технологично, социално, политическо, икономическо, познавателно. Ключов фактор, който подхранва ентропичната природа на високотехнологичните компании обаче, е

глобализирането на световното стопанство и в частност - изключително бързото разпространение на познанието (информацията) в съвременния свят. Практически мигновеното разпространение на идеите в съвременния свят е основният фактор, който подхранва бурното развитие на високотехнологичните компании.

Както беше вече споменато обаче, този неудържим прогрес си има цена и тя се заплаща от всеки, който е решил да опита късмета си на полето на високите технологии. Нека разгледаме тези, пораждащи неустойчивостта на високотехнологичните компании, фактори върху примера на ситуацията в нашата страна. Този примерен фон би открил както общо типични проблеми, така и някои специфични такива за българските високотехнологични компании. Разбира се, различните отрасли, в които работят такива компании, имат известно нюансиране на отделните проблеми, но с доста добро приближение може да се приеме, че изброените по-нататък както проблеми, така и възможни решения, са общо относими за всички български високотехнологични компании.

И понеже всичко, което правим, започва от човека, то и основният проблем на високотехнологичните компании е достъпът до кадри. По силата на естествената си природа тези фирми потребяват най-качествената част от работната сила – високо интелигентни хора, като правило с висше образование, с високи изисквания както към себе си, така и към работодателите, отворени към света, с нагласа за изключително висока подвижност като месторабота, в голямата си част предимно млади, при които водещ фактор за избора им е удовлетвореността от работата, която вършат. Както беше вече споменато, в глобализирания свят границите за хората са отворени и това, което не може да се намери тук, съвсем лесно се получава само като се пресече границата, ако такава все още има за конкретен регион. Комбинацията между отворените граници и политическите/икономическите неблагоприятия, които се стоварили върху нашата страна, доведе до това, че точно тази категория хора - обект на интерес от страна на високотехнологичните компании, рязко се стесни през последните 20-на години, а за някои отрасли почти изчезна. Поради това че страните от нашия свят са практически скачени съдове по отношение на всякакви ресурси, които се обменят между тях, общо взето добрата обезпеченост на стопанството ни с вискоквалифицирани кадри в края на 80-те години се превърна в критичен за съществуването ни дефицит на такива кадри. Икономически развитите държави, които най-често определяме като западен свят, просто си взеха това, което им трябваше от нас като квалифицирана работна ръка, а в същото време нашата страна в частност не се превърна в достатъчно привлекателна, за да компенсираме въпросното изтичане на кадри с внос на такива от други страни. Извън този чисто икономически феномен, през този период действаха в точно нежелана посока политически и административни фактори, които допълнително затрудняваха и малкото желаещи квалифицирани специалисти от страни, които могат да се определят като по-неатрактивни от нас по отношение на условията за живот и професионална реализация. Поради същите административни и политически причини в същия период рязко спадна качеството на подготвяните кадри от нашите висши училища. И за да е пълен провалът ни като нация в търсенето на решение на този остър кадрови проблем, особено в началото на 90-те години, рязко спадна престижът и в следствие и интересът на младите хора към инженерните професии, като освен другите причини за това изключително пагубна роля изигра изкривената информационна (медийна) среда, създава усещането за безсмислието да се развиват инженерни и технически умения. Крайният резултат от тази почти апокалиптична картина е, че когато светът и с него и ние прогледнахме за ползите от високите технологии, ние се оказахме неподготвени, да не кажем в невъзможност, да се включим в това ново световно състезание на духа. Малкото български високотехнологични компании, които все пак покълнаха в тази убийствена среда, се оказаха в положение да не могат да удовлетворят потребностите си за кадри при практически неограничени за мащабите им възможности за привличане на клиенти. Ситуацията с кадрите за българските фирми се усложни още повече

от факта, че голяма част от големите, а и не толкова големи, западни компании от технологичния сектор започнаха да изнасят част от дейностите си у нас с цел да спестят разходи за труд. Стигна се до там, че около времето на официалното влизане на Р. България в Европейския съюз, когато беше подемот на инвестициите в страната, започна кражба на квалифицирани специалисти между високотехнологичните компании у нас. От тази ситуация разбира се, най-често отново печеливши бяха предимно големи западни компании, установили вече бизнес у нас, които направо изсмукаха най-добрите ни специалисти. Ако имаше нещо утешително в тази ситуация, то беше, че поне въпросните високо квалифицирани специалисти останаха в страната, а не заминаха навън.

Дотук разгледахме субективния фактор, оказващ негативно влияние върху българския високотехнологичен сектор. Тъй като обаче този сектор е просто едно отражение на това, което става в глобалния свят, то обективните фактори са не по-малко важни за него. Най-важен от тези фактори безспорно е технологичната конкуренция между фирмите. Цикълът на внедряване на нов продукт на пазара и особено в областта на информационните технологии е вече от порядъка на 1-1,5 години от момента на започване на разработката. За високотехнологичните продукти от материалната сфера той е малко по-дълъг, но пак достатъчно къс, за да може да се управлява устойчиво и то при особеността, че в голяма част от случаите компаниите, които го разработват или внедряват, са сравнително малки като ресурс. Като цяло както глобализирането на пазара, така и нарастването на възможностите на хората да ползват такива продукти принуждава компаниите, които ги създават и/или произвеждат, да бъдат изключително адаптивни при организирането на дейността си. Тази потребност предполага не само технологична гъвкавост, но и организационна такава. Последното е пряко свързано с обсъждания кадрови проблем по-горе. Взаимовръзката конкурентност - технологично обновление е основен фактор при развитието на високотехнологичните компании, в частност и тези у нас. Положителният ефект от тази връзка в частния случай на българските компании е, че те започват да осъзнават и да търсят коопериране при внедряване на нови продукти. До известна степен това, засега принудено, търсене на сътрудничество е провокирано и от сравнително слабите позиции на нашите високотехнологични фирми на външните пазари. С това стигаме до третия проблем – слабите глобални пазарни позиции. Причините за това са преди всичко историко-политически. Десетилетното изолиране (най-вече като участие в информационния обмен) на технологичния ни сектор от развитите икономики към настоящия момент води до това, че дори и при отлични по отношение на пазарните си качества продукти нашите компании нямат уменията, организацията, видимостта и ресурса да представят тези продукти на световните пазари. Малкото изключения от това правило не променят общата картина. В интерес на истината обаче, следва да се отбележи, че този проблем се преодолява изключително бързо и то преди всичко поради факта, че в повечето случаи тези наши високотехнологични компании се управляват от хора от поколенията, които не са толкова обременени от идеологемите на комунизма.

Пряко свързан с предходния проблем е този за ниското, практически несъществено вътрешно търсене на високотехнологични продукти. И ако до скоро това можеше да се обясни с липсата на разбиране за ползата от внедряването на високи технологии, то към момента фокусът на този проблем се измества повече към ограничените възможности на българския бизнес да внедрява иновации. Практически за последните 10-на години най-голям потребител на високотехнологични продукти и то най-вече в областта на ИТ е публичният сектор. Предвид мащабите на обществените поръчки по този повод обаче, отново местните предприемачи са поставени в неблагоприятна позиция, поради невъзможността да отговорят количествено на тези мащаби, в резултат на което основни изпълнители на подобни държавни поръчки отново се явяват големи западни компании, които най-често не са преки изпълнители, а поднаемат български такива. За съжаление все

още не е държавна политика да се организират така подобни мащабни поръчки, че българските производители и доставчици да могат да участват пряко като изпълнители. Тъй като бизнесът винаги е по-рационален от публичния сектор, добрата новина е, че нашите компании започват да се организират и да участват в изпълнението на подобни поръчки като консорциуми, с които компенсират недостатъчния си ресурсен капацитет.

Към гореизброените проблеми на българските високотехнологични компании може да се причисли и още един, който до някъде кореспондира с вече разгледания кадрови проблем. Това е сравнително ниското за целите на тези компании квалификационно ниво на новопроизвежданите кадри от нашите университети. Към настоящия момент твърденията за високото ниво на работната сила у нас се отнасят преди всичко за поколенията специалисти, подготвени от нашата образователна система до към началото на 90-те години. Другите причини за този проблем ще бъдат разгледани малко по-късно.

От изложеното до тук става ясно, че сърцевината на основните проблеми пред българските високотехнологични компании се корени преди всичко в източника на най-важния ресурс за тях – хората. Поради това, че, както беше отбелязано по-рано, българският бизнес към настоящия момент не може да разчита на внос на висококвалифицирана работна сила отвън, погледът се насочва към естествения източник на такава работна сила – българските университети. Най-общо състоянието на висшите училища у нас за последните 25 години може да се определи като получили практически пълна свобода за академичната си работа и загубили почти напълно връзка с тези, за които на практика те работят – българския бизнес. Ако се разгледа най-общо академичната среда у нас, може да се види, че в стремежа си да се сдобие с най-ценното за нея – свободата да мисли и създава, тя е забравила, че тази свобода има смисъл, само ако се упражнява в полза на другите. Нещо повече – откъсването, а донякъде и зависимостта от реалния живот, е породило странно чувство на подозрение към останалия свят, заради който в същност тази академична среда съществува. Почти автоматично това недоверие и прекъсната връзка са се фиксирани в нормативната база, управляваща академичната среда. Българският закон за висшето образование доста ревниво пази територията на академичната среда като не допуска или почти не допуска по-дълбока интеграция на интелектуалния потенциал в българския бизнес в процеса на обучението на студентите. Резултатът е, че в голяма степен се ерозира същността на академичното обучение като транслатор на най-новото в познанието и практиката към студентите. Ако към този факт се добави и практическата невъзможност на българската държава да финансира пряко научно-изследователска дейност за последните две десетилетия, то резултатът е, че за много специалности и дори университети услугата, която се предлага, е пазарно неадекватна. А известно от теорията на пазара е, че такъв продукт не може да съществува прекалено дълго. Обнадеждаващо е, че така описаният проблем вече е видим и започва да се осъзнава на обществено ниво и ако към настоящия момент все още не е решен, то поне се търсят начини да се реши чрез различни нови държавни политики. Очевидно е обаче, че лутането в търсене на решение продължава и то най-вече се изразява в неадекватните очаквания на страните в този процес. От една страна бизнесът очаква да получи готови за работа кадри от университетите, без да си дава сметка, че те не са в състояние да направят това, поради собствената си затвореност и липса на ресурс да осигурят необходимото качество. В същото време и поради ресурсна ограниченост, и поради липса на разбиране на проблемите на университетите самият бизнес не отделя ресурси, за да подпомогне процеса на обучение. От друга страна университетите продължават да остават затворени в себе си и виждат проблема единствено вън от себе си като недостатъчно финансиране както от държавата, така и от бизнеса. Тук е мястото да се припомни, че най-големите изследователски центрове в света се намират или в самите университети, или са най-тясно интегрирани с тях. Това не само че не съществува като масова практика у нас, но на подобна интеграция се гледа с подозрение за търсене на частни интереси. Още по-лошо е,

че към момента на практика държавната регулация на висшето образование не насърчава такава интеграция и дори я санкционира. Резултатът е, че практически връзката университет-бизнес е скъсана, от което страдат не само двете страни, но и обществото като цяло чрез понижения капацитет на страната ни да отговори на предизвикателствата на конкурентния глобален пазар.

Една от възможните причини за прекъснатата връзка университет-бизнес вероятно е загубената инерция за научни изследвания в университетите. Причините за това са комплексни, като включват и някои от вече изброените проблеми. Каквото и да е довело до това състояние обаче, изходът е интеграцията на академичните среди с бизнеса и по-конкретно с този, ангажиран с високите технологии, което по естествен път ще възстанови както качеството на обучението, така и стимулите за по-нататъшно повишаване на това качество. Последното е единственият начин за устойчиво присъствие на пазара както на академичните институции, така и на високотехнологичния бизнес у нас.

Светлина в тунела

Както с всичко друго в живота, така и в отношенията бизнес - университети има изход от не особено радостната картина и за двете страни, описана по-горе. Най-важният стимул за търсене на този изход е фактът, че и двете страни вече работят в пазарни условия. А там, където действа „невидимата ръка на пазара“, винаги се намира най-правилното решение. И ако за технологичните компании този фактор е съпътстващ още от възникването им, поради това, че те са продукт на пазара, то за университетите у нас ситуацията е сравнително нова и в известен смисъл те не са подготвени за това. Развитието на демографската ситуация през последните години за щастие ускорява този процес на пазарно съзряване на университетите. Тук трябва да се направи едно уточнение, че казаното по-горе се отнася изключително за държавните висши училища, които никога до сега не са били подлагани на такъв пазарен натиск за оцеляването си.

Сега, след като и двете страни в това уравнение на икономическия успех са поставени в една и съща ситуация да търсят съществуване и развитие чрез конкуренция, има не само основания, но вече и признаци, че започва осъзнаване на неизбежността от ново интегриране на академичната наука с високотехнологичните компании. Може да се каже, че към настоящия момент този процес е в самото си начало и по-скоро се бори да си пробие път, отколкото да се развива. Част от причините бяха вече дискутирани по-рано – недоверие, нормативни неуредици (понякога граничещи с недомислици), липса на опит за партньорско общуване между две относително различни социално-стопански групи играчи, различни подходи за управление на дейността и др.

Важен фактор, действащ в положителна посока по отношение на процеса на интеграция, е глобализирането на бизнеса и в частност, и дори в още по-голяма степен - на високотехнологичния бизнес. Разгледаните по-рано причини за засилване на конкуренцията в това стопанско направление карат високотехнологичните компании дори и преди университетите да търсят път към внедряване на все повече иновации в дейността им и като пазарен продукт. Вярно е, че към настоящия момент повечето от тях се опитват да решат самостоятелно въпроса с изследователската и развойната дейност, но това състояние е временно, тъй като естествената роля на университетите е да генерират познание, а на фирмите - да го внедряват. Тук е уместно да се припомни, че исторически първите университети или училища от по-висш ранг възникват като съпътстващи дейности към манастирите, където монасите са развивали някаква наука, доколкото това понятие е възможно да се приложи към дейността им за изучаване на природата, и едва като вторична дейност те са предавали получените знания на по-любопытни младежи, които са ги търсели (от там идва и съвременното понятие „бакалавър“ (bachelor - ерген) поради младата

възраст на учениците (students)). В интерес на истината трябва да се посочи, че и в днешно време най-успешните и престижни университети в света имат много сходна организация на дейността си. Основната част от тяхната дейност е изследователска по различни проекти и като вторична дейност се извършва преподаване на студентите. Типичен пример в това отношение например е бюджетът на един от най-старите и престижни университети в Европа - Оксфорд. Около 70% от бюджета му е посветен на изследвания и едва 30% на чисто академична дейност, свързана с предаване на знания. В България към момента съотношението е убийствено различно и то в обратна посока. Следователно печелившата комбинация за бизнеса и академичните среди е пълна интеграция по отношение на изследванията и разработването на иновации. Само при такова разпределение на ролите ще спечелят и двете страни – университетите ще привлекат и ще произведат качествени студенти, а бизнесът ще получи качествени кадри и ще спести от използването на ресурсите си за несвойствена за него дейност като образование.

Важен етап от този път на развитие на отношенията е съвместната работа по проекти. Този подход се насърчава навсякъде по света. Поради ограничените собствени ресурси за иновации, българският високотехнологичен бизнес все още не е в състояние да инвестира масирано в нови разработки чрез участие на университетите, а и последните към настоящия етап не са съвсем готови да усвояват качествено такъв частен ресурс. Така че за сега проектният подход може и трябва да се развива преди всичко с публичен ресурс, дори при риска за понижена ефективност.

Ако продължим със следващите стъпки по пътя на интеграцията, то това, което следва да се направи от страна на академичната общност, е да се отвори широко вратата към университетите и по-конкретно към учебния процес на висококвалифицирани специалисти от практиката. Съществуващите в момента ограничения и в Закона за висшето образование, и в правилниците на университетите ограничават силно тази възможност. Обратната практика на привличане на качествени специалисти от академичните среди в бизнеса е отдавна установена, но ползите за бизнеса в този случай са по-малки, тъй като фирмите имат цели, определени от пазара и те са доста различни от това да развиват самостоятелно наука и изследвания, с някои изключения, разбира се. Както беше вече споменато, естественото място за създаване на иновации са университетите и те трябва в конкретните български условия да направят необходимото за създаването на подходяща среда за това.

Известно е, че добрият специалист се изгражда дълго, понякога през цялата му кариера. Това е особено валидно за високите технологии и абсолютно правило за информационните технологии. Тази истина е отдавна осъзната в големите световни компании и те имат както корпоративната култура да поддържат този процес, така и необходимите ресурси за това. В нашите условия това изискване едва сега започва да си пробива път и то предимно в големите компании от високотехнологичния бизнес. За малкия и среден технологично ориентиран бизнес този подход е все още далеч от разбиране. Повечето мениджери, дори и добри такива, залагат преди всичко на материалните стимули, за да задържат добрите си специалисти. Това е приемлив подход преди всичко за привличане на качествени специалисти, но в дългосрочен план той не работи за задържането им. Причините са няколко. Първо, възможностите на компаниите у нас са ограничени за даване на големи материални стимули, особено когато те се конкурират за едни и същи специалисти със западни фирми. Второ, успелият човек, след като е обезпечил материалното си съществуване (а това е даденост дори и поради самия факт, че се е реализирал добре на пазара на труда), търси други стимули в работата си. Това може да е израстване в йерархията на компанията, получаване на специални отговорности, получаване на удовлетворение от резултатите от работата му извън материалните, възможност за по-нататъшно лично усъвършенстване като специалист. Следователно успешна в дългосрочен план може да бъде само такава високотехнологична компания, която осигурява поле за развитие на служителите си.

Доказателство за последното е фактът, че огромната част от нововъзникващите високотехнологични компании изчезват почти веднага, след като изчерпят потенциала на пазарния продукт около който съществуват, ако не са в състояние да отговорят на горните условия. Причината е чисто психологическа – интелигентният човек има необходимост от духовно стимулираща среда и често пъти е готов да направи компромис с материалното си състояние, за да получи такава среда. Като разбират напълно това, мениджерите на успешните високотехнологични компании отиват дори една стъпка по-напред от вече споменатите мерки – те стимулират, дори понякога изискват от служителите си постоянно усъвършенстване чрез дообразование. Подходът се превръща почти в практика във фирмите от сектора на информационните технологии. Поради изключително бързо променящите се технологични платформи и нововъведения в техния бизнес, сертифицирането по определени технологии все по-често става задължително, за да се остане в бизнеса. В много от големите компании, имащи вътрешна система за атестиране на служителите им, постоянното образование е предпоставка за израстване в кариерата, като все по-често разходите за това се поемат от самата компания. По този повод се открива още една възможност за по-тясно интегриране на бизнеса с академичните структури. Поради това, че университетите у нас все още не са осъзнали тази възможност за допълнителни приходи и изграждане на плодотворни сътрудничества с бизнеса, а и самите те доста често не са на нивото, което се изисква за такова последващо професионално дообразование, нишата засега се запълва от малки, но много гъвкави консултантски компании, специализирани в предлагането на кратки и строго специфични курсове, най-често изготвени изцяло по съдържание изисквано от клиентите им. Като правило преподавателите в такива компании са специалисти с голям практически опит, без непременно да имат солидна академична практика.

Изводи

Към настоящия момент българската икономика страда от липса на добър синхрон и почти никаква интеграция на високотехнологичния бизнес с академичните среди. Независимо че причините за това могат да се намерят и в двете страни, като цяло по-голям път трябва да изминат и повече усилия за постигане на успешно сътрудничество трябва да положат българските университети. Всичко това ще се случи в условията на остра и все по-засилваща се конкуренция на българската икономика на пазара на високите технологии. Дълг и отговорност на компаниите е да подпомагат по всякакъв начин този процес в името на собственото си оцеляване и просперитане.

За контакти:

доц. д-р инж. Васил Ст. Донеv
Сирма Груп Холдинг АД
E-mail: donev@sirma.bg

СЕКЦИЯ 1

КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ И МРЕЖИ

Четвърта научна конференция с международно участие
"Компютърни науки и технологии"
30 септември – 1 октомври, 2016 г.
Варна, България



Fourth Scientific International Conference
Computer Sciences and Engineering
30 September – 1 October, 2016
Varna, Bulgaria

SECTION 1

COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS

РАЗПРЕДЕЛЕНА СИСТЕМА ЗА ТЪРСЕНЕ В ЛОКАЛНА МРЕЖА

Димитър Н. Тодоров, Христо Г. Вълчанов

Резюме: Споделянето на ресурси в локална мрежа е един от начините за ефикасно използване на информацията. Системата за търсене на Windows не предоставя възможност за търсене в локална мрежа. Докладът представя архитектурата и особеностите на разпределена система за търсене в локална мрежа. Представени са резултати от проведени експериментални изследвания.

Ключови думи: Distributed Search, Windows Search, Search Engine.

Distributed System for Searching in LAN

Dimitar N. Todorov, Hristo G. Valchanov

Abstract: The resource sharing in local networks allows efficient use of information. The built in Windows search system does not have possibility to search within the local network. This paper presents an architecture and features of a distributed system for searching in a local Windows network.. The experimental studies and comparative analysis are presented.

Keywords: Distributed Search, Windows Search, Search Engine.

1. Увод

Локалните компютърни мрежи са широко разпространена платформа за използване на съвременните IT технологии. Споделянето на ресурси в подобен род мрежи е често срещана практика, улесняваща съвместната работа на множество потребители. Наличието на различни машини в локалната мрежа обаче, води до много съществен проблем - затрудненото откриване на споделените файлове и папки, което най-често се заключава в ръчно преглеждане на тези папки за откриване на определени файлове в тях. Масовото използване на компютърните технологии и системи, както и нарастващият брой компютърни документи, налага развитието и на системите за откриване и извличане на информация [1].

В съвременните локални компютърни мрежи операционната система Windows е най-широко използваната. Една от нейните услуги, която е системен компонент, е услугата за индексирание (Windows Search Indexer). Тя ускорява работата на вградената система за търсене на файлове и файлово съдържание на локалната машина. Въпреки подобрената функционалност (особено за версия от Windows 7 нагоре), тази система притежава редица недостатъци. Едно голямо ограничение на търсачката е, че не поддържа индексирание и търсене в локална мрежа от Windows базирани машини.

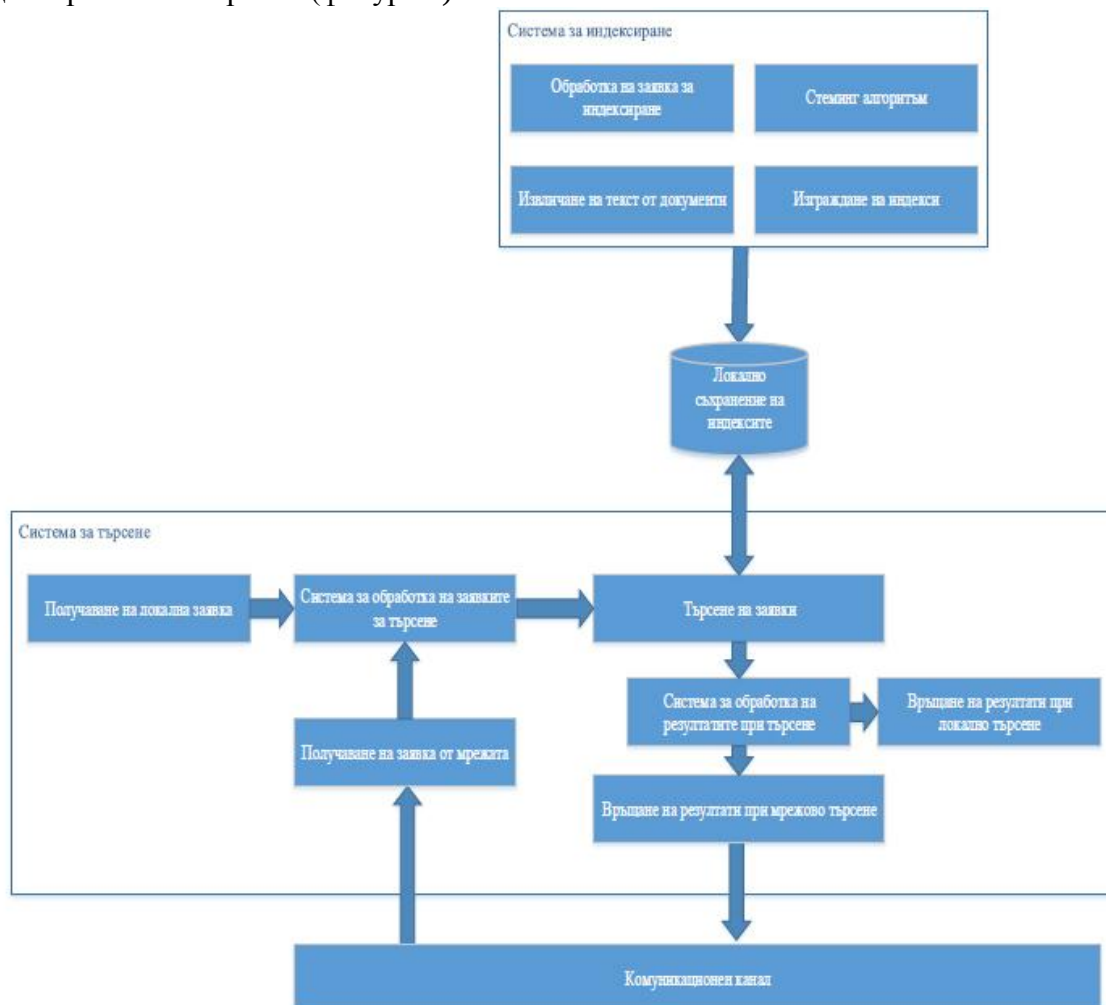
Известни са редица безплатни алтернативни средства на индексирание и търсене под Windows. Някои от тях като grepWin, MasterSeeker, FileSeek и Listary [5], въпреки подобрената им функционалност, са предназначени единствено за десктоп търсене. Съществуват и средства, които предоставят индексирание и търсене в споделени устройства в мрежа. Ускорено индексирание и търсене се предоставя от Locate32 [5]. Недостатък на софтуера е липсата на търсене в съдържанието на файл. LanHunt [9] е Java базирано приложение, използващо база данни за индекс, което ускорява процеса на търсене. Като недостатък може да се посочи търсене в съдържание единствено по единични думи. Други безплатни и гъвкави приложения са LanSearch Pro [9] и Everything [4]. Въпреки богатата им функционалност, търсенето при тях се свежда единствено до име или тип на файл.

Характерна черта на търсещите в локалната мрежа приложения е, че те се базират изцяло на системата за споделяне на Windows. Изключването на услугата за споделяне ограничава тяхната функционалност единствено до десктоп индексиране и търсене.

В настоящия доклад е представена архитектурата на разпределена система за индексиране и търсене в локална Windows мрежа.

2. Архитектура на системата

Архитектурата на системата има разпределен характер. Тя се състои от множество модули за търсене, всеки един от които се изпълнява върху отделна машина в локалната мрежа. Модулите функционират независимо, като комуникират помежду си, обменяйки информация за процеса на търсене. Всеки модул се състои от две основни системи - система за индексиране и за търсене (фигура 1).



Фиг. 1. Структура на модул за търсене

2.1. Система за индексиране

Системата за индексиране осигурява изграждането на индексните файлове. Тя извършва обработката на заявката за индексиране, извличането на текст от документи, изпълнява алгоритъма за опростяване на думите и реализира изграждането на индексите. Изграждането на индексите е реализирано по два начина: в оперативната и в дисковата памет. Не се допуска индексирането на Windows директорията, както и на системния дял на

машината. Това е направено с цел намаляване обема на индексите, като се пропускат ненужните файлове за индексирание.

Процесът на изграждане на индексите в оперативната памет започва с отстраняване на всички пунктуационни символи от поредния документ и като резултат връща изчистен текст. Отделянето на термините (думите) се реализира чрез генериран от Flex Lexical Analyzer код [6]. Кодът се генерира на базата на зададени условия, които трябва да бъдат удовлетворени (допускат се само символи от множествата [0-9, a-z, A-Z, a-я, A-Я]).

Преди термините да бъдат подадени на модула за опростяване, е необходимо да се провери техният размер. За да се избегне индексирането на малките думи, които са много на брой във всеки текст, не се допускат думи, които са с два или един символа. След това филтрираните термини се опростяват до техните корени посредством т.н. стеминг (stemming) алгоритъм. За английските думи е използвана модифицирана версия на алгоритъма на Портър [2]. Думите на български език не се обработват за опростяване, тъй като не е известен коректен алгоритъм, който да описва различните форми на думите в българския език. Съществуват реализации на стеминг алгоритми [3], но редица ограничения ги правят неприложими за текущата реализация на системата. Така опростените думи се записват в сортиран индексен списък (речник). Елемент от индексния списък съдържа термин и списък на документите, в които той се среща. Всеки елемент от списъка с документи се състои от идентификатор на документ, брой срещания на термина в този документ и списък с позициите на термина в документа.

Подсистемата за индексирание приключва като записва създадените индексни файлове в дисковата памет на машината, освобождава използваната оперативна памет и услугата преминава в режим на очакване на заявки.

Стъпките по индексация в дисковата памет са аналогични на индексирането в оперативната памет, но с някои различия. При този случай има твърдо фиксиран буфер, в който се записват формираните списъци. При запълване на буфера, той се съхранява в дисковата памет, след което се изчиства и процесът по индексация продължава, докато не бъдат индексирани всички файлове в желаната директория и поддиректориите ѝ. След като процесът по индексация завърши, е необходимо да се сортира речникът. Тъй като той може да не се побере в оперативната памет, се използва алгоритъм за външно сортиране. За да се ускори процесът на търсене, се изгражда специална карта на термините, която да съдържа първите им букви, начална и крайна позиция във файла. При постъпване на заявка за търсене се прави проверка в картата, от коя до коя позиция се намират думите, започващи с първата буква на заявения термин, след което речникът се зарежда на части в буфер.

2.2. Система за търсене

Системата обработва получените заявки за търсене, които могат да бъдат както локално подадени, така и получени по мрежата от други машини. При постъпване на заявка тя се филтрира в следните стъпки:

- Премахват се всички пунктуационни символи, като се използва вътрешен списък с пунктуационни знаци. Пропуска се само символът '*', който е служебен и се използва при заявки с маска.
- След премахването на пунктуационните символи се проверяват всички думи. Ако се открие термин с размер по-малък или равен на два символа, той се пропуска. Изключение прави логическият оператор OR, който е служебна дума за системата.
- Всички останали думи преминават през стеминг алгоритъм за опростяване до техните корени. Алгоритъмът обработва единствено английски текст.

Вече филтрираната заявка се проверява за наличие на логически оператори, термини с маска, фраза или само за търсене на един термин. Всеки термин от заявката се проверява в списъка с изградените индекси.

В зависимост от начина на изграждане на индексите се прилага различна функционалност. При индексирание в ОП в паметта първо се зарежда дървото. Всеки символ от заявения термин се търси в дървовидната структура. Последният възел от всяка записана дума съдържа указател към списъка с файлови индекси на термина.

При индексирание на диска се зарежда картата с индексите. Първо се проверява началната буква на термина. Ако бъде открито съвпадение, се вземат началната и крайна позиции, зарежда се буфер със съответните индекси и терминът се търси в него. Буферът може да се презарежда в зависимост от размера на индексите.

Системата позволява изпълнение на няколко типа заявки: търсене по дума, по част от дума (търсене с маска), търсене на фраза, сложни логически изрази.

Обработка на булеви изрази с AND

При този тип се обработват заявки от типа

термин1 AND термин2 AND ...

При оператора AND се търси сечение на два низа ($s1 \cap s2$) от постъпилата заявка ($s1 \text{ AND } s2$), резултатът трябва да върне документите, които съдържат и двата заявени термина.

За да бъде открито сечението, се обхождат всички файлови идентификатори, съдържащи се в $s1$ и се проверяват с файловете идентификатори, съдържащи се в $s2$. При откриване на съответствие, идентификаторът на файла и позициите на двата термина за този файл се добавят в резултантен обект, както и сумата на броя срещания на двата термина. Обектът съхранява списъка с файлови идентификатори и позиции.

Обработка на булеви изрази с OR

При този тип се обработват заявки от типа

термин1 OR термин2 OR ...

При оператора OR резултатът трябва да върне документите, които съдържат двата заявени термина или поне един от тях.

Обработка на фразови заявки

Повечето потребители предпочитат да търсят фрази. За да се обработи фразова заявка е необходимо да се извлекат документи с точно определена последователност на термините им. Поради тази причина е необходимо въвеждането на позиционни индекси, където всеки термин от даден документ съдържа позициите, на които се среща в него.

Обработката на фраза се осъществява, като първо се открият индексите на всички термини от заявката. След това се намира сечението на двата термина, като се проверява за всеки файлов идентификатор на *термин1*, дали се съдържа в списъка с файлови идентификатори на *термин2*.

При откриване на съвпадение се проверят позициите на двата термина за открития файлов идентификатор. Необходимо е позицията на *термин1* да е с единица по-малка от позицията на *термин2*. Ако позициите им са последователни, това означава, че е открита фраза. Идентификаторът на документа и позициите на *термин2*, които са по-големи или равни на позицията, при която е открито съвпадение, ще се добавят в резултантен обект. Процесът ще продължи, докато не се обхоят всички файлови идентификатори от *термин1*.

Обработка на маскови заявки

Масковите заявки са необходими, когато потребителите не знаят как се изписва дадена дума, но знаят как започва. Символът за маскова заявка е '*' (звезда).

Масковата заявка се обработва като се претърсват всички термини от списъка дали започват със заявения термин. При откриване на съответствие термините ще се подадат за обработка аналогично на оператора OR, защото е необходимо да се върнат всички файлови идентификатори, в които се съдържа заявеният термин.

2.3. Комуникационен канал

Комуникационният канал осигурява обмена на информация между изпълняваните на отделни машини модули за търсене. Този обмен включва предаване на заявки за търсене към всички машини и изпращането на получения от търсенето резултат.

Реализацията на комуникацията в представената система е базирана на Winsock2 мултикаст [7]. Естеството на обменяните данни (думи, фрази за търсене, резултати от търсенето под формата на пътеки към файлове и самите файлове) изисква те да бъдат доставяни надеждно. Заложеният в Winsock2 мултикаст протокол за надеждна доставка е Pragmatic General Multicast (PGM) [8]. PGM е протокол от транспортното ниво за надежден мултикаст за приложения, които изискват подредено или разбъркано, без дубликати, мултикаст доставяне на данни от множество източници към множество получатели. PGM гарантира, че получател в група или получава всички пакети данни от предаване, или е способен да установи невъзстановима загуба на пакет данни.

3. Експериментални изследвания и резултати

Целта на извършените експерименти е да се изследва функционалността на предлаганата система в реална локална мрежа и се сравни нейната ефективност с тази на вградената в Windows система за индексирание и търсене.

Експериментите са извършени в локална мрежа, в която компютрите са под управлението на ОС Windows 7 Enterprise. Извършени са два типа тестове: индексирание и търсене по заявки:

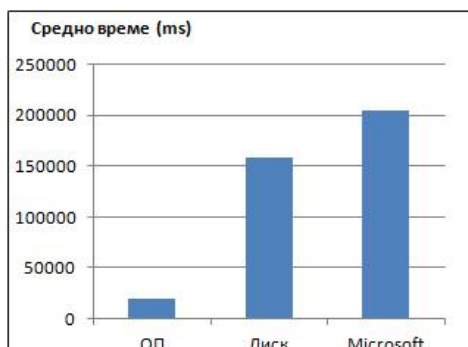
- Индексирание. Тестват се три типа индексирание: индексирание в оперативната памет, индексирание в дисковата памет и Windows индексирание.
- Изпълнение на заявки. Тестват се четири типа заявки:
 - търсене на термин – *термин1*;
 - търсене с маска – *термин**;
 - търсене на фраза – *термин1 термин2*;
 - логическо търсене от типа *термин1 AND термин2 OR термин3*

При експериментите с индексирание в ОП (фиг.2) се наблюдават закономерно по-добри времена в сравнение с индексирането в дисковата памет, както и в порядък спрямо Microsoft. В табл.1 са показани средните стойности на индексирането за различните случаи.

Таблица 1. Средни стойности при индексирание

	Средно време (ms)
ОП	20087,33
Диск	158084,03
Microsoft	204850,00

Натоварването на системата е много голямо при Microsoft индексирането и индексирането в оперативната памет. При индексирането в оперативната памет всички индекси се съхраняват в оперативната памет, което води до високото натоварване, докато за Microsoft няма сведения как изграждат индексите. Трябва да се вземе предвид и че Microsoft индексирането е обработило много повече документи, за да изгради своите индекси, тъй като системата не позволява премахването на някои типове файлове от списъка с разширения за индексиране.



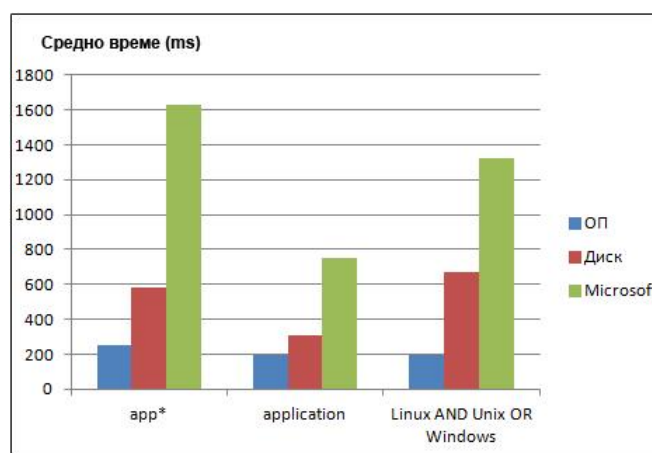
Фиг. 2. Средно време за индексиране

На фигура 3 са показани резултатите от обработката за заявки. При сравнение на средните стойности на резултатите се вижда, че обработка на заявка с маска в ОП (с дървовидна структура) се извършва два пъти по-бързо отколкото при дискова памет (чрез многократно зареждане на векторен буфер), а с най-голямо време е Microsoft търсенето. При търсене на единична дума и при логически изрази отново най-добри резултати дава търсене в ОП, алгоритъмът с векторен буфер е по-бавен, докато при Microsoft изпълнението е два пъти по-бавно от дисковото търсене. За намиране на фраза алгоритъмът за търсене с дървовидна структура намира отговор дванадесет пъти по-бързо в сравнение с търсенето с векторен буфер, Microsoft търсенето отново е с най-високо средно време.

В таблица 2 са показани средните времена за изпълнение на заявките за търсене.

Таблица 2. Средни стойности при търсене

	термин*	термин	термин1 термин 2	термин1 AND термин2 OR термин3
ОП	250,98	192,15	5,25	199,68
Диск	584,10	306,06	66,89	668,35
Microsoft	1631,25	751,33	551,50	1321,90



Фиг. 3. Средно време за изпълнение на заявка за търсене

4. Заключение

В настоящия доклад е представена архитектурата и базовата функционалност на система за индексирано търсене в локална мрежа с машини под управлението на ОС Windows. Процесът на индексирване може да се изпълни както в оперативната, така и в дисковата памет. Системата позволява при търсене задаването на сложни булеви заявки. Направени са експериментални изследвания, на чиято основа са направени сравнения и оценки на двата метода за индексирване на информация, както и търсене с вградената във Windows 7 система за индексирване и търсене. Резултатите показват, че е постигнато по-добро бързодействие от съществуващата реализация във Windows.

Като насоки за бъдеща работа се предвижда разработване на хибриден индексирателен алгоритъм, който включва предимствата на изграждането на индекси в оперативната и дисковата памет.

Литература

- [1]. Baeza R., Ribeiro B. Modern Information Retrieval: The Concepts and Technology behind Search. Addison-Wesley. 2011.
- [2]. Buettcher S., Clarke Charles. Information Retrieval: Implementing and Evaluating Search Engines. The MIT Press, 2010.
- [3]. BulStem. <http://lml.bas.bg/~nakov/bulstem/> (август 2016).
- [4]. Everything Search Engine. <http://www.voidtools.com/> (август 2016).
- [5]. Five Alternative Search Tools for Windows. <http://www.thewindowsclub.com/windows-search-alternative-tools> (август 2016).
- [6]. Flex Lexical Analyzer. <http://flex.sourceforge.net> (август 2016).
- [7]. Microsoft. Windows Socket 2 Architecture. <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms740650%28v=vs.85%29.aspx> (август 2016).
- [8]. PGM Reliable Transport Protocol. <https://tools.ietf.org/html/rfc3208> (август 2016).
- [9]. Tools to Search Any Files in LAN. <https://www.raymond.cc/blog/search-find-and-locate-any-files-on-local-area-network-shared-folders/> (август 2016).

За контакти:

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

инж. Димитър Н. Тодоров
катедра „Компютърни науки и технологии”
Технически университет - Варна
E-mail: dntodorov@hotmail.com

ОСВЕТЛЕНИЕТО КАТО СРЕДСТВО ЗА КОМУНИКАЦИЯ

Жейно Жейнов

Резюме: Сегашната светодиодна технология предлага ефективност, сигурност и висока скорост на управление на тези устройства на ниска цена. Тези източници излъчват безопасна за човешкото око светлина и не увреждат околната среда. Затова светодиодите са подходящи не само за осветление, но и за предаватели при комуникация чрез видима светлина. Статията представя някои предимства, особености и проблеми на високоскоростната комуникация чрез видима светлина.

Ключови думи: комуникация чрез видима светлина, светодиоди, високоскоростна комуникация.

The lighting as a mean of communication

Zhejno Zhejnov

Abstract: The current LED technology proposes efficiency, security and high speed control of these devices at a low price. These sources radiate harmless for human eye light and does not harm the environment. Therefore, LEDs are suitable not only for illumination but also for Visible Light Communication (VLC) as transmitters. This paper presents some advantages, features and problems of the high-speed communication using visible light.

Keywords: visible light communication, light emitting diodes, high-speed communication.

Увод

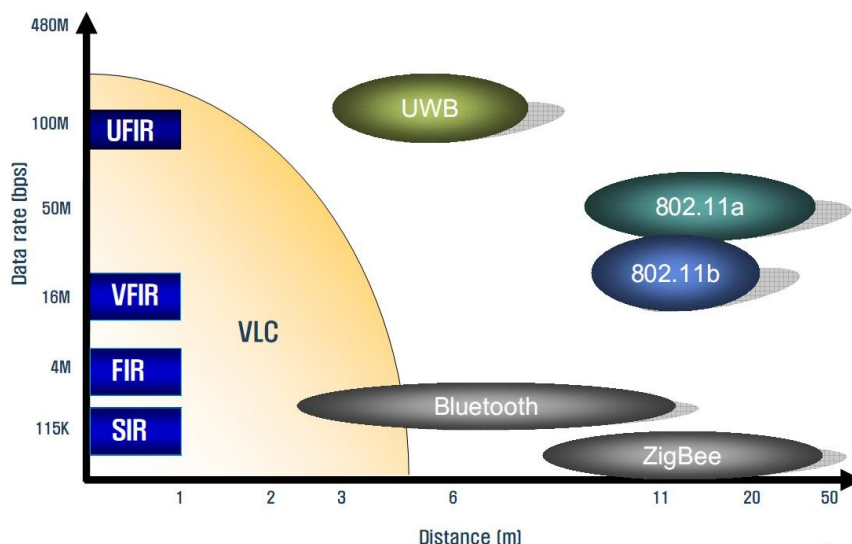
Радиовълновото лъчение предизвиква в организмите разстройство на имунната система, неврологични и други странични ефекти. Безжичните оптични комуникации (Optical Wireless Communication) като оптични комуникации с открити преносни среди (Free Space Optics) са алтернатива на радиокомуникацията (Radio Frequency-RF) и включват предаване на данни чрез инфрачервени лъчи (Infra-red Wireless Communication), чрез ултравиолетови лъчи (ultraviolet wireless communication) и посредством видима светлина (Visible Light Communication- VLC) [1]. Когато интензивността на инфрачервената светлина надхвърли определени нива, тя уврежда очите. Интензивността на видимата светлина също се регулира чрез съответните стандарти за безопасност, но за нея безопасните нива са значително по-високи от тези на радиочестотните лъчения. Сигналите за оптична безжична комуникация не интерферираат един с друг въпреки широкия си диапазон от дължини на вълните (380 nm - 780 nm). VLC предлага много по-широк спектър честоти в сравнение с RF. Няма интерференция между отделните оптични устройства. Светлината не преминава през солидни структури, което дава висока защита на комуникацията чрез видима светлина. При VLC липсва проникване между съседните комуникационни канали и съответно шум от тях, но околната светлина въвежда шум в системата.

Вътрешната оптична безжична мрежа може да влезе в експлоатация за час и да осигури ширококолов достъп в малко помещение като допълнение за неподвижните или мобилни потребители от нормално функционираща външна мрежа. В дома могат да съществуват множество нехомогенни оптични безжични мрежи, свързани към външната високоскоростна мрежа. Потребителят може да се свързва автоматично чрез мобилно устройство към най-подходящата от тях, докато се движи из помещението или дома, където са инсталирани. Към оптичната мрежа може да се свържат безжично телевизори, вентилация, осветителни системи, хладилници и т.н. като прехвърлят разнородна информация на всяко място по всяко време. Мрежата може да се разраства и да се ползва без лиценз.

През 2011г. проф. Харалд Хаас предлага технологията Li-Fi (Light Fidelity) за безпроводно предаване на информация на базата на видимата светлина [3], именувана по аналогия с Wi-Fi (Wireless Fidelity). По-нататък ще се разгледат особеностите и архитектурата на Li-Fi системите и реализацията на отделните им части, като се посочат някои достижения, описани в литературата и перспективите за развитие на Li-Fi.

Изложение

VLC е оптична безжична комуникация на малко разстояние, която използва LED както за осветление, така и за комуникация [7] – фигура 1.



Фиг. 1. Място на VLC сред комуникациите

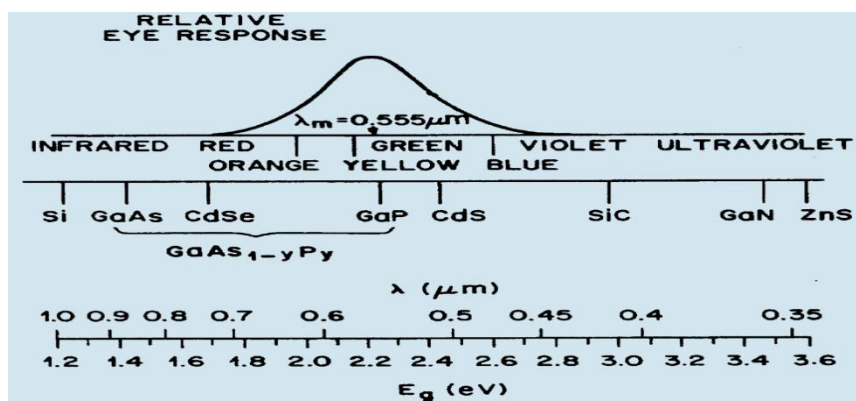
Тя използва предимствата на LED като дълго време на живот, висок КПД, специфичен спектър на излъчване, безвредност за околната среда. Предаването на данни чрез VLC става чрез промяна на интензитета на светлината. Смяната на амплитудата е малка и не се забелязва с невъоръжено око, когато LED се модулират с висока скорост [4]. Правилният избор на модулационната схема и на схемата за линейно кодиране, употребата на еквалайзери в приемника и предавателя могат да увеличат капацитета на връзката. VLC са чувствителни към интерференция с околни светлинни източници. Междусимволната интерференция (Inter Symbol Interference), както и синхронизацията в приемника е голям проблем. Отношението сигнал-шум (SNR) при оптичната безжична връзка е пропорционално на корен квадратен от средната мощност на оптичния сигнал, което налага предаване с доста по-висока оптична мощност от електрическите канали.

Оптичните източници на бяла светлина смесват червен, зелен и син цвят светлина от точкови LED източници (Red-Green-Blue/Red-Green-Blue-Amble), или преобразуват излъчена синя светлина чрез фосфорен слой - фосфорни бели LED. Първият метод се предпочита при VLC, защото увеличава пропускателната способност на системата и предлага възможност за Wave-length Division Multiplexing (WDM), който още повече увеличава пропускателната способност. Поради ниската цена и простотата на дизайна мощните бели фосфорни светодиоди също се проучват и ползват широко като предаватели за VLC, макар че имат честотна лента до няколко десетки MHz [5]. Едни от най-важните характеристики на LED за VLC са интензитета на излъчване I (енергиен поток през единица пространствен ъгъл в определено направление) и излъчена оптична мощност (пълната енергия, излъчена от оптичния източник). Интензитетът на излъчването се записва [2] като:

$$I = \frac{d}{d\Omega} (K_m \int_{380}^{780} V(\lambda) \varphi_e(\lambda) d\lambda) \quad \left[\frac{\text{lm}}{\text{sr}} \right], \quad (1)$$

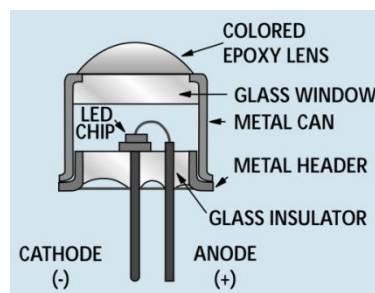
където φ_e е енергийния поток, $V(\lambda)$ е стандартна крива на излъчване, λ е дължината на вълната на светлината, Ω е пространствен ъгъл, $K_m = 683 \left[\frac{\text{lm}}{\text{W}} \right]$ е коефициент, свързващ радиометричните и фотометричните величини.

LED са твърдотелни прибори с полупроводников р-п преход, които при пропускане на ток в права посока преобразуват директно електрическата енергия в светлина. Новите LED материали и подобрения процес на производство позволява получаването на ярки светодиоди с цвят на излъчване във видимия спектър на светлината, вкл. и бял. Ефективността на преобразуването на ел. мощност в светлина е почти 4 пъти по-висока от тази на лампите с нажежаема жичка (15-20%) и се доближава до тази на флуоресцентните лампи. При работа обикновено тяхната температура е само с 10-25 °C по-висока от околната температура, докато корпусът на лампите с нажежаема жичка се нагрива до стотици градуси. LED се предпочитат заради дългия експлоатационен живот, малките габарити и тегло. Техните оптически характеристики, като физически размер, светлинен поток на излъчване, спектър и пространствено разпределение на излъчването ги отличават от конвенционалните светлинни елементи и изискват специални измервателни средства за точни фотометрични и радиометрични параметри. Традиционните фотометри заради тяхната невъзможност да симулират реакцията на човешкото око на излъчения спектър дават неверни резултати при тестване на червения, зеления, синия и някои други спектри на излъчване на белите LED. На фигура 2 е показана чувствителността на човешкото око към различни дължини на вълната на светлината и подходящите полупроводникови материали за създаване на LED в зависимост от максимума на излъчване в спектралната характеристика.



Фиг. 2. Полупроводникови материали за LED във видимата област на спектъра. Показана е и относителната спектрална чувствителност на човешкото око

Базовият LED чип е малък, с площ около 0.25 mm². В LED лампите този чип е залепен с епоксидна смола за леща. Лещата променя посоката и диаграмата на излъчване и може да бъде оцветена за по-висок контраст – фигура 3.



Фиг. 3. Конструкция на LED лампа

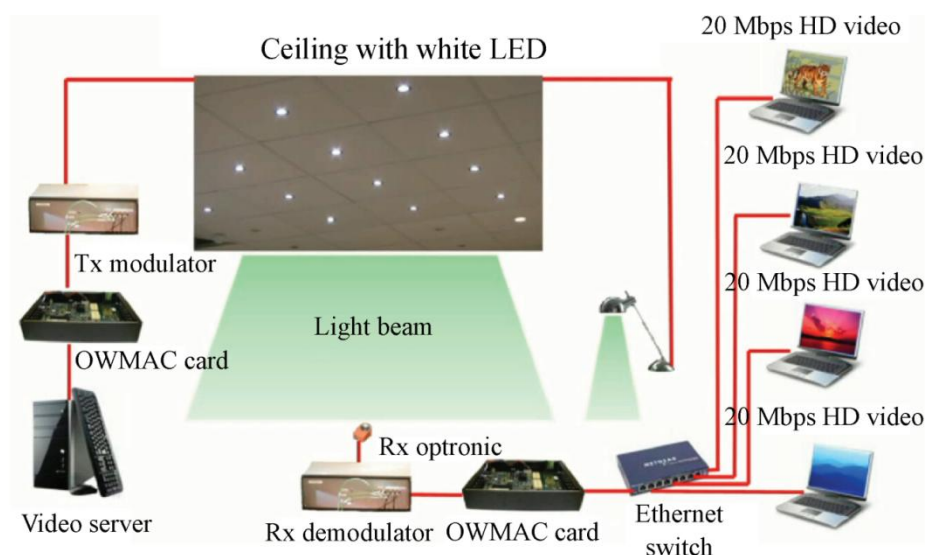
Излъчената светлина е функция на подаденото напрежение и протичащия ток. При нормални условия на захранване, между началното състояние и състоянието на насищане, излъчената светлинна мощност може да бъде пропорционална на протичащия ток. Ако е необходимо излъчената светлина да бъде постоянна, обикновено LED се захранва с постоянен ток. Когато на LED се подава правоъгълно напрежение с малък коефициент на запълване, осигуряващо голям пиков ток за кратко време и после пауза, като средният ток през LED е същия, както при захранване с постоянен ток, това изменя характеристиките на лампата заради флуктуация на напрежението върху светодиода и температурата на прехода, както и оптичните характеристики на лъчението. Въпреки това тези параметри може да бъдат корелирани по съответните стойности в стационарен режим на работа и така да бъде изчислен подходящ дизайн.

За осъществяване на двупосочна връзка в компютрите и другите устройства трябва да са вградени оптични предавател и приемник [9]. Постъпващата от Интернет информация се подава като управляващ сигнал (кодираща последователност) на драйвер, който включва и изключва светодиодната лампа с висока честота. В приемника PIN-фотодиод фиксира слабите изменения в интензивността, преобразува ги в електрически сигнали, декодира ги, след което възстановената информация се подава на компютър, мобилно устройство или друг клиент.

В по-голяма част от приложенията за осветление се използват множество светодиоди, за да се осигури нужния интензитет на осветлението. Това позволява предаване на различни данни към всяко отделно устройство или на различни групи от емитери. В приемника пък работи матрица от детектори. Получава се система на многоканален вход - многоканален изход (Multi-Input Multi-Output-MIMO). За такива оптични системи за предаване на данните могат да се приложат известните радиочестотни MIMO техники и апаратура за матрицата от детектори и матрицата от източници, за да се увеличи полезния сигнал, намалят грешките и повиши скоростта на обмен.

VLC изследователите търсят ефективни модулационни техники като orthogonal frequency division multiplexing (OFDM), discrete multitone modulation (DMT), multiple-input multiple-output (MIMO), както и wavelength division multiplexing (WDM) и така подобряват пропускателната способност на системата и използването на честотния спектър [6].

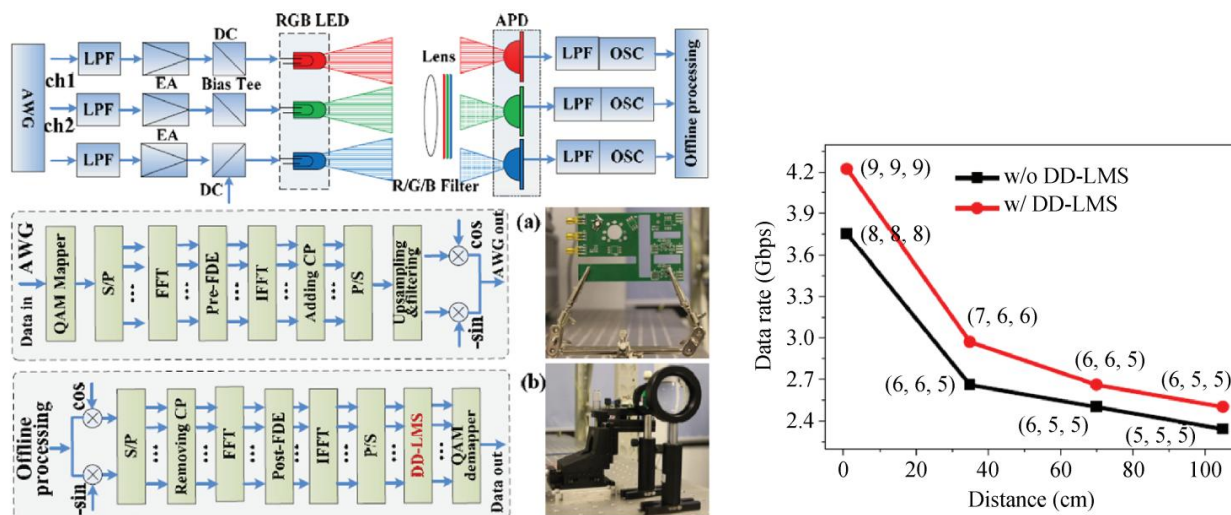
На фигура 4 е показана архитектура на VLC 100 Mbit/s видеосистема.



Фиг. 4. Архитектура на широколентова 100 Mb/s VLC видеосистема (France Telecom show room в гр. Rennes – 2011 г.)

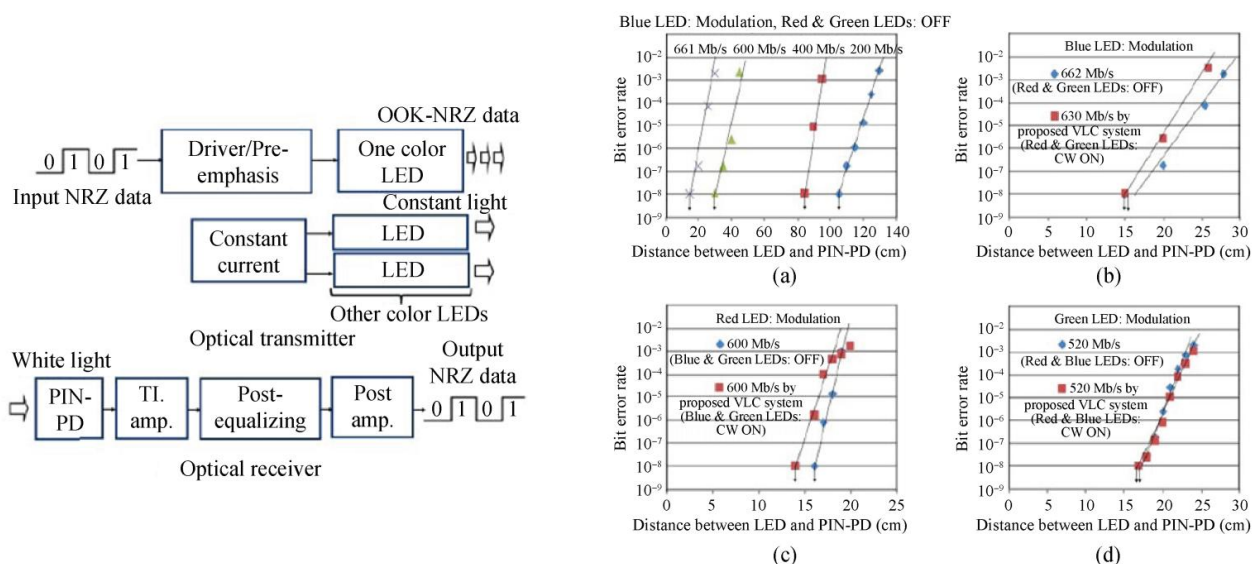
Тя е резултат от работата по европейския проект Omega на консорциум от 20 участници от индустрията и академичната общност като Siemens и France Telecom, който проект има за цел развитие и усъвършенстване на съществуващата Wi-Fi инфраструктура.

С използването на едночипов бял фосфорен RCLED през 2013 г. е демонстрирана 3 Gbit/s базирана на OFDM модулация. С използване на on-off keying (OOK) модулация са достигнати скорости до 3 Gbit/s със същия тип предаватели [8]. През 2010 г. от Azhar и др. е демонстрирана 4-канална VLC MIMO система със скорост на предаване 250 Mbit/s с използване на OFDM модулация и цифрови еквайзери. Архитектурата на VLC WDM система за скорост 4.22 Gbit/s е показана на фигура 5.



Фиг. 5. Архитектура на 4.22 Gbit/s система, базирана на RGB LEDs и алгоритъм за хибридно временно-чвототно адаптивно изравняване – 2014 г.

През 2014 г. Fujimoto и др. демонстрират система за предаване чрез видима светлина с RGB LED, чиято блок-схема на системата е показана на фигура 6. Системата прилага OOK-NRZ модулация. Използван е индустриално произвеждан светодиод, достъпен в търговската мрежа. Предавателят е реализиран с бял RGB LED. Използва се преемфазис и техники на пост еквализация.



Фиг. 6. Блок-схема на VLC система за 662 Mbit/s – син LED, за 600Mbit/s - червен LED и за 520 Mbit/s - зелен LED. Отдясно са показани графики на коефициента на грешките (BER) при различни режими на работа и разстояния между предавателя и приемника

Заклучение

Приложенията на LED базирани Li-Fi системи са много. Те се ползват както за комерсиални, така и за академични и индустриални цели. Обхващат военни и медицински области, където трябва да се избягва електромагнитното взаимодействие на устройствата. Включват космически кораби, осветление и автомобили.

През последните няколко години комуникациите чрез видимата светлина се изследваха активно, което постави технологията на прага на търговската реализация и стандартизация. Целта е създаване на високоскоростни, безвредни комуникационни мрежи, които позволяват реализация и разпространение на интегрирани компютъризирани приложения, ползващи за комуникация видима светлина вместо микровълни. Една от задачите на изследователите е да се осигури високоскоростен пренос на данни в офисите и домовете чрез модулация на светлината от осъвременени осветителни системи. Това ще предостави на производствените сектори и обществеността по-благоприятна, гъвкава и енергийно ефективна система за безжична комуникация.

Литература

- [1].Saadi M., L. Wattisuttikulkij. Visible Light Communication: Opportunities, Challenges and Channel Models. International Journal of Electronics & Informatics, Vol. 2, No. 1, 2013, pp. 1-11. ISSN 2186-0114.
- [2].Labsphere. The radiometry of LED's. Technical Guide. Labsphere Inc. Nort Suttom, 2001.
- [3].Йовчев Б., Р. Младенова Телекомуникационни услуги чрез видимата светлина базирани на Li Fi технологията. XXIII Telecom 2015, С., NSCT, 2015, с. 304-311.
- [4].Осветлението като комуникационна среда. //ТД инсталации 5/2014, С., TLL Media Ltd.. ISSN 1314 – 3492, стр. 46-47.
- [5].O'Brien D., L. Zeng1, H. Le-Minh, G. Faulkner, J. Waleski, S. Randel. Visible Light Communications: challenges and possibilities. IEEE Xplore Conference: Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2008. DOI: 10.1109/PIMRC.2008.4699964.
- [6].Hongda C., W. Chunhui, L. Honglei, C. Xiongbai, G. Zongyu, C. Shigang, W. Qin. Advanced and prospects in visible light communications. Journal of Semiconductors 2016, No. 1, Chinese Institute of Electronics, DOI: 10.1088/1674-4926/37/1/011001 , pp. 1-10.
- [7].Won E., S. Dongjae, D. Jung, Y. Oh, T. Bae, H. Kwon, C. Cho, J. Son, D. O'Brien, T. Kang, T. Matsumura, Samsung Electronics Co. LTD, University of Oxford, ETRI , VLCC. Visible Light Communication : Tutorial, 2008. pp 1 - 77.
- [8].Tsonev D., H. Chun, S. Rajbhandari, J. McKendry, S. Videv, E. Gu, M. Haji, S. Watson, A. Kelly. G. Faulkner, M. Dawson, H. Haas, D. O'Brien. A 3-Gb/s Single-LED OFDM-based Wireless VLC Link Using a Gallium Nitride μ LED. IEEE Photonics Technology Letters, №7/2014. ISSN 1041-1135, pp. 637 – 640.
- [9].Patricia Daukantas. The New „Hot Spots”?. Optics & Photonics News №3/2014. pp.35-41.

За контакти:

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

МОДЕЛИРАНЕ НА РАЗПРЕДЕЛЯНЕ НА ЧЕСТОТНАТА ЛЕНТА В ПАСИВНИ ОПТИЧНИ МРЕЖИ

Айдън М. Хъкъ, Венета П. Алексиева

Резюме: В този доклад се предлага симулационен модел за анализ на ефективността на разпределяне на честотната лента в пасивни оптични мрежи. Представен е алгоритъм за разпределение на ресурсите в два етапа за максимално усвояване на честотната лента чрез използване на ортогонално честотно мултиплексиране за пасивни оптични мрежи (OFDM-PON). През първия етап се разпределя времеви интервал (таймслот) за всяко абонатно устройство (Optical Network Unit - ONU). През втория етап се подреждат подканалите, състоящи се от група подносещи честоти. Предложеният подход, базиран на динамично разпределение на подносещите канали, осигурява ефективно разпределяне на честотната лента и намалява закъсненията при предаване на заявките на отделните потребители.

Ключови думи: OFDM, PON, симулация.

Software Model for Allocation of Bandwidth in Passive Optical Networks

Aydan M. Haka, Veneta P. Aleksieva

Abstract: In this paper is proposed a simulation model for analysis of the efficiency of allocating bandwidth in passive optical networks. An algorithm is presented for resource allocation in two stages for maximum utilization of bandwidth using orthogonal frequency multiplexing in the passive optical networks (OFDM-PON). During the first stage time interval (timeslot) for each subscriber unit (Optical Network Unit -ONU) is allocated. During the second stage the sub-channels are arranged, where each of them consists of a group of subcarriers. The proposed approach based on dynamic allocation of subcarriers channels provides efficient allocation of bandwidth and reduces delays in the transmission of requests of the individual users.

Keywords: OFDM, PON, Simulation.

1. Увод

С нарастването на обема на трафика и броя на абонатите мрежовата индустрия търси технологии за достъп от ново поколение [1], ключово изискване към които е осигуряването на високо качество на обслужване (QoS) на всички абонати за всички услуги в мрежата. Пасивната оптична мрежа (PON) е една от най-успешните архитектури за широколентов достъп, които съществуват в момента [2], тъй като осигурява висок капацитет, нарастваща достъпност и ниска консумация на енергия на подходяща цена. Основно предимство на PON е възможността за споделяне между абонатите на мрежови ресурси - оптичен кабел, капацитет на комуникационния канал, честотен спектър, портове на оборудване на линиите и др. При PON технологията се използват напълно пасивни оптични разпределители за обслужване на множество крайни точки по едно оптично влакно. Липсата на каквото и да било активно оборудване между доставчика и абоната е предпоставка за изключителна надеждност на преносната среда, което я прави напълно независима от прекъсвания на електрозахранването или възникване на статично електричество.

Необходимостта от все по-бързо предаване на данни наложи използването на 10-Gigabit-capable PON (XG-PON) и 10-Gigabit Ethernet PON (10G-EPON) през последните няколко години. PON с мултиплексиране по време и дължина на вълната (TWDM-PON) съчетава разширяването на капацитета с вълново мултиплексиране (WDM) с множество XG-PON, затова това решение е в основата на 40-Gigabit PON (NG-PON2). При използване на

технологията за времево уплътнение (Time-division multiplexing - TDM), един оптичен порт с една дължина на вълната може да обслужва много широколентови абонати икономически ефективно, но докато TDM базираните PON се използват исторически отдавна, WDM PON и хибридните PON са все още в процес на развитие, най-вече чрез прилагане на технологията с ортогонално честотно уплътнение (Orthogonal frequency division multiplexing - OFDM). При нея се използва голям брой гъсто разположени ортогонални подносеци за предаване на даннов трафик, като всяка подносеща е модулирана от конвенционална модулационна схема (като квадратурна амплитудна модулация или поетапно превключване), което значително увеличава скоростта за предаване на данни и спомага за увеличаване на разстоянието, на което се предава. В OFDM PON се използват евтини електронни устройства вместо скъпи оптични устройства, което намалява разходите за оборудване. Така в момента OFDM се прилага успешно за ADSL и DVB-T, както и при безжични мрежи, базирани на WLAN, WiMAX и LTE.

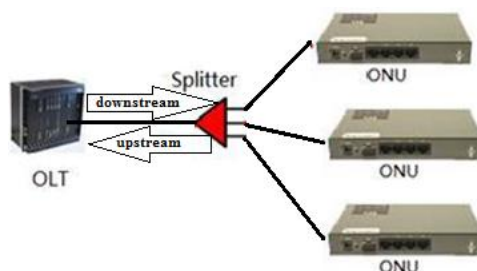
10G-EPON (асинхронна система) е различен от XG-PON (синхронна система) [5]. Всяка операция при XG-PON се синхронизира с фиксирано продължение на фрейма от 125μs. Тук динамичното разпределение на честотната лента (DBA-Dynamic Bandwidth Allocation) се извършва във всяка фреймова конструкция. От друга страна, 10G-EPON няма нито фрейм с фиксирана продължителност, нито синхронизация. Също така, фрагментирането на фрейма е разрешено при XG-PON, но не и при 10G-EPON. Ако отпуснатият размер е по-малък от размера на фрейма в 10G-EPON, то фреймът не може да бъде предаден.

За ефективното използване на OFDM-PON двумерните Upstream ресурси (2D – време и подносеци) към момента се ползват няколко алгоритъма за разпределение на ресурсите. OFDM-PON фреймовото адаптиране 10G-EPON MAC за 2D структура на фрейма използва алгоритъм [4], който евристично търси оптичен правоъгълник (размери за таймслот и подносеци честоти) за осигуряване на минимално Upstream забавяне. При подобна работа с фреймове с множество подканални (където подканалите са група от подносеци честоти), разделянето на Polling с Adaptive Cycle Time, базирано на 2D алгоритъма за разпределение на ресурсите е приложен алгоритъм за гарантиране на изпълнението на Upstream забавяне на чувствителни към време услуги [3]. При работа с фреймове с таймслотовете на множество подканални, алгоритмите за разпределение на Upstream трафика се базират на методи като „най-късата заявка е първа“ и „алчния“ алгоритъм за планиране, т.е. повечето OFDM-PON алгоритми за разпределение на ресурса са базирани на 10G-EPON работа с фреймове.

В настоящия доклад се представя алгоритъм за разпределение на ресурсите в два етапа за максимално усвояване на честотната лента чрез използване на OFDM-PON. Експериментално е доказана ефективността на предложеното решение.

2. Същност на алгоритъма за разпределение на ресурс при OFDM-PON

PON мрежата се състои от централизиран Optical Line Termination (OLT) от страната на Интернет доставчика и множество Optical Network Unit (ONU) устройства от страната на потребителите. ONU-тата споделят ресурси в общ оптичен поток, свързващ ги с OLT (фигура 1).



Фиг. 1. PON архитектура

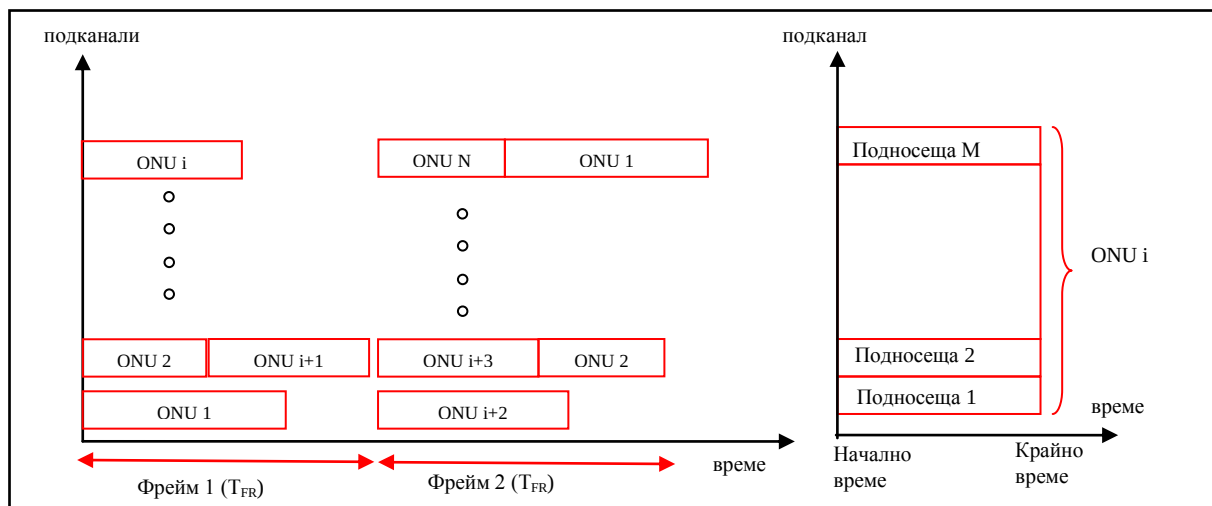
PON системата трябва да приложи подходящ MAC механизъм, за да се осигури ефективно предаване, да се използват ефективно мрежовите ресурси, да се арбитрира достъпа до споделената среда и да се избегнат колизии на данни.

В настоящата разработка е представен алгоритъм за разпределение на ресурсите в два етапа за максимално усвояване на капацитета на връзката чрез използване на OFDM-PON, т.к. при OFDM-PON се използва синхронна структура на фрейма, за да се осигури диференциалното обслужване на заявките. При разпределяне на ресурсите предложеният алгоритъм първо разпределя времеви интервал (таймслот) за всяко ONU и след това подрежда подканалите (група от подносещи честоти). Този алгоритъм трябва да отговаря на две ограничения:

- изчисленията за разпределението на ресурсите се правят за единичен фрейм;
- едно ONU използва само един подканал, за да изпрати към OLT данни за множество услуги в рамките на продължителността на кадъра.

Един OFDM-PON се състои от OLT и „N“ на брой ONU в топология точка към много точки (point-to-multipoint). OFDM-PON има „i“ на брой подканални, където един подканал представлява група от подносещи честоти. Всеки подканал има еднакъв брой подносещи честоти. Синхронен OFDM-PON работи със синхронна фреймова структура, подобна на тази на XG-PON, както е показано на фигура 2. Той е с фиксирано времетраене на фрейма T_{FR} (Time frame resource), като:

$$T_{FR} = 125\mu s \quad (1)$$



Фиг. 2. Архитектура на синхронен OFDM-PON

OLT разпределя времеви интервал на подканал за всяко ONU. Времеви интервал се обозначава с начално и крайно време. Размерът на времеви интервал в Upstream фрейма не може да надвишава T_{FR} . Подносещите честоти в рамките на подканал не могат да бъдат споделени между различни ONU-та по едно и също време. Един подканал има N_{SC} на брой подносещи честоти. В подканала ресурсният елемент (RE) е разпределяемо пространство за OFDM символ, а ресурсният блок (RB) е набор от ресурсни елементи (RE) за символ с продължителност T_{SB} :

$$1RB = N_{SC} * RE \quad (2)$$

Едно OLT има множество ресурсни блокове (RB), чиито брой (NRB_{OLT}) се получава по (3), където N_{RB} е броят на ресурсните блокове (RB) в подканала.

$$NRB_{OLT} = S * N_{RB} \quad (3)$$

Така ресурсният блок (RB), като минимален елемент за разпределение, има фиксиран размер, за да синхронизира фрейма. Пропускането на разпределените ресурсни блокове (RB) зависи от ефективността на предаване на всяко ONU. Максималната пропускателна способност на ONU-i ($B_{ONU\ i}$) се изчислява по следния начин:

$$B_{ONU\ i} = m_i * N_{RB} / T_{FR} \text{ (bits/s)} \quad (4)$$

FSAN group [6] дефинира пет класа услуги, наречени контейнер за предаване (T-CONT), за да се осигури качество на услугата (QoS) за управление на трафика в стандарта XG-PON. В предложения алгоритъм се приема, че всяко ONU генерира трафик и от петте класа услуги - T-CONT тип 1 е статично присвоен, T-CONT тип 2 поддържа сигурна услуга, T-CONT тип 3 включва сигурни и несигурни услуги. T-CONT тип 4 поддържа услугата best-effort (BE) и T-CONT тип 5 се използва за специални цели. Всеки T-CONT тип има уникален идентификатор на разпределение (AllocID) за идентифициране на типа на услугата. Така $ONU[i, j]$ обозначава връзката T-CONT тип-j на ONU-i.

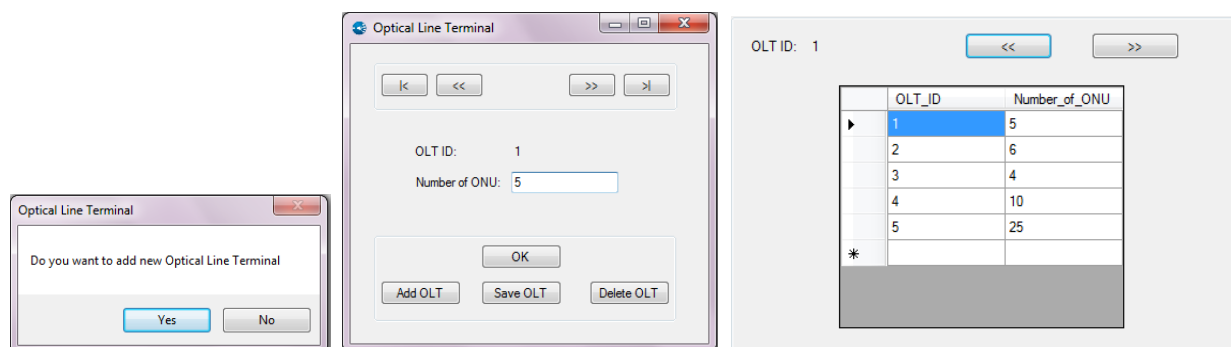
Когато ONU избере подканал за своето Upstream предаване във фрейма, то ще използва избрания подканал за диференцирани услуги. Ресурсните блокове (RB) за всеки подканал са максимално плътно разпределени на всяко ONU. RB последователно се запазват въз основа на приоритета (T-CONT тип i е с по-висок приоритет от T-CONT тип i+1). Когато дължината на $ONU[i, j]$ надвиши продължителността на фрейма (125μs), тогава само част от ресурса му се разпределя дори ако има достатъчно свободно място в друг подканал, т.е. $ONU[i, j]$ не може да вземе свободните в момента ресурси, които са му необходими, а ще изчака следващ фрейм за своя подканал.

Предложеният алгоритъм решава посочения проблем при разпределение на ресурсите. Той се прилага само в посока Upstream и се изпълнява в две фази:

- 1) Разпределение на времевия интервал (таймслот) - назначава временно подканал за всяко ONU.
- 2) Преразпределение на подканалите- временният подканал j за ONU [i, j] ще бъде заменен с потвърден подканал, в който има достатъчно ресурс за разполагане на $ONU[i+1, j]$, като по този начин се минимизира броят на отложените за следващ фрейм ресурсни блокове, и се уплътнява честотната лента, т.е. не остават свободни подносеци.

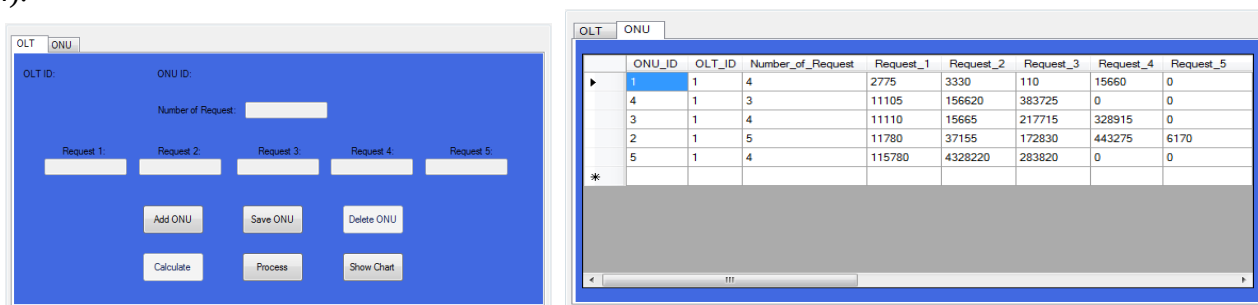
3. Симулационна среда и експериментални изследвания

За анализиране на предлагания в настоящото изследване алгоритъм за разпределяне на честотната лента се създава модел на трафика за няколко OLT, като визуализация на матрицата за предаване се извежда само за OLT по избор.



Фиг. 3. Създаване на синхронна OFDM-PON мрежа

Използваното програмно средство е Visual Basic 2010, защото предоставя събитийно-ориентирана среда за разработка. Създадена е база данни за съхранение на данните от отделните експерименти за отделните OLT и за свързаните към тях потребители. Т.к. няма единно утвърден превод на терминологията, свързана с PON, за реализация на симулатора е избран английски език. Създаването на PON мрежата се осъществява чрез интерфейса, представен на фигура 3. За всеки абонат има възможност за актуализация на данните (фигура 4).



Фиг. 4. Актуализиране на данните за OLT и ONU

На фигура 5 са представени необходимия брой таймслотове за предаване на всяка заявка, както и общ брой таймслотове за предаване на петте заявки (по една за всеки клас услуги –T-CONT), общ брой ресурсни блокове и ресурсните блокове, които остават за предаване в следващ цикъл таймслотове. Дължината на един ресурсен блок L_{RB} е равна на дължината на един символ:

$$L_{RB} = 12,8 \text{ ns} = 0,0128 \mu\text{s} \quad (5)$$

Броят абонати (N), които може да обслужи един OLT е максимум 32. Брой подносищи честоти за един ONU са:

$$N_{sc} = 256/N \quad (6)$$

Фиг. 5. Представяне на RB по заявки на ONU

Дължината на фрейма при пасивните оптични линии T_{FR} е определена в (1). Тогава брой ресурсни блокове (RB) в един таймслот (T_{FR}) е следния:

$$\text{Брой}_{RB} = T_{FR} / L_{RB} = 125 \mu\text{s} / 0,0128 \mu\text{s} = 9766 \quad (7)$$

Размерът на един ресурсен елемент RE се определя от (2):

$$1RE = 1RB / N_{sc} = 0,0128 / (256/N) = 0,00005/N \quad (8)$$

Брой ресурсни елементи за предаване на една заявка се определя чрез:

$$\begin{aligned} [\text{Брой } RE \text{ за предаване на една заявка}] &= \frac{[\text{Дължина на заявката в символи}]}{[\text{Размер на } 1RE]} = \\ \frac{[\text{Дължина на заявката в символи}]}{\frac{0,00005}{N}} &= N * [\text{Дължина на заявката в символи}] * 20000 \end{aligned} \quad (9)$$

Брой на ресурсните блокове за предаване на една заявка се определя по формулата:

[Брой RB за предаване на 1 заявка] = [Брой RE за предаване на една заявка] =

$$N_{sc} = [\text{Брой } RE \text{ за предаване на една заявка}] * \frac{N}{256} =$$

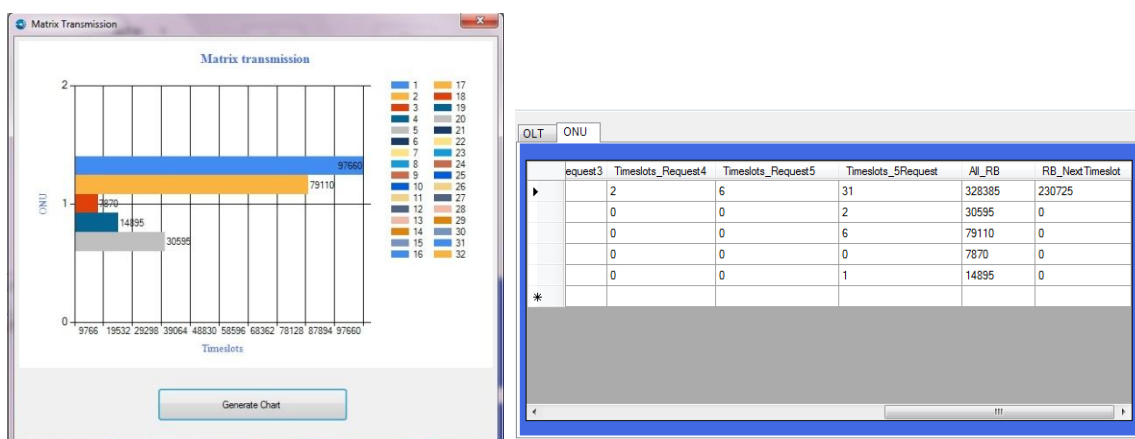
$$N * [\text{Дължина на заявката в символи}] * 20000 * \frac{N}{256} =$$

$$N * N * 78,125 * [\text{Дължина на заявката в символи}] \quad (10)$$

В таблица 1 е представено примерно обслужване на пет ONU, всяко със заявки, формирани от петте типа услуги, като матрицата на предаване, получена чрез симулатора е представена на фигура 6. Резултатите за примера, получени чрез прилагане на представения по-горе математически апарат, напълно съвпадат с резултатите от симулацията.

Таблица 1. Пример

ONU ID	Req No	Req1	Req2	Req 3	Req 4	Req 5	Необх. бр. Таймс. за Req1	Необх. бр. Таймс. за Req2	Необх. бр. Таймс. за Req3	Необх. бр. Таймс. за Req4	Необх. бр. Таймс. за Req5	Общ брой RB	Отлож. RB
1	5	6160	217170	16165	27275	61615	0,6	22,2	1,7	2,8	6,3	328385	230725
2	4	15615	26725	32835	3935	0	1,6	2,7	3,4	0,4	0,0	79110	0
3	3	2315	1175	4380	0	0	0,2	0,1	0,4	0,0	0,0	7870	0
4	2	3225	11670	0	0	0	0,3	1,2	0,0	0,0	0,0	14895	0
5	5	3215	21170	2835	2765	610	0,3	2,2	0,3	0,3	0,1	30595	0



Фиг. 6. Матрица на предаване в графичен и табличен вид

4. Заключение

В доклада е представен алгоритъм за разпределяне на ресурса в OFDM-PON мрежа, работещ в два етапа. За изследване на предложеният алгоритъм е разработена симулационна среда. Направена е съпоставка между математически получени резултати и резултатите, получени от симулационната среда, за да се докаже адекватността на предложения модел. Настоящият модел може да се ползва в учебния процес в дисциплини, свързани с изследване на качество на услугата в оптични мрежи.

Цел на бъдеща работа е да се реализират други алгоритми за разпределяне на честотната лента с цел чрез симулационната среда да се извършва сравнение на резултатите от прилагане на различните технологии за разпределяне на ресурса и се анализират техните предимства и недостатъци.

Литература

[1]. Проект на национален план за широколентова инфраструктура за достъп от следващо поколение, 2013, https://www.mtitc.government.bg/upload/docs/Bulgarian_Plan_for_

- [2]. Ansari, Nirwan, Zhang, Jingjing, Media Access Control and Resource Allocation For Next Generation Passive Optical NetworksPON, Springer-Verlag New York, 2013, pp. 111, ISBN 978-1-4614-3939-4.
- [3]. Kyeong-Hwan Doo, Junseong Bang, Man Soo Han, Jonghyun Lee, and Sangsoo Lee ,Two-Stage Resource Allocation to Improve Utilization of Synchronous OFDM-PON Supporting Service Differentiation, 2015, ETRI Journal, Volume 37, Number 4, pp. 657-666
- [4]. K. Kanonakis, E. Giacomidis, and I. Tomkos, Physical-LayerAware MAC Schemes for Dynamic Subcarrier Assignment in OFDMA-PON Networks, J. Lightw. Technol., vol. 30, no. 12, June 2012, pp. 1915–1923.
- [5]. Batagelj B., V. Erzen, J. Tratnik, L. Naglic, V. Bagan, Y. Ignatov, M. Antonenko, Optical Access Network Migration from GPON to XG-PON, ARIA 2012, pp.62-67, ISBN: 978-1-61208-205-9, 2012.
- [6]. Full Service Access Network , <https://www.fsan.org/>

За контакти:

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

инж. Айдън М. Хъкъ
катедра „Компютърни науки и технологии”
Технически университет - Варна
E-mail: aydin.mehmed@abv.bg



ИМИТАЦИОНЕН МОДЕЛ НА СТАТИЧНА КОМУНИКАЦИОННА МРЕЖА С АРХИТЕКТУРА ДВОИЧЕН ХИПЕРКУБ

Милен Г. Ангелов, Михаил Г. Чилишев, Георги А. Георгиев

Резюме: Докладът представя имитационен модел на компютърна мрежа на MPP компютър с архитектура двоичен хиперкуб. Всеки възел от този MPP компютър съдържа маршрутизатор с комутатор от тип Crossbar Switch. Програмният модел позволява конфигуриране на множество параметри: брой възли в системата, големина на предаваните пакети, размер на опашките за всеки входен канал на възлите, алгоритъм за генериране на съобщения и др. След приключване на моделирането се генерира детайлна статистика, чрез която може да се прецени ефективността на зададената конфигурация.

Ключови думи: модел, компютърна мрежа, MPP компютър, двоичен хиперкуб, crossbar switch

Simulation model of a static communication network using a binary hypercube architecture

Milen G. Angelov, Mihail G. Chilyashev, Georgi A. Georgiev

Abstract: This report presents a simulation model of the communication network used by an MPP computer with a binary hypercube architecture. Each node of the MPP contains a router with a crossbar switch commutator. The finished application lets users configure multiple model parameters: node count, transmitted packet size, queue size for each input channel, algorithm used for generating messages, etc. After finishing the simulation, detailed statistics are generated with which the effectiveness of the model's configuration can be determined.

Keywords: model, computer network, MPP computer, binary hypercube, crossbar switch

1. Увод

При MPP компютрите работят паралелно множество изчислителни възли. Всеки възел притежава собствена памет. Достъпът на процесорите от един възел до паметта на другите възли от системата се реализира чрез обмен на съобщения [7]. Това води до забавяния и натоварване на мрежовата комуникация. Тези забавяния са един от основните фактори, влияещи на производителността на целия MPP компютър. Поради тази причина от съществена важност е да изберат подходяща архитектура и мрежова топология.

В доклада е представен имитационен модел, симулиращ комуникационна мрежа с архитектура двоичен хиперкуб. Целта е да се оценят предимствата и недостатъците на тази архитектура в зависимост от производителността на мрежата. Моделът включва симулиране работата на маршрутизаторите, разположени във възлите на MPP компютъра и симулиране на комуникацията между тях. Всеки маршрутизатор съдържа входни канали, изходни канали, комутатор, блок управление и др. [2]. При архитектура на мрежата двоичен хиперкуб броят входни и изходни канали зависи пряко от броя възли в мрежата. Ако се симулира MPP компютър с N възела, то всеки възел ще съдържа $\log_2 N$ входни канала и $\log_2 N$ изходни канала. Всеки входен канал съдържа определен брой опашки, чрез които се намалява вероятността каналът да бъде зает. Броят опашки не зависи пряко от броя възли в системата и се явява входен параметър за модела.

Възлите в мрежата работят и комуникират паралелно във времето. Всеки възел се представя чрез краен автомат. За стартиране на комуникация е нужно даден възел да генерира съобщение (за друг възел), след което да го подаде на входа на собствения си маршрутизатор. Такива процеси се случват в произволни възли, в произволни моменти от време и с произволни дестинации на съобщенията.

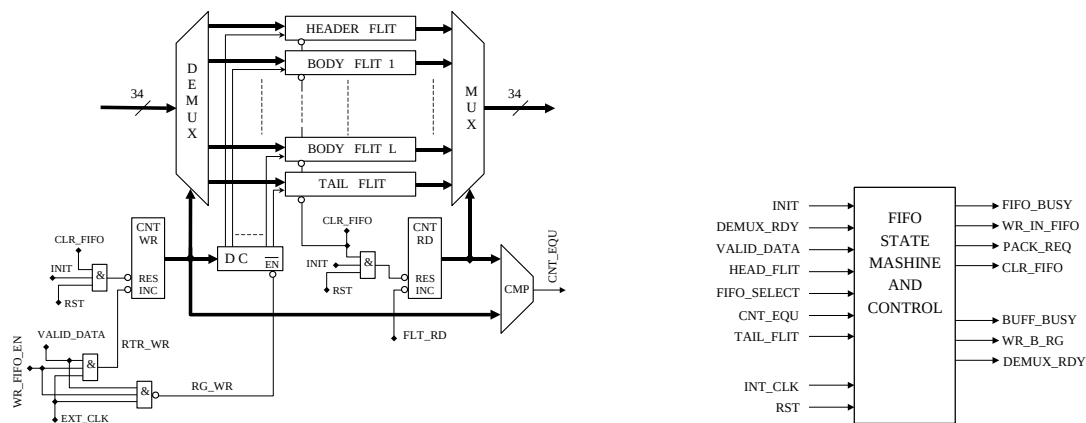
Програмно моделното време е реализирано псевдо-паралелно. Всеки възел е обект, който при стартиране на програмата се конструира и инициализира. Тези обекти след инициализация преминават в състояние idle и очакват събитие (начало на пакет), за да преминат в следващо състояние. Всички обекти се съхраняват в общ контейнер. Псевдо-паралелизмът е реализиран, като времето на модела се разделя на равни времеви интервали (тактове). За всеки такт последователно се итерира контейнерът с всички обекти на възли и всеки обект изчислява следващото си състояние на база на входните си въздействия. Броят тактове за работа на модела е входен параметър, задаван преди начало на симулацията.

2. Компоненти на маршрутизатора

При реализацията на един модел в зависимост от нивото на детайлизация се определят компонентите и връзките между тях [1]. В настоящия случай при моделирането на данновия трансфер през маршрутизаторите се използват следните компоненти:

- множество FIFO опашки, които са базови компоненти за всеки входен канал. Към всяка опашка е свързан арбитър, който определя към кой изходен канал да се маршрутизира текущия пакет;
- входен канал с множество FIFO опашки за съхранение и маршрутизация на пакетите;
- изходен канал с RRA арбитър за определяне приоритета при избор на една от FIFO опашките, изграждащи входните канали на маршрутизатора.

2.1. Архитектура на FIFO опашка на входен канал на маршрутизатор

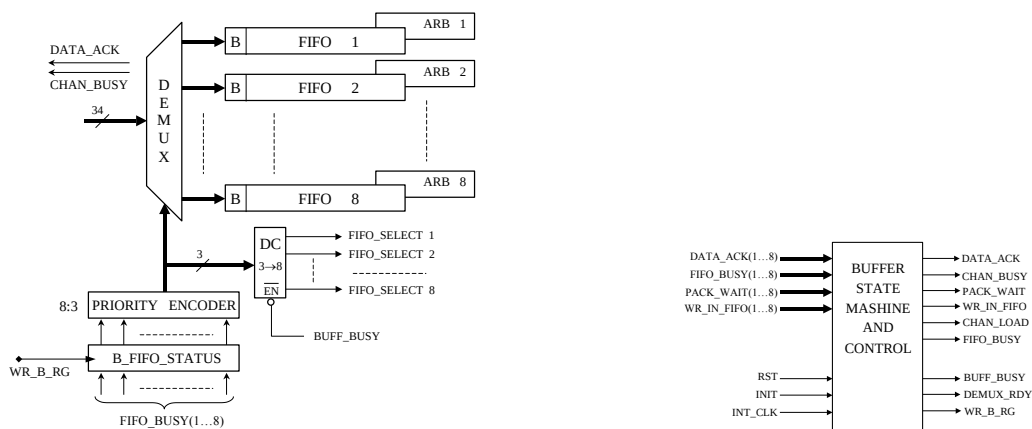


Фиг. 1. Структура на FIFO опашка

На фигура 1 е показана структурата на FIFO опашка, която се използва в настоящия модел [6]. При данновия обмен тя работи синхронно с изходния канал на предходния маршрутизатор нагоре по веригата [4]. Състои се 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 1 и фигура 2. 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 трансфер 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. Структурата на FIFO опашката позволява едновременен запис и четене на флитове.

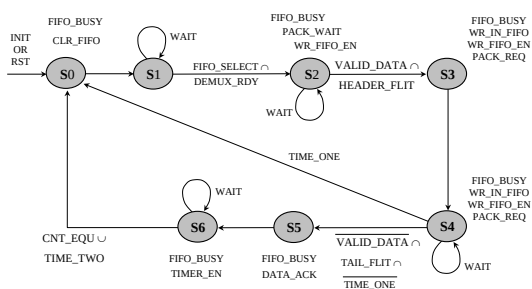
2.2. Архитектура на входен канал на маршрутизатор



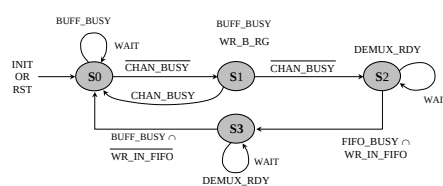
Фиг. 2. Архитектура на входния канал на маршрутизатора

На фигура 2 е показана архитектурата на входния канал на маршрутизатора, използван в модела [6]. Методът на комутация, който този маршрутизатор използва, е Cut-Through [1, 4]. Този вид комутация се характеризира с това, че изпращането на даден пакет може да започне веднага, след като пакетът е маршрутизиран. Входният канал 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. Използваните принципи, архитектурни решения, действия и сигнали са подробно описани в [6].

2.3. Сигнали, състояния и синхронизация на входния канал и FIFO опашката



Фиг. 3 (а)



Фиг. 3 (б)

На фигура 3(а) е даден графът на състоянията и сигналите на една FIFO опашка от входен буфер [6], които са използвани в модела:

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 3(б);

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 3(б) е даден графът на състоянията на входния канал, показан на фигура 2. 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;

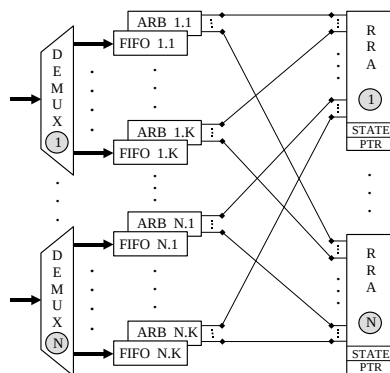
S2: Очаква началото на запис на пакет в избраната опашка, което събитие се регистрира по сигнала WR_IN_FIFO=f(WR_IN_FIFO(1..8)). Издава сигнала DEMUX_RDY;

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;

2.4. Изходен канал на маршрутизатор с локален RRA арбитър

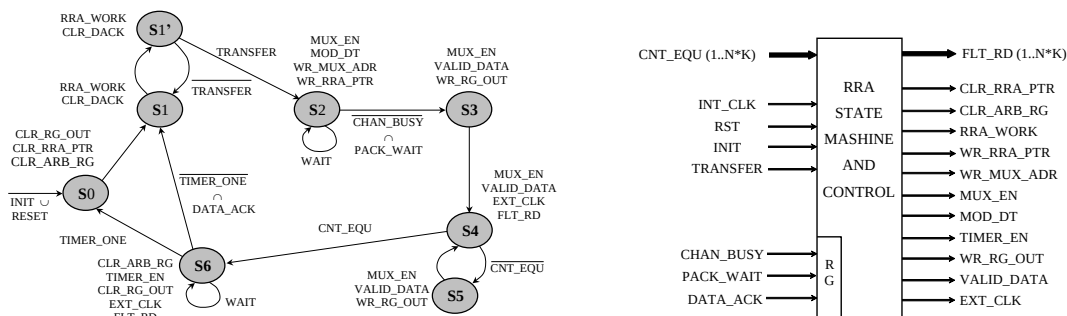
На фигура 4 е показана в най-общ вид архитектура на разпределител с iSLIP алгоритъм за маршрутизатор, използващ Cut-Through техника за комутация [3]. След като една FIFO опашка приеме заглавния флит на един пакет, тя подава сигнал към своя локален арбитър, който стартира фазата на минималната адаптивна маршрутизация и арбитраж. Тази фаза се състои от три стъпки: Request-Grant-Accept (**RGA**), които се изпълняват за един такт. В началото на един времеви интервал всеки от арбитрите на входните опашки, които не участват в съвпадение, може да подаде една или повече заявки REQ към RRA арбитрите на изходните канали в зависимост от броя на възможните маршрути, по които постъпващият в неговата опашка пакет може да продължи пътя си до своето местоназначение. Всеки един от изходните RRA (ако неговият канал не е зает и има поне една заявка) избира най-приоритетната от тях в зависимост от своя кръгов указател на приоритет и връща GRANT към нейния подател. Ако един входен арбитър получи едно или повече потвърждения, той избира най-приоритетното от тях чрез логическа схема за фиксиран приоритет в зависимост от локалните условия на мрежата (натовареност и заетост на входните канали на съседните маршрутизатори надолу по веригата) и отговаря с ACCEPT на този RRA, чието потвърждение е приел. Формира се входно/изходна двойка от FIFO опашка и изходен канал. По този начин се реализира един вариант на минимална адаптивна маршрутизация в хиперкубична мрежа [5]. Кръговият указател за приоритет PTR на избрания RRA се преинициализира. През комутатора на маршрутизатора се формира даннов път за трансфера

на избрания пакет към изходния канал. След предаването на целия пакет ресурсите се освобождават и могат да участват в следващи разпределения.



Фиг. 4. Архитектура на разпределител с iSLIP алгоритъм за маршрутизатор, използващ Cut-Through техника за комутация

На фигура 5 са дадени графът на състоянията и преходите на един RRA и сигналите на един изходен канал. Наименованията на състоянията са: S0:Начално състояние (Init); S1:Маршрутизация и Арбитраж 1 (Routing and Arbitrage1; S1':Маршрутизация и Арбитраж 2 (Routing and Arbitrage 2); S2:Установяване път през комутатора (Path Setting); S3:Начало на трансфер на пакет (Transfer Begin); S4: Състояние на трансфер 1 (Transfer 1); S5:Състояние на трансфер 2 (Transfer 2); S6: Край на трансфер (Transfer End). Състоянията, управляващите входни и генерираните сигнали, които се използват в модела, са подробно описани в [3].



Фиг. 5. Граф на състоянията и преходите на един RRA и сигналите на един изходен канал

3. Компоненти на имитационния модел

Ресурсите, които компонентите на маршрутизатора използват, се следят на базата flit-by-flit. Това изисква имитационният модел да манипулира подробно с повечето от компонентите на маршрутизатора, включително буферите, комутаторите и разпределителите. По този начин латентността на пакетите се моделира точно по отношение времето на флитове или циклите на маршрутизатора.

Имитационният модел е написан на програмния език Java. Всеки от описаните компоненти на маршрутизатора се реализира чрез собствен клас, предоставящ структури от данни за съхранение на нужната информация и методи за извършване на операции по приемане, маршрутизиране и изпращане на данни.

Всеки от класовете, представящи компонентите на маршрутизатора, е реализиран като краен автомат. За всеки компонент е дефиниран точен набор от входни и изходни сигнали, на базата на които автоматът преминава през състоянията си.

3.1. Моделно време

Обектите, конструирани чрез класовете на компонентите, на практика съществуват едновременно в паметта. За да се осъществи комуникация между едновременно съществуващи обекти, са възможни два подхода:

- паралелна комуникация: Този подход изисква всеки от обектите да работи независимо в отделна нишка. По този начин би се постигнала най-близка имитация на реалния обект. Проблемът е, че на практика този подход е невъзможен за реализация при тестване на големи комуникационни мрежи. Синхронизацията между отделните нишки би била изключително сложна и трудна за управление. Резултатите биха били най-близки до реалните, но би било трудно да се докаже, че са истинни;
- псевдо-паралелна комуникация: При този подход един момент от моделното време се разглежда като последователност от действия, които се извършват в строго определена последователност. За момент X на модела тези действия включват: итериране на всички обекти – компоненти на маршрутизатора; изчисляване на техните нови състояния на база на състоянието на системата в момент $X-1$; извършване на нужните действия и генериране на изходни сигнали според новото състояние на автомата. Генерираните сигнали ще бъдат използвани в момент $X+1$, за определяне на следващото състояние на автомата. По този начин система е под пълен контрол и получените резултати могат да бъдат доказани.

3.2. Основни класове на модела

Моделът дефинира три основни класа, които да представят компонентите на маршрутизатора:

- клас „Входна опашка“: Входната опашка съдържа структури от данни, чрез които се реализира FIFO буферизация на входните пакети. Освен това в този клас се съдържа и арбитър за маршрутизиране на всеки от пакетите;
- клас „Входен канал“: Входният канал съдържа контейнер от множество обекти на входни опашки. Методите в този клас се грижат за следене на състоянието на всяка от опашките, контрол на входния поток от данни и комутиране на данните към изходните канали на маршрутизатора;
- клас „Изходен канал“: Изходният канал съдържа round-robin арбитър за изпълнение на логиката по определяне на приоритета на входните опашки. Тази логика използва кръгов буфер, за да избере, коя от получените заявки за изпращане е най-приоритетна. Заявки за изпращане се получават от арбитъра за маршрутизиране, който се намира във всяка от входните опашки, т.е. съществува директна комуникация между арбитрите.

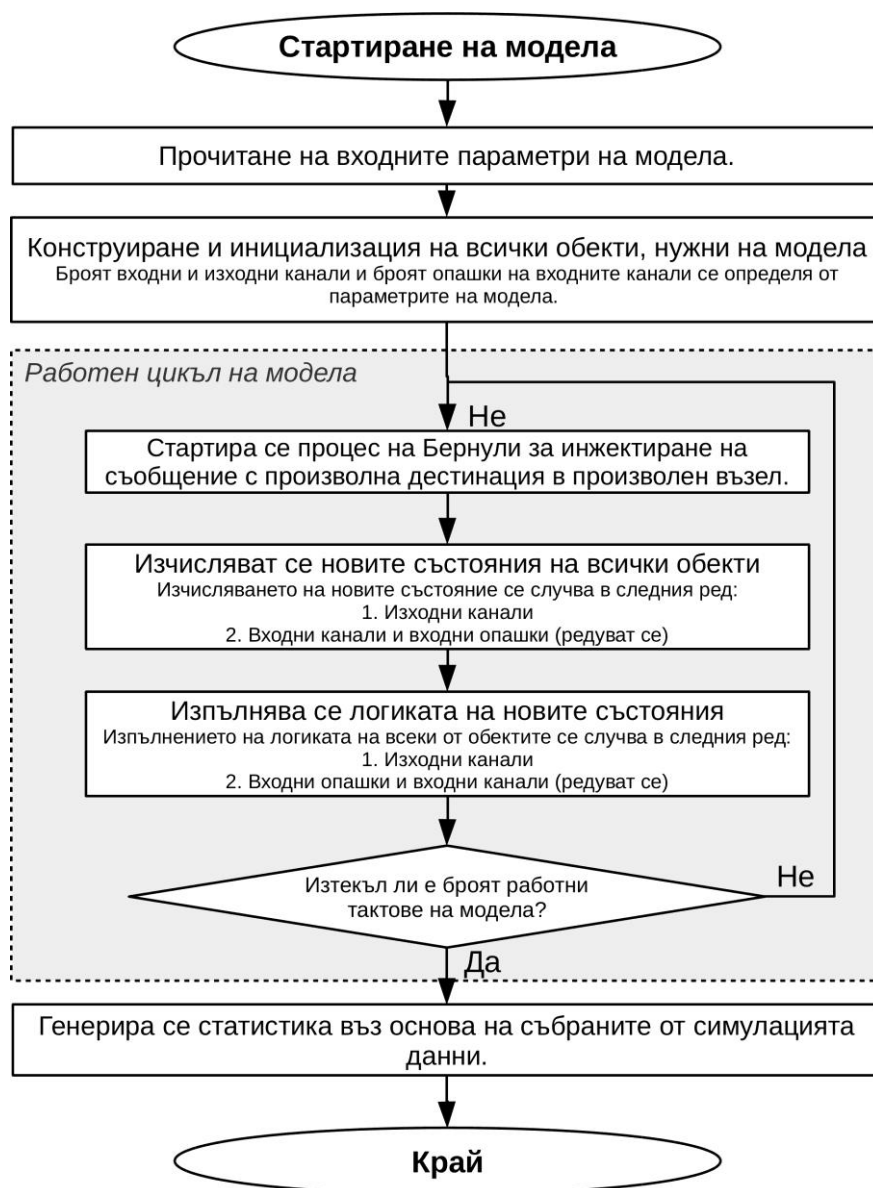
Всеки от тези класове предоставят по два основни метода, чрез които се управлява цялата логика на модела:

- метод за изчисляване на новото състояние: В метода се извършва анализ на входните, изходните сигнали и съдържанието на структурите от данни на обекта (компонент, автомат), напр. входна опашка, множество от опашки, арбитър за приоритет и т.н. На базата на този анализ и текущото състояние на обекта, се избира следващото състояние, в което да премине автомата. Възможните преходи са кодирани според показаните графове на крайните автомати на компонентите на Фиг. 3 и Фиг.5;
- метод за изпълнение на логиката на текущото състояние: В метода се генерират изходните сигнали на компонента и се извършват манипулации по структурите от данни в него, напр: изпращане/приемане на флит, маршрутизиране и т.н.

3.3. Основен алгоритъм на модела

На фигура 6 е показан основният алгоритъм на модела. Важно е да се отбележи, че след прочитане на входните параметри и конструиране на нужните обекти, всеки работен цикъл на модела се явява един момент от моделното време.

Инжектирането на пакети е реализирано чрез процес на Бернули. За процес на Бернули със скорост τ , процесът на инжектиране A е случайна променлива с вероятност за инжектиране на пакет, равна на скоростта на процеса; $P(A=1)=\tau$. Това е еквивалентно на обръщането на претеглена (балансирана) монета с вероятност τ в положение "ези" за всеки цикъл - инжектира се пакет, ако резултатът е "ези". Въпреки, че процесът на Бернули включва случайността в процеса на инжектиране на пакети, той все още е доста прост, като е лишен от всякакви състояния. Това го предпазва от моделиране на променливи във времето процеси или процеси с корелиран трафик. На практика, много от източниците на трафик всъщност са променливи във времето. Например, интернет трафикът е денонощен, но повечето хора са on-line през деня, отколкото през нощта.



Фиг. 6. Основен алгоритъм на модела

4. Заключение

Докладът представя разработен имитационен модел на статична комуникационна мрежа с архитектура двоичен хиперкуб. Използваният алгоритъм за минимална адаптивна маршрутизация осигурява при възможност алтернативи при формиране на най-късите пътища на пакетите от предавателите към приемниците в разгледаната мрежова топология. Комбинацията от този алгоритъм и хиперкубичната архитектура има следните достоинства:

- Предоставя се възможност за изследване на мултипроцесорни MPP системи с хиперкубична топология, която притежава следните важни качества: висока степен на свързаност, регулярност и симетричност;
- Предоставя се възможност за изследване производителността на комуникациите при различно натоварване в мрежата, използвайки алгоритъм с минимална адаптивна маршрутизация, който е бърз, ефективен и достатъчно прост за реализация.

Целта за изграждането на този модел е оценка на производителността на хиперкубична комуникационна мрежа при различни нейни характеристики и различни работни натоварвания. Чрез модела могат да се проведат тестове и да се определи оптимална структура на маршрутизаторите в мрежата в зависимост от тяхното натоварване. В бъдеще предстои моделът да бъде допълнен за анализ на други статични мрежи с цел сравнения на техните качества и параметри.

Литература

- [1]. Dally W., B. Towles. "Principles and Practices of Interconnection Networks", Morgan Kaufmann Press, San Francisco, 2004.
- [2]. Angelov M. "Routers for MPP Computers, Using Direct Communications Networks", John Atanasoff Society of Automatics and Informatics, International Conference AUTOMATICS AND INFORMATICS'2014 October 1-3, 2014, Sofia, Bulgaria, ISSN 1313-1869
- [3]. Ангелов М. "Арбитраж на пакети в маршрутизатор за MPP компютри с DLN мрежова топология", Трета научна конференция с международно участие "Компютърни науки и технологии", 25-26.09.2015, Варна, България, ISSN 1312-3335, Бр.1/2015, стр. 38-45
- [4]. Ангелов М. "Един вариант за Cut-Through управление на потока в маршрутизатор за MPP компютри", Трета научна конференция с международно участие "Компютърни науки и технологии", 25-26.09.2015, Варна, България, ISSN 1312-3335, Бр.1/2015, стр. 46-54
- [5]. Ангелов М. "Маршрутизация на пакети в MPP компютри с DLN мрежова топология", Втора научна конференция с международно участие "Компютърни науки и технологии", 26-27.09.2014, Варна, България, ISSN 1312-3335, Бр.1/2014, стр. 64-69
- [6]. Ангелов М. "Структура и управление на буфер за входен канал на маршрутизатор за MPP компютри", Втора научна конференция с международно участие "Компютърни науки и технологии", 26-27 Септември, 2014, Варна, България, ISSN 1312-3335, Бр.1/2014, стр. 71-76
- [7]. Таслаков Ц. "Компютърни архитектури" Учебник, ТУ-Варна, 2001

За контакти:

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

инж. Михаил Г. Чилияшев
E-mail: chilyashev@gmail.com

инж. Георги А. Георгиев
E-mail: gg.georgiev@aim.com

SLADE – STRESS LEVEL AND EMOTIONAL STATE ASSESSMENT DATABASE: PHASE 1

Valentina Markova, Cvetelina Dicheva, Firgan Feradov, Yasen Kalinin,
Todor Ganchev

Abstract: We report on the design and development of a new physiological signals database, referred to as SLADE, which aims to support research on stress level assessment and recognition of emotional states. The database consists of synchronized EEG, ECG, and GSR recordings. In the pilot phase of this project, we recorded 10 healthy subjects with an average duration of 60 minutes per person. The data collection protocol makes use of a set of 40 audio-video stimuli. These stimuli are one-minute excerpts selected from a set of musical clips of various genres. Here we present the overall concept of the SLADE database, the progress made during Phase 1 of this project, and a summary of recordings captured to this end.

Keywords: Biomedical database, multimodal database, EEG, ECG, GSR.

SLADE – База данни от биомедицински сигнали за оценка нивата на стрес и разпознаване на емоционални състояния: Етап 1

Валентина Маркова, Цветелина Дичева, Фирган Ферадов, Ясен Калинин, Тодор Ганчев

Резюме: Докладът представя общата концепция на база данни SLADE, която е създадена за оценка нивата на стрес и разпознаване на емоционални състояния от биосигнали. SLADE съдържа записи от електрокардиографски (ЕКГ) и електроенцефалографски сигнали (ЕЕГ), и галванично съпротивление на кожата (ГСК). В доклада се представя подробно описание на резултатите от първия етап на реализацията, която включва записи от 10 клинично здрави доброволци. В рамките на един час, доброволците са емоционално стимулирани с помощта на 40 едноминутни аудио-видео клипове.

Ключови думи: База данни от биомедицински сигнали, електрокардиографски сигнали (ЕКГ), електроенцефалографски сигнали (ЕЕГ), галванично съпротивление на кожата (ГСК).

1. Introduction

In the presence of excessive stimuli that exceed the zone of comfort, i.e. *stress*, the autonomic nervous system (ANS) mobilizes essential body resources in order to improve the chances of survival in that specific moment of time. Thus, when the environmental conditions are challenging, the sensorial experiences are dramatic, or there is the perception of an immediate threat, the ANS amends the functioning of important body systems, which is commonly referred to as *stress response*. However, when exposure to stress is chronic, it brings long-term negative effects and may provoke life-threatening medical conditions. Among these are the increased risk of diseases, such as anxiety, depression, cardiovascular diseases, immune system disturbances, as well as degenerative neurological disorders like Parkinson's disease and Alzheimer's disease. Besides, there are substantial short-term negative effects that have to be considered. The last is especially important for firefighters, police officers, rescuer crews, military staff, flight controllers, astronauts, professional athletes etc. as in these high-risk professions it is recognized that stress influences the mission readiness. Furthermore, stress is also known to affect the consistency of decisions made in crisis circumstances. Therefore, the periodic evaluation of stress levels has important health aspects and is critical for the efficiency of crisis and disaster management organizations. In this regard, technology could play an important role for (i) the automation of data acquisition, (ii) obtaining an objective assessment of stress level, and (iii) the reduction of expenses.

Efficient technological support to stress level assessment methods depends on the proper choice of stress indicators, domain-specific knowledge during data analysis, and the availability of representative datasets that capture the variability of stress responses to specific stimuli. Here we focus on the dataset, as it is a prerequisite for the development of appropriate statistical models, which provide the foundations and the resources for the development of various tools and services. For instance, among these are monitoring services that will alert for excessive mental or physical stress, intensive negative emotions, indications of fatigue etc. These will facilitate the development of automated tools and services for stress-level assessment and monitoring. Such tools and services are of key importance for achieving advantageous technological support to the implementation of efficient stress management strategies.

In the present article, we outline the design of a new biomedical database, referred to as Stress Level and emotional state Assessment DatabasE (SLADE), which consists of synchronized recordings of electroencephalographic (EEG), electrocardiographic (ECG), and galvanic skin response (GSR) signals. While previous stress-related databases [1-4] collected primarily skin temperature, HR, ECG, EMG, skin resistance related signals, there are indications that combining these with EEG signals elicited via purposely selected stimuli could be beneficial to stress level assessment. Our data acquisition setup permits capturing information about stress and emotions directly from the brain activity. The last is expected to facilitate stress-level assessment and contribute towards improving accuracy, when compared to previous research studies that relied on indirect indicators. Thus, while most stress-oriented databases record predominantly ECG and GSR signals (and in some cases also electromyography (EMG) signals), SLADE also captures 16-channel EEG.

SLADE is developed in support of research and technology development activities aimed at stress level assessment and the automated recognition of emotional states. To this end, we successfully implemented Phase 1 of the project, which focused on recording elicited emotional responses. Specifically, in Phase 1 we made use of a set of audio-video stimuli, which are drawn from the same set like those used in a related multisensory database developed for the needs of emotion recognition [5]. In the following, we provide a description of the overall data collection design, the recording protocol, and the data acquisition in SLADE (Section 2) and details on the implementation of data recording (Section 3).

2. Methodology

In the following subsections we offer a brief description of (i) the overall architecture of the data acquisition setup, (ii) the methodology for data collection and the recording protocol, (iii) the sensors and recording equipment used, and (iv) provide details about the audio-visual stimuli used in the data acquisition process.

2.1 Overall design

In Fig.1 we present the conceptual design of the hardware setup used to acquire the EEG, ECG, and GSR signals. The SLADE data acquisition system consists of:

- (i) a number of body area sensor nodes (EEG, ECG, and GSR modules);
- (ii) data aggregation and transmission units;
- (iii) a laptop PC which controls the data collection process through GUI and archives the collected data.

The EEG signals were acquired by means of a 16-channel UltraCortex (Mark III) 3D-printed headset, which works with the Open BCI solution, an open-source brain-computer interface. The Open BCI board is built around a bio-sensing microcontroller that acquires 16-channel EEG, aggregates, and wirelessly transmits all data to a laptop PC. We made use of the OpenBCI's

Processing Graphic User Interface (GUI) to control the process and save each participant's EEG data in a comma separated values (.csv) formatted file.

The 3-lead ECG and the GSR sensing modules, which were purposely developed at the Sensor Network Lab., Technical University of Varna, were connected to a multichannel DAQ device USB 6009 of National Instruments that is connected to a laptop through a USB cable. The DAQ configuration and data acquisition process were performed within the LabVIEW programming environment. The ECG signals were sampled at 1 kHz, and the GSR signal was sampled at 32 Hz. The ECG and GSR data were stored in the National Instruments .lvms file format. Each file contains the data collected for a certain participant, corresponding to stimuli with ten one-minute excerpts of video clips. Hence, the ECG and GSR data were stored in four subsequent files, one per 10-minutes session, without the pauses between the stimuli.

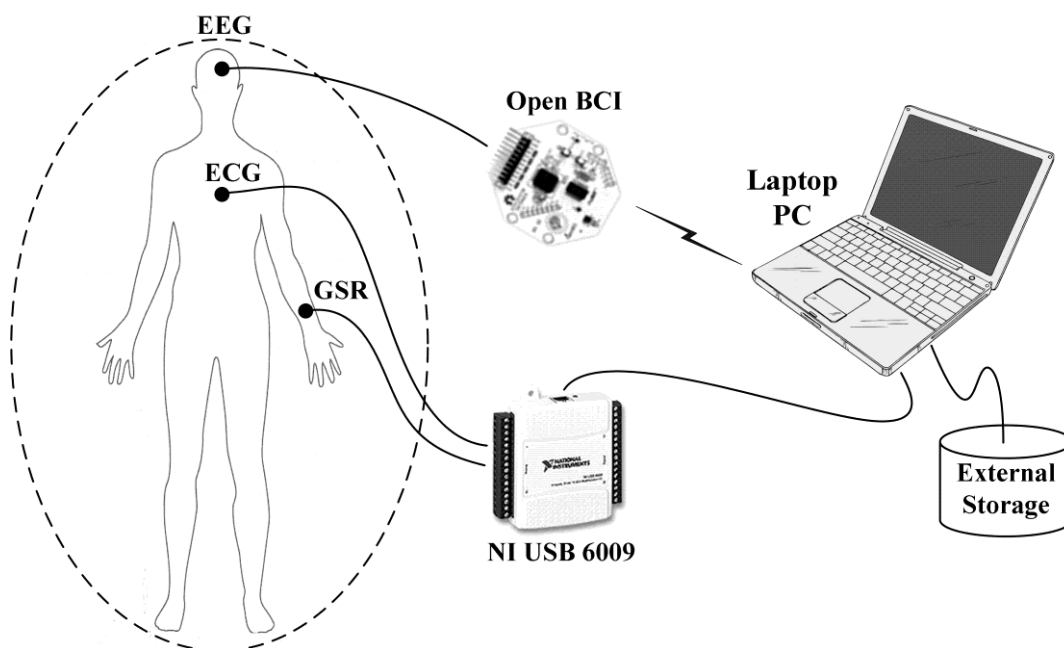


Fig.1. Overall design of the data acquisition setup

All files were stored on the laptop PC, indexed in a database, and archived on an external storage. The database browsing tools, created within the LabVIEW environment, provide convenient access to the raw data.

2.2 Recording protocol

For the purpose of compatibility, the SLADE database was created by following a well-established experimental protocol, as reported in [5]. In brief, the protocol is based on recording EEG and other physiological data from participants who are watching short segments of musical videos – in our case one-minute excerpts of 40 videos of different musical genres. These stimuli were selected based on the procedure presented in [5]. These stimuli were purposely selected to arouse emotions in the four quadrants of the valence-arousal space: low arousal – low valence; low valence – high arousal; high valence – low valence; high valence – high arousal [5].

In the pilot phase of SLADE, we collected recordings from 10 healthy participants with no age restrictions. Each participant signed a consent form and filled out a questionnaire. The questionnaire collects information about general and current physiological and psychological conditions, the use of drugs, alcohol, tobacco, beverages containing caffeine and others. Next, the participants were provided a set of instruction containing information for the experimental protocol and the meaning of the different scales used for self-assessment. The self-assessment test is based

on the general SAM (Self-assessment manikins) self-assessment protocol [6], which visualizes three different kinds of feelings: *Happy* vs. *Unhappy*, *Excited* vs. *Calm*, and *Controlled* vs. *Uncontrolled*.

The data acquisition protocol was identical to all participants. Data recording begins with a one minute baseline recording, during which a fixation cross is displayed to the participant (who is asked to relax during this period). Then 40 trials, each consisting of the following steps, are performed:

- 1) Questionnaire test;
- 2) One-minute display of a music video;
- 3) 30 seconds self-assessment for arousal, valence and dominance.

Each file in the SLADE database contains data for 10 trials. After the first 20 trials, the participants take a short break. Before resuming the recording activities, all electrodes placement was validated and signal quality checks were performed. Next, the participants were asked to resume the tests.

2.3 Data acquisition and feature extraction

The GSR provides a measure of the resistance of the skin by measuring the electrical current that flowed as a result of applying a constant voltage. Two electrodes are positioning in the middle and the index fingers. This resistance decreases due to an increase of perspiration, which usually occurs when one is experiencing emotions such as stress or surprise.

An ECG signal can be used to compute the heart rate (HR) and heart rate variability (HRV). Heart rate variability is defined as the change in the time interval between two adjacent heartbeats. Power spectral density of HRV provides useful information for person's level of stress. The low frequency component of the power density (0.04 - 0.15 Hz) reflects both SNS and PNS whereas the high frequency power component (0.18 - 0.4 Hz) is reaction only of the parasympathetic activity and reflects maintenance of physiological homeostasis. The third widely used component in HRV spectrum is LF to HF ratio that is used as an index of autonomic balance.

The HRV analysis could be accomplished based on time-domain parameters, such as [7]:

- mean RR (ms) – mean heartbeat interval;
- mean HR (beats per minute);
- SDNN – standard deviation of RR-intervals between successive RR-intervals;
- RMSSD – root mean square of the difference between successive RR-intervals;
- pNN50 – the percentage of heartbeat intervals with a difference in successive heartbeat intervals greater than 50ms.

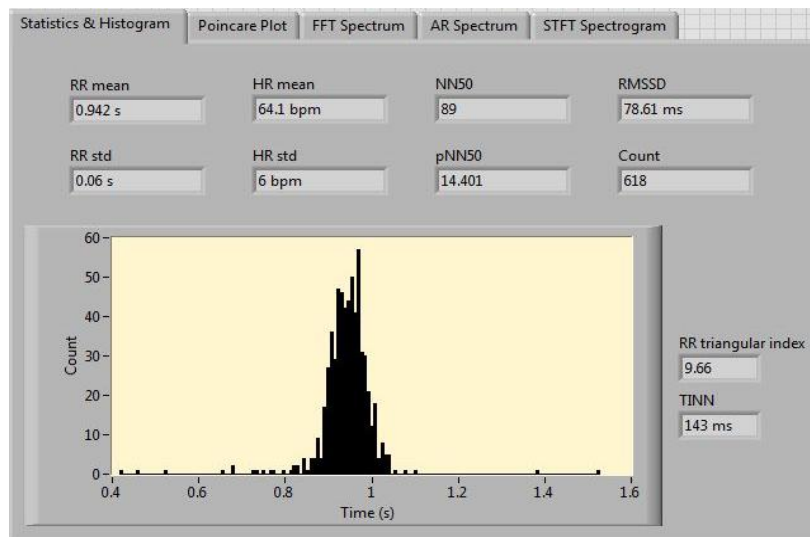
Frequently used HRV spectral measures are:

- peak frequency;
- power of the very low frequency band (VLF) – 0 to 0.04 Hz;
- power of the low frequency band (LF) – 0.04 to 0.15 Hz;
- power of the high frequency band (HF) – 0.15 to 0.4 Hz;
- the ratio of LF/HF that is used as an index of autonomic balance.

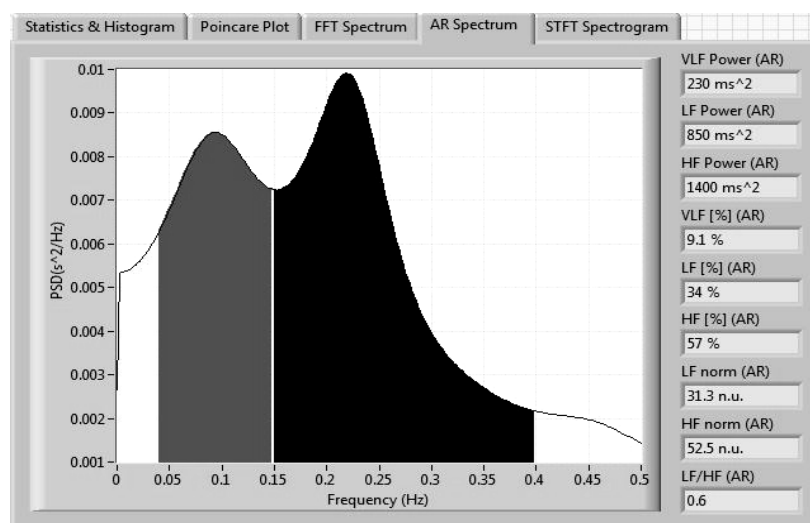
In Fig.2 we show the common view of the GUI of a purposely developed tool, which carries out HRV analysis of ECG signals. Common HRV parameters in the time domain are presented in Fig.2(a) and the corresponding FFT power spectrum in Fig.2(b).

The EEG pattern provides useful information for changes in mental states because of its high temporal resolution. Each brainwave characterises a specific type of brain activity, and some specific activity patterns can be evoked by applying audio-visual or tactile stimuli.

In our study the Open BCI GUI application [8] was used to visualize 16-channel EEG signals in time domain and the corresponding FFT plot of the spectral power of *theta* (4-8 Hz), *slow alpha* (8-10 Hz), *alpha* (8-12 Hz), *beta* (12-30 Hz), and *gamma* (30-50 Hz) frequency subbands.



(a)



(b)

Fig. 2. HRV analysis in (a) time domain and (b) frequency domain

3. Data analysis

In total, fifteen volunteers took part in Phase 1. All of them were young males -- between 20 and 25 years old. The participants specified various musical preferences, however among them there were two musicians playing guitar and drums respectively, as well as a dancer. All the participants were males due to the helmet size used in the recording setup. The bio-signals collected from the first five volunteers were used for calibration of equipment and refining the experimental setup and the recording protocol. The subsequent ten constitute the Phase 1 dataset outlined here.

3.1 Results of the participants' self - assessment

After the end of each audio-video stimuli, each participant filled in a self-assessment form, specifying his perceived levels of arousal, valence, and dominance. The valence scale ranges from happy/joyful (5) to unhappy/sad (1). The arousal scale varies from stimulated/excited (5) to calm/bored (1). The dominance scale ranges from dominant/empowered (5) to submissive/meek (1). In Table 1, we present the distribution of these ratings per audio-video stimuli. The number in every cell of the table corresponds to the count of participants who specified the respective emotional state.

Table 1. The distribution of the participants' self-assessment ratings per audio-video stimuli

Songs number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Happy	3	2	5	1	5	2	4	3	3	1	3	0	2	3	0	2	0	7	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
:]	3	3	3	3	4	5	4	2	3	4	3	3	2	5	3	1	4	1	5	4	0	2	1	2	2	0	1	1	1	0	3	4	1	2	2	4	2	1	1	2
:	3	3	1	5	0	3	2	1	3	2	1	1	4	2	2	2	4	1	2	3	2	6	4	1	2	4	7	5	3	1	3	2	4	5	2	1	2	1	3	2
:[	1	1	1	1	1	0	0	3	1	2	0	2	2	0	2	5	1	0	1	1	4	2	3	3	4	3	2	3	3	5	2	3	2	1	3	4	2	3	3	3
Unhappy	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	3	0	1	1	2	0	4	0	2	3	2	3	0	1	3	4	1	0	1	2	3	1	4	5	3	3
Excited	1	3	1	0	3	2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	3	0	3	1	3	4	3	4	3	3
****	5	2	1	2	3	5	4	2	2	4	4	0	1	1	0	1	0	2	3	1	3	1	6	5	3	2	0	2	4	5	6	4	5	3	3	4	4	3	3	4
***	0	3	5	2	3	1	2	3	3	1	2	1	4	5	4	2	1	0	2	3	3	3	2	1	3	2	4	5	4	1	6	4	2	3	1	1	2	2	4	2
**	1	1	1	4	0	1	2	3	3	4	2	2	3	2	3	5	4	2	2	4	2	3	0	1	1	1	5	2	1	1	0	0	2	1	2	1	0	2	0	1
Calm	1	1	2	2	1	1	1	2	1	0	1	6	2	2	3	1	4	5	3	1	1	3	2	1	3	6	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Dominant	3	4	4	2	4	3	3	1	5	3	3	3	2	3	5	1	3	3	3	2	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	3	2	0	3	3	3	1	2	2	2
....	3	3	0	4	4	3	3	6	2	6	0	3	1	2	1	1	1	0	4	2	2	2	3	1	3	2	0	1	0	4	2	3	5	3	2	2	3	3	4	4
(...)	3	3	5	2	0	4	2	3	2	0	6	4	6	2	3	4	4	5	2	4	4	6	3	4	2	4	7	1	2	2	3	2	4	3	2	4	4	2	3	3
(..)	0	0	0	2	1	0	2	0	1	1	1	0	0	2	1	2	1	0	1	1	3	0	2	1	3	0	1	2	5	3	2	2	0	0	2	1	1	2	1	0
Controlled	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	2	0	1	0	1	1	2	1	2	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1

Table2. Mean value and standard deviation and their ratio (μ_x/σ_x) for the ratings of each audio-video stimuli (cf. Table 1)

Points	Happy					Unhappy			μ_x	σ_x	μ_x/σ_x	Points	Excited					Calm			μ_x	σ_x	μ_x/σ_x	Points	Dominant					Controlled			μ_x	σ_x	μ_x/σ_x
	5	4	3	2	1	5	4	3					2	1	5	4	3	2	1	5					4	3	2	1							
Song												Song												Song											
1	15	12	9	2	0	7.6	6.4265076	1.1826019	1	5	20	0	2	1	5.6	8.264381	0.677607	1	15	12	9	0	1	7.4	6.655825	1.111808	1	15	12	9	0	1	7.4	6.655825	1.111808
2	10	12	9	2	1	6.8	4.9699095	1.3682342	2	15	8	9	2	1	7	5.700877	1.227881	2	20	12	9	0	0	8.2	8.497058	0.96504	2	20	12	9	0	0	8.2	8.497058	0.96504
3	25	12	3	2	0	8.4	10.358571	0.8109226	3	5	4	15	2	2	5.6	5.412947	1.034557	3	20	0	15	0	1	7.2	9.576012	0.751879	3	20	0	15	0	1	7.2	9.576012	0.751879
4	5	12	15	2	0	6.8	6.4575537	1.0530303	4	0	8	6	8	2	4.8	3.63318	1.321157	4	10	16	6	4	0	7.2	6.09918	1.180487	4	10	16	6	4	0	7.2	6.09918	1.180487
5	25	16	0	2	0	8.6	11.349009	0.7577754	5	15	12	9	0	1	7.4	6.655825	1.111808	5	20	16	0	2	1	7.8	9.444575	0.825871	5	20	16	0	2	1	7.8	9.444575	0.825871
6	10	20	9	0	0	7.8	8.3186537	0.9376517	6	10	20	3	2	1	7.2	7.981228	0.902117	6	15	12	12	0	0	7.8	7.224957	1.079591	6	15	12	12	0	0	7.8	7.224957	1.079591
7	20	16	6	0	0	8.4	9.2086915	0.9121817	7	5	16	6	4	1	6.4	5.683309	1.126105	7	15	12	6	4	0	7.4	6.0663	1.219854	7	15	12	6	4	0	7.4	6.0663	1.219854
8	15	8	3	6	1	6.6	5.4129474	1.2192987	8	0	8	9	6	2	5	3.872983	1.290994	8	5	24	9	0	0	7.6	9.914636	0.96504	8	5	24	9	0	0	7.6	9.914636	0.96504
9	15	12	9	2	0	7.6	6.4265076	1.1826019	9	5	8	9	6	1	5.8	3.114482	1.862268	9	25	8	6	2	0	8.2	9.909591	0.827481	9	25	8	6	2	0	8.2	9.909591	0.827481
10	5	16	6	4	1	6.4	5.6833089	1.1261045	10	5	16	3	8	0	6.4	6.107373	1.047914	10	15	24	0	2	0	8.2	10.82589	0.757443	10	15	24	0	2	0	8.2	10.82589	0.757443
11	15	12	3	0	0	6	7.0356236	0.8528029	11	5	16	6	4	1	6.4	5.683309	1.126105	11	15	0	18	2	0	7	8.774964	0.797724	11	15	0	18	2	0	7	8.774964	0.797724
12	0	12	3	4	1	4	4.7434165	0.843274	12	5	0	3	4	6	3.6	2.302173	1.56374	12	15	12	12	0	0	7.8	7.224957	1.079591	12	15	12	12	0	0	7.8	7.224957	1.079591
13	10	8	12	4	0	6.8	4.8166378	1.4117732	13	0	4	12	6	2	4.8	4.604346	1.042493	13	10	4	18	0	1	6.6	7.46994	0.883541	13	10	4	18	0	1	6.6	7.46994	0.883541
14	15	20	6	0	0	8.2	9.0111043	0.9099884	14	0	4	15	4	2	5	5.830952	0.857493	14	15	8	6	4	1	6.8	5.263079	1.292019	14	15	8	6	4	1	6.8	5.263079	1.292019
15	0	12	6	4	3	5	4.472136	1.118034	15	0	0	12	6	3	4.2	5.01996	0.83666	15	25	4	9	2	0	8	10.07472	0.794067	15	25	4	9	2	0	8	10.07472	0.794067
16	10	4	6	10	0	6	4.2426407	1.4142136	16	5	4	6	10	1	5.2	3.271085	1.589686	16	5	4	12	4	2	5.4	3.847077	1.403663	16	5	4	12	4	2	5.4	3.847077	1.403663
17	0	16	12	2	1	6.2	7.293833	0.8500332	17	5	0	3	8	4	4	2.915476	1.371989	17	15	4	12	2	1	6.8	6.300794	1.079229	17	15	4	12	2	1	6.8	6.300794	1.079229
18	35	4	3	0	1	8.6	14.842507	0.579417	18	5	8	0	4	5	4.4	2.880972	1.527262	18	15	0	15	0	2	6.4	7.893035	0.810841	18	15	0	15	0	2	6.4	7.893035	0.810841
19	0	20	6	2	2	6	8.1240384	0.7385489	19	0	12	6	4	3	5	4.472136	1.118034	19	15	16	6	2	0	7.8	7.362065	1.059485	19	15	16	6	2	0	7.8	7.362065	1.059485
20	10	16	9	2	0	7.4	6.465292	1.1445732	20	5	4	9	8	1	5.4	3.209361	1.682578	20	10	8	12	2	1	6.6	4.878524	1.352868	20	10	8	12	2	1	6.6	4.878524	1.352868
21	0	0	6	8	4	3.6	3.5777088	1.0062306	21	5	12	9	4	1	6.2	4.32435	1.433742	21	5	8	12	6	0	6.2	4.38178	1.414995	21	5	8	12	6	0	6.2	4.38178	1.414995
22	0	8	18	4	0	6	7.4833148	0.8017837	22	0	4	9	6	3	4.4	3.361547	1.308921	22	5	8	18	0	1	6.4	7.231874	0.884971	22	5	8	18	0	1	6.4	7.231874	0.884971
23	0	4	12	6	2	4.8	4.6043458	1.0424934	23	0	24	6	0	2	6.4	10.13903	0.631224	23	5	12	9	4	1	6.2	4.32435	1.433742	23	5	12	9	4	1	6.2	4.32435	1.433742
24	5	8	3	6	3	5	2.1213203	2.3570226	24	10	20	3	2	1	7.2	7.981228	0.902117	24	10	4	12	2	2	6	4.690416	1.297204	24	10	4	12	2	2	6	4.690416	1.297204
25	0	8	6	8	2	4.8	3.6331804	1.3211565	25	0	12	9	2	3	5.2	5.069517	1.025739	25	5	12	6	6	1	6	3.937004	1.524002	25	5	12	6	6	1	6	3.937004	1.524002
26	0	0	12	6	3	4.2	5.0199602	0.83666	26	0	8	6	2	6	4.4	3.286335	1.338877	26	10	8	12	0	2	6.4	5.176872	1.236268	26	10	8	12	0	2	6.4	5.176872	1.236268
27	0	4	21	4	0	5.8	8.7292611	0.664432	27	0	0	12	10	1	4.6	5.899152	0.779773	27	10	0	21	2	0	6.6	9.044335	0.729739	27	10	0	21	2	0	6.6	9.044335	0.729739
28	0	4	15	6	1	5.2	5.9749477	0.8703005	28	0	8	15	4	1	5.6	6.107373	0.916925	28	5	4	3	4	1	3.4	1.516575	2.241894	28	5	4	3	4	1	3.4	1.516575	2.241894
29	0	4	9	6	3	4.4	3.3615473	1.3089211	29	5	16	12	2	0	7	6.78233	1.032094	29	10	0	6	10	1	5.4	4.774985	1.130906	29	10	0	6	10	1	5.4	4.774985	1.130906
30	0	0	3	10	4	3.4	4.0987803	0.8295151	30	15	20	3	2	0	8	8.916277	0.897235	30	5	16	6	6	0	6.6	5.813777	1.135235	30	5	16	6	6	0	6.6	5.813777	1.135235
31	5	12	9	4	1	6.2	4.3243497	1.4337416	31	0	24	12	0	0	7.2	10.73313	0.67082	31	15	8	9	4	0	7.2	5.630275	1.278801	31	15	8	9	4	0	7.2	5.630275	1.278801
32	5	16	6	6	0	6.6	5.8137767	1.1352345	32	15	16	6	0	1	7.6	7.569676	1.004006	32	10	12	6	4	1	6.6	4.449719	1.48324	32	10	12	6	4	1	6.6	4.449719	1.48324
33	10	4	12	4	1	6.2	4.6043458	1.346554	33	5	20	6	4	0	7	7.615773	0.919145	33	0	20	12	0	1	6.6	9.044335	0.729739	33	0	20	12	0	1	6.6	9.044335	0.729739
34	0	8	15	2	2	5.4	6.1481705	0.8783101	34	15	12	9	2	0	7.6	6.426508	1.182602	34	15	12	9	0	1	7.4	6.655825	1.111808	34	15	12	9	0	1	7.4	6.655825	1.111808
35	0	8	6	6	3	4.6	3.1304952	1.4694161	35	20	12	3	4	0	7.8	8.136338	0.958662	35	15	8	6	4	1	6.8	5.263079	1.292019	35	15	8	6	4	1	6.8	5.263079	1.292019
36	0	16	3	8	1	5.6	6.5802736	0.8510284	36	15	16	3	2	1	7.4	7.436397	0.995106	36	15	8	12	2	0	7.4	6.387488	1.158515	36	15	8	12	2	0	7.4	6.387488	1.158515
37	0	8	6	4	4	4.4	2.9664794	1.4832397	37	20	16	6	0	0	8.4	9.208692	0.912182	37	5	12	12	2	1	6.4	5.319774	1.203059	37	5	12	12	2	1	6.4	5.319774	1.203059
38	0	4	3	6	5	3.6	2.3021729	1.5637401	38	15	12	6	4	0	7.4	6.0663	1.219854	38	10	12	6	4	1	6.6	4.449719	1.48324	38	10	12	6	4	1	6.6	4.449719	1.48324
39	0	4	9	6	3	4.4	3.3615473	1.3089211	39	15	12	12	0	0	7.8	7.224957	1.079591	39	10	16	9	2	0	7.4	6.465292	1.144573	39	10	16	9	2	0	7.4	6.465292	1.144573
40	0	8	6	6	3	4.6	3.1304952	1.4694161	40	15	16	6	2	0	7.8	7.362065	1.059485	40	10	16	9	0	1	7.2	6.685806	1.076953	40	10	16	9	0	1	7.2	6.685806	1.076953

Next, the self-assessment data obtained in such a manner were subject to further processing. In Table 2 we show the mean value and the standard deviation of the different ratings of valence, arousal, and dominance for each affect elicitation condition. Using these values, the normalized arousal and valence scores for each trial were calculated. The significant differences between the conditions in terms of the ratings of valence and arousal reflect the successful elicitation of the targeted affective states.

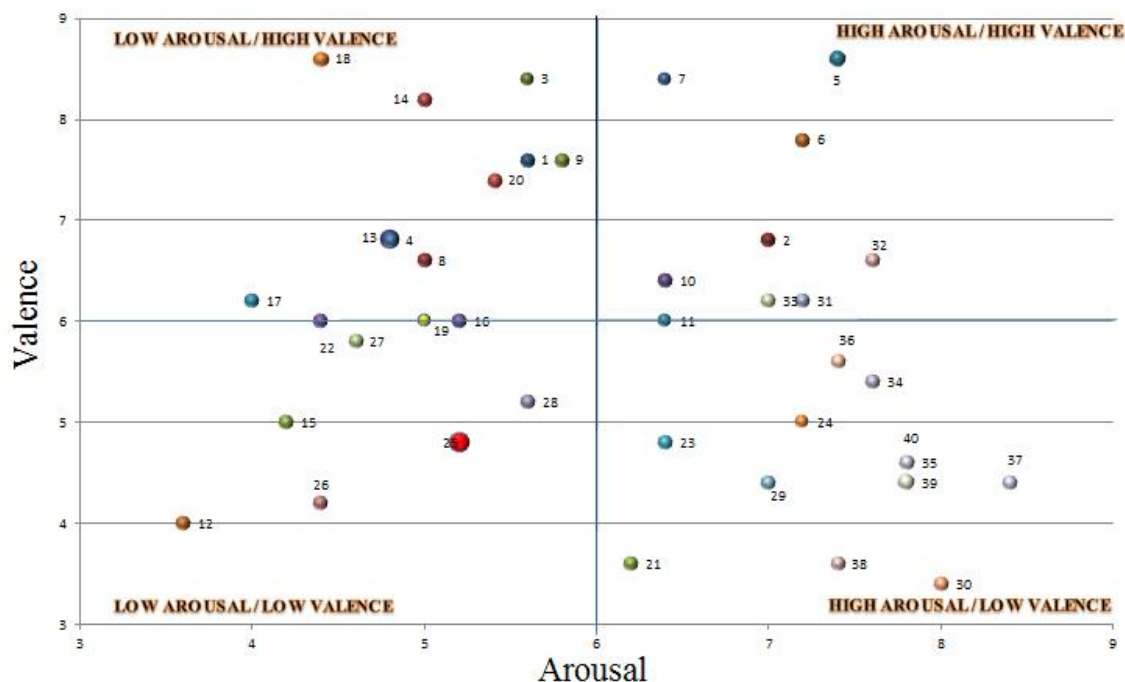


Fig. 3. Distribution of the self-reported results on the arousal-valence plane according to the participants' self-assessment (cf. Table 2).

In Fig. 3 we present the distribution the self-reported results on the arousal-valence plane according to the participants' self-assessment. There are significant differences with regard to the ratings specified for each of the 40 stimuli. For instance, some of these stimuli, e.g. 5, 12, 18, and 37, elicit more pronounced emotional impacts. Specifically, the audio-video stimuli 18 falls into the *low arousal / high valence* quadrant and is characterized with a high mean value according to the ratings specified by participants. Even though the stimulus 18 was rated differently among the 10 participants, it looks like it made them feel calm and happy. A more detailed analysis of the ECG and EEG signals, taken out from the first two participants during stimuli 18 showed that the heart rate of the first was more accelerated. It was also observed the significant difference in the power of the EEG electrodes. The left half of the second participant's brain showed higher activity, associated with the positive emotions.

Next, stimuli 12 falls into the *low arousal / low valence* quadrant. The mean values of the rated arousal and valence were 3.6 and 4 respectively. Even though the results are low, most participants have assessed it positively. As a conclusion – the results indicate that the song neither made people happy/unhappy, nor caused significant changes in their emotional state.

The strongest impact on the emotional state of the participants has had stimuli 37, which induced emotions with *high arousal* but *low valence* (HALV quadrant). The analysis showed that stimuli 37 caused unhappiness and intensive emotion. It could be defined as predominantly stressful. The last statement was confirmed by the power spectrum of the EEG signals as well (cf. Fig. 4).

Finally, stimuli 5 induced the strongest emotions and was the most liked by the participants – it brought *high arousal / high valence* for most of the participants.

In conclusion, we can summarize that the Phase 1 of implementation of the SLADE database was successful and the targeted outcomes were achieved. However, an in-depth evaluation of these preliminary results still needs to be performed before we proceed with the data collection in the next phases of this project. The next Phase 2 is aimed at extending the number of recordings of Phase 1, using the same experimental protocol while the design of Phase 3 will be oriented towards assessment of cognitive stress level.

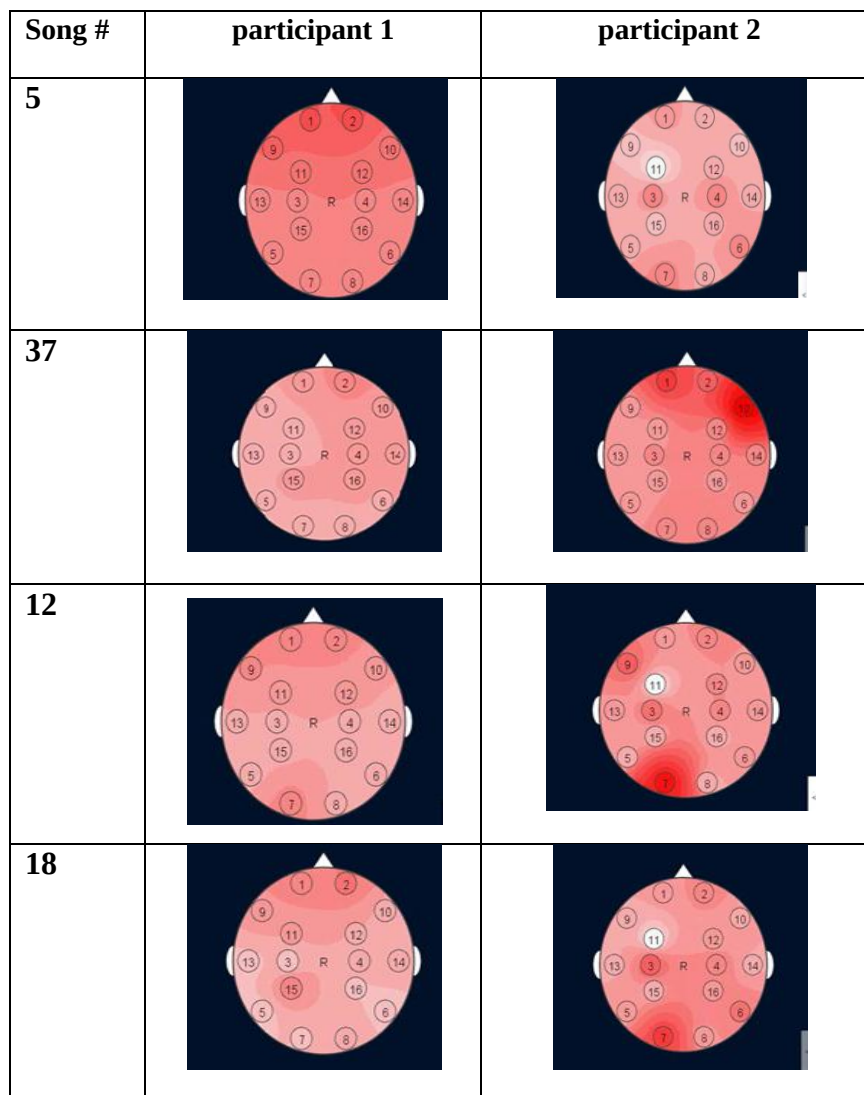


Fig. 4. Power spectrum of EEG signals of participants 1 and 2

Acknowledgment

The authors acknowledge with thanks the financial and logistic support by the project OP “Competitiveness” BG161PO0031-1.2.04-0044 financed by the Structural Funds of the European Union, and also by the projects NP8 “Development of advanced methods for automated analysis of EEG signals for detection of negative emotional states and neurological disorders” and SNP2 “Technological support for improving the quality of life of people with the Alzheimer disease” – both financed by the Technical University of Varna, Bulgaria.

References

- [1]. Akbas A. (2011). Evaluation of the physiological data indicating the dynamic stress level of drivers, *Scientific Research and Essays*, ISSN 1992-2248, vol. 6, no. 2, Jan. 18, 2011, pp. 430–439. DOI: 10.5897/SRE10.943
- [2]. Mark R. G., Schluter P. S., Moody G. B., Devlin, P. H., Chernoff, D. (1982). An annotated ECG database for evaluating arrhythmia detectors. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 29, no. 8, pp. 600.
- [3]. Moody G. B., Mark R. G. (1990). The MIT-BIH Arrhythmia Database on CD-ROM and software for use with it. *Computers in Cardiology*, vol. 17, pp.185–188.
- [4]. Goldberger A. L., Amaral L. A. N., Glass L., Hausdorff J. M., Ivanov P. Ch., Mark R. G., Mietus J. E., Moody G. B., Peng C.-K., Stanley H. E. (2000). PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals. *Circulation*, vol.101, no. 23, e215-e220. DOI: 10.1161/01.CIR.101.23.e215
- [5]. Koelstra, S., C. Muehl, M. Soleymani, J.-S. Lee, A. Yazdani, T. Ebrahimi, T. Pun, A. Nijholt, I. Patras (2011). DEAP: A Database for Emotion Analysis using Physiological Signals (PDF), *IEEE Transaction on Affective Computing*, Special Issue on Naturalistic Affect Resources for System Building and Evaluation, IEEE, 2011.
- [6]. Bradley M. M., Lang P. J. (1994). Measuring emotion: The Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *J. Behav. Ther. Exp. Psychiat.* 1994. no.25, pp.49–59.
- [7]. Sun F., Kuo C., Cheng H., Buthpitiya Sh., Collins P., Griss M. (2010). Activity-aware mental stress detection using physiological sensors, *International Conference on Mobile Computing, Applications, and Services*, Springer, 2010, pp. 211–230.
- [8]. The Open BCI project, URL, <http://openbci.com/>

Contacts:

Assoc. Prof. Valentina Markova
Department of Telecommunications
Technical University of Varna
E-mail: valliq@abv.bg



СРЕДСТВА ЗА РАДИОВРЪЗКА НА КВАДРАКОПТЕР С НАЗЕМНА СТАНЦИЯ

Илиян Ж. Бойчев, Гергана В. Спасова

Резюме: В настоящата статия се прави обзор на наземните станции за връзка с квадрокоптер. Описват се различните варианти на връзка с дрон 3DR IRIS + на фирмата 3D Robotics, предоставят се техните предимства и недостатъци.

Ключови думи: безпилотен летателен апарат, квадрокоптер, наземна станция, радиовръзка

Resources for radio connection between a drone and ground station

Iliyan Zh. Boychev, Gergana V. Spasova

Abstract: This article provides an overview of ground stations for communication with a drone. It describes the different variants of connection with a drone 3DR IRIS + of company 3D Robotics, and their advantages and disadvantages.

Keywords: unmanned aerial vehicle, drone, ground station, radio connection

1. Увод

Връзката на квадрокоптера с наземна станция се осъществява посредством безжична комуникация. В повечето случаи това е радиочестота от честотния спектър, в който се позволява несанкционирано излъчване на сигнал, различно за всяка отделна държава. Квадрокоптерите на 3D Robotics работят на 2 честоти- 433 MHz и 915 или 868 MHz, като за нашата страна използвана честота е първата.

2. Изложение

2.1. Връзка с наземна станция

Квадрокоптерите [1] представляват безпилотни летателни апарати, чието задвижване става с помощта на перки. Самото задвижване се извършва чрез управление на скоростта на въртене на перките. В зависимост от това кои перки с каква скорост се въртят, квадрокоптерът излита, каца или променя своята траектория по време на полет.

За да може квадрокоптерът да лети, е необходимо устройство, което да управлява скоростта на перките. С такова устройство, наречено контролер за управление или дистанционно управление, са снабдени всички квадрокоптери (от най-малките и прости като функционалност, до най-големите и мултифункционални).

Дистанционното управление представлява вид наземна станция, която непосредствено управлява квадрокоптера. Всички тези дистанционни са снабдени със стикове, чрез които се задава посоката на летене. В квадрокоптерите има монтиран контролер, който приема управляващата информация от дистанционното и я преобразува в електрически сигнали, които задвижват електродвигатели, към които са монтирани перките. По този начин дистанционното управление се явява главно устройство, което изпраща управляваща информация към квадрокоптера.

Повечето квадрокоптери имат в себе си GPS модул, акселерометър, възможност за монтиране на камера и др. При тях дистанционните управления са по-сложни и освен основната си функция за управление на квадрокоптера, са снабдени с дисплеи за

визуализация на най-различни параметри на дрона и полета и допълнителна информация. В този случай има двупосочна комуникация, като квадрокоптера изпраща информация към дистанционното управление.

Някои производители предлагат софтуери за компютри и мобилни устройства. Тези софтуери предлагат възможност за задаване на GPS координати, които квадрокоптерът да следва автоматично. По този начин компютърът или мобилното устройство се превръща в наземна станция, която предоставя автоматично управление на квадрокоптера.

Квадрокоптерите имат работен обхват до около 1000 м.

2.2. Съществуващи технически решения.

Съществуват няколко основни типа наземни станции за връзка с летателни апарати-дронове:

1. Контролер (дистанционно радиоуправление).
2. Компютърна система с необходимото програмно осигуряване за управление на полета.
3. Преносимо мобилно устройство (смартфон, таблет), което също е снабдено с програмно осигуряване.
4. Разработена собствена микропроцесорна система, използваща специализирани модули за радиокомуникация.

1. Контролер (дистанционно радиоуправление) - този тип станция е предназначен за ръчно управление на квадрокоптера.



Фиг. 1. Контролер (дистанционно управление)

Чрез дистанционното управление дронът се пилотира директно, използвайки стикове за навигация. Всеки от двата стика е отговорен за различните движения на квадрокоптера. Обикновено левият стик е свързан с излизането, кацането и завъртането наляво и надясно около оста си, като тези движения се управляват чрез преместване на стика в различни посоки. Десният стик в такъв случай е свързан с управлението на квадрокоптера в посоките напред, назад, наляво и надясно. Стикoвете всъщност издават управляващ сигнал към контролера, който се намира в дрон. Към контролера са свързани всички двигатели на летателния апарат, като в зависимост от това в каква посока е зададен да се движи, то контролерът управлява всъщност скоростта на двигателите. По този начин се променят и

оборотите на въртене на перките, което непосредствено оказва влияние на посоката на движение на дрона.

Този модел контролер има стикове за управление на допълнителни модули, свързани към квадрокоптера, както и дисплей за визуализация на най-различни параметри и техните стойности, свързани както със самото състояние на дистанционното, така и с параметри на дрона и полета. Тези параметри включват: текущо напрежение на батериите на дистанционното и на квадрокоптера, географски (GPS) координати на дрона: дължина (longitude), ширина (latitude), височина (altitude); GPS статус; скорост на летене; брой GPS сателити, с които има връзка дрона.

Предимства:

- непосредствено управление на квадрокоптера чрез стиковите;
- възможност за мониториране на модул LiveViewKit за визуализиране на картина от камера GoPro в реално време.

Недостатъци:

- няма възможност за задаване на траектория на летене на квадрокоптера (waypoints);
- не могат да се извършват калибровки на акселерометъра и GPS-а;
- силно ограничен обхват на връзката между дистанционното управление и квадрокоптера - 100м височина, 600 метра дължина;
- Операторът, манипулиращ с квадрокоптера, трябва да има пряка видимост към квадрокоптера във всеки един момент от време.

2. Компютърна система с необходимото програмно осигуряване за управление на полета.

3D Robotics предлагат два софтуера за компютърните системи:

- Mission Planner [2]- за Windows базираните системи (фигура 2);
- APM Planner – за OS X базираните системи.

Връзката между програмата и квадрокоптера е посредством радио приемо-предавател, който се свързва към компютъра чрез USB кабел.



Фиг. 2. Mission Planner програма

Mission Planner предоставя няколко основни функции:

- Калибриране на акселерометъра и GPS на квадрокоптера;
- Визуализиране на текущото положение на квадрокоптера в пространството, както и технически параметри;
- Задаване на GPS координати за автоматичен полет (т. нар. waypoints) на квадрокоптера.

Предимства:

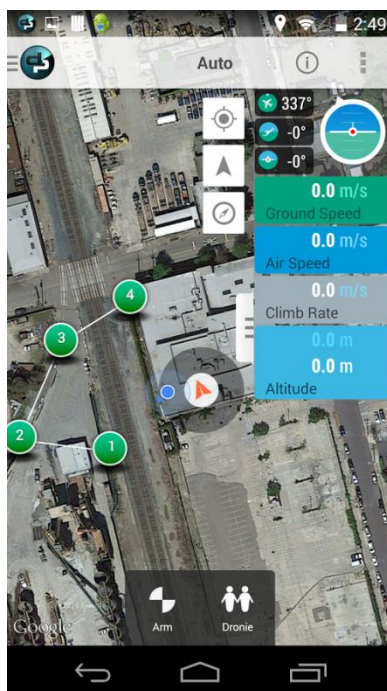
- наземната станция (в случая компютър или лаптоп) разполагат със захранване към електрическата мрежа, което осигурява непрекъснато захранване и продължителна работа на програмата;
- осигурява избор на автоматичен маршрут на квадрокоптера (waypoints);
- осигурява непрекъснато наблюдение на позицията на квадрокоптера и необходимите технически параметри.

Недостатъци:

- наземната станция не може да се пренася, докато е включена в захранването;
- за да се поддържа връзка с квадрокоптера, той трябва да е в максимално допустимия обсег на излъчване на безжичния сигнал спрямо наземната станция, т.к. тя е стационарно разположена;
- не е възможно ръчно управление на квадрокоптера.

3. Преносимо мобилно устройство (смартфон, таблет), което също е снабдено с програмно осигуряване

3D Robotics предлагат за устройства с Android операционна система, приложение DroidPlanner [3] (фигура 3) , което е подобно на Mission Planner.



Фиг. 3. DroidPlanner

DroidPlanner има силно опростен интерфейс спрямо MissionPlanner, но също като него предлага възможност за калибровка, избор на траектория за летене на квадрокоптера (waypoints) и наблюдение на полета върху географска карта на района.

Предимства:

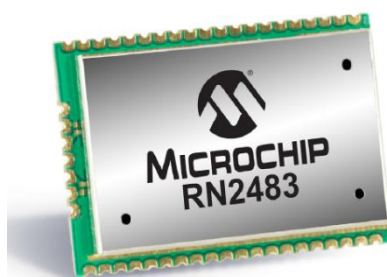
- използвайки мобилно устройство, квадрокоптерът може да бъде управляван независимо от местоположението на това устройство;
- операторът може да се движи във всеки момент от време, което позволява динамично да променя траекторията на движение спрямо текущата позиция на мобилното устройство.

Недостатъци:

- мобилното устройство има силно ограничено време на работа на своята батерия;
- за удължаване на батерията се налага да се осигурят външни батерии за дозареждане на вградената (power banks).

4. Разработена собствена микропроцесорна система, използваща специализирани модули за радиокомуникация

Съществува възможност да се изгради микропроцесорна система, използвайки в последствие модули за радиокомуникация с квадрокоптера. Пример за това е изграждане на система с PIC микроконтролер, към който се свързва специален модул RN2483 [4].



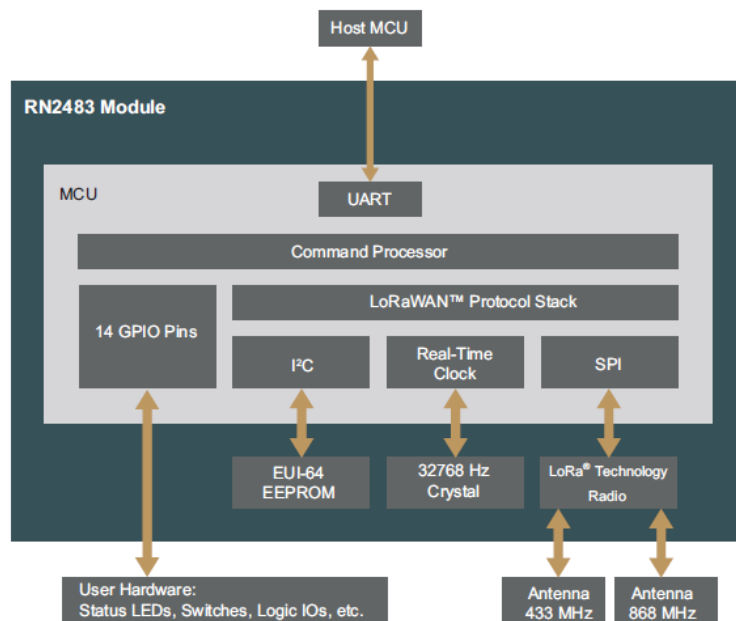
Фиг. 4. RN2483 модул

RN2483 предоставя два типа комуникация: UART интерфейс за обмяна на данни с микроконтролер, който поддържа UART стандарта и RF радио връзка с обект. Радиовръзката може да бъде осъществена на 2 честоти: 433 MHz и 868 MHz. Честотата от 433 MHz позволява връзка с квадрокоптера, т.к. неговият предавател излъчва именно на тази честотата. Чрез UART интерфейса се изпращат данни към микропроцесора, вграден в чипа, а той от своя страна ги изпраща безжично към отдалечения обект. Съответно може да се приема информация, постъпваща от отдалечения обект.

RN2483 опростява значително комуникацията, тъй като преобразува автоматично постъпващите пакети по серийния интерфейс в удобен вид за предаване по безжичния канал.

RN2483 се състои от следните блокове (фигура 5):

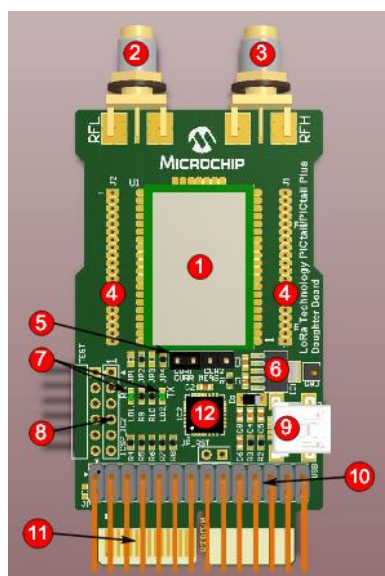
- UART - предоставя стандартен сериен интерфейс
- Command Processor – главният процесор на RN2483
- I2C - служи за връзка с EEPROM памет
- LoRaWAN protocol stack - реализира LoRaWAN протокол за комуникация
- 14 GPIO pins - 14 пина с общо предназначение - към тях могат да се свързват диоди за индикация, ключове, входно/изходни модули и др.
- LoRa radio - за изпращане/приемане на данни чрез двете антени, съответно за ниската (433 MHz) и високата (868 MHz) честоти.



Фиг. 5. RN2483 блокова схема

Microchip предоставят собствена платка, наречена PICtail Plus Daughter Board [5] (фигура 6). На нея е монтиран RN2783, като е изградена базова конфигурация за използването на чипа. PICtail Plus Board има Mini USB куплунг за връзка с компютър, което позволява директно използване на RN2783 за безжична комуникация с квадрокоптера. На PICtail Plus има преобразувател от USB към UART, което позволява да се изпращат директно ASCII команди към безжичния модул.

За специфични цели може да се изработи собствена платка, на която да бъде монтиран RN2483.



Фиг. 6. PICtail Plus Daughter Board

1. Microchip RN2483 безжичен модул
2. SMA конектор за честота 433 MHz
3. SMA конектор за честота 868 MHz
4. Конектори за храняващи пинове и GPIO модулет на RN2483
5. Supply Current measurement points
6. Вграден LDO

7. LED диоди за изпращане/приемане на данни по UART
8. ICSP куплунг за програмиране на вградения PIC18 процесор
9. USB конектор
10. PICtail комуникационен интерфейс
11. PICtail Plus комуникационен интерфейс
12. PIC18 процесор за потребителски функции

5. Заключение

В доклада са представени три от най-използваните наземни станции за връзка с квадрокоптер. За всяка наземна станция са описани характерните ѝ особености, предимства и недостатъци. Предлага се изграждане на собствена наземна станция, базирайки се на микропроцесорна система и модул за радиокомуникация на фирмата Microchip.

Литература

- [1]. <https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%99BE%D0%BD>
- [2]. <http://ardupilot.org/planner/docs/mission-planner-overview.html>
- [3]. <http://diydrones.com/profiles/blogs/droidplanner-2-official-stable-release>
- [4]. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/50002346A.pdf>
- [5]. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/50002366A.pdf>

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект ПД4/2016г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

За контакти:
ас. Илиян Ж. Бойчев
катедра „Компютърни науки и технологии”
Технически университет - Варна
E-mail: iliyan.boychev@abv.bg



МЕТОДИ ЗА КОМПРЕСИЯ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ - СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ

Гергана В. Спасова, Илиан Ж. Бойчев

Резюме: В доклада се прави анализ и сравнение на съществуващите методи за компресия на изображения и видео. Изброени са апаратните средства, които ще се използват за заснемане и предаване на изображения.

Ключови думи: Изображения, Компресия

Methods for image compression - comparative analysis

Gergana V. Spasova, Iliyan Zh. Boychev

Abstract: An analysis and comparison of existing methods for image and video compression is presented in the paper. Listed here are hardware tools that will be used to capture and transmit images.

Keywords: Images, Compression

1. Увод

Обработката на некомпресирани потоци от данни в мултимедийните системи изисква оперативна памет от порядъка на гигабайти и скорост на предаване на данните от порядъка на 140Mbit/s. За да се намалят изискванията към конфигурацията, се пристъпва към намаляване на размера на данните, които се предават. В бъдещата разработка ще се работи с подвижни изображения и видео, затова обект на разглеждане в настоящия доклад са алгоритмите за компресия на подвижни обекти.

2. Изложение

Най-използваните методи за компресия са: JPEG (за неподвижни изображения), MPEG (за видео и аудио информация), MP3 – за компресия на звук.

Основни критерии за оценка на използваните методи могат да бъдат:

- коефициент на компресия;
- скорост на предаване (брой кадри в секунда);
- отношението сигнал / шум;
- изчислителната сложност на алгоритъма;
- възможността за компресия в реално време.

Допълнителни изисквания към методите за компресия:

- да не зависи от размера и честотата на кадрите;
- възможност за регулиране на честотата на кадрите
- възможност за синхронизация на аудио, видео сигналите и другите медии;
- съвместимост - генерираните от една мултимедийна система данни да могат да се четат от всяка друга система.

2.1. Основни методи за компресия в мултимедийните системи

В таблица 1 са показани методите за компресия в мултимедийните системи.

Таблица 1. Методи за компресия [1][2]

Ентропийно кодиране	Кодиране по дължина Хафманово кодиране Аритметично кодиране	
Ресурсно кодиране	Кодиране с предсказване	Диференциална импулсно кодова модулация (DCPM)
	Кодиране с трансформация	Бързо преобразуване на Фурие - FFT Дискретно косинусово преобразуване (DCT) Фрактална компресия
	Кодиране по слоеве	Подразделяне Подлентово кодиране
Хибридно кодиране	JPEG MPEG H.361 DVI	

2.2. Основни етапи при компресия на мултимедийна информация

Подготовка на данните ->Обработка ->Квантуване -> Кодиране

- Подготовка на данните – включва аналогово-цифрово преобразуване (АЦП). Например при компресията на изображение, то се разделя на блокове от по 8x8 пиксела и всеки пиксел се характеризира с фиксиран брой битове.
- Обработката е съществен етап от компресията. Използват се различни алгоритми. Така например, DCT (Дискретно косинусово преобразуване) използва преобразуване от временната в честотната област.
- При етапа на квантуването се обработват данните от предходната стъпка. Извършва се нормализация, при която на всяко реално число в данните се съпоставя цяло число, при което точността намалява.
- Последната стъпка обикновено е кодирането.

2.3. Компресия на неподвижни изображения (JPEG)

- Декомпозиция на картината в блокове 8x8
- Дискретна косинусова трансформация (DCT)
- Прагово отрязване и квантуване
- Зиг-заг сканиране
- Кодиране по дължина
- Кодиране с променлива дължина (Huffmann кодиране)

2.4. Компресия на подвижни изображения (MPEG)

MPEG (Moving Picture Expert Group) е обединен комитет на Международната Организация по Стандартизация (ISO) и Международната Електротехническа Комисия (IEC).

2.4.1 MPEG-1

Стандартът MPEG-1 [3][7] специфицира поток от данни 1,5-4 Mbit/s. Базовият алгоритъм ограничава скоростта на предаване на данни до 150 – 225 Kbit/s с разрешаваща способност 352 x 288 (PAL – стандарт за предаване на аналогова цветна телевизия в Европа) или 320 x 240 (NTSC – стандарт за предаване на аналогова цветна телевизия в Америка) при

25 или 30 кадъра в секунда.

2.4.2 MPEG-2

В MPEG-2 [4][7] стандартът е определена интензивност на потока от данни от 2 до 15Mbit/s. Стандартът е предназначен да обслужва телевизионен видеосигнал, разпространяван по ефир, по кабел и спътникова телевизия.

В следствие към него е добавена и телевизията с висока разрешаваща способност. Първоначално се е предполагало за телевизията с висока разрешаваща способност да бъде разработен стандартът MPEG-3, но се оказва, че с известна доработка методът на кодиране на MPEG-2 може да покрие изискванията на телевизията с висока разрешаваща способност. В резултат на това работата по MPEG-3 е била прекратена.

MPEG-2 стандартът покрива видео с разрешаваща способност 704x480 пиксела по NTSC и 704x576 по PAL и допуска разширяемост до HDTV.

2.4.3 MPEG-4

Стандартът MPEG-4 [5][7] е предвиден за много ниски скорости на разпространение на потока от данни (звук и видео) за целите на видеоконферентните връзки, мултимедийна електронна поща и т.н. Стандартът е оптимизиран за минимална разрешаваща способност до 176x144 пиксела при честота 10Hz с интензивност на потока данни от 4800 до 64000 бита в секунда.

2.4.4 MPEG-7

MPEG-7 [6][7] е стандарт за описание на различни типове мултимедийна информация с цел осигуряване на ефективно и бързо търсене. Официалното име на MPEG-7 е "Multimedia Content Description Interface" - интерфейс за описание на мултимедийни данни. MPEG-7 определя стандартен набор от дескриптори за различна мултимедийна информация, както и начина за определяне на собствените дескриптори и взаимните им връзки. За тази цел се използва специален език за описание на определения (Description Definition Language - DDL). MPEG-7 основно се използва за търсене на мултимедийна информация (подобно на търсенето на текст днес). Например:

- търсене на графично изображение. По няколко нарисувани от потребителя фрагмента може да се получава информация за всички изображения, съдържащи такъв фрагмент;
- търсене на музика. Посредством изсвирване на кратка мелодия могат да се намират музикални произведения, които съдържат такава последователност;
- търсене на видео. Чрез задаване на обект и движение се получава списък от видео или анимация.

2.4.5 MPEG-21

Разработването на спецификацията MPEG-21[7] е проект, наречен "Система от мултимедийни средства" (Multimedia Framework). Работата е започната през 2000 г. Предвижда се първоначално да се извърши разширяване, уеднаквяване и обединяване на форматите MPEG-4 и MPEG-7 в обща структура.

2.5. Сравнителни характеристики на методите за компресия на подвижни обекти

В таблица 2 е представено сравнение на методите за компресия MPEG 1, 2, 4 и 7 по показателите: предназначение, размер на компресирания файл, качество, скорост на предаване на данните, разрешаваща способност на видеото.

Таблица 2. Сравнителни характеристики на методите за компресия.[8][9][10]

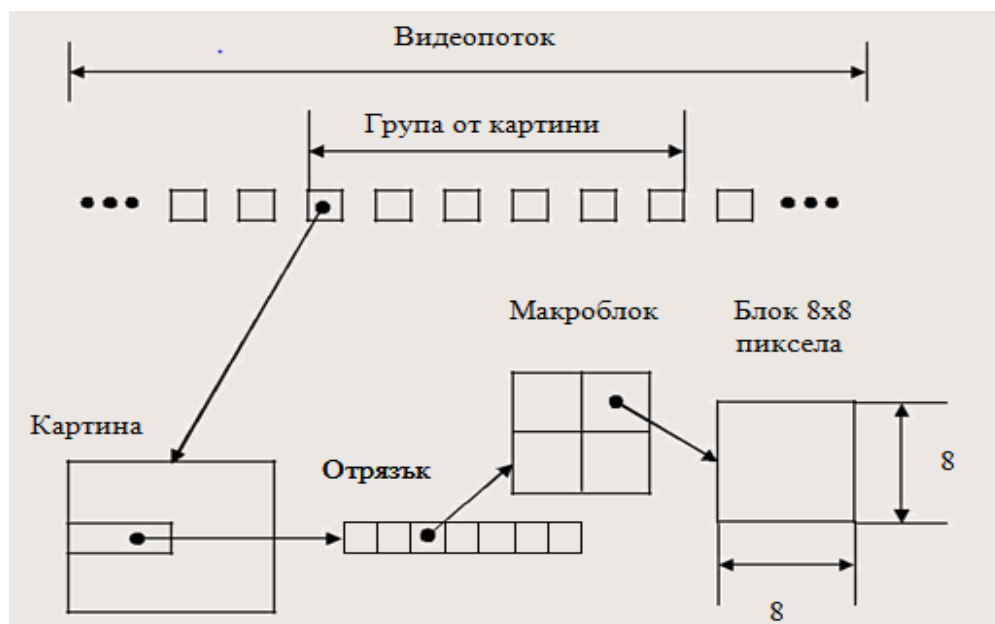
	MPEG 1	MPEG 2	MPEG 4	MPEG 7
Пред-назна-чение	Метод за кодиране, който се използва при VCD за съхранение и извличане на движещи се картини и аудио на носители за съхранение.	Метод за кодиране, който се използва при телевизионно излъчване и DVD-та. За цифровата телевизия това е навременна реакция за производството на спътниковото излъчване, а за кабелната телевизия - преход от аналогов към цифров формат.	Метод за кодиране, който се използва при преносими устройства и интернет стрийминг. Представява кодове на съдържание като обекти и дава възможност на тези обекти да бъдат манипулирани поотделно или заедно за аудиовизуална сцена.	Комбинация от MPEG 1, MPEG 2 и MPEG 4. MPEG 7 позволява вграждането на метаданни в аудио и видео файлове. Този стандарт използва XML за съхранение на метаданните. Този стандарт описва характеристики на мултимедийното съдържание.
Размер на компресирания файл	Кодираният файл е с голям размер.	Кодираният файл е с 5 пъти по-голям размер от MPEG4.	Кодираният файл е с по-малък размер от MPEG2 и е приложим за преносими устройства и работа в реално време.	Кодираният файл е с малък размер.
Качество	Постигането на по-добра компресия не е възможно без изпускането на битове, носещи информация	Осигурява добро качество, но не е направен за мултимедийни приложения и онлайн стрийминг.	Осигурява по-добро качество при онлайн поточно аудио-видео	
Скорост на предаване на данните	1,5 Mbit/s	2-15 Mbit/s	4800 - 64000 bit/s	
Разрешаваща способност на видеото	320x240	704x480pix	175x144 pix	

Всеки стандарт е предназначен за различна среда на приложение. Има разлика в обема на компресирания файл, скоростта на предаване на данните и разрешаващата способност на видеото. Стандарт MPEG 7 обединява параметрите на другите три метода. При него обемът на компресирания файл е най-малък. В днешно време този стандарт намира най-голямо приложение.

2.6. Алгоритъм при MPEG компресията

Алгоритъмът на MPEG видеокомпресия се основава на две базови техники: блоково базирано компресиране на движението за намаляване на времевите излишъци и компресия на базата на дискретната косинусова трансформация за намаляване на пространствените излишъци.

На фигура 1 е представена йерархията на данните в един видеопоток.



Фиг. 1. Йерархия на данните във видеопотока

MPEG дефинира една йерархия от слоеве в рамките на една видео-последователност. Всеки слой има специфична функция при процеса MPEG. Започвайки от най-горното ниво, слоевете са както следва:

- Последователност - това е най-високият слой, който определя контекста, валиден за цялата последователност (основните видео параметри и др.)
- Група от картини (GOP) – това е слой, определящ произволния достъп до последователността и винаги започващ с I картина.
- Картина - това е елементарната визуализираща единица, която може да бъде от един от трите вида I, P или B.
- Срез - това е слой за адресиране вътре в кадъра и за синхронизация и ресинхронизация, например при възстановяване на грешка. Той е дефиниран като една серия от последователни макроблокове. Съвкупността от срезове покрива цялата картина, без да има каквото и да е припокриване между различните срезове. Размерът на среза теоретически варира от един макроблок до размера на цялата картина, но най-често е един ред от макроблокове.
- Макроблок - това е слой, използван за установяване и компенсация на движението. Един макроблок има размер от 16x16 пиксела и е съставен от четири блока за яркост и два за цветност (един Cg и един Cb), покриващи същата площ.
- Блок - картината се разделя на блокове 8x8 пиксела. Блокът е слой, където се прилага дискретна косинусова трансформация.

2.7. Типове картини

За осигуряване на произволен достъп до компресираното видео от една страна и за постигане на висока степен на компресия от друга, в MPEG алгоритъма се използват три

типа картини:

- Ключови (вътрешни) картини - Intrapictures (I)
- Предсказани картини - Predicted pictures (P)
- Интерполирани картини за двупосочно предсказване - Bidirectional pictures (B).

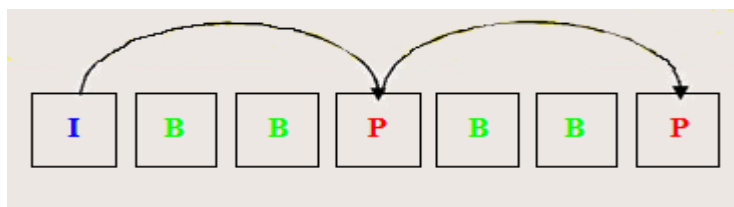
2.7.1 I - картини

I-картините са кодирани, като се използва само информацията, съдържаща се в самата картина. При тях се използва само трансформационно кодиране. Обикновено използват два бита за кодиран пиксел.

2.7.2 P - картини

P-картините (фигура 2) са кодирани по отношение на най-близката предишна I или P картина. Тази техника се нарича кодиране с предсказване напред. Предсказваните картини осигуряват по-голяма степен на компресия и служат при изграждане на B-картини и бъдещите P-картини. Те използват компенсиране на движението за постигане на по-висока степен на компресия, отколкото I-картините.

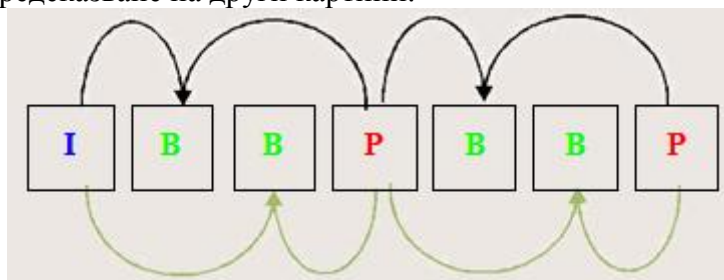
P - картините могат да разпространяват грешки при предсказването си от предишни P-картини.



Фиг. 2. P-картина

2.7.3 B - картини

B - картините (фигура 3) използват едновременно и предишни, и бъдещи I и/или P картини при изграждането си. Тази техника се нарича двупосочно предсказване. B - картините осигуряват най-висока степен на компресия, не разпространяват грешки, тъй като не се използват за предсказване на други картини.



Фиг. 3. B-картина

3. Заключение

Методът, който е заложен да се използва в бъдещата разработка, е компресия без загуби, чрез използване на минимизация на логически функции. След предварителна обработка изображението може да се раздели на битови равнини, които да се разделят на по-малки блокове. Блоковете се превръщат в булеви комуникационни функции, които, като се минимизират, се осъществява компресия на изображението. Има реализиран метод за свеждане на една функция до минимална сума от прости импликанти. Това е методът на Куайн-МакКласки. Ако минтермите се представят като последователност от битове, те могат

да се минимизират и да се получи по-малка последователност. Тази минимизация се явява компресия на последователността от битове.

За бъдещите изследвания ще се използва дрон 3DR IRIS+ и камера GoPro Hero4 Silver Edition. GoPro HERO4 Silver Edition е първата камера с вграден сензорен дисплей. Записите могат да се преглеждат веднага след записа. Позволява заснемане с резолюция fullHD и 60 кадъра за секунда или HD резолюция и 120 кадъра.

HERO4 е с вграден Wi-Fi и Bluetooth модул, което позволява свързването на камерата с безплатното приложение GoPro APP или към дистанционно управление Smart Remote. По този начин всеки смартфон или таблет може да се трансформира в универсално дистанционно. Чрез дистанционното управление Smart Remote има възможност да се управляват до 50 камери на разстояние 180 метра. Снетите снимки от камерата ще се компресират чрез разделяне на изображението на блокове, които ще се минимизират.

4. Използвана литература

- [1] Колев В., „Компресия на цифрови изображения с ниски загуби”, Нучни трудове на Русенския университет, 2012
- [2] <http://tuj.asenevtsi.com/Media/M21.htm>
- [3] <https://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-1>
- [4] <https://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-2>
- [5] <https://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-4>
- [6] <https://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-7>
- [7] <http://www.kakvo.org/kodirane-na-video-ot-danni-chast-2/multimediya/statia>
- [8] <http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-mpeg2-and-mpeg4/>
- [9] <https://www.winxdvd.com/answers/mpeg2-vs-mpeg4.htm>
- [10] <http://www.differencebetween.info/difference-between-mpeg4-and-mpeg7>

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект ПД5/2016г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

За контакти:

ас. Гергана В. Спасова
Технически университет – Варна,
Катедра „Компютърни науки и технологии”
email: g.spasova@tu-varna.bg

СЕКЦИЯ 2

СОФТУЕРНИ И ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИИ

*Четвърта научна конференция с международно участие
"Компютърни науки и технологии"
30 септември – 1 октомври, 2016г.
Варна, България*



*Fourth Scientific International Conference
Computer Sciences and Engineering
30 September – 1 October, 2016
Varna, Bulgaria*

SECTION 2

SOFTWARE AND INTERNET TECHNOLOGIES

DYNAMIC PRESENTATIONS AND THEIR USE IN EDUCATION

Nebojša Stanković, Miloš Papić, Nenad Pantelić, Boris Jevtić

Abstract: In this paper we examined students' attitudes about one of the popular tools for creating and sharing dynamic presentations. The study included 35 students of the Faculty of Technical Sciences in Čačak, who had the task to create a dynamic presentation in Prezi and thus to master the skills necessary to use it. Students were then given a questionnaire, prepared specifically for this study, and they expressed their opinion on certain aspects of the use of Prezi. None of the 35 surveyed students had no previous experience in working with Prezi nor any other tool for creating dynamic presentations, so assessments of all the surveyed students were taken as relevant for the study. The authors hope that on the basis of this paper, Prezi, and the concept of dynamic presentations, will gain popularity and that people involved in education will begin to apply it, which will modernize and innovate and thus improve their teaching.

Keywords: Prezi, dynamic presentation, slide presentation, slide show, evaluation.

1. Introduction

The presentation is a way of presenting ideas and information to a certain group of people. In the case of education, the auditorium can be pupils and students. For this reason the presentation should be interesting, compelling and innovative at the same time. The same applies for the mere act of presenting, ie exhibiting the teaching.

There has been too much talk about the presentations and the use of multimedia in education in recent years. More precisely, slide presentations or slide shows. Some teachers, especially those of the younger generation do not even know what it looks like to teach without the use of presentations.

Regardless of the ability to enrich the slide presentation with a variety of multimedia content, they remain static at the end. One slide replaces another by well-established order until it reaches the end of the presentation. The most common tool used for creating slide presentations on your computer is PowerPoint. It became a synonym for slide presentations and slide shows. The question is *what exactly are the benefits of this form of presentation* compared to transparencies that were used until recently – and many use them still, if we consider the dynamism of the presentation and attention that presentation should cause in students, as well as the interaction between the teacher and the teaching content.

In contrast to slide presentations, since recently there are tools which can be used to create dynamic presentations. One such tool is Prezi. It is a tool that is designed for those who want to pass the information to the listeners on an interactive and interesting way. Prezi offers an innovative approach to creating presentations in which there are no classical slides. Prezi is an online tool available on all platforms and all devices. He is primarily intended for use on the Web although there is a Desktop version. Prezi is a project created with the aim to provide more freedom in presenting ideas. The slide concept is completely discarded. The opinion of Prezi's creators is that it overcame the mindset that has long ago been imposed by a slide projector.

The primary aim of this paper is to presents a different kind of presentations and presenting the teaching content from the already established, to the general public dealing with education and to broaden their mindset. This will be achieved through the presentation of the results obtained by testing and evaluating the mentioned tool by the students.

2. Advantages and disadvantages of Prezi

Prezi breaks the stereotype of the slide-presentations. Prezi is excellent for those who want to move away from the classic presentations created using PowerPoint. What distinguishes Prezi of other tools for creating presentations is [1, 2]:

- Breaks the Mold - Prezi is not your typical slide-based presentation tool. You start with a blank canvas and can add and manipulate content anywhere on the page. There is no such thing as a linear, slide-by-slide display method (unless you design it that way, of course).
- Link Text and Images to Movement – The movement relates to the terms and examples, creating a visual link for the students.
- The zoom function. Prezi opens up as a large canvas filled with all of your information in a creative and unique way. When you want to speak about a particular topic, you simply zoom in on the part of your canvas that is filled with that information. You can then zoom out and zoom into another part of the canvas. Instead of fumbling around trying to find a particular slide, you can smoothly and easily navigate your presentation. When you zoom in, you can pan around that particular area to show more details.
- It is free and web-based, which means you can work from any computer with Flash and an internet connection. You don't need to download any programs onto your computer and you don't need to carry around an external hard drive or flash drive in order to present.
- Images can be inserted horizontally, vertically, or at any angle you can imagine.
- You can easily insert photos, videos and audio.
- Since they are web-based, Prezi presentations can easily be embedded into blogs and webpages.
- You can design pages to make them look as though they are a magazine or newspaper article;
- Appropriate for All Ages.
- Shows Students You're "Up-to-date" with Technology.

Disadvantages of Prezi are [1, 2]:

- The interface of Prezi can seem overwhelming when you first begin using it. While PowerPoint is a widely known program, Prezi is not usually taught in schools. You'll have to learn an entire new program before you can begin making presentations.
- A lot of people have complained about developing headaches or getting dizzy because of all of the animation and zooming that is used within Prezi.
- You can't print out slides (since there are no slides), so your audience won't be able to have a copy of your presentation for reference or note-taking.
- In order to use Prezi offline, you will have to purchase the program – which is most costly than Microsoft Office.
- The pre-made templates cannot be edited. As opposed to PowerPoint, you cannot change the color schemes or font used within the template.
- All of the animation used within Prezi can actually distract your audience from the actual content of the presentation.
- It can be a bit gimmicky and unprofessional.
- It hasn't been around as long as PowerPoint has, so some features still need a bit of tweaking to make them more user-friendly.

3. The use of Prezi in education

Prezi is a tool for learning through visualization which presents the content in a nonlinear way.

A new way to explore the material within the presentation offers focusing on ideas, moving at the same time from the overall picture to the smallest details. Instead of the classic slides that provide accumulated information, Prezi favors visual way of learning and works on a similar principle as mind maps.

The main objective of this designer tool is to provide the presentation developers more interesting work and an exciting presentation to auditorium. With Prezi is much easier for the audience to see the whole picture but at the same time to keep the attention on certain details. Therefore, an increasing number of users are using Prezi for educational purposes [3]. Udemy Blog [2] states that Prezi presentations may be best when presenting to children or a classroom full of students. Prezi is on the list of the twenty tools for creating presentations in classes [4].

Collaborative work option allows the teacher to invite colleagues and students to cooperate on a certain issue for one to seven days. This is the ideal solution for homework for groups or teams of students. They can cooperate by providing their contribution to a presentation, and accomplishing their part of the job. Only shortcoming is that they cannot all work at the same time.

Five reasons why you should use Prezi in education [3]:

1. Prezi creates stunning visual impact. Import pictures, maps and PDFs and use them as a canvas. With the cinematic experience of the zooming function, your students will feel like they are transported into a “world” that you have designed yourself.
2. Prezi is interactive whiteboard friendly. Designed in 2009 with the iPad in mind, it allows you to create exciting and interactive presentations with touch navigation.
3. Prezi offers more freedom of navigation. Your Prezi can be kept in the public domain and therefore accessed by your students on the Internet. At home, they can navigate the Prezi themselves, observe connections of ideas and visualise concepts.
4. Prezi is a great tool for interactive classroom sessions or group projects. Students can cooperate in real time with up to ten others, in the classroom or at home, to brainstorm and build a presentation on one shared virtual whiteboard.
5. If you already have all your notes in PowerPoint, you don't need to start all over again. Use the PowerPoint Import feature to transfer your existing content directly into your Prezi.

In addition to these advantages, Prezi offers free tutorials that are easy to follow [5].

4. Organization of research

During the summer semester of 2015/16, 35 freshmen of the Faculty of Technical Sciences in Čačak (study program Information Technology), as a part of the seminar paper, had the task to master the basic skills of using Prezi, by creating one dynamic Prezi presentation. As a final part of the work, students expressed their opinion on certain aspects of the use of Prezi by filling the questionnaire. Assessment scale specifically designed for this research was used for the survey. The scale consisted of 10 following claims (aspects) that relate to some of the characteristics associated with the use Prezi, as a tool for creating dynamic presentations:

1. Registration on Prezi.com is easy.
2. I easily learned to use Prezi.
3. I am pleased that I learned to use Prezi.
4. Prezi is more suitable for creating short presentations.
5. Prezi is more interesting for younger audience.
6. Prezi makes an exceptional visual effect.
7. Prezi presentations better hold attention than the classic slide presentations (PowerPoint).
8. I need to be better prepared when presenting PowerPoint presentation than Prezi presentation.
9. Prezi presentations will completely replace the slide presentation.

10. Prezi should be used in education.

For each statement it was necessary to enter the answer that matches the opinion of the surveyed student the most. Possible answers were in categories: 1 (strongly disagree), 2 (disagree), 3 (agree), 4 (strongly agree) and 5 (indecisive).

It is important to note that none of the 35 surveyed students had no previous experience in working with Prezi nor any other tool for creating dynamic presentations.

5. Results and discussion

Students used the online version of Prezi to create a dynamic presentation. Their task was to create an account on www.prezi.com, and to make a presentation on a given topic. Finally, as part of the final exam, the students filled out a questionnaire in which they expressed their opinion on each of the 10 statements.

Figure 1 shows the answers of the surveyed students in the first three claims from the questionnaire concerning the ease of registration and learning to work in Prezi, as well as their satisfaction with learning to use Prezi. It is obvious that students agree with the above statements in a very high percentage.

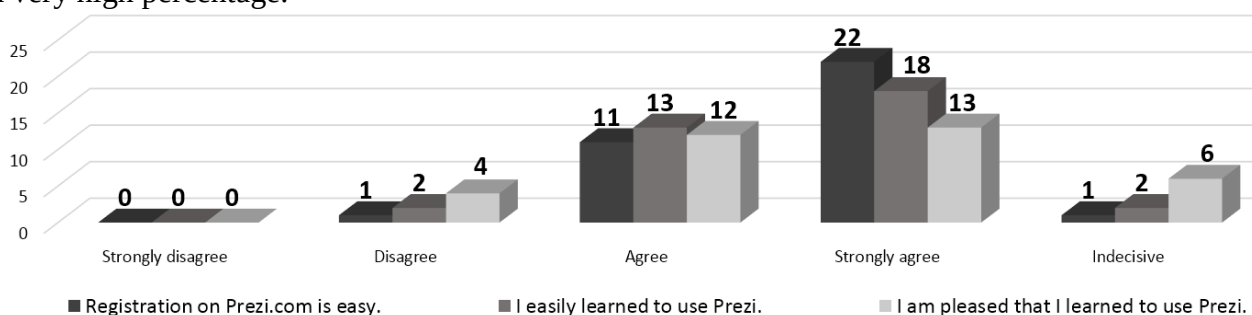


Fig. 1. Graphic representation of evaluation of the first three statements

Of the 35 surveyed students:

- Only two (5.7%) had difficulties in opening an account.
- 88.6% students (31 student) easily learned to use Prezi.
- More than 71% of students (25) are satisfied because they learned to use Prezi.

Figure 2 shows the answers of the surveyed students on claims 4, 5 and 6. For these statements, there was a significant number of students who were indecisive.

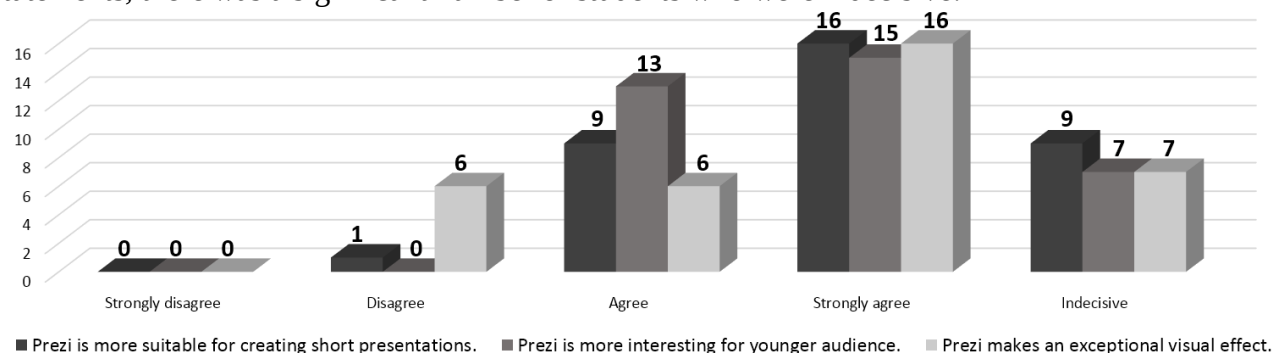


Fig. 2. Graphic representation of evaluation of the second three statements

- Nearly half of students (45.7%) fully agrees with the statement *Prezi is more suitable for creating short presentations*, but 9 students are indecisive on this issue.
- The majority of respondents (80%) agrees that *Prezi is more interesting for younger audience*.
- The majority agrees also that *Prezi makes an exceptional visual effect* (66%) but 16% doesn't which may mean that they didn't fully fathom in its capabilities.

Prezi is more interesting than the usual PowerPoint, which educators use in teaching, because it has a more interesting appearance, the possibility of movement in space on the same level and between levels. He has a so-called "wow" factor, which impresses the audience. The program itself offers a number of handy templates for displaying lessons. It is also possible to individually design the entire space.

Prezi is an extremely useful tool when you need to bring the elements together or need to express their connection. In these circumstances, Prezi gives much better results than PowerPoint. Ideally Prezi should be used for a particular material where it is necessary to spatially organize information. This tool is used as a platform to bridge the linear and non-linear presentations, or as a tool for brainstorming and structured presentation. Prezi is a program that tries to correct the linear thinking, which is the basis PowerPoint, and enables to zoom into each element of the presentation which brings the presentation to life.

The result of the comparison of work in Prezi and in PowerPoint is shown in Figure 3. All the students use PowerPoint for many years, while this was their first encounter with Prezi and dynamic presentations in general. It could be assumed that their opinions on these statements will be divided, because it was a brief period in which students should master the basic skills and create their first dynamic Prezi presentation.

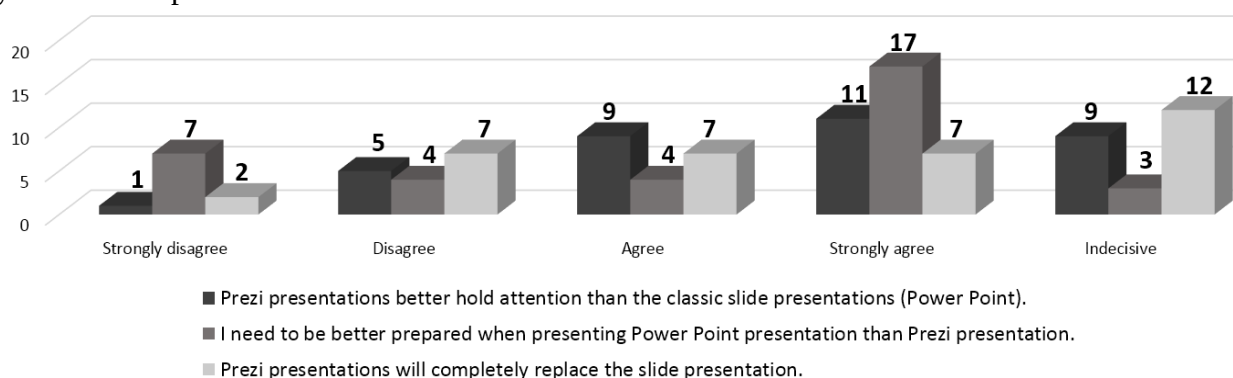


Fig. 3. Graphic representation of the results of Prezi/PowerPoint comparison

- The majority of respondents believe that *Prezi presentations better hold attention than the classic slide presentations (PowerPoint)* – 57%.
- Nearly half of respondents fully agree with the statement *I need to be better prepared when presenting Power Point presentation than Prezi presentation* (48.5%).
- Respondents were most indecisive with the claim *Prezi presentations will completely replace the slide presentation*, (34.3%).

The last statement in the questionnaire is: Prezi should be used in educational process. On the basis of their experience in Prezi, students assessed that Prezi should become a new tool for creating and displaying presentations during teaching (figure 4).

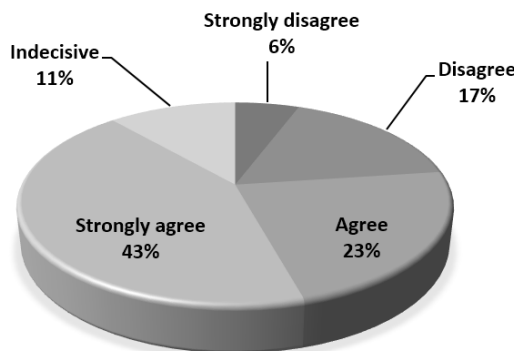


Fig. 4. Graphic representation of evaluation of the statement *Prezi should be used in education*

Two-thirds of students (66%) believe that Prezi should be used in education, while only 6% are indecisive which indicates that students thoroughly did their task, because 94% of them realized the advantages/disadvantages of Prezi.

6. Conclusion

Presentation is nowadays one of the main tools which serve a lecturer in sharing knowledge and experience. Most of the presentations that are used today are static, difficult to modify, some even impossible to follow, and the question of their effectiveness arises. At the end of the first decade of this millennium, tools began to appear on the market that offer new and different way of presenting content. A concept of dynamic presentations emerged.

What this study has confirmed that he remained unknown to most stakeholders in the field of education. However, once they got acquainted with it, they were very satisfied. Namely, students did not have any problems with registration on Prezi.com – creating a Prezi account was simple; Moreover, they think that Prezi is a simple tool. They are satisfied that they have learned to use it; They find that Prezi is very useful tool and that it should be used for educational purposes. In addition, comparing it with PowerPoint, students feel that Prezi better holds their attention and requires less preparation for presentation. However, the claim that Prezi presentations will someday replace slide presentations, had the most indecisive students in relation to other claims.

The authors hope that, based on the results of this research, Prezi, and the concept of dynamic presentations, will gain popularity and that people involved in education will begin to use it. That would certainly modernize and innovate, and thus improve the teaching process.

References

- [1]. <http://instructionaltechtalk.com/advantages-and-disadvantages-of-prezi> retrived on 19/7/2016
- [2]. <https://blog.udemy.com/prezi-vs-powerpoint/> retrived on 19/7/2016
- [3]. <http://www.bbcactive.com/BBCActiveIdeasandResources/UsingPreziInEducation.aspx> retrived on 20/7/2016
- [4]. <http://www.educatorstechnology.com/2012/05/list-of-20-free-tools-for-teachers-to.html> retrived on 20/7/2016
- [5]. www.prezi.com/learn retrived on 20/7/2016

For contacts:

PhD, Miloš, Papić, assistant professor
Faculty of Technical Sciences, Čačak
University of Kragujevac, Serbia
E-mail: milos.papic@ftn.kg.ac.rs

EXPERIMENTAL STUDY OF USING THE K-NEAREST NEIGHBOUR CLASSIFIER WITH FILTER METHODS

Jasmina Đ. Novakovic, Alempije Veljovic, Sinisa S. Ilic, Milos Papić

Abstract: In this study we experimentally research the performance of the k-nearest neighbors classifier with filter methods. The k-nearest neighbor is a common classification method. It has been widely used in many fields because of the implementation simplicity, the clarity of theory and the excellent classification performance. So, learning from the idea of reduced dimension of data which use the k-nearest neighbors classifier, this paper adopts filter methods and applies it to various data sets. Experiment shows that it is possible to improve the classification accuracy of the k-nearest neighbors classifier, using the filter methods for reducing the dimensionality of the data.

Keywords: classification accuracy, dimension reduction, filter methods, IBk, k-nearest-neighbor, standard deviation

1. Introduction

Many database applications such as image, time series and scientist databases, manipulate high dimensional data. In these applications, one of the most frequently used and yet expensive operations is to find objects in the high-dimensional database that are similar to a given query object. K-nearest neighbor search is an essential requirement in such cases.

K-nearest neighbor is a non-parametric lazy learning algorithm. Being a non-parametric algorithm it does not make any assumptions on the underlying data distribution. This is a key advantage because majority of the practical data does not obey theoretical assumptions made and this is where non-parametric algorithms like k-nearest neighbor come to the rescue. K-nearest neighbor is also a lazy algorithm this implies that it does not use the training data points to do any generalization. As a result, the training phase is pretty fast. Lack of generalization means that k-nearest neighbor keeps all the training data. K-nearest neighbor makes decision based on the entire training data set.

To improve classification accuracy of k-nearest neighbor researches implemented various feature selection methods. Feature selection is a problem that has to be addressed in many areas, especially in artificial intelligence. The main issues in developing feature selection techniques are choosing a small feature set in order to reduce the cost and running time of a given system, as well as achieving an acceptably high recognition rate. This has led to the development of a variety of techniques for selecting an optimal subset of features from a larger set of possible features. Algorithms for feature selection may be divided into filters [2, 8], wrappers and embedded approaches [1]. Filters methods evaluate quality of selected features, independently from the classification algorithm; wrapper methods require application of a classifier to evaluate this quality, while embedded methods perform feature selection during learning of optimal parameters.

In this paper, we used k-nearest neighbor algorithm, one of the most fundamental and simple classification algorithm. The main aim of this paper was to experimentally verify the impact of filter methods on classification accuracy of k-nearest neighbor algorithm.

For this purpose we have organized the paper in the following way. In the second part of this paper we present k-nearest neighbor algorithm, in the third part of the paper we present description of data sets. The fourth part of the paper describes the methodology of experimental research. In the fifth part of the paper we will try to solve the problem using k-nearest neighbor algorithm as supervised learning algorithm. To achieve greater forecasting accuracy and decision-making we use filter method for reducing the dimensionality of data. Also, in the fifth section we present the results

of experimental study, we have collected during the survey. In the last part of the paper, we discuss the obtained results and give directions for further research.

2. K-nearest neighbours classification algorithm

The k-nearestneighbor classification is one of the most fundamental and simple classification methods and should be one of the first choices for a classification study when there is little or no prior knowledge about the distribution of the data[7]. This classification was developed from the need to perform discriminant analysis when reliable parametric estimates of probability densities are unknown or difficult to determine.

The k-nearest neighbors algorithm is a non-parametric method used for classification and regression in machine learning. In classification, the input consists of the k closest training examples in the feature space and the output is a class membership. An object is classified by a majority vote of its neighbors, with the object being assigned to the class most common among its k nearest neighbors. In the k-nearest neighbors algorithm k is a positive integer, typically small.

The k-nearest neighbors algorithm is a type of instance-based learning, where the function is only approximated locally and all computation is deferred until classification. This algorithm can be useful to assign weight to the contributions of the neighbors, so that the nearer neighbors contribute more to the average than the more distant ones. For instance, a common weighting scheme consists in giving each neighbor a weight of $1/d$, where d is the distance to the neighbor. The neighbors are taken from a set of objects for which the class is known. A weakness of the k-nearest neighbors algorithm is that it is sensitive to the local structure of the data.

In the k-nearest neighbors algorithm the training examples are vectors in a multidimensional feature space, each with a class label. In the training phase, k is a user-defined constant, and an unlabeled vector is classified by assigning the label which is most frequent among the k training samples nearest to that query point.

The k-nearest-neighbor classifier is commonly based on the Euclidean distance between a test sample and the specified training samples. Also, another metric can be used, such as the overlap metric (or Hamming distance), Mahalanobis, City block, Minkowski, Chebychev, Cosine, Correlation, Jaccard and Spearman.

A problem of the basic "majority voting" classification occurs when the class distribution is skewed. Instances of a more frequent class tend to dominate the prediction of the new instance, since they tend to be common among the knearest neighbors due to their large number. This problem can be overcome is to weigh the classification, taking into account the distance from the test point to each of its k nearest neighbors. It means that the class of each of the k nearest points is multiplied by a weight proportional to the inverse of the distance from that point to the test point.

The classification accuracy of the k-nearestneighboralgorithm can be severely degraded by the presence of noisy or irrelevant features, or if the feature scales are not consistent with their importance. Researchers have invested a lot of effort into selecting or scaling features to improve classification accuracy.

The performance of thek-nearestneighborclassifier is mainly determined by the choice of k and the distance metric applied [4, 6, 5]. The estimate is affected by the sensitivity of the selection of the neighborhood size k . If k is very small, the local estimate tends to be very poor owing to the data sparseness and the noisy, ambiguous or mislabeled points. In order to further smooth the estimate, we can increase k and take into account a large region around the query. Unfortunately, a large value of k easily makes the estimate over smoothing and the classification performance degrades with the introduction of the outliers from other classes.The pseudo code for k-nearestneighbor algorithm is presented on Fig. 1.

```

for all the unknown samples UnSample(i)
    for all the known samples Sample(j)
        compute the distance between UnSamples(i) and Sample(j)
    end for
    find the  $k$  smallest distances
    locate the corresponding samples Sample(j1),...,Sample(jk)
    assignUnSample(i) to the class which appears more frequently
end for

```

Fig. 1. The k-nearest neighbor algorithm [9]

3. UCI benchmark corpus

Eighteen data sets were used for tests, taken from University of California, Irvine (UCI) repository of machine learning databases [3] to compare results of classification accuracy with the k-nearest neighbor algorithm. Test data sets are:breast cancer (*bc*),credit approval (*ca*),Statlog german credit data (*cg*),cardiography (*ct*), hepatitis (*he*),liver (*li*),lung cancer (*lc*),mammographic mass (*mm*),monk problems (monk1 (*m1*), monk2 (*m2*), monk3 (*m3*)),mushrooms (*mu*),Parkinson (*pa*),Pima Indians diabetes (*pi*),image segmentation (*se*),soybean (*so*),Statlog heart (*sh*) andcongressional voting records (*vo*). We provide the details for the benchmark data sets in Table 1.

Table 1. UCI data sets

Data set	Attributes			Number of classes
	Total	Categorical	Numerical	
bc	9	9	0	2
ca	15	9	6	2
cg	20	13	7	2
ct	23	0	23	3
he	19	13	6	2
li	6	0	6	2
lc	56	0	56	3
ma	5	0	5	2
m1	6	6	0	2
m2	6	6	0	2
m3	6	6	0	2
mu	22	22	0	2
pa	23	0	23	2
pi	8	0	8	2
se	19	0	19	7
so	35	35	0	19
sh	13	3	10	2
vo	16	16	0	2

There are 15 data sets that are real, which means that they are obtained by collecting data from real systems that exist. Three data sets *m1*, *m2* and *m3* are artificial data sets, which means that the data were not collected from the real system, but the data were created by researchers for

research purposes. The observed data sets are data sets with a very large number of attributes, as well as those sets that have a small number of attributes (Table 1), which is good from the standpoint of research. Also, there are data sets that contain only categorical or numerical attributes, as well as data sets which contain both categorical and numerical attributes. Only two data sets have a greater number of classes, *se* with 7 classes, and *so* with 19 classes. The reason for this is the fact that in most problems of classification existing instances sort in two, possibly three classes, and rarely in a larger number of classes.

4. Experiments research

In this experiment WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) tools for data preparation and research are used. In WEKA implementation the k-nearest neighbor algorithm it's called IBk (instance-bases learning with parameter k) and it's in the lazy class folder. In our experimental studies we used the classification accuracy as a measure of the quality of the model. Cross-validation was used in our experimental study, because the procedure gives stable quality evaluation. The advantage of this method is that each of the n steps of cross validation using a large amount of data in their training and all available instances at one time was used to test. In research we take the value of n is 10.

We used filter methods to reduce the dimensionality of data. In experiment is selected solution with the number of attributes that will be used further in the study, which gives the highest classification accuracy. Our results provide the accuracy that is obtained as the average of ten repetitions each time with a 10-fold cross-validation.

Also, we used Paired t-test, where the level of significance was set to a value of 0.05. If we have a simultaneous determination of classification accuracy for different data sets with two methods to determine whether the value obtained by different methods differs significantly we use Paired t-test. The tables for the classification accuracy present "+" and "-" to indicate that a statistically better (+) or worse (-) results. In these tables of classification accuracy "+" indicates a significantly higher value for classification accuracy, while "-" indicates a significantly lower value for classification accuracy.

Whenever we compare two or more algorithms, we give a table of classification accuracy. Comparison is such that the second algorithm is an algorithm in which pre-selection attributes were performed, and the first algorithm is a standard algorithm without pre-selection of attributes.

Filter methods work independently of classification algorithms. The attribute value is estimated by analyzing the general characteristics of the data from the learning set. We use the following filter methods for ranking attributes that are statistically and entropy-based, and show good performance in various domains: Information Gain (IG), Gain Ratio (GR), Symmetrical Uncertainty (SU), Relief-F (RF), One-R (OR) and Chi-Squared (CS). These methods rank attributes for each data sets. Considering that method of ranking attributes ranks all the attributes in the order of their importance for classification problem, these methods do not perform automatic reduction of the number of attributes. To realize the reduction of the number of attributes, there are two possibilities: (1) the use of a threshold, or (2) the use of an appropriate number of attributes for each data sets and each of the filter methods. We used the second possibility in our research.

Figure 2 show the number of attributes in the original data set and the optimal number of attributes obtained by filter methods. In ten data sets (*bc*, *ca*, *he*, *lc*, *ma*, *m3*, *mu*, *pi*, *sh* and *vo*), exactly half or more than half methods reduced the number of attributes in half. The greatest benefit of reducing the dimensionality of the data set has *lc*, with 56 attributes; filter methods have selected a small number of attributes, even less than one-sixth, for each method, except GR method. All filter methods for data set *ca* show that the most significant two attributes for the given classification problem, and that other attributes do not affect the achievement of greater reliability of the classification. All filter methods for *he* data set with 19 attributes, show that the most

important attribute are 6 for studied phenomenon. All filter methods for the artificial data set *m3*, show that there are only two significant attributes for the given classification problem. Filter methods for *pi* data set, show that 4 attributes are important for the classification problem, and for *vo* data set 5 attributes are important.

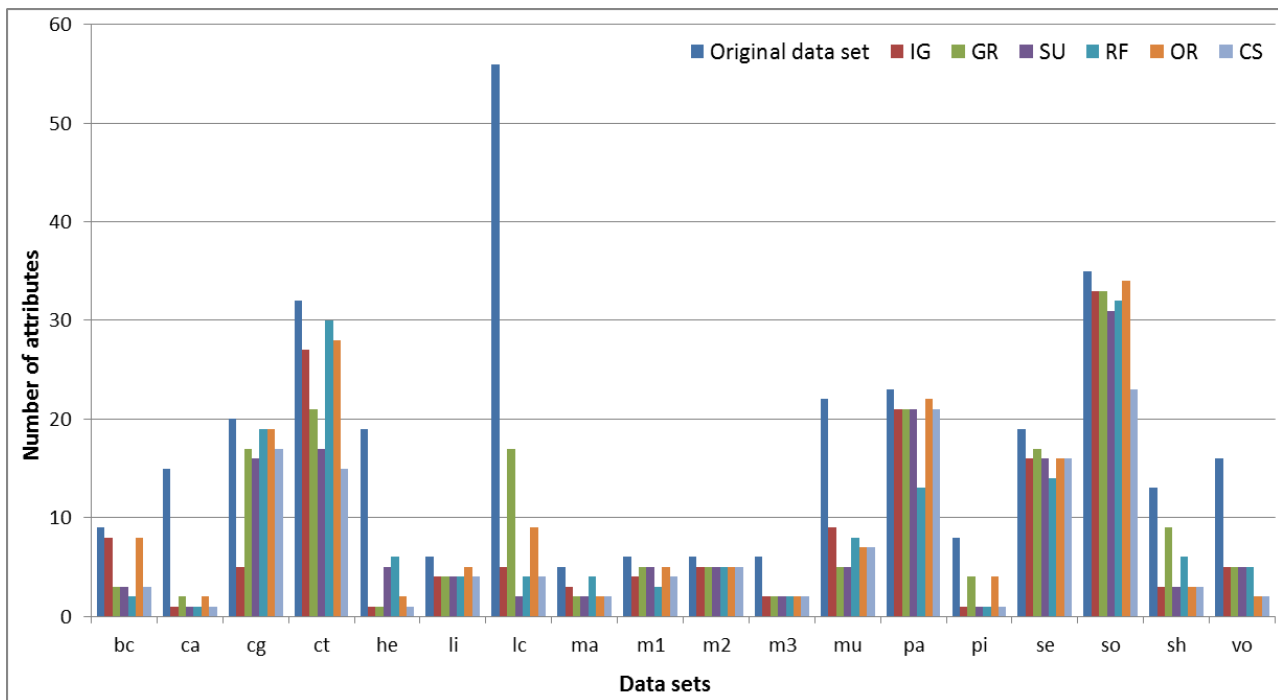


Fig. 2. Filter methods and number of attributes

Classification accuracy of IBk checked, for optimal number of selected attributes for each data sets and filter methods. The text below presents the obtained results. It should be noted that different scales are shown in the figures for the absolute classification accuracy in order to better determine the differences that exist among the results.

5. Experimental results and discussion

For each set of data and filter methods and selected the optimal number of attributes, we checked the accuracy of the classification algorithm using IBk. Table 2. shows the accuracy of the classification for IBk to the original data sets and the reduced data sets, obtained after applying the filter methods.

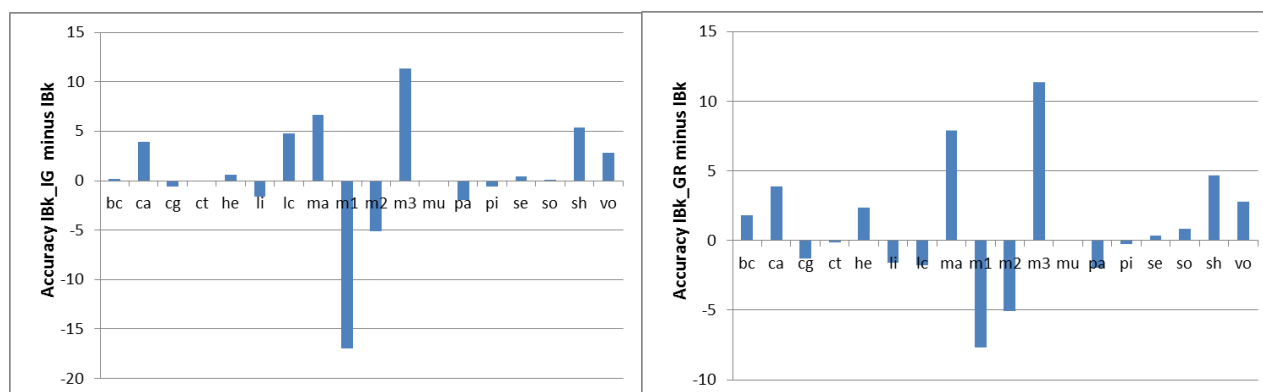
We can see that in the six data sets (*ca*, *ma*, *m2*, *m3*, *se* and *vo*) we have the results for at least one of filter methods that are statistically better than the base classifier. In none data set, we have significantly worse data for all filter methods, which means that we can always choose the method for a given data set which has statistically better results, or results that approximate the original data set. In three data sets: *ca*, *m3* and *vo* all the applied filter methods provide statistically better results than the base classifier.

Figures 3, 4 and 5 present the absolute difference in the accuracy of the classification algorithm IBk on a basic data set and IBk algorithm with filter methods. The applied filter method IG in almost two thirds of data sets (11 sets) showed the same or better results than IBk algorithm on the basic data sets.

GR filter method in more than half of data sets (10 data sets) showed the same or better results than IBk algorithm on the basic data sets. Also, as with the IG method, in 5 data sets, the results were statistically better.

Table 2. Classification accuracy for IBK with filter methods

Data set	IBk	IBk_IG	IBk_GR	IBk_SU	IBk_RF	IBk_OR	IBk_CS
bc	72.85	73.06	74.67	74.64	71.72	72.85	73.51
ca	81.57	85.51 +	85.46 +	85.51 +	85.51 +	85.45 +	85.51 +
cg	71.88	71.33	70.59	70.75	71.13	71.72	70.29
ct	98.85	98.79	98.74	98.81	98.79	98.77	98.76
he	81.40	81.97	83.78	81.02	83.33	83.65	81.91
li	62.22	60.62	60.62	60.62	64.02	60.29	60.62
lc	68.75	73.50	67.00	75.25	70.67	63.67	68.92
ma	75.60	82.27 +	83.49 +	83.38 +	75.18	82.75 +	83.36 +
m1	99.87	82.87 -	92.21	92.63	100.00	80.30 -	82.87 -
m2	72.22	67.13 -	67.13 -	67.13 -	68.98 -	75.00 +	67.13 -
m3	85.88	97.22 +	97.22 +	97.22 +	97.22 +	97.22 +	97.22 +
mu	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
pa	95.91	93.92	93.97	93.97	97.08	95.29	94.27
pi	70.62	69.99	70.39	69.99	69.99	71.21	69.99
se	97.15	97.57 +	97.49 +	97.57 +	97.48	97.57 +	97.57 +
so	91.20	91.26	92.06	91.79	91.89	91.11	91.68
sh	76.15	81.52	80.81	81.22	78.26	81.56	81.78
vo	92.58	95.38 +	95.36 +	95.36 +	96.04 +	95.63 +	95.63 +

**Fig. 3.** The absolute accuracy of the classification IBk_IG minus IBk and IBk_GR minus IBk

The applied filter method SU in more than half the data sets (10 data sets) showed the same or better results than IBk algorithm on the basic data sets. In the 5 data sets the results were statistically better. RF filter method in two-thirds of the data sets (12 data sets) showed the same or better results than IBk algorithm on the basic data sets. In the 3 data sets, the results were statistically better.

OR filter method in almost two thirds of the data sets (11 data sets) showed the same or better results than IBk algorithm on the basic data sets, and for the 6 data sets, the results were statistically better. The applied filter method CS in almost two thirds of the data sets (11 data sets) showed the same or better results than IBk algorithm on the basic data sets, and for the 5 data sets, the results were statistically better.

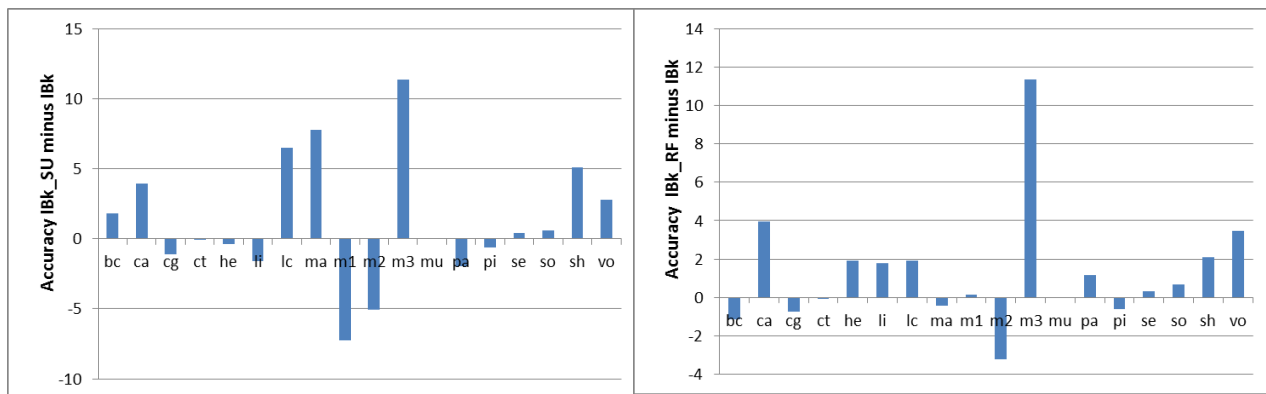


Fig. 4. The absolute accuracy of the classification IBk_SU minus IBk and IBk_RF minus IBk

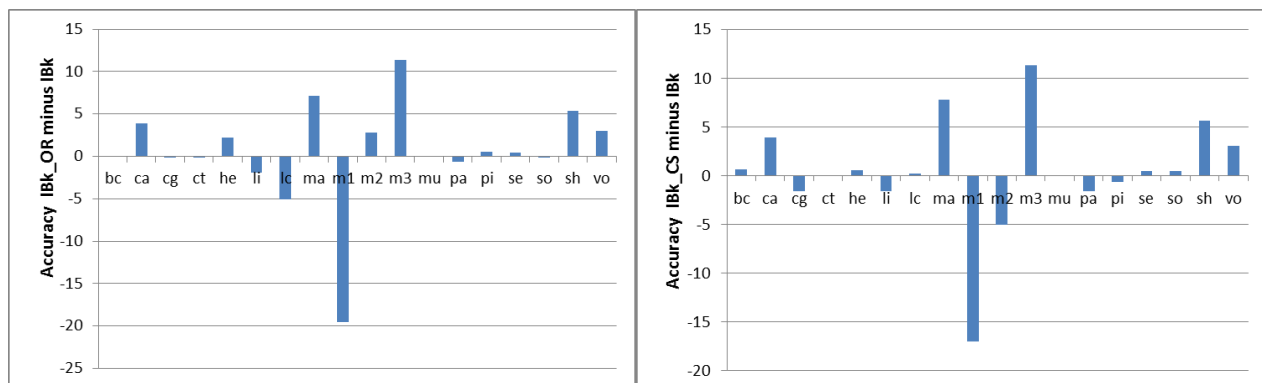


Fig. 5. The absolute accuracy of the classification IBk_OR minus IBk and IBk_CS minus IBk

Table 3. Standard deviation for the accuracy of the classification algorithm IBk with filter methods

Data set	IBk	IBk_IG	IBk_GR	IBk_SU	IBk_RF	IBk_OR	IBk_CS
bc	6.93	6.73	6.26	6.30	6.60	6.93	6.30
ca	4.57	3.96	3.93	3.96	3.96	3.94	3.96
cg	3.68	4.29	3.87	3.59	3.52	3.79	4.05
ct	0.77	0.74	0.78	0.73	0.74	0.82	0.72
he	8.55	7.86	8.10	8.93	10.05	8.88	7.99
li	8.18	8.80	8.80	8.80	6.78	8.55	8.80
lc	22.33	26.12	25.21	22.14	23.70	22.68	25.59
ma	3.90	3.37	3.13	3.10	3.64	3.08	3.09
m1	0.46	18.05	18.74	18.43	0.00	25.50	18.05
m2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
m3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
pa	4.52	5.07	4.84	5.00	4.10	4.78	4.69
pi	4.67	4.84	5.07	4.84	4.84	4.75	4.84
se	1.11	1.03	1.05	1.03	1.05	1.03	1.03
so	3.00	3.03	3.19	3.09	3.26	3.01	3.16
sh	8.46	7.21	7.65	7.01	8.05	6.74	6.86
vo	3.63	3.21	3.20	3.20	2.76	2.76	2.76

Using IBk classifier, we can conclude that the RF filter method in most cases led to statistically better results on the analyzed data sets.

The standard deviation in statistics is an absolute measure of dispersion in the basic data set, which tells us how much the average set of elements deviate from the arithmetic mean of data set. The lowest possible value of the standard deviation is 0, when all the results in the distribution are the same. This measure is sensitive to extreme values, because it is based on distance of the individual results from the arithmetic mean. The value of the standard deviation is $s \in [0, +\infty)$. In this experimental study, as a measure of variability, which provides information about the various discrepancies in the statistical gathering, we used the standard deviation. The standard deviation is given by the following expression: $s = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}$.

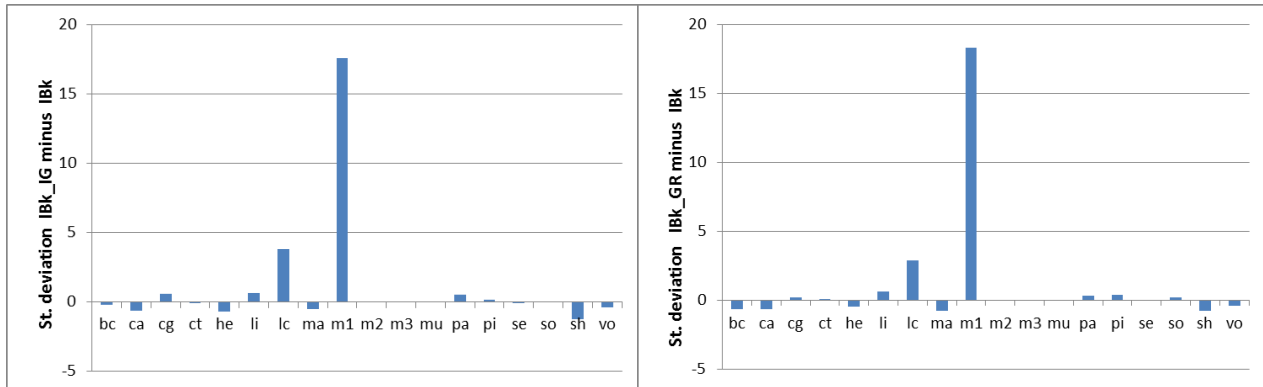


Fig. 6. Standard deviation for accuracy IBk_IG minus IBk and IBk_GR minus IBk

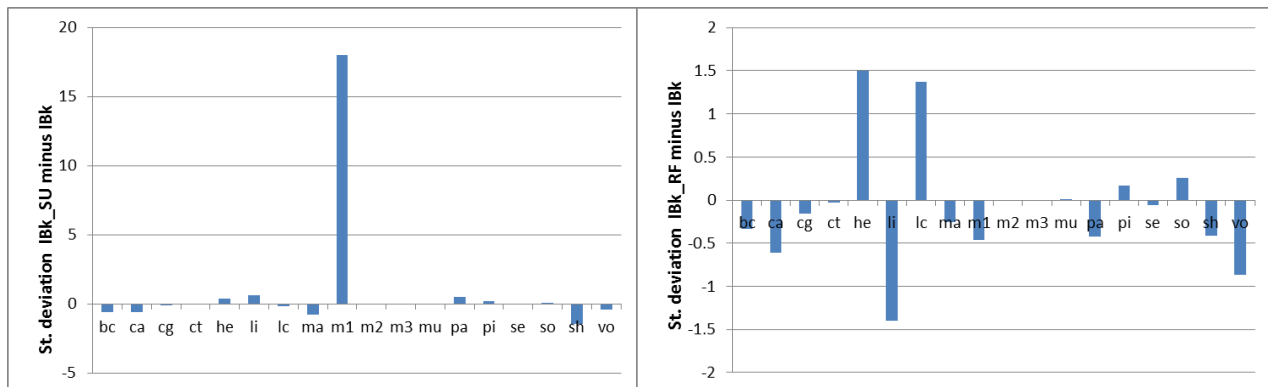


Fig. 7. Standard deviation for accuracy IBk_SU minus IBk and IBk_RF minus IBk

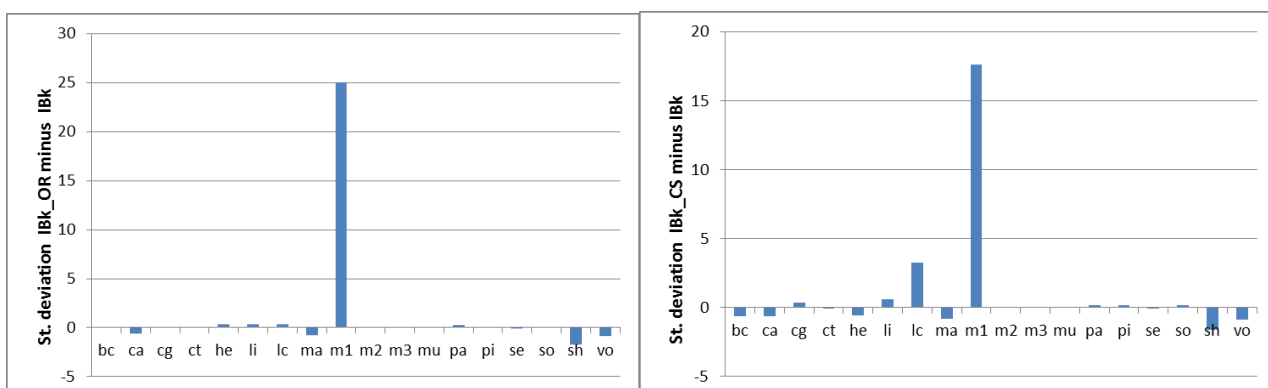


Fig. 8. Standard deviation for accuracy IBk_OR minus IBk and IBk_CS minus IBk

The algorithm that produces a similar result, in all cases, i.e., the value of the standard deviation is the minimum is good. Table 3 shows the standard deviation of the accuracy of the classification algorithm IBk with filter methods.

From the table it can be seen that the standard deviations in general do not differ a lot between the standard algorithm and algorithms that use pre-selection of attributes, except the case of *m1* data set. For *m1* data set for all filter methods we obtain great value for the standard deviation, except for the filter method RF.

Figures 6, 7 and 8 show the absolute difference in the values of the standard deviation for the accuracy of IBk classification algorithm for the original and the reduced data set with filter methods. If the values on figures approximates to zero, standard deviation is not much different, and if it deviates more from scratch, in a positive and negative direction, it is a major discrepancy between the standard deviation. The least variation in the standard deviation from the original data set shows the RF method, which is in some data sets managed to reduce, and in some increase the standard deviation.

6. Conclusion and future work

We can conclude that it is possible to improve the classification accuracy of IBk algorithm, using the filter methods for reducing the dimensionality of the data. To prove this, we implemented and empirically tested filter methods for reducing the dimensionality of the data. Experimental results show that the methods applied effectively contribute to the detection and elimination of irrelevant, redundant data and noise in the data. In many cases the filter methods select relevant attributes and contribute to the greater classification accuracy.

In further research it would be interesting to apply other techniques to solve the problem of dimensionality reduction of data, such as wrapper methods and extraction of attributes and analyze and compare the effects of their implementation on IBk algorithm. These techniques could also improve the performance of IBk algorithm.

Acknowledgment

This work has been supported by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia under Projects No.TR-34009 and TR1653014.

References

- [1]. Das, S. Filters, wrappers and a boosting-based hybrid for feature selection, In Proceedings of the Eighteenth International Conference on Machine Learning, 2001.
- [2]. Fayyad, U.M., Irani K.B. The attribute selection problem in decision tree generation, In AAAI-92, Proceedings of the Ninth National Conference on Artificial Intelligence, AAAI Press/The MIT Press, 1992, 104–110.
- [3]. Frank, A., Asuncion A. UCI Machine learning repository [<http://archive.ics.uci.edu/ml>], Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science, 2010.
- [4]. Gil-Garcia, R., Pons-Porrata, A. A New Nearest Neighbor Rule for Text Categorization, Lecture Notes in Computer Science 4225, Springer, New York, 814 – 823, 2006.
- [5]. Gou, J., Du, L. Zhang, Y., Xiong, T. A New Distance-weighted k-nearest Neighbor Classifier, Journal of Information & Computational Science, 9(6): 1429-1436, 2012.
- [6]. Guo, G., Wang, H., Bell, D., Bi, Y., Greer, K. Using KNN Model for Automatic Text Categorization, Soft Computing – A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications 10(5): 423 – 430, 2006.
- [7]. Hall, P., Park, B.U., Samworth, R.J. Choice of neighbor order in nearest-neighbor classification, the Annals of Statistics, 36(5):2135-2152, 2008.

- [8]. Liu H., Setiono R. A probabilistic approach to feature selection - a filter solution, In L. Saitta, editor, Proceedings of International Conference on Machine Learning (ICML-96), July 3-6, 1996, Bari, Italy, 1996, San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, CA, 319–327.
- [9]. SadeghBafandehImandoust, Mohammad Bolandraftar. Application of K-Nearest Neighbor (KNN) Approach for Predicting Economic Events: Theoretical Background, Int. Journal of Engineering Research and Application, Vol. 3, Issue 5, Sep-Oct 2013, pp.605-610

For contacts:

Dr Jasmina Đ. Novakovic
Belgrade business school,
KraljiceMarije 73, 11000 Belgrade, Serbia
E-mail: jnovakovic@sbb.rs



Система за анализ на кръвни клетки от изображения

Михаил Хр. Николов, Венцислав Г. Николов

Резюме: В настоящата разработка се разглежда софтуерна система за откриване и класифициране на различните кръвни клетки в изображение на кръвна натрипка. За целта изображението се подлага на няколко последователни обработки, започвайки с откриване на ръбове и последащо изпълнение на алгоритъм за намиране на свързаните компоненти. От откритите чрез предходните алгоритми обекти се извличат критерии за класифициране. Представени са резултати от тестване на реализираната софтуерна система.

Ключови думи: Самоорганизираща се карта, откриване на ръбове на Canny, намиране на свързаните компоненти, кръвни клетки, разпознаване, класифициране

System for analyzing blood cells in image

Mihail Hr. Nikolov, Ventsislav G. Nikolov

Abstract: In this work a software system is presented detecting and classification of different types of blood cells in a image of blood smear. For this purpose the image is passed through several processings, starting with edge detection and next execution of an connected components labeling algorithm. From the objects found by the previous steps classification features are extracted. Tests results of the implemented software system are shown.

Keywords: Self-organizing map, Canny edge detection, connected component labeling, blood cells, recognition, classification

1. Въведение

Целта на текущата работа е разработването и валидирането на нужните стъпки за извличане и преброяване на броя на различните кръвни клетки от кръвните натривки. Историята на автоматизираното изследване на кръвните натривки датира още от 1975 г. с опитите на Бентли и Левис [3]. Първият опит за напълно автоматизиране на анализа на кръвна натрипка е представен от Ролан през 1986 г. [4]. След 1976 г. са публикувани много научни трудове, посветени на решаването на медицински проблеми свързани с анализа на кръвни натривки, като диференциалната кръвна картина, сегментиране на кръвни клетки, класифициране на кръвни клетки и др.

Текущата работа има за цел да реши следните три проблема:

1. Откриване на кръвните клетки от изображение на кръвна натрипка.
2. Класифициране и разпознаване на видовете кръвни клетки.
3. Извеждане на диагноза на база на броя на различните видове кръвните клетки.

2. Основни етапи от обработката

Процесът на откриване и класифициране на кръвни клетки се състои от няколко основни етапа, за всеки от които са реализирани съответните алгоритми и са обединени в строга последователност. Основните стъпки за извличането на кръвните клетки от снимката на кръвна натрипка и съответното им разпознаване са следните:

1. Върху снимката се прилага Canny детектор за ръбове. В резултат се извлича черно-бяла картина с контурите на обектите.

2. На резултативната картина се прилага алгоритъм за намиране на свързани компоненти. Като изходни данни се получават координатите на предполагаемите кръвни клетки за последващ анализ.
3. Преглеждат се всички координати на елементите и се филтрират спрямо размер и позиция. По този начин се обединяват застъпващи се елементи и се премахват обекти, излизащи от границите на изображението (частични). В резултат на това се получават координатите на кръвните клетки, от които се интересува решението.
4. За всеки от намерените обекти се изпълнява:
 - 4.1. От оригиналната снимка чрез координатите се изрязва обектът от снимката.
 - 4.2. Снимката се разделя на предварително зададен брой равни части. За всяка от тези части се взема стойността на тона (Hue) от всеки пиксел спрямо HSL цветовата схема (Hue – Saturation - Lightness или Тон – Наситеност - Светлина). Изчисляват се средната му стойност за всяка една част от обекта и съотношение на размера на обекта спрямо средния размер на червена кръвна клетка в снимките.
 - 4.3. Тези данни преминават през нормализация. По време на първия етап се подават като входни данни във вектор на невронна мрежа от тип самоорганизираща се карта за обучение и формиране на групите обекти, а по време на втория етап - за класифицирането му на елемента към група.

3. Откриване на обектите

За да може да се осъществи разпознаването на клетките, преди всичко е нужно да бъдат намерени контурите им в изображението. За целта е избран подход с използване на техника за откриване на ръбове, за да могат да бъдат извлечени намерените обекти. Един от най-често използваните в практиката детектори на ръбове е този на Canny, създаден през 1986 г [6]. Той е оптимален по отношение на специфицираното множество от критерии (цели), които удовлетворява.

Една типична реализация на Canny детектор на ръбове [1] следва следните стъпки:

1. Изглаждане на изображението с подходящ Гаусов филтър, за да се намалят очакваните детайли на изображението. Формулата за ядро с размер $(2k+1) \times (2k+1)$:

$$h_{ij} = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(i-(k+1))^2 + (j-(k+1))^2}{2\sigma^2}}; 1 \leq i, j \leq (2k+1) \quad (1)$$

където σ е стандартното отклонение на гаусианата, а i и j - позицията в ядрото.

2. Определяне на стойността и посоката на градиента във всеки пиксел. Стойността на градиента се определя чрез формула за Евклидово (2) или за Манхатаново разстояние (3):

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (2)$$

$$|G| = G_x + G_y \quad (3)$$

където G_x и G_y са градиентите съответно в x и y посоките.

Намирането на посоката на ръба се извършва чрез формулата за аркустангенс (4):

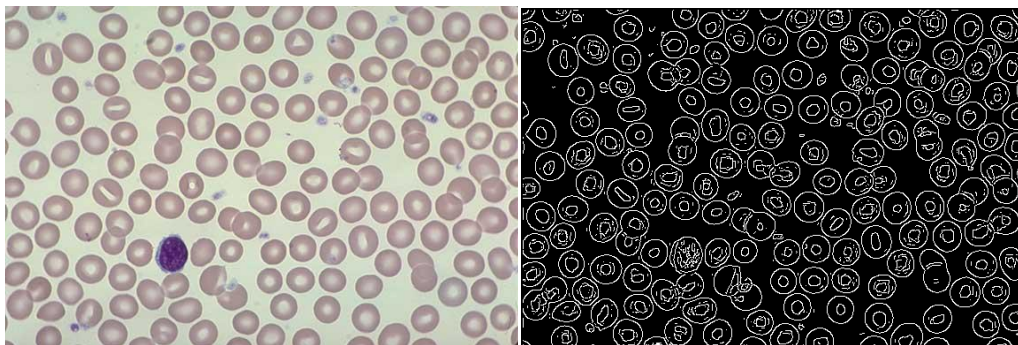
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \quad (4)$$

3. Ако стойността на градиента в един пиксел е по-голяма от тази на неговите два съседа по посока на градиента, пикселът се маркира като принадлежащ на ръб. В противен случай пикселът се маркира като фон.
4. Отстраняват се слабите ръбове чрез хистерезисен праг. В хистерезиса се използват два прага за силата на ръба (т. е. за стойността на градиента). Всички „кандидат-ръбови“

пиксели, които са под ниския праг, се отхвърлят. Тези, които са над този праг и които могат да бъдат свързани с ръбов пиксел, надвишаващ високия праг, се приема да бъдат част от ръба.

Използването му дава задоволителни резултати при намирането на контурите на кръвните клетки –

Фиг. 1.



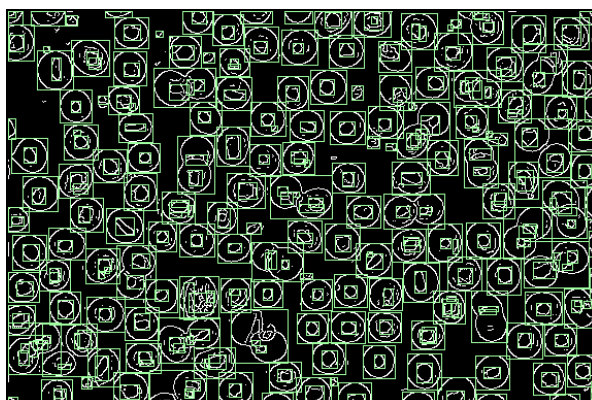
Фиг. 1. Снимка на кръвна натривка с приложен Canny алгоритъм за откриване на ръбове

5. Алгоритъм за намиране на свързаните компоненти

След прилагане на алгоритъма на Canny се пристъпва към следващата стъпка – извличане на обектите. За целта е нужно да се намерят контурите на различните обектите във вече обработената с алгоритъма снимка и да се намерят размерът и координатите на отделните обекти. Това се постига чрез използване на алгоритъм за намиране на свързаните компоненти (connected-components labeling), познат още като алгоритъм за анализ на свързани обекти (connected-component analysis) или извличане на обекти (blob extraction).

Използван е двуфазов алгоритъм, поради доброто съотношение между бързината му на изпълнение и лесната му имплементация [8]. Както името му показва, той обработва снимката на два етапа. На първия етап се обединяват пикселите във временни групи, обозначени с етикети (цифрова стойност), и се прави категоризация, определяща съответствия/връзки между тях. Във втория етап се обединяват временните групи, като етикетът на всяка група се заменя с най-малкия етикет (по стойност) от определената категория съответни групи. Имплементацията е реализирана чрез условието за съседство на Мур - с осем връзки.

Примерен резултат от намиране на свързаните компоненти от контурите на кръвни клетки в кръвна натривка е показано на Фиг. 2.

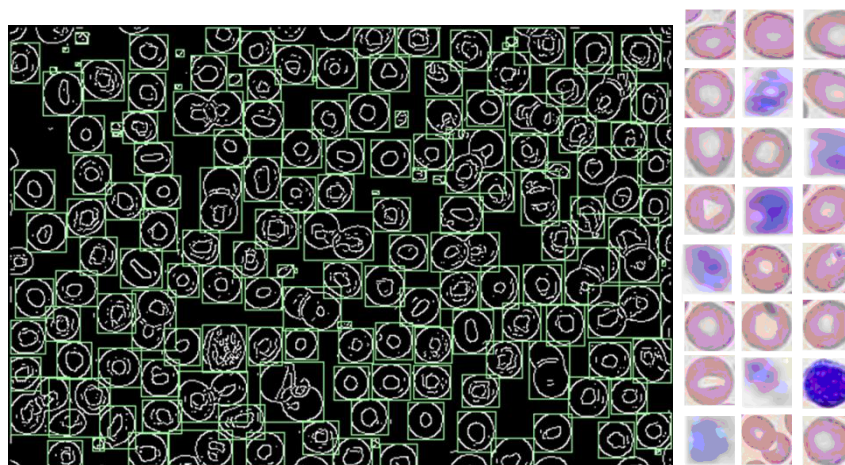


Фиг. 2. Намерените обекти в изображение чрез алгоритъма за намиране на свързаните компоненти (квадратът в зелено представлява контурът, по който се извличат)

6. Филтриране на намерените обекти

При изпълнението на алгоритъма за намиране на свързаните компоненти се филтрират единствено по-малките от определени размери обекти. Като се разгледа резултатът от обработката обаче, лесно се забелязва, че вътрешни контури на кръвните клетки се отчитат като различни компоненти - изобразено на Фиг. 2. За да бъде преодолян този проблем, е нужна допълнителна обработка след изпълнението на алгоритъма за намиране на свързаните компоненти. Първото действие, което се предприема за филтрирането на ненужните елементи, е проверката за застъпващи се граници на обектите. Под граници на обекти се разбира контурите на квадрата, в който се намира изрязаният обект. Обхождат се всички обекти, като за всеки един се проверява дали не застъпва друг обект. Ако съществуват обекти, които се препокриват с текущия, се проверява дали не е нужно сливане на обектите, според това какъв процент се препокриват. Пропуска се обединяването на обекти, които се застъпват, но са твърде големи, за да бъдат кръвна клетка.

След като се приключи с обхождането на всичките обекти и обединяването на нужните, се пристъпва към второ обхождане на вече обединените обекти. По време на него се прави проверка за обекти, които излизат от границите на снимката и не са един цялостен обект, а са изрязани. Такива обекти не биха били анализирани коректно. Те се премахват по време на това обхождане. Резултат от първите две обработки е визуализиран на Фиг. 3.



Фиг. 3. Финалните обекти в снимката след обединяване на застъпващите и филтриране на граничните и извлечени от оригиналната снимка кръвни клетки

След като координатите и размерът на кръвните клетки са намерени, се пристъпва към следващия етап от процеса за разпознаване на кръвни клетки – класифицирането.

6. Класифициране на обектите

Вече откритите елементи от изображенията на кръвни натривки е нужно да се разпознаят и съответно да се разпределят в различните категории кръвни клетки. Това е реализирано чрез подход с използване на невронна мрежа, за да бъде възможно получаването на максимално добри резултати. Самоорганизиращата се карта (Self-organizing map) е вид изкуствена невронна мрежа, която използва обучение без учител, с цел да даде резултат, който е едно- или двумерен. Измислена е от финландския професор Туево Кохонен през 1980 г. Тя показва добри резултати при класифициране на обекти.

Използването на невронната мрежа се дели на два основни етапа – обучение и класифициране. По време на първия етап е нужно да се предостави определено множество от

изображения, чрез анализа на които невронната мрежа ще придобие необходимите знания, за да може да премине към втория етап – класифицирането.

Всяко изображение от групата изображения преминава през алгоритмите за намиране на обектите в снимката на кръвната натривка – откриване на ръбове, именуване на свързани компоненти и филтриране на граничните и обединяване на свързаните обекти. След обработката им се събират нужните входни данни от всеки обект от изображенията.

Създава се входен вектор с масив от данни с критерии за разпознаване на кръвните клетки, нужни за обучаването на невронната мрежа. След многократно подаване на произволни данни от вектора в невронната мрежа, тя започва да се организира и невроните ѝ да наподобяват различните групи обекти от входните данни.

6.1 Критерии за различие

След анализ на признаци на различие между кръвните клетки, най-ясно се отличават следните два критерия - големина и цвят [5]. Големината на различните видове кръвни клетки варира в определени диапазони. Тези диапазони са следните:

- Еритроцити (червени кръвни клетки) - размер 6 – 8 μm
- Левкоцити (бели кръвни клетки) – основни видове:
 - Неутрофили - размер 10 – 12 μm
 - Базофили - размер 12 – 15 μm
 - Еозинофили - размер 10 – 12 μm
 - Лимфоцити- малки с размер 7 – 8 μm и големи с размер 12 – 15 μm
 - Моноцити - размер 15 – 30 μm
- Тромбоцити - размер 2 – 4 μm

Размерът на клетката води до ясно разграничаване на някои видове кръвни клетки от другите. Малкият размер на тромбоцити ясно ги разграничава от другите клетки, както и големият размер на Моноцитите. Но това не е достатъчен критерий за различаването на всичките видове клетки. Въпреки това размерът на клетката се използва като един от критериите – параметри за класифицирането им.

Вторият избран критерий за класифицирането е цветът. Направен е анализ, показващ разликата в основните цветовете, определящи различните кръвни клетки в множество от снимки на кръвни натривки.

За да бъде нормализирана стойността за размера на клетката, трябва да се определи минимален и максимален размер. За минималната стойност може да се приеме минималният размер на тромбоцитите, понеже са най-малката клетка. За максималната стойност - максималният размер на клетка с най-големи размери – моноцитите.

Отношението между средния размер на червена кръвна клетка и размера на избраната клетка се нормализира и се подава като входен параметър на невронната мрежа.

Входни стойности на невронната мрежа от втория критерий се извличат от цветовете на изображението на кръвна клетка. Използва се подход за разпознаване чрез стойността на тона на цветовете по HSL цветовата схема [2]. Тази стойност на тона (Hue) обаче, не е оптималната. Реализирани са още преобразувания за засилване на разликата между цветовете на различните клетки преди нормализирането на стойностите.

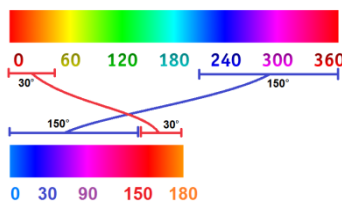
Основните цветове, които са важни за решението, са тези, които преобладават в кръвните клетки - син, лилав и червен и различните им оттенъци. При преглеждането на цветовете по градуси в кръга на тона (Hue circle) се забелязва, че синият и лилавият цвят заемат градусите между 210 и 330 градуса, докато червеният цвят е разделен в двата му края (между 0-30 градуса и 330-360 градуса). Това би довело до проблеми при разпознаването на обектите, понеже след нормализация различните оттенъци на червеното ще заемат стойности около нулата и около единицата. Друга оптимизация, която е приложена, е премахването на

цветове, които не влизат в класификацията на кръвните клетки – жълт, зелен и светло син (градусите от 30 до 210).

За да бъде засилена разликата между тона на червения и синия цвят, е нужно преди нормализацията да са в двата края на диапазона от стойности. За целта се реализира нова скала, показана на Фиг. 4 за оттенъците чрез следната формула:

$$n(h) = \begin{cases} h < 30 \Rightarrow h + 150 \\ h \geq 30 \vee h < 80 \Rightarrow 180 \\ h \geq 80 \vee h < 210 \Rightarrow 0 \\ h \geq 210 \Rightarrow h - 210 \end{cases} \quad (5)$$

където h е стойността на тона (hue) в градуси, а n – стойността от новата скала.

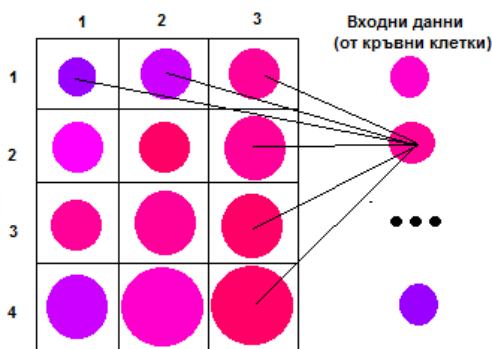


Фиг. 4. Изрязване на ненужните от оттенъци на цвета (градуси) и обединяване на червените нюанси преди нормализирането.

За по-голяма прецизност на класификацията изображението на клетката се разделя на $N \times M$ части, като за всяка част се изчислява средната стойност на оттенъка. Всички тези стойности, заедно с големината на кръвната клетка, преминават през нормализация в диапазона от 0 до 1 и се подават като входен вектор към самоорганизиращата се карта. Чрез тях невронната мрежа се самообучава и съответно придобива знанието за класифициране на различните видове кръвни клетки.

6.2 Инициализиране и обучение на невронната мрежа

След първоначалната обработка от всеки обект в изображенията се събират необходимите входни данни. Създава се входен вектор с масив от данни за критерии за разпознаване на кръвните клетки нужни за обучаването на невронната мрежа. След многократно подаване на произволни данни от вектора в невронната мрежа, тя започва да се организира и невроните ѝ да наподобяват различните групи обекти от входните данни.



Фиг. 5. Примерно логическо разпределение на невроните в мрежа 3 x 4 с критерии големина и цвят в самообучаваща се мрежа

За определяне на най-подходящия неврон на база на формулата, зададена на невронната мрежа, е избран един от известните подходи за изчисляване на печелившия неврон - чрез изчисляване на Евклидово разстояние по следната формула:

$$Dist = \sqrt{\sum_{i=0}^{i=n} (V_i - W_i)^2} \quad (6)$$

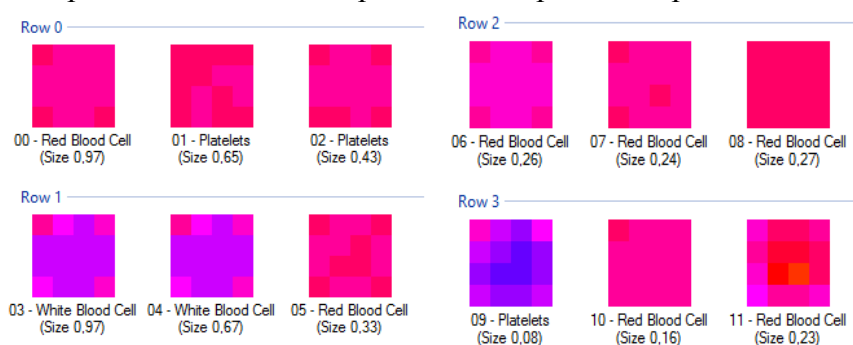
За целта се итерират всички неврони, пресмята се Евклидовото разстояние, като този с най-малко разстояние е най-подходящият неврон. След това неговите тегла, както и на неговите съседи, които влизат в радиуса на обучение, се увеличават или намалят, за да се доближат до входните стойности [7].

Формулата за обновяване на неврон v чрез тегловния вектор $Wv(s)$ е:

$$Wv(s+1) = Wv(s) + \Theta(u, v, s) \times \alpha(s) \times (D(t) - Wv(s)) \quad (7)$$

След определен брой итерации за обучение и обособяване на различните групи, се слага край на първия етап – самообучаването на невронната мрежа - Фиг. 6. Нужно е задаването на имена на различните групи. Това става като се прегледат групи, формирани от невронната мрежа, и се провери какви кръвни клетки спадат към тях.

Веднъж след като са именувани обособените групи, системата вече е готова за класифициране на кръвни клетки от изображения на кръвни натривки.



Фиг. 6. Класификацията и именуване по групи на невронната мрежа след самообучение по зададени критерии – размер и средна стойност на тона в различните части на кръвната клетка

7. Анализ и диагноза

Приложението има за цел да изведе диагноза от група от снимки на кръвни натривки на пациент. Зареждат се всички снимки една по една и се извършва целият процес по класифициране на кръвните клетки (описан в предходната глава). След класифицирането на клетките от всяка една снимка, се инициализира обект с информацията от класифицирането.

Класификацията, осъществена чрез невронната мрежа, предоставя част от резултатите от изследването Пълна Кръвна Картина. Анализът, който осъществява приложението, е и първа стъпка към изследването Диференциална Кръвна Картина. За да може да даде цялостен резултат за двете изследвания, е нужен още един етап за класифициране на различните видове бели кръвни клетки.

Въпреки че анализът, предоставен от приложението, не припокрива цялостните изисквания на горепосочените изследвания, е достатъчен за откриването на набор симптоми и диагностициране на някои състояния и заболявания – Анемия, Полицитемия, Полицитемията, Левкопения, Левкоцитоза, Тромбоцитопения, Тромбоцитоза. Също може да се забележат аномалии от типа монетно струпуване или слепване на еритроцити.

След обработката на достатъчен брой кръвни натривки на пациент и последващия анализ, се издава диагноза на пациента. Тази диагноза се извежда след сравняване на получените показатели и референтните стойности за нормалното състояние на кръвта.

8. Експериментални резултати

Извършени са тестове за доказване на коректността от резултатите на приложението. Подготвено е множество от изображения с еднаква резолюция и приближение на снимката на кръвни натривки. Извършено е ръчно преброяване на различните кръвни клетки във всяко едно изображение. След това е изпълнен автоматизираният анализ и резултатите от двата анализа са съпоставени в Таблица 1.

От експерименталните резултати се вижда, че процентът на успешно разпознаване на клетките варира между стойностите от 85% до 95%. По тези проценти може да се заключи, че реализацията успява да се справи добре с анализа. Въпреки това се забелязва основният ѝ недостатък - липсата на допълнителен анализ на залепените една за друга (застъпените) кръвни клетки.

	Таблица 1. Резултати от ръчното преброяване и автоматизирания анализ						
	Реален брой			Брой от анализа			Успех (%)
	Еритроцити	Левкоцити	Тромбоцити	Еритроцити	Левкоцити	Тромбоцити	
1	141	1	3	128	1	2	90,35
2	39	0	16	40	0	8	85,46
3	36	0	0	33	0	0	91,67
4	112	1	6	108	1	5	95,80
5	57	1	1	53	4	0	91,53
6	86	2	6	78	2	4	89,36
7	57	6	1	53	6	0	92,19

9. Заключение

Реализираното приложение предоставя възможност за проверка на кръвните показатели на пациент. Изследването се извършва чрез детайлен анализ на набор от изображения на кръвни натривки.

Първият етап от анализа използва алгоритъма на Canny за откриване на ръбове на обекти и алгоритъма за намиране на свързани компоненти. С тяхна помощ кръвните клетки успешно биват извлечени от изображението на кръвна натривка.

Вторият етап разпознава откритите кръвни клетки чрез класифицирането им по групи с помощта на самообучаваща се невронна мрежа от тип самоорганизираща карта (Self-organizing map).

Третият етап на анализа представлява извеждането на диагнозата на пациента. Тя се съставя на база на измерените показатели, след класифицирането на кръвните клетки.

Приложението автоматизира един от основните етапи на изследването Пълна Кръвна Картина, като успешно класифицира кръвните клетки от изображение на кръвна натривка според техния тип и съответно на базата на тях извежда диагноза. Трябва обаче да се има предвид, че както при цялостното изследване, диагнозите от проверката на кръвните показатели на пациента не са достатъчно надеждни, за да се започне съответно лечение. Те са по-скоро насочващи и са нужни редица други анализи и изследвания, за да се потвърди резултатът.

Литература

- [1].Canny, J., A Computational Approach To Edge Detection, IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986.
- [2].Gonzalez, Rafael C., Woods Richard E. Eddins, Steven L.. Digital Image Processing. Pearson Education, 2007
- [3].Bentley, S., & Lewis, S. The use of an image analyzing computer for the quantification of red cell morphological characteristics. British Journal of Hematology, 1975
- [4].Rowan, R., Automated examination of the peripheral blood smear, in 'Automation and quality assurance in hematology'. Blackwell Scientific, Oxford, 1986
- [5].Патева, Румяна. Основи на клинично лабораторната диагностика. Пловдив: Калем-90 1997
- [6].Стоева, Марияна, Петкова Юлка. Обработка на визуална информация. Варна, 2009
- [7].Венков, Ганчо, Гилев Богдан. Приложение на невронните мрежи в компютърното зрение. София, 2009
- [8].Dillencourt, Michael B., Samet Hanan & Tamminen Markku. A general approach to connected-component labeling for arbitrary image representations, Journal of the ACM, New York, 1992

За контакти:

маг. инж. Михаил Хр. Николов
катедра „КНТ”
Технически университет – Варна
E-mail: mihailhristovnikolov@gmail.com

гл. ас. д-р инж. Венцислав Г. Николов
катедра „КНТ”
Технически университет – Варна
E-mail: v.nikolov@tu-varna.bg



РАЗПОЗНАВАНЕ НА РЪКОПИСНИ ЦИФРИ С АЛГОРИТЪМ НА НАЙ-БЛИЗКИТЕ СЪСЕДИ

Ивайло П. Пенев

Резюме: Докладът представя приложение на алгоритъм на най-близките съседи (kNN) за разпознаване на ръкописни цифри от 0 до 9. Фокусът е съсредоточен върху избора на броя на най-близките съседи (параметър k), който има решаващо значение за ефективността на алгоритъма. Направено е описание на алгоритъма, в което са изяснени функцията за изчисляване на дистанциите и избор на клас, към който принадлежи разпознаваната цифра. Представени са резултати от проведените експериментални изследвания. Въз основа на получените резултати са изведени препоръки за избор на k с цел повишаване на ефективността на kNN алгоритъма по отношение на два критерия – процент на правилно разпознати входни примери и време за разпознаване.

Ключови думи: машинно обучение, най-близки съседи, kNN, ръкописни цифри, разпознаване, класификация.

Hand-written digit recognition by nearest neighborhood algorithm

Ivaylo P. Penev

Abstract: The paper presents application of the nearest neighborhood algorithm (kNN) for recognition of hand-written digits from 0 to 9. The emphasis is on the choice of the number of the nearest neighbors (the k parameter), which has significant impact on the algorithm performance. The main steps of the algorithm are described. The function for distance calculation and the method for choosing a class of the recognized digit are explained. The results from experimental results are presented. According to the results recommendations for the choice of k are summarized. The aim is increasing the performance of the kNN algorithm regarding two criteria – percent of the correctly recognized input data and time for recognition.

Keywords: machine learning, nearest neighbors, kNN, hand-written digits, recognition, classification

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Задачата за разпознаване на ръчно написани цифри е с голяма практическа важност. Пример за нейното приложение са пощенските служби на множество държави при автоматично разпределяне на пратки. Освен това тази задачата е добър пример за разпознаване на изображения, поради което представлява интерес за изследване на различни алгоритми.

Тази задача е пример за задача за класификация, при която дадени входни данни (в случая изображение на ръчно написана цифра) се причислява към предварително дефинирана група, т.е. към определен клас (в случая класовете са цифрите от 0 до 9). Известно е, че такива задачи се решават с помощта на алгоритми от областта на машинното обучение. Това са алгоритми, които предварително се обучават с подходящи примери, при които са известни съответствията входни – изходни данни. Построява се модел на т.нар. класификатор, който в последствие подлежи на тестване чрез друго множество от данни (нар. тестови данни). Като краен резултат обученият алгоритъм „разпознава“, т.е. класифицира с достатъчно висока степен на вероятност нови (непознати за алгоритъма) данни.

Разработени и изследвани са различни алгоритми за машинно обучение – напр. невронни мрежи (neural networks), поддържащия вектори (support vector machines) [2]. Всеки от тях има съответни предимства и недостатъци. В резултат на проведени изследвания са

установени задачи и инстанции на тези задачи, при които е препоръчително използването на даден алгоритъм.

Един от най-разпространените алгоритми от машинното обучение, използван конкретно при разпознаване на ръкописни цифри, е алгоритъм на най-близките съседи. Алгоритъмът е известен с абревиатурата kNN (nearest neighborhood). Най-общо алгоритъмът изпълнява следните стъпки:

- Изчисляване на дистанция между две точки;
- Намиране на най-близките съседи на базата на изчислените дистанции;
- Избор на клас, съответстващ на списъка с най-близките съседи.

Основните предимства на алгоритъма в сравнение с други алгоритми от машинно обучение са лесна реализация, липса на необходимост от етап на предварително обучение, лесна интерпретация на получените резултати [3, 5]. Достатъчно е алгоритъмът да разполага с множество от входни данни с известен клас.

Най-важният проблем при реализацията на алгоритъма е избор на броя на най-близките съседи (параметър k). При голяма стойност на k се получава по-точен класификатор, но времето за разпознаване ще бъде по-голямо. При малка стойност на k алгоритъмът отчита голяма грешка при разпознаване.

Известни са изследвания за влиянието на k върху ефективността на kNN алгоритъма в различни задачи (напр. [1, 4]). Установено е, че изборът на k зависи от конкретната задача и оптималната му стойност се открива чрез подходящи експерименти.

2. АЛГОРИТЪМ KNN ЗА РАЗПОЗНАВАНЕ НА РЪКОПИСНИ ЦИФРИ

Алгоритъмът kNN при разпознаване на ръкописни цифри изпълнява следните стъпки:

- Конвертиране на изображението на цифрата в подходящ за обработка формат – построяване на работно множество, подходящо за алгоритмична обработка;
- Изчисляване на разстояния (т.е. дистанции) на работното множество на разпознаваната цифра от множествата на известните цифри, с които разполага алгоритъмът;
- Намиране на най-близките съседи на база на изчислените дистанции;
- Избор на клас, към който принадлежи разпознаваната цифра, базиран на списъка на намерените най-близки съседи.

2.1. Конвертиране на изображението на цифра

Най-често изображенията на цифрите се въвеждат в графичен формат (BMP, JPG, PNG и др.). Алгоритъмът обработва цифрите като множества от 0 и 1. Всички цифри (известните и разпознаваните) трябва да бъдат преобразувани в такъв формат. Изображението на дадена цифра предварително се конвертира в двумерен масив с размерности 32 x 32 (фигура 1).

Фиг. 1. Формат на цифра след конвертиране на изображението

$$digit = x_1 x_2 \dots x_{904}, \text{ където } x_i = \{0,1\}.$$

2.2. Изчисляване на дистанции

Нека са дадени две цифри с работни множества digit_j и digit_k :

$$digit_j = x_1 \ x_2 \ \dots \ x_{904}$$

$$digit_k = y_1 y_2 \dots y_{904}$$

- $D(\text{digit}_j, \text{digit}_k) \geq 0$, $D(\text{digit}_j, \text{digit}_k) = 0$ тогава и само тогава, когато $\text{digit}_j = \text{digit}_k$, т.е. работните множества на двете цифри съвпадат;

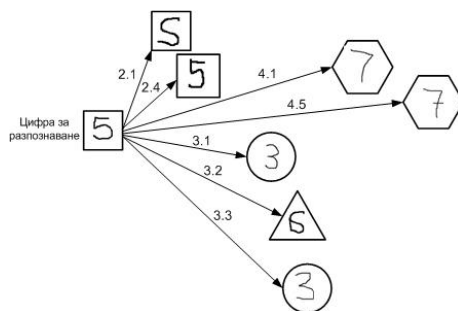
- $D(\text{digit}_j, \text{digit}_k) = D(\text{digit}_k, \text{digit}_j)$.

За изчисляване на функцията D се използва Евклидова дистанция D_E :

$$D_E = \sqrt{\sum_{i=1}^{904} (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

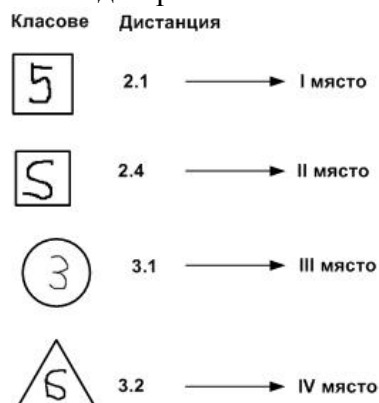
2.3. Намиране на най-близките съседи и избор на клас

На фигура 2 са обозначени примерни дистанции на разпознавана цифра и известни за алгоритъма цифри, изчислени чрез Евклидова дистанция.



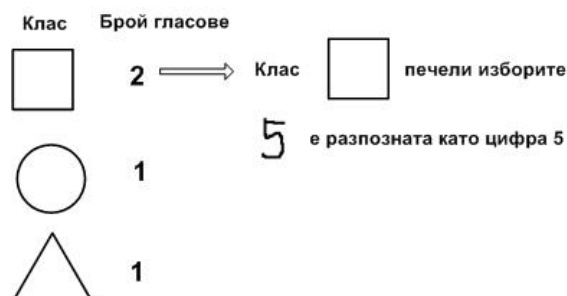
Фиг. 2. Примерни дистанции на разпознавана цифра и известни цифри

Алгоритъмът избира най-близките изображения по отношение на изчислените дистанции в зависимост от избраната стойност на параметъра k (брой най-близки съседи). На фигура 3 са показани най-близките съседи при $k = 4$.



Фиг. 3. Пример за класиране при $k=4$

След установяване на най-близките съседи се избира клас за разпознаването изображение, т.е. избира се клас, към който принадлежи разпознаваната цифра (от 0 до 9). Победител е класът, който има най-много представители в списъка на избраните най-близки съседи (фигура 4).



Фиг. 4. Избор на клас на разпознаването изображение

Възможно е два или повече класа да съберат еднакъв брой гласове. В този случай се провежда допълнителен избор (референдум) чрез претеглено гласуване. Изчислява се отношението:

$$\frac{1}{D^2(\text{digit_new}, \text{digit_known})}, \quad (2)$$

където digit_new – цифра за разпознаване, а digit_known – цифра от същия клас.

За всеки клас-кандидат се изчислява глас на базата на отношението 2:

$$\text{глас} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{D^2(\text{digit_new}, \text{digit_known})}, \quad (3)$$

където n – брой на известните цифри от класа, за който се отнася изчисляваният глас.

От уравнение 3 се вижда, че по-малкото разстояние на разпознаваната цифра до известните цифри ще допринесе с по-висока тежест при изчисляването на гласа. Класът победител е събралият най-много гласове.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

3.1. Експериментална постановка

Алгоритъмът е реализиран като приложение, разработено на езика C#. Използвана е платформа за машинно обучение Accord.NET, която комбинира в себе си библиотеки, написани на C# за аудио обработка, обработка на изображения и статистически приложения [6].

Приложението е инсталирано и тествано на следната компютърна конфигурация:

- Процесор Intel Xeon E5450 3.0 GHz;
- 4 GB RAM памет;
- Windows 7 Ultimate Service Pack 1 64-битов (x64);
- .NET Framework 4.5.

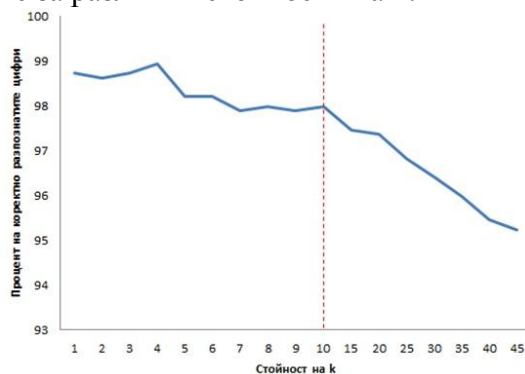
3.2. Проведени изследвания

При тестовете са въведени 946 примера на цифри от 0 до 9. Алгоритъмът е изпълнен с различни стойности на параметъра k (брой на най-близките съседи). Таблица I представя резултатите от проведените тестове.

Таблица I. Таблица с резултатите от тестове

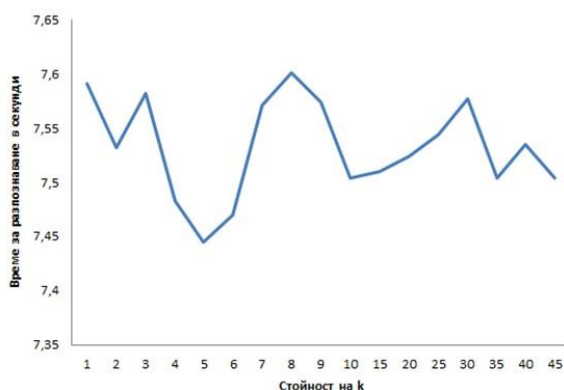
k	Брой правилно разпознати цифри	Брой сгрешени цифри	% на правилно разпознати цифри	Време за разпознаване (мсек)
1	935	12	98,73	7,591
2	933	13	98,63	7,532
3	934	12	98,73	7,582
4	936	10	98,94	7,483
5	929	17	98,2	7,445
6	929	17	98,2	7,47
7	926	20	97,89	7,571
8	927	19	97,99	7,601
9	926	20	97,89	7,574
10	927	19	97,99	7,504
15	922	24	97,46	7,51
20	921	25	97,36	7,524
25	916	30	96,83	7,544
30	912	34	96,41	7,577
35	908	38	95,98	7,504
40	903	43	95,45	7,535
45	901	45	95,24	7,504
средно време за разпознаване				7,532

На фигура 5 е представено дяловото отношение на правилно разпознатите цифри спрямо всички проведени тестове за различни стойности на k .



Фиг. 5. Процент коректно разпознати цифри в зависимост от стойността на k

Важен резултат е времето за изпълнение на алгоритъма и разпознаване на цифра при различни стойности на k (фигура 6).



Фиг. 6. Време за разпознаване на тестовите данни в зависимост от k

Резултатите от експерименталните изследвания показват, че процентът на разпознати цифри е най-голям при $k = 4$ (98.94%), докато времето за разпознаване е най-малко при $k = 5$ (7.445 сек.).

Този извод се обяснява със същността на алгоритъма. При разглеждане на четири най-близки съседи (т.е. при $k=4$) вероятността да се наложи избор измежду два класа с по два представителя е много голяма, което увеличава времето за разпознаване. При пет съседи (т.е. при $k=5$) вероятността е по-малка и нуждата от провеждането на „референдум“ отпада. Следователно в разглежданата задача за разпознаване на цифрите от 0 до 9 препоръчителната стойност на параметъра е $k \approx \sqrt{N}$, където N е броят на разпознаваните класове. За постигане на по-добри времеви резултати стойността на k следва да е нечетна (таблица II).

Таблица II. Обобщение на препоръките за избор на k при разпознаване на цифри с kNN

Критерий на значимост при избор на k	Стойност на k	Препоръка
Висок процент на разпознаване	$k \approx \sqrt{N}$, където N – брой класове (в разглежданата задача $N = 10$)	$k = 4$
Време за разпознаване		$k = 5$ – нечетна стойност

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Препоръките за избор на параметър k , направени в предходната точка, в съчетание с изложените в началото предимства на kNN допълнително улесняват реализацията на алгоритъма на най-близките съседи при разпознаване на ръкописни цифри. Доброто време за изпълнение прави алгоритъма подходящ за работа в реално време (напр. в специализирани системи – контролери, роботи и др.), където е необходимо бързо анализиране на големи множества от данни.

Предстои работа в следните направления:

- Сравнение на kNN алгоритъма с други алгоритми за разпознаване на ръчно написани цифри;
- Изследване на kNN алгоритъма в други задачи от машинното обучение с цел потвърждаване или отхвърляне на направените в този доклад препоръки за избор на k ;
- Реализация на kNN за разпознаване на ръкописни цифри в роботи.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторът изказва благодарност към инж. Димитър Тодоров от катедра „Компютърни науки и технологии“ за помощта при разработването на приложението и провеждането на експерименталните изследвания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ghosh, A. K. On optimum choice of k in nearest neighbor classification. //Computational Statistics & Data Analysis, 50.11: 3113-3123, 2006.
- [2]. Harrington, P. Machine learning in action. Manning Publications, ISBN: 9781617290183, 2012.
- [3]. Lecun, Y. Comparison of learning algorithms for handwritten digit recognition. In: International conference on artificial neural networks, 1995, pp. 53-60.
- [4]. Song, Y. IKNN: Informative k -nearest neighbor pattern classification. In: European Conference on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery, Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 248-264.
- [5]. Weinberger, K. Q., J. Blitzer, L. K. Saul. Distance metric learning for large margin nearest neighbor classification, Advances in neural information processing systems, 2005, pp.1473-1480.
- [6]. <http://accord-framework.net>

За контакти:

гл. ас. д-р инж. Ивайло П. Пенев
катедра „Компютърни науки и технологии“
Технически университет - Варна
E-mail: ivailo.penev@tu-varna.bg

ПРИЛОЖЕНИЕ НА СЪВРЕМЕННИТЕ СОФТУЕРНИ ТЕХНОЛОГИИ И СОФТУЕРНИ ШАБЛОНИ В ОБЛАСТТА НА МОРСКИЯ ТРАНСПОРТ

Димитричка Ж. Николаева

Резюме: Докладът представя една от най-използваните съвременни софтуерни технологии – облачната технология, както и технологичните модели, които тя предоставя като услуги. Описва приложението на SaaS услугата в морския транспорт, разглежда предимствата на облачните технологии за понижаване на технологичните разходи. В доклада се посочва необходимост от създаване на информационна система за целите на морския транспорт и се очертават етапите на бъдеща разработка. В заключение са обобщени предимствата от използване на съвременни технологии и софтуерни шаблони.

Ключови думи: Облачни технологии, Софтуерни шаблони

Application of advanced software technologies and Software Design Patterns for shipping

Dimitrichka Zh. Nikolaeva

Abstract: This report presents one of the most widely used modern software technologies - Cloud technology, as well as the technological models which it provides as services. It describes the application of SaaS service in maritime transport considering the advantages of cloud computing to lower the technological expences. The report states the need to create an information system for maritime transport purposes and outlines the stages of future development. In conclusion the advantages of using Cloud technology and Design Patterns are summarized.

Keywords: Cloud technologies, Software Design Patterns

Увод

В търсене на нови възможности за подобряване производителността на своя бизнес все повече компании използват As-a-service концепциите за повишаване на изчислителната мощ и визуализация с надеждата да понижат технологичните си разходи. Този вид услуга се предоставя от една от най-масово навлизащите съвременни технологии – облачната технология. Тя представя модел, който позволява удобен, при поискване, достъп до мрежа от споделени изчислителни ресурси (мрежи, сървъри, съхранение, приложения и услуги), които могат бързо да бъдат предоставяни и освобождавани с минимално управление от потребителя или от специализиран доставчик на облачни услуги. (National Institute of Standards and Technology, 2011) [1].

Докладът се състои от четири части. Във втората част са описани предимствата от използване на облачните технологии, както и облачните технологични модели за предоставяне на услуги. Посочена е графика на най-използваната услуга SaaS, представени са таблично най-използваните софтуерните разработки в областта на морския транспорт, които използват облачни технологии. В третата част са посочени недостатъците в обработката на информация в част от корабните фирми, доказана е необходимостта от създаване на единен софтуер, използващ съвременни технологии и Design Patterns за управление на основните корабни дейности. Описани са етапите на създаване на информационна система в областта на морския транспорт с използване на съвременни технологии и Design Patterns.

Предимства на облачните технологии. Облачни технологични модели за предоставяне на услуги

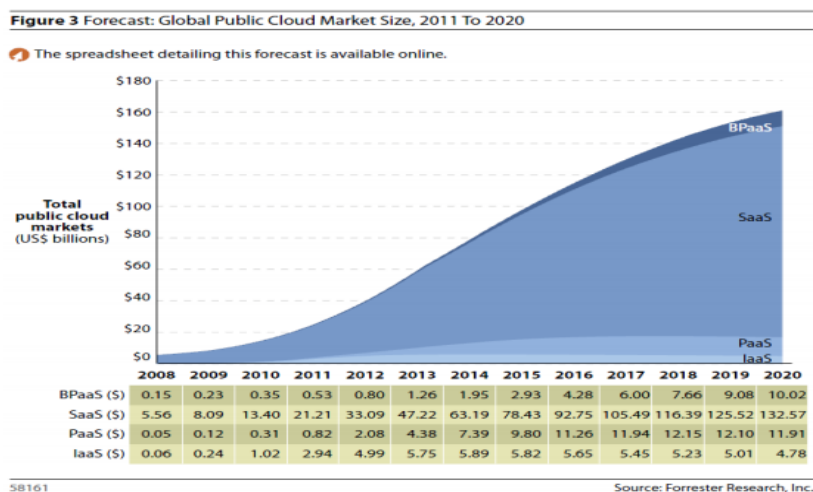
Предимствата на облачните технологии са свързани с намаляване разходите по предоставяне и използване на ИТ услуги по заявка, намаляване сложността при използване на информационните системи, повишаване тяхната мащабируемост и достъпност [2]. В облачните технологии се дефинират три вида услуги:

- ✚ Инфраструктура като услуга (IaaS) – осигурява на потребителите виртуална инфраструктура от сървъри и пространство за съхранение на данни. Най-популярният доставчик на инфраструктурни услуги е облакът на Amazon – EC2.
- ✚ Платформа като услуга (PaaS) – осигурява на потребителите среда, в която те могат да разработват своите приложения, като Windows Azure, Google App Engine, Apple iCloud и други.
- ✚ Софтуер като услуга (SaaS) – предоставя на потребителите възможността да ползват през Интернет софтуерни продукти дистанционно [1].



Фиг. 1. Облачни технологични модели за предоставяне на услуги

На фигура 2 е представено процентното съотношение на облачните услуги в бизнес средите [2]: Софтуер-като-услуга SaaS – 70%; Инфраструктура-като-Услуга IaaS – 34%; Платформа-като-Услуга PaaS – 25%



Фиг. 2. Сравнителна информация на облачни услуги в бизнеса

Най-използваната облачна услуга е SaaS. Софтуерът при нея се инсталира при доставчика и потребителите го достъпват чрез Интернет. Благодарение на минималните разходи за начален капитал, тя осигурява функционалност, не изисква средства за инсталация, управление, поддръжка и лиценз. Архитектурата на SaaS приложенията е проектирана да поддържа едновременно много потребители. Доставчикът на SaaS реализира икономии за сметка на разгръщането, управлението и поддръжката на софтуера. Мрежовото

управление на достъпа и обновяването на софтуера се осъществява от едно централизирано място, а не от позицията на всеки потребител. Доставката на приложението е един към много, а не един към един, както е при традиционната доставка. Четирите най-големи публични cloud платформи на пазара са: SoftLayer, an IBM Company; Amazon Web Services (AWS); Google Cloud Platform и Microsoft Azure [3].

Приложение на облачните технологии в морския транспорт

Много малки и средни компании все по-ясно осъзнават нуждата от технологии за обработка на големи обеми от данни и частни облачни решения, поради липсата на умения и експертиза да създадат и поддържат хардуерни системи [1]. Компаниите, които управляват транспортни и логистични операции с електронни таблици, както и тези с опит в сложни софтуерни системи, се обръщат към услугите на облачните технологии. Чрез включването в облачната мрежа тези превозвачи са в състояние да интегрират данните от всичките си транспортни и логистични системи и да създадат пълна инструментална видимост. Те търсят по-стабилна система за автоматизиране на работното натоварване, централизиране на комуникацията, намаляване на общите товарни разходи и предоставяне на скалируемост и гъвкавост без претоварване на ИТ ресурси [4]. Секторът, който успешно прилага иновативната технология, е морският транспорт - таблица1.

Top Marine Software Products			
Products	Cloud, SaaS, Web	Products	Cloud, SaaS, Web
Astra Marine DMS	+	The Marina Program	+
BiT Marine Software	+	The Yacht Solution	+
Blueshell	+	CODie Maritime Suite	-
BoatCloud	+	Info Marina	-
CDK Global	+	Marina Controller	-
Cleargistix	+	Marina Office	-
COMPASSng	+	Marine Ware	-
Dockwa	+	mespas R5	-
Harbour Assist	+	SAMM	-
Haven Star	+	Star IPS	-
Helm Marine Operations	+	Time Zero Tech-logy	-
iBooking Ticket	+	Total Marina Packege	-
IMS Marina Rental software	+	BTForms	V
MAMS – Marine Asset Management System	+	Chart Navigator Pro	V
Marina Master	+	Clearwater MMS	V
Marina Office	+	DockMaster	V
Marine Cloud	+	FSM Marina Management Software	V
Marine Software Suite	+	GMP Marine	V
My Marina Administration	+	Harbor Management System	V
OPS	+	iMagic Marina Reservation	V
Pier Vantage	+	InfoSHIP	V
PortVision	+	Marine CFO	V
QuoteWave	+	Mazor Maritime	V
Shipmate	+	OTS	V
Ship-Shope Reporting	+	PC Plotter	V
SlipFinder	+	ShipNet	V
Successful Marina	+	<i>Забележка:</i> използва (+) , не използва (-), не е посочена информация (V)	

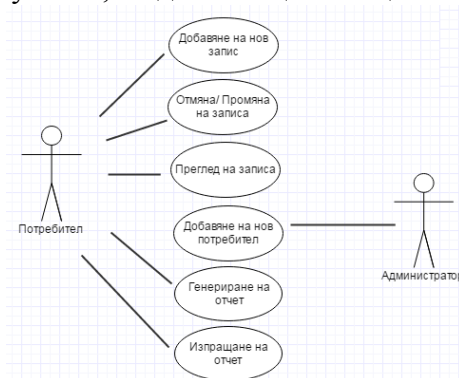
Фиг. 3. Таблица1. Приложение на облачните технологии в морския транспорт

Необходимост от разработване на софтуер за целите на морския транспорт. Етапи на създаване на информационна система, обслужваща морския транспорт. Използване на съвременни технологии и Design Patterns

Проучване в областта на морския транспорт показва, че въпреки големия брой софтуерни разработки все още има компании, които използват екселска таблица, за да въвеждат и обработват информация. Проблемите, които най-често възникват при съхранение на голям брой записи в ексел е, че информацията не винаги се обновява, което води до

изчислителни грешки. Идеята да се създаде информационна система в областта на морския транспорт, обслужваща дейности по снабдяване и ремонт, ще намали времето за изготвяне на отчети относно доставка на горива, газьол и масла (бункерование) и производство на питейна вода за нуждите на екипажа, доставка на резервни части, планиране на ремонтна дейност, както и въвеждане и обработка на информация, изпращане на електронен носител до съответния офис (инстанция).

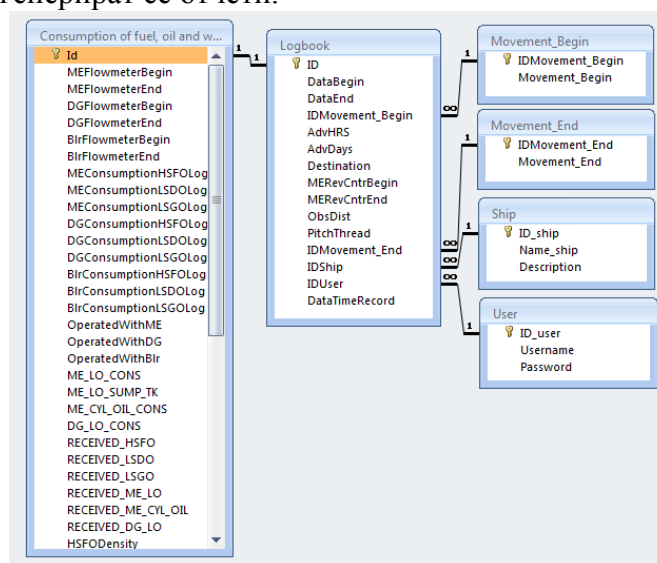
Разработването на всяка една софтуерна система преминава през 4 основни етапа: анализ, проектиране, реализация и тестване. Анализът трябва да предостави ясна спецификация, очертаваща нуждите на потребителя. Резултатът от него е документ, очертаващ функционалните изисквания. Един от начините за дефиниране на тези изисквания за дадено приложение е да се направи списък с всички неща, които то трябва да върши. Приложенията не са изолирани, а взаимодействат с различни потребители. Затова към функционалните изисквания подхождаме от гледна точка на това как приложението ще бъде използвано. Този подход се нарича „случай на употреба” (фигура 4.). Това е изискване към приложението, което показва как различните потребители биха могли да взаимодействат с него. Има три основни формата на случаи на употреба: кратък, формален и обстоен. Обстойният може да включва следните точки: основно действащо лице, предварителни условия, основен успешен сценарий, алтернативни сценарии, специални изисквания, неразрешени проблеми. От съществено значение при анализа е употребата на UML. Един от трите части на UML-модела на дадена система е т. нар. функционален модел. Този модел позволява изготвяне на диаграма на случаите на употреба, които са полезни, тъй като осигуряват визуализация на случаите, на действащите лица и на системата.



Фиг. 4. UML диаграма на случаите на употреба

Фазата на проектиране разглежда функционалните изисквания, изготвени във фаза анализ и ги разглежда от позицията на архитект – прави се опит да се разпознаят възможните подсистеми и евентуално класове. Основната дейност е свързана с описание на класовете, задачите на тези класове, както и отношенията помежду им. Целта е да се изготви техническа документация, която да служи като скица на приложението. Подобно на фаза анализ и тази фаза не определя правила, диктуващи техниките и инструментите, които ще се използват. Има различни техники, които се прилагат за фазата на проектиране, но най-удобни са CRC – картите (отговорности на класовете и взаимоотношения между тях). CRC – картите са ниско технологичен, но много ефективен начин за определяне на това, какви точно класове трябва да се напишат, какво трябва да са в състояние да вършат те и как да се отнасят един към друг. Определяне на класовете и отговорностите към тях са важна част във фазата на проектиране. Отговорности могат да бъдат: 1) създаване на форма за попълване от потребителя, 2) валидиране на данните, въведени от потребителя, 3) обработване на заявки и върнати резултати към и от сървъра и други. Определяне на сътрудници – обикновено това са други класове. Те оказват помощ или като доставят данни или като позволяват на класа да им прехвърля функционалност. Отношенията между класовете в детайли биват:

асоциация, агрегация и наследяване. Асоциация е най-слабото отношение от трите, наричано отношение на зависимост, когато два класа се отнасят помежду си по този начин, единият от тях разчита на другият да му помага в изпълнението на една или повече отговорности. Агрегация е, когато класовете са в това отношение, техните жизнени цикли са свързани. Докато при асоциацията обектите от даден клас могат да бъдат създавани и унищожавани без това да се отрази на обектите от другия клас, то при агрегацията обектите от единия клас са собственици на обектите от другия клас, от класа-собственик. Когато обектът-собственик бъде унищожен, автоматично се разрушават и обектите от класовете-сътрудници. Наследяване е най-силният тип отношение между класовете. Когато даден клас наследява друг, съществуващ вече, клас, той първоначално изглежда като него. Целият интерфейс и реализация на съществуващия биват предадени на новия клас. Следващата стъпка е оформяне на публични API (Приложен програмен интерфейс) – това са публични методи на класовете. Оформяне на API за даден клас представлява превеждане на отговорностите в имена (сигнатури) на методите. Като не е задължително за всички отговорности да има съответстващи публични методи, някои отговорности на класа могат да са и частни. Проектиране с UML се използва за визуализация на класовете, на техните API и на отношенията между класовете [5]. Той е полезен и от друга гледна точка, дава възможност за генериране на скелет за кода на всички необходими класове и интерфейси. Във фаза проектиране се създават обекти в база от данни (Logbook; Movement_Begin; Consumption of fuel, oil and water; User; Ship и Movement_End), определят се атрибутите към всяка таблица, определят се ключови полета, задават се типа, свойствата на полетата, определят се релационните връзки между таблиците (фигура 5), проектират се заявки, създават се изчислителни полета, генерират се отчети.



Фиг. 5. Релации

Предимствата от използване на релационните бази от данни са: съгласуваност, което дава възможност всеки елемент от данните да бъде записан само веднъж в една таблица; ефективност, защото се използва по-малко дисково пространство, тъй като данните се записват само на едно място. По-малките таблици предоставят данни по-бързо от големите. Ако не се използват отделни таблици, се налага въвеждане на стойност null, което води до излишък в таблиците и до отнемане на памет; разбираемост, структурата на базата данни е по-лесна за разбиране, ако темите са правилно разделени в таблиците. Visual Studio е предпочитана интегрирана среда за разработка, защото дава възможност за създаване на конзолни и графични потребителски интерфейси, както и Windows Forms или WPF приложения, уеб сайтове, уеб приложения и уеб услуги на всички поддържани платформи от

Microsoft Windows, Windows Mobile, .NET Framework и др. В процеса на създаване на заявките се добавят допълнителни изчислителни полета (фигура 8): **ME_Rpm** - средни обороти за отчетеното време; **ME Distance** - пресмята разстоянието в морски мили (NM) теоретично изминато от главен двигател, където **PitchThread** е коефициент за стъпката на винта на кораба; **ME_Power** - брояч на отделената или изразходвана мощност в [kW]; **ME_Power_BHP** - брояч на отделената или изразходвана мощност в конски сили; **Total_HSFO** - обща консумацията на D/G, M/E, Boiler. HSFO тежко гориво или мазут и др. За изготвяне на отчетите се въвеждат събития, които дефакто отговарят на определена маневра извършвана от кораба по време на престой в пристанище или плаване по море. (фигура 7) Отчетите се генерират въз основа на направените заявки и чрез Export могат да се запишат в Excel, Word или PDF (фигура 9).

Поле/ Предназначение	Формули
Time - пресмята времето между два записа	$\text{If}([\text{Table1}].[\text{DataEnd}]>=[\text{Table1}].[\text{DataBegin}]);([\text{Table1}].[\text{DataEnd}]-[\text{Table1}].[\text{DataBegin}])*24-[\text{Table1}].[\text{AdvHRS}]+[\text{Table1}].[\text{AdvDays}]*24;0)$
ME_Rpm - средни обороти за отчетеното време	$\text{If}([\text{Table1}].[\text{MERevCntrEnd}]>=[\text{Table1}].[\text{MERevCntrBegin}]);([\text{Table1}].[\text{MERevCntrEnd}]-[\text{Table1}].[\text{MERevCntrBegin}])/([\text{TimeHRS}]/60;([\text{Table1}].[\text{MERevCntrEnd}]-[\text{Table1}].[\text{MERevCntrBegin}]+1000000)/([\text{TimeHRS}]/60)$
ME Distance - пресмята разстоянието в морски мили (NM) теоретично изминато от главен двигател, където PitchThread -коефициент за стъпката на винта на кораба	$([\text{Table1}].[\text{PitchThread}])*[\text{ME_Rpm}]*[\text{TimeHRS}]*60)$
Slip -процентно отношение м/у действителното изминато разстояние (Obs.Dist.) и теоретично изминато от винта "Главен двигател"(ME_Dist)	$([\text{ME_Dist}]-[\text{Table1}].[\text{ObsDist}])/[\text{ME_Dist}]$
ME_Power - брояч на отделената или изразходвана мощност в [kW]	$(([\text{Table3}].[\text{ME_Power_meter_End}]-[\text{Table3}].[\text{ME_Power_meter_Begin}])/[\text{Query1}].[\text{TimeHRS}]$
ME_Power_BHP - брояч на отделената или изразходвана мощност в конски сили	$(([\text{Table3}].[\text{ME_Power_meter_End}]-[\text{Table3}].[\text{ME_Power_meter_Begin}])/[\text{Query1}].[\text{TimeHRS}])*1,341$
Total_HSFO общо консумацията на D/G, M/E, Boiler. HSFO тежко гориво или мазут.	$([\text{Table3}].[\text{MEConsumptionHSFOLog}]+[\text{Table3}].[\text{DGConsumptionHSFOLog}]+[\text{Table3}].[\text{BlrConsumptionHSFOLog}])$
Total_LSGO обща консумация на трите... Low Sulphure Desel Oil или дизел с ниско съдържание на свра до 0.1%	$([\text{Table3}].[\text{MEConsumptionLSGOLog}]+[\text{Table3}].[\text{DGConsumptionLSGOLog}]+[\text{Table3}].[\text{BlrConsumptionLSGOLog}])$
ME_CYL_OIL_ROB_End -цилиндрово масло оставащо на борда "Main Engine Cylinder Oil Remaining on Board	$([\text{Table3}].[\text{ME_CYL_OIL_ROB_Begin}]-[\text{Table3}].[\text{ME_CYL_OIL_CONS}]+[\text{Table3}].[\text{RECEIVED_ME_CYL_OIL}])$
ME_LO_ROB_ST_TK_End -"Main Engine Lubricating Oil Remaining On Board at Storage tank" -оставащо масло за Главен Двигател на борда на кораба в танк за съхранение	$([\text{Table3}].[\text{ME_LO_ROB_ST_TK_Begin}]-[\text{Table3}].[\text{ME_LO_CONS}]+[\text{Table3}].[\text{RECEIVED_ME_LO}])$
DG_LO_ROB_End -"Diesel Generator Lubricating Oil remaining on Board" -масло за генераторите оставащо на борда на кораба	$([\text{Table3}].[\text{DG_LO_ROB_Begin}]-[\text{Table3}].[\text{DG_LO_CONS}]+[\text{Table3}].[\text{RECEIVED_DG_LO}])$
Total_HSFO_ROB -оставащо гориво "High Sulphure Fuel Oil" след изваждане на разходите	$([\text{Table3}].[\text{TotalConsHSFO_ROB_Begin}]-[\text{Total_HSFO}]+[\text{Table3}].[\text{RECEIVED_HSFO}])$
Total_LSDO_ROB -оставащо гориво. "Low Suphure Diesel Oil"	$([\text{Table3}].[\text{TotalConsLSDO_ROB_Begin}]-[\text{Total_LSDO}]+[\text{Table3}].[\text{RECEIVED_LSDO}])$
Total_LSGO_ROB "Total Low Sulphure Gas Oil Remainin on Board" -оставащо гор. след изваждане на разходите	$([\text{Table3}].[\text{TotalConsLSGO_ROB_Begin}]-[\text{Total_LSGO}]+[\text{Table3}].[\text{RECEIVED_LSGO}])$
TOTAL_DO -включва LSGO + LSDO (и двете горива са Diesel Oil)	$[\text{Total_LSDO_ROB}]+[\text{Total_LSGO_ROB}]$

Фиг. 6. Изчислителни полета

Във фаза реализация практически се пише кодът, който до момента е проектиран. Тук има 4 важни неща: конвенции при програмиране (спазване на правила при именуване на класове, променливи, функции, интерфейси и др.), капсулиране (единствения начин за взаимодействие с класа е като се използват неговите публични методи), композиция (позволява да се напише нов външен клас, който съдържа инстанция от съществуващ вътрешен клас, но новият външен клас не наследява автоматично интерфейса на съществуващия вътрешен клас, може външният да използва инстанция на вътрешния единствено чрез публичен интерфейс) и наследяване (позволява дефиниране на нов клас, който да получи автоматично интерфейса и реализацията на друг, съществуващ клас), както и обвързване (стратегия, в която два обекта имат нужда от информация един от друг) [5].

Събитие	Условия на възникване
NOON - обяд 12:00 часа	NOON (NOON - NOON), възниква в два случая: А) <u>две съседни събития</u> : HC: NOON и KC: NOON ; Б) N на брой събития: HC: NOON ; 2, 3, 4 ... N-1: Произволни и KC: NOON .
(ST-BY) Stand-by - готовност за маневра 1 час преди маневра	FIRST LINE (FWE)/ ST-BY (EOSP) - FWE, възниква в два случая: А) <u>две съседни събития</u> : HC: ST-BY (EOSP) и KC: FWE ; Б) N на брой събития: HC: ST-BY (EOSP) ; 2, 3, 4 ... N-1: Произволни; KC: FWE
(FEW) Finish with engine - край на работа на главен двигател. Кораба е пристигнал в пристанище	FWE - ST-BY/ CAST OFF , възниква в следния случай: <u>две съседни събития</u> : HC: FWE и KC: ST-BY .
(EOSP) End of sea passage - край на прехода по море	EOSP/ BOSP (COSP) – EOSP, възникват в два случая: А) <u>две съседни събития</u> : HC: BOSP (COSP) и KC: EOSP ; Б) N на брой събития: HC: BOSP (COSP) ; 2, 3, 4 ... N-1: NOON и KC: EOSP .
(COSP)/ (BOSP) – Commence/ Begin of sea passage - начало на плаване по море след отплаване от пристанище	COSP (BOSP)/ ST-BY - COSP (BOSP) , възниква в следния случай: <u>две съседни събития</u> (BOSP): HC: ST-BY и KC: COSP .
START DRIFT - начало на дрейтинг т.е. кораба не се движи гл. двигател е спрял и кораба се носи по вълните	START DRIFT/ ST-BY – START DRIFT , възниква в следния случай: <u>две съседни събития</u> : HC: ST-BY и KC: START DRIFT
FINISH DRIFT - край на дрейтинг т.е. кораба не се движи гл. двигател е спрял и кораба се носи по вълните	FINISH DRIFT/ START DRIFT - FINISH DRIFT , възниква в следния случай: <u>две съседни събития</u> : HC: START DRIFT и KC: FINISH DRIFT .
DROP ANCHOR - спускане на котвата, спиране на гл. двигател	DROP ANCHOR/ ST-BY – DROP ANCHOR , възниква в следния случай: HC: ST-BY и KC: DROP ANCHOR
ANCHOR UP - вдигане на котвата. Кораба ще тръгва след престой на котва	ANCHOR UP/ DROP ANCHOR - ANCHOR UP , възниква в следния случай: <u>две съседни събития</u> : HC: DROP ANCHOR и KC: ANCHOR UP .

Фиг. 7. Събития

Писането на програмен код изисква време и средства. Процесът може да се улесни, ако се прилагат Design Patterns - фигура 8. В конкретния случай подходящи са: Bridge (2.Structural Patterns), Observer (3. Behavioral Design Patterns), Model View Controller (10.Web Presentation Patterns), както и Облачните шаблони за проектиране. Bridge дава възможност да се скрие част от изпълнението на един клас в друг, за се скрие кодът от изпълнителите [7]. Observer може да се използва за изготвяне на списък от потребители с възможност за наблюдаване. Обектът представя таблица от база от данни за потребители [7]. Model View Controller (10.Web Presentation Patterns) е концепция за капсулиране на данни заедно с обработката (модела) им. Модел е обект, представляващ данни, например таблица на база от данни или процес. Изглед е форма на визуализация на състоянието на модела. Контролер предлага удобства за промяна състоянието на модела [7].

Design Patterns of Enterprise Application Architecture (Martin Fowler)	
1. Domain Logic Patterns	6. Distribution Patterns
2. Data Source Architectural Patterns	7. Offline Concurrency Patterns
3. Object-Relational Behavioral Patterns	8. Session State Patterns
4. Object-Relational Structural Patterns	9. Base Patterns
5. Object-Relational Metadata Mapping Patterns	10. Web Presentation Patterns
Cloud Patterns (Шаблони за облаково проектиране)	
1. Cloud Design Patterns	2.Cloud Design Patterns for AWS
3.Cloud Architecture Patterns	
Specific design templates - Core J2EE Patterns (Специфични шаблони за проектиране)	
1. Presentation Tier Patterns	2. Business Tier Patterns
3.Integration Tier Patterns	
Design Patterns (Erich Gamma)	
1. Create Design Patterns	2.Structural Patterns
3.Behavioral Design Patterns	
Antipatterns (Анти-шаблони)	
1.Анти-шаблони в разработката на софтуер	2.Анти-шаблони в архитектурата на софтуер

Фиг. 8. Design Patterns [7, 8, 9, 10, 11]

Тестването се осъществява най-често от екип по качествен контрол, който провежда тестове, за да се провери дали приложението се държи според очакванията и да се опита да открие евентуални бъгове. В този етап се използват т. нар. unit тестове.

M/V _____	Date: 23-Nov-16	M/V _____	Date: 21-Nov-15
C/E NOON REPORT		ENGINE ARRIVAL REPORT (FLASH)	
ME rpm 0.0	Spd 0 Kts	St time 19.0	hrs
OE Dist 0.0	nm	Eng Dist 0.0	nm
Slip %DIVIDE		ME Load 78	KW
LSGO CONS		FO CONS	
Sulph cont 1.73%		Sulph cont 0.09%	
Total 0.0	m/t	AVR on 24HRS	5.7 m/t
ME 0.0	m/t	ME 7.7	ME 3.2
DG 0.0	m/t	DG 4.6	DG 1.9
Boiler 0.0	m/t	Boiler 1.4	Boiler 0.6
LO CONS		LS GO CONSUMPTIONS	
ME LO 5	lbs	ME 2.10	m/t
CYL OIL 10	lbs	DG 0.60	m/t
DG LO 8	lbs	Boiler 0.00	m/t
FRESH WATER		Boiler	
Cons Tank 2	m/t	Total 2.80	m/t
Prod 0	m/t		
ROB:		LO CONS	
HFO 2699.0	m/t	ME LO 2	lbs
ME LO 10495	lbs	CYL OIL 15	lbs
DG LO 10468	lbs	DG LO 3	lbs
Sump Tk 82	cm		
C/E _____		C/E _____	

A) Engine -On Report

M/V _____	Date: 6:54	M/V _____	Date: 19-Oct-15
ENGINE ARRIVAL REPORT (FLASH)		ENGINE ARRIVAL REPORT (EOSP)	
ROB		Arrival at	
St time 1.9 hrs		Barcelona to Zeebrugge	
HFO 2699.0	m/t	St time 10.5	hrs
LSGO 152.9	m/t	Average RPM 82.1	
ME LO 10496	lbs	OE Dist 124.0	nm
CYL OIL 25830	lbs	Slip 5.9%	
DG LO 4000	lbs	Average Slip 11.0%	
Fr.Water 107	m/t	ME Load 281.5	Kw
Sump Tk 82	cm	FO CONSUMPTIONS	
CONSUMPTION FROM EOSP TO FIRST LINE ASHORE		ME	
FO		DG	
ME 0.00	m/t	ME Total/Av 141.80	28.1
DG 0.00	m/t	DG Total/Av 17.60	3.5
Boiler 0.00	m/t	Boiler Total/Av 0.00	0.0
Total 0.00	m/t	Gr/Total Av P/O 150.40	31.6
LO CONS		LS GO CONSUMPTIONS	
ME LO 13	lbs	ME 2.60	m/t
CYL OIL 50	lbs	DG Total/Av 5.60	1.1
DG LO 9	lbs	Boiler Total/Av 0.00	0.0
FRESH WATER		Boiler	
Cons Tank 12	m/t	Total 9.60	m/t
Prod 0	m/t	Gr/Total Av LSG 31.40	6.2
ROB:		LO CONS	
HFO 1226.7	m/t	ME LO 6	lbs
ME LO 11280	lbs	CYL OIL 15	lbs
CYL OIL 9670	lbs	DG LO 3	lbs
DG LO 4008	lbs		
FTL LO 26758			
Sump Tk 82	cm		
C/E _____		C/E _____	

B) Engine Arrival Report (Eosp)

M/V _____	Date: 8:00	M/V _____	Date: 22-Nov-15
ENGINE DEPARTURE REPORT (FULL A WAY)		ENGINE DEPARTURE REPORT (FULL A WAY)	
ROB		Sailing from	
St time 1.4 hrs		San Diego	
HFO 2699.0	m/t	St time 1.4	hrs
LSGO 143.2	m/t		
ME LO 10495	lbs		
CYL OIL 25815	lbs		
DG LO 3984	lbs	FW cons 1	m/t
Fr.Water 100	m/t		
Sump Tk 82	cm		
CONSUMPTIONS FROM ST/RY TO Full Away		ME	
HFO		LSGO	
ME 0.00	m/t	ME 1.80	m/t
DG 0.00	m/t	DG 0.50	m/t
Boiler 0.00	m/t	Boiler 0.10	m/t
Total 0.00	m/t	Total 2.40	m/t
LO CONS		ME LO	
ME LO 1	lbs	CYL OIL 15	lbs
CYL OIL 15	lbs	DG LO 2	lbs
DG LO 2	lbs		
C/E _____		C/E _____	

G) Engine Departure Report (Full Away)

Заклучение и бъдеща работа

Докладът е към докторантски проект в ТУ Варна ПД6.

- [1]. http://ibsedu.bg/media/Conference/2014/_2014_2.pdf
- [2]. http://cio.bg/6661_populyarno_zha_cloud_computing__terminologiya_predimstva_prilozheniya
- [3]. <http://connect.softlayer.com/Cloud-Performance-LP.html>
- [4]. <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/high-tech-the-rise-of-saas-and-the-cloud/>
- [5]. О'Really, PHP хакове, Съвети и инструменти за създаване на динамични уеб страници, София, 2007
- [6]. <http://c2.com/>
- [7]. Ерик Гама, Ричард Хелм, Ралф Джонсън, Шаблони за дизайн / Design Patterns, СофтПрес, 2005
- [8]. Martin Fowler, Patterns of Enterprise Application Architecture, Addison Wesley, 2011
- [9]. Alex Homer, John Sharp, Larry Brader, Masashi Narumoto, Trent Swanson, Cloud Design Patterns, Microsoft patterns & practices, 2014, <http://www.onlineprogrammingbooks.com/cloud-design-patterns/>
- [10]. Deepak Alur, John Crupi and Dan Malks, Core J2EE™ Patterns: Best Practices and Design Strategies, Java 2 Platform, Enterprise Edition Series, 2003
- [11]. William J. Brown, Raphael C. Malveau, Hays W. "Skip" McCormick, Thomas J. Mowbray, AntiPatterns: Refactoring Software, Architectures, and Projects in Crisis, Wiley, 1998

Димитричка Ж. Николаева
катедра „Софтуерни и интернет технологии”, ТУ Варна
e-mail: dima.nikolaeva@abv.bg

OPEN SOURCE BLENDER 3D МОДЕЛИРАНЕ И АНИМАЦИЯ

Гинка К. Маринова, Нели Ан. Арабаджиева – Калчева, Христо Б. Ненов

Резюме: 3D моделите се използват в 3D графиката и в CAD системите. Днес 3D модели намират приложение в широка гама от области. Медицинската индустрия използва подробни модели на органи, които могат да бъдат създадени с няколко 2-D срезови изображения (slice) от един MRI (Magnetic Resonance Imaging) или CT (Computed Tomography). Индустрията на видео игрите базира продуктите си почти изцяло на 3D моделите. Много компютърни игри използват предварително предоставени снимки на 3D модели като спрайтове, след което ги интерпретират и визуализират в реално време. 3D модели могат да бъдат основа за физически устройства, които са изградени с 3D принтери или машини с ЦПУ. Филмовата индустрия ги използва за специални ефекти. Създаването и оформянето на един 3D модел е сравнително трудоемка работа в зависимост от сложността на модела, затова изборът на подходящата среда за неговата разработка е от особено значение.

Ключови думи: 3D, модел, рендиране, Blender

Open Source Blender 3D modeling and animation

Ginka Marinova, Neli Kalcheva, Hristo Nenov

Abstract: 3D models are used in 3D graphics and CAD systems. Today, 3D models are used in a wide range of fields. The medical industry uses detailed models of organs; they may be created by several 2-D slice images of a MRI (Magnetic Resonance Imaging) or CT (Computed Tomography). The video games industry based products almost entirely on 3D models. Many computer games use pre-rendered images of 3D models as sprites and then interpret them and visualize in real time. 3D models can be based on physical devices that are built with 3D printers and CNC machines. The film industry uses them for special effects. Creating and shaping a 3D model is relatively labor intensive work depending on the complexity of the model, so choosing the right environment is particularly important.

Keywords: 3D, model, rendering, Blender

1. Увод

Blender е мощен инструмент, който се ползва за 3D моделиране, анимация, рендиране, композиране, обработка на видео, създаване на интерактивно съдържание и други. Създаден е на високо професионално ниво и е с отворен код. Blender се развива от 90-те години на миналия век, като размерът на кодовата база почти се е удвоил, благодарение на нарастващия интерес от страна на разработчици от цял свят. Софтуерният продукт е широко използван от студенти, любители, художници, учени и професионалисти и употребата му от тези и други групи расте всеки ден. Програмата е като основна алтернатива за хората, които искат свободен, отворен и независим инструмент за 3D модели и анимация.

2. Изложение

2.1. Потребителски интерфейс, моделиране и анимация в Blender

Blender е с нестандартен потребителски интерфейс, много различен от повечето среди за 3D моделиране. В сравнение с програми с GUI, в Blender клавиатурата се използва интензивно. Потребителите трябва да запомнят клавишни комбинации, като някои от командите са достъпни само под тази форма.

Потребителският интерфейс е проектиран така, че да се виждат всички съответни възможности и инструменти в един екран, без бутане или плъзгане. Blender не използва изскачащи прозорци и панели. Тази особеност обикновено обърква дългогодишния ползвател на продуктите на Microsoft, който е свикнал с контекстното меню.

Работната среда на Blender е разделена на множество правоъгълни екрани, съдържащи различен вид информация и, по желание на ползвателя, - дублираща се. Начинаещият потребител е трудно да се ориентира в наличието на много прозорци. Затварянето на даден панел, последващото интуитивно търсене с десен бутон на мишката е обикновено неуспешно. Разделянето на екрана на прозорци или сливането на два панела в един са процеси, за които е необходимо предварително информиране от ръководството за потребителя.

Изводът е, че потребителският интерфейс не е лесен и интуитивен. Нужно е старателно изучаване на отделните менюта и подменюта, както и запомняне на клавишни комбинации.

Програмата Blender дава възможност да бъдат създавани тримерни модели, използвани в рекламата, мултимедията, компютърни игри, индустриалния, интериорния и промишлен дизайн и други. Процесът на моделиране протича индивидуално в зависимост от идеята, поредицата от действия за реализация и постигане на поставената задача. Програмата предлага готови 3D модели на стандартни геометрични примитиви като куб, цилиндър, сфера, равнина, конус и други. След моделиране или скулптуриране на дадена фигура, тя може да се трансформира в друга, обикновено несиметрична форма. В програмата освен основните действия преместване, завъртане, разтягане на върхове, ръбове, лица, цели обекти са добавени в основния екран, полезни функционалности като огледален образ (Mirror), създаване на масив от обекти (Array), дублиране (Duplicate), обединяване (Join), изглаждане (Smooth), релефност (Flat) и други. Включени са различни модификатори като: скосяване (Bevel), екструдирание (Extrude), трансформиране в спираловидна форма (Screw), увеличаване на броя върхове и ръбове (Wireframe), разделяне на повърхности (SubdivisionSurface) и други.

Визуализирането (rendering) в Blender е процес, който е свързан с генериране на цифрово изображение от модел, т.е. създаване на 2D изображение (или видео) на 3D сцена. Настройките на програмата предоставят възможност за промяна на честотата на кадрите за анимация, резолюция на изображението, както и много други важни компоненти, необходими за получаване на оптимизиран краен резултат. Потребителят може да направи избор от списък с видео формати, използвани във филмовата индустрия, например: • HDTV 1080P • HDTV 720P • TV NTSC • TV PAL • телевизия PAL 16: 9 и други.

По подразбиране рендирането се осъществява с BlenderRender, който използва два различни алгоритъма - трасиращ лъч (ray-tracing) и апроксимиращ лъч (approximated). Апроксимираният метод е представен на обществеността с известния анимационен филм на Blender - Big BuckBunny (фигура 1).



Фиг. 1.

Трасирацият алгоритъм (ray-tracing) се отличава с ефект на трептене между кадрите в анимацията, с недобро качество на изображението (зърнесто) и дългото време на рендиране. С апроксимиращия метод се получават по-добри резултати в сравнение с предходния, но не и при включване на околна светлина в анимацията, където се появяват проблеми (трептене). Недостатъците на двата метода са преодолени с въвеждането на CycleRender през 2011 година с появата на версия 2.61, като Pytonscript. Новият рендер се отличава с лекота при използване. Постига се интерактивност на 3D изгледа, като фотореалистичното изображение се доближава до реалността. Нововъведение в рендера е предварителна визуализация на сцената, която постоянно се актуализира почти в реално време (в зависимост от графичната карта).

В програмата Blender се използват три вида анимации.

- Анимация на обектите в пространството и времето. При тази анимация са включени основните действия: преместване, ротация, и мащабиране на обекта в сцената.
- Анимация на модели, използващи система на скелетна конструкция. Това е основният вид при работа с персонажи. Този способ най-точно имитира движението на живи обекти.
- Анимация на физически явления – вятър, дъжд, мъгла, частици (фигура 2), гравитация (фигура 3), лед (фигура 4), течности, и други.

2.2. Предимства и недостатъци на Blender



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Blender е безплатен и както всички софтуерни продукти си има и предимства, и недостатъци. Цената е алтернативно решение за избор на софтуер. Това е предимство в самообразованието, водещо до спестяване на средства.

Предимства на програмата Blender:

- Нулева инвестиция за внедряване;
- Реализиране както на векторна, така и на растерна графика;
- Кросплатформен. Работи под Windows и Linux;
- Постоянно обновяван;
- Не голям по размер;
- Възможност за създаване на игри;
- Създаване на анимация с помощта на скелетна арматура;
- Монтаж на видео;
- Способност за работа с Chromakey¹;
- Бързо моделиране на различни обекти в сравнение с други 3D програми.

¹Импортиране на 3D обект във видео среда

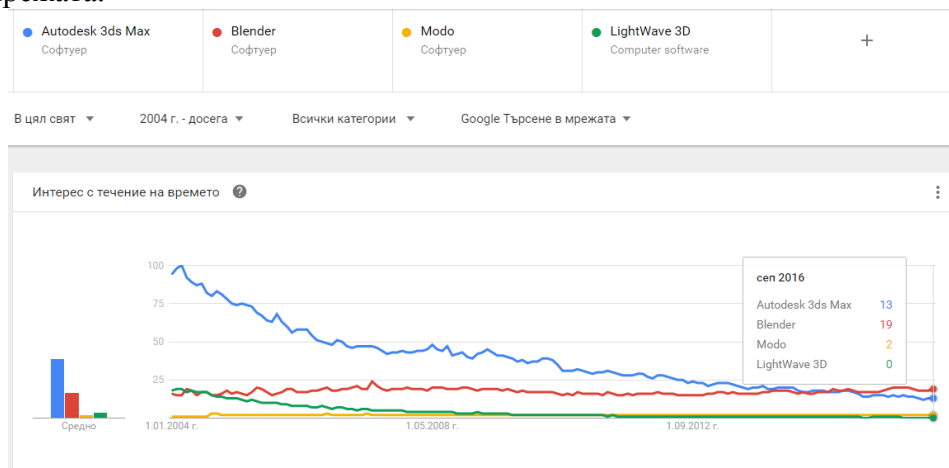
Недостатъци на програмата Blender:

- Сложен потребителски интерфейс;
- Липса на вградена система за обучение;
- Недостатъчни учебни пособия на български език.

2.3. Търсене на Blender в мрежата

През последните години са създадени нови и с все по-големи възможности програмни продукти за професионална тримерна графика и анимация. В световен мащаб висококачествен, професионален и комерсиален софтуер за триизмерно моделиране е продуктът на Autodesk - 3D StudioMax. Друга програма за генериране на триизмерни обекти, при която времето за рендване е изключително кратко, е Modo. Lightwave е популярна програма за моделиране, състояща се от две приложения – едното за 3D моделиране, а второто - за анимация.

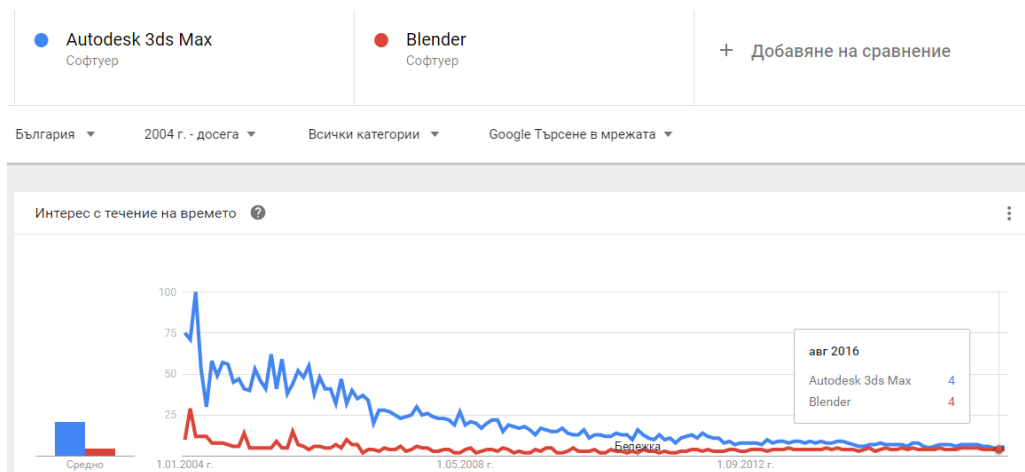
Според GoogleTrend, интересът² към Blender през последните две години (2015-2016 г.) е надминал комерсиалния продукт Autodesk 3ds Max (фигура 5). Двата продукта Modo и Lightwave, видно от графиката на фигура 5, от 2008 година до 2016 година са все по-малко търсени в мрежата.



Фиг. 5

В България интересът към Blender в периода от 2004 до 2016 година е сравнително нисък. Поради спада на търсенето на софтуера Autodesk 3ds Max, интересът към двата продукта през 2015 -2016 година е почти идентичен (фигура 6).

² Интерес с течение на времето - Числата показват интереса към търсенето по отношение на точката с максималната стойност в диаграмата за дадения регион и интервал от време. Със 100 се означава максималната популярност на термина, 50 означава, че популярността на термина е два пъти по-малка, а 0 значи, че популярността на термина е по-малка от 1% от максималната.



Фиг. 6

3. Заключение

Blender е среда, която набира все по-голяма популярност в света на 3D моделирането. Функционалностите на програмата предоставят изключително големи възможности на потребителите при създаване на техните модели. Отвореният код улеснява създаването на допълнителни собствени разширения, които развиват и обогатяват съществуващия Open Source Blender.

Литература

- [1]. Mullen T., MasteringBlender, WileyPublishing, Inc., Indianapolis, Indiana, 2009
- [2]. Прахов А. А., Blender: 3D-моделирование и анимация. Руководство для начинающих, Петербург, 2009
- [3]. Valenza E., Blender 2.6 Cycles: Materials and Textures Cookbook, Birmingham, 2013
- [4]. Powell A. W., Blender 2.5 Lighting and Rendering, Birmingham, 2010
- [5]. Chronister J., Blender Basics 2.6, 2011
- [6]. Bernardo Jr., Blender Cycles: Lighting and Rendering Cookbook, 2013
- [7]. Simonds B., Blender Master Class, San Francisco, 2013

За контакти:

ас. инж. Гинка Калева Маринова
катедра „Компютърни науки и технологии”

Технически университет - Варна
E-mail: g.marinova@tu-varna.bg

ас. инж. Нели Ананиева Арабаджиева - Калчева
катедра „Софтуерни и интернет технологии”

Технически университет - Варна
E-mail: n_kalcheva@tu-varna.bg

доц. д-р Христо Ненов
катедра „Софтуерни и интернет технологии”
E-mail: h.nenov@tu-varna.bg

СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА СЪДЪРЖАНИЕ

Нели Ан. Арабаджиева – Калчева, Мая П. Тодорова

Резюме: Целта на публикацията е изследване и сравнителен анализ на най-популярните системи за управление на съдържание. Изследваните системи са WordPress, Joomla и Drupal. Резултатите са изведени аналитично и графично. На база на направените проучвания и анализи се достига до извода, че WordPress е най-популярната система за управление на съдържание, която се използва от непрофесионалисти. Втората по използваемост е Joomla, съчетаваща интуитивния интерфейс на WordPress и техническите характеристики на Drupal. Третата система, избрана през последните години, е Drupal, която е технически най-напреднала.

Ключови думи: популярни системи за управление на съдържание, CMS, WordPress, Joomla, Drupal

Popular content management system

Neli An. Arabadzieva – Kalcheva, Maya P. Todorova

Abstract: The aim of the paper is a study and comparative analysis of the most popular content management systems. The studied systems are WordPress, Joomla and Drupal. The results are displayed graphically and analytically. Based on studies and analyzes is concluded that WordPress is the most popular content management system used by non-professionals. These condonuse is Joomla, which combines the intuitive interface of WordPress and technical features of Drupal. The third system, choosen in recent years is Drupal, which is the most technically forward.

Keywords: Popular content management system, CMS, WordPress, Joomla, Drupal

1. Увод

Системата за управление на съдържанието (Content Management System - CMS) е софтуер, който улеснява организацията, контрола и публикуването на големи количества информация. Най-разпространените и известни CMS са с отворен код - WordPress, Joomla, Drupal, Magento, Blogger и други. Тези системи се създават, поддържат, тестват и развиват от множество разработчици и техният код е публично достъпен за преглед и редактиране.

Изборът на CMS за реализация на проект протича през следните етапи:

- Анализ на потребностите на организацията-възложител на проекта;
- Определяне на целите и задачите, които трябва да бъдат реализирани;
- Определяне на изискванията към дизайна на приложението;
- Определяне на нивата на достъп и функционалността;
- Поддръжка на реализирания продукт.

В доклада са разгледани три системи за управление на съдържание - WordPress, Joomla и Drupal. Посочени са техните предимства и недостатъци. Направен е анализ и оценка на тяхната приложимост и популярност в периода 2004г. – 2016г. Графично са представени резултатите от различни видове атаки, насочени към приложения, създадени със CMS платформи и тези, създадени без тяхното използване.

2. Изложение

2.1. Определение и класификация

Системата за управление на съдържанието се състои от ядро и разширения. Ядрото на системата е основният програмен код, реализиран чрез множество свързани функции.

Направена е класификация на разширенията по два признака.

Първи признак – по начин на активиране:

- вградени в ядрото на програмния продукт;
- допълнителни пакети.

По начин на активиране разширенията са разработени като част от ядрото на CMS и са активни след инсталиране на софтуера. Съществуват и разширения, които трябва да бъдат добавени допълнително.

Втори признак – по начин на структуриране:

- разширения тип модули;
- добавки (плъгини).

Разширенията тип модули се използват за представяне на малки блокове с важна информация – менюта, последни новини, статистика, анкети, снимка за деня, рекламни банери и други. Разширенията, които допълват функционалността на компонентите и модулите, са добавки или плъгини като смяна на темплейт, добавяне на езици, конвертор на валута, видео и други.

Най-популярните системи за управление на съдържание: WordPress, Joomla и Drupal са базирани на PHP, MySQL и Apache (таблица 1)

Таблица 1. Популярни CMS

CMS	Език за програмиране	Web Server	База данни
WordPress	PHP	Apache, mod rewrite	MySQL
Joomla	PHP	Apache	MySQL
Drupal	PHP	Apache, IIS	MySQL, PostgreSQL

2.2. Предимства и недостатъци на WordPress, Joomla и Drupal

WordPress

Предимства: Системата е с интуитивен интерфейс за начинаещи. Притежава функционалности за реализация на блокове, новинарско студио и интернет магазин. Лесен е за инсталиране. WordPress притежава повече плъгини, теми и възможности за персонализации, отколкото всеки друг CMS. Съществува общност, която предлага безплатна поддръжка и помощ на собственици на сайтове, създадени с WordPress.

Недостатъци: При голяма посещаемост на сайт, реализиран чрез WordPress, се генерира излишен код, което води до необходимост от значителен сървърен ресурс. Системата е несъвместима при добавяне на стари плъгини. Необходима е постоянна актуализация на WordPress, с цел намаляване на риска от хакерски атаки.

Joomla

Предимства: Подходяща за различни видове уеб сайтове, сайтове с форуми, електронна търговия, блокове и сайтове, където са необходими сигурни данни. Тя е мощна система за управление на съдържание, която може да работи на повечето сървъри без проблеми. Първоначално е създадена като CMS система от корпоративен клас, което я прави способна да се справи с голямо по обем съдържание. Съществуват както много плъгини и теми, чрез които може да се персонализират сайтовете, така и общност за взаимопомощ. Joomla съчетава лекотата на използване на WordPress и силата на Drupal. Чрез ACL (Access ControlList) е възможно да се задават специфични права на достъп на всеки потребител, които могат да се ограничават или увеличават при необходимост.

Недостатъци: Системата е по-трудна за инсталиране в сравнение с WordPress от непрофесионалисти. Голямата дневна посещаемост на сайт, създаден с Joomla, води до забавяне на системата.

Drupal

Предимства: Подходящ е както за създаване на обикновен блог портал, така и за изграждане на сайтове за големи корпорации. Платформата на Drupal е технически по-напреднала от трите системи за управление на съдържанието. Тя не използва много системни ресурси, както WordPress, което не води до обновяване на по-скъп хостинг. Страниците, създадени на Drupal, се зареждат по-бързо и имат по-кратко време за реакция в съпоставка с WordPress и Joomla. Лесно се персонализират с различни плъгини и шаблони. При достатъчни познания по програмиране е възможно да се редактират всички файлове на системата, което я прави по-гъвкава.

Създадена е специална служба за безопасност DrupalSecurityTeam, която следи всички съобщения, свързани с безопасността, анализира кода на възможните уязвимости, осъществява поддръжка с разработчици във връзка с въпросите за сигурността.

Недостатъци: Обикновено сайт, създаден с Drupal, изисква професионална техническа поддръжка, за да функционира правилно. Трудно е да се намери помощ и подкрепа при възникнали проблеми.

В таблица 2 са представени основни характеристики на WordPress, Joomla и Drupal.

Таблица 2. Характеристики - WordPress, Joomla и Drupal

	WordPress	Joomla	Drupal
Ниво на техническа грамотност	Начинаещи	Средно ниво	Средно и високо ниво
Цена	Безплатно	Безплатно	Безплатно
Дизайн	Теми (Themes)	Шаблони (Templates)	Теми (Themes)
Допълнителни функционалности	Plugins	Extensions	Modules
Подходящ за:	Блог, новинарски сайтове, корпоративни сайтове	Онлайн магазини, новинарски сайтове, социални мрежи	Проекти, изискващи по-сложна структура и функционалности

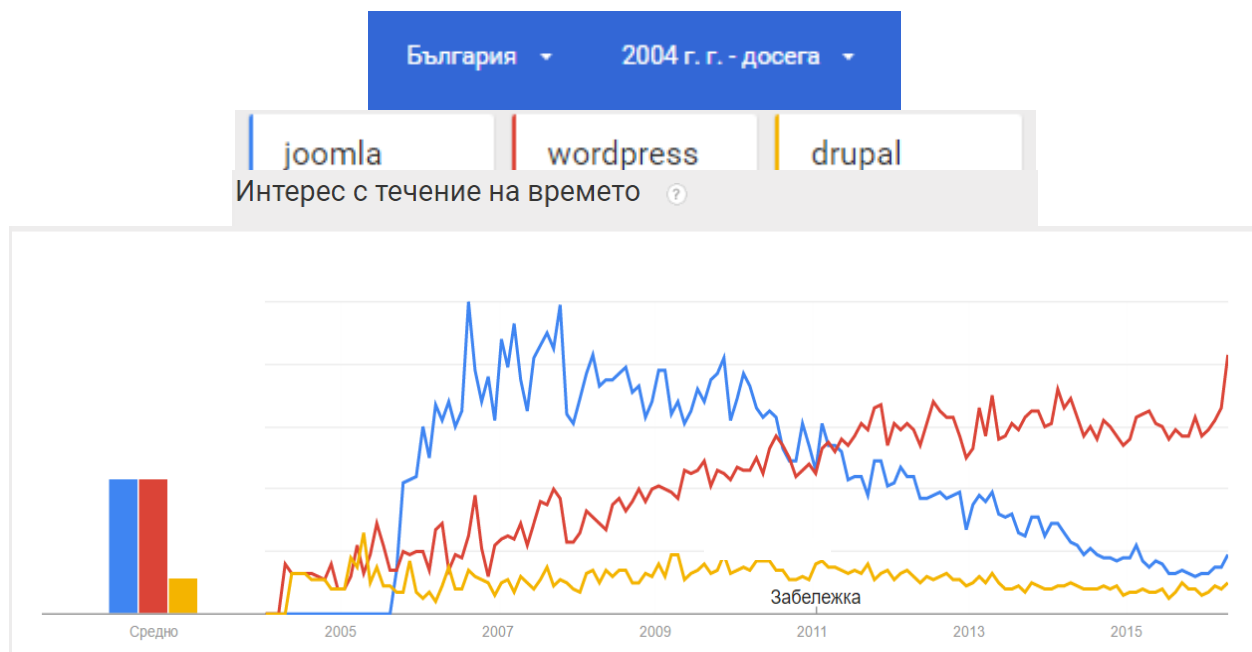
Разгледаните системи създават графика на съдържанието, предоставят възможност за добавяне на профили на потребители, изискват, при промени, одобрение на публикуваните материали, поддържат безопасен протокол при работа със системата (SSL), предоставят търсене в сайта, възможност за добавяне на плъгини, съставяне на подробна статистика при вход в системата, създаване на архив, модул за защита и други.

2.3. Оценки на CMS

Съществуват и могат да се изследват множество характеристики, по които да се направи оценка на една система за управление на съдържанието. Изборът на критерии за оценка на една система за управление на съдържанието зависи от индивидуалните изисквания и потребности на организацията, заявила интерес към нея.

В България, както и в цял свят, според Google Trends [2], интересът към WordPress през последните 5 години е нараснал, като най-голям е през 2016 година. През 2007 година е бил пикът на търсене на Joomla в нашата страна, в интернет и около 2011 година интересът към нея се е изравнил с този на WordPress, след което се наблюдава спад. Търсенето на Drupal у

нас е постоянна величина през всичките години, отчетени на графиката, т.е. от 2004 година до днес (фигура 1).



Фиг. 7. Интерес към WordPress, Joomla и Drupal в България от 2004 г. до 2016 г.

В световен мащаб най-висок е бил интересът към WordPress [3] през 2015 година и след високия пик през 2016 постепенно плавно намалява и достига стойности близки до преди 2 години. Наблюдава се спад в търсенето на Joomla, като последните 2-3 години стойностите са почти два пъти по-ниски. Интересът към Drupal е най-голям през 2009 година, а през останалите години числата са близки и неголеми (фигура 2).

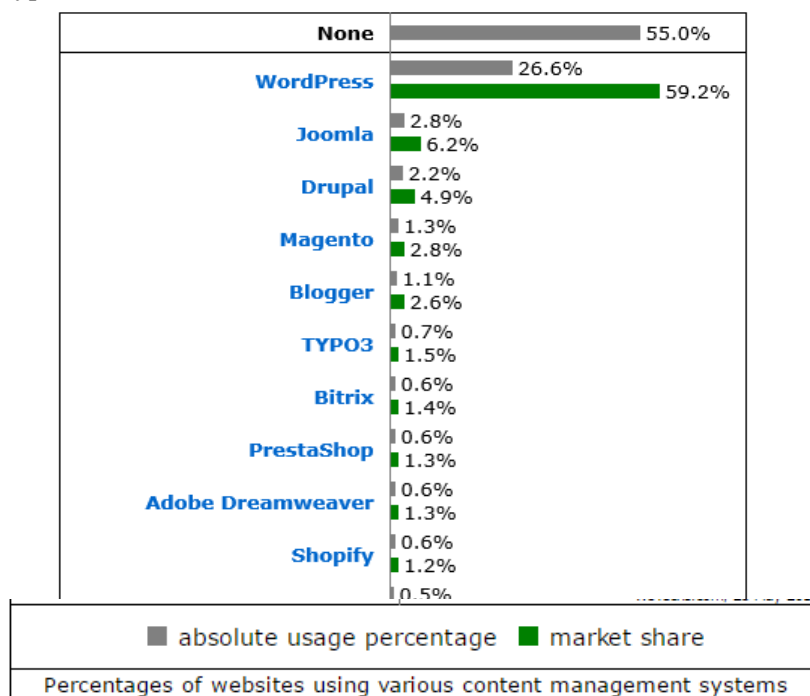


Фиг. 8. Интерес към WordPress, Joomla и Drupal в цял свят от 2004 г. до 2016 г.

Данните, предоставени от Google Trends, не дават информация от какво естество са е интересът към системите за управление на съдържание.

Според едно от най-новите изследвания на компанията W3Techs [1] уебсайтовете в световен мащаб, използващи CMS, са около 45%. Представителна извадка на първите Top 10,

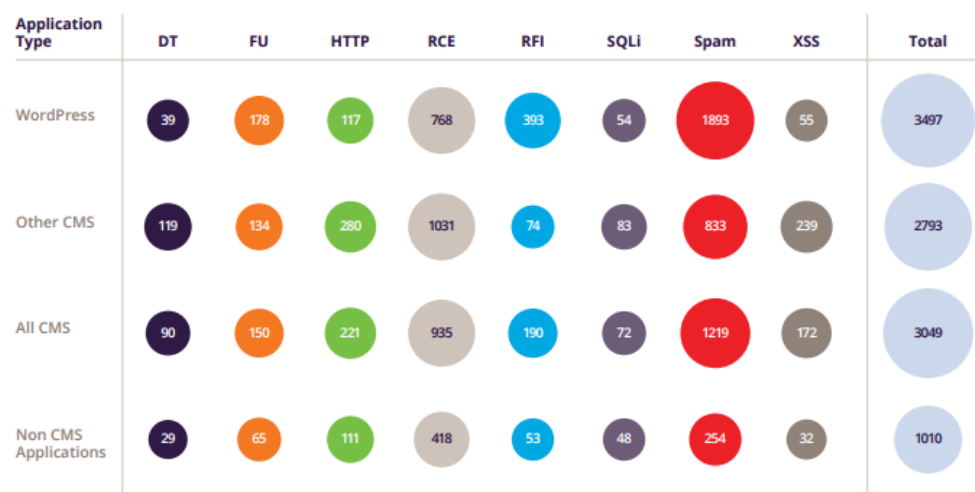
използвани системи за управление на съдържанието, от възможни 87, направена от W3Techs е показана на фигура 3.



Фиг. 9. Използване на системи за управление на съдържанието за уеб сайтове

Първата по известност, считано към 1 септември 2016 година, WordPress се използва от 26,6% от всички уебсайтове, а на пазара за управление на съдържанието система заема дял от 59,2%. Втората в таблицата - Joomla е приблизително около 10 пъти по-малко използвана CMS в сравнение с WordPress – 6,2%, а общия дял от всички уебсайтове е 2,8%. Приблизителни са и стойности на Drupal – 4,9 % от пазара на CMS и 2,2% от общия пазар на уебсайтове. Всички останали CMS имат процентни стойности близо до единицата и под единицата.

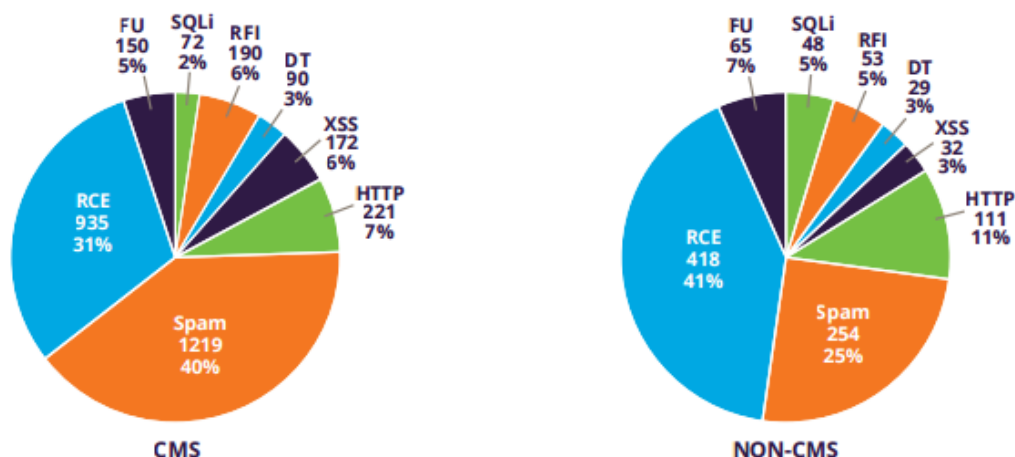
Според годишния доклад WebApplicationAttackReport на Imperva [5] за 2015 година средният брой на атаките към сайтове, изградени с WordPress, са повече от средния брой атаки към сайтове, изградени със CMS (фигура 4).



Фиг. 10. Среден брой атаки върху приложения със CMS и без CMS

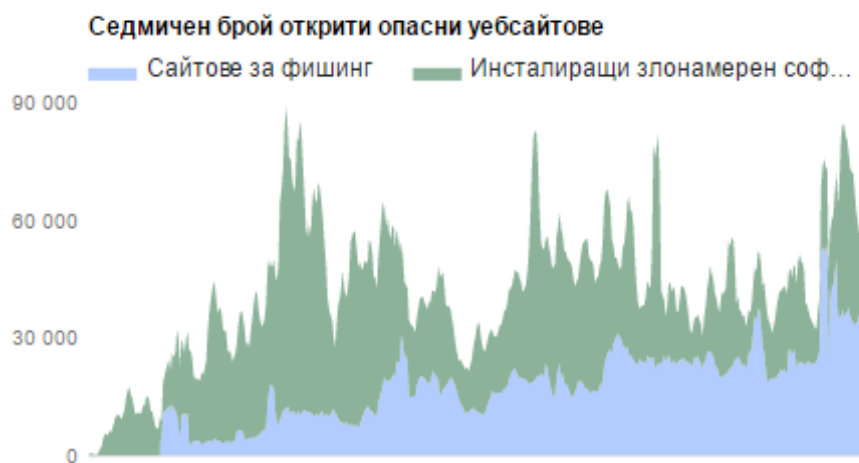
WordPress приложенията страдат от най-много атаки - с 3,497 атаки за шест месеца, което е с 250% повече, отколкото не-CMS приложения.

Графиката на фигура 5 показва дела на различните видове атаки, от която се вижда, че спамът при сайтове, изградени без CMS, е с 15 % по-малко в сравнение със сайтове, използващи системи за управление на съдържание.



Фиг. 11. Атаки спрямо CMS и системи без CMS

Привличането на атакуващите към CMS приложения и по-конкретно за WordPress не е изненада. WordPress е най-популярна, има отворен характер, много плъгини и добавки, с различна степен на сигурност. Атаките към приложения, създадени със CMS, се дължат на факта, че имат приблизително еднаква архитектура, което улеснява създаването на автоматизирани сканиращи атаки, които работят ефективно за всички приложения само с минимален брой корекции. Използването на слаби пароли и/или уязвими плъгини привлича инжектирането на зловреден софтуер, което води до включването на тези сайтове в черния списък на Google (фигура 6) [10] и в други търсачки.



Фиг. 12. Брой открити опасни уеб сайтове от Google в периода от 25.08.2016 до 1.09.2016 г.

Потребителите, използващи CMS, е необходимо да предприемат редица действия, за да защитят своите сайтове от вируси, като:

- актуализиране платформата на CMS;
- актуализиране на инсталираните плъгини и теми;
- редовно архивиране;
- използване на силни пароли – комбинации на малки, големи букви, цифри и препинателни знаци;

- използване на силна автентикация.

3. Заключение

На база на направените проучвания и изследвания може да се направят следните изводи:

- Системата за управление на съдържание трябва да бъде гъвкава и лесна за управление. Да позволява редактиране и оптимизиране на съдържанието, идентификация на потребители и разпределянето им в групи с различни права на достъп. CMS трябва да осигурява контрол до ниво за достъп, лесно надграждане на модули, ниски разходи за поддръжка и добра оптимизация за търсачки.
- Наблюдава се засилен интерес през последните години към CMS, както в България, така и в цял свят.
- Трите най-популярни системи за управление на съдържание са WordPress, Joomla и Drupal.

Литература

- [1]. http://w3techs.com/technologies/overview/content_management/all
- [2]. <https://www.google.com/trends/explore?date=all&geo=BG&q=joomla,wordpress,drupal>
- [3]. <http://www.google.com/trends/explore#q=joomla,wordpress,drupal>
- [4]. <http://websitesetup.org/cms-comparison-wordpress-vs-joomla-drupal/>
- [5]. https://www.imperva.com/docs/HII_Web_Application_Attack_Report_Ed6.pdf
- [6]. <https://www.incapsula.com/blog/cms-security-tips.html>
- [7]. <https://www.google.com/transparencyreport/safebrowsing/>
- [8]. <https://www.drupal.org>
- [9]. <https://www.joomla.org>
- [10]. <https://wordpress.com>

За контакти:

ас. инж. Нели Ананиева Арабаджиева - Калчева
катедра „Софтуерни и интернет технологии”
Технически университет - Варна
E-mail: n_kalcheva@tu-varna.bg

ас. Мая Петрова Тодорова
катедра „Софтуерни и интернет технологии”
Технически университет - Варна
E-mail: mayasvilen@abv.bg

РАЗВИТИЕ И УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА ТЕСТОВО ИЗПИТВАНЕ

Антоанета И. Иванова, Елена В. Рачева, Недялко Н. Николов

Резюме: Докладът описва развитието на информационна система за тестово изпитване в три аспекта: 1) съхраняване на справочна информация за изпитния процес, както и данни за възможните решения на въпросите от обучаемите; 2) връзка на системата с други модули на информационната система на Технически университет – Варна, с цел достъп до информация за специалности, студенти, преподаватели, дисциплини, учебни планове; 3) добавяне на възможност за промяна на вида на въпросите и тяхната тежест.

Ключови думи: Тестово изпитване, Информационни системи за тестово изпитване, Интерактивни системи

DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF INFORMATION SYSTEM FOR COMPUTER-BASED TESTS

Antoaneta I. Ivanova, Elena V. Racheva, Nedyalko N. Nikolov

Abstract: This paper describes the developing of computer-based test application in three areas – 1) by saving additional information during an examination process and data on possible solutions to the issues of the generated test 2) Connect information with other modules of the information system of Technical University of Varna (about subject, student, department, university staff, training courses) 3) adding the ability to change type of the issues and their severity.

Key words: Test examination; Computer test; Interactive systems

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Развитието на дистанционно обучение в университетите наложи необходимостта от предоставяне на електронни източници на информация (учебници, учебни пособия). Това предполага използването на разнообразни компютърно базирани начини за контрол на знанията на студентите [5].

Близко 20 години работи програмна система за тестово изпитване, създадена от екип на катедра „Компютърни науки и технологии” в ТУ-Варна [3], [4], [6]. Това е компютърно базиран тест, който се прилага за дисциплини в учебния план на специалностите КСТ и СИТ за редовно и задочно обучение. Използван е за курсове, провеждани по линия на следдипломна квалификация и за подготовка и разработване на тестове за кандидатстудентски прием.

Разглеждайки подобни системи за тестово изпитване за получаване на различни сертификати в областта на компютърните науки (Microsoft Certified, Brain Bench, CISCO), в последните години екипът въведе промени в три аспекта [1], [2]:

1. С цел **повишаване на сигурността** беше:

- **Преминато към по-надеждна СУБД** – информацията (базата от данни) за въпросите на тестовете, както и настройките на информационната система бяха прехвърлена на сървър, като програмната логика за работа с БД от Desktop приложението бе прехвърлено към сървъра под формата на съхранени процедури, user-defined функции, тригери;
- **Разделено приложението на две различни Desktop приложения** за различните типове потребители (обучаеми, обучаващи), с цел предотвратяване на

несанкциониран достъп до БД с изпитните въпроси и справочната информация за преминали изпитни процедури. Идеята е да се изключи възможността за достъп на обучаемия до режими за настройка на приложението дори и чрез парола.

- **Променен вида на приложението** – модален, в режим „Изпит”, с цел ограничаване на достъпа до информация от други източници на работната станция. Модалният режим на работа не позволява многозадачен режим на работа. Достъпът до други приложения е ограничен и е възможен само с изход от приложението „Тестов Изпит”.
 - **Създаден алгоритъм за генериране на парола за достъп до режим „Изпит”**, зависеща от променлива величина. В този случай паролата за достъп до режим „Изпит” не е винаги една и съща и вероятността от нейното разбиване е по-малка.
 - **Позволен достъп до режим „Изпит” само на регистрирани потребители**, предварително регистрирани от обучаващите, чрез въвеждане на специфичен номер (факултетен номер). Дава се възможност, при желание на преподавателя, процесът на регистрация да се автоматизира, така че информацията да се добавя от списъци.
2. **Съхраняване на данни за изпитния процес:**
- Дата на явяване, поредност, начален и краен час на изпита, брой верни отговори за конкретен регистриран потребител (студент);
 - Разнообразни справки относно изпитния процес, касаещи както преподавателите така и обучаемите (студенти).
3. **Съхраняване на информация за успеваемост на студентите на ниво въпрос.** Предлагаият подход повишава възможността на обучаемия:
- да усъвършенства изпитната процедура, акцентирайки на конкретни въпроси от изпитния тест;
 - да предлага някои от тях вече за подготовка за изпит;
 - да се акцентира по време на обучението на въпроси с по-малка успеваемост;
 - да се подменят конкретни „проблемни” въпроси.

Идеята на настоящата разработка е да представи в детайли последните промени в информационната система за тестово изпитване:

- възможност за запис на справочна информация по отношение на отговора на всеки един от въпросите на генерирания тест с цел задълбочен анализ и актуализация на въпросите по отделните дисциплини;
- разделянето на теста на раздели, с цел ясно разграничаване на различни теми от дисциплината, с възможност за промяна вида на въпросите и разделянето им на теоретични и практически;
- връзка на информационната система с Информационната система на университета. Дава се възможност за четене на информация от бази от данни, натрупвана и актуализирана от други модули на ИС на Университета – за факултети, катедри, специалности, преподаватели, изучавани дисциплини, водещи преподаватели, учебни планове на специалности, студенти и други.

2. СЪЩНОСТ НА ПОДХОДА ЗА РАЗВИТИЕТО НА ИНФОРМАЦИОННАТА СИСТЕМА ЗА ТЕСТОВО ИЗПИТВАНЕ

Процесът на усъвършенстване на информационната система може да се разгледа в следните направления:

2.1. Събирането и съхраняването на справочна информация по време на изпитния процес не само за самия изпит като време, начало, край, брой верни отговори, контрол през семестъра, но и отговорите на въпросите на обучаемите при приключване на изпитната процедура е изключително важно във връзка с повишаване качеството на обучението и акцентирането на конкретни теми от учебния материал.

Съхранената информация за изпитния процес на всеки явил се студент дава възможност за разнообразни справки, касаещи:

- успеваемост по отношение на различни показатели – контрол през семестъра, познания в различни области от дисциплината, бързина на изпълнение на изпитната процедура, брой явявания и т.н.;
- анализ на трудността на отделни въпроси и теми от определена дисциплина, с цел по-задълбочено разглеждане в процеса на обучение, както и на по-прецизно въвеждане на въпросите в системата за тестово изпитване;

Натрупаната информация в Базата Данни би била полезна за **изграждане на нерелационен модел данни за анализ по различни направления (data cube)** – специалност, студент, дисциплина, тематика, типове въпроси, конкретно дефиниран въпрос и др.

Съхранените данни за отговорите на въпросите от генерирания тест за всеки студент могат да послужат за **възстановяване на текущото състояние на маркираните отговори** в изпитния тест в случай на аварийно прекъсване на информационната система.

2.2. Усъвършенстване на режим „Изпит”, разделяйки процедурата на отделни секции.

Разделянето на изпита по дадена дисциплина на отделни секции има следните предимства, като дава възможност за:

- анализ на успеваемостта на обучаемите в отделни теми на дисциплината на база на съхранената информация от изпита;
- поставяне на различни тежести, под формата на теглови коефициенти на различните тематик от дисциплината, оформени като секции;
- поставяне на различни типове въпроси – например, с избор на един верен отговор от много или от два за различните тематик от дисциплината;
- разграничаване на изпитните въпроси на чисто практически или теоретични;

В настоящия момент броят на въпросите е променлива величина, определя се от настройка, която може да се променя за изпита на различните дисциплини. За нуждите, за които информационната система е използвана, броят на въпросите не е надвишавал 40. В случаите, когато се повиши драстично броят на въпросите (над 50 например), обхождането на тези въпроси става по-трудно и отделянето им в секции, които се заключват по време на изпитния процес би било изключително полезно.

Въвеждането на секции би могло да се използва и за отделянето на отделни теми в дисциплината, за която се провежда изпит.

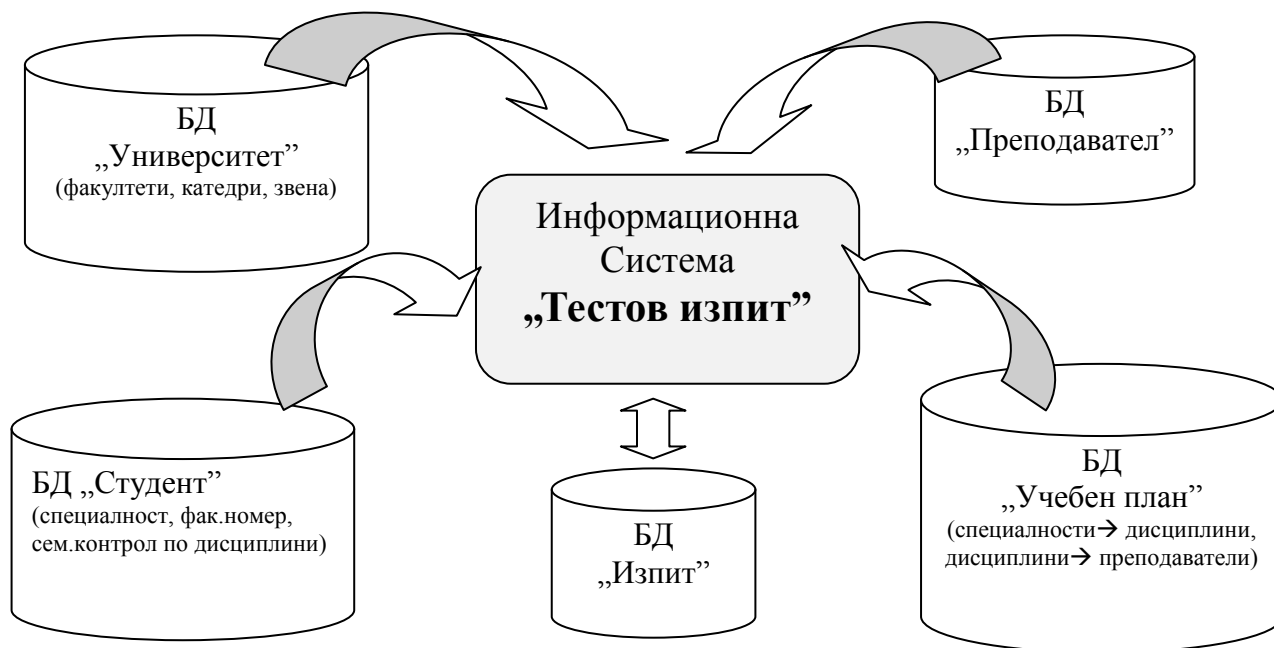
Оформянето на секции за изпита биха били полезни, ако се добави различна значимост на различните секции под формата на теглови коефициент, с цел определяне на по-голяма тежест на определени тематик или секции в изпита по дадена дисциплина.

2.3. Включване на информационната система като част на Информационната система на Университета

Идеята на включването на системата към общоуниверситетската Информационна система (фигура 1), е в това да улесни работата на преподавателя при настройка на информационната система за тестов изпит:

- при въвеждане на оператори на информационната система;
- при добавяне на дисциплини, които преподавателите водят;

- при регистрация на студенти за изпит, с техните факултетни номера и допълнителна информация за семестриален контрол по различните дисциплини, тъй като достъпът до режим „Изпит“ е възможен само при въвеждане на код на регистриран потребител (факултетен номер).



Фиг. 1. Схема на взаимодействие на Информационна Система „Тестов Изпит“ с БД на отделните модули на ОбщoУниверситетската Информационна Система

Основната идея е да се изключи въвеждането на данни, които са натрупани и се актуализират от други модули на Общoуниверситетската Информационна система – информация за звена (факултети, катедри), преподаватели, дисциплини, специалности, учебни планове, студенти и др.

В тази връзка добавянето на дисциплини и осъществяването на изпитна процедура и за студенти, обучавани в други специалности от университета, за дисциплините, които залягат в учебния им план, предстои в най-близък план.

Информацията за един студент би била полезна в изпитната процедура на повече от една дисциплина, дори за дисциплини водени от различни катедри. Допълнението, което се изисква, е информация за това как се е справял студента по време на семестъра по определената за изпит дисциплина.

Информацията за водещите преподаватели, техните звания, длъжности, принадлежност към катедра, компетенциите им във вид на професионално направление и научна специалност, дисциплини, които те водят към определен учебен план на специалност, са от особено важно значение за добавянето на оператори с определени права в Информационната Система „Тестов Изпит“.

Интеграцията на Информационната система „Тестов Изпит“ към Общoуниверситетската информационна система би била полезна за в бъдеще за обратна информация за успешно положените изпити на студентите по дисциплините, за които е прилаган тестови изпит с информационната система.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлаганият подход за развитие на информационната система, благодарение на натрупаната справочна информация, повишава възможността на обучаемия:

- да усъвършенства изпитната процедура, акцентирайки на конкретни въпроси от изпитния тест;
- добавяне на възможност за съхранение на допълнителна информация, касаеща решаването на зададената задача, на ниво въпрос в режим „Подготовка за изпит“;
- разделяне на предлаганите въпроси в т.н. секции, с цел събиране на информация за успеваемостта на обучаемите в конкретна проблематика на водената дисциплина;

Основните **идеи за бъдещо развитие** на информационната система се състои в:

- преминаване към Internet базирано приложение на режим „Подготовка за тестов изпит“, с цел възможност за достъп до информационната система извън мрежата на обучаващата институция.
- възможност за архивиране на справочната информация по различни критерии;
- съхраняване на обобщени резултати от анализа на справочната информация и създаване на нерелационен модел данни за анализ на получените резултати на различни нива на данните - за студент, дисциплина, тема, въпрос и т.н.

Направените подобрения, както и идеите за бъдещи такива в информационната система за тестово изпитване дават възможност за повишаване качеството на обучение, в два аспекта:

Обучение - чрез акцентирание на конкретни теми и въпроси по определена дисциплина, на базата на събраната справочна информация, сочеща по-малка успеваемост.

Изпитна процедура - осигуряване на по-надеждна работа по време на изпита, чрез записване на информация за всеки един въпрос при отговор от страна на студента, което е полезно за възстановяване на текущото състояние при евентуален срив на системата.

Литература

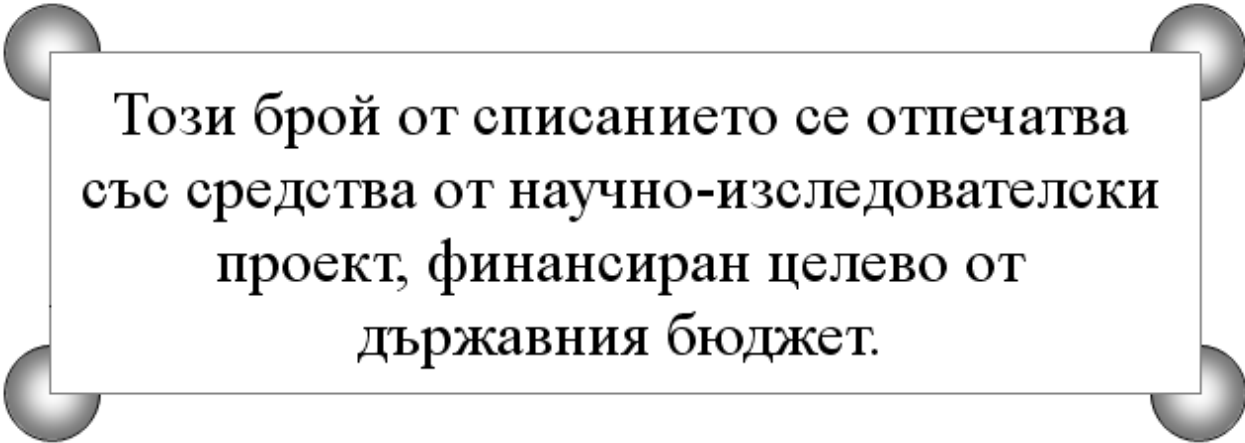
- [1]. Иванова А., Е. Рачева, Н. Николов, Подход к повышению качества образования путем усовершенствования информационной системы компьютерного тестирования знаний, XI международна конференция „Стратегия Качества в промышленности и образовании” 2015г., стр.330-333
- [2]. Иванова А., Е. Рачева, Н. Николов, Развитие на програмна система за тестово изпитване в обучението, IX международна конференция „Стратегия Качества в промышленности и образовании” 2013г., стр.327-329
- [3]. Николов Н., Е. Рачева, Сл. Йорданова, Тестово изпитване и използване на най-новите компютърни технологии в образованието, Морско училище, Варна, 2001 г.
- [4]. Николов Н., Тестово изпитване с помощта на компютър – алтернативна форма за проверка на знания, Международна научно-практическа конференция “Хуманизъм и прагматизъм в образованието”, Варна, 24-26 октомври, 2001.
- [5]. Николов Н., Е. Рачева, Предимства и възможности при компютърно тестово изпитване с помощта на Computest, Proc. of the International Scientific Conference on Energy and Information Systems and Technologies, Bitola, Macedonia 7-8 June, 2001, vol. 3, pp. 837-842.
- [6]. Николов Н., Е. Рачева, Д. Петкова, С. Петрова, Компютърна система за подготовка и тестово изпитване, Международна конференция Качество на висшето образование, 27-28 октомври 2000г. ТУ - Варна, стр. 117-125.

За контакти:

ас. Антоанета И. Иванова
 катедра „Софтуерни и Интернет технологии”
 Технически университет - Варна
 E-mail: antoaneta_ii@yahoo.com

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: ned.nikolov@tu-varna.bg или yulka.petkova@tu-varna.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.