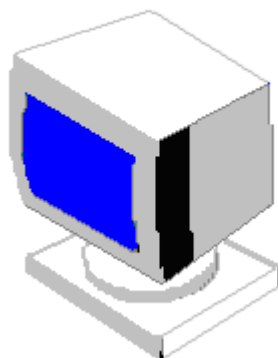


КОМПЮТЪРНИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

година IX

брой 2/2011

COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGIES



Bulgaria
Communications
Chapter



Компютърни науки и технологии

Издание

на Факултета по изчислителна техника и
автоматизация
Технически университет - Варна

Редактор: гл. ас. д-р Ю. Петкова
Гл. редактор: доц. д-р П. Антонов

Редакционна колегия:

проф. дтн. Л. Сотиров (Варна)
проф. дтн. С. Антошук (Одеса)
проф. дтн. С. Стойчев (София)
проф. д-р А. Смрикаров (Русе)
доц. д-р А. Антонов (Варна)
доц. д-р В. Наумов (Варна)
доц. д-р Г. Тодоров (В. Търново)
доц. д-р Е. Маринов (Варна)
доц. д-р Н. Рускова (Варна)
доц. д-р Р. Райчев (Габрово)

Печат: ТУ-Варна

За контакти:

Технически университет - Варна
ул. „Студентска” 1, 9010 Варна,
България
тел./факс: (052) 383 320
e-mail: peter.antonov@ieee.org
jppet@abv.bg

ISSN 1312-3335

Computer Science and Technologies

Publication

of Computing and Automation Faculty
Technical University of Varna

Editor: Ass. Prof. Y. Petkova, PhD
Chief Editor: Assoc. Prof. P. Antonov, PhD

Advisory Board:

Prof. L. Sotirov, DSc (Varna)
Prof. S. Antoshchuk, DSc (Odessa)
Prof. S. Stoichev, DSc (Sofia)
Prof. A. Smrikarov, PhD (Ruse)
Assoc. Prof. A. Antonov, PhD (Varna)
Assoc. Prof. V. Naumov, PhD (Varna)
Assoc. Prof. G. Todorov, PhD (V. Tarnovo)
Assoc. Prof. E. Marinov, PhD (Varna)
Assoc. Prof. N. Ruskova, PhD (Varna)
Assoc. Prof. R. Raychev, PhD (Gabrovo)

Printing: TU-Varna

For contacts:

Technical University of Varna
1, Studentska Str., 9010 Varna,
Bulgaria
Tel/Fax: (+359) 52 383 320
e-mail: peter.antonov@ieee.org
jppet@abv.bg

ISSN 1312-3335

СЪДЪРЖАНИЕ

CONTENTS

	1. Анализ на развитието на теми във функция от времето чрез Latent Dirichlet Allocation и CUSUM <i>Стоян Й. Гърбатов, Жоао П. Кашипо</i>	3	1. Time Variant Topic Trend Analysis based on Latent Dirichlet Allocation and CUSUM <i>Stoyan Y. Garbatov, João P. Cachopo</i>	
	2. Размито управление на Роботино за избягване на препятствия <i>Михаил В. Скопчанов</i>	13	2. Obstacle avoidance for Robotino using fuzzy control <i>Michael V. Scopchanov</i>	
	3. Получаване и обработка на изображения с използване на Beagleboard <i>Христо Е. Петров, Айхан И. Мехмед, Михаил В. Скопчанов</i>	20	3. Image acquisition and processing with Beagleboard <i>Hristo Petrov, Ayhan Mehmed, Michael Scopchanov</i>	
	4. „Краево“ нулиране на данните във вокодер с твърдо блокирана фаза за мащабиране на звукови сигнали във времето <i>Лъчезар И. Георгиев, Станислав Б. Кирилов</i>	25	4. Endmost data zeroing in a rigid-phase-locked vocoder for time-scaling of audio signals <i>Lâtchezar I. Georgiev, Stanislav B. Kirilov</i>	
	5. Моделиране на характеристиките на оптично влакно на Брег <i>Жейно Ив. Жейнов Йордан Р. Урумов</i>	29	5. Modelling of the characteristics of a Bragg optical fiber <i>Zhejno I. Zhejnov, Jordan R. Urumov</i>	

СЪДЪРЖАНИЕ

CONTENTS

	АВТОРЕФЕРАТ НА ДИСЕРТАЦИЯ		SUMMARY OF A DISSERTATION	
	Клъстеризация и прогнозиране на времеви редове с невронни мрежи (Резюме на автореферат на докторска дисертация) <i>Венцислав Г. Николов</i>	37	Clustering and Prediction of Time Series using Neural Networks (summary of a dissertation for a doctor's degree) <i>Ventsislav G. Nikolov</i>	
	ДОБРИ ПРАКТИКИ		GOOD PRACTICES	
	Системата за развитие на академичния състав на Русенския университет „Ангел Кънчев” <i>Христо Белоев, Ангел Смрикаров, Орлин Петров, Анелия Иванова, Галина Иванова</i>	48	The system for academic staff development at the University of Ruse <i>Hristo Beloev, Angel Smrikarov, Orlin Petrov, Aneliya Ivanova, Galina Ivanova</i>	
	ИНФОРМАЦИЯ		INFORMATION	
	Ден на роботиката в ТУ - Варна	53	Robotics day at TU Varna	
	Изисквания за оформяне на статиите	55	Guidelines for Preparing Manuscripts	



Bulgaria
Communications
Chapter

TIME VARIANT TOPIC TREND ANALYSIS BASED ON LATENT DIRICHLET ALLOCATION AND CUSUM

Stoyan Y. Garbatov and João P. Cachopo

Abstract: This article represents an approach capable of analysing and identifying topic trend variations observed in a document corpus over time. The topic distribution identification is performed based on Latent Dirichlet Allocation. The time variance analysis is carried out through the CUSUM approach. The work has been evaluated over the Reuters Corpus Volume I and has been shown to produce useful information with respect to the evolution of topics over time.

Анализ на развитието на теми във функция от времето чрез Latent Dirichlet Allocation и CUSUM

Стоян Й. Гърбатов и Жоао П. Кашопо

Резюме: Тази статия представя метод за анализ и идентификация на развитието на теми, наблюдавани в корпус от документи, във функция от времето. Методът използва Latent Dirichlet Allocation, за да идентифицира разпределението на темите и CUSUM за време-зависещия анализ. Анализирани са Reuters Corpus Volume I и получените резултати показват, че е възможно да се извлече полезна информация относно развитието на темите във времето.

1. Introduction

The volume of textual data being generated has been in an exponential growth for the last couple of decades. If anyone sought to make sense of a significant volume of data, they would be hard pressed to do so, even making use of semi-automatic approaches. There is a distinct need for a fully automated approach, capable of analysing large volumes of data, identifying what semantic themes are subjacent in it and tracking the way these evolve, as a function of time. Taking this into account, the current work develops a fully automatic approach capable of analysing and identifying topic trend variations observed in a document corpus over time.

This paper is structured as follows. Section 2 describes the system, covering the modules responsible for corpus parsing, Latent Dirichlet Allocation algorithm application, time agglomeration approaches and, finally, the Cumulative Sum Control Chart module. Section 3 introduces the corpus used as input for the validation of the system, and discusses the results achieved this way. Lastly, Section 4 concludes the paper with some final remarks. The remainder of this section considers related works within the scope of the context introduced so far.

A lot of research has been performed in the area of topic trend discovery. The aim of topic trend discovery is to identify how the topics of a corpus evolve over time. A key component of topic trend discovery is the identification of the variations observed at the topic level, during the periods of time being considered.

Morinaga et al. [1] approached the issue of topic trend discovery along three lines of action. These are Topic Structure Identification, Topic Emergence Characterization and Topic Characterization. The topic structure identification is defined as the process of learning a topic structure in a text stream, or, in other words, identifying what kinds of main topics exist and how important they are. The topic emergence detection corresponds to detecting the emergence (of a new) or the disappearance (of an old) topic, along with being able to identify the speed of growth (in either positive or negative direction). Finally, topic characterization deals with the identification of the characteristics/properties for each of the existing topics.

In the work of Morinaga et al. [1], the topic structure is modelled employing a finite mixture model. A finite mixture model has the form of a weighted average of a number of probabilistic models. The topic structure is identified by the statistical parameters of the mixture model. The parameters are learned by using a timestamp based discounting learning algorithm [2]. The algorithm incrementally and adaptively estimates the model parameters by gradually forgetting out-of-date statistics, making use of the data timestamps. The learning procedure can adapt to changes in the nature of text streams.

Variations in the topic structure are recognized by tracking the change of the main components in the mixture model. The authors apply the theory of dynamic model selection [3] to detect changes of the optimal number of components and their organization in the finite mixture model. In this way, the emergence of a new topic is detected through the detection of a new mixture component that remains for a certain period of time. Dynamic model selection is performed under a non-stationary environment, in which the optimal model may change over time.

Rajaraman et al. [4] dealt with the problem of topic detection and tracking. The authors proposed an incremental solution formulated as a clustering problem. The approach followed in this work is based on the Topic Detection and Tracking initiative [5]. This relates mainly to analysing information sources that have been sorted according to their occurrence in time. For the incremental solution, the authors employ a fuzzy variant of Adaptive Resonance Theory (ART) networks, which are a class of self-organizing neural networks. With regards to the solution itself, the neural network nodes are used to simulate topics. The initial phase of the topic detection algorithm initializes the network and control parameters as well as deals with the loading of any previously existing network or cluster structures. Once this is done, the algorithm iterates, presenting the document vectors and training the network with ART learning algorithm until it converges. Finally, the net is pruned to eliminate low confidence nodes. With regards to the topic tracking algorithm, it consists in presenting each document to the network and, based on the category to which it belongs, assigning it to the winning node for the given category. These two algorithms combined with the sorting of documents according to timestamps allows for the execution of a trend analysis focused on the topics. The results achieved indicate it is possible to discover trends that are not directly mentioned in the documents but deducible only by reading all the relevant documents.

Rzeszutek et al. presented in [6] an approach for tracking topic trends over time. The authors made use of LDA's capacity to identify and quantify the thematic clusters (topics) existing in text documents along with the dimensionality reduction properties of Self-Organizing Maps. This work uses the document vectors that can be extracted from the topic-distribution matrix generated by LDA. These vectors qualify the relation between documents and all existing topics. Each of these vectors places its respective document within the document space, making it so that semantically similar documents are placed close to one another. Consequently, the process of finding similar documents can be reduced to a k-nearest neighbour search, within the document space.

Due to the fact that the vectors correspond to probability mass functions, the sum of their components equals one. This leads to the possibility of calculating distance in the document space as the dissimilarity between two probability mass functions is calculated.

The authors employ the Kullback-Liebler divergence to measure this dissimilarity. It belongs to a family of divergences that perform this task without resorting to Euclidean distances.

To analyse the topic trend evolution over time, the authors use Self-Organizing Maps (SOM), employing them as a method capable of capturing the distribution of documents in the documents space, for a given time period. The SOM approach maps a high-dimensional feature space into a lower dimensional representation. The representation (map) takes the form of a regular lattice - rectangular or hexagonal grid, where each of the nodes is characterized by a vector that indicates its position in the input (feature) space.

The authors use the SOM as a classifier, by examining the amount of data points that each node is associated to. The trend analysis is performed in two steps. In the first step, the SOM is

trained on a small portion of the input data, so as to resemble it loosely. It is not strictly necessary for the SOM to model the data accurately.

The training procedure uses the Kullback-Liebler divergence, resulting into a lattice, whose nodes represent clusters of similar documents. During the second step, all input data is filtered through the trained SOM, generating the response maps. Based on this, it is possible to identify the number of documents classified by each of the nodes, and, subsequently, belong to the associated thematical cluster. According to the SOMs generated in this way, it is possible to observe elaborate variations in the corpus (topics) that take place over time.

As can be seen from the works that were just discussed, there is a series of solutions for the topic trend evolution analysis. The current work seeks to develop an alternative approach for analysing and identifying topic trend variations observed in a document corpus over time.

2. System Description

This section presents the system developed with this work. It covers several sections, each of which deals with a single system component. An overview of the usual system workflow, along system components, is shown in Fig. 1.

2.1. Corpus Parsing

The first component is responsible for parsing the corpus that is to be used as input and transform it into a format suitable for further processing by the system (see Fig. 1). This involves analysing each of the corpus documents, identifying the terms that compose them as well as their frequency (the number of times each term appears in a given document). It should be noted that this term identification and counting is performed only after the bodies of the documents have been cleansed from any special symbols, stop words and shorter than three-letter words. The output of this phase is an ordered listing, for each of the documents, of the terms that compose them and the number of times these occur within the respective document.

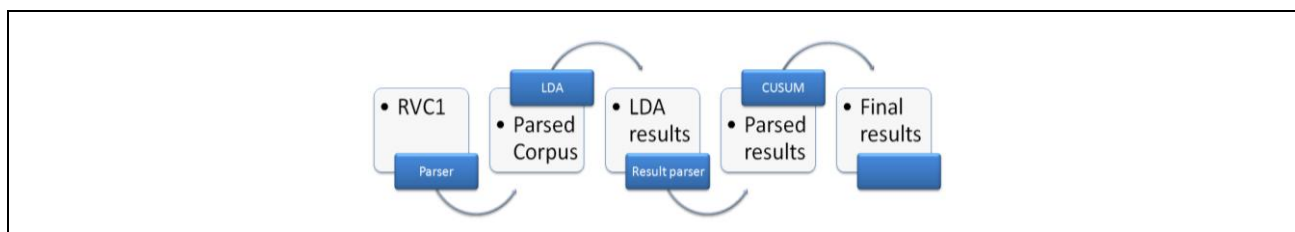


Fig. 1. System workflow

2.2. Latent Dirichlet Allocation

The way how the Importance Analysis model operates is presented here. The data acquisition process, for the model, is decomposed into several steps. While the application is executing, at each field access, the surrounding context is determined. The context has a set of *PClass* instances, which contain the data about what types of accesses have been seen. Once the surrounding context is available, the system performs a lookup over the collection of *PClasses*, resulting in the *PClass* whose field is currently being accessed. After this has been done, the data of how many times the field has been accessed is updated, and the application may proceed with its normal operation.

The results generated by the first system component are subsequently used as input for the second module, which is responsible for applying the Latent Dirichlet Allocation (LDA) algorithm and, ultimately, generating the qualitative description of the topics that have been identified to exist

within the documents. The "qualitative" term is employed here to indicate that the LDA algorithm is responsible for identifying the composition of the topics subjacent in the considered corpus. The algorithm does not estimate the appropriate number of topics that are to be found in the document collection. The number of topics is supplied as input parameter to the algorithm.

LDA was first presented by Blei et al. [7]. LDA is described as a generative probabilistic model for collections of discrete data (e.g. text corpora). In probability analysis, a generative model corresponds to a model that can generate randomly observable data, based on some hidden parameters. The generative model specifies a joint probability distribution over observation and label sequences. With this in consideration, LDA is a three-level hierarchical Bayesian model.

The latent multinomial variables shall be referred to as topics. This is done to make the discussion easier to understand. The latent multinomial variables can be associated, without any issue, to different concepts.

In the LDA model, each collection item (e.g. document) is modelled as a finite random mixture over an underlying set of topics. The topics are modelled as an infinite mixture over a set of underlying topic probabilities and are characterized by a distribution over words. From the point of view of text modelling, the topic probabilities consist in an explicit representation of a document. The approximation inference techniques employed for LDA are based on variational methods and an estimation maximization algorithm for empirical Bayes parameter estimation.

LDA assumes the following generative process for each document w in a corpus D :

1. Choose $N \sim \text{Poisson}(\xi)$.
2. Choose $\theta \sim \text{Dir}(\alpha)$.
3. For each of the N words w_n :
 - (a) Choose a topic $z_n \sim \text{Multinomial}(\theta)$.
 - (b) Choose a word w_n from $p(w_n | z_n, \beta)$, a multi-nomial probability conditioned on the topic z_n .

There are a few simplifying assumptions made in this model, among which is the fact that the dimensionality k of the Dirichlet distribution (and the dimensionality of the topic variable z) is assumed known and fixed. The Poisson assumption is not crucial for any part of the model and other more appropriate document length distribution may be employed as is deemed necessary.

A k -dimensional Dirichlet random variable θ can take values in the $(k-1)$ -simplex (a k -vector θ lies in the $(k-1)$ -simplex if $\theta_i \geq 0, \sum_{i=1}^k \theta_i = 1$), and has the following probability density on this simplex:

$$p(\theta | \alpha) = \left(\Gamma\left(\sum_{i=1}^k \alpha_i\right) / \prod_{i=1}^k \Gamma(\alpha_i) \right) \theta_1^{\alpha_1-1} \dots \theta_k^{\alpha_k-1} \quad (1)$$

where the parameter α is a k -vector with components $\alpha_i > 0$, and where $\Gamma(x)$ is the Gamma function. The Dirichlet distribution, as a distribution on the simplex, has several useful properties that make it easier to develop algorithms for inferring and estimating parameters for the LDA. The Dirichlet distribution belongs to the exponential family, it has finite sufficient dimensional statistics and is conjugate to the multinomial distribution.

Given the parameters α and β , the joint distribution of a topic mixture θ , a set of N topics z , and a set of N words w is given by

$$p(\theta, z, w | \alpha, \beta) = p(\theta | \alpha) \prod_{n=1}^N p(z_n | \theta) p(w_n | z_n, \beta) \quad (2)$$

where $p(z_n | \theta)$ is simply θ_i for the unique i such that $z_n^i = 1$. By integrating over θ and summing

over z , the marginal distribution of a document is obtained. Finally, taking the product of the marginal probabilities of single documents, the probability of a corpus is obtained:

$$p(D|\alpha, \beta) = \prod_{d=1}^M \int p(\theta_d | \alpha) \left(\prod_{n=1}^{N_d} \sum_{z_{dn}} p(z_{dn} | \theta_d) p(w_{dn} | z_{dn}, \beta) \right) d\theta_d \quad (3)$$

A graphical representation of the probabilistic model of LDA can be observed in Fig. 2. As can be seen, the LDA representation has three levels. The parameters α and β are corpus-level parameters and are sampled once in the process of generating a corpus. The variables θ_d correspond to document-level variables, which are sampled once per document. Lastly, the variables z_{dn} and w_{dn} are variables at the word-level. These are sampled once for each word per document.

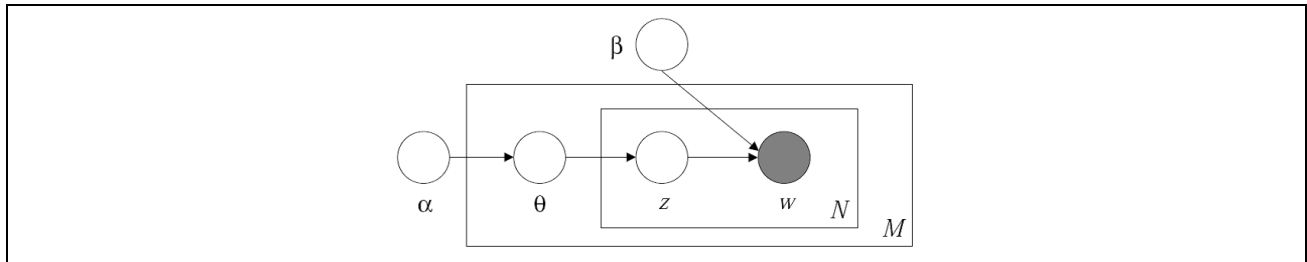


Fig. 2. Graphical model representation of LDA

It is important to note that LDA is distinct from a simple Dirichlet-multinomial clustering model. The classic clustering model would consist in a two-level model where a Dirichlet model is sampled a single time per corpus, a multinomial clustering variable is chosen, once per each document in the corpus, and, finally, a set of words are selected for the document, conditional on the cluster variable. This would lead to the restriction of every document being associated with a single topic. Conversely, the LDA model is composed of three levels, where particular attention should be paid to the topic node, which is sampled repeatedly within the document. Consequently a document can be related to several topics at the same time.

2.3. Time Agglomeration

Once the LDA module has processed the input, the resulting data can be divided into two sets, namely a set of data containing information about the relations between topics and terms (beta set) and a set of data describing the relationship between topics and documents (Gamma set). It is the second set of data that is further used by the system developed with this work. What the Gamma set effectively consists in, is a set of vectors, one for each of the corpus documents. Each of these vectors holds the “affinity” values between each of the topics that have been identified by the LDA algorithm and the document to which the vector belongs to.

As stated earlier, the goal of this work is to develop a system capable of analysing the trends that the topics existing in a given corpus are subject to, as time passes by. Consequently, it is important to combine the topic information generated by the LDA algorithm with the time information associated with the documents. The approach chosen to perform this association is by agglomerating the topic – document vectors with the document timestamps. The timestamps correspond to the dates when the documents have been created. There is a variety of alternatives for performing this time-topic agglomeration. With the current work, two distinct approaches have been employed.

The first approach groups the documents according to the months in which they have been created. Once this is done, the topic vectors of documents belonging to the same group are merged

into a single topic vector. This vector is used as a descriptor for the topic affinities of the documents of a given month. Based on this time agglomeration approach, it is possible to analyse the fluctuations in topic trends over the months.

The second approach clusters together documents that have been created on the same day of the week. In an analogous way to the previous approach, the document topic vectors are merged into a single one, for all documents belonging to a given week day. Based on this document grouping, it is possible to identify the topic trend evolution that occurs as the week days pass by.

Once the topic vectors, for each of the two time agglomeration approaches, are available, they are supplied as input to the last system module (CUSUM).

2.4. CUSUM

The goal of this work was to develop a system capable of performing a time variant topic trend analysis. With this in mind, for the task of time variant analysis, the Cumulative Sum Control Chart, CUSUM [8] technique was selected.

In the context of statistical quality control, the CUSUM is a sequential analysis technique used for monitoring change detection. Change detection corresponds to attempting to identify variations in the probability distribution of a stochastic process or a time series. CUSUM control charts have been demonstrated to boast better sensitivity than similar change detection techniques (for instance, Shewhart charts [9]), when it comes to detecting small variations in the mean of the parameter under analysis.

The operation of CUSUM charts is explained next. Firstly, k samples of size n are collected. The mean of each sample is computed. The control chart is formed by plotting the following expression:

$$S_m = \sum_{i=1}^m (\bar{x}_i - \hat{\mu}_0) / \sigma_x \quad (4)$$

against the sample nr m , where $\hat{\mu}_0$ corresponds to the estimate of the in-control mean (target value) and σ_x is the known (or estimated) standard deviation of the sample means. Additionally, there are the so called upper and lower control limits, which are expressed as:

$$S_{high}(i) = \max(0, S_{high}(i-1) + x_i - \hat{\mu}_0 - k) \quad (5)$$

and

$$S_{lower}(i) = \max(0, S_{lower}(i-1) + \hat{\mu}_0 - k - x_i) \quad (6)$$

where k is a coefficient indicating how much oscillation is to be tolerated within the samples that are being examined. It is these upper and lower control limits that are effectively used to detect if there is a significant positive or negative variation in the sample that is being examined.

The way that the CUSUM charts have been used in this work is to consider as samples the topic affinity values achieved from the previous phase, through the agglomeration of data from all documents that are associated with a given week day or month, depending on the approach employed. The implementation was based on the CUSUM R library by Scrucca [10].

3. Results

This section starts off with a brief overview of the corpus used as input data, followed by the presentation and discussion of the results. The results themselves shall be presented in three parts, namely the topic results, the time agglomerated results and, lastly, the CUSUM time-variant analysis results.

3.1. Corpus

The Reuters Corpus Volume I, RCV1 [11] was selected to be used as input data source for the validation of the system developed with this work. The RCV1 corresponds to an archive of over 800,000 categorized newswire stories written in English, produced between August 20, 1996 and August 19, 1997. The stories were made available by Reuters, Ltd. The corpus was created with the purpose of being used for research.

3.2. Topic Results

The LDA algorithm was configured to cluster the terms and documents present in the approximately 800,000 Reuters news stories into 20 different topics. A sample of the output generated by the LDA can be seen in Fig. 3. It depicts the affinity between corpus documents (x-axis) and topics (y-axis), represented by their (normalized) Gamma values (z-axis).

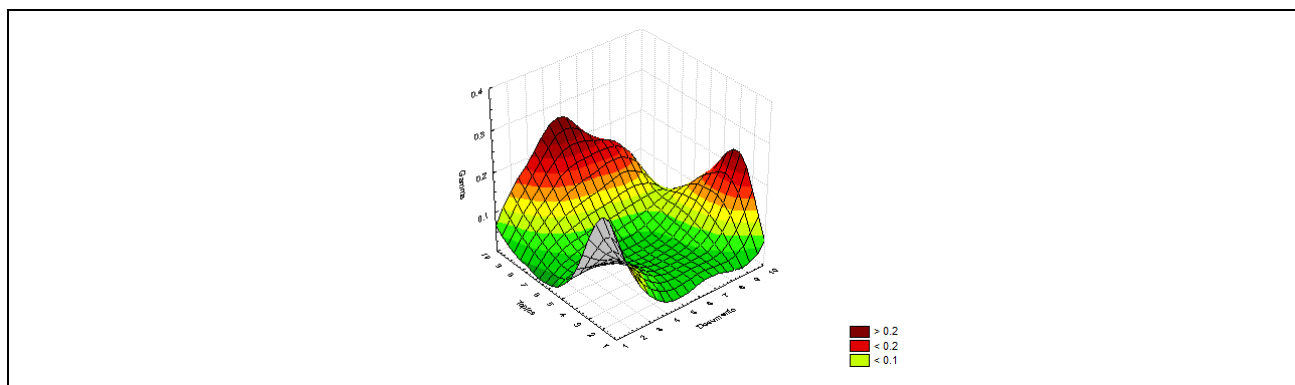


Fig. 3. Document - topic affinity

3.3. Time Agglomerated Results

As was referred to, in Section 2.3, once the LDA results are available, they are subject to two distinct time agglomeration approaches.

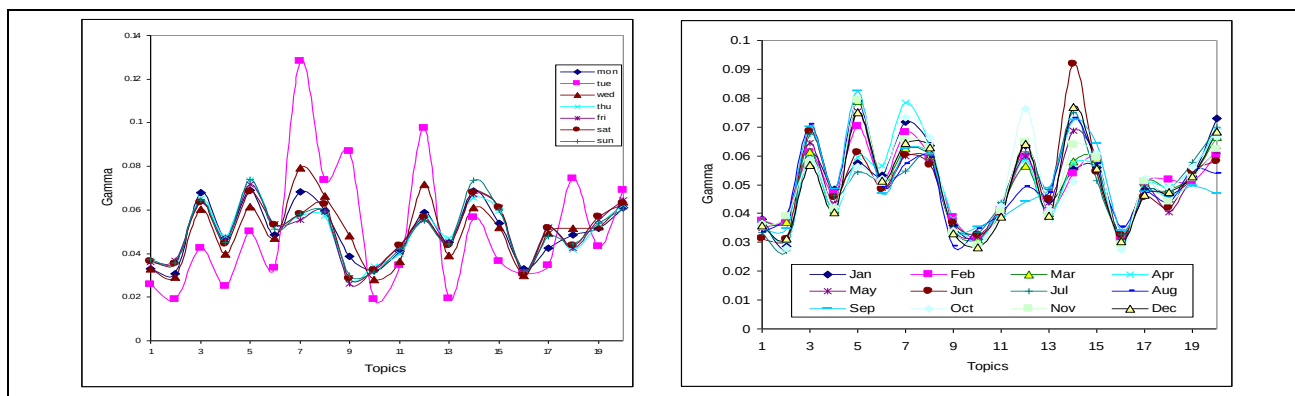


Fig. 4. Week day (left) and monthly Gamma values (right)

The approach groups together data associated to documents that have been generated on the same day of the week. A global view of the topic trends, along the week days, can be seen in Fig. 4 (left). The x-axis represents the 20 topics, whilst the y-axis indicates the strength (in terms of normalized Gamma values) of the topics, for a given day of the week. The trend lines that connect each of the data points do not have any meaning and are only present to make it easier to distinguish the information associated with one week day from another.

It is possible to infer some interesting conclusions from Fig. 4 (top). Among these is the fact that Tuesday reveals itself as the day of the week where topics are either most strongly exhibited, or barely at all. The Wednesdays could be considered as a transition between the strongly characterized Tuesdays and the more or less uniform rest of the week, with regards to the topic trend distribution.

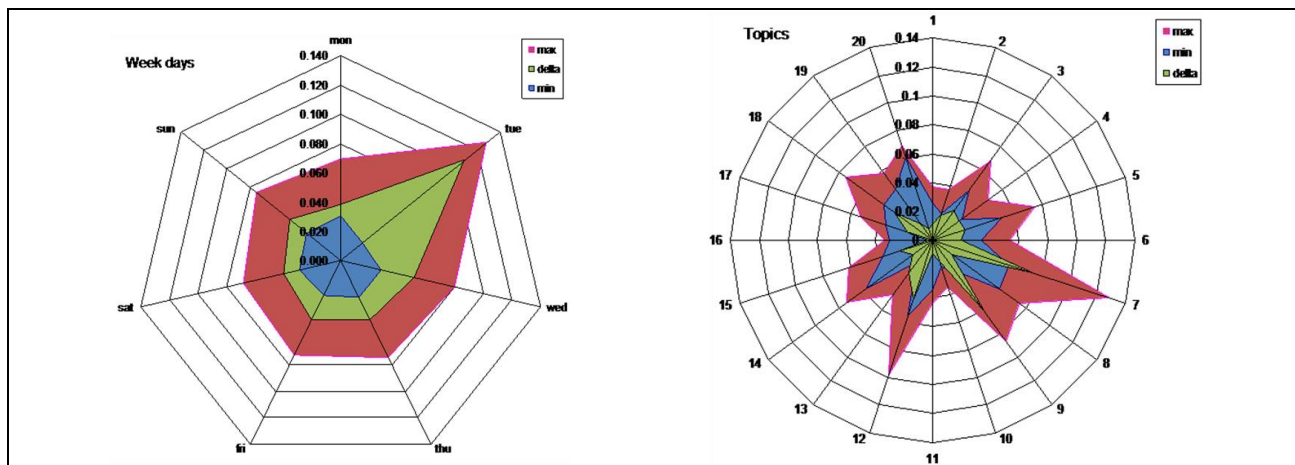


Fig. 5. Week days' topic variation (left), topics' weekly Gamma variation (right)

An alternative representation of these results can be seen in Fig. 5. Fig. 5 (left) depicts the min-max topic Gamma value variations observed, for each of the days of the week, while Fig. 5 (right) presents the min-max Gamma range for every topic. Based on this representation, it is possible to identify the days where there is a greater asymmetry, in terms of Gamma values, indicating a certain predilection towards given topics. It is also possible to infer what topics are the ones subject to the most significant variations, along the week. The day of the week where the most irregular topic distribution is observed is, by far, Tuesday, whilst, from the point of view of the topics, the most accentuated oscillations are present in topics nr 7, 9 and 12.

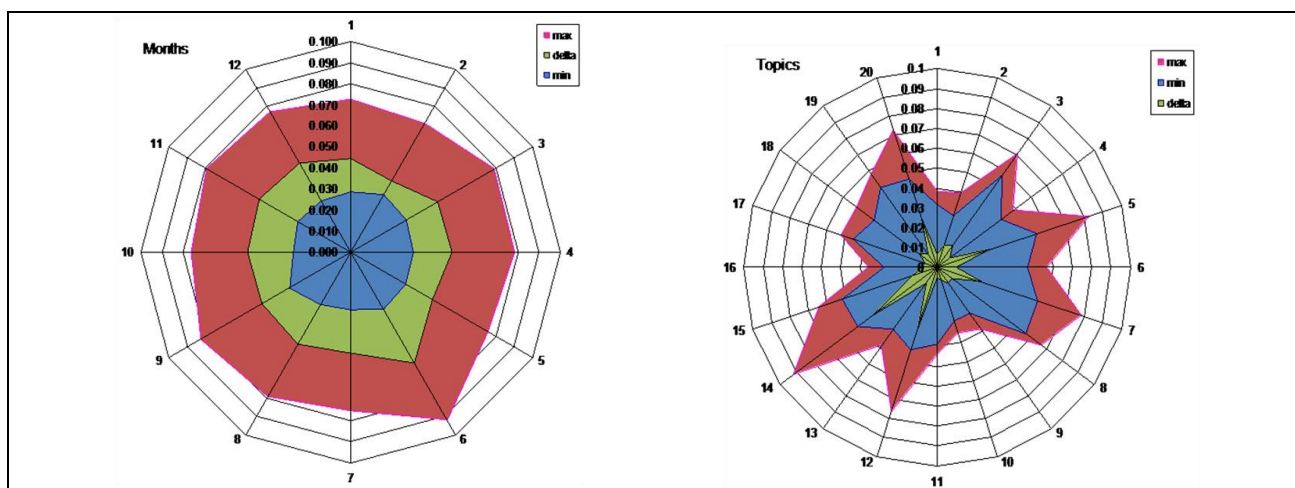


Fig. 6. Monthly topic (left) and topics' monthly Gamma variations (right)

With regards to the results achieved through the monthly time agglomeration approach, an overview of these can be seen in Fig. 4 (right), while Fig. 6 presents the min-max Gamma variations.

Analysing Fig. 6, it is possible to observe that the months with bigger variations are March, June and August, whilst the topics observed to have the most significant variations are topics nr 5, 12, 14 and 20. When comparing these results with the ones achieved through the days of the week agglomeration approach, a conclusion that can be reached is that the monthly approach leads to a

more uniform view of the topic distributions, while the other approach offers (at least for the data generated with this work) more interesting aspects and phenomena.

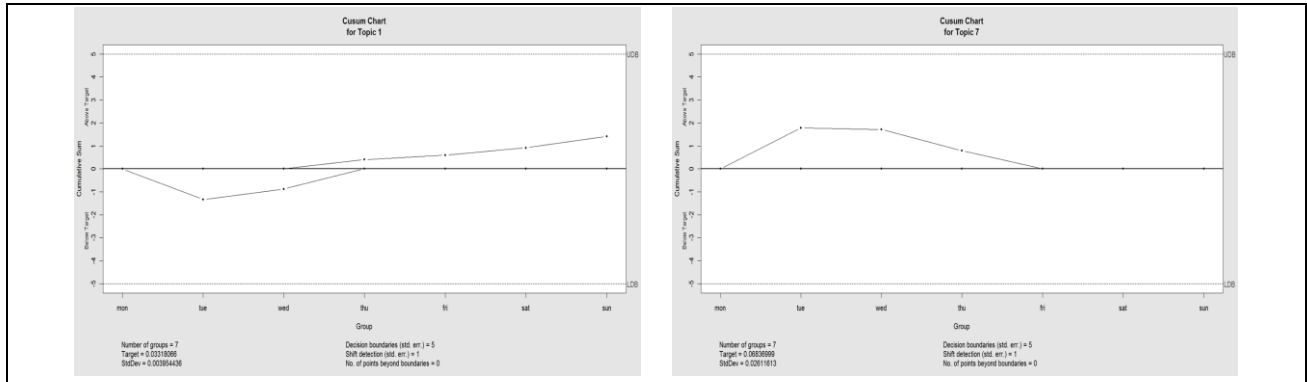


Fig. 7. Weekly CUSUM for topic nr 1 (top) and topic nr 7 (bottom)

3.4. CUSUM Results

The time variance analysis results based on the CUSUM methodology shall be presented here. The results of the days of the week agglomeration approach are presented first, followed by the monthly agglomeration alternative. An aspect that should be pointed out is that any instance of a CUSUM analysis is always performed with regards to a reference value called the target. This was introduced first in Eqn (5) and subsequently (6) and (7), where the target value, with regards to which the variation analysis is performed, is represented by $\hat{\mu}_0$. There is a distinct CUSUM analysis performed for every single topic. The unit of all metrics plotted in the CUSUM analysis graphics is the standard deviation.

CUSUM results for the weekly time agglomeration approach can be seen in Fig. 7. The target value for all of the weekly results is the one associated to the state of the topic on Monday. There are two functions plotted. The one above corresponds to the upper control limit function, while the one below represents the lower control limit function. As long as both limit functions remain within the established bounds, the analysis concludes there are no significant variations during the period. The bounds have a value of 5 standard deviations. Any other value may be used instead, as long as it is deemed appropriate.

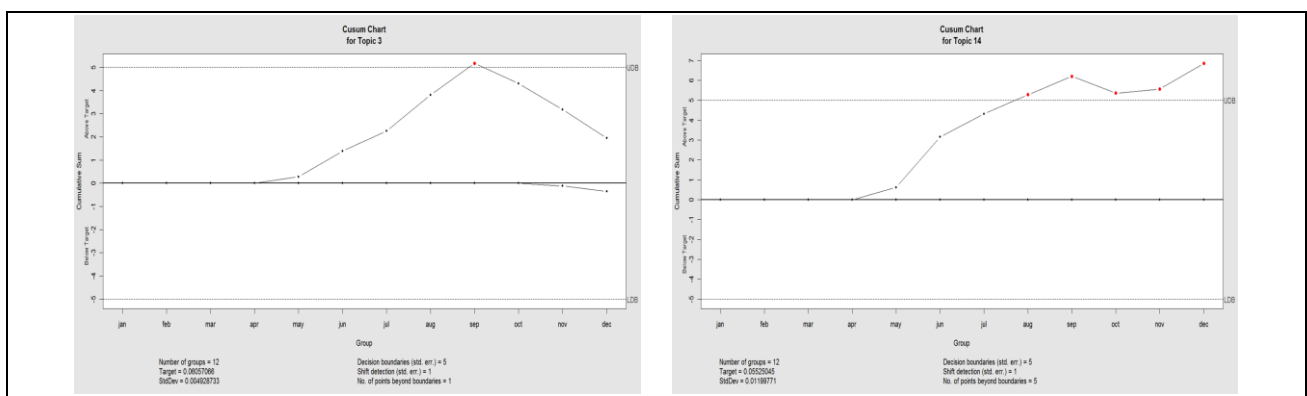


Fig. 8. Monthly CUSUM for topic nr 3 (left) and topic nr 14 (right)

The CUSUM analysis results for the monthly time agglomeration are presented in Fig. 8. The target against which the analysis is performed is the state topics have during the month of January. Analogously to the weekly approach, a different target may be chosen leading to (potentially) different conclusions.

Fig. 8 (left) demonstrates a significant positive oscillation taking place during the month of September, since the upper control limit function exceeded the bound. The control limit function returns back to within the bound for subsequent months. Fig. 8 (right) shows that after the upper control limit function exceeds the bound, during the month of August, it remains outside the bound for the remaining months.

4. Conclusion

This work presented an approach capable of analysing and identifying a corpus' topic trend variations over time. The topic composition identification was performed through the use of LDA, while the time-variant analysis was carried out through the CUSUM technique. The approach has been evaluated against the RCV1 corpus and demonstrated capacity to produce meaningful information about the topic evolution as a function of time.

5. Acknowledgements

The first author has been funded by the Portuguese FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia) under contract SFRH/BD/64379/2009.

6. References

- [1]. Morinaga, S. and K. Yamanishi, 2004. Tracking dynamics of topic trends using a finite mixture model. Proceedings of the tenth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. Seattle, WA, USA, ACM. pp: 811-816.
- [2]. Neal, R. and Hinton, G., 1998. A view of the EM algorithm that justifies incremental sparse, and other variants, Learning in Graphical Models, MIT Press, Cambridge MA, USA.
- [3]. Matsunaga, Y. and Yamanishi, K., 2003. An information-theoretic approach to detecting anomalous behaviors, in Information Technology Letters vol.2 (Proc. of the 2nd Forum on Information Technologies), pp:123-124.
- [4]. Rajaraman, K. and Tan, A., 2001. Topic Detection, Tracking, and Trend Analysis Using Self-Organizing Neural Networks. Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, Lecture Notes in Computer Science, Volume 2035/2001, pp: 102-107.
- [5]. TDT homepage. <http://www.itl.nist.gov/iad/894.01/tests/tdt/index.htm>, 2000.
- [6]. Rzeszutek, R., Androutsos, D. and Kyan, M., 2010. Self-Organizing Maps for Topic Trend Discovery. Signal Processing Letters, IEEE.
- [7]. Blei, D., Ng, A. and Jordan, M. 2003. Latent Dirichlet allocation. Journal of Machine Learning Research (3), pp: 993-1022.
- [8]. Barnard, G.A. (1959). "Control charts and stochastic processes". Journal of the Royal Statistical Society B (Methodological) (21). pp: 239-71.
- [9]. Wheeler, Donald J.; Chambers, David S. (1992). Understanding statistical process control (2nd ed.). Knoxville, Tennessee: SPC Press.
- [10]. Scrucca, L. http://rgm2.lab.nig.ac.jp/RGM2/R_man-2.9.0/library/qcc/description.
- [11]. Lewis, D., Yang, Y., Rose, T. and Li, F., 2004. RCV1: A New Benchmark Collection for Text Categorization Research. Journal of Machine Learning Research (5) pp: 361-397.

Contacts:

Stoyan Garbatov, MSc and João Cachopo, PhD
 Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores - Investigação e Desenvolvimento,
 R. Alves Redol 9, 1000, Lisboa, Portugal
 E-mails: stoyan.garbatov@gmail.com; joao.cachopo@inesc-id.pt

Reviewer: Assoc. Prof. Peter Antonov, PhD

РАЗМИТО УПРАВЛЕНИЕ НА РОБОТИНО ЗА ИЗБЯГВАНЕ НА ПРЕПЯТСТВИЯ

Михаил В. Скопчанов

Резюме: Избягването на препятствия и придвижването в лабиринт се явяват класически задачи в областта на мобилната роботика. Обикновено се използват няколко двоични сензора за определяне наличието или отсъствието на обект на определено отстояние от робота, след което се формира алгоритъмът за управление на поведението му на база на твърда логика. Далеч по-големи възможности предлага използването на размита логика за управление. В настоящата статия се предлага реализация на размита система за управление на мобилен робот Роботино на фирма Фесто на база на аналогово измерване на разстояние.

Ключови думи: избягване на препятствия, мобилен робот, размита логика, Роботино

OBSTACLE AVOIDANCE FOR ROBOTINO USING FUZZY CONTROL

Michael Scopchanov

Abstract: Obstacle avoidance and navigation through a maze are common tasks in mobile robotics. Usually several binary sensors are used detecting the presence of an object within a certain range. Then a conventional logic is used to form a control algorithm for the robot behavior. Much more interesting is to use more advance techniques to control the mobile robot. This article introduces an implementation of fuzzy logic controller based on analog distance measurements for Robotino.

Key words: fuzzy logic, mobile robot, obstacle avoidance, Robotino

1. Introduction

Robotino is a fully functional mobile robot system (Fig. 1) with omnidirectional drive. The three drive units (Fig. 2) allow for motion in all directions – forward, backward and sideways – and the robot can be turned on the spot as well.



Fig. 1 – Overview of Robotino

Robotino is also equipped with a webcam and several types of sensors – analog for distance measurement, binary for collision protection and digital to check the actual speed. This assures that all of the wide ranging demands placed upon systems of this type are fulfilled. The robot might be used with or without a PC, using the on-board controller. Robotino's controller consists of an

embedded PC with a compact flash card and can be directly accessed via wireless LAN (WLAN). Additional sensors and actuators can be connected via an I/O interface.

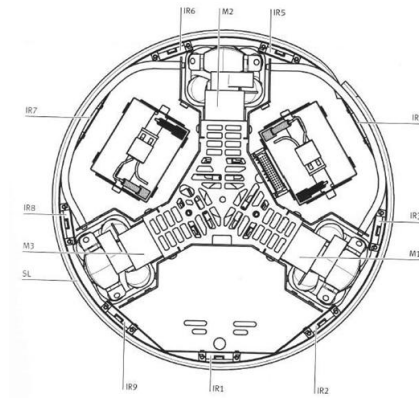


Fig. 2 – Technical sketch of Robotino

2. General software architecture

The programming of Robotino could be performed in several different ways, using both text and visual programming languages.

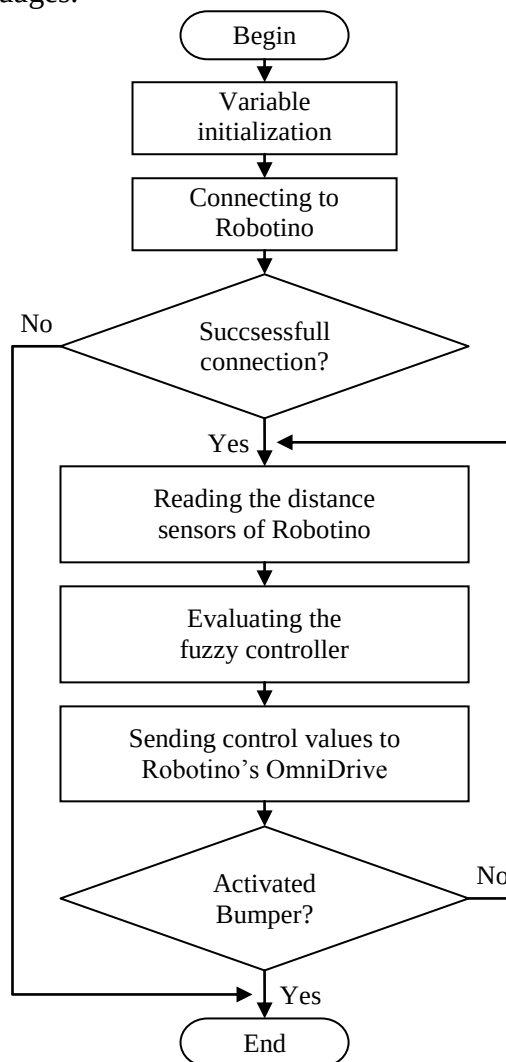


Fig. 3 – Flowchart of the control algorithm

In our case Robotino has been programed in Matlab using the provided APIs. The flowchart of the control algorithm is shown on Fig. 3. After initializing the variables, Matlab attempts to connect to the mobile robot. If the attempt is successful, it begins reading the infrared sensors to get their distance measurements, evaluates the fuzzy controller and sends back control values, which in turn are used by the omni drive to control the three DC motors.

3. Fuzzy controller for obstacle avoidance

3.1. Fuzzy controller structure

In order to control the movement of the mobile robot a fuzzy controller is designed. Its structure is shown on Figure 4.

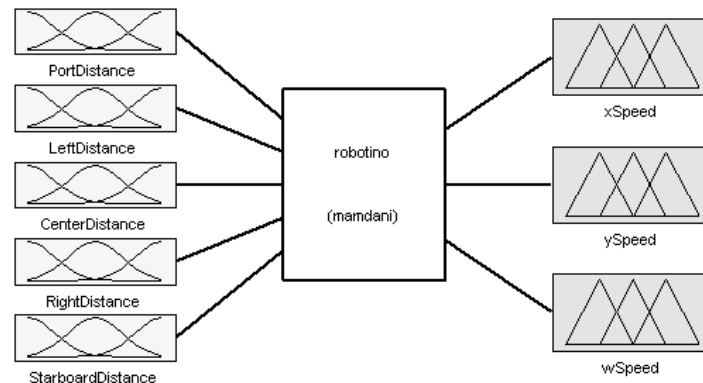


Fig. 4 – Structure of the fuzzy controller

Five distances to the surrounding objects are measured using the three front sensors of Robotino and the two sensors, placed at its left and right side. The output variables are the speed of Robotino along x and y axis, as well as the rotational speed ω .

3.2. Fuzzification of input and output variables

Figure 5 depicts the fuzzy terms used to describe the distance measured by each of the IR sensors. Five membership functions suitable for this type of measurements are used – one of type z, one of type s and three of type pi.

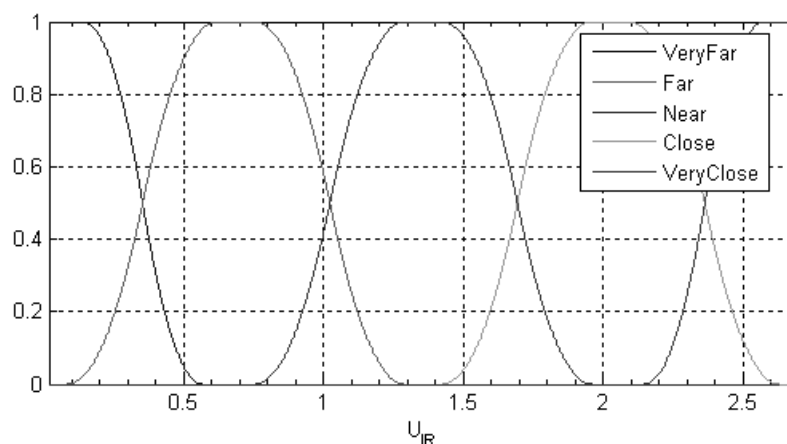


Fig. 5 – Fuzzy input variables

The description with fuzzy terms of the control values for both x and y speed are shown on Fig. 6 and on Fig. 7 for the rotational speed ω . In [5] it is shown, that triangular membership functions are more suitable for drives control, so in our case seven triangular membership functions are used, allowing the robot to take turns more smoothly.

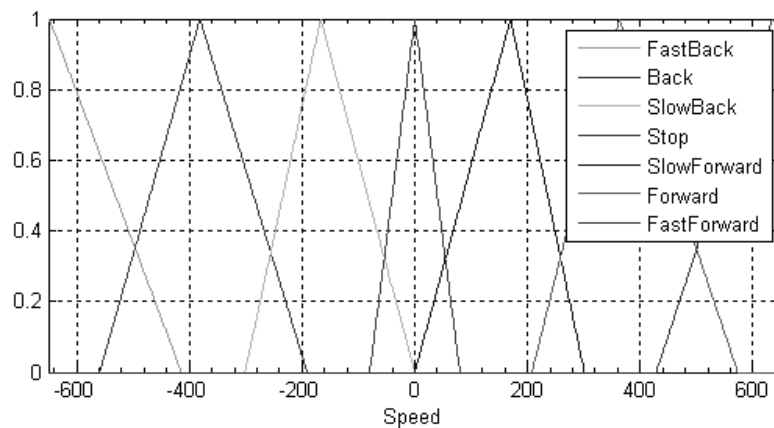


Fig. 6 – Fuzzy output variables for linear speed along x and y axis

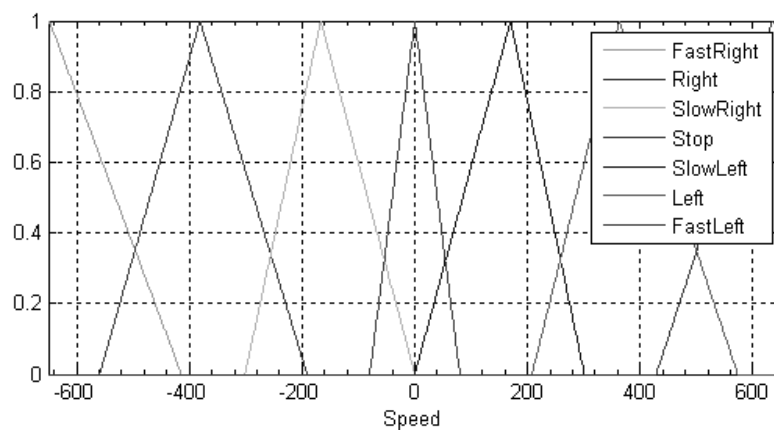


Fig. 7 – Fuzzy output variables for rotational speed ω

3.3. Fuzzy rules

Using the above defined fuzzy terms a set of sixty rules is constructed, describing the behavior of the control system. These rules are listed in Table 1.

Table 1

1	If(portDistance is VeryFar) then (ySpeed is stop)
2	If(portDistance is Far) then (ySpeed is SlowBack)
3	If(portDistance is Near) then (ySpeed is Back)
4	If(portDistance is Close) then (ySpeed is FastBack)
5	If(portDistance is VeryClose) then (ySpeed is FastBack)
6	If(StarboardDistance is VeryFar) then (ySpeed is Stop)
7	If(StarboardDistance is Far) then (ySpeed is SlowForward)
8	If(StarboardDistance is near) then (ySpeed is Forward)
9	If(StarboardDistance is Close) then (ySpeed is FastForward)
10	If(StarboardDistance is VeryClose) then (ySpeed is FastForward)
11	If(LeftDistance is VeryFar)and(CenterDistance is VeryFar)Then(xSpeed is Forward)(wSpeed is Stop)
12	If(LeftDistance is Far)and(CenterDistance is VeryFar)Then(xSpeed is SlowForward)(wSpeed is SlowRight)

13	If(LeftDistance is Near)and(CenterDistance is VeryFar)Then(xSpeed is Stop)(wSpeed is Right)
14	If(LeftDistance is Close)and(CenterDistance is VeryFar)Then(xSpeed is SlowBack)(wSpeed is FastRight)
15	If(LeftDistance is VeryClose)and(CenterDistance is VeryFar)Then(xSpeed is Back)(wSpeed is FastRight)
16	If(LeftDistance is VeryFar)and(CenterDistance is Far)Then(xSpeed is SlowForward)(wSpeed is stop)
17	If(LeftDistance is Far)and(CenterDistance is Far)Then(xSpeed is SlowForward)(wSpeed is SlowRight)
18	If(LeftDistance is Near)and(CenterDistance is Far)Then(xSpeed is Stop)(wSpeed is Right)
19	If(LeftDistance is Close)and(CenterDistance is Far)Then(xSpeed is SlowBack)(wSpeed is FastRight)
20	If(LeftDistance is VeryClose)and(CenterDistance is Far)Then(xSpeed is Back)(wSpeed is FastRight)
21	If(LeftDistance is VeryFar)and(CenterDistance is Near)Then(xSpeed is SlowForward)(wSpeed is Stop)
22	If(LeftDistance is Far)and(CenterDistance is Near)Then(xSpeed is SlowForward)(wSpeed is SlowRight)
23	If(LeftDistance is Near)and(CenterDistance is Near)Then(xSpeed is Stop)(wSpeed is Right)
24	If(LeftDistance is Close)and(CenterDistance is Near)Then(xSpeed is SlowBack)(wSpeed is Right)
25	If(LeftDistance is VeryClose)and(CenterDistance is Near)Then(xSpeed is Back)(wSpeed is FastRight)
26	If(LeftDistance is VeryFar)and(CenterDistance is Close) Then (xSpeed is SlowBack)(wSpeed is Stop)
27	If(LeftDistance is Far)and(CenterDistance is Close) Then (xSpeed is SlowBack)(wSpeed is SlowRight)
28	If(LeftDistance is Near)and(CenterDistance is Close) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is Right)
29	If(LeftDistance is Close)and(CenterDistance is Close) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is FastRight)
30	If(LeftDistance is VeryClose)and(CenterDistance is Close) Then (xSpeed is FastBack)(wSpeed is FastRight)
31	If(LeftDistance is VeryFar)and(CenterDistance is VeryClose) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is Stop)
32	If(LeftDistance is Far)and(CenterDistance is VeryClose) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is SlowRight)
33	If(LeftDistance is Near)and(CenterDistance is VeryClose) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is Right)
34	If(LeftDistance is Close)and(CenterDistance is VeryClose) Then (xSpeed is FastBack)(wSpeed is FastRight)
35	If(LeftDistance is VeryClose)and(CenterDistance is VeryClose) Then (xSpeed is FastBack)(wSpeed is FastRight)
36	If(CenterDistance is VeryFar) and (RightDistance is VeryFar) Then (xSpeed is Forward)(wSpeed is Stop)
37	If(CenterDistance is VeryFar) and (RightDistance is Far) Then (xSpeed is SlowForward)(wSpeed is SlowLeft)
38	If(CenterDistance is VeryFar) and (RightDistance is Near) Then (xSpeed is Stop)(wSpeed is Left)
39	If(CenterDistance is VeryFar) and (RightDistance is Close) Then (xSpeed is SlowBack)(wSpeed is Left)
40	If(CenterDistance is VeryFar) and (RightDistance is VeryClose) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is FastLeft)
41	If(CenterDistance is Far) and (RightDistance is VeryFar) Then (xSpeed is SlowForward)(wSpeed is Stop)
42	If(CenterDistance is Far) and (RightDistance is Far) Then (xSpeed is SlowForward)(wSpeed is SlowLeft)
43	If(CenterDistance is Far) and (RightDistance is Near) Then (xSpeed is Stop)(wSpeed is Left)
44	If(CenterDistance is Far) and (RightDistance is Close) Then (xSpeed is SlowBack)(wSpeed is FastLeft)
45	If(CenterDistance is Far) and (RightDistance is VeryClose) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is FastLeft)
46	If(CenterDistance is Near) and (RightDistance is VeryFar) Then (xSpeed is SlowForward)(wSpeed is Stop)
47	If(CenterDistance is Near) and (RightDistance is Far) Then (xSpeed is SlowForward)(wSpeed is SlowLeft)
48	If(CenterDistance is Near) and (RightDistance is Near) Then (xSpeed is Stop)(wSpeed is Left)
49	If(CenterDistance is Near) and (RightDistance is Close) Then (xSpeed is SlowBack)(wSpeed is FastLeft)
50	If(CenterDistance is Near) and (RightDistance is VeryClose) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is FastLeft)
51	If(CenterDistance is Close) and (RightDistance is VeryFar) Then (xSpeed is SlowBack)(wSpeed is Stop)
52	If(CenterDistance is Close) and (RightDistance is Far) Then (xSpeed is SlowBack)(wSpeed is SlowLeft)
53	If(CenterDistance is Close) and (RightDistance is Near) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is Left)
54	If(CenterDistance is Close) and (RightDistance is Close) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is FastLeft)
55	If(CenterDistance is Close) and (RightDistance is VeryClose) Then (xSpeed is FastBack)(wSpeed is FastLeft)
56	If(CenterDistance is VeryClose) and (RightDistance is VeryFar) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is Stop)
57	If(CenterDistance is VeryClose) and (RightDistance is Far) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is SlowLeft)
58	If(CenterDistance is VeryClose) and (RightDistance is Near) Then (xSpeed is Back)(wSpeed is Left)
59	If(CenterDistance is VeryClose) and (RightDistance is Close) Then (xSpeed is FastBack)(wSpeed is Left)
60	If(CenterDistance is VeryClose) and (RightDistance is VeryClose) Then (xSpeed is FastBack)(wSpeed is FastLeft)

The set of control rules is constructed in such a way, so the mobile robot is able to avoid obstacles as walls and other large objects on its path. Finding the way out of the maze is not set as a goal. In that sense the control is not goal oriented. Figure 8 shows how the output variable $wSpeed$ relates to the input variables $LeftDistance$ and $RightDistance$. It could be easily seen, that the speed of rotation increases when the distance to the obstacle is getting smaller. The robot rotates clockwise or counterclockwise depending on the relative position of the obstacle. This way it is not possible for the robot to hit a wall.

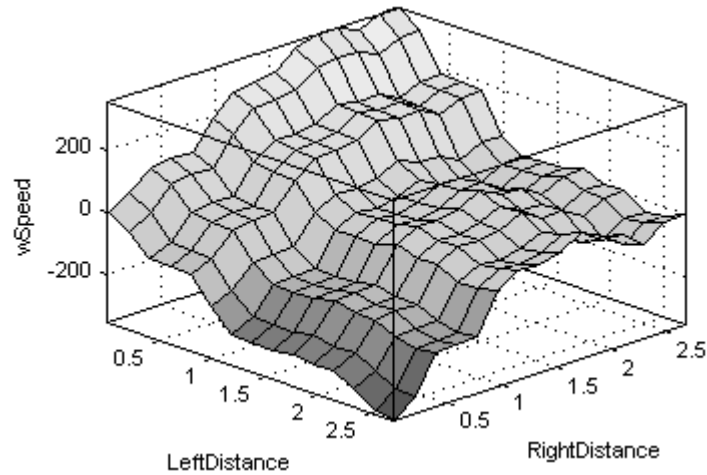


Fig. 8 – Relation of the output variable $wSpeed$ to the input variables $LeftDistance$ and $RightDistance$

4. Experiments

For experimental purposes a working environment is build using light concrete blocks. The configuration of the robot's working environment used for testing the proposed fuzzy control is shown on Fig. 9.

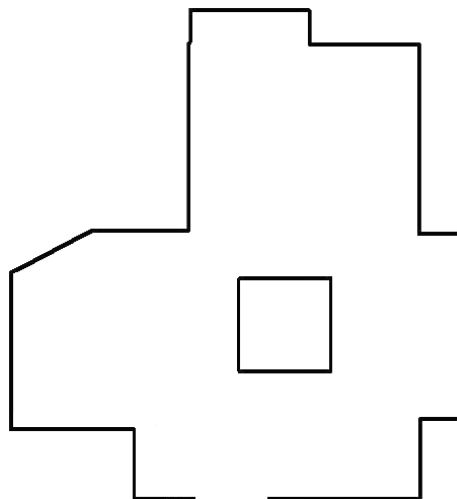


Fig. 9 – The robot's working environment

The blocks could be easily and quickly rearranged, which allows for more flexibility in the experiments. The behavior of the proposed fuzzy logic controller is tested using Robotino and the build working environment (Fig. 10).



Fig. 10 – Experimenting the proposed fuzzy control algorithm with Robotino

5. Conclusion

The obtained experimental results show that Robotino is avoiding the walls successfully. The next step is to implement the proposed fuzzy algorithm directly into the mobile robot using its on-board controller. Furthermore a challenging task is to make more elaborate fuzzy control system taking into account the rest of the available infrared distance sensors.

References

- [1]. Driankov D., A. Saffiotti, “Fuzzy logic techniques for autonomous vehicle navigation (Studies in Fuzziness)”, Springer-Physica Verlag, 2001
- [2]. Farhi O., M. Scopchanov, E. Draganova, Hr. Hristoskov, “Embedded Fuzzy Control of Two Wheels Mobile Robot”, Proceedings of International Conference on Automatics and Informatics, Section of Smart Robotics, pp. 217-220, 2010
- [3]. Harisha S., Ramkanth Kumar P., M. Krishna, S. Sharma, “Fuzzy Logic Reasoning to Control Mobile Robot on Pre-defined Strip Path”, World Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 42, pp. 642-646, 2008
- [4]. Hoffmann F., “Soft computing techniques for the design of mobile robot behaviors”, Journal of Information Sciences, vol. 122, no. 2-4, pp. 241-258, 2000
- [5]. Monicka G., Guna Sekhar, Ramash Kumar, “Performance Evaluation of Membership Functions on Fuzzy Logic Controlled AC Voltage Controller for Speed Control of Induction Motor Drive”, International Journal of Computer Applications, vol. 13, no. 5, pp. 8-12, 2011
- [6]. Scopchanov M., “Evolutionary Algorithm for Fuzzy Control of Mobile Robot”, Proceedings of International Conference on Automatics and Informatics, Section of Smart Robotics, 2011
- [7]. <http://www.openrobotino.org/>

Contacts:

assistant prof. eng. Michael Valentinov Scopchanov, PhD
 Department of Automation
 of the Technical University of Varna,
 1 Studentska str., Varna 9010, Bulgaria
 e-mail: scopchanov@tu-varna.bg

Reviewer:

Prof. Ovid Farhi, PhD

IMAGE ACQUISITION AND PROCESSING WITH BEAGLEBOARD

Hristo Petrov, Ayhan Mehmed, Michael Scopchanov

Abstract: As a consequence of the increased performance of digital processors the topic of embedded machine vision has become more common. Open hardware and software platforms like BeagleBoard and the different kinds of Linux distributions are allowing the development of more affordable vision systems, based on advanced techniques and algorithms, used in a mobile robot control. This paper introduces the concept of combining an open hardware, operating system and user application to form a low power embedded image acquisition and processing system for machine vision in mobile robotics.

Keywords: BeagleBoard, image acquisition, image processing, machine vision, OpenCV

Получаване и обработка на изображения с използване на BeagleBoard

Христо Е. Петров, Айхан И. Мехмед, Михаил В. Скопчанов

Резюме: В следствие на повишената производителност на цифровите процесори, вградените системи за машинно зрение придобиват широка популярност. Отворените апаратни и програмни платформи като BeagleBoard и различните дистрибуции на Линукс позволяват развитието на достъпни системи за машинно зрение, използвани при управлението на мобилни роботи, базиращи се на усъвършенствани методи и алгоритми. Тази статия разглежда концепцията за съчетаване на отворен хардуер, операционна система и потребителско приложение за създаване на вградена система за получаване и обработка на изображения за целите на машинното зрение, използвано в мобилната роботика.

Ключови думи: BeagleBoard, OpenCV, машинно зрение, обработка на изображения, получаване на изображения

6. Introduction

With the increase of the processing capabilities of the processors, it's becoming practical to incorporate machine vision functions into a wide range of embedded systems, enabling them to analyze their environments via video inputs. The use of machine vision algorithms in embedded systems is referred as "embedded vision". Stated another way, "embedded vision" refers to embedded systems that extract meaning from visual inputs. Such an embedded system is the BeagleBoard, a low-cost, fan-less single board computer from Texas Instruments that has laptop-like performance and expandability without the bulk, expense, or noise of typical desktop machines, thus making it suitable for the described applications. BeagleBoard is highly popular in the open source community and has its own drivers included in the mainstream Linux kernel. A special Linux distribution called Angstrom was developed in order to deliver a stable and user friendly OS for this hardware platform.

7. Hardware setup

The proposed hardware setup is shown on Figure 1 and consists of the following main components:

- Processing unit – A single board computer by Texas Instruments named BeagleBoard,

- Storage unit – 2 GB SD card plugged into the SD card slot of the BeagleBoard's,
- Capturing unit – ordinary webcam with USB interface,
- Debugging device – a PC with serial connection to the BeagleBoard used to send commands from the terminal.

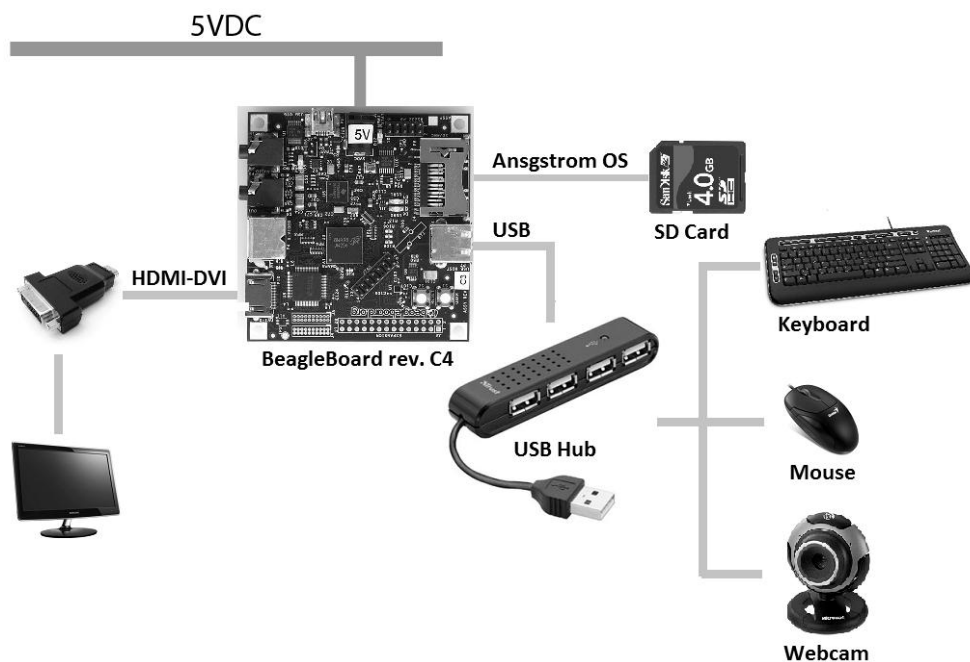


Fig. 1 – Hardware setup

8. Software implementation

8.1. Operating system and libraries

BeagleBoard is running Angstrom, which is a Linux distribution. Similar to BeagleBoard Angstrom is an open source product supported by a large community of developers and users, providing a big variety of free building blocks, e.g. hardware designs and drivers, software snippets and libraries. Therefore there are a number of ways to implement computer vision on this platform. The most used ones are:

- OpenCV – open source computer vision library with large community contributing to the development process. It scales from small handheld devices to powerful desktop computers with vast selection of processing algorithms available. OpenCV has interface to different programming languages. It also offers platform independent generalization, but doesn't allow for specific platform acceleration (for example the utilization of the BeagleBoard's DSP core)

- EmbedCV – small and fast open source vision library intended for small processors of slow embedded systems. It doesn't have big community supporting, hence almost no new development since 2006. The library is available only in C but offers an easy to understand programming concept. Only a small number of algorithms are available within EmbedCV

- Video4Linux2 (V4L2) – the Linux's kernel library for access to imaging devices, intended for video capture, so no processing algorithms are available. It provides direct communication with the camera driver and allows platform specific accelerated algorithms to be developed and tested.

In the proposed embedded vision system the combination of V4L2 and OpenCV is used, based on the advantages and drawbacks of these libraries. The API of V4L2 provides three different ways to access image data from the device:

- read() function – directly read from the device file as any normal file
- mmap – maps device memory buffers into the application's address space
- user pointers – the driver copies data directly to the application memory and only returns pointer to the data and its size.

Figure 2 shows a flowchart of the procedure for capturing frames from the web camera, connected to the BeagleBoard.

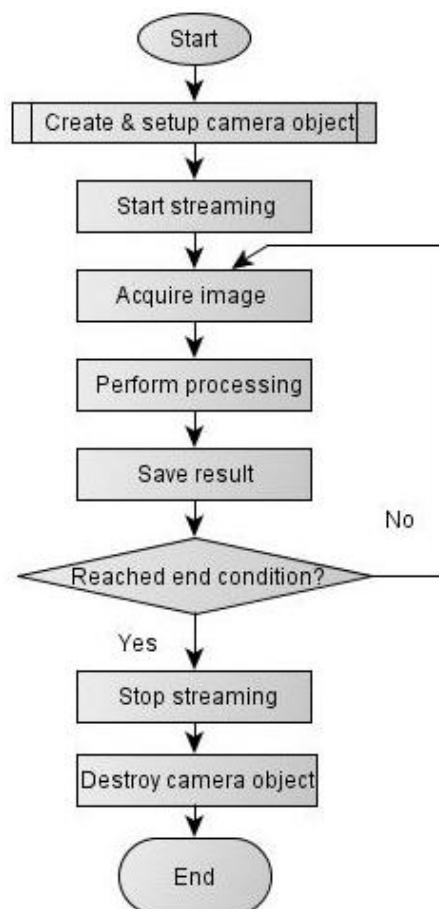


Fig. 2 – Capture algorithm

This algorithm is intended for continuous processing, but for experimental purposes the image is written on the storage media and then loaded from another program for processing.

8.2. Image processing

Edge detection is one of the fundamental steps in image processing, image analysis, image pattern recognition, and machine vision techniques. That is why the edge detection is chosen as an image processing task to demonstrate the capabilities of the proposed embedded vision system. Amongst many edge detection algorithms the Canny detector will be used. It comprises of the following steps [3]:

- Smoothing – this step is performed in order to remove the noise from the image,
- Finding gradients – parts of the image where the gradient has large value are considered as edges,
- Non-maximum suppression – removing false detected edges at this stage,
- Double thresholding – potential edges are determined by thresholding,
- Edge tracking by hysteresis – edges are finally determined by suppressing all of them which are not connected to a certain strong edge.

A flowchart of the implemented image processing procedure is shown on Figure 3.

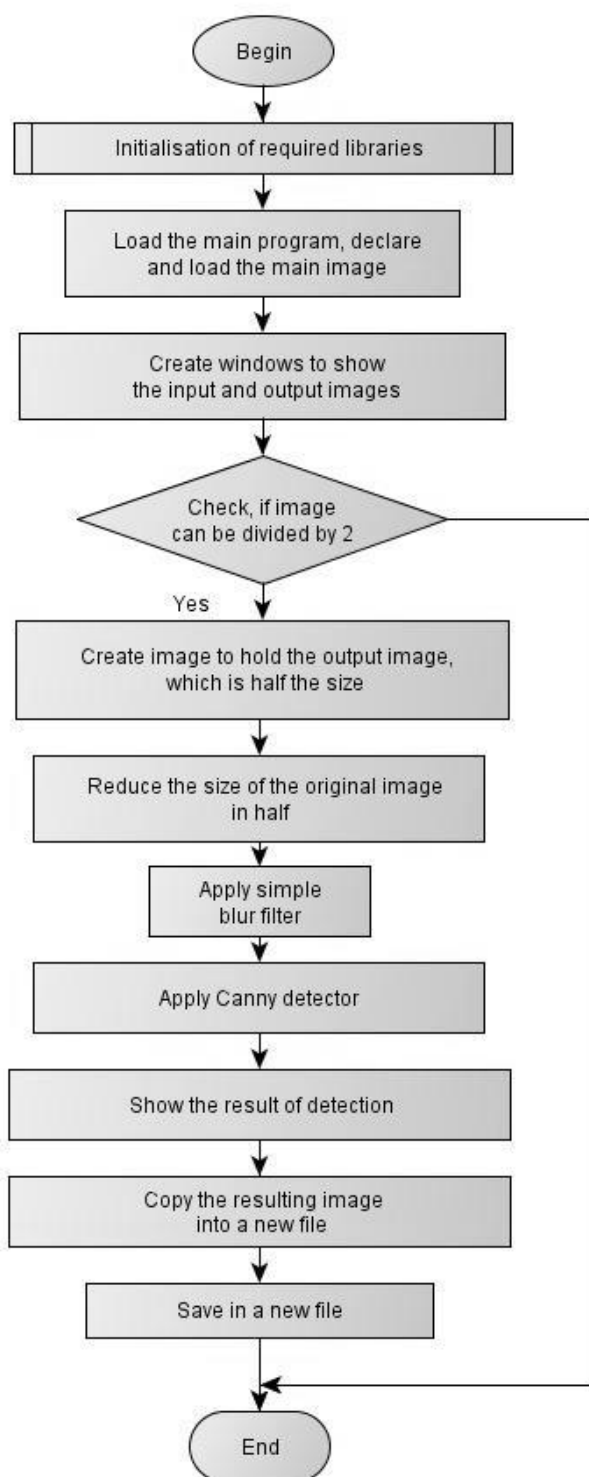
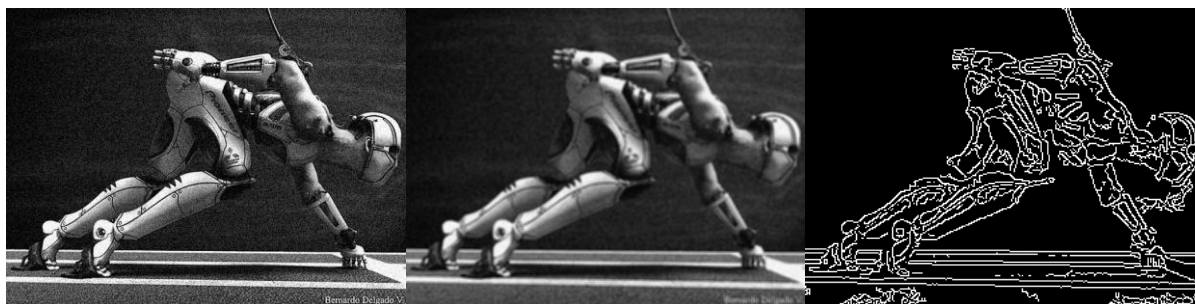


Fig. 3 – Processing algorithm

9. Experiments

The proposed algorithms are implemented in C and tested on the BeagleBoard with different test images, one of which is shown on Figure 4a. As expected, the result of applying the edge detector to the test image led to a set of connected curves that indicate the boundaries of objects in the scene. Thus, the amount of data to be processed at later stages is significantly reduced.



a)

b)

c)

Fig. 4 – a) Test image, b) Smooted image and c) Final image

10. Conclusion and future work

Using BeagleBoard along with an open OS and user applications based on V4L2 and OpenCV allows the design of an embedded image acquisition and processing platform for machine vision. Compared to a regular PC the proposed platform lacks performance, but considering the low power consumption and its small size, it could be regarded as a better choice for battery operated devices. The next step is to use the proposed platform as a base for relatively inexpensive mobile robots and experiment with different image processing algorithms, thus allowing the robots to perceive their environment.

References

- [1].Scopchanov M., E. Draganova, “Preview of a Video Stream in User Window Under Matlab”, Journal of Technical University of Varna, pp. 56-60, 2010
- [2].Scopchanov M., H. Hristoskov, E. Draganova, O. Farhi, “Video Based Machine Vision for Industrial Robot Arm”, Journal of Technical University of Varna, pp. 165-168, 2010
- [3].http://www.cvmt.dk/education/teaching/f09/VGIS8/AIP/canny_09gr820.pdf - “Canny Edge Detection”, Laboratory of Computer Vision and Media Technology, Aalborg University, 2009
- [4].<http://www.beagleboard.org>
- [5].<http://www.embedded-vision.com>
- [6].<http://www.angstrom-distribution.org>

Contacts:

Hristo Emilov Petrov
Department of Electronics
Technical University of Varna,
1 Studentska str., Varna 9010, Bulgaria
e-mail: hr.e.petrov@tu-varna.bg

Ayhan Ilhan Mehmed and Assistant Prof. eng. Michael Valentinov Scopchanov, PhD
Department of Automation
Technical University of Varna,
1 Studentska str., Varna 9010, Bulgaria
e-mail: scopchanov@tu-varna.bg

Reviewer:

Assoc. Prof. V. Naumov, PhD

„Краево“ нулиране на данните във вокодер с твърдо блокирана фаза за мащабиране на звукови сигнали във времето

Лъчезар Ил. Георгиев, Станислав Б. Кирилов

Резюме: В доклада се предлага метод за „краево“ нулиране при мащабиране на звукови сигнали във времето чрез фазов вокодер с твърдо блокирана фаза, което води до значително по-добра обработка на преходите. Методът се състои в нулиране на втората половина от блока с комплексни данни непосредствено преди преминаване в честотната област (т.е. изрязване краищата на „прозореца“). То се съчетава с удвояване на „застъпването“ и намаляване наполовина на размера на „скока“.

Endmost data zeroing in a rigid-phase-locked vocoder for time-scaling of audio signals

Lâtchezar I. Georgiev, Stanislav B. Kirilov

Abstract: The paper offers a method for „endmost“ data zeroing in time-scaling of audio signals via a rigid-phase-locked vocoder, which leads to a considerably better transient processing. The method consists of zeroing of the second half of the complex data block immediately before the transition in the frequency domain (i.e. cutting the „window“ ends). It's combined with doubling the „overlap“ and halving the „hop“ size.

1. Увод

Едно от добрите средства за независима промяна на мащаба във времето и височината на тона при цифрова обработка на звукови сигнали е *фазовият вокодер* [1]. За съжаление той страда от два характерни проблема: фазови изкривявания (т. нар. „фазовост“) и изглаждане („размазване“) на преходите.

В [2] е разгледан фазов вокодер с т. нар. „твърдо блокиране на фазата“, който решава почти напълно първия проблем и донякъде втория. В [3] е даден несложен метод за частично решаване и на втория проблем с възможност за работа в реално време. В настоящия доклад се предлага прост метод за значително подобряване на слуховото възприятие на преходите.

2. Същност на метода

В разгледания в [3] фазов вокодер дължината на БПФ (*FFT_SIZE*) е 4096 точки (при 2048 точки е недостатъчен обхватът на мащабиране), а „застъпването“ (*OVERSAMP*) – 4, респ. размерът на „скока“ (*HOPSIZE*) – 1024 отчета. Това е т. нар. „бърза“ версия.

В настоящия доклад се предлага т. н. „професионална“ („про-“) версия – с двойно по-голямо „застъпване“ (8), двойно по-малък размер на „скока“ (512) и „краево“ нулиране на данните. Тя, макар и почти двойно по-бавна и с по-малък обхват на коефициентите на мащабиране в някои случаи, обработва преходите по-добре. Ето принципа на работа на тая версия.

За допълнително намаляване на характерното „размазване“ на преходите трябва да се намали размерът на блока, но без загуба на разделителна способност в честотната област. Това може да се постигне, като се извличат по-малко данни от времевата област, но без

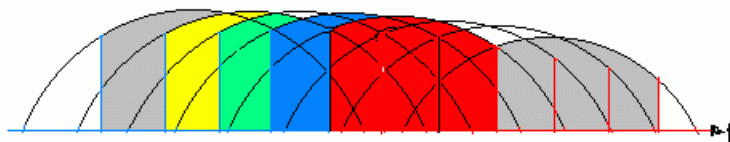
промяна на размера на бързото преобразуване на Фурие (БПФ). Липсващите данни биха могли да се запълнят с „линейно предсказване“, но е по-просто... да се запълнят с нули.

За целта в главната функция на фазовия вокодер, ако константата *PRO* е определена като 1, се удвоява „застъпването“ от 4 на 8 с едновременно намаляване наполовина размера на „скока“ от 1024 на 512. Също така се нулира втората половина на блока с комплексни данни *Comp* (вж. фиг. 1 за версията с използване на инструкции на копроцесора с плаваща запетая). Сходно е и решението при версиите с използване на наборите инструкции *3DNow!* и *SSE*.

```
and    ebx,[esi].VB.QuadInBlSamsk      ; % (4*INBLOCKSAM)
fstp   real4 ptr [eax+2*edi+real4]; Comp[i].i
fstp   real4 ptr [eax+2*edi]            ; Comp[i].r
if PRO
    mov  dword ptr [eax+2*edi+FFTSIZE*real4],0
    mov  dword ptr [eax+2*edi+FFTSIZE*real4+real4],0
endif
    add  edi,real4                        ; i++
.until edi == FFTSIZE*real4 shr PRO
invoke  fft, eax,FFTBITS,-1
```

Фиг. 1. Нулиране на втората половина на блока при „професионалната“ версия (из *pvoc_fpu.asm*)

Чрез гореописаните промени се намалява взаимното влияние на наслагваните блокове в краищата на „прозореца“ (фиг. 2). Това води до много по-добра обработка на преходите на цената на забавяне и намаляване диапазона на мащабиране заради шума в спектъра (вж. т. 3).



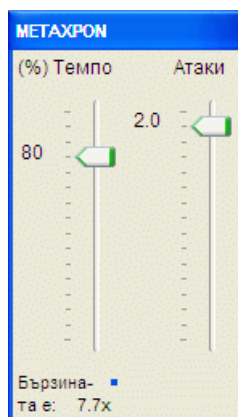
Фиг. 2. Намаляване на взаимното влияние на наслагваните блокове чрез изрязване в краищата

3. Приложение, изпитания и резултати

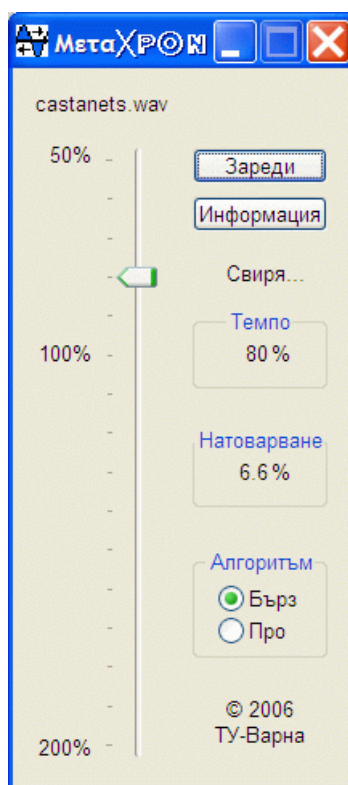
Предложеният метод за „краево“ нулиране на данните е приложен в библиотеката за времево мащабиране на звукови сигнали в реално време „Метохров“ като „професионална“ версия. Подобно на „бързата“ версия [3] го има и във вид на модул за „Winamp“ (фиг. 3).

Англезичен вариант на демонстрационна програма за просвирване на .WAV-файлове (фиг. 4) с използване на копроцесорните „бърза“ и „професионална“ версии (под името „Прокровстѝс“) бе предложен на професионалния диско-водец Рон Дън от гр. Бендиго, Австралия. Ето неговата оценка:

„Новата про-версия ми харесва. Третирането на преходите е много по-добро, въпреки че все пак усещам някакво влошаване, когато има дълбока гласова съставка по същото време, по което има и удар... преходът малко се заглушава в това време.“



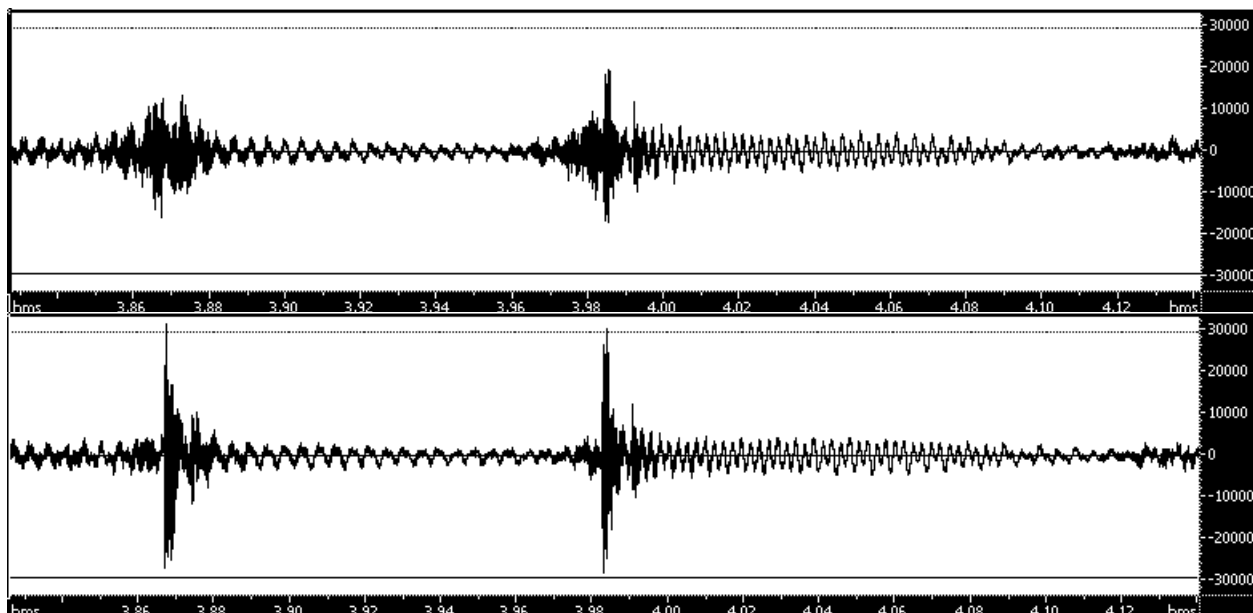
Фиг. 3. Модул за ЦОС („професионална“ версия) към „Winamp“ (на Pentium III / 1,4 GHz). Плъзгачът вдясно е за настройване на прага R за откриване на преходите („атаките“) – вж. т. 2 в [3]).



Фиг. 4. Демонстрационна програма за алгоритъма „Метахрон“ (на Pentium III / 1,4 GHz).

Същата демонстрационна програма бе представена и в „Usenet“, в групата „comp.dsp“. Там беше похвалено доброто качество на получения при мащабирането на времето звук. Също така бе забелязано, че „професионалната“ версия има много по-малък използваем диапазон на „разтягането“ при „чисти“ звуци с беден спектър (напр. пиано) от „бързата“ версия.

На фиг. 5 е показана формата на сигнал, обработен с „бързата“ и „професионалната“ версия. Вижда се как прилагането на предложени тук метод подобрява обработката на преходите. Графики във времевата и честотната област на звук, обработен с библиотеката „Метахрон“ и с програми от други автори ще бъдат предмет на следващи публикации.



Фиг. 5. Звукозапис на кастанети, „разтегнат“ с „бързата“ (горе) и „про“-версията на „Метахров“

4. Заключение

Предложеният метод за „краево“ нулиране на данните е пределно прост. В съчетание с метода за откриване и обработка на преходите, описан в [3], с него практически се решава присъщият на фазовия вокодер проблем с „размазването“ на преходите. Това става на цената на двукратно намаляване на бързодействието и значително намаляване в някои случаи на използвания диапазон на мащабиране на времето в посока „разтягане“. Той е по-подходящ за оркестрова музика с богат спектър. За „чисти“ звуци от единичен инструмент с беден спектър е по-подходящ оригиналният („бърз“) метод, освен при незначително „разтягане“. Затова за постигане на универсална приложимост е уместно използващата библиотека „Метахров“ програма да дава възможност за лесно превключване от единия метод към другия.

5. Литература

- [1] Flanagan, J. L. and Golden, R. M., “Phase Vocoder”, *Bell System Technical Journal*, pp. 1493–1509, 1966.
- [2] Laroche, J. and Dolson, M., “Improved Phase Vocoder Time-Scale Modification of Audio”, *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, vol. 7, no. 3, pp. 323–332, May 1999.
- [3] Георгиев, Л. „Откриване и обработка на преходите при мащабиране на звукови сигнали във времето чрез фазов вокодер с твърдо блокирана фаза“, сп. „Компютърни науки и технологии“, стр. 40–43, бр.1, 2 / 2006 г.

За контакти:

гл. ас. инж. Лъчезар Ил. Георгиев
Катедра КНТ, ФИТА, ТУ – Варна
Ел. поща: llucho@mbox.digsys.bg

Рецензент:

доц. д-р Б. Боянов, ТУ – Варна

МОДЕЛИРАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ОПТИЧНО ВЛАКНО НА БРЕГ

Жейно Ив. Жейнов, Йордан Р. Урумов

Резюме: В статията се анализира изменението на оптичните свойства на влакно на Брег при промяна на параметрите и дизайна на влакното. Предложен е модел на влакно, представено като многослойна диелектрична структура. Даден е метод на математическо описание на оптичните му свойства на базата на принципите на геометричната оптика. Изчислено е затихването на влакното като загуби от отражението от диелектричната обвивка за различни типове моди при различен брой слоеве. Анализирано е влиянието на огъване върху характеристиките на влакното. Включен е пример.

Ключови думи: Влакно на Брег, загуби, моди, деформация.

Modelling of the characteristics of a Bragg optical fiber

Zhejno I. Zhejnov, Jordan R. Urumov

Abstract: In the paper the shifting of the characteristics of a Bragg fiber due to changing the optical properties and the design of the fiber is analysed. A model of optical fiber, represented as a multilayer dielectric structure, is proposed. A method for mathematical description, based on the principle of geometric optics, is given. The attenuation of the fiber is calculated as losses of the dielectric cladding for different kind of modes and layers number. The influence of a bending on the characteristics of fiber is analyzed. An example is included.

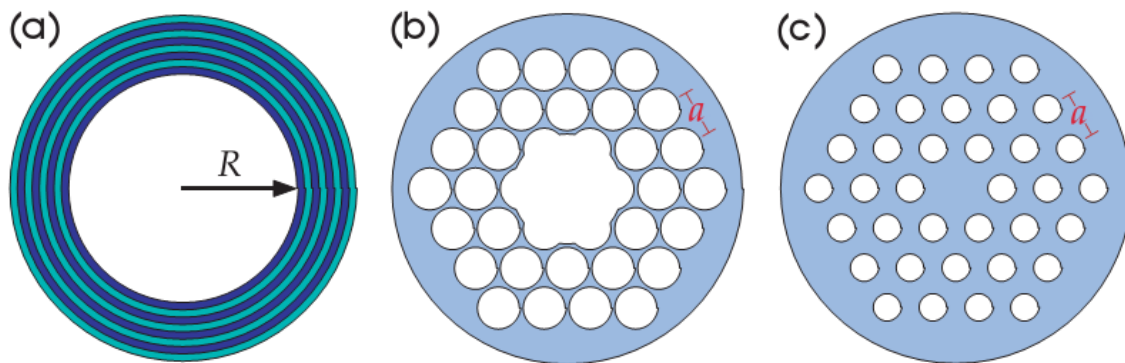
Keywords: Bragg fiber, losses, modes, deformation

1. Увод

През последните десетилетия фотонно – кристалните влакна (PCF) привличат интереса на учените заради своите уникални свойства. С термина PCF (Photonic Crystal Fiber) или микроструктурирани влакна се обозначават повечето оптични влакна със сложна структура на обвивката. При тях най-често обвивката на влакното съдържа едномерни или двумерни периодични структури, влияещи съществено на неговите оптични свойства [3]. Този тип оптични влакна дават възможност за намаляване на ограниченията, които поставят материалите и конструкцията на обикновените оптични влакна и позволяват по-лесно управление на характеристиките на влакното като работния прозорец от дължини на вълната, дисперсията, диаметъра на модовото поле и др. [5]. При предаване на информация затихването при разпространението на светлината във влакното е от първостепенна важност, като в обикновените кварцови влакна то е ограничено от релеевското разсейване в материала на влакното. Всички PCF също така позволяват лесна промяна на хроматичната дисперсия. Това дава възможност да се създадат оптични влакна за компенсиране на дисперсията на влакната, използвани в телекомуникациите. Високото затихване пък се преодолява чрез създаване на влакна с нова конструкция.

В обикновените оптични влакна причината за разпространението на светлината само в сърцевината е пълното и вътрешно отражение от обвивката. Това се постига като ефективният показател на пречупване на сърцевината се прави по-голям от този на обвивката. Оптичното влакно на Брег (Bragg fiber) е едномерно, изработено като съосни цилиндрични слоеве. Обвивката на влакното представлява диелектрично огледало, реализирано като многослойно диелектрично покритие [2].

Примери за различни видове кръгли оптични PCF влакна в напречен разрез са показани на фиг. 1. Тези влакна имат различен механизъм на удържане на светлината в обвивката.



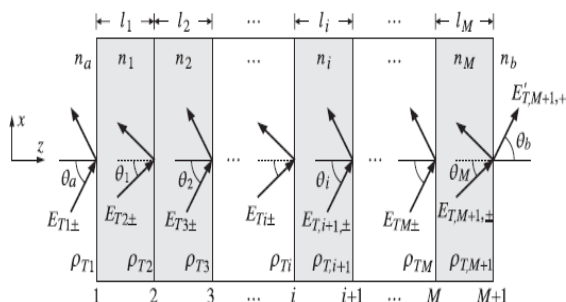
Фиг. 1. Примери на PCF. (a) Влакно на Брег, с обвивка от концентрични слоеве, с едноизмерна периодичност; (b) триъгълна решетка от въздушни тръбички в обвивката с двуизмерна периодичност; (c) дупчесто влакно с дебела сърцевина и различни ефективни индекси на сърцевината и обвивката.

В момента не съществува универсален и достатъчно точен метод за оценка на загубите на разпространение, който да позволява оптимизация на влакното в честотен диапазон и по конструктивни характеристики (диаметър, дебелина на слоевете, показател на пречупване на материалите и др.). В статията се предлага един инженерен метод за анализ на загубите при разпространение на светлината в многослойно влакно на Брег с въздушна сърцевина, възникнали в резултат на тунелиране.

2. Анализ на Бреговски PCF влакна по метода на геометричната оптика

Нека разгледаме Бреговско оптично влакно, което има сърцевина с коефициент на пречупване n_a и M цилиндрични слоя. На фиг. 2 е представен осев разрез на такова влакно. Поради централната симетрия на влакното на фигурата е показана само половината от надлъжното сечение на влакното. То може да се разглежда като плоска многослойна диелектрична структура [1]. Отляво надясно се разполагат съответно сърцевината, слой 1, слой 2,... слой M на обвивката. Нека n_a е коефициентът на пречупване на сърцевината, n_i е коефициентът на пречупване на i -тия слой, n_b е коефициентът на пречупване на най-горния слой. Дебелините на i -тия слой е означена с l_i , $i=1,2,3,...M$. С $E_{T,k\pm}$, $k=1,2,...,M+1$ са означени падащите (+) и отразените (-) компоненти на електрическото поле на границата между слой k и левия на фигурата преди него. Изтичащото от вълновода електрическо поле е означено с $E'_{T,M+1,+}$. Законът на Снелиус свързва ъглите на падане и отражение и коефициентите на пречупване от двете страни на всяка граница между две от общо $M+1$ гранични повърхности:

$$n_a \sin \theta_a = n_i \sin \theta_i = n_b \sin \theta_b, \quad i=1,2,3,...,M \quad (1)$$



Фиг. 2. Коси лъчи върху многослойна диелектрична структура

Ще предпологаеме, че отдясно на структурата няма падащо поле. Тук $\rho_{T,i}$ означава напречен коефициент на отражение от повърхност i , дефиниран като:

$$\rho_{T_i} = \frac{n_{T_{i-1}} - n_{T_i}}{n_{T_{i-1}} + n_{T_i}}, \quad i=1,2,3,\dots,M+1 \quad (2)$$

където сме положили $n_{T0}=n_{Ta}$ и $n_{TM+1}=n_b$. Дефазирането за падащите лъчи при преминаването през i -тия слой е $\delta_i=k_0 n_i \cos \theta_i$, където k_0 е вълновото число за вакуум $k_0=2\pi/\lambda$. Във всеки слой напречните коефициенти на отражение се описват за ТМ и ТЕ поляризация съответно като:

$$n_{T_i} = \begin{cases} \frac{n_i}{\cos \theta_i} & \text{ТМ поляризация} \\ n_i & \text{ТЕ поляризация} \end{cases}, \quad i=a,1,2,\dots,M,b \quad (3)$$

Матрицата на разпространението свързва рекурсивно електрическото поле за падащия и отразения лъч, както следва:

$$\begin{bmatrix} E_{T_{i,+}} \\ E_{T_{i,-}} \end{bmatrix} = \frac{1}{\Gamma_{T_i}} \begin{bmatrix} \exp(j\delta_i) & \rho_{T_i} \exp(-j\delta_i) \\ \rho_{T_i} \exp(j\delta_i) & \exp(-j\delta_i) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{T_{i+1,+}} \\ E_{T_{i+1,-}} \end{bmatrix}, \quad i=M,M-1,\dots,1, \quad (4)$$

където коефициентът на отражение е $\Gamma_{T_i}=E_{T_{i,-}}/E_{T_{i,+}}$ и е свързан рекурсивно с $\Gamma_{T_{i+1}}$:

$$\Gamma_{T_i} = \frac{\rho_{T_i} + \Gamma_{T_{i+1}} \exp(-2j\delta_i)}{1 + \rho_{T_i} \Gamma_{T_{i+1}} \exp(-2j\delta_i)}, \quad i=M,M-1,\dots,1, \quad (5)$$

а $\Gamma_{T,M+1}=\rho_{T,M+1}$. Подобна рекурсивна връзка има между електрическото и магнитното поле на границата между 2 слоя:

$$\begin{bmatrix} E_{T_i} \\ H_{T_i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \delta_i & j\eta_{T_i} \sin \delta_i \\ j\eta_{T_i}^{-1} \sin \delta_i & \cos \delta_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{T_{i+1}} \\ H_{T_{i+1}} \end{bmatrix}, \quad i=M,M-1,\dots,1, \quad (6)$$

В (6) напречните характеристични импеданси се дефинират с израза:

$$\eta_T = \begin{cases} \eta \cos \theta & \text{ТМ поляризация} \\ \frac{\eta}{\cos \theta} & \text{ТЕ поляризация} \end{cases}, \quad (7)$$

при $\eta_{T_i} = \eta_0 / n_{T_i}$. Общата мощност на падащия лъч P_{in} в направление на вълновия вектор, компонентата z и мощността, въведена в първия слой P_1 , за ТЕ и ТМ поляризации се изразяват така:

$$P_{in} = \frac{1}{2\eta_a} |E_{in}|^2, \quad P_{in,z} = P_{in} \cos \theta_a, \quad \eta_a = \eta_0 / n_a, \quad P_1 = P_{in,z} (1 - |\Gamma_1|^2). \quad (8)$$

Загубите от отражение са

$$\frac{P_1(\lambda)}{P_{in,z}(\lambda)} = 1 - |\Gamma(\lambda)|^2, \quad (9)$$

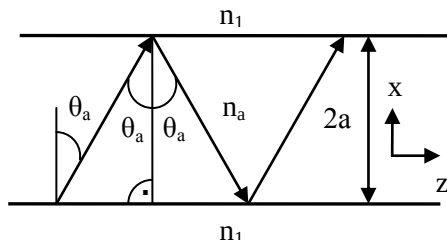
а нормираното затихване $B(\lambda)$ е

$$B(\lambda) = \frac{P_{in,z}(\lambda) - P_1(\lambda)}{P_{in,z}(\lambda)} = |\Gamma(\lambda)|^2. \quad (10)$$

Във влакно с радиус на сърцевината a , показател на пречупване на сърцевината n_a и на обвивката n_1 , светлината се разпространява чрез пълно вътрешно отражение ако $\sin\theta_a > n_1/n_a$. Траекторията на меридионалните лъчи (лъчите, които пресичат оста на влакното) в сърцевината е показана на фиг. 3. Разпространяващите се моди с индекс m се характеризират с дискретни стойности на ъгъла θ_a . Условието за напречен фазов резонанс е за един зиг-заг на лъча фазата да се промени със стойност, кратна на 2π :

$$4ak_0n_a\cos\theta_a+\varphi=2m\pi, \quad (11)$$

където φ отчита промяната на фазата при отразяване от границите на сърцевината и обвиващия слой. Пътят, изминат от лъч между 2 последователни отражения е $l_z=4a.\text{tg}\theta_a$.



Фиг. 3. Меридионални лъчи в сърцевината

Във влакно с дължина L имаме N броя отражения в сърцевината $N=L/l_z$. Загубите $B(\lambda)$ във влакно с дължина L за ТЕ и ТМ поляризация са пропорционални на N :

$$B(\lambda) = N \cdot |\Gamma(\lambda)|^2 = \frac{L \cdot |\Gamma(\lambda)|^2}{l_z}. \quad (12)$$

Коефициентът на отражение е $\Gamma(\lambda) = |\Gamma(\lambda)| \exp(\arg(\Gamma(\lambda)))$ и фазовата промяна при преминаване на светлината през цялото влакно е $N \cdot \arg(\Gamma(\lambda))$. Груповите закъснения на лъчите с ТЕ и ТМ поляризация са съответно τ_e и τ_m . Те се пресмятат [4] чрез израза:

$$\tau(\lambda) = \frac{\lambda^2}{2\pi \cdot c} \frac{d(\arg(\Gamma(\lambda)))}{d\lambda}, \quad (13)$$

където $\Gamma(\lambda)$ е коефициент на отражение за ТЕ и ТМ моди. Хроматичната дисперсия на влакното се дава с израза:

$$d_1(\lambda) = \frac{d\tau_e(\lambda)}{d\lambda} \text{ ТЕ поляризация, } d_{13}(\lambda) = \frac{d\tau_m(\lambda)}{d\lambda} \text{ ТМ поляризация.} \quad (14)$$

При огънато влакно се предполага, че закривяването на траекторията на лъчите става като половината лъчи се отразяват от границата между два слоя под ъгъл θ_a , а другата половина под ъгъл θ_m . Тези ъгли зависят от радиуса на огъване R и радиуса a на сърцевината така:

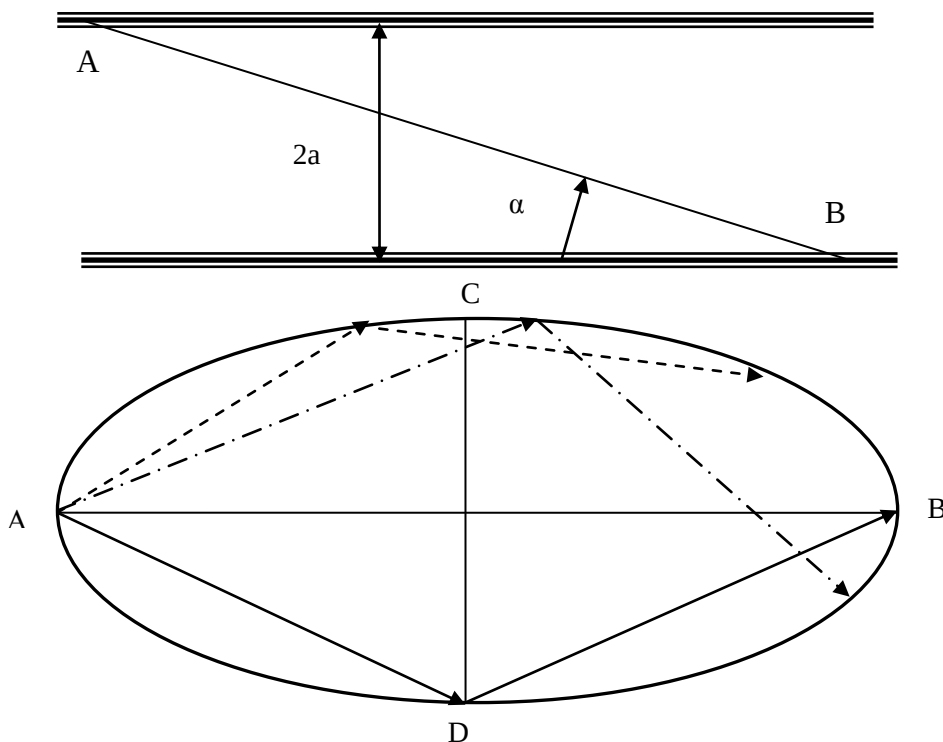
$$\theta_m = \arcsin \frac{(R-a)\sin\theta_a}{R+a}. \quad (15)$$

Затихването за цялата дължина на влакното $B_N(\lambda)$ се сумира от затихванията $B_i(\lambda)$ в отделните участъци на отражения на лъчите с номера 1,2,3...N:

$$B_N(\lambda) = B_1(\lambda) \cdot B_2(\lambda) \cdot B_3(\lambda) \dots B_N(\lambda) = B_i^N(\lambda) = (\Gamma_a^2(\lambda))^{\frac{N}{2}} \cdot (\Gamma_m^2(\lambda))^{\frac{N}{2}}, \quad (16)$$

където $\Gamma_a(\lambda)$ са коефициентите на отражение в участъците с ъгъл на падане θ_a , а $\Gamma_m(\lambda)$ са коефициентите на отражение в участъците, където ъгълът на падане е θ_m . Закъсненията на лъчите и дисперсиите, пресметнати за различните участъци съответно по формулите (13) и (14) за различни ъгли на падане, трябва да се сумират.

За да отчетем влиянието на немеридионалните лъчи (лъчите, които не пресичат оста на вълновода, а описват спирали около нея), ще построим равнината, в която лежат 3 последователни точки на отражение на лъча. Нека тази равнина пресича цилиндричната повърхност на световода в елипса под ъгъл α спрямо оста на влакното. Малкият диаметър на елипсата е равен на диаметъра на влакното. Немеридионалните лъчи се отразяват от точки на повърхност с краен радиус на закривяване. Нека предположим, че затихването на меридионалните лъчи в огънат световод е еднакво с това на немеридионалните, когато радиусът на закривяване на последните съвпада с радиуса на огъване на световода. Тогава трябва да изчислим радиуса на закривяване R_N . На фиг. 4 е показано елиптичното сечение на влакното с равнина, в която се разпространяват няколко съседни немеридионални лъча. Те са къси, означени с пунктир и дълги, означени с плътна линия. Радиусът на закривяване е максимален в крайните точки на малкия диаметър на елипсата. Поради това граничните немеридионални лъчи затихват повече и техният принос в общите загуби е по-голям. Ще ограничим анализа само до тях.



Фиг. 4. Немеридионални лъчи в сърцевината

От фигурата се определят връзките:

$$AB = \frac{2a}{\sin \alpha}, \quad (17)$$

$$\theta_a = \arctg \frac{AB}{CD} = \arctg \frac{1}{\sin \alpha}, \quad (18)$$

$$R_N = \frac{AB^2}{CD} = \frac{2a}{\sin^2 \alpha} \quad (19)$$

Когато $0 < \alpha < 90^\circ$, тогава $\theta_m < \theta_a < 45^\circ$.

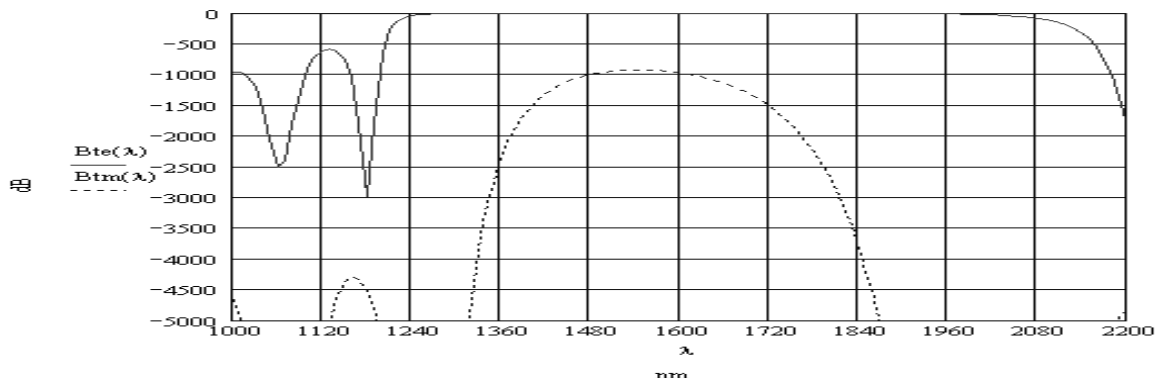
Затихването за цялата дължина на влакното $B_N(\lambda)$ за меридионалните лъчи се сумира от изчислените затихвания $B_i(\lambda)$ в отделните участъци на отражения на лъчите с номера 1,2,3...N за огънато влакно под радиус R_N :

$$B_N(\lambda) = B_1(\lambda) \cdot B_2(\lambda) \cdot B_3(\lambda) \dots B_N(\lambda) = (\Gamma^2(\lambda))^N. \quad (20)$$

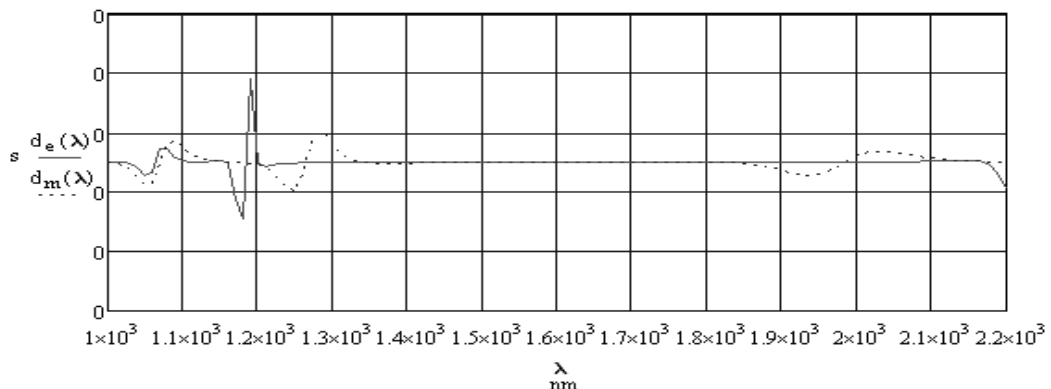
Пример:

Ще разгледаме М-слоино Бреговско влакно с въздушна сърцевина и параметри: радиус на сърцевината $a=100 \mu\text{m}$; $n_a=1.0$; $n_{2k-1}=2.32$; $n_{2k}=1.38$; ($k=1,2,3,\dots$), $n_b=1.5$. Дебелината на слоевете е избрана такава, че да създава дефазирание на 90° за средната дължина на вълната $\lambda_0=1550\text{nm}$: $l_{2k-1}=179 \mu\text{m}$; $l_{2k}=393.5 \mu\text{m}$. След решаване на характеристичното уравнение (11) за $m=1$ и извършване на пресмятанията, съгласно дадения по-горе математически модел се получават нормираните затихвания $B_{te}(\lambda)$ за ТЕ поляризация и $B_{tm}(\lambda)$ за ТМ поляризация в [dB] при влакно без деформация, показани на фиг. 5. Същите пресмятания са направени за влакна със радиуси на сърцевината $a=20-200 \mu\text{m}$ и за $m>1$ (висши моди).

На фиг.6 е показана зависимостта на хроматичната дисперсия от дължината на вълната при ТЕ и ТМ поляризация за същото влакно.



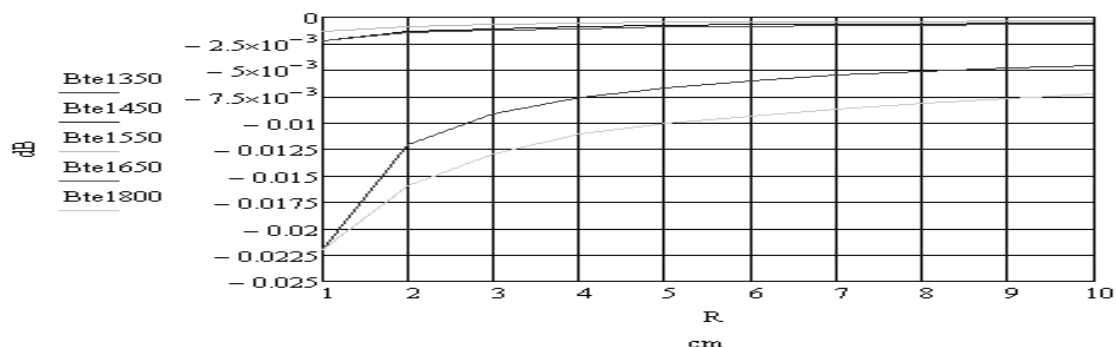
Фиг. 5. Затихване на недеформирано влакно, M=9 слоя



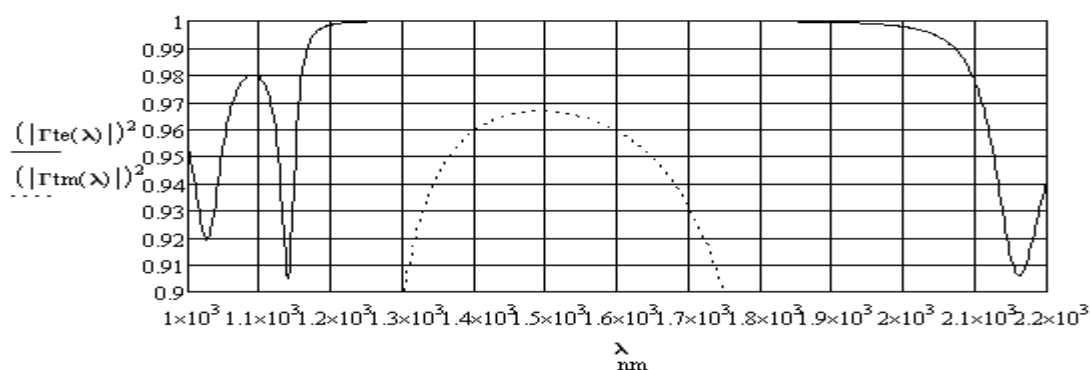
Фиг. 6. Дисперсия на недеформирано влакно, M=9 слоя

Пресмятания са извършени и за затихването на влакното като функция на радиуса на огъване R за ТЕ и ТМ поляризация. Полученото нормирано затихване в [dB] за различни

дължини на вълната при влакно с деформация е показано на фиг. 7. На фиг. 8 са показани загубите от разпространение на немеридионалните лъчи в недеформирано влакно при $M=9$, $a=100\mu\text{m}$, $\lambda_0=1550\text{nm}$, $\alpha=0.5^\circ$, за TE и TM моди.



Фиг. 7. Затихване във влакно с $M=21$ слоя, TE поляризация, радиус на огъване R



Фиг. 8. Затихване на немеридионални лъчи във влакно без деформация

3. Заключение

В оптично Бреговско влакно вълните с TM поляризация се разпространяват с много по-големи загуби от вълните с TE поляризация. Поради това тези световоди са естествен филтър за TM и висшите моди. Влиянието на TM вълните е забележимо при големи стойности на радиуса на сърцевината. Общите загуби на влакното намаляват с увеличаване на радиуса на сърцевината и с броя на слоевете на обвивката. При големи радиуси на сърцевината те са съпоставими със загубите на разпространение в класическите едномодови световоди. Загубите в Бреговско влакно растат с намаляване на радиуса на огъване и в краищата на честотния диапазон. Голямата разлика в затихването на различните видове моди демонстрира автоматичната модова филтрация в PCF. Хроматичната дисперсия за изследваното влакно остава по-ниска от 50 ps/km в широк честотен диапазон.

Предложеният математически модел не отчита диелектричните загуби в обвивката на влакното.

Литература

- [1].Orfanidis, S. J. Electromagnetic waves and antennas. Rutgers, State University of New Jersey, 2004, pp. 105-109.
- [2].Russell, P. St. J. Photonic Crystal Fibers: A Historical Account. //IEEE Leos Newsletter, 2007, №10, pp.11-15.
- [3].J.D. Joannopoulos, S.G. Johnson, J.N. Winn, R.D. Meade. Photonic crystals: molding the flow of light. New Jersey, Princeton University Press, 2008, pp. 44-46.

- [4]. Yariv, A. P. Yeh. Photonics. New York, Oxford University Press, 2007, pp. 95.
- [5]. Павлова, Е.Г.. Механизмы потерь в фотонно-кристаллических волокнах. //Lightwave Russian Edition, 2005, №3, стр.55.

За контакти:

гл. ас. Жейно Ив. Жейнов
катедра „Компютърни науки и технологии”
Технически университет – Варна
E-mail: zh_viv@abv.bg
доц. д-р инж. Йордан Р. Урумов
катедра „Комуникационна техника и технологии”
Технически университет – Варна
E-mail: jurumov@abv.bg

Рецензент:

доц. д-р Георги Киров



КЛЪСТЕРИЗАЦИЯ И ПРОГНОЗИРАНЕ НА ВРЕМЕВИ РЕДОВЕ С НЕВРОННИ МРЕЖИ

(резюме на дисертация за получаване на образователна и научна степен “доктор”)

Венцислав Г. Николов

Резюме: В дисертационния труд са изследвани детайлите и особеностите на метод за прогнозиране на времеви редове с предварителна клъстеризация, чрез невронни мрежи, чиито обучаващи примери могат да имат асоциирани приоритети според актуалността на данните. Изведени са модифицирани обучаващи правила на самоорганизиращата се карта на Кохонен и многослойния персептрон с отчитане на приоритетите към обучаващите примери. Разработени са методи за увеличаване на бързодействието при обучение на самоорганизиращата се карта. Представени са експериментални доказателства, показващи че разработените методи са по-ефективни при прогнозиране на времеви редове с голяма дължина и сложни зависимости.

Clustering and Prediction of Time Series using Neural Networks (summary of a dissertation for a doctor's degree)

Ventsislav G. Nikolov

Abstract: In the dissertation the details and characteristics are examined of a method for time series clustering and prediction using neural networks with training patterns that allow using of priorities according to the data actuality. Modified training rules of the Kohonen self-organizing map and the multilayer perceptron are derived giving an account of the priorities to the training patterns. Performance improvement methods are developed for the training stage of the self-organizing map. Experimental evidence is presented showing that the developed methods are more effective in prediction of large-size and complicated time series.

Увод

Прогнозирането на времеви редове играе важна роля в много области на човешката дейност. То е важно, защото хората искат да вземат информирани решения, а прогнозите носят полезна информация за поведението и тенденциите на развитие на изследвания процес. Въпреки че прогнозите може да не се сбъднат, те могат успешно да се използват за анализ на развитието на съответния процес в миналото и да подпомогнат вземането на правилни и обосновани решения. Прогнозирането е важно не само от теоретична, но и от практическа гледна точка. Например концепцията за инвестиране изцяло се основава на прогнозиране.

Целта на дисертационния труд е създаване и изследване на система за прогнозиране на едномерни времеви редове, изградена от локални нелинейни модели с невронни мрежи, използващи обучаващи примери с асоциирани тегла. Във връзка с това са дефинирани следните задачи:

- 1) Да се изведе метод за клъстеризация на даннови елементи (вектори), като всеки от тях може да притежава различен приоритет, представляващ произволно реално положително число.
- 2) Да се оптимизира времето за клъстеризация с цел постигане на балансираност във времето за обособяване на локалните области от данни и обучението на локалните

модели.

- 3) Да се определи набор от предварителни обработки върху времеви ред в подготвителната фаза и да се установи поредността на тяхното използване.
- 4) Използвайки клъстеризацията да се разработи модел, съставен от локални нелинейни модели с невронни мрежи за прогнозиране на времеви ред, като обучаващите данни да имат същите приоритети, използвани при клъстеризацията.
- 5) Да се разработи цялостна структура, свързваща компонентите на модела, с детайлно описание и изследване на нейната работа.

Обект на изследването е прогнозирането на времеви редове. Предмет на изследването са детайлите и особеностите на конкретен метод за прогнозиране с предварителна клъстеризация, чрез невронни мрежи, чиито обучаващи примери могат да имат асоциирани приоритети според актуалността на данните.

1. Анализ на състоянието на проблема

Времеви ред се дефинира като последователност от наблюдения x_t , $t = 1, 2, \dots, n$, наредени във времето или пространството. Стойностите на времеви ред $x_1, x_2, \dots, x_t$ се наричат реални или измерени стойности (наблюдения), а $x_{t+1}, x_{t+2}, \dots, x_{t+s}$ - прогнозни стойности, като s се нарича хоризонт на прогнозиране. Целта на прогнозирането е, чрез използване и анализ на стойностите $x_1, x_2, \dots, x_t$, да се определят x_{t+k} , $k = 1, 2, \dots, s$. Прогнозирането x_{t+k} , направено в момента $t + k - 1$, се означава с $\hat{x}_k$ и представлява приблизителна оценка на стойността x_k .

$$\hat{x}_k = x_k + \varepsilon \quad (1)$$

където ε е грешка.

Този тип прогнозиране се нарича още едномерно, или еднофакторно, прогнозиране. При него за получаване на $\hat{x}_k$ се използват единствено историческите стойности на времеви ред. Еднофакторното прогнозиране е подходящо за моделиране на процеси, при които съществуват определени причинно-следствени връзки във времето. То намира широко приложение главно поради факта, че при определени обстоятелства, наблюдаемият процес се влияе от много фактори, които трудно могат да се измерят и/или свържат в определена зависимост.

В дисертационния труд се разглеждат методи, основани на невронни структури, чиито обучаващи примери се формират от времеви ред, чрез т. нар. "плъзгащ се времеви прозорец". Основният акцент се поставя върху използването на множество от нелинейни модели, всеки от които работи със собствена група от близко разположени вектори. Тези модели се наричат локални, тъй като всеки от тях се построява и работи само с локална подобласт от наличните данни. Обединението от всички локални модели в дисертацията е наречено "съставен модел".

Построеният от опитните данни модел за прогнозиране може да се разглежда като оценка $\hat{f}(x)$ на някаква неизвестна функция $f(x)$. При локалния метод областта на известните стойности на x се разделя на локални области и за всяка от тях се построява отделен модел, така че цялата функция се представя като обединение от локалните модели.

$$\hat{f}(x) = \bigcup_{i=1}^m \hat{f}_i(x) \quad (2)$$

В качеството на локални модели в дисертацията се разглеждат многослойните персептрони, обучавани по алгоритъма с обратно разпространение на грешката, които

според литературните източници се използват в около 95% от практическите приложения с невронни мрежи. Могат да се използват и други типове методи, включително и хибридни системи. В дисертационния труд, за обособяване на локалните области, се използва самоорганизиращата се карта, която има предимствата, че освен клъстеризация извършва и пространствено подреждане на клъстерите, което носи допълнителна информация за разпределението на данните. Трябва, обаче, да се отбележи, че клъстеризацията отнема време, което зависи както от обема на данните, така и от броя на клъстерите. Съществуват различни опити за подобряване на ефективността на обучението на самоорганизиращата се карта, основните идеи на които са разгледани и анализирани в дисертационния труд.

В тази глава от дисертацията са описани и основните недостатъци на разгледаните съществуващи методи. Най-общо действията, свързани с построяването на модела, се основават на предположението, че последователните стойности в оригиналния времеви ред водят като следствие до определена следваща стойност. Тълкуването на операцията е: “ако последователността от последните p стойности е $x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_{i+p}$, то следващата стойност ще бъде x_{i+p+1} ”. При приемането на това твърдение трябва да се отчете, че ако на друго място във времеви ред се среща последователност $x_{j+1}, x_{j+2}, \dots, x_{j+p}$, достатъчно близка, според избраната метрика, до последователността $x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_{i+p}$ и стойността x_{j+p+1} е достатъчно различна от x_{i+p+1} и ако се приеме, че причинно-следствените връзки на стойностите в тези два прозореца са взети с еднаква тежест при построяването на модела, то във фазата на прогнозиране ще се приеме стойност близка до средноаритметичната на x_{j+p+1} и x_{i+p+1} . Това повдига въпроса за задаване на различна тежест за различните данни, като по-актуалните, т. е. тези които се намират по-близо до края на времеви ред, могат да имат по-голяма, а тези които са в началото на реда - по-малка тежест.

В края на първа глава са обобщени недостатъците на известните глобални и локални модели с използване на невронни мрежи. Към най-съществените недостатъци спадат:

- При промяна, добавяне на нови или премахване на съществуващи данни трябва да се направят промени в целия модел.
- При голяма дължина на времеви ред се увеличава сложността на модела, което затруднява практическото му използване и значително се увеличава времето му за работа.
- От практическа гледна точка съществуват затруднения относно интерпретирането на действията в модела – той е неразбираем и често се разглежда като черна кутия.
- Тестващите данни при глобалните модели обикновено се вземат в края на времеви ред, поради което те не могат да се използват за обучение на невронната мрежа.
- Съществуват неизяснени въпроси, свързани с поредността на прилагане на предварителните обработки върху първоначалния времеви ред.
- Голяма част от известните решения, реализиращи локалния подход, използват прости линейни модели.
- Неизвестно е съчетанието на тегловния метод и локалните модели, свързани в един общ модел за прогнозиране.

2. Теоретични изследвания

В тази глава на дисертацията се разглеждат теоретичните въпроси за отстраняване на някои от недостатъците на разгледаните в първата глава методи, отнасящи се до локалните модели с невронни мрежи за прогнозиране.

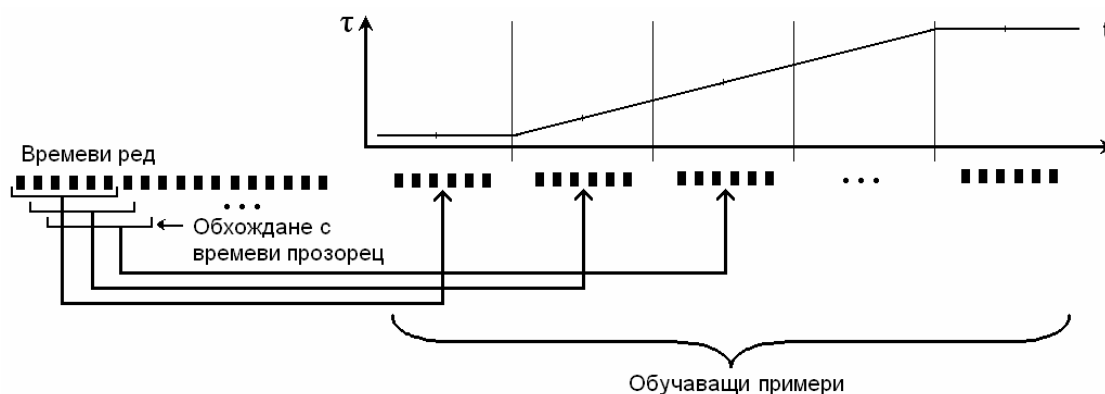
Трансформации на времеви ред

Първите действия засягат предварителните обработки на данните. В дисертацията е

представен метод за дефиниране, избор и организиране на трансформации, както и възстановяване след прогнозиране и се предлага решение на проблем, свързан с нормализацията на данните преди и след появата на нови стойности. Този практически проблем възниква поради невъзможността за непрекъснато поддържане на актуалността на модела. За да се избегне изместване на данните за обучение, се въвеждат параметри, задаващи степента на мащабиране и транслиране. Те се запазват заедно с информацията за извършените други трансформации и се използват за възстановяване на оригиналния диапазон на времевия ред след прогнозиране. Освен това трябва да се уточни, че за удовлетворяване на изискванията на използваните модели, времевият ред се подлага на различни по характер трансформации, като последната от тях задължително е нормализация.

Обхождане на времевия ред с времеви прозорец

Тук, за разлика от глобалните модели, първоначалният времеви ред не се разделя на части за обучаващо и тестващо множество. Обхождането се извършва по цялата дължина на реда, в резултат на което се получават вектори, от които се формират обучаващи примери. След определянето на векторите, към всеки от тях се добавя идентификационен номер (индекс) и приоритет (тегло). Индексът се определя според поредността на вектора, а приоритетът се задава субективно от експерт, като основната цел е по-актуалните данни да получат по-висок приоритет. На фигура 1 е показана примерна функция за задаване на приоритети.



Фиг. 1. Формиране на приоритети за обучаващите примери

Обучение на съставния модел

Обучението на съставния модел включва клъстеризацията на примерите, както и изграждане и обучение на самостоятелна локална невронна мрежа за всеки клъстер. По-долу са разгледани някои от по-важните операции от процеса на обучение.

Клъстеризация

Клъстеризацията играе подготвителна роля и е една от най-времетоотнемащите фази. Тя се извършва след прилагане на предварителните обработки върху данните и след определяне на приоритетите към входните вектори, като основната цел е да се получат групи от хомогенни данни със сходни характеристики. Така локалните модели, като компоненти на съставния модел, могат да се обучават независимо един от друг. За тази фаза се извежда зависимост, позволяваща клъстеризиране на обекти с различни тегла. Основната идея е да се намери зависимост, която директно показва каква модификация трябва да се извърши върху прототипния вектор, ако се приеме, че няколко пъти на самоорганизиращата се карта е бил подаден един и същи обучаващ пример. Крайното уравнение е изведено по два различни

начина и има следния вид:

$$m_i(t + \tau) = [m_i(t) - x(t)][1 - \alpha(t)h_{ci}(t)]^\tau + x(t) \quad (3)$$

където m_i е прототипният вектор на възел i ;

x е векторът от обучаващия пример;

α е обучаващата скорост;

h_{ci} е въздействието към възела в зависимост от пространствената му близост до победителя;

t е времето на модификация;

τ е брой представяния на един и същи обучаващ пример и се интерпретира като негов приоритет.

Тук практическата полезност се състои във възможността приоритетът τ да приема не само цели, но и реални числа. Важно е да се отбележи, че интервалът от стойности на приоритетите е от съществено значение и те трябва да се задават внимателно – големи разлики в приоритетите може да има само при много голям брой вектори, получени от дълги времеви редове.

Подобряване на ефективността на обучението на самоорганизиращата се карта

Преди да се разгледа обучението на локалните модели, се предлагат модификации на някои етапи от работата на самоорганизиращата се карта, при което се постига увеличаване на бързодействието при търсенето на победителя за текущия обучаващ пример и при определяне на невроните в радиуса на съседство около победителя.

Обучение на локалните модели

Обучението на всеки един от локалните модели е аналогично на това при глобален модел от същия тип, като разликите се състоят главно в това, че всеки обучаващ пример има асоцииран приоритет и освен това валидацията се извършва не върху оригиналните стойности, а върху данните след предварителните обработки. Локалните модели се обучават по модифициран вариант на алгоритъма с обратно разпространение на грешката, за многослойни персептрони с отчитане на приоритетите към обучаващите примери, при който корекцията на теглата се определя по следния начин:

$$\Delta w_{jk}(t + 1) = \eta \tau \delta_k h_j \quad (4)$$

където η е обучаващата скорост;

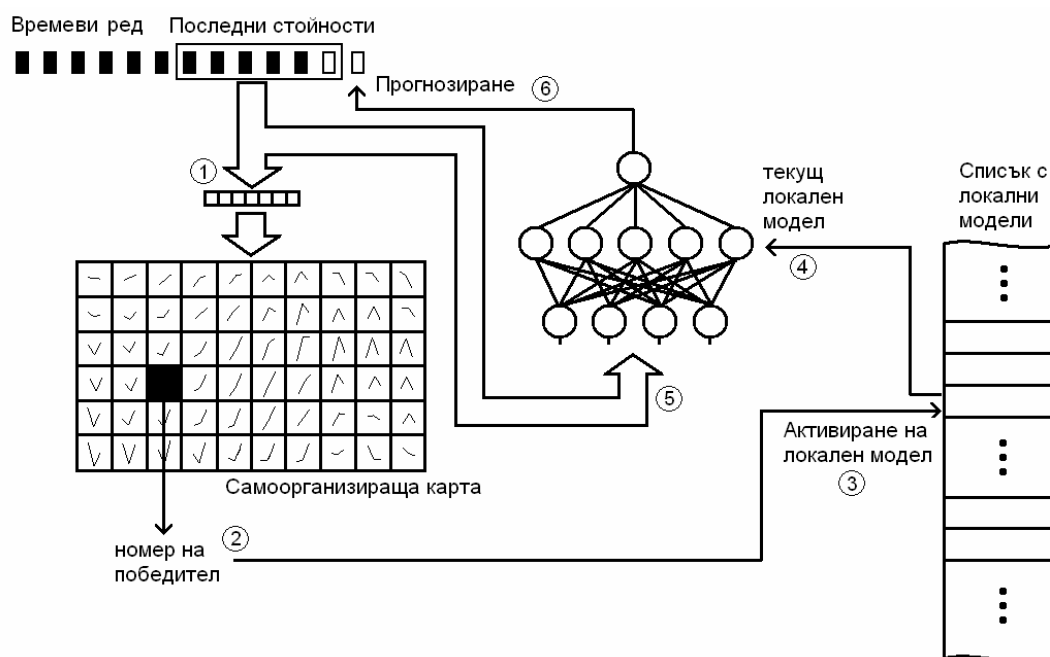
τ е приоритетът на обучаващия пример;

δ_k е грешката при неврон k от дадения слой;

h_j е изхода на неврон j от предходния слой;

Прогнозиране

След като съставният модел е построен, настроен, обучен и проверен за адекватност, той се използва за прогнозиране. Времевият ред се подлага на предварителни обработки в същата последователност, в която той е бил обработен непосредствено преди обучението на модела. Тъй като, след получаване на прогнозните стойности, за възстановяване на данните се прилага същата последователност от обработки, но в обратен ред, в дисертационния труд е предложен вариант за подреждането им в списък със стекова организация. На фигура 2 е показана структурата за прогнозиране със съставен модел, в която с номера от едно до шест е показана последователността на действията.



Фиг. 2. Прогнозиране на времеви ред със съставен модел

Обобщение на съставния модел и изграждане на йерархична структура

Предложеният теоретичен модел може да се обобщи за изграждане на структура на няколко нива. При локалното моделиране не съществува ограничение за типа на модела, асоцииран с всеки отделен клъстер. Могат да се приложат три различни подхода:

- Няколко реализации на един тип модел;
- По една реализация на няколко типове модели;
- Комбинация от няколко реализации на някои типове модели и по една реализация за останалите.

Изборът на една от тези възможности зависи от обема и характера на данните. Възможно е да се организира сложна йерархична структура от съставни локални модели. Схемата за прогнозиране с такава структура е показана на фигура 3, в която с номерата от едно до десет е показана последователността на операциите. В зависимост от интерпретацията на времевия ред за съответната приложна област, това дава възможност и за по-подробно моделиране на някои важни събития, например настъпване на кризисни ситуации, повреди в определена техника или механизъм и т. н. Въпреки че е възможна, структурата е сложна за построяване и настройване и е приложима главно за много големи времеви редове със сложни зависимости.

Предимства и недостатъци на предложения теоретичен модел

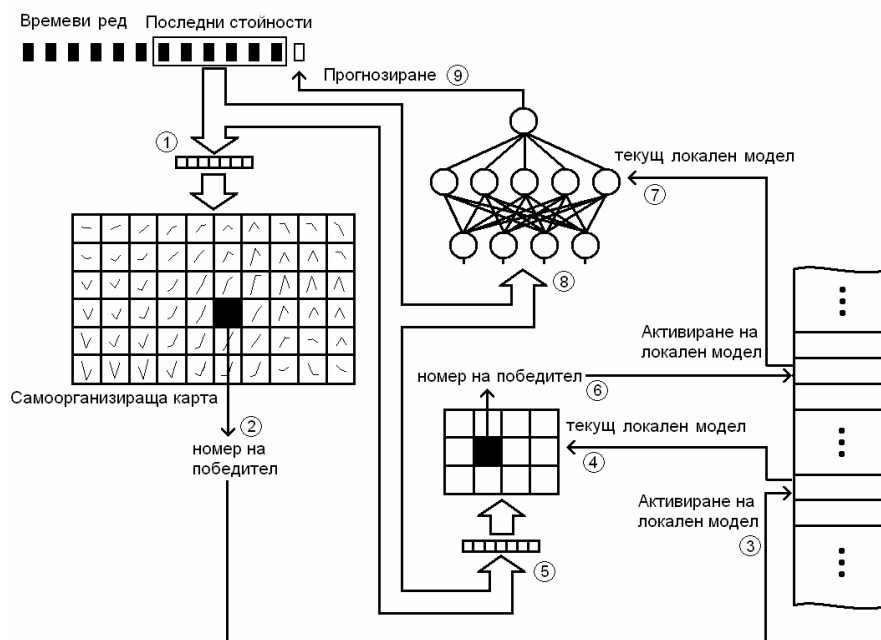
В края на втора глава са обобщени предимствата и недостатъците на предложения модел, най-важните от които са представени по-долу.

Предимства

- Възможност за паралелно обучение в разпределена среда. Всеки клъстер съдържа независими обучаващи примери и локална невронна мрежа, която може да се обучава на отделна машина.
- Възможност за по-подробен анализ на определени отрязъци от времеви ред. След

кълстеризацията те по-лесно могат да бъдат открити. Например може да се направи анализ на явленията, предшестващи кризисни ситуации или повреди в някои машини и да се извърши прогнозиране по няколко метода с последващо сравнение, комбиниране на различни методи и т. н.

- Всеки локален модел се обучава по еднотипен начин, което позволява по-лесен контрол на обучението, независимо от дължината на реда.
- По-лесно интерпретиране на работата на локалните модели в сравнение с глобалните. Възможност за проследяване на невроните победители в картата на Кохонен, техните характеристики (център, разпръснатост на примерите около центъра), честота на спечелване на състезанието, траектория на движение на победителите в изходния слой.
- При поява на нови или премахване на стари обучаващи примери, се извършват промени само в съответния локален модел, а останалите модели остават непроменени.
- Възможност за използване на различни методи за прогнозиране при всеки кълстер. Например за един кълстер може да се използва линеен регресионен модел, а за друг - невронна мрежа или друг математически модел.
- Възможност за йерархично разделяне на кълстерите на нови, по-малки кълстери. Предложеният метод позволява изграждане на йерархична структура и възможност за построяване, настройка и използване на сложни локални модели.



Фиг. 3. Прогнозиране с йерархична структура от локални модели

Недостатъци

- Нестабилност на модела при неравномерно разпределени обучаващи примери в кълстерите.
- Трудности при валидация.
- Увеличава се сложността на модела.

3. Практическа реализация

В тази глава се разглеждат разработените компоненти на програмната системата, в която са реализирани описаните в предходните глави методи. Тя се състои от отделни

модули, проектирани да бъдат лесно разширяеми с допълнителни функционални възможности. Представени са проектирането и изграждането на модулите за невронни мрежи, структурите от данни за обучение и предварителните обработки. Първо се описват класовете и методите, реализиращи един локален модел, след което се разглежда тяхното агрегиране за получаване на съставен модел от локални модели. Всеки локален модел може да се използва като самостоятелен и независим глобален модел за прогнозиране.

4. Експериментални изследвания

За провеждане на експерименталните изследвания е разработено графично софтуерно приложение, използващо функциите на библиотеката. Основните цели на експерименталните изследвания са:

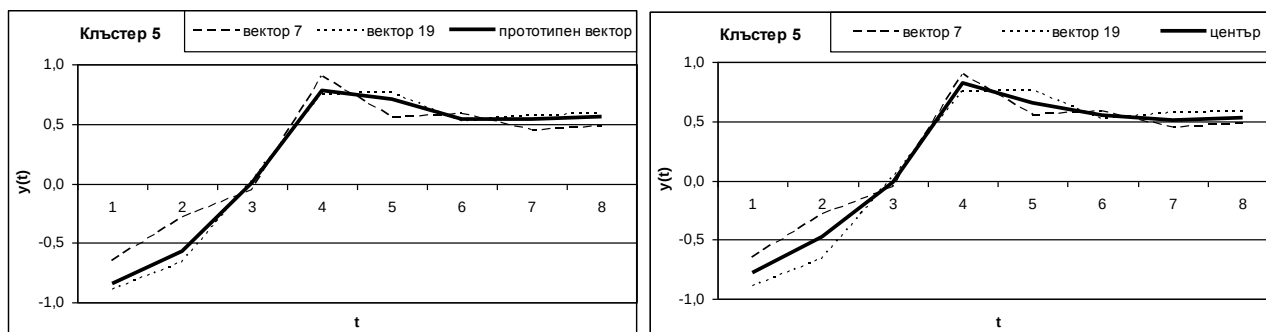
- Определяне на ефекта върху времето за клъстеризация на предложените модификации.
- Установяване на ефективността на комбинацията от локален и тегловен подход при обучение и прогнозиране.
- Сравнение на локалния тегловен с глобалния метод за прогнозиране на времеви редове.
- Анализ на поведението на локалните модели при прогнозиране на времеви редове с различни характеристики.

Изследване на времето за клъстеризация при направените модификации

При експерименталните изследвания на модифицираните методи за обучението на самоорганизиращата се карта се доказва значително намаляване на времето за обучение, в някои случаи с над 50%, като с нарастване на броя епохи ефектът е по-голям. Резултатите са получени при четири различни размера на изходния Кохонен слой, с брой неврони вариращ от 375 до 2000.

Проверка на работата на самоорганизиращата се карта при обучаващи примери с различни приоритети

При клъстеризацията се разглеждат два начина за задаване на приоритети – с цели числа и с реални числа. Когато приоритетите са цели числа е осъществена числова проверка на коректността на модифицираното обучаващо правило. На фиг.4 е показан ефектът от използването на приоритети. Двете фигури представят клъстер, в който попадат само два вектора, като в първия случай, вляво, единият от тях (вектор 19) е с по-висок приоритет и като резултат той оказва по-силно влияние върху прототипния вектор, докато вдясно, двата вектора са с еднакъв приоритет и прототипният вектор се намира на еднакво разстояние между тях. Числовите стойности на всички вектори, разпределени по клъстери, както и стойностите на прототипните вектори, са представени таблично в дисертацията.



Фиг. 4. Вектори 7 и 19: вляво вектор 19 има по-висок приоритет, вдясно двата вектора нямат приоритети

Проверка на работата на многослойния персептрон при обучаващи примери с различни приоритети

Експерименталната проверка се извършва с глобален модел за установяване на приложимостта на модифицираното генерализирано делта правило за обучение на персептрона по алгоритъма с обратно разпространение на грешката. Функцията на приоритета има вида, показан на фигура 1. Един от резултатите е показан графично на фигура 5. Прогнозните стойности са сравнени с налични тестващи данни, попадащи извън обучаващото множество. Въпреки че опитите са извършени върху времеви редове с ясно изразени предсказуеми сезонни повторения, резултатите дават основание обучаващото правило да се използва за изследване на работата на локални модели с обучаващи примери с асоциирани приоритети.



Фиг. 5. Прогнозиране от многослоен персептрон, обучен с примери с различни приоритети

Сравнение на резултатите от глобалния, локалния и локалния тегловен метод за прогнозиране на времеви редове

С цел сравняване на различните методи, са извършени експериментални изследвания върху различни времеви редове, за обучение на невронни мрежи, реализиращи глобален и локални модели. При локалния метод обучението е извършено със и без прилагане на приоритети към обучаващите примери. При използване на приоритети е използвана функцията за задаване на приоритет, показана графично на фигура 1. При всички опити локалните модели са многослойни персептрони, като при обучението им се използва техниката на ранно спиране. Предварителните обработки и архитектурата на невронната мрежа се определят от характеристиките на времевия ред. Ако линейният тренд на серията е с наклон по-голям от 30%, върху нея се прилагат обработки за премахване на тренда или чрез диференциране, или чрез диференциране и логаритмуване. За определяне на размера на времевия прозорец, който определя и размера на входния слой на персептрона, се анализират автокорелационната и частната автокорелационна функции. Прогнозите са за дискретни моменти от времето, за които са налични наблюдения, с които се извършва сравняване, като са изчислени и стойностите на сумарните квадратични грешки. В таблица 1 са показани резултатите от прогнозирането на времевите редове, подредени в низходящ ред според броя стойности. В последните три колони са посочени местата на методите според тяхната точност по отношение на сумарната квадратична грешка. Резултатите показват, че при дългите времеви редове локалните и локалните тегловни модели прогнозира по-точно в

сравнение с глобалните. Това е в сила и за времеви редове, при които съществува периодична промяна на режима на поведение.

Таблица 1 Методи за прогнозиране според точността

Времеви ред	Дължина	Метод		
		Глобален	Локален	Локален тегловен
Радиоактивност	4300	3	2	1
Акции на IBM	3000	3	2	1
Слънчеви петна	3000	3	2	1
Курс EUR-USD	2300	3	1	2
Синусоида	900	2	3	1
Курс TWI	550	2	3	1
Звездна яркост	500	1	3	2
Електричество	400	1	2	3
Индекс S&P	320	2	3	1
Показател M1	304	2	1	3
Внос на стоки	300	1	3	2
Количества CO2	300	2	3	1
Налягане	270	1	3	2
Ценни книжа	250	3	2	1

При експерименталните изследвания се забелязват някои характерни свойства на моделите, които са важни за формулирането на изводите. В процеса на рекурсивното прогнозиране векторът от последните стойности по-често се класифицира към едни и същи клъстери и по-рядко или никога към други. Така, ако някои от локалните модели не се използват, то информацията в клъстерите, към които те са асоциирани, остава неизползвана от моделите, които се активират поне един път. Това е еквивалентно на премахване на някои интервали от времеви ред, което по правило води до влошаване на адекватността на съставния модел. Поради това е необходимо да се поддържа съгласуваност на броя клъстери спрямо дължината на хоризонта на прогнозиране. Колкото е по-малък броят на клъстерите, толкова е по-голяма вероятността повече от тях да се активират и колкото е по-дълъг хоризонта на прогнозиране, толкова е по-голяма вероятността векторът от последните стойности да се класифицира към всеки един клъстер в процеса на рекурсивното прогнозиране. Ако например е необходимо прогнозиране само на три стойности, не е целесъобразно да се прави клъстеризация в десет клъстера и да се обучават локални модели за всеки от тях, тъй като е сигурно, че няма всичките да се активират. Броят на клъстерите трябва да е не по-голям от предполагаемия брой необходими прогнози. Така може да се постигне равномерност при класифицирането по клъстери, което влияе положително върху адекватността на модела.

Резултатите от проведените в съответствие с целта и задачите на дисертационния труд теоретични и експериментални изследвания се свеждат до следните основни приноси:

- Изведена е модификация на обучаващите правила на самоорганизираща се карта на Кохонен и многослойния персептрон с отчитане на приоритетите, асоциирани към обучаващите примери.
- Чрез въвеждане на допълнителни структури от данни и операции е повишена ефективността на изчислителните процедури на самоорганизиращата се карта, в резултат на което е постигнато увеличаване на бързодействието при обучение.
- Разработен е теоретичен модел, реализиращ нелинеен локален тегловен подход за прогнозиране на времеви редове. Описани са компонентите и последователностите от операции в модела.

- Имплементирана е софтуерна библиотека, реализираща предложения теоретичен модел. Софтуерното решение е проектирано по начин, позволяващ разширяване с допълнителни функции и нови методи за прогнозиране.
- Резултатите от разработения метод за прогнозиране на времеви редове са изследвани и анализирани.

Основни изводи и предложения за практиката

В дисертационния труд е представен метод за прогнозиране с невронни мрежи на едномерни времеви редове, съчетаващ клъстеризация и използване на приоритети към обучаващите примери. Показани са принципите на действие и резултатите от работата на отделните компоненти. Предложени са техники за повишаване на ефективността на обучението на самообучаващите се невронни мрежи. Доказва се намаляването на изчислителните операции и от там - на времето за обособяване на локалните области от данни при локалния метод, като по този начин се постига балансираност на бързодействието за отделните фази на цялостния процес.

Предложеният локален тегловен метод е приложим за решаване на най-разнообразни практически задачи в различни инженерни, икономически, социални и други области. Важно е да се отбележи, че едномерното прогнозиране е подходящо предимно за процеси, при които съществуват определени причинно-следствени връзки във времето, поради което то не трябва да се използва безусловно. В редица случаи този тип прогнозиране дава насока за ориентиране, която с целесъобразни промени може да бъде полезна при вземането на решения с отчитане и на областта, за която то се отнася.

За контакти:

Венцислав Г. Николов
 катедра "Компютърни науки и технологии"
 Технически университет – Варна
 E-mail: v.g.nikolov@ gmail.com



СИСТЕМАТА ЗА РАЗВИТИЕ НА АКАДЕМИЧНИЯ СЪСТАВ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ "АНГЕЛ КЪНЧЕВ"

Христо Белоев, Ангел Смикаров,
Орлин Петров, Анелия Иванова, Галина Иванова

Резюме: В статията е представена системата за развитие на академичния състав, изградена в Русенския университет "Ангел Кънчев" след приемането на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за приложението му, както и някои добри практики при прилагането ѝ.

Ключови думи: система за развитие на академичния състав, план-график, видеоконферентна система

The system for academic staff development at the University of Ruse (good practices)

Hristo Beloev, Angel Smrikarov,
Orlin Petrov, Aneliya Ivanova, Galina Ivanova

Abstract: The article presents the system for academic staff development, established at the University of Ruse "Angel Kanchev" after adoption of the Law for development of academic staff in Bulgaria and the Regulations for its application, as well as some good practices in system's implementation.

Keywords: system for academic staff development, schedule, video conferencing system

След приемането на Закона за развитието на академичния състав в Република България и Правилника за неговото приложение, в Русенския университет беше създадена системата за развитие на академичния състав, основните компоненти на която са:

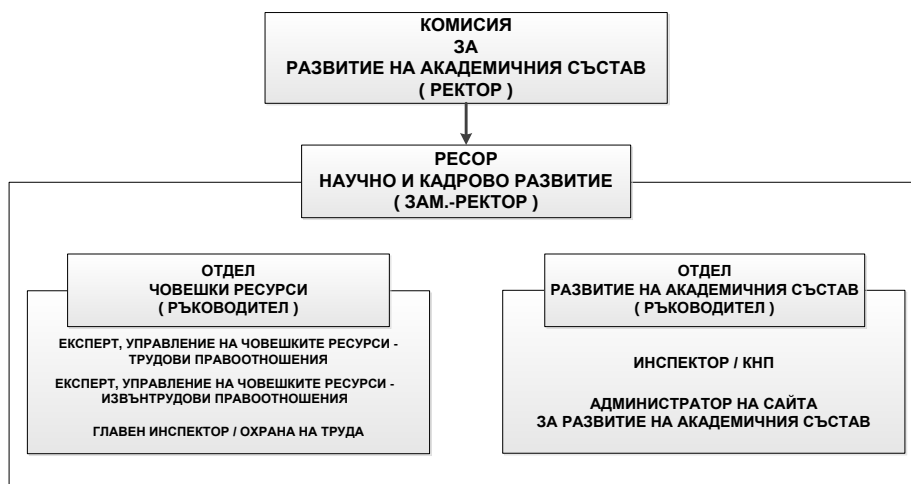
- Процедурните правила за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности;
- Университетската комисия за развитие на академичния състав;
- Факултетните комисии за научно и кадрово развитие;
- Отделът за развитие на академичния състав;
- Сайтът за развитие на академичния състав.

Процедурните правила представляват сборник от подробно разписани процедури за придобиване на всяка една от научните степени (доктор и доктор на науките) и заемане на академичните длъжности (асистент, гл. асистент, доцент, професор и др.).

Комисията за развитие на академичния състав се председателства от ректора и в нея са включени всички заместник ректори, декани на факултети и директори на филиали. Основната ѝ задача е да следи за спазването на приетото от Академичния съвет съотношение между професори (10 %), доценти (40 %), гл.асистенти (35 %) и асистенти (15 %) и да решава на кой факултет, респективно филиал да се предоставят освободените академични длъжности.

Факултетните комисии за научно и кадрово развитие се председателстват от съответните декани и в тях са включени всички заместник декани и ръководители на катедри. Основната им задача е да решават, дали кандидатите за заемане на дадена академична длъжност отговарят на заложените в Закона, Правилника и Процедурните правила основни и допълнителни изисквания.

Отделът за развитие на академичния състав има за задача да следи всяка една процедура и да подпомага участниците в нея. Неговото място в структурата на университета е показано на фигура 1.



Фиг. 1

Този отдел включва:

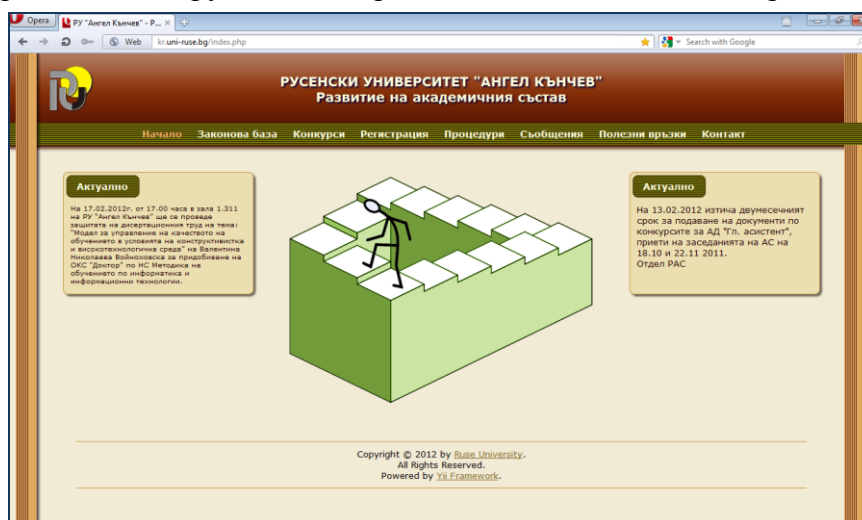
- ръководител;
- инспектор кадрови научен потенциал;
- администратор на сайта за развитие на академичния състав.

Ръководителят на отдела се назначава със заповед на ректора по предложение на заместник ректора по НКР. Ръководителят е член на академичния състав на Русенския университет и изпълнява длъжността чрез вътрешно съвместителство. Той осъществява оперативното ръководство на отдела, отговаря за реализирането на всички поставени задачи, представлява отдела пред органите за управление на университета и осъществява координацията на дейността му с другите звена на същия.

Инспекторът КНП е служител, назначен на щатна длъжност и отговаря основно за обучаваните в университета докторанти.

Администраторът на сайта за развитие на академичния състав се назначава със заповед на ректора по предложение на заместник ректора по НКР. Администраторът е член на академичния състав на Русенския университет и изпълнява длъжността чрез вътрешно съвместителство.

В сайта за развитие на академичния състав (<http://kr.uni-ruse.bg>), чиято начална страница е показана на фигура 2, съгласно изискванията на Закона, Правилника и Процедурните правила, се публикуват обявите за конкурсите, а също и документите на кандидатите – резюмета на трудовете им, рецензиите, становищата и др.



Фиг. 2.

За качеството на изградената в университета система говори фактът, че от нейното приемане до момента без проблеми от формален характер и при стриктно спазване на Процедурните правила, научната степен "доктор" са получили 18 колеги, "доктор на науките" - 2, академичната длъжност "доцент" е заета от 12 колеги, а "професор" - от 11.

По-долу са представени някои от добрите практики на Русенския университет при практическото прилагане на Закона за РАСРБ, Правилника за приложението му и Процедурните правила на университета.

Съгласно Закона и Правилника, срокът за подаване на документи за участие в конкурса за заемане на академичните длъжности "доцент" и "професор" е не по-кратък **от два месеца** от обявяването му в "Държавен вестник". От тук може да се направи изводът, че този срок би могъл да бъде и по-дълъг – например, три или четири месеца. Но трябва се вземе предвид това, че:

1. Членовете на научното жури трябва да представят в първичното звено рецензиите и становищата си в срок **до два месеца** от определянето им в състава на журито.

2. В срок **до един месец** преди заключителното заседание на научното жури на интернет страницата на съответното висше училище или на научната организация трябва да се публикуват изготвените от участниците в процедурата резюмета на трудовете им след защита на докторска дисертация, както и рецензиите и становищата на членовете на журито. А това заседание трябва да бъде проведено в срок **до 6 месеца** от публикуването на обявлението в "Държавен вестник".

Като се имат пред вид и някои други фиксирани периоди, напр., 14-дневният срок след изтичане на срока за подаване на документите, в който, по инициатива на ръководителя на катедрата, журито трябва да проведе първото си заседание и да избере един от вътрешните членове за председател, следва, че срокът за подаване на документите за участие в конкурса не може да бъде по-дълъг **от два месеца**. При тримесечен срок времето за написване и предаване на рецензиите и становищата се намалява на един месец, но това е възможно само с изричното съгласие на всички членове на журито и крие реална опасност от компрометиране на цялата процедура.

С отчитане на казаното дотук, отделът за развитие на академичния състав разработи оптимален план-график за процедурите за "доцент" и "професор", който е показан на фигура 3. Аналогични план-графици бяха съставени и за останалите процедури.

Удачно е процедурите да стартират в края на месец ноември, тъй като месеците декември и особено януари като правило са по-малко натоварени и могат ефективно да се използват от кандидатите за подготовка на материалите за конкурса. Това, че всички процедури имат един и същ график много улеснява тяхното следене от отдел РАС с цел да се предотвратят формални нарушения. Процедурите приключват почти едновременно и малко след това, на тържествена церемония, по отработен вече сценарий, ректорът на университета връчва дипломите на новите доктори, доценти и професори.

Тъй като решенията на журито могат да бъдат взети и неприсъствено, като обсъждането и гласуването се извършват с помощта на съответните технически средства, с цел икономия на време и средства, беше въведена практиката първото заседание, на което се избират председател и рецензенти, да се провежда именно по този начин. За целта в центъра за докторанти на университета беше създадена система за провеждане на неприсъствени заседания на базата на видеоконферентна връзка (Фиг. 4).



Фиг. 3



Фиг. 4

Системата позволява:

- едновременно разглеждане и обсъждане на документи и презентации от всички участници в заседанието;
- онлайн гласуване и бързо обявяване на резултатите;
- аудио и видео запис на заседанието.

При необходимост, заседанията могат да бъдат наблюдавани и от лицата, в чиито правомощия влиза мониторингът върху провежданите процедури.

С използването на системата се намаляват значително разходите за командировки на участниците в заседанията и се икономисва времето им.

Разработената система е тествана успешно с 10 участника, което е напълно достатъчно, тъй като това надхвърля максималния брой възможни участници в заседанието на журито – 7 основни и 2 резервни члена.

За контакти:

проф. д-н. Христо Белоев, ректор на Русенския университет "Ангел Кънчев"
проф. д-р Ангел Смрикаров, зам.-ректор по научното и кадровото развитие на

Русенския университет

гл.ас. д-р Орлин Петров, ръководител на Отдела за развитие на академичния състав на
университета

гл.ас. д-р Анелия Иванова, администратор на сайта за развитие на академичния състав

гл.ас. д-р Галина Иванова, ръководител на центъра за докторанти



ДЕН НА РОБОТИКАТА В ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА

Михаил Скопчанов



В последните години Денят на роботиката се утвърди като ежегодно събитие в Технически университет – Варна. Организирано в началото от катедра “Автоматизация на производството”, мероприятиято стана повод за създаване на Студентски клуб “Роботика и мехатроника” в университета и залегна твърдо в работния план на клуба. Целта на събитието е повишаване на

интереса на младите специалисти в областта на роботиката, автоматиката и системите за интелигентно управление. Денят на роботиката протича под формата на изложение на работи, лекции, семинар и презентации на фирми. Кулминацията в програмата са състезанията с работи в дисциплини “Преминаване през лабиринт”, “Следване на линия” и “Робофутбол”. Традиционно събитието завършва с дискусия по проблемите на обучението в областта на роботиката.

Денят на роботиката се радва на широка популярност сред ученици, студенти, докторанти и преподаватели и привлича участници от техническите университети в страната, Българската академия на науките, специализираните училища по роботика, както и професионалните гимназии в град Варна. Събитието се подкрепя и от представители на бизнеса, които правят достояние на широката публика последните достъпни на пазара технологии, използвани в роботиката.



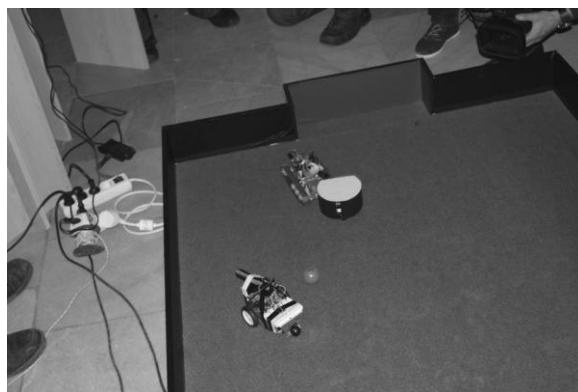
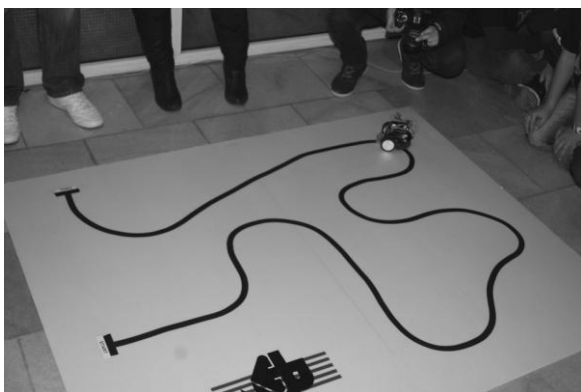
Специални гости и лектори на Деня на роботиката в ТУ-Варна през годините: проф. д.т.н. инж. Емил Николов – ТУ-София, доц. д-р инж. Роман Захариев – БАН и гл. ас. д-р инж. Найден Шиваров – БАН.

Тази година Денят на роботиката беше проведен на 16-ти декември. След тържественото откриване от Зам. Ректор по Наука и научно-приложна дейност доц. д-р инж. Христо Скулев, аудиторията имаше удоволствието да изслуша лекцията на гл. ас. д-р инж. Найден Шиваров от Института по системно инженерство и роботика при БАН на тема “Сервизни работи за подпомагане на самостоятелното живеене на възрастни хора”. Фирмите



Гемамекс и Метрисис представиха на вниманието на участниците приложението на роботите Мотоман в индустрията, както и хардуерните и софтуерни платформи, предлагани от National Instruments в областта на роботиката. В последвалия семинар по роботика имаха възможност да представят резултатите от своята работа студентите от ТУ - Варна Владимир Вълчев – спец. Сименс PLC технологии за управление, Айхан Мехмед – спец. АИУТ и Христо Петров – спец. Електроника, както и

преподавателите Александър Павлов от училището по роботика “Roboportans” и Павлин Неделчев от ТУ-София.



Сред демонстрираните на изложението разработки се откриха: хексапод, разработен от инж. Димитър Куртев - спец. КСТ; система за разпознаване с видеокамера на числата от зарове, представена от учениците Никола Манолов и Ферхан Халил от ПГЕ - Варна; учебен робот на National Instruments, представен от инж. Пенчо Христов от фирма Метрисис; система за машинно зрение за мобилен робот, реагиращ на сигнали от светофар с две секции, разработена от гл. ас. д-р инж. Михаил Скопчанов.

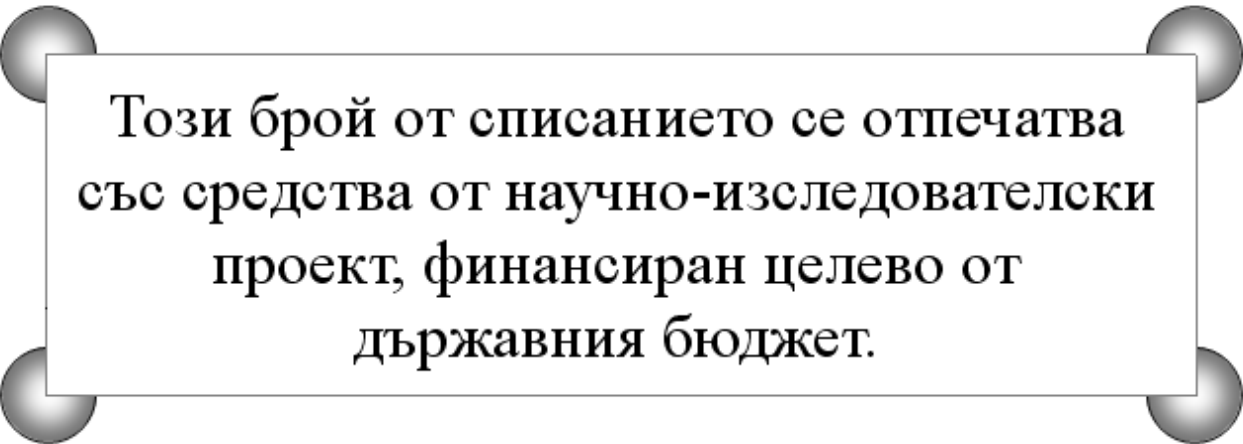


Страстите на публиката и участниците развихри състезанието по роботика в трите дисциплини, където победители станаха отборите на ТУ - София в дисциплината “Следване на линия”, на ТУ - Варна в дисциплината “Преминаване през лабиринт” и на Училището по роботика “Roboportans” в дисциплината “Робофутбол”. След традиционната дискусия, председателствана от ръководителя на катедра “Автоматизация на производството” доц. д-р инж. Емил Маринов, същият връчи наградите на участниците в кафе-сладкарница “Модера”, където беше и тържественото закриване на мероприятиято.

гл. ас. д-р инж. Михаил Скопчанов
Р-л СК “Роботика и мехатроника”

ИЗИСКВАНИЯ ЗА ОФОРМЯНЕ НА СТАТИИТЕ НА АВТОРИТЕ ЗА СПИСАНИЕ "КОМПЮТЪРНИ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ"

- I. Ръкописите на статията се представят разпечатани в два екземпляра (оригинал и копие) в размер до 6 страници, формат А4 и в електронен вид на адрес: Технически университет – Варна, катедра “Компютърни науки и технологии”, ул. „Студентска” 1, 9010 Варна.
- 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 адрес за контакти, включващ: научно звание и степен, име, инициали, фамилия, организация, поделение (катедра), e-mail адрес.
- III. Всички математически формули трябва да са написани ясно и четливо (препоръчва се използване на Microsoft Equation). Номерацията на формулите се дава вдясно от началото на реда. Текстът на формулите се позиционира в средата на реда.
- IV. Текстът трябва да бъде въведен във файл във формат WinWord 2000/2003 със 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 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 на английски език, до 8 реда - размер на шрифта 11, нормален
 12. Основните раздели на статията (Увод, Изложение, Заключение, Благодарности) се форматират в едноколонен текст както следва:
 - a. Наименование на раздел или на подраздел - размер на шрифта 12, удебелен, центриран;
 - b. Един празен ред - размер на шрифта 12, нормален;
 - c. 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.
 - d. Цитиране на литературен източник - номер на източника от списъка в квадратни скоби;
 - e. Номерация на формулите - дясно подравнена, в кръгли скоби.
 - f. Графики - центрирани, разположение спрямо текста: “Layout: In line with text”.
 - g. 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.
 - h. За контакти: научно звание и степен, име, презиме (инициали), фамилия, организация, поделение (катедра), e-mail адрес, с шрифт 11, дясно подравнено.Образец за форматиране (компресиран Word файл) 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.