

**НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ В ИЗДАНИЯ, КОИТО СА РЕФЕРИРАНИ И ИНДЕКСИРАНИ В  
СВЕТОВНОИЗВЕСТНИ БАЗИ ДАННИ С НАУЧНА ИНФОРМАЦИЯ**

**Публикации представени по показател 3.4**

**Kostadinova, S**, Markova. V, Kostov, N, Balabanova I, Georgiev, G, Latency Analysis for 5G Optical Transport Network, *Biomedical Innovations and Applications (BIA) BIA 2021*, in print

**Latency Analysis for 5G Optical Transport Network**

**Kostadinova, S**, Markova. V, Kostov, N, Balabanova I, Georgiev, G

Fifth-generation (5G) mobile communications face major challenges in offering resource-intensive diverse services such as the Internet of Things (IoT), high-definition video, and augmented reality (AR). The optical network play a key role of 5G infrastructure, efficiently transmitting high volumes of data. This article focuses on the study of network latency in a segment of the 5G transmission system, as well as on the analysis of delays in the individual elements of the optical network, examining its suitability for 5G needs, including the applicable criteria that follow

Мобилните комуникации от пето поколение (5G) са изправени пред големи предизвикателства при предлагането на ресурсоемки разнообразни услуги като Интернет на нещата (IoT), видео с висока разделителна способност и разширена реалност (AR). Оптичната мрежа играе ключова роля в 5G инфраструктурата, като ефективно предава големи обеми данни. Тази статия се фокусира върху изследването на латентността на мрежата в сегмент от 5G предавателна система, както и върху анализа на закъсненията в отделните елементи на оптичната мрежа, като се изследва нейната пригодност за нуждите на 5G.

Balabanova, I.S.,**Kostadinova, S.S.**,Markova, V.I.,Sadinov, S.M.,Georgiev, G.I., Statistical techniques to determine of optimal and acceptable noise levels (Open Access) (2021) *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1032 (1), art. no. 012006. doi: 10.1088/1757-899X/1032/1/012006

**Statistical techniques to determine of optimal and acceptable noise levels**

I S Balabanova, S S Kostadinova, V I Markova, S M Sadinov and G I Georgiev

The paper presents an approach for an application of QoS procedures, on noise impacts in communications, respectively Uniform White Noise (UWN), Gaussian White Noise (GWN), Bernoulli Noise (BN) and Poisson Noise (PN). The approach consists in experimental establishment of recommended optimal and acceptable limit levels of the noise indicator Root Mean Square based (RMS) on the processing of registered information sets for each specific noise. A set of methodological statistical procedures are applied to the experimental data with

respect to the complete and individual input sets (RMS levels for each individual noise). Types of family characteristics are analyzed and evaluated about different quality indicators as “Mean Plot of multiple variables”, “Normal Probability Plots”, “Individual Plots”, “X-Bar and R char variable”, “Capability Plots” and “Capability Histograms”. The approach is also associated with the detection of RMS samples with deviations outside the defined statistical levels, as well as their exclusion in order to improve the quality of the processed information sample.

Статията представя подход за прилагане на QoS процедури върху шумовите въздействия в комуникациите, съответно бял шум (UWN), Гаусов бял шум (GWN), Бернули шум (BN) и Поасонов шум (PN). Подходът се състои в експериментално установяване на препоръчителни оптимални и приемливи гранични нива на индикатора на шума Root Mean Square (RMS) на базата на обработка на регистрирани информационни набори за всеки конкретен шум. Към експерименталните данни се прилага набор от методологични статистически процедури по отношение на пълните и отделните входни набори (RMS нива за всеки отделен шум). Типовете характеристики се анализират и оценяват за различни показатели за качество като „Средна графика на множество променливи“, „Графи на нормална вероятност“, „Индивидуални графики“, „X-Bar и R char променлива“, „Графи на способности“ и „Хистограми на капацитета“ “. Подходът е свързан и с откриване на RMS извадки с отклонения извън определените статистически нива, както и тяхното изключване с цел подобряване качеството на обработената информационна извадка.

Balabanova, I.S., **Kostadinova, S.S.**, Markova, V.I., Sadinov, S.M., Georgiev, G.I., Voice control and management in smart home system by artificial intelligence(Open Access), (2021) *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1032 (1), art. no. 012007. doi: 10.1088/1757-899X/1032/1/012007

### **Voice control and management in smart home system by artificial intelligence**

I S Balabanova, S S Kostadinova, V I Markova, S M Sadinov and G I Georgiev

The paper provides a 3D architectural model of Smart Home system. An information data sets of parameters in sound analysis of test voice commands were collected. The following analyzed indicators are included, respectively LZE, LZeq, LZF, LZS, LZI, LAE, LAeq, LAF, LAS, LAI, LCE, LCEq, LCF, LCS, LCI and LEX8h. Backpropagation and Hybrid algorithms based Artificial intelligence (AI) and Adaptive neuro-fuzzy interface system (ANFIS) were synthesized. Selected architectures are integrated in intelligent automated voice control system for human access control, power switching and lighting, air conditioning systems and home appliances. In the process of synthesis, different criteria for network performance in the analysis of activation type in the output layers in AI and input layer in ANFIS are applied. About all considered voice categories for functional control an accuracy of 100.0% was established. Verification procedures concerning reliability of the achieved results were performed for correct confirmation.

Статията представя 3D архитектурен модел на Smart Home система. Събрани са информационни набори от данни на параметри при звуков анализ на тестови гласови

команди. Включени са следните анализирани индикатори, съответно LZE, LZe<sub>q</sub>, LZ<sub>F</sub>, LZ<sub>S</sub>, LZ<sub>I</sub>, LAE, LAe<sub>q</sub>, LAF, LAS, LA<sub>I</sub>, LCE, LCE<sub>q</sub>, LCF, LCS, LCI и LEX<sub>8h</sub>. Синтезирани са алгоритми за обратно разпространение и хибридни алгоритми, базирани на изкуствен интелект (AI) и адаптивна невро-размита интерфейсна система (ANFIS). Избраните архитектури са интегрирани в интелигентна автоматизирана система за гласов контрол за контрол на достъп, превключване на захранване и осветление, климатични системи и домакински уреди. В процеса на синтез се прилагат различни критерии за производителност на мрежата при анализа на типа на активиране в изходните слоеве в AI и входния слой в ANFIS. За всички разглеждани гласови категории за функционален контрол е установена точност от 100,0%. За правилното потвърждение са извършени процедури за проверка относно надеждността на постигнатите резултати.

Balabanova I., **Kostadinova S.**, Karapenev B., Georgiev G., Application of Discriminant Analysis for Signals Identification in Communication Systems, *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 2020, ISSN:1791-9320E-ISSN:1791-2377

### **Application of Discriminant Analysis for Signals Identification in Communication Systems**

Balabanova, I., Kostadinova, S., Karapenev, B., Georgiev, G.

The paper presents noise impact identification over analog and digital signals in the time and frequency domains based on a discriminant analysis. Object of the study are sine, square, triangle and saw tooth waveforms with Uniform White Noise (UWN) and Periodic Random Noise (PRN). Histograms of normal signals distribution are built. The parameters characterizing the probability density functions for untreated and processed signals with FFT - mean value and standard deviation are presented and compared. The results of the analysis of the quality of the generated discriminant linear and quadratic models, presented through the technical approaches as resubstitution and cross-validation, are presented. Quadratic and pseudo-quadratic classifiers have been successfully synthesized to identify untreated signals with UWN and PRN with equal classification precision of 98.80%. Low levels of accuracy are registered for the linear ones compare to the quadratic types of classifiers ranging around 50.00%. Close qualitative indices are achieved with regard to the identification of FFT signals with UWN and PRN, 98.24% for the quadratic and 98.17% for pseudo-quadratic models. The effect of FFT processing is investigated. Positive indications have been identified for increasing classifier accuracy in linear discriminant models within seven, eight percent.

В доклада е разгледана идентификация на шумови въздействия към аналогови и цифрови сигнали във времевата и честотна области на базата на дискриминантен анализ. Обект на изследване са синусоидални, правоъгълни, триъгълни и трионообразни сигнали с наличие на постоянен бял шум (UWN) и периодичен случаен шум (PRN). Построени са хистограми на нормално разпределение на сигналите. Представени и сравнени са параметрите, характеризиращи функциите на плътност на вероятността за необработените и обработени сигнали с FFT – средна стойност и стандартно отклонение. Представени са резултатите от анализ на качеството на генерирани дискриминантни

линейни и квадратични модели, направен чрез техническите подходи ресубституция и крос-валидиране. Успешно са синтезирани квадратичен и псевдо-квадратичен класификатори при разпознаване на необработени сигнали с UWN и PRN с равни точности на класификация 98.80%. Регистрирани са занижени нива на точността при линейните спрямо квадратичните типове класификатори, вариращи едва около 50.00%. По отношение на идентификацията на FFT сигнали с UWN и PRN са постигнати близки качествени показатели при квадратичния 98.24% и псевдо-квадратичния 98.17% модел. Изследван е ефекта от FFT обработка като са установени положителни индикации за повишаване на класификационната точност при линейните дискриминантни модели в рамките на седем, осем процента.

I Balabanova, **S Kostadinova**, V Markova, G Georgiev, Analysis and Categorization of Traffic Streams by Artificial Intelligence, *Biomedical Innovations and Applications (BIA)*, 2019, Publisher:IEEE, ISBN 978-1-7281-4754-3

### **Analysis and categorization of traffic streams by artificial intelligence**

Balabanova, I., Kostadinova, S., Markova, V., Georgiev, G.

This report presents an evaluation of artificial neural networks in terms of computational efficiency, by analyzing transmitted information flows for determination the type of defined traffic categories using artificial intelligence. The subject of study are Markov M/M/c circuits with unlimited number of waiting calls in the queue and fixed number of server stations in accordance with the desired test categories, as follows  $c=5$ ,  $c=10$  and  $c=15$ . Three layer architectures are applied to different types of neural output activators with Levenberg-Marquardt training, respectively linear, tangent-sigmoidal and logarithmic-sigmoidal. The lowest values of the Mean Squared Error (MSE) of 0.0080, 0.0041, and 0.1923 are experimentally established at 7, 3, and 25 hidden neurons for the indicated activation functions. An accuracy levels of 94.4%, 100.0%, and 70.6% were obtained against indicator levels for identical numbers of neurons.

В доклада е направена оценка по отношение на изчислителната ефективност на изкуствените невронни мрежи при анализ на предавани информационни потоци за определяне на типа на дефинирани трафични категории с помощта на изкуствен интелект. Обект на изследване са вериги на Марков M/M/c при нелемитирано количество чакащи повиквания в опашката и фиксирани сървърни станции в съответствие с желани тестови категории, както следва  $c = 5$ ,  $c = 10$  и  $c = 15$ . Приложени са трислойни архитектури при различен тип активация на невронните изходи с Levenberg-Marquardt обучение, съответно линеен, тангес-сигмоидален и логаритмичен-сигмоидален. Експериментално са установени най-ниски стойности на Mean Squared Error (MSE) 0.0080, 0.0041 и 0.1923 при 7, 3 и 25 скрити неврона в последователен ред за указаните функции на активация. Спрямо нивата на показателя при идентичен брой неврони са получени точности 94.4%, 100,0% и 70.6%.

I Balabanova, **S Kostadinova**, V Markova, G Georgiev, Categorization of Markov Chains M/M/c/k by Feed-forward Neural Networks, *Biomedical Innovations and Applications (BIA)*, 2019, Publisher: IEEE, ISBN 978-1-7281-4754-3

### **Categorization of markov chains m/ m /c/k by feed-forward neural networks**

Balabanova, I., Kostadinova, S., Markova, V., Georgiev, G.

The report presents the study of the possibility of applying Artificial Intelligence to analyze traffic data in order to define their category against the observed circuits for different number of server stations in M/M/c/k queuing model, respectively  $c=0$ ,  $c=5$  and  $c=20$ . Feed-forward neural models with Scaled Conjugate Gradient training are used at given 'sigmoid' activation types in hidden and 'softmax' in output network layers. The selection is performed in range of 3 to 25 intermediate neurons in assessing the information content of five input indicators-'client ID', 'service request time', 'service starting time', 'server id' and 'release time of requests'. A model is synthesized for four input variables without the 'service request time' parameter and accuracy of 87.7% was achieved. For the established model, the experiment was extended to 39 neural units, to reaching a potential accuracy level of over 90.0%. The highest accuracy of 90.7% is achieved at 33 neurons.

В доклада е разгледана възможността за приложение на Artificial Intelligence при анализ на M/M/c/k трафични данни с цел дефиниране на тяхната категория спрямо обслужвани вериги при различен брой сървърни станции, съответно  $c=10$ ,  $c=15$  и  $c=20$ . Използвани са feed-forward невронни модели с обучение по Scaled Conjugate Gradient алгоритъм при задани активационни типове „sigmoid“ в скритите и „softmax“ в изходни мрежови слоеве. Извършена е селекция в границите от 3 до 25 междинни неврона при оценка на информативността на пет входни признака – „клиентски идентификационен номер“, „време на постъпване на заявки“, „време на стартиране на обслужване“, „идентификационен сървърен номер“ и „време на освобождаване на заявки“. Синтезиран е модел при четири входни променливи без параметъра „време на стартиране на обслужване“ с получена точност 87.7%. След което за установения модел, експеримента е разширен до 39 невронни единици до достигане на потенциално ниво на точност над 90.0%. В изследвания опитен диапазон е констатирана най-висока точност 90.7% при 33 неврона.

G. Georgiev, I. Balabanova, **S. Kostadinova**, R. Dimova, Structure Synthesis of ANFIS Classifier for Teletraffic System Resources Identification, IEEE *International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom)*, Varna, Bulgaria, 2016. Publisher:IEEE. **ISBN:978-1-5090-1925-0**

### **Structure synthesis of ANFIS classifier for teletraffic system resources identification**

Georgiev, G., Balabanova, I., Kostadinova, S., Dimova, R.

In the communication systems, Adaptive Neuro-Fuzzy Interface Systems (ANFIS) are used for the detection of unauthorized user access and forecasting product demand for 3G and 4G

mobile phones. The Paper proposes ANFIS for identification of quantity of servers in a teletraffic system. Combinations of teletraffic performance parameters are defined for synthesis of the structure of the neuro-fuzzy classifier. The errors variations are studies in process of training for a hybrid algorithm and for a backpropagation algorithm. Performance of the system is studied based on selected combination of parameters. The minimum root mean square error 0.015763 and accuracy classification 100.00% are obtained.

В комуникационните системи се използват Адаптивни невро-размити интерфейсни системи (ANFIS) за откриване на неоторизиран потребителски достъп и прогнозиране търсенето на продукти. В статията се предлага ANFIS за идентификация на количеството обслужващи устройства в телетрафична система. За синтеза на структурата на невро-размития класификатор са дефинирани комбинации от телетрафични параметри на ефективността на обслужване. Изследват се вариациите на грешките при процес на обучение за хибриден алгоритъм и алгоритъм за обратно разпространение. Изследва се производителността на системата въз основа на избраната комбинация от параметри. Получени са минимална средна квадратична грешка 0,015763 и класификационна точност от 100,00%.

Balabanova, G. Georgiev, P. Penchev, **S. Kostadinova**, R. Dimova, Classification of Teletraffic Service Devices by K-NN, ANFIS and ANN Classifiers, IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom), Varna, Bulgaria, pp(1-5), 2016. Publisher: IEEE. ISBN:978-1-5090-1925-0

### **Classification of teletraffic service devices by k-NN, ANFIS and ANN classifiers**

Balabanova, I., Georgiev, G., Penchev, P., Kostadinova, S., Dimova, R.

In this paper various types of classifiers for quantitatively identify teletraffic service devices are proposed. The classification method 'K - Nearest Neighbors With Defined Cityblock Metric Distance At Three Nearest Neighbors' is selected. A classifier structure is synthesized based on Adaptive Neuro-Fuzzy Interface Systems (ANFIS) in hybrid learning algorithm and Gaussian type membership function of the input variables. Results are obtained for variation of mean square error and classification accuracy in a variation of neurons in the hidden layers of artificial neural networks with different number of output neurons and method of encoding target classes. A network structure with better performance is selected based on the parameters values of linear regression and correlation.

В тази статия са предложени различни видове класификатори за количествено идентифициране на телетрафични устройства. Използва се класификационният метод "K - Nearest Neighbors With Defined Cityblock Metric Distance At Three Nearest Neighbors" Класификационната структура се синтезира на базата на Адаптивни невро-размити интерфейсни системи (ANFIS), хибриден алгоритъм за обучение и функция за принадлежност на входните променливи от Гаусов тип. Получени са резултати за вариация на средната квадратична грешка и точност на класификацията при вариране на невроните в скритите слоеве на изкуствена невронна мрежа с различен брой изходни

неврони и метод за кодиране на целевите класове. Избрана е структура на мрежата с по-добра производителност на базата на стойностите на параметрите при линейна регресия и корелация.

Balabanova I, G. Georgiev, S. Sadinov, S. **Kostadinova.**, Synthesizing of Models for Identification of Teletraffic Markov Chains by Artificial Neural Networks and Decision Tree Method, *Journal of ELECTRICAL ENGINEERING (Slovakia)*, vol. 69, No (5), 2018, pp. 379-384, ISSN:1335-3632

### **Synthesizing of models for identification of teletraffic Markov chains by artificial neural networks and decision tree method**

Balabanova, I.S., Georgiev, G.I., Sadinov, S.M., Kostadinova, S.S.

Imitation modelling processes of telegraphic systems on the Markov chains with unlimited and limited queues were made. For this purpose, the Java modeling tool simulation environment is used. With a fixed number of client stations and a number of system users, data are accumulated about the telegraphic system parameters as: customer ID, arrival time, server ID and exit system. Artificial neural networks (ANN) with backpropagation algorithm and decision tree (DT) method for identification of the studied Markov chains in MATLAB were applied. Training of the structural identification models to determine of the membership of the obtained parameters in telegraphic simulation to both unlimited and limited systems was carried out. The results of the training and synthesis of ANN and DT models are presented. Sufficient results have been obtained for telegraphic identification confirming the successful application of the proposed synthesized classification models, approximately 91% for DT and 99.2% for ANN.

В публикацията е приложен иновативен подход за идентификация на вериги на Марков M/M/c и M/M/c/k в MATLAB на база на математическите апарати на изкуствените невронни мрежи (ANN) от тип с обратно разпространение на грешката и метода дърво на решенията (DT). Извършено е обучение на структурни идентификационни модели за определяне на принадлежността на получените параметри при телетрафична симулация към M/M/c или M/M/c/k вериги, базирано на указаните апарати. Представени са резултатите от проведеното обучение и синтез на ANN и DT модели. Постигнати са достатъчно високи резултати при телетрафична идентификация, потвърждаващи успешното приложение на предложените синтезирани класификационни модели, съответно приблизително 91.00% при DT и 99.20% при ANN.

Georgiev G., I. Balabanova, P. Kogias, S. Sadinov and **S. Kostadinova.** Identification of Sine, Squire, Triangle and Sawtooth Waveforms with Uniform White and Inverse F Noises by Adaptive Neuro - Fuzzy Interface System, *Journal of Engineering Science and Technology Review, Open Access*, Volume 11, Issue 3, pp. 128-132, 2018, ISSN:1791-2377

### **Identification of Sine, Squire, Triangle and Sawtooth waveforms with uniform white and inverse F noises by Adaptive Neuro-Fuzzy Interface System**

Georgiev, G., Balabanova, I., Kogias, P., Sadinov, S., Kostadinova, S.

In this paper the structures of Adaptive Neuro-fuzzy interface system (ANFIS) are studied for noise identification. The system's structures are analyzed for different types of membership



functions applied for input variables with root mean square errors variation. Hybrid algorithm and back propagation algorithm are applied. The input data are obtained through system simulation based on LabVIEW system design platform and development environment. The choice of ANFIS structure is based on the training results and minimum RMSE for identification of the signals with uniform white and inverse F Noises. Therefore, "gbellmf" membership function for input data variables is chosen. The accuracy classification is obtained at 100 %.

В публикацията са изследвани структури на адаптивни невронно-размити интерфейсни системи за шумова идентификация. Невронно-размитите системи са анализирани при различни типове функции на принадлежност на входните променливи с изменение на RMSE (Root Mean Square Error). Приложени са хибриден алгоритъм (hybrid) и алгоритъм с обратно разпространение на грешката (backprop). Тестовите данни за сигналите са получени в резултат от симулация в платформа LabVIEW. Въз основа на представените резултати при обучение и минимална стойност на  $RMSE = 0.062289$  за идентифициране на сигнали с насложени шумове се избира структура на ANFIS с функции на принадлежност на входните променливи от камбановиден тип (gbellmf) като е получена максимална класификационна точност 100.00%.

**Публикации представени по показател 4.7**

Ivelina Balabanova, **Stela Kostadinova** and Georgi Georgiev

Recognition of Noises and Noise Speech Signals by Artificial Neural Networks, *Biomedical Innovations and Applications (BIA) 2021*, in print

According to the studies, the most commonly used mathematical apparatuses for signal recognition tasks are Convolutional Neural Networks (CNNs), Recurrent Neural Networks (RNNs) and Deep Neural Networks (DNNs). This paper presents an innovative approach related to the possibility for identification of accidental noise impacts and human speech with superimposed presence of noise by Backpropagation Neural Networks (BNNs) in different transfer functions. BPNs with linear, tangent-sigmoid and log-sigmoid transfer functions in the output layers are tested. A neural architecture for noise recognition in 6 neurons defined in the hidden layer with “tansig” activation output and achieved accuracy of 98.3% is selected. In the speech processing, an identical efficiency of 93.7% in 4, 3 and 4 hidden neurons for all types of output transfer functions was observed.

Според проучванията най-често използваните математически апарати за разпознаване на сигнали са конволюционните невронни мрежи (CNN), циклични невронни мрежи (RNN) и дълбоки невронни мрежи (DNN). Тази статия представя иновативен подход, свързан с възможността за идентифициране на случайни шумови въздействия и човешка реч с насложено наличие на шум чрез невронни мрежи за обратно разпространение (BNN) в различни трансферни функции. Тествани са BPN с линейни, тангенс-сигмоидни и логаритмично-сигмоидни трансферни функции в изходните слоеве. Избрана е невронна архитектура за разпознаване на шум с 6 неврона, дефинирани в скрития слой с изход за активиране „tansig“ и постигната точност от 98,3%. При обработката на речта се наблюдава идентична ефективност от 93,7% в 4, 3 и 4 скрити неврони за всички видове изходни трансферни функции.

Ivelina Balabanova, Stela Kostadinova and Georgi Georgiev, Stress Recognition Using Sound Analysis, k-NN, Decision Tree and Artificial Intelligence Approach, *International Conference on Biomedical Innovations and Applications(BIA)*, 2021 in print

**Stress Recognition Using Sound Analysis, k-NN, Decision Tree and Artificial Intelligence Approach**

Ivelina Balabanova, Stela Kostadinova and Georgi Georgiev

The paper presents an approach for stress recognition based on registered sound parameters LZE, LZeq, LZF and LZS in different speech levels in working environment. The approach combines k – nearest neighbors (k-NN) method in Euclidean, Cityblock, Minkowski and Chebychev metric distances, Decision tree (DT) method with CART algorithm and artificial

neural networks (ANN) with Levenberg-Marquardt (LM) and Scaled Conjugate Gradient (SCG) algorithms. According to k-NN method a maximum accuracy of 93.99 % with minimum parameter  $k = 3$  for Cityblock distance have been registered. There has been established a fourth optimum level of nodes pruning from the structure for multiple choice of the classification group by used on DT method with achieved accuracy of 99.05 %. In investigation of LM algorithm during training of networks with purelin, tansig and logsig transfer functions has been achieved identical accuracy of 99.99 %. ANN architecture with tansig output activation function has been selected With regard to a minimal indication of Mean Squared Error (MSE) indicator 0.0064 in 11 hidden neurons. By using of artificial intelligence (AI) during SCG training was synthesized a model for correct speech recognition with level accuracy 100.00 %.

Статията представя подход за разпознаване на стрес, базиран на регистрирани звукови параметри LZE, LZeq, LZF и LZS с различни речеви нива в работна среда. Подходът съчетава метода на  $k$  – най-близките съседни (k-NN) в метричните разстояния на Euclidean, Cityblock, Minkowski и Chebyshev, метода на дървото на решенията (DT) с CART алгоритъм и изкуствени невронни мрежи (ANN) с Levenberg-Marquardt (LM) и Scaled Conjugate Gradient (SCG) алгоритми. По метода k-NN е регистрирана максимална точност от 93,99 % с минимален параметър  $k = 3$  за Cityblock distance. Установено е четвърто оптимално ниво на съкращаване на възли от структурата за множествен избор на класификационната група по метода DT с постигната точност от 99,05 %. При изследване на LM алгоритъм по време на обучение на мрежи с предавателни функции purelin, tansig и logsig е постигната идентична точност от 99,99 %. Избрана е ANN архитектура с функция за активиране на tansig изход по отношение на минимална стойност на индикатора за средна квадратична грешка (MSE) 0,0064 с 11 скрити неврона. Чрез използване на изкуствен интелект (AI) по време на SCG обучението е синтезиран модел за правилно разпознаване на реч с ниво на точност 100.00 %.

Balabanova, S. Kostadinova, and G. Georgiev, Regression Analysis and Optimization of Teletraffic Models for Parameters Forecasting, Journal of Engineering Science and Technology Review 9(16),2020, ISSN:1791-9320E-ISSN:1791-2377

### **Regression Analysis and Optimization of Teletraffic Models for Parameters Forecasting**

Balabanova, I., Kostadinova, S., Georgiev, G.

One of the main aspects of quality of service provisioning in teletraffic systems is the ability to predict the moments in which the calls are received and served at optimal input parameters. For this purpose, in the report an approach for synthesis and optimization of mathematical Markov M/M/1 systems models based on design of experiment, regression analysis, Interior point and Genetic algorithms is presented. Non-symmetric quasi-D-optimal plan for second-order polynomials and the Symmetric Quasi-D-optimal plan for linear prognostic models based on the R2 coefficient are selected. The impact of mean arrival rate and mean service time for the predicted incoming and outgoing traffic flow times are analyzed. Optimization procedures for

constant non-linear minimization are applied in searching for potential minimum of the mean arrival rate of calls in the system through Interior point and Genetic algorithms. Achieved optimal solutions have a certain degree of similarity. The better results are achieved with the intelligent optimization approach, illustrated by a set of generated numerical and graphical experimental results.

Един от основните аспекти на предоставянето на качествени услуги в системите за телетрафик е възможността за прогнозиране на моментите, в които повикванията се получават и обслужват при оптимални входни параметри. За тази цел в доклада е представен подход за синтез и оптимизация на математически модели на Марковски M/M/1 системи, базирани на дизайн на експеримент, регресионен анализ, Interior point и генетични алгоритми. Избрани са несиметричен квази-D-оптимален план за полиноми от втори ред и симетричен квази-D-оптимален план за линейни прогностични модели, базирани на коефициента R2. Анализира се влиянието на средната скорост на пристигане и средното време за обслужване за прогнозираните времена на потока на входящ и изходящ трафик. Приложени са оптимизационни процедури за постоянна нелинейна минимизация при търсене на потенциален минимум на средната скорост на пристигане на повиквания в системата чрез Interior point и Genetic алгоритми. Постигнатите оптимални решения имат известна степен на сходство. По-добри резултати са постигнати с интелигентния оптимизационен подход, илюстриран от набор от генерирани цифрови и графични експериментални резултати.

Balabanova, S. Kostadinova, V. Markova and G. Georgiev, Speech Stress Recognition by Sound Analysis and Multilayer Artificial Neural Networks, *2020 International Conference on Biomedical Innovations and Applications(BIA)*, 2020, pp.77-80, doi: 10.1109/BIA50171.2020.9244508

### **Speech Stress Recognition by Sound Analysis and Multilayer Artificial Neural Networks**

Balabanova, I., Kostadinova, S., Markova, V., Georgiev, G.

The report presents the study of recognition of stress states through Multilayer Backpropagation Neural Networks (MBNN) based on extracted sound indicators at speech signal analysis. Experimental neural architectures with tangent-sigmoid and logarithmic-sigmoid functions in the two hidden layers with different initial activation were tested. The models with initial logarithmic-sigmoid type, where the obtained maximum accuracy is 75.00%, are defined as inapplicable. In MBNNs with linear and tangential-sigmoidal functions in the initial layers, significantly better adequacy was found as the highest levels of the indicator reached 100.00%.

Докладът представя изследване на разпознаването на състояния на стрес чрез многослойни невронни мрежи с обратно разпространение (MBNN) въз основа на извлечени звукови индикатори при анализ на речеви сигнали. Тествани са експериментални невронни архитектури с тангенс-сигмоидни и логаритмично-сигмоидни функции в двата скрити слоя с различно първоначално активиране. Като неприложими се

определят моделите с изходен логаритмично-сигмоиден тип, при които получената максимална точност е 75.00%. При MBNN с линейни и тангенциално-сигмоидални функции в началните слоеве се установява значително по-добра адекватност, като най-високите нива на показателя достигат 100,00%.

Balabanova, S. Kostadinova, V. Markova and G. Georgiev, Synthesis of Prediction Models for Levels of Noises in Electrical Signals, *2020 International Conference on Biomedical Innovations and Applications (BIA)*, 2020, pp. 149-152, doi: 10.1109/BIA50171.2020.9244489

### **Synthesis of Prediction Models for Levels of Noises in Electrical Signals**

Balabanova, I., Kostadinova, S., Markova, V., Georgiev, G.

The results of evaluation of linear regression models and artificial neural networks (ANN) with linear output activation for prediction of the amplitude of Uniform White Noise superimposed in signals with Sine, Square, Triangle and Sawtooth shape are presented in the paper. Regarding the models, various statistical parameters were derived for the signals used as independent predictive variables. In the course of the research different variations of the coefficients of certainty in the regression analysis and the correlation coefficients in ANN were registered and the indicators "maximum" and "minimum" values were selected according to their highest levels. Predictive mathematical regression models of zero degree are derived for the considered signal groups with  $R^2$  above "0.99", determining the application of higher degree models as unnecessary and inappropriate. A selection of neural architectures was made according to the requirement for minimum of the Mean Squared Error indicator (MSE), reported at 14, 15, 9 and 11 neurons in the intermediate layers in the sequence of the listed signals, and here the established R levels are above "0.975".

Представени са резултатите при оценяване на линейни регресионни модели и изкуствени невронни мрежи (ANN) с линейна изходна активация за прогнозиране на амплитудата на сигнали със синусоидална, правоъгълна, триъгълна и трионообразна форма с насложен постоянен бял шум. По отношение на моделите са извлечени различни статистически параметри за сигналите, използвани като независими предсказващи променливи. В процеса на изследване са регистрирани различни вариации на коефициентите на определеност при регресионния анализ и корелационните коефициенти при ANN като спрямо техните най-високи нива са подбрани показателите „максимална“ и „минимална“ стойности. Изведени за прогнозни математически регресионни модели от нулева степен относно разглежданите сигнални групи с  $R^2$  над „0.99“, определящо прилагането на модели от по-висока степен като ненужно и неподходящо. Направен е подбор на невронни архитектури според изискване за минималност на индикатора средноквадратична грешка (MSE), отчетена при 14, 15, 9 и 11 неврона в междинните слоеве в последователност на изброените сигнали като тук установените нива на R са над „0.975“.

I. S. Balabanova, S. S. Kostadinova, V. I. Markova and G. I. Georgiev, Identification of Tones with Noises by Artificial Intelligence, *2020 28th National Conference with International Participation (TELECOM)*, 2020, pp. 41-44, doi: 10.1109/TELECOM50385.2020.9299531

### **Identification of Tones with Noises by Artificial Intelligence**

Balabanova, I.S., Kostadinova, S.S., Markova, V.I., Georgiev, G.I.

The paper presents the results of the application of the apparatus of artificial backpropagation neural networks in identification of signal frequency tones with different RMS noise level. The Levenberg-Marquardt (LM) and Scaled Conjugate Gradient (SCG) training algorithms were applied in the processes of neural synthesis. The results cover groups of indicators such as Mean Squared Error (MSE), Cross-Entropy (CE), Correlation coefficients and Classification Accuracy in train, validation and test procedures. Three-layer with 35 hidden neurons and four-layer architectures with 22 in the first and 11 neurons in the second hidden layer in hyperbolic tangent transfer functions with maximum accuracy of 96.00% and 98.00% in LM training were selected. About the procedures for SCG algorithm with softmax output activation function a neural network with the best accuracy of 94.3% in 29 hidden neurons was synthesized.

В доклада са представени резултатите от приложение на апарата на изкуствените невронни мрежи с обратно разпространение на грешката при идентифициране на честотни сигнални тонове с различно RMS ниво на шум. В процесите на невронен синтез са използвани Levenberg-Marquardt (LM) и Scaled Conjugate Gradient (SCG) обучаващи алгоритми. Резултатите обхващат групи от показатели като средноквадратична грешка (MSE), cross-entropy (CE), корелационни коефициенти и точност на класификация при обучение, валидиране и тестване. Селектирани са трислойна и четирислойна архитектури с „35“ междинни неврона и „22 в първия и 11 неврона във втория скрит слой“ при тангес-сигмоидален активационен тип в изходния слой с максимални точности 96.00 % и 98.00 % с LM обучение. При процедурите относно SCG алгоритъм с softmax изходна функция на активация е синтезирана невронна мрежа с най-добра точност при идентификация 94.3 % при „29“ междинни неврона.

I. S. Balabanova, V. I. Markova, S. S. Kostadinova and G. I. Georgiev, "Comparative Analysis between Machine Learning Methods in Tones Classification, *28th National Conference with International Participation (TELECOM)*, 2020, pp. 45-48, Publisher: IEEE doi:10.1109/TELECOM50385.2020.9299535

### **Comparative Analysis between Machine Learning Methods in Tones Classification**

I. S. Balabanova, V. I. Markova, S. S. Kostadinova and G. I. Georgiev

This paper presents the comparative analysis between the indicators in synthesis of models based on machine learning techniques for RMS noise levels recognition about tones with frequencies 75 Hz, 100 Hz, 125 Hz, 150 Hz, 175 Hz and 200 Hz. Linear, diagonal-linear, pseudo-linear, quadratic, diagonal-quadratic and pseudo-quadratic discriminant classification models were performed in MATLAB. A pseudo-quadratic model with the highest accuracy of 84.650% was selected. Based on the Naïve Bayes algorithm with Gaussian and Kernel probability distributions of the input variables is implemented in the classification process as the better results is reported in the second approach. In selection of the metric distance, respectively Euclidean, Cityblock, Minkowski and Chebychev by the k-NN method, an accuracy range from 89.800% at Cityblock to 91.050% at Euclidean at the experimentally established best value of  $k=3$  is observed. Optimal and basic models for chosen of the solution from many of possibilities at tone recognition were synthesized.

В доклада са представени данни от сравнителен анализ между показателите при синтез на модели за разпознаване и класификация на RMS noise levels към тонове при честоти 75 Hz, 100 Hz, 125 Hz, 150 Hz, 175 Hz и 200 Hz. Анализът е проведен в програмен продукт MATLAB. Извършено е обучение на линеен, диагонално-линеен, псевдо-линеен, квадратичен, диагонално-квадратичен и псевдо-квадратичен дискриминантни модели. Селектиран е псевдо-квадратичен модел, при който е получена най-висока точност 84.650 %. На база на алгоритъма на Бейс е реализирана класификация при Гаусово и Кернел вероятностни разпределения на входните променливи като по-добри резултати 86.10 % са регистрирани при втория подход. При направен подбор на разстояние Euclidean, Cityblock, Minkowski и Chebychev по метода k-NN се наблюдавани близки точности в интервала от 89.800 % при Cityblock до 91.050 % при Euclidean при експериментално установена най-добра стойност  $k = 3$ .

1. Iliev M., Balabanova I., Kostadinova S., Georgiev G., Statistical Processing and Quality of Service for Incoming Traffic in Markov Chains, Proceedings of 29th Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEEIE), 4–6 September, Ruse, Bulgaria, pp. 1-7, Publisher:IEEE 2019 Electronic ISSN:2472-7687

### **Statistical processing and quality of service for incoming traffic in markov chains**

Iliev, M., Balabanova, I., Kostadinova, S., Georgiev, G.

A simulation modeling of M/M/1 teletraffic system is performed, setting the Average Arrival Rate and Average Service Time and output data are received for the entering time of the user requests into the system. Transitions and states diagrams are given. Information arrays concerning current moments of receiving calls for users with identification numbers 100, 200, 300 and 400 are formed. The task of statistical processing and optimization of incoming traffic, based on a quality control approach on the representative sets, is considered. Theoretical nominal and acceptable limit values for arrival time are defined, as a result of processing. Verifications are performed to what extent the experimental observations and the obtained samples as mean values between them had a normal distribution, and if they fell within the

respective limits. With respect to each of the surveyed data sets, basic quality indicators are calculated, illustrated by multiple X-Bar and R plots and probability histograms. The results of the quality analysis show the highest level of quality with respect to the data set for customer in order of entry requests number 400. The presented approach to statistical analysis and quality control includes further steps under establishing samples beyond the limits of optimality and their exclusion from the composition of the input data.

Извършено е симулационно моделиране на телетрафична система M/M/1 при зададени средна скорост на постъпване на повиквания и средно време на обслужване като са получени изходни данни за времето за постъпване на потребителски заявки в системата. Дадени са диаграми на преходите и състоянията. Формирани са информационни масиви относно текущите моменти на постъпване на повиквания за потребители с идентификационни номера 100, 200, 300 и 400. Разглежда се задачата за статистическа обработка и оптимизация на входящия трафик, базирани на подход по контрол на качеството върху представените извадки. В резултат от обработката са определени теоретични номинални и допустими гранични нива на времето за постъпване, направени са проверки до каква степен опитните наблюдения и получените резултатни еталони като средни стойности между тях притежават нормално разпределение, както и попадат в рамките на съответните граници. По отношение на всеки от изследваните набори от данни са калкулирани основни показатели на качество, онагледени чрез множество X-Bar и R диаграми и вероятностни хистограми. Резултатите от анализ на качеството показват най-висока степен на качество относно информационната извадка за клиент в ред на постъпване на заявки с номер 400. Представеният подход за статистически анализ и контрол на качеството включва още стъпки по установяване на наблюдения извън установените граници за оптималност и тяхно изключване от състава на входните данни.

M. Iliev, I. Balabanova, S. Kostadinova and G. Georgiev, Processing and Analysis of Signals with Superposed Noises by Artificial Neural Networks, *29th Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEIE)*, 2019, pp. 1-8, Publisher: IEEE , Electronic ISSN: 2472-7687

### **Processing and analysis of signals with superposed noises by artificial neural networks**

Iliev, M., Balabanova, I., Kostadinova, S., Georgiev, G.

Sine, square and triangle signals with added impact of Uniform White Noise (UWN) and Inverse F Noise (IFN) are studied in LabVIEW. Spectral characteristics of the signals based on the Fast Fourier Transform (FFT) algorithm are obtained. A potential task for identification of the type of disturbing impacts with application of artificial intelligence, trained by Scaled Conjugate Gradient technical approach in partial data samples for signals in the time and frequency domains is considered. Target probabilities of membership for UWN signals and IFN signals with and without FFT processing are defined. Procedures for synthesis of Feed-forward neural architectures with 'Sigmoid' and 'Softmax' activation functions in the hidden and output layers at different amounts of hidden neural units within the limits of 5 to 25 were performed. The data on



basic criteria for cross-entropy synthesis and classification accuracy are analyzed. Neural networks for identification of spectral signals and signals with superposed noise without FFT with 20 and 11 hidden neurons and with the best accuracy ratios of 73.40% and 98.00% were selected. It is established that the use of FFT in the signal processing is not achieve the desire effect for improvement of classification parameters. An analogous approach is applied to an attempt to identification of sine and square signals without preprocessing, were the presence of UWN are replaced by Gaussian White Noise (GWN), and where the highest achieved identifiable accuracy is 94.20%.

В симулационна среда LabVIEW са изследвани синусоидален, правоъгълен и триъгълен сигнали с добавено въздействие на Постоянен бял шум (UWN) и Розов шум (IFN). Получени са спектрални характеристики на сигналите с приложение на алгоритъма на бързото преобразоване на Фурие. Разгледана е потенциална задача за идентификация на типа смущаващи въздействия с приложение на изкуствен интелект, обучен посредством Scaled Conjugate Gradient технически подход при частични информационни извадки за сигналите във времевата и честотната области. Дефинирани са целеви вероятности на принадлежност относно сигнали с UWN и сигнали с IFN с и без FFT обработка. Извършени са процедури по синтез на feed-forward невронни архитектури с тип активационна функция “sigmoid” в междинния и “softmax” в изходния слой при различни количества скрити невронни единици в граните от 5 до 25. Анализирани са данни за основни критерии при синтез cross-entropy и точност на класификации. Селектирани са невронни мрежи при 20 и 11 междинни неврона с най-добри показатели за точност 73.40% и 98.00% за идентификация на спектрални сигнали и сигнали с насложени шумове без FFT. Установен е факта, че влиянието на бързото преобразоване на Фурие при обработка на сигнали няма търсения ефект от подобряване на класификационните параметри. Аналогичен подход е приложен при опит за идентификация на синусоидални и правоъгълни сигнали без предварителна обработка като присъствието на UWN е заменено с това на Гаусов бял шум (GWN), където постигнатата най-висока точност при идентификация се равнява на 94.20%.

Balabanova I, G. Georgiev, S. Kostadinova. WEB Design of Digital Filters in LabVIEW and Connection with MSSQL and MySQL Databases. Proceedings of XXVII International Scientific Conference of Electronics - ET2018, Sozopol, September 13 – 15, pp. 51-54, 2018, Publisher IEEE, ISBN:978-1-5386-6691-3

### **WEB Design of Digital Filters in LabVIEW and Connection with MSSQL and MySQL Databases**

Balabanova, I.S., Georgiev, G.I., Kostadinova, S.S.

The paper presents developed virtual tools for modeling of digital IIR and FIR in LabVIEW environment with the possibility of remote access to them through WEB. A custom applications allowing simultaneous generation of filter coefficients and various types of features that achieve more complete information about the specifics of their work were made. An innovative approach

for linking of LabVIEW with Microsoft SQL and MySQL databases has been demonstrated. Architecture of an innovative solution of a WEB-based system is presented.

В доклада са представени разработени виртуални инструменти за компютърно моделиране на цифрови IIR и FIR в графична среда LabVIEW с възможност за отдалечен достъп до тях през WEB. Направените потребителски приложения дават възможност за едновременно генериране на филтърните коефициенти и различни типови характеристики, с което се постига по-пълна информираност за спецификата на тяхната работа. Демонстриран е иновативен подход за реализация на връзки между LabVIEW и релационни системи за управление на бази от данни Microsoft SQL and MySQL. Представена е архитектура на внедрено иновативно решение на WEB-based система за проектиране, изследване и анализ на цифрови рекурсивни и нерекурсивни филтри.

Balabanova I., Georgiev G., Kostadinova S., Artificial Neural Network for Identification of Signals with Superposed Noises, Proceedings of the Second International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" (IITI'17) IITI 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 679. Pp488-495, Springer, (2018) ISBN:978-331968320-1

### **Artificial neural network for identification of signals with superposed noises**

Balabanova, I., Georgiev, G., Kostadinova, S.

In this paper is proposed an innovative approach combining principal component analysis of information processing and artificial neural patterns in identifying signals superimposed noise in telecommunications. An artificial neural network multilayer structure with back propagation error is synthesized for identification of seven groups of pure signals and signals with six type of noises. As a results for noise identification an accuracy of 92.3 % is obtained. Presented higher classification results confirm the possibility of extending the technical annex by increasing the amount of the analyzed signals and the additional types of noise. The implemented neural model can be successfully used to improve the quality of data transmission and digital signal processing.

В публикацията е предложен иновативен подход, комбиниращ принципния компонентен анализ за информационна обработка и изкуствените невронни модели при идентифициране на сигнали с насложени шумове в телекомуникациите. Синтезирана е многослойна структура на изкуствена невронна мрежа с обратно разпространение на грешката за идентификация на седем групи – сигнали в чист вид и сигнали с шест типа шума. Като резултат при шумова идентификация е постигната максимална точност от 92.3%. Представените високи класификационни резултати потвърждават възможността за разширяване на обхвата на техническо приложение чрез увеличаване на количеството анализирани сигнали и допълнителни видове шум. Невронният модел успешно може да бъде използван за подобряване на качеството при предаване на данни и цифрова обработка на сигнали

Balabanova, I., Georgiev, G., Dimova, R., & Kostadinova, S. (2017). Teletraffic system performance evaluation based on LABVIEW virtual instruments development. Paper presented at the 2016 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking, BlackSeaCom 2016, doi:10.1109/BlackSeaCom.2016.7901593

### **Teletraffic system performance evaluation based on LABVIEW virtual instruments development**

Balabanova, I., Georgiev, G., Dimova, R., Kostadinova, S.

This paper proposes and presents the structure and the functionality of new Virtual instruments developed for teletraffic system performance evaluation based on LABVIEW platform. The LABVIEW design platform, is widely use today for creation of virtual instruments, ensuring the operation of automated information systems for collecting, analyzing and processing data in real time. The developed new Virtual instruments are designed for statistical analysis of the performance parameters and for the impact of incoming traffic flow on them for different numbers of servers via using synthesized structures of artificial neural networks with backpropagation of error and classifier based on the adaptive neurofuzzy interface system (ANFIS).

В предложената статия се предлага и представя структурата и функционалността на нови Виртуални инструменти, разработени за оценка производителността на телетрафична системата, базирана на платформата LABVIEW. Дизайнерската платформа LABVIEW днес широко се използва за създаване на виртуални инструменти, осигуряващи автоматизирани информационни системи за събиране, анализ и обработка на данни в реално време. Разработените нови виртуални инструменти са предназначени за статистически анализ на параметрите на ефективността и въздействието на входящия трафичен поток върху тях за различен брой обслужващи устройства, чрез използване на синтезирани структури на изкуствени невронни мрежи с обратно разпространение на грешките и класификатор базиран на адаптивните невронно - размити интерфейсни системи (ANFIS).

### **Публикации представени по показател 4.8**

К. Георгиев, М. Петров, С. Костадинова, Система за управление на произвеждано от ALCATEL оборудване, *сборник доклади от национална конференция с международно участие ТЕЛЕКОМ* Развитие на телекомуникационните мрежи и системи, том 1, стр:107-127, НИИС, София 1998г

#### **MANAGEMENT SYSTEM FOR ALCATEL SDH EQUIPMENT**

K. Georgiev, M. Petrov, S. Kostadinova

The structure of the 1353EM and 1354RM Telecommunication Management Network system for multiplexer equipment from Alcatel Telecomm is described in the paper. The network architecture, the protocol stacks, and the network element interfaces are described. The place of different product functions in the TMN hierarchy is shown.

В статията е описана структура на 1353EM и 1354RM система управление на телекомуникационна мрежа от мултиплексорно оборудване на Alcatel. Описани са мрежовата архитектура, протоколните стекове и интерфейсите на мрежовите елементи. Показано е мястото на различните функции на продукта в йерархията на TMN.

Костадинова, Р. Димова, Изследване на системните характеристики на подводната оптична кабелна система BSFOCS, *Сборник доклади от национална конференция с международно участие TELECOM 2001*, стр: 89-93, НИИС, София 2002

#### **PERFORMANCE ANALYSIS OF THE BLACK SEA FIBER OPTIC CABLE SYSTEM (BSFOCS)**

S. Kostadinova, R. Dimova

The Black Sea Fiber Optic Cable System (BSFOCS) is an optical integrated telecommunications network between Bulgaria, Ukraine and Russia. The paper presents system design analysis. Network configuration, system interfaces and transmission performance are investigated. Transmission performance is demonstrated on the Network level between pair of access points.

Черноморската оптична кабелна система (BSFOCS) е оптична интегрирана телекомуникационна мрежа между България, Украйна и Русия. Документът представя анализ на дизайна на системата. Изследват се мрежовата конфигурация, системните интерфейси и производителността на предаване. Ефективността на предаване се демонстрира на мрежово ниво между две точки за достъп.

Димова Р., Иванов М., Маркова В., Костадинова С., „Интердисциплинарен подход за подобряване качеството на обучение по телекомуникации“, *International conference UNITECH2013*, Габрово, България, стр.:93-97 , 2013, ISSN 1313-230X

## **INTERDISCIPLINARY APPROACH TO IMPROVING THE QUALITY OF EDUCATION IN TELECOMMUNICATIONS**

Розалина Димова, Мартин Иванов, Валентина Маркова, Стела Костадинова

Globalization in engineering education and dynamic development of technology require modernization of the training in order to create highly competitive and qualified specialists in global labor market. To meet these requirements, a new approach in learning process and laboratory facilities has to be used. This paper presents the experience of department “Communication technique and technology” at the TU-Varna in improving the facilities and upgrading the educational process. The aim of the proposed project is to implement a modern integrated research complex for a comprehensive study of telecommunication networks.

Глобализацията в инженерното образование и динамичното развитие на технологиите изискват модернизирание на обучението с цел създаване на високо конкурентни и квалифицирани специалисти на световния пазар на труда. За да се отговори на тези изисквания, трябва да се използва нов подход в учебния процес и лабораторната база. Настоящата статия представя опита на катедра „Комуникационна техника и технологии“ към ТУ-Варна за подобряване на материалната база и надграждане на учебния процес. Целта на предлагания проект е внедряване на модерен интегриран изследователски комплекс за цялостно изследване на телекомуникационните мрежи.

Иванов М., Костадинова С, Димова Р., Разработване на среда за симулация на интелигентни енергийни мрежи, *Известия на съюза на учените Варна, серия „Технически науки“* 2, , стр. 24-29, 2011. ISSN 1310-5833

## **РАЗРАБОТВАНЕ НА СРЕДА ЗА СИМУЛАЦИЯ НА ИНТЕЛИГЕНТНИ ЕНЕРГИЙНИ МРЕЖИ**

Мартин Иванов, Стела Костадинова, Розалина Димова

Innovation in network architectures, control mechanisms and management algorithms are proposed for future implementation of smart grids. In order to assess their impact on the overall system, a simulation approach is needed that includes not only the communication but also power grid field. This report is a proposal to build an integrated simulation environment, covering the service requirements of the energy transfer and distribution.

Иновации в областите на мрежовите архитектури, контролните механизми и алгоритмите за управление се предлагат за реализация на бъдещите интелигентни енергийни мрежи. За да се оцени тяхното въздействие върху цялостната система е нужен симулационен подход, който обхваща не само комуникационната, но и електроенергийната област. В

този доклад е представено предложение за изграждане на интегрирана симулационна среда, покриваща изискванията за обслужването на енергопребора и разпределението.

Atanasov I., E. Pencheva, R. Dimova, S. Kostadinova, Study On Access Network Discovery and Selection Based on User Profile in EPS, 3-ти международен научен конгрес на ТУ Варна -10.2012, ISBN 978-954-20-0551-3 vol.2, pp. 94-100, 2012

## **STUDY ON ACCESS NETWORK DISCOVERY AND SELECTION BASED ON USER PROFILE IN EPS**

Ivaylo Atanasov, Evelina Pencheva, Rozalina Dimova, Stela Kostadinova

**Abstract:** The paper investigates a user profile based extension of access network discovery and selection in the Evolved Packet System (EPS). Access Network Discovery and Selection Function (ANDSF) enables the network operator to control how users and their devices prioritize between different access technologies if several non-3GPP access networks are available. ANDSF may interact with the home subscriber repository, where user data are stored to provide subscription based decisions. Generic ANDSF interworking functions are identified. Signaling procedures are designed and a use case is considered in order to illustrate the usage of the proposed extended functionality.

Статията изследва базирано на потребителски профил разширение за откриване и избор на мрежа за достъп в Evolved Packet System (EPS). Функцията за откриване и избор на мрежа за достъп (ANDSF) позволява на мрежовия оператор да контролира как потребителите и техните устройства дават приоритет между различни технологии за достъп, ако са налични няколко мрежи за достъп, различни от 3GPP. ANDSF може да взаимодейства с хранилището на домашни абонати, където се съхраняват потребителски данни, за да предоставят решения, базирани на абонамент. Идентифицирани са общи функции за взаимодействие на ANDSF. Разработени са процедури за сигнализиране и се разглежда случай на употреба, за да се илюстрира използването на предложената разширена функционалност.

Georgi Stoyanov, Borislav Naidenov, Stela Kostadinova, Using of mobile platforms for sensor nodes in Biomedical Wireless Sensor Networks, . *ICEST* 2015, pp 22-25., 2015

## **USING OF MOBILE PLATFORMS FOR SENSOR NODES IN BIOMEDICAL WIRELESS SENSOR NETWORKS**

Georgi Stoyanov , Borislav Naidenov , Stela Kostadinova

The rapid pace of technological advances in recent years has enabled a significant evolution and deployment of Biomedical Wireless Sensor Networks (BWSN) which have the important impact nowadays. Related technologies have variety of applications, and they are key enabling technologies of IoT (Internet of Things) in the field of e-health. IoT solutions, based on different

mobile platforms, offering cost efficiency, flexibility and simplicity of development, can be used in BWSNs as sensor nodes or gateways. The current paper aims to summarize the challenges related with the collection, manipulation and exploitation of the data generated by these networks, using mobile platforms as sensor nodes. The biomedical data security, the type of communication and the sensor node's software, also will be considered in terms of increasing the efficiency of data transmission in BWSNs.

Бързият темп на технологичния напредък през последните години даде възможност за значително развитие и внедряване на биомедицински безжични сензорни мрежи (BWSN), които имат важно въздействие в наши дни. Свързаните технологии имат разнообразни приложения и са ключови позволяващи технологии на IoT (Интернет на нещата) в областта на електронното здравеопазване. IoT решения, базирани на различни мобилни платформи, предлагащи ефективност на разходите, гъвкавост и простота на разработка, могат да се използват в BWSN като сензорни възли или шлюзове. Настоящият документ има за цел да обобщи предизвикателствата, свързани със събирането, манипулирането и използването на данните, генерирани от тези мрежи, като се използват мобилни платформи като сензорни възли. Сигурността на биомедицинските данни, типът комуникация и софтуерът на сензорния възел също ще бъдат разгледани от гледна точка на повишаване на ефективността на предаване на данни в BWSN.

Балабанова И., Г. Георгиев, С. Костадинова. Идентифициране на параметри на телетрафичен модел на гласови източници с приложение на ANN и ANFIS класификатори. НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ, том 54, серия 3.2 , стр.(67-72).2015, ISSN 1311-3321

### **ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ПАРАМЕТРИ НА ТЕЛЕТРАФИЧЕН МОДЕЛ НА ГЛАСОВИ ИЗТОЧНИЦИ С ПРИЛОЖЕНИЕ НА ANN И ANFIS КЛАСИФИКАТОРИ**

Ивелина Балабанова, Георги Георгиев, Стела Костадинова

Identifying the parameters of Teletraffic model of voice sources with application of ANN and ANFIS classifiers: Teletraffic model is analyzed voice sources On-Off + H / M / 1 / k tail FIFO. Simulation data have been obtained for the average downtime  $W$  in the system at different time  $t_d$  and the size of the queue  $q$  at the same intensity of receiving calls  $\lambda_l$ . There are classifiers for identifying type of downtime in the system based on artificial neural network (ANN) and adaptive fuzzy neural interface system (ANFIS). The results in training and testing classifiers have been achieved a fair recognition of the observations of the test samples.

В публикацията е създаден телетрафичен модел на гласови източници On-Off+H/M/1/k с опашка FIFO. Получени са симулационни данни за средното време за престой  $W$  в системата при различни стойности на времето  $t_d$  и размера на опашката  $q$  при една и съща интензивност на постъпване на повикванията  $\lambda_l$ . Създадени са класификатори за типово идентифициране на времето за престой в системата, базирани на изкуствена невронна мрежа (ANN) и адаптивна невронно-размита интерфейсна система (ANFIS).

Представени са резултатите при обучение и тестване на класификаторите като е постигнато коректно разпознаване на наблюденията от тестовите извадки.

Георгиев Г., И. Балабанова, С. Костадинова. Определяне принадлежността на параметри на телетрафичен модел на гласови източници посредством k-nn класификатори. *Списание „Известия на Съюза на учените - Русе”, Серия Технически науки*, Том 11, стр.(29-35) 2014, ISSN: 1311-106X

## **IDENTIFICATION PARAMETERS OF TELETRAFFIC MODEL WITH VOICE SOURCES BY K-NN CLASSIFIERS**

Georgi Georgiev, Ivelina Balabanova, Stela Kostadinova

K-nearest neighbors is a classification method, operating on the principle of referral to the monitoring group of observations from a class called k-nearest neighbors. Each class contains a number of reference values from the training samples. The most commonly used metric unit measuring the distance between the nearest neighbors is euclidean distance. If the search of k-nearest neighbors in the ratio of an unknown object have been found standards of two or more classes, the object is refers to the class containing the founded closest neighbors.

К-най-близките съседни е класификационен метод, работещ на принципа на препращане към мониторинговата група от наблюдения от клас, наречен k-най-близки съседни. Всеки клас съдържа редица референтни стойности от пробите за обучение. Най-често използваната метрична единица за измерване на разстоянието между най-близките съседни е евклидовото разстояние. Ако при търсенето на k-най-близки съседни в съотношението на неизвестен обект са намерени стандарти от два или повече класа, обектът се отнася до класа, съдържащ откритите най-близки съседни.

Балабанова И, Г. Георгиев, С. Костадинова, Компютърно моделиране и интегриране в WEB базирано приложение на цифрови IIR филтри с LabVIEW и изкуствени невронни мрежи, *.55-Научна конференция РУССУ 16, Русе, 2016. (235-245)стр.*, "THE BEST PAPER", Кристален приз

## **COMPUTER MODELING AND INTEGRATION INTO THE WEB-BASED APPLICATION OF DIGITAL IIR FILTERS WITH LABVIEW AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

Ивелина Балабанова, Георги Георгиев, Стела Костадинова

IIR filters are modeled with use of various approximations using the software product LabVIEW. The developed in LabVIEW virtual instrument is integrated for a remote access, visualization and management in the global Internet network in interactive WEB-based application. The artificial neural networks are trained imitating modeled filter types in an environment of MATLAB. The results in network validation and testing were introduced as quality indicators defining the extent of proper training and the ability of networks to successfully modeling digital filters.



В публикацията е извършено моделиране на рекурсивни цифрови филтри с приложение на различни видове апроксимации в продукта LabVIEW. Разработеният виртуален инструмент за проектиране, изследване и анализ на характеристиките на цифрови филтри е интегриран в WEB базирано приложение за отдалечен достъп, визуализация и управление през глобалната мрежа Интернет. Обучени са изкуствени невронни мрежи с обратно разпространение на грешката, имитиращи моделираните типове филтри в среда на MATLAB. Постигнатите резултати при филтърно моделиране с помощта изкуствени невронни мрежи с обратно разпространение на грешката показват добра и неотстъпваща спрямо други използвани типове мрежи изчислителна ефективност.

Balabanova I., G. Georgiev, S. Kostadinova, Modeling of Digital Filters by LabVIEW WEB Application for Education in Telecommunications., *Booklet of the 56-th Science Conference of Ruse University, Bulgaria, 2017*.FRI-2G.302-1-CSNT-01, p.(92-96), Награда: „THE BEST PAPER“, Crystal Prize` 17

### **MODELING OF DIGITAL FILTERS BY LABVIEW WEB APPLICATION FOR EDUCATION IN TELECOMMUNICATIONS**

Ивелина Балабанова, Георги Георгиев, Стела Костадинова

This paper provides an opportunity for students to perform computer modeling, research and analysis of digital IIR and FIR filters. In an environment of LabVIEW product are developed virtual applications with interactive, intuitive, accessible and understandable graphical user interface, modeling IIR Comb - Peaking and Notching filters; Optimal FIR filters implemented by Parks-McClellan and Remez algorithms; IIR (Butterworth, Chebyshev, Inverse Chebyshev and Elliptic) and FIR (Kaiser-Window, Dophth-Chebyshev Window and Equi-Ripple) filters. By integrating relevant virtual instrument for analysis of IIR and FIR filters in HTML document is created WEB-based application for remote access, visualization and its management. Through the global network Internet users can explore and analyze the overall behavior of the modeled filters, and assess the impact of set parameters on filter characteristics, respectively Magnitude response, Phase response, Impulse response, Step response, Group delay and Pole-Zero plot. In this way students can learn, illustrate and compare different methods, algorithms and mathematical models for modeling digital IIR and FIR filters.

Доклада запознава обучаемите с възможността за компютърно моделиране, изследване и анализ на цифрови IIR и FIR филтри. В LabVIEW са създадени виртуални приложения с интерактивен, интуитивен, достъпен и разбираем графичен потребителски интерфейс, моделиращи IIR Comb - Peaking и Notching; Оптимални FIR филтри, реализирани с алгоритми на Parks-McClellan и Remez алгоритми; IIR (Butterworth, Chebyshev, Inverse Chebyshev и Elliptic) и FIR (Kaiser-Window, Dophth-Chebyshev Window и Equi-Ripple) филтри. Направено е внедряване на инструмента в структурата на HTML модул като по този начин се създава WEB-базирано приложение за отдалечен достъп, визуализация и управление. Чрез Интернет потребителите могат да оценят въздействието на параметри при

проектиране върху амплитудния спектър, ФЧХ, импулсия отговор, стъпковата реакция, груповото закъснение и полюсно-нулевата диаграма

Балабанова И., Г. Георгиев, С. Костадинова. Идентифициране на сигнали с насложени шумове с приложение на дискриминантен анализ. *Booklet of the 56-th Science Conference of Ruse University*, Volume 56, book 3.2, pp.9-14, FRI-2G.302-1-CSNT-01, Bulgaria, 2017

## **IDENTIFICATION OF SIGNALS WITH SUPERPOSED NOISES BY APPLICATION OF DISCRIMINANT ANALYSIS**

Ивелина Балабанова, Георги Георгиев, Стела Костадинова

In this paper explores the possibility of using the apparatus of the discriminant analysis in identifying signals with superposed noises. For this purpose of the study, simulated sinusoidal and rectangular signals with the appearance of unwanted lateral Periodic Random and Inverse F noises. Signals are processed through Fourier Fast Transformation with the generation and processing processes being performed in LabVIEW. An analysis of Q-Q probability diagrams of data for linear types of discriminant classifiers was made on the correctness of the method's applicability. Undesirable lateral Periodic Random and Inverse F noises. Linear models were developed to identify untreated and processed signals in MATLAB environment. Procedural test steps with the technical approaches resubstitution and cross-validation were conducted to assess the quality of the models. The most appropriate discriminant classifiers for noise analysis of signals with sinusoidal and rectangular shapes are synthesized.

В доклада е изследвана възможността за приложение на апарата на дискриминантния анализ при идентифициране на сигнали с насложени шумове. За целта на изследването са симулирани синусоидална и правоъгълни сигнали с поява на нежелани странични Periodic Random и Inverse F смущения. Сигналите са обработени чрез бързо преобразования на Фурие като процесите на генериране и обработка са проведени в продукта LabVIEW. Направен е анализ на Q-Q вероятностни диаграми на данните за линейни типове дискриминантни класификатори относно коректността на приложимост на метода. Създадени са линейни модели за идентификация на необработените и обработени сигнали в MATLAB среда. За оценка на качеството на моделите са проведени процедурни тестови стъпки с техническите подходи ресубституция и крос-валидиране. Синтезирани са най-подходящи дискриминантни класификатори за анализ на шумове към сигнали със синусоидална и правоъгълна форми.

Balabanova I., Georgiev G, Kostadinova S., "Signal Analysis with Application of k-Nearest Neighbors Method". *Proceedings of 54th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST)*, 27 – 29 June, Ohrid, North Macedonia, Issue 1, pp. 146-149, 2019. ISSN: 2603-3267

## **SIGNAL ANALYSIS WITH APPLICATION OF K-NEAREST NEIGHBORS METHOD**

Ивелина Балабанова, Георги Георгиев, Стела Костадинова

The paper presents the results of synthesizing kNearest Neighbors (k-NN) models for identification the presence of noises. Signals with Gaussian White and Periodic Random noises are analyzed. The models are evaluated by resubstitution and cross-validation procedures. Classifiers at Euclidean, Minkowski, Cityblock and Chebychev metric distances are examined. Classification model with 97.375% accuracy, parameter  $k = 5$  and Minkowski distance is selected.

Статията представя резултатите от синтезирането на k-NN модели за идентифициране на наличието на шумове. Анализират се сигнали с гаусови бели и периодични случайни шумове. Моделите се оценяват чрез процедури за повторно заместване и кръстосано валидиране. Разгледани са класификатори на метрични разстояния на Евклид, Минковски, Ситиблок и Чебичев. Избран е класификационен модел с 97,375% точност, параметър  $k = 5$  и разстояние на Минковски.