



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE  
Fakulta riadenia a informatiky

# Témy dizertačných prác

pre akademický rok 2020/2021

## Doktorandské štúdium

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:** denná/externá

# Obsah

Kontrola pravopisu v slovenskom texte pomocou umelej inteligencie.....	3
Detekcia phishingu vo webových stránkach.....	5
Detection of phishing web pages.....	7
Data miningové metódy pre získavanie interpretovateľných znalostí z údajov.....	9
Data mining methods for interpretable knowledge discovery in data.....	11
Distribučný informačný systém s asynchrónnou aktualizáciou dát.....	13
Vývoj a aplikácia techník pre podporu rozhodovania vo vzdelávacích nástrojoch.....	15
2D a 3D vizualizácia s využitím fyzikálnych herných prostredí.....	17
Spracovanie dát metódami umelej inteligencie.....	19
Analytické spracovanie dát v inteligentných systémoch.....	21
Vyhodnocovanie kvality počítačového modelu ľudského tela.....	23
Analýza spoľahlivosti založená na minimálnych rezoch.....	25
Podpora riadenia prevádzky železničných dopravných uzlov v reálnom čase s využitím simulačných modelov.....	27
Teória a aplikácie párových ansamblových modelov.....	29
Vyhodnotenie bezpečnostných rizík využitím sieťových štatistík.....	30
Systém automatizovaného zberu informačných aktív a ich hodnotenia.....	31
Vývoj informačných systémov virtualizovaných laboratórií.....	33
Služba bezpečnosti v distribuovaných sieťových systémoch.....	35
Systémy zberu energie z prostredia.....	37
Strojové učenie pre správanie sa buniek v toku krvi.....	39
Analýza spoľahlivosti a rizík zložitých systémov.....	41
Analýza spoľahlivosti a rizík v medicíne.....	43
Analytické spracovanie dát.....	45
Dátovo založené modelovanie a optimalizácia pre obslužné systémy.....	47
Vysvetliteľné rozpoznávanie vzorov.....	49
Rozpoznávanie impulznými neurónovými sieťami.....	51
Vývoj a aplikácia modelov pre dynamiku krvných buniek.....	54
Strojové učenie na navrhovanie záchranných systémov evolučnými metaheuristikami.....	57
Strojové učenie na dimenzovanie obslužných systémov evolučnými metaheuristikami.....	59
Metódy automatického škálovania systémov pre intenzívne výpočty cloudových aplikácií na báze mikroslužieb.....	61
Manažovanie a optimalizácia vysokovýkonných systémov s ohľadom na zelené počítanie.....	63
Paralelné prístupy k neurónovým sieťam hlbokého učenia.....	65

Téma dizertačnej práce

# Kontrola pravopisu v slovenskom texte pomocou umelej inteligencie

Školiteľ: **doc. Ing. Emil Kršák, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

Ľudia často robia pri písaní chyby a súčasné korektory ich nie vždy správne identifikujú a opravajú. Mnohé textové editory kontrolujú väčšinou pravopis pomocou slovníkov, kde sa hľadá iba jedno slovo a neuvažuje sa kontext celej vety. Tak je to aj v prípade textového editoru Word alebo Libre Office pre slovenský jazyk, hoci pre anglický alebo český jazyk existuje už aj rozšírená kontrola. Jedným z možných riešení tejto úlohy je implementácia pravidiel slovenského pravopisu spolu s výnimkami. Takéto riešenie ponúka aj nástroj LanguageTool, ktorý je k dispozícii tiež v slovenčine. Nedokáže však odhaliť všetky možné chyby v slovenskom jazyku. Iným riešením úlohy je využitie umelej inteligencie, napr. hlbokých neurónových sietí, prípadne kombinácie manuálnej a automatickej kontroly. Cieľom tejto dizertačnej práce bude preskúmať existujúce a navrhnúť nové algoritmy umožňujúce kontrolu pravopisných chýb v slovenskom texte.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Nové algoritmy umožňujúce kontrolu vybraných pravopisných chýb v slovenskom texte s využitím možností umelej inteligencie.

**Odporúčané metódy:**

- analýza možností algoritmov umelej inteligencie vhodných v oblasti spracovania prirodzeného jazyka so zameraním sa na kontroly pravopisu,
- návrh algoritmov na kontrolu pravopisných chýb v slovenčine,
- overenie algoritmov na veľkej vzorke dát.

Informácie o výskume

**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Problematika kontroly pravopisu je v súčasnosti aktuálna téma. Je využiteľná vo viacerých projektoch prebiehajúcich na Katedre softvérových technológií:

GTN - dispečerské riadenie železníc a elektronická dopravná dokumentácia,  
Horizon 2020, Shift2Rail, X2Rail-1 WP4: ATO over ETCS,  
CEX IDS II. - Centrum excelencie pre Inteligentné dopravné systémy,  
IT Akadémia.

**Doterajšie výsledky:**

1. Data collection for natural language processing systems / Patrik Hrkút, Štefan Toth, Michal Ďuračík, Matej Meško, Emil Kršák, Miroslava Mikušová. In: 12th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems [in print]
2. Automatic restoration of diacritics based on word n-grams for Slovak texts [Rekonštrukcia diakritiky v slovenských textoch založená na n-gramoch] / Štefan Toth, Emanuel Zaymus, Patrik Hrkút, Michal Ďuračík, Matej Meško. In: IEEE 15th International Scientific Conference on Informatics [print] : proceedings. - 1. vyd. - New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019. - ISBN 978-1-7281-3178-8. - s. 429-434 [print]
3. Minutovka – a word typing game for obtaining typos and other data. / Štefan Toth, Michal Ďuračík, Patrik Hrkút. In: Journal of information, control and management systems [in print]
4. Unsupervised Spelling Correction for Slovak / Daniel Hladek, Jan Stas, Jozef Juhar. In: Advances in Electrical and Electronic Engineering. Volume 11, Number 5, 2013
5. Sequence to Sequence Convolutional Neural Network for Automatic Spelling Correction / Daniel Hládek, Matúš Pleva, Ján Staš. In: The 2019 Conference on Computational Linguistics and Speech Processing ROCLING 2019, pp. 102-11

Téma dizertačnej práce

## Detekcia phishingu vo webových stránkach

Školiteľ: doc. Ing. Ján Boháčik, PhD.

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

V súčasnosti existujú na internete milióny phishingových webových stránok, ktoré vedú k strate osobných informácií, platobných a iných údajov používateľov. Vyvíjajú sa preto rôzne spôsoby na ich detekciu, ako sú napríklad metódy založené na algoritmoch strojového učenia. Niektoré z nich sú čiernou skrinkou poskytujúcou iba detekciu a iné nám poskytujú aj interpretovateľné znalosti.

Cieľom projektu je navrhnúť nové alebo vylepšené metódy pre detekciu phishingových webových stránok a implementovať k tomu softvérový nástroj. Pri vývoji bude dôležité otestovať presnosť detekcie phishingových webových stránok.

Predložené metódy budú overené na dostupných alebo zozbieraných údajoch o legitímnych a phishingových webových stránkach.

### Predpokladaný vedecký prínos:

Vývoj nových metód a algoritmov na detekciu phishingových webových stránok. Tiež sa prispeje k pochopeniu vlastností phishingových webových stránok a k podpore rozhodovania používateľov pri využívaní jednotlivých navštívených stránok.

### Odporúčané metódy:

- štúdium dostupnej literatúry,
- implementovanie známych postupov pre detekciu phishingových webových stránok,
- vývoj nových alebo vylepšených algoritmov na základe dostupných alebo zozbieraných údajoch o legitímnych a phishingových webových stránkach,
- testovanie presnosti detekcie.

Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

### Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Vo väzbe na výskumné projekty prebiehajúce na Katedre informatiky.

**Doterajšie výsledky:**

V rámci riešených úloh bol zahájený výskum a vývoj v oblasti algoritmov pre detekciu phishingu [1]. Implementuje sa softvérový nástroj poskytujúci novátorské algoritmy strojového učenia [2], [3], [4].

1. J. Boháčik, A. Fuchs, M. Benedikovič, "Detecting compromised accounts on the Pokec online social network," in International Conference on Information and Digital Technologies, IEEE, 2017, Slovensko, pp. 56-60
2. J. Boháčik, D. N. Davis, "Fuzzy rule-based system applied to risk estimation of cardiovascular patients," Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing, vol. 20, no. 5-6, 2013, pp. 445-466
3. J. Boháčik, "Discovering fuzzy rules in databases with linguistic variable elimination," Neural Network World, vol. 20, no. 1, 2010, pp. 45-61
4. J. Boháčik, M. Záborský, "Fuzzy Rule Miner: A software library used in project based teaching of topics related to knowledge discovery in databases", in IEEE 16th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, IEEE, Slovensko, 2018, pp. 75-80

Téma dizertačnej práce

## Detection of phishing web pages

Školiteľ: **doc. Ing. Ján Boháčik, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

Currently there are millions of web pages on the internet which lead to giving away the personal information, payment and other data of their users. Because of that, various ways of their detection such as methods based on the machine learning algorithms are being developed. Some of them are black boxes providing only detection while others also provide us with interpretable knowledge.

The goal of the project is to design new or improved methods for the detection of phishing web pages and to implement a related software tool. During the development of the methods, it will be important to test the accuracy of the detection of phishing web pages.

The proposed methods will be validated on available or collected data about legitimate and phishing web pages.

### Predpokladaný vedecký prínos:

Development of new methods and algorithms for the detection of phishing web pages. Experts will also be helped with understanding the properties of phishing web pages and the decision-making of users during their use of particular visited pages will be improved as well.

### Odporúčané metódy:

- study of available literature,
- implementation of known techniques for the detection of phishing web pages,
- development of new or improved algorithms on the basis of available or collected data about legitimate and phishing web pages,
- testing of the detection accuracy.

Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

### Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

In connection with research projects running at the Department of Informatics.

**Doterajšie výsledky:**

Research and development in the area of algorithms for the detection of phishing has been started within solved tasks [1]. A software tool providing cutting-edge machine learning algorithms is being implemented [2], [3], [4]

[1] J. Boháčik, A. Fuchs, M. Benedikovič, "Detecting compromised accounts on the Pokec online social network," in International Conference on Information and Digital Technologies, IEEE, 2017, Slovakia, pp. 56-60

[2] J. Boháčik, D. N. Davis, "Fuzzy rule-based system applied to risk estimation of cardiovascular patients," Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing, vol. 20, no. 5-6, 2013, pp. 445-466

[3] J. Boháčik, "Discovering fuzzy rules in databases with linguistic variable elimination," Neural Network World, vol. 20, no. 1, 2010, pp. 45-61

[4] J. Boháčik, M. Zábovský, "Fuzzy Rule Miner: A software library used in project based teaching of topics related to knowledge discovery in databases", in IEEE 16th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, IEEE, Slovakia, 2018, pp. 75-80



Téma dizertačnej práce

# Data miningové metódy pre získavanie interpretovateľných znalostí z údajov

Školiteľ: **doc. Ing. Ján Boháčik, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

V súčasnosti zbiera mnoho organizácií vo svojich informačných systémoch veľké množstvo údajov. Tieto sa však často nedajú priamo využívať na automatizovanú inteligentnú podporu rozhodovania. Vyžadované sú znalosti, ktoré možno získať pomocou data miningu a procesu získavania znalostí z údajov. Ľudskému uvažovaniu blízka reprezentácia znalostí má podobu pravidiel. Zahnutím neurčitostí z reálneho sveta pomocou princípov fuzzy logiky vzniká pojem fuzzy pravidiel.

Cieľom projektu je navrhnúť nové alebo vylepšené metódy pre nájdenie vysoko interpretovateľnej skupiny fuzzy pravidiel zo stanovených údajov a implementovať k tomu softvérový nástroj. Interpretovateľnosť sa posudzuje čitateľnosťou pre experta. Pri vývoji metód bude dôležité otestovať presnosť nájdených fuzzy pravidiel pri nasadení na podporu rozhodovania.

Predložená metóda bude overená na dostupných údajoch ako sú napríklad medicínske údaje o pacientoch so srdcovou chorobou.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Vývoj nových metód a algoritmov pre získavanie interpretovateľných znalostí z údajov špecifických pre stanovenú doménu. Tiež sa prispeje expertom k lepšiemu pochopeniu vzájomných vzťahov medzi rôznymi vstupnými údajmi v podobe prirodzenej pre človeka a k presnejšej podpore ich rozhodovania.

**Odporúčané metódy:**

- rozbor dostupnej literatúry,
- využitie existujúcich algoritmov pre vytváranie a nasadenie fuzzy pravidiel,
- vývoj nových alebo vylepšených algoritmov pre špecifické údaje zo stanovenej domény,
- testovanie dosiahnutej presnosti a interpretovateľnosti.

Informácie o výskume

**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Vo väzbe na výskumné projekty prebiehajúce na Katedre informatiky.

**Doterajšie výsledky:**

Zahájený bol vývoj softvérového nástroja s algoritmami na vytváranie a používanie fuzzy pravidiel z údajov [1], [2], [5]. Umožnené je reprezentovanie znalostí v podobe blízkej ľudskému uvažovaniu a ich využitie pri podpore rozhodovania. Príkladom nasadenia je odhad rizika nepriaznivej udalosti pri monitorovaných pacientoch [3], [4].

1. J. Boháčik, "Discovering fuzzy rules in databases with linguistic variable elimination," *Neural Network World*, vol. 20, no. 1, 2010, pp. 45-61.
2. J. Boháčik, D. N. Davis, "Fuzzy rule-based system applied to risk estimation of cardiovascular patients," *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, vol. 20, no. 5-6, 2013, pp. 445-466.
3. J. Boháčik, C. Kambhampati, D. N. Davis, J. G. F. Cleland, "Use of cumulative information estimations for risk assessment of heart failure patients," in *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, IEEE, 2014, Čína, pp. 1402-1407.
4. J. Boháčik, M. Zábovský, "Dissimilarity measure for comparison of fuzzified instances and its application in a fuzzy rule-based system for heart failure domain," in *IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics*, IEEE, Slovensko, 2016, pp. 339-344.
5. J. Boháčik, M. Zábovský, "Fuzzy Rule Miner: A software library used in project based teaching of topics related to knowledge discovery in databases", in *IEEE 16th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications*, IEEE, Slovensko, 2018, pp. 75-80.

Téma dizertačnej práce

## **Data mining methods for interpretable knowledge discovery in data**

Školiteľ: **doc. Ing. Ján Boháčik, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

Many organizations collect a large amount of data in their information systems nowadays. However, these cannot often be used directly for automated and intelligent decision support. Some knowledge which can be discovered through data mining and the process of knowledge discovery in data is required. A knowledge representation close to human thinking has the form of rules. The inclusion of uncertainties from the real world using the notions of fuzzy logic leads to the concept of fuzzy rules.

The goal of the project is to design new or improved methods for finding a highly interpretable group of fuzzy rules in specified data and to implement a related software tool. The interpretability is judged by readability for the expert. During the development of the methods, it will be important to test the accuracy of found fuzzy rules in deployed decision support.

The proposed methods will be validated on available data such as medical data about patients with heart disease.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Development of new methods and algorithms for the discovery of interpretable knowledge in domain-specific data. Experts will also be helped with understanding the interrelationships among various input data in a way natural for humans and with supporting their decision making more precisely.

**Odporúčané metódy:**

- analysis of available literature,
- use of existing algorithms for the creation and deployment of fuzzy rules,
- development of new or improved algorithms for specific data from a defined domain,
- testing of achieved accuracy and interpretability.

Informácie o výskume

**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

In connection with research projects running at the Department of Informatics.

**Doterajšie výsledky:**

The development of a software tool with algorithms for the creation and use of fuzzy rules has been started [1], [2], [5]. It is possible to represent knowledge in a form close to human thinking and to use it for decision support. An example of deployment is the risk estimation of malignant events for monitored patients [3], [4].

[1] J. Boháčik, "Discovering fuzzy rules in databases with linguistic variable elimination," *Neural Network World*, vol. 20, no. 1, 2010, pp. 45-61

[2] J. Boháčik, D. N. Davis, "Fuzzy rule-based system applied to risk estimation of cardiovascular patients," *Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing*, vol. 20, no. 5-6, 2013, pp. 445-466

[3] J. Boháčik, C. Kambhampati, D. N. Davis, J. G. F. Cleland, "Use of cumulative information estimations for risk assessment of heart failure patients," in *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, IEEE, 2014, China, pp. 1402-1407

[4] J. Boháčik, M. Zábovský, "Dissimilarity measure for comparison of fuzzified instances and its application in a fuzzy rule-based system for heart failure domain," in *IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics*, IEEE, 2016, Slovakia, pp. 339-344

[5] J. Boháčik, M. Zábovský, "Fuzzy Rule Miner: A software library used in project based teaching of topics related to knowledge discovery in databases", in *IEEE 16th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications*, IEEE, Slovakia, 2018, pp. 75-80

Téma dizertačnej práce

## **Distribuovaný informačný systém s asynchrónnou aktualizáciou dát**

Školiteľ: **doc. Ing. Ján Janech, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

Väčšina informačných systémov (IS) v súčasnosti pracuje na princípe synchronnej aktualizácie dát. Znamená to, že používateľ je prostredníctvom IS stále pripojený k dátovému zdroju. Všetky zmeny, ktoré vykoná, sa preto okamžite premietnu do dát zdieľaných s ostatnými používateľmi.

Synchronna aktualizácia dát má jednu veľkú nevýhodu – nutnosť stáleho pripojenia k serveru pomocou počítačovej siete. Počítačové systémy sa však stále viac a viac orientujú na mobilitu. IS s asynchrónnou aktualizáciou dát umožňujú prácu v tzv. offline režime. Používateľ môže pracovať ako dlho potrebuje a aktualizovať dáta len vtedy, keď je to z jeho pohľadu možné. Architektúra takéhoto IS a princíp práce vďaka tomu pripomínajú systémy na správu verzií.

IS s asynchrónnou aktualizáciou dát vyžadujú riešenie troch výskumných problémov:

- ukladanie verziovaných dát. Aby bola možná aktualizácia dát na klientovi, musí vedieť centrálné úložisko vrátiť zoznam zmien od poslednej aktualizácie. Cieľom tejto výskumnej úlohy je preto navrhnutie optimálneho spôsobu ukladania dát prostredníctvom konceptov verziovaných a temporálnych databáz tak, aby bolo centrálné úložisko schopné jednoducho a v čo najkratšom čase vrátiť zoznam zmien.

- možnosť verziovania dát podľa platného času. V súčasnosti vyžaduje navrhnutá architektúra verziovať dáta podľa transakčného času. Ak by používateľ chcel sám nastavovať platnosť objektov, vznikajú komplikácie v podobe ďalších typov konfliktov, veľkého objemu spravovaných dát a podobne. Cieľom tejto výskumnej úlohy je identifikovať problémy verziovania dát podľa platného času a navrhnuť uch riešenie.

- možnosť vetvenia zmien v dátach. Navrhnutá architektúra je čiastočne pripravená aj na možnosť vytvárania rôznych vetiev, v ktorých by mohli používatelia zapracovávať zmeny nezávisle na sebe a následne podľa potreby tieto vetvy spájať. Cieľom tejto úlohy výskumnej je navrhnuť spôsoby ukladania dát vo vetvách tak, aby bola práca s nimi efektívna a používateľsky prijateľná.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Výsledkom riešenia výskumu v oblasti je návrh nového architektonického vzoru vrátane návrhu algoritmov potrebných pri jeho implementácii.

**Odporúčané metódy:**

- návrh algoritmov a údajových štruktúr,
- experimentálne overenie.

**Informácie o výskume****Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

2009120045-91-CLaO-2-10484 Vývoja a redizajn architektúry systému IS ZONA - Zostava nákrešného cestovného poriadku

**Doterajšie výsledky:**

Habilitačná práca:

Janech, Ján: Informačné systémy s asynchrónnou aktualizáciou dát, Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta riadenia a informatiky, máj 2014

Projekty:

1. Pokračovanie vývoja IS ZONA (2008). 2/2008/FRI/PČ/190
2. Vývoj a redizajn architektúry systému IS ZONA – Zostava nákrešného cestovného poriadku (2010 – 2013). 2009120045-91-CLaO-2-10484
3. KANGO – Návrh a realizácia algoritmov komplexného systému návrhu grafikonu železničnej dopravy online (2012). 1012012/FRI/R/1
4. Projekt rozvoja DČ projektu IS KANGO spolufinancovaného z fondov EU (2014). 2/2014/FRI/R/190

Publikácie:

1. Janech, Ján ; Kršák, Emil ; Meško, Matej: A new architectural design pattern of distributed information systems with asynchronous data actualization. In: Proceedings of the 2015 federated conference on Software development and object technologies. Cham: Springer, 2017. ISBN 978-3-319-46534-0
2. Bachratý, Hynek; Janech, Ján; Ružbarský, Ján: EDYN – New Software for Timetable Construction for Slovak Railways. In: EURO-ŽEL 2014: 22nd international symposium "Recent challenges for European railways". Žilina, Jún 2014. ISBN 978-80-263-0700-6
3. Meško, Matej: Brief description of software architecture design patterns. In: Software Development and Object Technologies 2013. Jihlava. ČR: knihovnicka.cz, November 2013. ISBN 978-80-86847-66-5
4. Šotek, Karel; Kršák, Emil; Bachratý, Hynek ; Tavač, Viliam: New Trends of Zona IS in Environment of Slovak Railways. In: EURO-ŽEL 2011: Recent Challenges for European Railways. Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, Jún 2011. ISBN 978-80-263-0003-8
5. Šotek, Karel; Bachratý, Hynek; Kršák, Emil: Nové trendy v IS ZONA v prostredí železnice na Slovensku. In: Doprava: ekonomicko-technická revue. 2010. vol.52, no 6. ISSN 0012-5520
6. Šotek, Karel a kol.: Tvorba jízdního řádu na železnici s využitím výpočetní techniky. Pardubice, ČR : Univerzita Pardubice, November 2008. ISBN 978-80-7395-137-5

Téma dizertačnej práce

## Vývoj a aplikácia techník pre podporu rozhodovania vo vzdelávacích nástrojoch

Školiteľ: doc. Ing. Jozef Kostolný, PhD.

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

Moderné vzdelávanie si vyžaduje neustály proces zlepšovania spôsobov výučby a používaných nástrojov. Cieľom dizertačnej práce je vývoj a algoritmov na podporu rozhodovania do interaktívneho softvéru pre vzdelávanie žiakov na prvom stupni základných škôl umožňujúceho hravou formou pritiahnúť žiakov k riešeniu domácich školských úloh. Efekt spočíva v podpore snahy žiakov riešiť úlohy opakovane a samostatne. Aplikácia modulov hĺbkovej analýzy a algoritmov pre podporu riadenia umožní z uložených informácií v databáze vo vytvorenom systéme získať navonok skryté a užitočné závislosti, obsiahnuté v odpovediach žiakov. Tieto závislosti môžu byť užitočné práve pri identifikovaní kritických nedostatkov pri procese výučby a umožní efektívnejšie identifikovať slabšie vysvetlené alebo pochopené učivo. Aktuálny stav vývoja systému je možné pozrieť: <http://fra207d.fri.uniza.sk:10080/ivp>

### Predpokladaný vedecký prínos:

Práca obsahuje teoretické i praktické výsledky. V rámci teoretického výskumu je cieľom získať zákonitosti, popisujúce závislosti v databázach a spoľahlivosť základných údajov vo vzdelávaní. V rámci praktického výskumu je cieľom práce formalizácia získaných matematických zákonitostí v tvare konkrétnych aplikačných metodík umelej inteligencie a ich realizácia vo forme softvérového produktu (vývoj nových modulov systému: štatistické nástroje, grafické prvky pre podporu rozhodovania vo vzdelávaní).

### Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu problému,
- návrh použiteľných techník pre podporu rozhodovania,
- vývoj a hodnotenie nových algoritmov navrhnutých pre systém,
- experimentálna validácia navrhnutých techník a vyvinutých algoritmov.

Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Téma bude riešená v rámci aktuálne prebiehajúcich projektoch Katedry informatiky.

**Doterajšie výsledky:**

1. AFD: Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvaššay, M., Kostolný, J.: Educational portal with Data Mining support for pupils of primary schools, In: Digital technologies: proceedings of the ninth international conference, Žilina, Slovakia, May 29-31, 2013, IEEE
2. AFD: Levashenko, V., Zaitseva, E., Kostolný, J., Kvaššay, M.: Educational portal with data mining support based on modern technologies, In: ICETA 2015 : 13th IEEE international conference on Emerging eLearning technologies and applications, Starý Smokovec, Slovakia, November 26-27, 2015, IEEE
3. AFD: Kostolný, J., Boháčik, J.: Digital games in education and their development, In: ICETA 2017 : 15th IEEE international conference on Emerging eLearning technologies and applications, Starý Smokovec, The High Tatras, Slovakia, October 26-27, 2017, IEEE
4. AFD: Kostolný, J., Boháčik, J., Hianik, T., Vestenický, P., Pečenár, T., Lapin, M., Application of Modern Technologies in the Creation of an Interactive Education Portal, In" ICETA 2018: 16th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, 2018, IEEE
5. AFC: Kostolný, J., Boháčik, J., Development of an Education Information Portal with Microservices, In: TELSIS 2019, 14th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications, 2019, IEEE



Téma dizertačnej práce

## 2D a 3D vizualizácia s využitím fyzikálnych herných prostredí

Školiteľ: doc. Ing. Michal Zábovský, PhD.

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

Téma dizertačnej práce sa venuje problematike vizualizácie veľkých množín dát a ich štruktúry (prepojení) s využitím známych a nových techník využívaných pri tvorbe počítačových hier. Techniky vizualizácie informácií spolu s metrikami definovanými pre špecifické dátové štruktúry a grafové reprezentácie dát môžu v podstatnej miere uľahčiť prieskum, integráciu a distribúciu dát. Uvedené činnosti sú v súčasnosti značne komplikované z dôvodu stále sa zvyšujúcej celkovej zložitosti uchováanej informácie. Prostredia pre vývoj počítačových hier však obsahujú nástroje s podporou fyzikálnych zákonitostí, ktoré môžu do značnej miery zjednodušiť celkovú vizualizáciu dát a jej prezentáciu v rôznych prostrediach pre 2D a 3D zobrazovanie.

Predpokladom vedeckého projektu je hypotéza, že problém analýzy veľkého množstva dát je možné čiastočne zjednodušiť a skvalitniť použitím vizualizačných techník tak, aby si bolo možné vytvoriť lepšiu predstavu o charaktere dát v rozsiahlej dátovej množine. Podstatnou výhodou takéhoto prístupu je priame zapojenie používateľa-analytika do procesu získavania znalostí z dát. V práci sa predpokladá využitie dvoch najrozšírenejších prostredí pre vývoj 3D hier - Unity3D a Unreal Engine.

### Predpokladaný vedecký prínos:

Vytvorenie nových algoritmov a metodológie pre interaktívne spracovanie dát s využitím metód vizualizácie dát a informácií, špecificky vizualizácie rozsiahlych sieťových štruktúr.

### Odporúčané metódy:

Cieľom dizertačnej práce je vo svojej teoreticko-analytickej časti preskúmanie súčasných možností vizualizácie informácií s ohľadom na efektívny spôsob ich prezentácie a reprezentácie v 2D a 3D. V metodicko-aplikačnej časti je cieľom vytvorenie metodiky a algoritmu, resp. skupiny algoritmov na základe výsledkov teoreticko-analytickej časti projektu s využitím vysokovýkonných výpočtových systémov a nástrojov pre tvorbu počítačových hier.

Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Univerzitný vedecký park Žilinskej univerzity v Žiline, vysokovýkonné počítačové spracovanie dát (Data intensive high performance computing)

**Doterajšie výsledky:**

1. Data analysis in public social networks [Analýza dát vo verejných sociálnych sieťach] / Takáč Luboš - Zábovský Michal. In: Present day trends of innovations 2: Part I: Trends in e-learning, new teaching technologies and quality of education, knowledge management. - Łomża: The State Higher School of Computer Science and Business Administration, 2012. - ISBN 978-83-60571-23-1. - S. 110-115
2. Radius degree layout - fast and easy graph visualization layout / Lubos Takac, Michal Zabovsky. In: Digital technologies [elektronický zdroj] : the 10th international conference: 9-11 July 2014 Žilina, Slovakia. - [S.l.]: IEEE, 2014. - ISBN 978-1-4799-3301-3. - USB kľúč, s. 349-354
3. Ontology based e-mail communication visualization / Martin Antal, Michal Zábovský. In: TRANSCOM 2013 : 10-th European conference of young research and scientific workers: Žilina, June 24-26, 2013, Slovak Republic. Section 3: Information and communication technologies. - Žilina: University of Žilina, 2013. - ISBN 978-80-554-0692-3. - S. 13-16
4. Large linked datasets analytics [Analýza rozsiahlych prepojených dátových množín] / Katarína Zábovská, Michal Zábovský. In: Present day trends of inovations. - Brno: B M InterNets, 2014. - ISBN 978-80-260-6150-2. - S. 72-79
5. Analytical approach to spatial data [Analytický prístup k priestorovým dátam] / Ľuboš Takáč - Michal Zábovský. In: Present day trends of inovations: 6th international scientific conference & international workshop: 21st-22nd May 2015, Wisła, Poland. - Łomża: Printing House of Łomża State University of Applied Sciences, 2015. - ISBN 978-83-60571-35-4. - S. 40-43
6. Exploitation of Hadoop framework for Point Cloud Geographic Data storage system / Vladimír Hanusniak ... [et al.]. In: ICDICP2015 : the fifth international conference on Digital information processing and communications : October 7-9, 2015, Sierre, Switzerland: proceedings. - [S.l.]: IEEE, 2015. - ISBN 978-1-4673-6831-5. - S. 197-200
7. Performance enhancing of storage system for cloud geographic data [Zvýšenie výkonu úložného systému pre mračná bodov geografických dát] / Marian Svalec, Lubos Takac, Michal Zabovsky. In: System of Systems Engineering Conference: 17-20 May 2015. - [S.l.]: IEEE, 2015. - ISBN 978-1-4799-7611-9. - S. 434-438
8. Different ways of system integration / Michal Joštiak, Michal Zábovský, Boris Bučko. In: ScienFIST.org [elektronický zdroj]: international journal of information technologies, engineering and management science. - ISSN 1339-9470. - Vol. 2, iss. 1 (2016), online, s. 8-11. - Popis urobený 22.7.2016. - Spôsob prístupu: [http://scienfist.org/2016/1\\_3.pdf](http://scienfist.org/2016/1_3.pdf)

Téma dizertačnej práce

## Spracovanie dát metódami umelej inteligencie

Školiteľ: **doc. Ing. Michal Zábovský, PhD., školiteľ špecialista Ing. Katarína Zábovská, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

Téma dizertačnej práce sa venuje problematike spracovania veľkých množín dát s využitím metód a algoritmov umelej inteligencie, špecificky metódami strojového učenia a hlbokého učenia. Techniky spracovania dát pomocou umelej inteligencie umožňujú vytváranie pravidiel pre spracovania dát, pričom veľké množstvo existujúcich vstupných dát je predpokladom pre nasadenie metód a algoritmov strojového učenia.

V rámci dizertačnej práce je cieľom spracovanie diagnostických dát pre potreby identifikácie internetových závislostí s využitím algoritmov strojového učenie pre ich skorú predikciu. Výstupom práce budú modely strojového učenia, špeciálne hlbokého učenia, pracujúce s veľkými množinami dát získanými zberom správania sa internetových užívateľov.

### Predpokladaný vedecký prínos:

Predpokladom vedeckého projektu je hypotéza, že problém analýzy veľkého množstva dát je možné čiastočne zjednodušiť pomocou získania pravidiel využitím algoritmov a metód strojového učenia. Podstatnou výhodou takéhoto prístupu je získanie pravidiel na základe existujúcich dát a rozhodnutí a tiež identifikácia vzorov, ktoré nie je možné identifikovať klasickým postupom analýzy dát vykonávanej užívateľom.

### Odporúčané metódy:

Vytvorenie nových modelov a metodológie pre spracovanie dát s využitím metód umelej inteligencie a strojového učenia pre spracovanie veľkých množín dát.

Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Centrum translačnej medicíny (ITMS 26220220021)

Centrum excelentnosti informatických vied a znalostných systémov (ITMS 26220120007)

Univerzitný vedecký park Žilinskej univerzity v Žiline

**Doterajšie výsledky:**

1. Data analysis in public social networks [Analýza dát vo verejných sociálnych sieťach] / Takáč Luboš - Zábovský Michal. In: Present day trends of innovations 2 : Part I: Trends in e-learning, new teaching technologies & quality of education, knowledge management. - Łomża: The State Higher School of Computer Science and Business Administration, 2012. - ISBN 978-83-60571-23-1. - S. 110-115
2. Radius degree layout - fast and easy graph visualization layout / Lubos Takac, Michal Zabovsky. In: Digital technologies [elektronický zdroj] : the 10th international conference : 9-11 July 2014 Žilina, Slovakia. - [S.l.]: IEEE, 2014. - ISBN 978-1-4799-3301-3. - USB kľúč, s. 349-354
3. Ontology based e-mail communication visualization / Martin Antal, Michal Zábovský. In: TRANSCOM 2013 : 10-th European conference of young research and scientific workers : Žilina, June 24-26, 2013, Slovak Republic. Section 3: Information and communication technologies. - Žilina: University of Žilina, 2013. - ISBN 978-80-554-0692-3. - S. 13-16
4. Large linked datasets analytics [Analýza rozsiahlych prepojených dátových množín] / Katarína Zábovská, Michal Zábovský. In: Present day trends of inovations. - Brno: B&M InterNets, 2014. - ISBN 978-80-260-6150-2. - S. 72-79
5. Analytical approach to spatial data [Analytický prístup k priestorovým dátam] / Ľuboš takáč - Michal Zábovský. In: Present day trends of inovations : 6th international scientific conference & international workshop : 21st-22nd May 2015, Wisła, Poland. - Łomża: Printing House of Łomża State University of Applied Sciences, 2015. - ISBN 978-83-60571-35-4. - S. 40-43
6. Exploitation of Hadoop framework for Point Cloud Geographic Data storage system / Vladimír Hanusniak ... [et al.]. In: ICDICP2015 : the fifth international conference on Digital information processing and communications : October 7-9, 2015, Sierre, Switzerland : proceedings. - [S.l.]: IEEE, 2015. - ISBN 978-1-4673-6831-5. - S. 197-200
7. Performance enhancing of storage system for cloud geographic data [Zvýšenie výkonu úložného systému pre mračná bodov geografických dát] / Marian Svalec, Lubos Takac, Michal Zabovsky. In: System of Systems Engineering Conference : 17-20 May 2015. - [S.l.]: IEEE, 2015. - ISBN 978-1-4799-7611-9. - S. 434-438
8. Different ways of system integration / Michal Joštiak, Michal Zábovský, Boris Bučko. In: ScienFIST.org [elektronický zdroj] : international journal of information technologies, engineering and management science. - ISSN 1339-9470. - Vol. 2, iss. 1 (2016), online, s. 8-11. - Popis urobený 22.7.2016. - Spôsob prístupu: [http://scienfist.org/2016/1\\_3.pdf](http://scienfist.org/2016/1_3.pdf)

Téma dizertačnej práce

## **Analytické spracovanie dát v inteligentných systémoch**

Školiteľ: **doc. Ing. Michal Zábovský, PhD., školiteľ špecialista Ing. Katarína Zábovská, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### **Detailnejší opis problému:**

Produkovanie množstva dát a získavanie informácií vyžaduje zdokonaľovanie existujúcich a nachádzanie nových automatických prístupov práce s dátami, ktoré treba efektívne prepojiť s človekom vytvorenými informáciami a znalosťami. Využitie digitálneho priestoru vyžaduje aj nové metódy vývoja informačných systémov s dôrazom na flexibilitu a efektívnu integráciu a interoperabilitu. Efektívna práca s dátami, získavanie informácií ako aj získavanie a manažment znalostí a ich implementácia v informačných systémoch je kľúčom k vytváraniu nových služieb, k inováciám a k hospodárskemu rastu.

Témou dizertačnej práce je problematika tvorby metód a nástrojov (vrátane organizačno-právnych) umožňujúcich vytvorenie rámca pre efektívne vytváranie a zdieľanie dát, informácií a znalostí v zameraní na legislatívu a regulačné rámce pre informačné a komunikačné technológie verejnej správy. Techniky spracovania dát smerujú k využitiu výslednej informácie v supervizovanom režime s cieľom maximálneho využitia získaných informácií a znalostí.

Cieľom práce je získanie metodológie pre efektívne využívanie informácií v integrovanom prostredí takto definovaných inteligentných systémov. V rámci práce sa predpokladá vytvorenie viacerých modelov spracovania a analýzy verejne dostupných dát, ich integrácia a vizualizácia výsledných informácií pre podporu rozhodovania.

### **Predpokladaný vedecký prínos:**

Predpokladom vedeckého projektu je pole hypotéz, kde predpokladáme prínos v oblasti získavania informácií a znalostí pri vhodnom použití metodiky spracovania dát.

### **Odporúčané metódy:**

Vytvorenie nových modelov a metodológie pre spracovanie dát s využitím v oblasti riadenia a optimalizácie inteligentného prostredia a jeho prvkov.

Informácie o výskume

### **Druh výskumu:**

aplikovaný výskum

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Centrum translačnej medicíny (ITMS 26220220021)

Centrum excelentnosti informatických vied a znalostných systémov (ITMS 26220120007)

Univerzitný vedecký park Žilinskej univerzity v Žiline

**Doterajšie výsledky:**

1. Data analysis in public social networks [Analýza dát vo verejných sociálnych sieťach] / Takáč Luboš - Zábovský Michal. In: Present day trends of innovations 2 : Part I: Trends in e-learning, new teaching technologies & quality of education, knowledge management. - Łomża: The State Higher School of Computer Science and Business Administration, 2012. - ISBN 978-83-60571-23-1. - S. 110-115
2. Radius degree layout - fast and easy graph visualization layout / Lubos Takac, Michal Zabovsky. In: Digital technologies [elektronický zdroj] : the 10th international conference : 9-11 July 2014 Žilina, Slovakia. - [S.l.]: IEEE, 2014. - ISBN 978-1-4799-3301-3. - USB kľúč, s. 349-354
3. Ontology based e-mail communication visualization / Martin Antal, Michal Zábovský. In: TRANSCOM 2013 : 10-th European conference of young research and scientific workers : Žilina, June 24-26, 2013, Slovak Republic. Section 3: Information and communication technologies. - Žilina: University of Žilina, 2013. - ISBN 978-80-554-0692-3. - S. 13-16
4. Large linked datasets analytics [Analýza rozsiahlych prepojených dátových množín] / Katarína Zábovská, Michal Zábovský. In: Present day trends of inovations. - Brno: B&M InterNets, 2014. - ISBN 978-80-260-6150-2. - S. 72-79
5. Analytical approach to spatial data [Analytický prístup k priestorovým dátam] / Ľuboš takáč - Michal Zábovský. In: Present day trends of inovations : 6th international scientific conference & international workshop : 21st-22nd May 2015, Wisła, Poland. - Łomża: Printing House of Łomża State University of Applied Sciences, 2015. - ISBN 978-83-60571-35-4. - S. 40-43
6. Exploitation of Hadoop framework for Point Cloud Geographic Data storage system / Vladimír Hanusniak ... [et al.]. In: ICDICP2015 : the fifth international conference on Digital information processing and communications : October 7-9, 2015, Sierre, Switzerland : proceedings. - [S.l.]: IEEE, 2015. - ISBN 978-1-4673-6831-5. - S. 197-200
7. Performance enhancing of storage system for cloud geographic data [Zvýšenie výkonu úložného systému pre mračná bodov geografických dát] / Marian Svalec, Lubos Takac, Michal Zabovsky. In: System of Systems Engineering Conference : 17-20 May 2015. - [S.l.]: IEEE, 2015. - ISBN 978-1-4799-7611-9. - S. 434-438
8. Different ways of system integration / Michal Joštiak, Michal Zábovský, Boris Bučko. In: ScienFIST.org [elektronický zdroj] : international journal of information technologies, engineering and management science. - ISSN 1339-9470. - Vol. 2, iss. 1 (2016), online, s. 8-11. - Popis urobený 22.7.2016. - Spôsob prístupu: [http://scienfist.org/2016/1\\_3.pdf](http://scienfist.org/2016/1_3.pdf)

Téma dizertačnej práce

## Vyhodnocovanie kvality počítačového modelu ľudského tela

Školiteľ: doc. Ing. Miroslav Kvaššay, PhD.

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

Jedným z aktuálnych trendov v prepojení medicíny a informatiky je vývoj simulátorov, ktoré umožňujú nácvik komplexných medicínskych úkonov, akými je napríklad lokálna anestézia. Nevyhnutným predpokladom pre vývoj a používanie takýchto systémov je existencia kvalitných trojrozmerných počítačových modelov ľudského tela. V súčasnosti existuje niekoľko generických modelov. Tieto však vykazujú určité nedostatky, akými sú napr. zasahovanie objektov modelujúcich svaly do kostí, nepresné umiestnenie alebo nekvalitné modely niektorých orgánov. V dôsledku toho sa stáva veľmi aktuálnou otázka, ako by sa dala kvantitatívne ohodnotiť kvalita počítačového modelu ľudského tela, resp. akým spôsobom by bolo možné kvalitu modelu zlepšiť.

V hodnotení kvality počítačového modelu je nutné brať do úvahy množstvo faktorov. Medzi kľúčové faktory patria správny tvar, veľkosť a umiestnenie jednotlivých orgánov. Preto sa musia pred samotným hodnotením rozpoznať jednotlivé orgány v modeli a následne preskúmať ich vlastnosti. Za týmto účelom je nutné navrhnúť metódu, ktorá dokáže v trojrozmernom modeli rozpoznať jednotlivé objekty a podľa ich vlastností odhadnúť, o ktorý orgán sa jedná. Následne bude nutné detailne preskúmať vzájomné rozloženie jednotlivých orgánov a určiť, ktoré orgány vykazujú anomálie (napr. zasahovanie svalov do kostí, chýbajúce orgány, nevhodná veľkosť orgánu vzhľadom k ostatným orgánom). Nájdené anomálie by sa potom kvantitatívne ohodnotili. Z tohto ohodnotenie by sa vo výsledku vypočítala skupina ukazovateľov.

### Predpokladaný vedecký prínos:

Metodika a algoritmy pre vyhodnotenie kvality počítačového modelu ľudského tela.

Metódy pre rozpoznávanie objektov v trojrozmernom modeli ľudského tela.

### Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu problému,
- návrh ukazovateľov hodnotiacich kvalitu počítačového modelu ľudského tela,
- vývoj algoritmov na výpočet navrhnutých ukazovateľov,
- experimentálna validácia navrhnutých ukazovateľov a vyvinutých algoritmov.

## Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

### Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

„University-industry educational Centre in advanced Biomedical and Medical Informatics (CeBMI)“ (612462-EPP-1-2019-1-SK-EPPKA2-KA),

Vývoj nových metód pre analýzu spoľahlivosti zložitých systémov (APVV-18-0027)

### Doterajšie výsledky:

1. AEC. Topological analysis of multi-state systems based on direct partial logic derivatives / Miroslav Kvaššay, Elena Zaitseva. In: Recent advances in multi-state systems reliability : theory and applications. - 1. vyd. - Cham: Springer International Publishing AG, 2018. - ISBN 978-3-319-63422-7. - s. 265-281
2. ADC. Importance analysis of multi-state systems based on tools of logical differential calculus / Miroslav Kvaššay, Elena Zaitseva, Vitaly Levashenko. In: Reliability Engineering & System Safety. - ISSN 0951-8320. - č. 165 (2017), s. 302-316
3. AFD. Healthcare system reliability analysis addressing uncertain and ambiguous data / Elena Zaitseva, Vitaly Levashenko, Miroslav Kvaššay, Paul Barach. In: Information and digital technologies 2017 : proceedings of the international conference : 5-7 July 2017 Žilina, Slovakia. - IEEE, 2017. - ISBN 978-1-5090-5688-0. - s. 442-451
4. AFC. Reliability estimation of healthcare systems using Fuzzy Decision Trees / Vitaly Levashenko, Elena Zaitseva, Miroslav Kvaššay, Thomas Deserno. In: FedCSIS : proceedings of the 2016 Federated conference on Computer science and information systems : September 11-14, 2016, Gdańsk, Poland. - Warsaw; Los Alamitos: Polskie Towarzystwo Informatyczne; IEEE, 2016. - ISBN 978-83-60910-92-7. - s. 331-340
5. AFC. Investigation of errors in virtual model of human body using blender / Miroslav Kvaššay. In: Otvorený softvér vo vzdelávaní, výskume a v IT riešeníach : zborník príspevkov z medzinárodnej konferencie. - 1. vyd. - Žilina: Žilinská univerzita, 2016. - ISBN 978-80-554-1292-4. - s. 77-84
6. AFC. Qualitative evaluation of faults (mathematical incorrectness) in anatomical model for regional anaesthesia simulator / Elena Zaitseva, Miroslav Kvaššay, Vitaly Levashenko, Thomas Deserno, Victor Voski, Andreas Herrler. In: Information and digital technologies 2016 : proceedings of the international conference : 5-7 July 2016 Rzeszów, Poland. - IEEE, 2016. - ISBN 978-1-4673-8860-3. - s. 311-318



Téma dizertačnej práce

## **Analýza spoľahlivosti založená na minimálnych rezoch**

Školiteľ: **doc. Ing. Miroslav Kvaššay, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

Jedným z aktuálnych problémov teórie spoľahlivosti je návrh nových algoritmov, ktoré umožnia efektívne analyzovať rozsiahle viacstavové systémy, pričom jednou z pomerne málo preskúmaných možností je využitie metód založených na minimálnych rezoch. Minimálny rez predstavuje minimálnu množinu udalostí, ktorých súčasný výskyt povedie k zlyhaniu, resp. degradácii systému. Ak poznáme všetky minimálne rezy systému, tak môžeme vyčíslieť jeho spoľahlivosť alebo analyzovať vplyv jednotlivých komponentov na činnosť systému. Problémom však zostávajú dve veci:

- ako nájsť všetky minimálne rezy systému v rozumnom čase;
- ako efektívne narábať s minimálnymi rezmi za účelom kvantifikácie spoľahlivosti systému.

Na riešenie týchto problémov bolo navrhnutých niekoľko algoritmov. Väčšina z nich však vychádza z predpokladu, že skúmaný systém predstavuje distribučnú sieť. To implikuje, že tieto algoritmy nemusia byť veľmi vhodné na analýzu iných typov systémov. Okrem týchto algoritmov bol navrhnutý aj univerzálny algoritmus, ktorý je založený na určitej paralele medzi viacstavovými systémami a viachodnotovými logickými funkciami. Jeho nevýhoda však spočíva v časovej náročnosti v prípade rozsiahlych systémov. V dôsledku toho je nutné hľadať nové algoritmy, ktoré by netrpeli vyššie popísanými nedostatkami.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Nové algoritmy pre analýzu spoľahlivosti rozsiahlych systémov.

**Odporúčané metódy:**

- analýza súčasného stavu problému,
- vývoj algoritmov na hľadanie minimálnych rezov,
- vývoj metód na efektívnu manipuláciu s minimálnymi rezmi,
- experimentálna analýza navrhnutých algoritmov a metód.

Informácie o výskume

**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Vývoj nových metód pre analýzu spoľahlivosti zložitých systémov (APVV-18-0027)

Analýza spoľahlivosti na základe neistých údajov (VEGA 1/0354/17)

**Doterajšie výsledky:**

1. AEC. Topological analysis of multi-state systems based on direct partial logic derivatives / Miroslav Kvaššay, Elena Zaitseva. In: Recent advances in multi-state systems reliability : theory and applications. - 1. vyd. - Cham: Springer International Publishing AG, 2018. - ISBN 978-3-319-63422-7. - s. 265-281
2. ADC. Importance analysis of multi-state systems based on tools of logical differential calculus / Miroslav Kvaššay, Elena Zaitseva, Vitaly Levashenko. In: Reliability Engineering & System Safety. - ISSN 0951-8320. - č. 165 (2017), s. 302-316
3. AFC. Minimal cut and minimal path vectors in reliability analysis of binary- and multi-state systems / Miroslav Kvaššay, Elena Zaitseva, Vitaly Levashenko. In: ICTERI 2017 : proceedings of the 13th international conference on ICT in education, research and industrial applications: integration, harmonization and knowledge transfer : Kyiv, Ukraine, May 15-18 2017. Vol. 1844. - ISSN 1613-0073. - CEUR-WS, 2017. - s. 713-726
4. ADC. Analysis of minimal cut and path sets based on direct partial Boolean derivatives / Miroslav Kvaššay, Vitaly Levashenko, Elena Zaitseva. In: Proceedings of the institution of mechanical engineers : Part O - Journal of risk and reliability. - ISSN 1748-006X. - Vol. 230, no. 2 (2016), s. 147-161
5. AFC. New algorithm for calculation of Fussell-Vesely importance with application of direct partial logic derivatives / Miroslav Kvaššay, Elena Zaitseva, Jozef Kostolný, Vitaly Levashenko. In: Safety and reliability of complex engineered systems : proceedings of the European Safety and Reliability Conference : 7-10 September 2015 Zürich, Switzerland. - CRC Press, 2015. - ISBN 978-1-138-02879-1. - s. 1423-1430
6. ADN. Evaluation of algorithms for identification of minimal cut vectors and minimal path vectors in multi-state systems / Miroslav Kvaššay, Jozef Kostolný. In: Communications : scientific letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Vol. 17, no. 4 (2015), s. 8-14
7. AFC. Construction of healthcare system structure for reliability analysis / Miroslav Kvaššay, Elena Zaitseva. In: FedCSIS : proceedings of the 2014 federated conference on Computer science and information systems : September 7-10, 2014, Warsaw, Poland. - Los Alamitos; Warsaw: IEEE; Polskie Towarzystwo Informatyczne, 2014. - ISBN 978-83-60810-61-3. - s. 191-199
8. AFC. Minimal cut sets and direct partial logic derivatives in reliability analysis / Miroslav Kvaššay, Elena Zaitseva, Vitaly Levashenko. In: Safety and reliability: methodology and applications : proceedings of the European Safety and Reliability Conference : 14.-18. September 2014, Wrocław, Poland. - CRC Press, 2014. - ISBN 978-1-138-02681-0. - s. 241-248
9. AFD. Minimal cut sets and path sets in binary decision diagrams and logical differential calculus / Miroslav Kvaššay, Jozef Kostolný. In: Digital technologies : the 10th international conference : 9-11 July 2014 Žilina, Slovakia. - IEEE, 2014. - ISBN 978-1-4799-3301-3. - s. 179-186
10. AFC. Minimal cut vectors and logical differential calculus / Miroslav Kvaššay, Elena Zaitseva, Vitaly Levashenko, Jozef Kostolný. In: ISMVL 2014 : 44th international symposium on Multiple-valued logic : 19-21 May 2014, Bremen, Germany. - Piscataway: IEEE, 2014. - ISBN 978-1-4799-3534-5. - s. 167-172
11. AFC. Failure analysis and estimation of the healthcare system / Elena Zaitseva, Jozef Kostolný, Miroslav Kvaššay, Vitaly Levashenko, Krzysztof Pancierz. In: Federated conference on computer science and information systems (FedCSIS) : proceedings : September 8-11, 2013. Kraków, Poland. - IEEE, 2013. - ISBN 978-1-4673-4471-5. - s. 235-240

Téma dizertačnej práce

## **Podpora riadenia prevádzky železničných dopravných uzlov v reálnom čase s využitím simulačných modelov**

Školiteľ: **doc. Ing. Norbert Adamko, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

Efektívne riadenie prevádzky železničných uzlov (osobných staníc, zriaďovacích staníc, podnikových vlečiek a podobne) je nevyhnutnou podmienkou konkurencieschopnosti železnice, ktorá predstavuje ekologicky prijateľný spôsob dopravy tovaru a cestujúcich. Riadenie prevádzky rozsiahlejších železničných uzlov, ktoré je možné považovať za komplexné systémy, predstavuje náročný problém, ktorý je však dnes zvyčajne riešený operatívne riadiacim pracovníkom (dispečerom) na základe skúseností, znalosti aktuálneho stavu a obmedzenej predikcie budúceho stavu uzla a príľahlej železničnej siete (plánované časy príchodov, zloženie vlakov na vstupe atď.).

Výskum a vývoj počítačových nástrojov umožňujúcich real-time podporu rozhodovania dispečerov železničných uzlov (či dokonca ich nahradenie počítačovým systémom) prispeje k ich efektívnejšej prevádzke. Vzhľadom na skúsenosti pracovníkov školiaceho pracoviska s vývojom simulačných modelov dopravných systémov predpokladáme pri návrhu a vývoji takéhoto nástroja v rámci dizertačnej práce práve využitie počítačovej simulácie uvedených systémov v kombinácii s metódami operačnej analýzy, strojovým učením a s využitím aktuálnych poznatkov z oblasti umelej inteligencie.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Identifikovanie oblastí, v ktorých je vhodné poskytnúť dispečerom real-time podporu rozhodovania.

Návrh metód a algoritmov, špecifikácia a implementácia demonštračného počítačového systému pre podporu riadenia prevádzky železničných uzlov zvoleného typu v reálnom čase.

Zvýšenie kvality simulačných modelov, ktoré bude výsledkom implementácie navrhnutých metód a algoritmov do existujúcich simulačných modelov, čím tieto získajú schopnosť presnejšie modelovať skutočné rozhodnutia dispečerov.

**Odporúčané metódy:**

- analýza súčasného stavu, identifikácia vhodných oblastí na využitie real-time počítačovej podpory rozhodovania dispečerov železničných uzlov,
- analýza možností využitia real-time počítačovej simulácie, strojového učenia a umelej inteligencie,
- špecifikácia, návrh a implementácia demonštračného systému podpory riadenia prevádzky,
- overenie funkčnosti demonštračného systému na zvolenom železničnom uzle.

## Informácie o výskume

### **Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

### **Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Problematika real-time počítačovej podpory efektívneho riadenia prevádzky železničných dopravných uzlov je aktuálna téma, ktorá je v poslednom čase predmetom niekoľkých výskumných výziev v rámci programu H2020, špecificky Shift2Rail. Predpokladá sa zapojenie do niektorej z týchto výziev.

Školiteľ a ďalší pracovníci školiaceho pracoviska sa v minulosti zúčastnili riešenia Horizon 2020 Shift2Rail projektu OptiYard - Optimised Real-time Yard and Network Management, 777594, H2020-S2RJU-OC-2017.

### **Doterajšie výsledky:**

1. Modelling interactions in agent based models of transportation terminals [Modelovanie interakcií v agentovo orientovaných modeloch dopravných terminálov] / Michal Kocifaj, Michal Varga, Norbert Adamko. In: Digital technologies [elektronický zdroj] : the 10th international conference : 9-11 July 2014 Žilina, Slovakia. - [S.l.]: IEEE, 2014. - ISBN 978-1-4799-3301-3. - USB kľúč, s. 125-130
2. Designing railway terminals using simulation techniques [Navrhovanie infraštruktúry železničných staníc pomocou simulačných metód] / N. Adamko, V. Klima and P. Marton. In: International Journal of Civil Engineering [elektronický zdroj]. - ISSN 1735-0522. - Vol. 8, No. 1 (3-2010), s. 57-67
3. Optimisation of railway terminal design and operations using Villon generic simulation model [Optimalizácia návrhu a prevádzky železničných terminálov s využitím generického simulačného modelu Villon] / Norbert Adamko, Valent Klima. In: Transport : Journal of Vilnius Gediminas Technical University and Lithuanian Academy of Sciences. - ISSN 1648-4142. - Vol. 23, No. 4 (2008), p. 335-340

Téma dizertačnej práce

## Teória a aplikácie párových ansamblových modelov

Školiteľ: **doc. Ing. Ondrej Šuch, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

Párové ansamblové modely sa štandardne využívajú pri tvorbe SVM klasifikačných modelov. V publikácii [1] sme navrhli nový všeobecný prístup ku klasifikácii, ktoré môžu podstatne zvýšiť ich presnosť i škálovateľnosť.

Úlohou práce je ďalej rozvinúť tento prístup a vyhodnotiť ho na štandardných klasifikačných úlohách a to najmä úlohách využívajúcich hlboké neuronové siete pre počítačové videnie.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Nová klasifikačná metodológia.

**Odporúčané metódy:**

- štúdium súčasného stavu,
- tvorba softvéru na vyhodnotenie novej metodológie,
- vykonanie a vyhodnotenie experimentov.

Informácie o výskume

**Druh výskumu:**

základný výskum

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Výskumný grant VEGA 2/0144/18 " Viacriedna klasifikácia rečových segmentov použitím párových klasifikátorov."

**Doterajšie výsledky:**

1. O. Such, S. Barreda, Bayes covariant classification, Pattern recognition letters, 2016

Téma dizertačnej práce

## Vyhodnotenie bezpečnostných rizík využitím sieťových štatistík

Školiteľ: **doc. Ing. Ondrej Šuch, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

Kybernetická bezpečnosť je v súčasnosti celosvetovo kľúčovou témou IKT. Je relatívne jednoduché získať veľké množstvo dát monitorovaním sieťovej infraštruktúry. Otvoreným problémom je však vyhodnocovanie týchto dát a ich štatistík pre účely analýzy bezpečnosti informačno komunikačnej infraštruktúry. Na riešenie tejto úlohy sa v súčasnosti začínajú používať najmodernejšie metódy strojového učenia. Úlohou práce je vytvoriť novú metodiku vyhodnocovania bezpečnostných rizík v súčinnosti s aplikovaným výskumom prebiehajúcim na katedre informačných sietí.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Návrh novej metodiky kybernetickej bezpečnosti a demonštrácia jej aplikovateľnosti v praxi.

**Odporúčané metódy:**

- oboznámenie sa s metodikou relevantných metód zo štatistiky a strojového učenia,
- získanie potrebných dát o sieťovej prevádzke,
- návrh metodiky analýzy rizík,
- vyhodnotenie metodiky na dátach z praxe.

Informácie o výskume

**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Projekt NFP313010S242 Vytvorenie zariadenia na automatický a manuálny zber informačných aktív a ich následné hodnotenie pomocou Monte Carlo metódy.

**Doterajšie výsledky:**

1. J. Hrabovský, Detekcia sieťových útokov vo vysokorýchlostných sieťach, PhD práca, Žilinská Univerzita v Žiline, 2019

Téma dizertačnej práce

# System automatizovaného zberu informačných aktív a ich hodnotenia

Školiteľ: **doc. Ing. Pavel Segeč, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

Rôznorodosť a citlivosť rizík v informačno-komunikačných technológiách je v starostlivosti riadenia rizík. Účelom riadenia rizík je riadenie neistôt a zahŕňa identifikáciu aktív, hodnotenie rizík, monitorovanie a zníženie dopadu na biznis. Za týmto účelom je potrebné auditorom vykonávať manuálny zber dát a následne vykonať ich hodnotenie, čo je časovo náročná úloha podmienená skúsenosťami audítora. Preto je vhodné a možné tento proces automatizovať vytvorením systému (ako kombinácie hardvéru a softvéru) zameraného na manuálno-automatizovaný zber informačných aktív, riešenie ich identifikácie a analýzy a vykonanie ich hodnotenia (vhodnou zvolenou metódou) s predpoveďou. Aby bolo možné popísať stupeň potencionalných následkov a pravdepodobnosti vyskytnutia sa udalosti je možné vychádzať z kvantitatívneho hodnotenia, kde každému aktívu bude manuálne priradené hodnotenie jeho dôležitosti pre daného vlastníka. Toto riešenie je možné realizovať v podobe jednoduchého, ako aj distribuovane nasadeného hardvérového zariadenia s požadovanou softvérovou nadstavbou, ktoré poskytne dostupnosť pre ktoréhokoľvek audítora.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Vytvorenie metodiky pre automatizovaný zber informačných aktív v sieti zákazníka.

Vývoj návrhu riešenia automatizovaného skenera siete ako kombinácie hardvérového (centralizovaného alebo distribuovaného) a softvérového systému s riešením jeho zabezpečenia.

Identifikácia a výber vhodnej metódy na hodnotenie informačných aktív.

**Odporúčané metódy:**

Podľa metodológie vedy:

- podrobná analýza aktuálneho stavu problematiky zberu a hodnotenia rizík,
- analýza vhodných metód,
- popisovanie problému a výskumných otázok,
- formulácia cieľov,
- návrh metodiky riešenia a voľba metód a postupov,
- návrh vzorového riešenia/modelu a jeho overenie.

## Informácie o výskume

### **Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

### **Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Úloha bude riešená v rámci projektu Bezpečnosť v komunikačných sieťach, ktorý má v čase návrhu katedrový rozmer. Je uplatniteľná v dvoch návrhoch DSV projektov:

- Vytvorenie zariadenia na automatický a manuálny zber informačných aktív a ich následné hodnotenie pomocou Monte Carlo a projektu „Výskum sieťového prostredia v slovenskej akademickej sieti SANET z pohľadu zvýšenia jej bezpečnosti a ochrany prístupu.“

### **Doterajšie výsledky:**

Riešená diplomová práca:

1. Jednoduchý systém pre automatizovaný bezpečnostný audit sietí [inžinierska práca] / Martin Dvorský; Škol. Pavel Segeč, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline

Knihy:

1. Chris McNab: Network Security Assessment: Know Your Network, ISBN-13: 978-059651030, O'Reilly Media

2. Shaun Hummel: Network Assessment Guide: Methodology for Enterprise Network Assessment Lulu publishing, ISBN-13: 978-0973379822

Literatúra:

1. Young-Hwan Bang at all, The Design and Development for Risk Analysis Automatic Tool, Springer, 2004



Téma dizertačnej práce

## Vývoj informačných systémov virtualizovaných laboratórií

Školiteľ: **doc. Ing. Pavel Segeč, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

Virtualizácia v informatike je technický proces, ktorými je fyzický prostriedok nahradený softvérovým riešením. U sieťových zariadení je virtualizácia využívaná na virtualizáciu serverov, koncových zariadení, či sieťových entít. Abstrakcia fyzického hardvéru umožňuje poskytovanie rovnakých služieb na nezávislých platformách.

Aplikácia možností virtualizácie vo vzdelávacom procese odborných predmetov sieťového zamerania vedie logicky k budovaniu systémov virtuálneho sieťového laboratória (VirtLab). Pre riadenie úloh vyučovania vo VirtLab prostredí je potrebný informačný systém (IS), ktorým bude vyučovanie odborných predmetov automatizované. Prostredníctvom tohto IS budú prístupné virtualizačné nástroje, umožňujúce študentom poskytovať virtuálne topológie za účelom vzdialeného prístupu a využitia vo vzdelávaní. IS umožní učiteľom automatizovanú kontrolu výsledkov riešených laboratórnych úloh a celkovo hodnotenia. IS tohto typu je komplexný systém, ktorého návrh vyžaduje architektonický prístup vývoja, napr. s použitím modelom riadeného vývoja. Ten zabezpečí, že inovácia a údržba IS bude jednoduchá a čiastočne automatizovaná. Biznis architektúra procesu vyučovania bude vytvorená pre viac odborných sieťových predmetov a predpokladá samostatnú prácu študentov, kde učelia budú v úlohách trénerov. Softvérová architektúra bude založená na architektonickom štýle klient – server s použitím softvérovej vývojovej techniky „microservices“. Prístup klienta bude cez webovú aplikáciu prostredníctvom webového prehliadača.

Virtualizačné technológie majú aj mnohé bezpečnostné riziká. Napríklad bezpečnosť pri medziplatformovom toku informácií medzi virtuálnymi strojmi, bezpečnosť údajov vo virtuálnych úložiskách a iné. Preto VirtLab infraštruktúra vyžaduje aj postupy a procesy, ktoré okrem prevádzkovej bezpečnosti, budú zabezpečovať aj ochranu komponentov virtualizačných technológií. Bezpečnostné funkcie sa musia virtualizovať spolu s virtualizáciami sieťového prostredia.

### Predpokladaný vedecký prínos:

Návrh a vývoj nového architektonického rámca IS pre problematiku tvorby a vývoja systémov virtualizovaných laboratórií.

Realizácia softvérového systému podľa návrhu architektonického rámca.

**Odporúčané metódy:**

Podľa metodológie vedy:

- podrobná analýza aktuálneho stavu problematiky zberu a hodnotenia rizík,
- analýza vhodných metód,
- popísanie problému a výskumných otázok,
- formulácia cieľov,
- návrh metodiky riešenia a voľba metód a postupov,
- návrh vzorového riešenia/modelu a jeho overenie.

**Informácie o výskume****Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Úloha je systémovým pokračovaním viacerých inžinierskych projektov, ako aj záverečných prác riešených z oblasti na KIS s potenciálnym medzinárodným dopadom získanej implementácie. Úloha je tiež pokračovaním riešených projektov Kega zameraných na problematiku tvorby riešení virtualizovaných laboratórií, ako aj plánovaného projektu Kega. K riešeniu úlohy budú podané žiadosti o fakultné a rektorské granty.

**Doterajšie výsledky:**

Projekty:

1. KEGA 011STU-4/2017: Aktualizácia predmetov zameraných na výučbu počítačových sietí podľa špecifikácie praxe
2. KEGA 060ŽU-4/2012: VirRo - on-line nástroj na podporu vyučovania predmetov z oblastí IP sietí a komunitný znalostný portál

Riešené PhD práce na KIS:

1. Martin Kardoš: Transformácia CIM do PIM v Modelom riadenej architecture, vedúci prof. Ing. M. Drozdová, PhD.
2. Boris Bučko: Modelom riadená architektúra a ontológie, vedúci prof. Ing. M. Drozdová, PhD.

Riešené diplomové práce:

1. V roku 2020 končia štyri DP práce v téme
2. 2018, A. Šišila, Sieťové virtualizačné nástroje a ich využitie vo vyučovacom procese KIS, vedúci P. Segeč
3. 2017, P. Hadač, ViRo2 – online web nástroj na podporu vyučovania sietí, DP, vedúci P. Segeč
4. 2010, M. Šanko, Webová aplikácia na podporu výučby študentov, ako rozšírenie možností nástroja dynamips a dynagen, vedúci P. Segeč

Články:

1. ViRo - The online support tool for IP network oriented courses, J. Uramová ; M. Kubina ; P. Segeč ; P. Palúch, 2012 IEEE 10th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)
2. New educational strategy in engineering education — Case study, P. Segeč ; M. Drozdová ; Ľ. Mikuš, 2015 13th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)

Téma dizertačnej práce

## Služba bezpečnosti v distribuovaných sieťových systémoch

Školiteľ: doc. Ing. Pavel Segeč, PhD., školiteľ špecialista Mgr. Jana Uramová, PhD.

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

Jedným z technologických aspektov prevádzky dátových centier (DC) a cloudových (CC) systémov je otázka bezpečnostných hrozieb a z nich vyplývajúcej architektúry systému bezpečnosti a aplikovaného zabezpečenia týchto systémov. Riešenie týchto aspektov s aplikáciou metód zabezpečenia CC súvisí, medzi iným, s rôznymi otázkami zberu tokov a udalostí (monitoring), bezpečnostnej analýze tokov (IDS či iné systémy) či v analýze relevantných bezpečnostných udalostí a incidentov (SIEM). Rôzne architektúry CC systémov vyžadujú rôznu aplikáciu systémov zabezpečenia.

Na základe analýzy privátnych CC na slovenských univerzitách a vhodnosti riešenia ich konektivity sa téma práce bude zameriavať na špecifiká problémov spojených s riešením tvorby a zabezpečenia hybridných (CC) systémov. Súčasťou skúmania bude adekvátnosť konektivity medzi jednotlivými prostrediami, návrh riešenia pre ich vzájomné prepojenie, aj s riešením otázok ovplyvnených sieťovou infraštruktúrou ako sú otázky rýchlosti prenosu dát, oneskorenia, interoperability. K týmto otázkam sa pridáva otázka bezpečnosti takéhoto prepojenia realizovaného cez verejnú infraštruktúru rozsiahlych sietí. Riešenie témy tak prinesie okrem metodiky tvorby zdieľaných hybridných CC systémov aj architektonické riešenie bezpečnostného rámca s komplexnou metodikou zameranou na aplikáciu zabezpečenia tohto heterogénneho prostredia. Návrh riešení zabezpečenia by sa mal zameriavať na nové metódy riešenia ako sú koncepty softvérovo-definovaných sietí (SDN), virtuálnych overlay sietí cez SD-WAN), distribuovaných mechanizmov zabezpečenia so zameraním na fog/edge computing a podobne.

### Predpokladaný vedecký prínos:

Oblasti riešenia pre hybridné CC:

- modely návrhu a riešenia hybridných CC

- rozpracovanie problematiky hrozieb a bezpečnosti hybridných CC systémov (mechanizmy a stratégie detekcie, prevencie a potlačania útokov a hrozieb, techniky monitorovania a zberu dát)

- návrh modelov zabezpečenia pre hybridné CC

Výsledné riešenie problému bude reflektovať potreby praxe s výstupmi zameranými na všeobecnú využiteľnosť a implementovateľnosť v oblasti.

**Odporúčané metódy:**

Podľa metodológie vedy:

- podrobná analýza aktuálneho stavu problematiky bezpečnosti SDN/SD-WAN (dátová a riadiaca rovina),
- popísanie problému a výskumných otázok,
- formulácia cieľov,
- návrh metodiky riešenia a voľba metód a postupov,
- návrh vzorového riešenia/modelu a jeho overenie.

**Informácie o výskume****Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Úloha bude riešená v rámci projektu Bezpečnosť v komunikačných sieťach, ktorý má v čase návrhu katedrový rozmer. Je uplatniteľná v dvoch návrhoch DSV projektov:

- KOLABORÁCIA 4.0 pre podporu výskumu
- Vytvorenie zariadenia na automatický a manuálny zber informačných aktív a ich následné hodnotenie pomocou Monte Carlo a projektu „Výskum sieťového prostredia v slovenskej akademickej sieti SANET z pohľadu zvýšenia jej bezpečnosti a ochrany prístupu.“

**Doterajšie výsledky:**

Diplomové práce a dizertačné práce:

1. Príspevok k systematickému zabezpečeniu IaaS cloudu na katedre KIS [magisterská\_inžinierska práca] / Jakub Krížo ; Škol. Jana Uramová, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2019. - 66 s.
2. Softvérovo definované siete a sieťová virtualizácia s využitím v Cloud-e [inžinierska práca] / Daniel Rajčan ; Škol. Pavel Segeč, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2015. - 83 s.
3. Metodika pre efektívne monitorovanie a detekciu anomálií v sieťovej prevádzke na FRI [magisterská\_inžinierska práca] / Peter Seemann ; Škol. Jana Uramová, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2019. - 93 s.
4. Tvorba vlastného datasetu pre testovanie metód detekcie sieťových útokov [magisterská\_inžinierska práca] / Marek Brodec ; Škol. Jana Uramová, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2018. - 85 s.
5. Problematika analýzy a zberu sieťovej prevádzky [magisterská\_inžinierska práca] / Juraj Pobeha ; Škol. Pavel Segeč, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2016. - 107 s.
6. Expertízny posudok stavu technológie SD-WAN vypracovaný KIS
7. Contribution to cloud computing security architecture, M. Drozdova ; S. Rusnak ; P. Segec ; J. Uramova; M. Moravcik, 2017 15th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)

Téma dizertačnej práce

## **Systémy zberu energie z prostredia**

Školiteľ: **doc. Ing. Peter Ševčík, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

V posledných rokoch sa aplikáciám IoT (Internet of things) venuje zvýšená pozornosť. IoT riešenia môžu byť nasadené v širokom rozsahu aplikácií od vojenských cez medicínske, dopravné až po environmentálne. Jeden z dôležitých faktorov, ktorý do značnej miery ovplyvňuje možnosť nasadenia IoT riešenia, je výber vhodného zdroja napájania konkrétnej aplikácie. Z tohto hľadiska je vhodné vyvíjať spôsoby napájania prvkov IoT tak, aby vyžadovali čo najmenšiu údržbu.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Nové metódy na odhad parametrov netradičných zdrojov elektrickej energie.

Vytvorenie parametrického modelu vybraného zdroja elektrickej energie.

Optimalizovaný návrh zariadenia na získavanie elektrickej energie pre potreby konkrétnej aplikácie IoT.

**Odporúčané metódy:**

- analýza energetických požiadaviek konkrétnej IoT aplikácie,
- optimalizácia umiestnenia prvkov IoT vzhľadom na meranú veličinu a dostupné zdroje energie,
- modelovanie možností využitia energie z dostupných prírodných zdrojov,
- analýza možností spracovania a uchovania energie,
- experimentálne overenie modelov a návrhom metodiky určenia najvhodnejšieho zdroja (alebo zdrojov) energie,
- návrh správy napájania (energy management), ktorá využíva viacero zdrojov zároveň.

Informácie o výskume

**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Výskumné úlohy, ktoré budú riešené na katedre technickej kybernetiky počas doktorandského štúdia (VEGA, APVV, atď.).

**Doterajšie výsledky:**

1. Efficient control of SEPIC DC-DC converter with dynamic switching frequency [print] / Samuel Žák, Peter Ševčík, Martin Revák. In: Cybernetics and algorithms in intelligent systems [print, electronic] : proceedings of 7th Computer Science on-line conference 2018. - 1. vyd. - Cham: Springer International Publishing AG, 2019. - ISBN 978-3-319-91191-5. - s. 96-101
2. Wireless sensor network for smart power metering / Peter Ševčík, Samuel Žák and Michal Hodoň. In: Concurrency and computation: practice and experience. - ISSN 1532-0636. - Vol. 29, iss. 23 Spec. iss (2017), [8] s.
3. The multi-topology converter for the solar panel / Samuel Žák, Peter Šarafín, Peter Ševčík. In: FedCSIS: proceedings of the 2016 Federated conference on Computer science and information systems: September 11-14, 2016, Gdańsk, Poland. - Warsaw; Los Alamitos: Polskie Towarzystwo Informatyczne; IEEE, 2016. - ISBN 978-83-60910-92-7. - S. 1107-1110
4. Monitoring and recognition of bird population in protected bird territory / Michal Hodon, Peter Šarafín and Peter Ševčík. In: ISCC 2015 [elektronický zdroj]: 20th IEEE Symposium on Computers and Communications : 6-9 July 2015 Larnaca, Cyprus. - [S.l.]: IEEE, 2015. - ISBN 978-1-4673-7194-0. - USB klúč, s. 993-998
5. Sustainable Energy Harvesting Technologies - Past, Present and Future / Yen Kheng Tan. Dostupné online <https://www.intechopen.com/books/sustainable-energy-harvesting-technologies-past-present-and-future>

Téma dizertačnej práce

## **Strojové učenie pre správanie sa buniek v toku krvi**

Školiteľ: **doc. RNDr. Katarína Bachratá, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### **Detailnejší opis problému:**

Pre štatistické porovnanie simulačného modelu mikrofluidického zariadenia a reálnych výsledkov z biologických experimentov je potrebné porovnávať mikroskopické vlastnosti červených krviniek, aj ich makroskopické správanie v experimentoch s veľkým počtom krviniek. Pre skúmanie mikroskopických vlastností krviniek aj biologických experimentov s malým počtom krviniek, môžeme použiť simulačný model, ktorý je veľmi detailný a v súčasnosti dostatočne presný. Jeho využitie pre väčší počet krviniek, ktorý zodpovedá reálnym experimentom, však naráža na limity výpočtových kapacít počítačov. Metódy strojového učenia teda využijeme pre rozšírenie simulačných experimentov. Simulačné experimenty dávajú totiž omnoho komplexnejšiu informáciu o charakteristikách pohybu krviniek, ako je informácia, ktorú môžeme získať zo záznamov z biologického experimentu (video, fotografie).

### **Predpokladaný vedecký prínos:**

Vedecký prínos spočíva v preskúmaní a ohodnotení možností prepojenia simulácií a strojového učenia a v nájdení možností využitia takéhoto prepojenia.

### **Odporúčané metódy:**

- porovnanie štatistických charakteristík toku krvi, ktoré je možné získať z videozáznamov z reálnych biologických experimentov so štatistickými charakteristikami získanými zo simulácií toku krvi,
- kombinácia simulačného modelu a metód strojového učenia pre overenie makroskopických vlastností toku v mikrofluidických zariadeniach určených na diagnostiku krvi, alebo jej spracovanie.

Informácie o výskume

### **Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

### **Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

APVV-0441-11 Optimalizácia mikrofluidických zariadení pre biomedicínske aplikácie

VEGA 1/0643/17 VEGA 1/0643/17 Inovatívne metódy a modely na optimalizáciu mikrofluidických zariadení

**Doterajšie výsledky:**

1. Cimrak, I. Jancigova, K. Bachrata, H. Bachraty: On elasticity of spring network model used in blood flow simulations in ESPResSo, In: M. Bischoff, E. Onate, D.R.J. Owen, E. Ramm, P. Wriggers (eds.), PARTICLES 2013, s. 133-144., III International Conference on Particle-based Methods – Fundamentals and Applications, 18-20 September 2013, Stuttgart, Germany. ISBN 978-84-941531-7-4
2. Michal B. Kovac, Monika Kovacova, Hynek Bachraty, Katarina Bachrata, Salvatore Pisuoglio, Pierre Hutter, Denisa Ilencikova, Zdena Bartosova, Ian Tomlinson, Benno Roethlisberger, Karl Heinemann: High-Resolution Breakpoint Analysis Provides Evidence for the Sequence-Directed Nature of Genome Rearrangements in Hereditary Disorders, Human Mutation 11/2014; · 5.05 Impact Factor
3. Bachraty, H., Bachrata, K., Chovanec, M., Kajanek, F., Smieskova, M., Slavık, M.: Simulation of blood flow in microfluidic devices for analysing of video from real experiments. In: Rojas, I., Ortuno, F. (eds.) Bioinformatics and Biomedical Engineering, pp. 279{289 (2018)
4. Kovalcikova Kristına, Bachrata Katarına, Bachraty Hynek, Slavık Martin: Study on sensibility of statistical characteristics of flow of elastic objects in fluid, In: Micro and nanoscale technologies for the life sciences: the 20th annual European conference 2016
5. Cimrak Ivan, Bachrata Katarına; Bachraty Hynek; Jancigova Iveta; Tothova Renata; Busık Martin; Slavık Martin; Gusenbauer Markus: Object-in-fluid framework in modeling of blood flow in microfluidic channels, In: Communications : scientific letters of the University of zilina 2016
6. Chovanec Michal; Bachraty Hynek; Jasenakova Katarına; Bachrata Katarına: Convolutional neural networks for red blood cell trajectory prediction in simulation of blood flow / Michal Chovanec ...[et al.]. In: Bioinformatics and biomedical engineering - 1. vyd. - Cham: Springer Nature, 2019



Téma dizertačnej práce

## **Analýza spoľahlivosti a rizík zložitých systémov**

Školiteľ: **prof. Ing. Elena Zaitseva, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

V súčasnosti stav a úroveň technológií prináša nové výzvy v oblasti rozvoja teórie spoľahlivosti. Súčasné systémy, vyžadujúce analýzu spoľahlivosti, majú zložitú štruktúru, sú nehomogénne vzhľadom na svoju fyzikálnu podstatu a tiež obsahujú komponenty s rozličnými procesmi zlyhania, degradácie a poruchy. Preto sa v teórii spoľahlivosti stávajú aktuálnymi úlohy výskumu zložitých a sociálno-technických systémov, napríklad systémov riadenia jadrovej elektrárne, systémov prepravy nafty a plynu či transportných systémov.

Existuje niekoľko rôznych matematických prístupov k riešeniu týchto úloh. Pre reálne systémy nie je dôležité iba určenie podmienok a pravdepodobnosti havárie, ale je dôležité tiež zistiť príčiny vedúce k havárii, analyzovať zmeny spoľahlivosti systému, berúc do úvahy niekoľko úrovní prevádzkyschopnosti. To je možné využitím takého systému, ktorého matematický model umožňuje modelovať niekoľko úrovní prevádzkyschopnosti (Multi-State System, MSS). Takýto model umožňuje použiť niekoľko úrovní prevádzkyschopnosti (spoľahlivosti) celého systému a jeho komponentov, pričom umožňuje podrobnejšie vykonať analýzu zmeny stavu skúmaného systému.

Jednou z aktuálnych úloh analýzy spoľahlivosti MSS je odhad pravdepodobnosti stavu (úrovne spoľahlivosti) systému v závislosti od stavu jeho komponentov. Tradične sa táto úloha vzťahuje k oblasti Importance Analysis – oblasti teórie spoľahlivosti, ktorá určuje vplyv každého komponentu systému na úroveň jeho spoľahlivosti. V niektorých zdrojoch sa táto oblasť teórie spoľahlivosti nazýva tiež „výskum citlivosti MSS“. Odhad, určujúci pravdepodobnosť stavu systému pri niektorých zadaných podmienkach pre jeho komponenty sa nazýva Importance Measure (IM).

Cieľ práce spočíva vo vytvorení a rozvoji teoretických základov analýzy spoľahlivosti zložitých systémov, hlavne analýzy citlivosti spoľahlivosti systému vzhľadom k zmenám stavu jeho jedného alebo viacerých komponentov.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Vývoj nových algoritmov pre analýzu spoľahlivosti zložitých systémov a analýzu dát.

**Odporúčané metódy:**

- analýza súčasného stavu problému,
- formulácia matematických modelov,

- návrh algoritmov,
- validácia návrhov prostredníctvom výpočtových experimentov.

## Informácie o výskume

### Druh výskumu:

základný výskum

### Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

VEGA 1/0354/17 - Analýza spoľahlivosti na základe neistých dát

APVV-18-0027 - Vývoj nových metód pre analýzu spoľahlivosti zložitých systémov

### Doterajšie výsledky:

1. Zaitseva E., Levashenko V., Importance analysis by logical differential calculus, Automation and remote control, Vol. 74, No. 2, 2013, pp. 171-182. (ISSN 0005-1179)
2. Zaitseva E., Levashenko V., Multiple-Valued Logic mathematical approaches for multi-state system reliability analysis, Journal of Applied Logic, Vol.11, No3, 2013, pp. 350-362. (ISSN: 1570-8683)
3. Zaitseva, E., Levashenko, V., Kostolny, J., Importance analysis based on logical differential calculus and binary decision diagram, Reliability engineering and system safety, Vol. 138, 2015, pp. 135-144. ISSN 0951-8320
4. Zaitseva, E., Levashenko, V., Kostolny, J., Application of logical differential calculus and binary decision diagram in importance analysis. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2015; 17 (3): 379–388
5. Kvassay, Levashenko, V., M., Zaitseva, E., Analysis of minimal cut and path sets based on direct partial Boolean derivatives, Proc IMechE Part O: J Risk and Reliability, 2016, Vol. 230(2) 147–161
6. Androulidakis, I., Levashenko, V., Zaitseva, E., An empirical study on green practices of mobile phone users, Wireless Networks, Vol. 22, Issue 7, 2016, pp. 2203-2220
7. E.Zaitseva, V.Levashenko, Construction of a reliability structure function based on uncertain data, IEEE Tran on Reliability, 65(4), pp.1710 - 1723, 2016, DOI: 10.1109/TR.2016.2578948
8. Kvassay M., Zaitseva E., Levashenko V., Kostolny J. Reliability Analysis of Multiple-Outputs Logic Circuits Based on Structure Function Approach, IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, 36 (3), 2017, pp. 398-411
9. Kvassay M., Zaitseva E., Levashenko V. Importance analysis of multi-state systems based on tools of logical differential calculus, Reliability engineering and system safety, 165(9), 2017, pp.302-316
10. Zaitseva E., Levashenko V., Reliability analysis of Multi-State System and Multiple-Valued Logic, International Journal of Quality & Reliability Management, 34(6), 2017, pp. 862-878
11. Rabcan J., Levashenko V., Zaitseva E., Kvassay M., Subbotin S. (2019) Non-destructive diagnostic of aircraft engine blades by Fuzzy Decision Tree, Engineering Structures, vol.197, no.10, 2019, Article number 109396
12. Zaitseva, E., Levashenko, V., Lukyanchuk, I., Rabcan J., Kvassay, M., Rusnak, P. Application of generalized reed–muller expression for development of non-binary circuits, Electronics (Switzerland), 9(1), 2020, 12

Téma dizertačnej práce

## **Analýza spoľahlivosti a rizík v medicíne**

Školiteľ: **prof. Ing. Elena Zaitseva, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### **Detailnejší opis problému:**

Spoľahlivosť hardwaru bola zvýšená vďaka technologickému pokroku v rozsiahlych komplexných systémov ako sú jadrové elektrárne, lietadlá či ropné ťažobné závody. Avšak obrovské zlepšenie nenastalo v oblasti ľudskej spoľahlivosti pre fungovanie a spravovanie týchto komplexných systémov. Je všeobecne známe, že ľudia hrajú dôležitú úlohu v bezpečnej prevádzke komplexných priemyselných zariadení. Zníženie ľudskej chyby je jedným z hlavných záujmov pre zlepšovanie bezpečnosti a dostupnosti systému. Analýza ľudskej spoľahlivosti (Human Reliability Analysis - HRA) v rámci analýzy spoľahlivosti je pokusom modelovať a predpovedať dopad týchto interakcií na bezpečnosť ako spoľahlivosť systému.

Cieľom práce je rozvoj a výskum nových metód analýzy ľudskej spoľahlivosti na základe použitia matematického modelu viac-stavových systémov, hlavne analýzy citlivosti spoľahlivosti vzhľadom k vplyvu ľudského faktora.

### **Predpokladaný vedecký prínos:**

Nový algoritmus pre analýzu spoľahlivosti zložitých systémov.

Matematický model.

Analýza dát.

### **Odporúčané metódy:**

- analýza súčasného stavu problému,
- formulácia matematických modelov,
- návrh algoritmov,
- validácia návrhov prostredníctvom výpočtových experimentov.

Informácie o výskume

### **Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

VEGA 1/0354/17 - Analýza spoľahlivosti na základe neistých dát

APVV-18-0027 - Vývoj nových metód pre analýzu spoľahlivosti zložitých systémov

612462-EPP-1-2019-1-SK-EPPKA2-KA - University-industry educational Centre in advanced Biomedical and Medical Informatics (CeBMI)

**Doterajšie výsledky:**

1. Zaitseva E., Rusin M. Healthcare System Representation and Estimation Based on Viewpoint of Reliability Analysis, Journal of Medical Imaging and Health Informatics. Vol.2, N.1, 2012, pp. 80-86 (ISSN: 2156-7018)
2. Zaitseva E., Levashenko V., Importance analysis by logical differential calculus, Automation and remote control, Vol. 74, No. 2, 2013, pp. 171-182. (ISSN 0005-1179)
3. Zaitseva E., Levashenko V., Multiple-Valued Logic mathematical approaches for multi-state system reliability analysis, Journal of Applied Logic, Vol.11, No3, 2013, pp. 350-362. (ISSN: 1570-8683)
4. Zaitseva, E., Levashenko, V., Kostolny, J., Importance analysis based on logical differential calculus and binary decision diagram, Reliability engineering and system safety, Vol. 138, 2015, pp. 135-144. ISSN 0951-8320
5. Zaitseva, E., Levashenko, V., Kostolny, J., Application of logical differential calculus and binary decision diagram in importance analysis. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2015; 17 (3): 379–388
6. Kvassay, Levashenko, V., M., Zaitseva, E., Analysis of minimal cut and path sets based on direct partial Boolean derivatives, Proc IMechE Part O: J Risk and Reliability, 2016, Vol. 230(2) 147–161
7. Androulidakis, I., Levashenko, V., Zaitseva, E., An empirical study on green practices of mobile phone users, Wireless Networks, Vol. 22, Issue 7, 2016, pp. 2203-2220
8. Subbotin S., Olinyk O., Levashenko V., Zaitseva E., Diagnostic rule mining based on artificial immune system for a case of uneven distribution of classes in sample, Communications: scientific letters of the University of Žilina. - Vol. 18, no. 3 (2016), s. 3-11. - ISSN 1335-4205
9. E.Zaitseva, V.Levashenko, Construction of a reliability structure function based on uncertain data, IEEE Tran on Reliability, 65(4), pp.1710 - 1723, 2016, DOI: 10.1109/TR.2016.2578948
10. Kvassay M., Zaitseva E., Levashenko V. Importance analysis of multi-state systems based on tools of logical differential calculus, Reliability engineering and system safety, 165(9), 2017, pp.302-316
11. Zaitseva E., Levashenko V., Reliability analysis of Multi-State System and Multiple-Valued Logic, International Journal of Quality & Reliability Management, 34(6), 2017, pp. 862-878
12. Rabcan J., Levashenko V., Zaitseva E., Kvassay M., Subbotin S., Application of Fuzzy Decision Tree for Signal Classification, IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol.15, no.10, 2019, pp. 5425 – 5434
13. Zaitseva, E., Levashenko, V., Rabcan J., Krsak E., Application of the Structure Function in the Evaluation of the Human Factor in Healthcare, Symmetry (Switzerland), 12(1), 2020, 93

Téma dizertačnej práce

## Analytické spracovanie dát

Školiteľ: **prof. Ing. Karol Matiaško, PhD, školiteľ špecialista doc. Ing. Michal Kvet PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

1. Návrh modelu dátového skladu pre analytické spracovanie dát.
2. Návrh indexovného prístupu do položiek dátového skladu.
3. Návrh algoritmov pre extrakciu, transformáciu a import dát do dátového skladu.
4. Návrh algoritmov pre analytické spracovanie podľa špecifikovaných kritérií.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Modelovanie zložitých datových objektov a algoritmov pre analytické spracovanie dát.

**Odporúčané metódy:**

- analýza súčasného stavu používaných modelov,
- spracovanie analýzy BI nástrojov,
- návrh indexových štruktúr,
- algoritmy pre rýchle analytické spracovanie.

Informácie o výskume

**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Predpokladáme získanie projektu VEGA a APVV.

VEGA -1/0267/19 Komplexné spracovanie dát v prostredí inteligentných dopravných systémov,

Vývoj metodiky pre analýzu prevádzkových dát za účelom podpory rozhodovania v oblasti riadenia obslužných systémov pre elektrické vozidlá, FRI UNIZA, zodp. riešiteľ: doc. Ing. Ľuboš Buzna, PhD. , VEGA 1/0089/19

CEX IDS II. - Centrum excelencie Inteligentné dopravné systémy,

CERES - Centers of Excellence for young Researchers a úspešné projekty, o ktoré sa uchádzame

**Doterajšie výsledky:**

1. ADC: KVET, Michal - KRŠÁK, Emil – MATIAŠKO, Karol – Locating and accessing large datasets using Flower Index Approach. In Concurrency and Computation – Practice and Experience, Wiley (2020). – ISSN: 1532-0634
2. ADC: KVET, Michal – MATIAŠKO, Karol - Temporal transaction integrity constraints management. In: Cluster Computing : Vol. 20, spec. iss. 1 (2017), s. 673-688. - ISSN 1386-7857. [Kvet Michal (80%) - Matiaško Karol (20%)], IF(2017): 1.601, Q2
3. ADE: KVET, Michal – MATIAŠKO, Karol – KVET, Marek - Complex time management in databases. In: Central European Journal of Computer Science. - ISSN 1896-1533. - Vol. 4, iss. 4 (2014), s. 269-284. [Kvet Michal (50%) - Matiaško Karol (10%) - Kvet Marek (40%)]
4. AFC: KVET, Michal – VAJSOVÁ, Monika - Performance study of the index structures in audited environment. In: ICITST-2016 : the 11th international conference for internet technology and secured transactions : December 5-7, 2016 Barcelona, Spain : proceedings. Infonomics Society, 2016. - ISBN 978-1-908320-74-2. - S. 459-464. [Kvet Michal (90%) - Vajsová Monika (10%)]
5. ABC: KVET, Michal – VAJSOVÁ, Monika – MATIAŠKO, Karol - Complex data management in MRI results processing. In: Applications of computational intelligence in biomedical technology. - Cham: Springer International Publishing, 2016. - ISBN 978-3-319-19146-1. - S. 119-141.- (Studies in computational intelligence, 606. - ISSN 1860-949X). [Kvet Michal (80%) - Vajsová Monika (10%) - Matiaško Karol (10%)]

Téma dizertačnej práce

## **Dátovo založené modelovanie a optimalizácia pre obslužné systémy**

Školiteľ: **prof. Ing. Ľuboš Buzna, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

### Špecifikácia témy

#### **Detailnejší opis problému:**

Cieľom je vytvoriť nové nástroje na podporu rozhodovania, ktoré budú môcť využiť prevádzkovatelia obslužných systémov pre návrh alebo zefektívnenie prevádzky systému. Tento hlavný cieľ projektu bude dosiahnutý prostredníctvom riešenia vybraných problémov ako sú napríklad:

- analýza správania sa používateľov služieb,
- tvorba modelov pre predpovedanie dopytu po službách, časov obsluhy a.p.,
- návrh, vývoj a výskum správania sa preskriptívnych optimalizačných modelov a algoritmov, schopných efektívne riešiť matematické modely úloh vyplývajúce z prevádzky obslužného systému (napr. kombinácia predikčných modelov vývoja dopytu a optimalizačných modelov návrhu štruktúry systému).

Konkrétnymi príkladmi možných obslužných systémov a riešených problémov sú:

1. Sieť nabíjajúcich staníc pre elektrické vozidlá a problém implementácie „smart“ nabíjania.
2. Sieť záchranných vozidiel a problém predpovedania dojazdových časov na základe historických dát, alebo problém učenia optimálnej štruktúry záchranného systému na základe historických dát.
3. Sieť reštauračných zariadení a problém predpovedania záujmu o ponúkané jedlá na základe historických dát za účelom zefektívnenia zásobovania.

#### **Predpokladaný vedecký prínos:**

Nové prístupy/metodiky pre podporu rozhodovania v oblasti organizácie a riadenia obslužných systémov.

#### **Odporúčané metódy:**

- formulácia štatistických a optimalizačných modelov,
- návrh optimalizačných algoritmov,
- návrh simulačných modelov,
- validácia návrhov prostredníctvom výpočtových a simulačných experimentov.

## Informácie o výskume

### **Druh výskumu:**

základný výskum

### **Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

VEGA 1/0089/19 Vývoj metodiky pre analýzu prevádzkových dát za účelom podpory rozhodovania v oblasti riadenia obslužných systémov pre elektrické vozidlá

### **Doterajšie výsledky:**

1. M. Straka et al., "Predicting Popularity of Electric Vehicle Charging Infrastructure in Urban Context," in IEEE Access, vol. 8, pp. 11315-11327, 2020
2. M. Cebecauer, L. Buzna A versatile adaptive aggregation framework for spatially large discrete location-allocation problems, Computers & Industrial Engineering , Vol. 111, p. 364-380, 2017
3. M. Cebecauer, K. Rosina, L. Buzna: Effects of demand estimates on the evaluation and optimality of service centre locations, International Journal of Geographical Information Science, Vol. 30, Issue 4, 2016



Téma dizertačnej práce

## Vysvetliteľné rozpoznávanie vzorov

Školiteľ: **prof. Ing. Martin Klimo, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

V navrhovanej téme sa sústredíme na odstránenie závažnej nevýhody súčasných metód hlbokého učenia, ktorou je nezrozumiteľnosť klasifikácie pre používateľa. Integrovaný rozpoznávač predstavuje čiernu skrinku, na ktorej vstup je privedený neznámy vzor a na výstupe sa objaví rozpoznaná trieda. Problémom však je, že za správnosť rozpoznania nezodpovedá počítačový model, ale jeho používateľ (napr. lekár). Rozpoznávač je potom v pozícii pomocníka a používateľ by mal vedieť nielen čo pomocník odporúča, ale aj prečo. Prvý krok vidíme v návrate k jasnému oddeleniu extrakcie príznakov a klasifikácie. Ak rezignujeme na len prírodné príznaky, musíme nechať používateľovi možnosť, aby sa naučil rozumieť príznakom, ktoré boli extrahované pre čo najlepšiu klasifikáciu a s ktorými sa možno ešte nestretol. Kľúčom k tomu je vytvorenie učiaceho systému, ktorý k danému vzoru nielen že zobrazí príznaky a výsledok klasifikácie, ale dovolí používateľovi meniť príznaky (hrať sa s nimi) a vidieť ako zmena príznakov vplyva na predkladaný vzor (spätná transformácia) a na rozhodnutie klasifikácie.

Princípom je doplnenie rozpoznávača o doplnkový autoenkodér, ktorý k príznakom extrahuje takú informáciu, že z nej a z príznakov je možné obnoviť predkladaný vzor. To umožňuje obnovenie originálu aj pri zmene príznakov.

Cieľom dizertačnej práce je preskúmanie takéhoto prístupu k tvorbe interpretovateľného rozpoznávača pre rôzne metódy extrakcie parametrov a klasifikácie v rôznych aplikáciách (rôzne triedy vzorov).

### Predpokladaný vedecký prínos:

Vytvorenie nových metód rozpoznávania, ktoré umožňujú interpretáciu príznakov a ich pochopenie používateľom systému rozpoznávania ako aj logické zdôvodnenie rozhodnutia systému.

### Odporúčané metódy:

- rešerš používaných metód hlbokého učenia a rozpoznávania vzorov,
- návrh novej, lepšie interpretovateľnej, metódy,
- overenie metódy na štandardnej rozpoznávacej úlohe.

## Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

### Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Detekcia kategorických rečových príznakov robustných voči hlučnému prostrediu, APVV-18-0487, prípadne niektorý z ďalších podaných projektov.

### Doterajšie výsledky:

[1] W. Samek, T. Wiegand and K.-R. Muller, "Explainable Artificial Intelligence: Understanding, Visualizing and Interpreting Deep Learning Models.," ITU Journal, vol. ICT Discoveries, no. Special Issue 1 - The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Communication Networks and Services., pp. 1-10, 2017

[2] M. T. Ribeiro, S. Singh and C. Guestrin, ""Why Should I Trust You?": Explaining the Predictions of Any Classifier," in KDD '16, Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, San Francisco, California, 2016

[3] O. Biran and C. Cotton, "Explanation and Justification in machine Learning: A Survey," in IJCAI-17 Workshop on Explainable AI (XAI) Proceedings, Melbourne, 2017

[4] Klimo M., Boroň J.: Temporary properties of RS fuzzy flip-flops, 2011. In: Acta Technica Jaurinensis : Series Intelligencia Computatorica. - ISSN 1789-6932. - Vol. 4, no. 1 (2011), pp. 127-133

[5] Klimo M.: Implementation of fuzzy logic systems by nanotechnology, In: Fuzzy theory and applications: NIMS hot topic workshop, 2012, National Institute for Mathematical Sciences, Daejeon, Korea

[6] Badura S., Foltan S., Klimo M.: Fuzzy logic networks for speech recognition In: Communications: scientific letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Vol. 15, no. 2 (2013), pp. 13-18

[7] Klimo M., Such O., Skvarek O., Fratrik M.: Memristor based pattern matching, Semiconductor Science and Technology, special issue on Memristive Devices, 2014 IOP Publishing Ltd. Semiconductor Science and Technology, Volume 29, Number 10

[8] Klimo M., Škvarek O., Smieško J., Foltán S., Šuch, O.: Vowel recognition supported by ordered weighted average, In: Emergent trends in robotics and intelligent systems : Where is the role of intelligent technologies in the next generation of robots?. - [Dordrecht]: Springer, 2015. - ISBN 973-3-319-10782-0. - S. 274-253.- (Advances in intelligent systems and computing, Vol. 316. - ISSN 2194-5357)

[9] Martin Klimo, Tarábek, Peter ; Šuch, Ondrej; Smieško, Juraj ; Škvarek, Ondrej: Implementation of a deep ReLU neuron network with a memristive circuit, International journal of unconventional computing. - ISSN 1548-7199. - Vol. 12, no. 4 (2016), s. 319-337

[10] Klimo M., Šuch O.: Memristive Implementation of Fuzzy Logic for Cognitive Computing, Future Computing 2017, February 19 - 23, 2017 - Athens, Greece

[11] M. Klimo, O. Šuch, O. Skvarek, K. Fröhlich, M. Ťapajna, I. Kandrata, M. Precner: Memristive Based Explainable Pattern Recognition, Artificial Intelligence International Conference, A2IC 2018, Barcelona, Book of Abstracts,, Abstract ID: 184, pp 86-87

Téma dizertačnej práce

## Rozpoznávanie impulznými neurónovými sieťami

Školiteľ: **prof. Ing. Martin Klimo, PhD.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

Dnes používané algoritmické metódy výpočtu sú realizované na počítačoch s von Neumannovou architektúrou. Pri analýze veľkých dát však narážame na úzke hrdlo priepustnosti zbernice medzi pamäťou a procesorom. Východiskom je rozšírenie architektúry o koprocory pre kognitívne riešenie úloh, ktoré je založené na prirodzene masívnom paralelnom počítaní. Technológie pre kognitívne počítanie siahajú od digitálnych systémov (GPU, FPGA, ASIC) až po budúce kvantové koprocory. Medzeru medzi spomenutými technológiami môžu zaplniť memristívne obvody. Memristor je nanotechnologický prvok, ktorý v závislosti na polarite prechádzajúceho prúdu sa prepne do nízkoodporového alebo vysokoodporového stavu. Pri nulovom prúde sa tento stav zachováva, t.j. pamätá si ho. Elementárny obvod tvoria dva antiparalelne spojené memristory, pomocou ktorých je možné zostaviť rozhodovaciu funkciu pre rozpoznávanie vzoru.

Existencia prahového napätia, ktoré je potrebné na prepnutie memristora spôsobuje malú presnosť určenia hodnoty fuzzy logickej funkcie v analógovom režime. Ako perspektívnejšie sa preto ukazuje opustenie analógového režimu a prechod na impulzný režim. Z pohľadu funkcie odporového spínača sa nejedná o zásadný rozdiel, pretože na prepnutie vplýva tak veľkosť napätia ako aj doba trvania tohto napätia. Pokiaľ v analógovom režime sa predpokladá rovnaký čas a mení sa veľkosť napätia (amplitúdová modulácia), rovnaký výsledok môžeme dosiahnuť aj aplikovaním rovnakého napätia počas rôznej doby trvania (šírková modulácia). Odtiaľ je už len krok k impulznej modulácii, kedy rôznu šírku impulzu nahradíme rôznym počtom impulzov o rovnakej šírke. V memristorovej implementácii neuromorfného počítania sa navyše využíva skutočnosť, že napätie na memristore je dané rozdielom potenciálov na jeho termináloch (oproti zemi). Preto koincidencia impulzov v doprednom a spätnom smere na synapsii neurónu je základom Hebbovho učenia.

### Predpokladaný vedecký prínos:

Nové modely rozpoznávania fungujúce na základe impulzných sietí.

Zjednotenie neuromorfných a fuzzy logických sietí pre rozpoznávanie vzorov.

Preukázanie možnosti implementácie memristorovými obvodmi.

**Odporúčané metódy:**

Dizertačný projekt môže byť podľa preferencií uchádzača orientovaný na prácu v Laboratóriu nanoelektrických obvodov, alebo na počítačové modelovanie memristívnych obvodov.

Príklady zamerania dizertačného projektu:

- modelovanie memristívnych obvodov,
- modely memristívnych obvodov pre neuromorfne počítanie,
- návrh memristívnych obvodov pre zvolené aplikácie (rozpoznávanie reči, obrazu, paketového toku,...).

**Informácie o výskume****Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Simulation of memristive synapses on SpiNNaker (Infrastructure Voucher Programme, The Human Brain Project FET Flagship) prípadne niektorý z ďalších podaných projektov.

**Doterajšie výsledky:**

- [1] D. B. Strukov, G. S. Snider, D. R. Stewart, and R. S. Williams, "The missing memristor found," *Nature*, vol. 453, no. 7191, pp. 80–83, May 2008
- [2] E. Linn, R. Rosezin, C. Kügeler, R. Waser: Complementary resistive switches for passive nanocrossbar memories, *Nature Materials*, 9, 403–406, (2010)
- [3] L. Chua, "Resistance switching memories are memristors," *Applied Physics A*, vol. 102, no. 4, pp. 765–783, 2011
- [4] R. Waser, *Nanoelectronics and Information Technology*. John Wiley & Sons, Inc., 2012
- [5] K. M. Kim, S. Han, Ch. S. Hwang: Electronic bipolar resistance switching in an anti-serially connected Pt/TiO<sub>2</sub>/Pt structure for improved reliability, *Nanotechnology* 23 (2012) 035201 (7p), IOP Publishing
- [6] M. Klimo, O. Šuch. Memristors can implement fuzzy logic, Ithaca, NY : Cornell University, 2011. Spôsob prístupu: <http://arxiv.org/pdf/1110.2074.pdf>.
- [7] Implementation of fuzzy logic systems by nanotechnology / Martin Klimo. 2012, In: Fuzzy theory and applications. Daejeon: National Institute for Mathematical Sciences, 2012. - S. 7-8
- [8] M. Klimo, O. Šuch: Ternary memristive switches for fuzzy computation, MemCo Workhop "Memristors for Computing" 19-21 November 2012, Fréjus, France
- [9] Fröhlich, K., Kundrata, I., Blaho, M., Precner, M., Tapajna, M., Klimo, M., Šuch, O., Škvarek, O.: Hafnium oxide and tantalum oxide based resistive switching structures for realization of minimum and maximum functions, *Journal of Applied Physics* Volume 124, Issue 15, 21 October 2018, Article number 152109
- [10] Fröhlich, K., Kundrata, I., Blaho, M., Precner, M., Tapajna, M., Klimo, M., Šuch, O., Škvarek, O.: Performance of HfO<sub>x</sub>-and TaO<sub>x</sub>-based resistive switching structures for realization of minimum and maximum functions, *MRS Advances* Volume 3, Issue 59, 2018, Pages 3427-3432
- [11] S. Foltán, "Speech recognition by means of fuzzy logical circuits," Ph.D. dissertation, Faculty of management science and informatics, University of Žilina, 2012
- [12] Foltán, S.: Speech recognition by means of fuzzy logical circuits, in: 18th international conference on soft computing, MENDEL 2012, Brno, ISBN 9788021445406

- [13] Badura, S., Klimo, M., Skvarek, O.: Lip reading using fuzzy logic network with memory, 6th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT 2012 - Proceedings ,art. no. 6398471, 2012
- [14] Šuch O.: Using min-max Circuits for Speech Recognition, Habilitation thesis, University of Žilina, 2013, <http://www.savbb.sk/~ondrejs/Phoneme/hab.pdf>.
- [15] M. Frátrik, S. Baďura, M. Klimo, and O. Škvarek, "Memristor measurements, and simulations," in Semiconductor Conference (CAS), 2012, International, vol. 2, 2013, pp. 243–246
- [16] M. Fratrik, M. Klimo, O. Skvarek, O. Such: Memristive Sorting Networks, E-MRS 2014 SPRING MEETING, Lille 2014
- [17] L. Nielen S. Ohm, O. Šuch, M. Klimo, R. Waser and E. Linn: Memristive Sorting Networks Enabled by Electrochemical Metallization Cells, International Journal of Unconventional Computing, Volume 12, Number 4 (2016), pp. 303-317, ISSN: 1548-7199 (print), ISSN: 1548-7202 (online)
- [18] M. Klimo, O. Such: Fuzzy computer architecture based on memristor circuits, In: Future computing 2012, Think Mind, 2012. - ISBN 9781612082172. - S. 84-87
- [19] Idea of memristor based computer / Klimo Martin and Šuch Ondrej. 2012. NFP 008/2009/2.1/OP VaV, 262201200007In: FSTA 2012. - Liptovský Mikuláš : Armed Forces Academy of General M.R. Štefánik. - ISBN 9788080404383. - S. 74-75
- [20] M. Klimo Memristor based Computing, 2012, In: Znalosti 2012. Praha: MATFYZ-PRESS, 2012. - ISBN 9788073782207. - S. 7
- [21] O. Šuch, M. Klimo, S. Foltán, K. Grondžák: ,Computational concept based on complementary resistive switches / Ondrej Šuch ... [et al.]. 2012, In: Frontiers in electronic materials. - Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2012. - ISBN 9783527411917. - S. 190-191
- [22] Klimo M., Šuch O.: Memristive Implementation of Fuzzy Logic for Cognitive Computing, Future Computing 2017, February 19 - 23, 2017 - Athens, Greece
- [23] Klimo M., Tarábek, P., Šuch, Ondrej; Smieško, Juraj ; Škvarek, Ondrej: Implementation of a deep ReLU neuron network with a memristive circuit, International journal of unconventional computing. - ISSN 1548-7199. - Vol. 12, no. 4 (2016), s. 319-337
- [24] Šuch Ondrej, Klimo, Martin ; Linn, Eike ; Ťapajna, Milan ; Jančovič, Peter ; Frohlich, Karol ; Hamdiyah, A. ; Verelli, E. ; Kemp, Neil T.: Coincidence adaptation in complementary resistive gates, Spring meeting 2016 : From May 2nd to 6th Lille, France. - [S.l.: s.n.], 2016. - [1] s.
- [25] Šuch O., Škvarek O., Klimo M.: Dendrito-synaptic memristive circuit, poster, International Conference on Memristive Materials, Devices & Systems (MEMRISYS 2017), & the 5th MemoCIS Workshop, InterContinental Athenaeum Athens, 03 April 2017 - 06 April 2017
- [26] O. Such, M. Klimo, N. T. Kemp, O. Skvarek: Passive memristor synaptic circuits with multiple timing dependent plasticity mechanisms, AEU - International Journal of Electronics and Communications 96, September 2018, pp. 252-259, DOI: 10.1016/j.aeue.2018.09.025
- [27] M. Klimo, O. Šuch, O. Skvarek, K. Fröhlich, M. Ťapajna, I. Kunderata, M. Precner: Memristive Based Explainable Pattern Recognition, Artificial Intelligence International Conference, A2IC 2018, Barcelona, Book of Abstracts,, Abstract ID: 184, pp 86-87

Téma dizertačnej práce

## Vývoj a aplikácia modelov pre dynamiku krvných buniek

Školiteľ: **prof. Mgr. Ivan Cimrák, Dr.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

V počítačovom modelovaní biomedicínskych procesov sa používajú biomechanické modely jednotlivých buniek. Tieto modely zachytávajú rôzne komponenty buniek a ich vlastnosti, ako napr. membrána alebo jadro a ich elasticitu. V rámci dizertačnej témy sa budeme zaoberať vývojom nových prvkov modelov a ich validáciou. Tieto modely sa budú neskôr používať v počítačovo podporovanom biologickom výskume ako napr. inerciálnym zameriavaním buniek, alebo analýzou správania sa červených krviniek pri prechode submikrometrovými štrbinami.

V rámci štúdia sa doktorandi zúčastňujú zahraničných konferencií. V prípade záujmu našich doktorandov ich podporujeme v absolvovaní vedeckých stáží u zahraničných partnerov.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Prínosom bude model bunky rozšírený o nové biomechanické fenomény. Aplikácia takéhoto modelu bude viesť k získaniu nových poznatkov z bunkovej biológie, ktoré budú získané z počítačových simulácií.

**Odporúčané metódy:**

- štúdium dostupnej literatúry a dokumentácie k existujúcemu modelu jednotlivej bunky,
- získavanie dát z biologických experimentov z dostupnej literatúry a zo spolupráce s domácimi a medzinárodnými partnermi pracujúcimi v oblasti experimentálnej biológie,
- vývoj nových modelov, testovanie modelov, získavanie simulačných dát pomocou sérií počítačových experimentov, spracovanie a vyhodnocovanie dát, formulácia vedeckých výsledkov.

Informácie o výskume

**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

APVV-15-0751 Výpočtové a matematické modelovanie pre optimalizáciu mikrofluidických zariadení určených na triedenie, izolovanie a manipuláciu buniek

VEGA 1/0643/17 Inovatívne metódy a modely na optimalizáciu mikrofluidických zariadení

### **Doterajšie výsledky:**

Výskumná skupina úzko spolupracuje s vývojármi simulačného nástroja ESPResSo na univerzite v Štutgarte, Nemecko. Ďalším partnerom je Danube University, Krems, Rakúsko, kde sa spolupracuje na vývoji modelov. Členovia skupiny sú vysielaní na zahraničné konferencie a na krátkodobé vedecké návštevy partnerov.

Publikované práce (15):

1. I. Jančígová, I. Cimrák, (2015) Non-uniform force allocation for area preservation in spring network models. *Int. J. Numer. Meth. Biomed. Engng.*, doi: 10.1002/cnm.27571. Cimrák, M. Gusenbauer, I. Jančígová, An ESPResSo implementation of elastic objects immersed in a fluid, *Computer Physics Communications*, Volume 185, Issue 3, March 2014, Pages 900–907
2. I. Cimrák, I. Jančígová, R. Tóthová, a M. Gusenbauer, (2015). Mesh-based modeling of individual cells and their dynamics in biological fluids. Book: *Application of Computational Intelligence in Biomedical Technology*, Book series: *Studies in Computational Intelligence*, Springer, ISBN:978-3-319-19146-1, Vol. 606., p 1-28
3. R. Tóthová I. Cimrák, Local stress analysis of red blood cells in shear flow, *AIP Conference Proceedings*, 2015, Vol. 1648, eid: 210003, ISBN 978-0-7354-1287-3
4. I. Jančígová, I. Cimrák, A novel approach with non-uniform force allocation for area preservation in spring network models, *AIP Conference Proceedings*, 2015, Vol. 1648, eid: 210004, ISBN 978-0-7354-1287-3
5. I. Cimrák, A simplified model for dynamics of cell rolling and cell-surface adhesion, *AIP Conference Proceedings*, 2015, Vol. 1648, eid: 210005, ISBN 978-0-7354-1287-3
6. M. Bušík, Viscoelasticity in spring network models for proper dynamics of cell membrane, *Journal of Information, Control and Management Systems*, [S.l.], v. 13, n. 1, apr. 2015. ISSN 1336-1716
7. I. Jančígová, A comparison of two computational models for simulations of red blood cells in flow, In: *MiST 2015 Mathematics in Science and Technologies: proceedings of the MiST conference 2015 Fačkovské sedlo, Kľak, Slovakia, January 19-24, 2015*. University of Žilina, 2015. - ISBN 978-1514866382
8. R. Tóthová, Method of calibration of red blood cell model by stretching experiments, In: *MiST 2015 Mathematics in Science and Technologies: proceedings of the MiST conference 2015 Fačkovské sedlo, Kľak, Slovakia, January 19-24, 2015*. University of Žilina, 2015. - ISBN 978-1514866382
9. R. Tóthová, I. Jančígová, M. Bušík, Calibration of elastic coefficients for spring-network model of red blood cell in *Information and Digital Technologies (IDT) 2015*, International Conference, IEEE, July 2015, Slovakia, ISBN 978-1-4673-7185-8, pp. 376-380
10. I. Cimrák, M. Gusenbauer, T. Schrefl, Modelling and simulation of processes in microfluidic devices for biomedical applications *Computers and Mathematics with Applications*, Vol 64(3), pp. 278-288, 2012
11. I. Cimrák, I. Jančígová, K. Bachratá, H. Bachratý, On elasticity of spring network model used in blood flow simulations in ESPResSo, In: M. Bischoff, E. Onate, D.R.J. Owen, E. Ramm, P. Wriggers (eds.), *PARTICLES 2013*, s. 133-144., III International Conference on Particle-based Methods – Fundamentals and Applications, 18-20 September 2013, Stuttgart, Germany. ISBN 978-84-941531-7-4
12. K. Bachratá, H. Bachratý, On modeling blood flow in microfluidic devices in *ELEKTRO 2014: 10th International Conference*, IEEE, May 2014, Slovakia, ISBN 978-4799-3720-2, pp. 518-521, online
13. I. Jančígová, R. Tóthová, Scalability of forces in mesh-based models of elastic objects in *ELEKTRO 2014: 10th International Conference*, IEEE, May 2014, Slovakia, ISBN 978-4799-3720-2, pp. 562-566, online

14. R. Tóthová, I. Jančigová, I. Cimrák, Energy contributions of different elastic moduli in mesh-based modeling of deformable objects, in ELEKTRO 2014: 10th International Conference, IEEE, May 2014, Slovakia, ISBN 978-4799-3720-2, pp. 534-538, online
15. I. Cimrák, I. Jančigová, R. Tóthová, Recent advances in mesh-based modeling of individual cell in biological fluids in Digital Technologies (DT) 2014: 10th International Conference, IEEE, July 2014, Slovakia, ISBN 978-1-4799-3303-7, pp. 25-31, online



Téma dizertačnej práce

## **Strojové učenie na navrhovanie záchranných systémov evolučnými metaheuristikami**

Školiteľ: **prof. RNDr. Jaroslav Janáček, CSc.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### **Detailnejší opis problému:**

Návrh územne rozľahlého robustného záchranného systému je NP-ťažká úloha podobajúca sa na úlohu o p-centroch, resp. p-mediánov s viacerými kritérií a dodatočnými podmienkami, ktorej riešenie zvyčajne prekračuje možnosti komerčne dostupných solverov. Z tohto dôvodu sa do pozornosti informatickej komunity ako nádejné riešiacie prostriedky pre úlohu návrhu záchranného systému dostávajú metaheuristiky typu „Genetický algoritmus“ alebo „Scatter search“. Ako ukázali doterajšie experimenty s metaheuristikami, ich úspešnosť závisí od vhodného nastavenia parametrov týchto heuristik. V tejto práci sa predpokladá, že doktorand vykoná výskum učiacich sa metód na automatizované nastavenie parametrov metaheuristik riešiacich úlohy uvedených typov. Dizertačná práca má analyzovať možné adaptívne prístupy k nastaveniu parametrov, navrhnúť účinné algoritmy pre ich realizáciu, implementovať ich a vykonať výskum ich správania.

### **Predpokladaný vedecký prínos:**

Efektívnosť metaheuristik závisí od toho, ako sú schopné využívať špecifiká riešených úloh a taktiež od vhodného nastavenia parametrov metaheuristik.

Vedeckým prínosom práce bude zistenie závislostí medzi typom a rozmermi riešenej úlohy a vhodným nastavením parametrov metaheuristiky a využitie týchto závislostí na návrh vhodnej metódy strojového učenia, ktorá bude schopná tieto parametre nastaviť.

### **Odporúčané metódy:**

- analýza vlastností množiny prípustných riešení danej úlohy,
- konštrukcia viacerých typov vývojových metaheuristik a výskum ich chovania z hľadiska časovej náročnosti a kvality získaného riešenia v závislosti na ich parametroch,
- výskum vplyvu nastavenia parametrov na efektívnosť metaheuristik,
- syntéza získaných poznatkov a návrh vhodnej metódy strojového učenia na nastavenia parametrov.

## Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum

### Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

VEGA 1/0342/18 "Optimálne dimenzovanie obslužných systémov"

### Doterajšie výsledky:

Problematikou navrhovania obslužných systémov sa na KMMOA (pôvodne KDS) zaoberáme viac ako desať rokov. Úspešne sme doposiaľ naplnili päť projektov VEGA a jeden projekt APVV-07606-11 spojené čiastočne s uvedenými úlohami, kde projekt VEGA 1/3775/06 bol ocenený certifikátom o dosiahnutí vynikajúcich výsledkov, bolo obhájených deväť dizertačných prác. Pre výskum metód navrhovania verejných obslužných systémov v súčasnosti riešim projekty VEGA 1/0342/18 "Optimálne dimenzovanie obslužných systémov", VEGA 1/0342/18 "Optimálne dimenzovanie obslužných systémov", VEGA 1/0463/16 "Ekonomicky efektívna prevádzka elektrických vozidiel v inteligentných mestách a komunitách" a projekt APVV 1-15-0179 "Spôľahlivosť záchranných systémov na infraštruktúre s neistou funkcionalitou kritických prvkov" v procese hodnotenia a schvaľovania je ďalší projekt APVV.

### Relevantné zdroje:

1. Jánošíková, L.: Emergency medical service planning. In: Scientific Letters of the University of Zilina, Communications, Vol. 9, 2007, No 2, pp 64-6
2. Gendreau, M. Potvin, J.Y.: Handbook of Metaheuristics, Springer, Heidelberg, 2010, 648 p.
3. Janáček, J.: Optimalizace na dopravních sítích. EDIS Žilina, 2006, 248 s.
4. Janáček, J., Janáčková, M., Szendreyová, A., Gábrišová, L., Koháni, M., Jánošíková, L.: Navrhovanie územne rozľahlých obslužných systémov. EDIS-vydavateľstvo ŽU, Žilina, 2010, ISBN 978-80-554- 0219-2, 404 s.
5. Rego, C., Alidaee, B.: Metaheuristics Optimization via Memory and Evolution. Kluwer Academic, Publishers, Boston, Dordrecht, London, 2005, 466 s.
6. Drezner, Zvi (ed.) et al.: Facility location. Applications and theory. Berlin, Springer Verlag, 2002, ISBN 3-540-42172-6. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2002, 296 s.

Téma dizertačnej práce

## **Strojové učenie na dimenzovanie obslužných systémov evolučnými metaheuristikami**

Školiteľ: **prof. RNDr. Jaroslav Janáček, CSc.**

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### **Detailnejší opis problému:**

Predpokladaný projekt skúma, ako rôzne modely dôsledkov rozdelenia obmedzeného počtu náležitostí medzi obslužné strediská vplyvajú na kvalitu výsledného návrhu obslužného systému. Návrh obslužného systému v tomto projekte pozostáva jednak z rozmiestnenia stredísk v obsluhovanej oblasti a súčasne aj z dimenzovania ich kapacít počtom pridelených náležitostí. Kvalita návrhu obslužného systému môže byť posudzovaná podľa niekoľkých kritérií. Z tohto dôvodu sa do pozornosti informatickej komunity ako nádejné riešiacie prostriedky pre úlohu návrhu záchranného systému dostávajú hybridné verzie vývojových metaheuristik („Genetický algoritmus“ alebo „Scatter search“). Ako ukázali doterajšie experimenty s metaheuristikami, ich úspešnosť pri riešení zložitejších problémov závisí od vhodného nastavenia parametrov týchto heuristik. V tejto práci sa predpokladá, že doktorand vykoná výskum učiacich sa metód na automatizované nastavenie parametrov metaheuristik riešiacich úlohy uvedeného typu.

Dizertačná práca má analyzovať možné adaptívne prístupy k nastaveniu parametrov, navrhnúť účinné algoritmy pre ich realizáciu, implementovať ich a vykonať výskum ich správania.

### **Predpokladaný vedecký prínos:**

Výskum závislostí medzi typom a rozmermi riešenej úlohy a nastavením parametrov metaheuristiky indukuje ďalšie prínosy pozostávajúce z návrhov metód na dimenzovanie kapacít stredísk obslužných systémov. Navrhované hybridné metódy budú rešpektovať spôsob operatívneho poskytovania služby v obslužných systémoch. Prínosom bude aj využitie vyššie uvedených závislostí na návrh vhodnej metódy strojového učenia na nastavenie parametrov navrhnutých metaheuristik.

### **Odporúčané metódy:**

- analýza vlastností množiny prípustných riešení danej úlohy,
- konštrukcia viacerých typov hybridných vývojových metaheuristik a výskum ich chovania z hľadiska časovej náročnosti a kvality získaného riešenia v závislosti na ich parametroch,
- výskum vplyvu nastavenia parametrov na efektivitu metaheuristik. Syntéza získaných poznatkov a návrh vhodnej metódy strojového učenia na nastavenia parametrov.

## Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum

### Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

VEGA 1/0342/18 "Optimálne dimenzovanie obslužných systémov"

### Doterajšie výsledky:

Problematikou navrhovania obslužných systémov sa na KMMOA zaoberáme viac ako desať rokov. Úspešne sme doposiaľ naplnili päť projektov VEGA a jeden projekt APVV-07606-11 spojené čiastočne s uvedenými úlohami, kde projekt VEGA 1/3775/06 bol ocenený certifikátom o dosiahnutí vynikajúcich výsledkov, bolo obhájených deväť dizertačných prác. Pre výskum metód navrhovania verejných obslužných systémov v súčasnosti riešime projekty VEGA 1/0342/18 "Optimálne dimenzovanie obslužných systémov", VEGA 1/0342/18 "Optimálne dimenzovanie obslužných systémov", VEGA 1/0463/16 "Ekonomicky efektívna prevádzka elektrických vozidiel v inteligentných mestách a komunitách" a projekt APVV 1-15-0179 "Spôľahlivosť záchranných systémov na infraštruktúre s neistou funkcionalitou kritických prvkov" v procese hodnotenia a schvaľovania je ďalší projekt APVV.

### Relevantné zdroje:

1. Jánošíková, L.: Emergency medical service planning. In: Scientific Letters of the University of Zilina, Communications, Vol. 9, 2007, No 2, pp 64-6
2. Gendreau, M. Potvin, J.Y.: Handbook of Metaheuristics, Springer, Heidelberg, 2010, 648 p.
3. Janáček, J.: Optimalizace na dopravních sítích. EDIS Žilina, 2006, 248 s.
4. Janáček, J., Janáčková, M., Szendreyová, A., Gábrišová, L., Koháni, M., Jánošíková, L.: Navrhovanie územne rozľahlých obslužných systémov. EDIS-vydavateľstvo ŽU, Žilina, 2010, ISBN 978-80-554- 0219-2, 404 s.
5. Rego, C., Alidaee, B.: Metaheuristics Optimization via Memory and Evolution. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London, 2005, 466 s.
6. Drezner, Zvi (ed.) et al.: Facility location. Applications and theory. Berlin, Springer Verlag, 2002, ISBN 3-540-42172-6. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2002, 296 s.
7. Holmberg, K., Ronnqvist, M., Yuan, D. (1999). An exact algorithm for the capacitated facility location problems with single sourcing, in European Journal of Operational Research. Vol. 113, pp. 544-559
8. Janáček, J. (2015). Public service system design with fuzzy parameters of perceived utility. In Central European Journal of Operations Research, 23 (3), pp. 595-606
9. Janacek, J., Gabrisova, L. (2009). A two-phase method for the capacitated facility problem of compact customer sub-sets, in Transport. Vilnius, Lithuania, Vol. 24, no. 4, pp. 274-282, doi: 10.3846/1648-4142.2009.24.274-282

Téma dizertačnej práce

# Metódy automatického škálovania systémov pre intenzívne výpočty cloudových aplikácií na báze mikroslužieb

Školiteľ: doc. Ing. Jarmila Škrinárová, PhD.

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

## Detailnejší opis problému:

Cloudové systémy sú v súčasnosti najpoužívanejšou technológiou, ktorá slúži na zvýšenie výpočtovej kapacity a dynamického výkonu aplikácií. V cloude sú často implementované rôzne druhy služieb pre aplikácie. Moderné softvérové inžinierstvo využíva na spúšťanie cloudových aplikácií nástroje na orchestráciu, ako je napríklad Kubernetes. Pre tento účel sa používajú mikroslužby (microservices), ktoré sú zabalené v kontajneroch. Z pohľadu manažovania cloudových systémov je potrebné dynamicky za behu, v závislosti od intenzity záťaže, prideliť dostatočný počet inštancií kontajnerov. Preto implementácia vhodnej reaktívnej metódy automatického škálovania môže významne ovplyvniť čas odozvy aj využitie zdrojov.

Vedecký prínos spočíva v analýze a nájdení parametrov, ktoré vplyvajú na metódy automatického škálovania systémov. Prínosom bude návrh experimentov s cieľom objasniť, aké hodnoty parametrov vhodne vplyvajú na výkon metód automatického škálovania v rôznych podmienkach pracovného zaťaženia. Prínosom bude návrh a implementácia nových nástrojov, ktoré zabezpečia monitorovanie systému s ohľadom na špecifikované parametre. Hlavným prínosom budú nové algoritmy a metodiky, ktoré zabezpečia zníženie času odozvy a optimalizujú využitie zdrojov.

## Predpokladaný vedecký prínos:

Analýza a nájdenie parametrov, ktoré vplyvajú na metódy automatického škálovania systémov.

Návrh experimentov s cieľom automaticky nastaviť hodnoty parametrov pre rôzne podmienky pracovného zaťaženia.

Návrh a implementácia nových nástrojov, ktoré zabezpečia monitorovanie systému s ohľadom na špecifikované parametre.

Nové algoritmy a metodiky, ktoré zabezpečia zníženie času odozvy a optimalizujú využitie zdrojov.

## Odporúčané metódy:

- konkretizácia problému cloud. aplikácií, postavených na mikroslužbách a kontajnerových riešeniach,
- formulácia východiskových hypotéz. Skúmanie parametrov pre metódy automatického škálovania systémov. Špecifikácia kritérií pre ich experimentálne overenie.

- návrh a implementácia nových nástrojov na monitorovanie a automat. škálovanie systému, ktoré znížia čas odozvy a optimalizujú využitie zdrojov,
- overenie algoritmov a metód,
- vyhodnotenie riešení a formulácia dosiahnutých výsledkov.

## Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

### Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Projekt ITMS 26210120002, OPVaV/K/RKZ/NP/2009-1 Slovenská infraštruktúra pre vysokovýkonné počítanie a nadväzujúca výskumná úloha

Projekt VEGA 1/0487/17 Algoritmy na grafoch a algebraických štruktúrach

### Doterajšie výsledky:

1. Taherizadeh, S., Grobelnim, M.: Key influencing factors of the Kubernetes auto-scaler for computing-intensive microservice-native cloud-based applications. In *Advances in Engineering Software*. Volume 140, February 2020. Elsevier
2. Škrinárová, J., Dudáš, A.: A methodology for the professional training of the management and evaluation of HPC systems. In *Open computer science*. - Warsaw : De Gruyter Poland SP ZOO, 2018. - ISSN 2299-1093. - Vol. 8, no. 1 (2018), pp. 68-79. WoS, Scopus, Thomson Master Journal List
3. Škrinárová, J., Huraj, L., Siládi, V.: A neural tree model for classification of computing grid resources with PSO tasks scheduling. In *Neural networks world*. 2013. ISSN 1210-0552. WoS of Science, Current Contents Connect <http://www.nnw.cz/doi/2013/NNW.2013.23.014.pdf>
4. Huraj, L., Siládi, V., Škrinárová, J., Bojdová, V.: Towards a VO Intersection Trust model for Ad hoc Grid environment: Design and simulation results. In *IAENG International Journal of Computer Science* 2013, Issue 2, Volume 40, May, 2013 ISSN:1819-9224(20%)Scopus [http://www.iaeng.org/IJCS/issues\\_v40/issue\\_2/IJCS\\_40\\_2\\_01.pdf](http://www.iaeng.org/IJCS/issues_v40/issue_2/IJCS_40_2_01.pdf)
5. Škrinárová, J.: Implementation and evaluation of scheduling algorithm based on PSO HC for elastic cluster criteria. In: *Central European Journal of Computer Science*. 4(3) 2014. ISSN: 1896-1533. S 191-201 Springer <http://link.springer.com/article/10.2478%2Fs13537-014-0216-3>
6. Škrinárová, J., Dudáš, A., Vesel, E.: Model of education and training strategy for the management of HPC systems. In *Informatics 2017 : proceedings, 2017 IEEE 14th international scientific conference on informatics, November 14-16, 2017, Poprad*. - 1. vyd. - Red Hook, New York : Institute of Electrical and Electronic Engineers, 2017. - ISBN 978-1-5386-0888-3. - Pp. 400-405
7. Škrinárová, J., Povinský, M.: Parallel simulation of tasks scheduling and scheduling criteria in high-performance computing systems. In *Journal of Information and Organizational Sciences*. - Varaždin : University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics, 2019. - ISSN 1846-3312 (print). - Vol. 43, no. 2 (2019), pp. 211-228
8. Dudáš, A., Škrinárová, J., Vesel, E.: Optimization design for parallel coloring of a set of graphs in the High-Performance Computing. In *2019 IEEE 15th International Scientific Conference on Informatics, Poprad, Slovakia, 20. – 22. November 2019*

Téma dizertačnej práce

# Manažovanie a optimalizácia vysokovýkonných systémov s ohľadom na zelené počítanie

Školiteľ: doc. Ing. Jarmila Škrinárová, PhD.

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

**Detailnejší opis problému:**

Vysokovýkonná superpočítačová a cloudová infraštruktúra zaznamenáva v súčasnosti významný technologický a vedecký rozvoj. V súčasnosti je ľudstvo na prahu tzv. exaškálovateľných počítačových systémov, ktoré sú schopné vypočítať aspoň 1 exa operácií s pohyblivou rádovou čiarkou za sekundu (exaFLOPS). Téma sa zameriava na manažovacie algoritmy pre cloudový výpočtový systém, s cieľom dosiahnuť čo najväčšiu úsporu elektrickej energie, t.j. dosiahnuť „zelené počítanie“. Cieľom je vytvoriť také nové algoritmy, nástroje, metodiky a techniky, ktoré budú optimalizovať, resp. vhodne spolupracovať s existujúcimi manažovacími systémami a zabezpečiť zníženie spotreby elektrickej energie a nákladov na prevádzku výpočtových systémov. Pretože ide o vysokovýkonné výpočtové systémy, optimalizované manažovanie systémov vedie k významným úsporám energie, financií a výpočtových zdrojov.

**Predpokladaný vedecký prínos:**

Vedecký prínos spočíva v analýze a nájdení parametrov, ktoré vplývajú na spotrebu elektrickej energie vysokovýkonných systémov pri rôznych modeloch zaťaženia systému. Prínosom bude návrh a implementácia nových nástrojov (alebo inovácia existujúcich), ktoré zabezpečia monitorovanie systému s ohľadom na špecifikované parametre. Hlavným prínosom budú nové algoritmy a metodiky, ktoré zabezpečia zníženie spotreby vysokovýkonných klastrov optimalizáciou rozvrhovania úloh, alebo virtuálnych strojov.

**Odporúčané metódy:**

- špecifikácia problému v oblasti klastrov a zeleného počítania pomocou rozvrhovania úloh a VM,
- analýza exist. stavu riešenia v oblasti HPC systémov a zeleného počítania,
- formulácia východ. hypotéz,
- skúmanie parametrov úloh, strojov a VM a systémov,
- špecifikácia optimal. a hodnotiacich kritérií,
- návrh, implementácia a overenie nových algoritmov, metód a nástrojov a hypotéz riešenia problému,
- vytvorenie metodiky meraní a vyhodnotenie riešení,
- formulácia získaných výsledkov.

## Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum

### Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Projekt ITMS 26210120002, OPVaV/K/RKZ/NP/2009-1 Slovenská infraštruktúra pre vysokovýkonné počítanie a nadväzujúca výskumná úloha

Projekt VEGA 1/0487/17 Algoritmy na grafoch a algebraických štruktúrach

### Doterajšie výsledky:

1. Yousefpour A., Fung C., Nguyen T., Kadiyala K., Jalali F., Niakanlahiji A., Kong J., Jue J.P.: All one needs to know about fog computing and related edge computing paradigms: A complete survey, *Journal of Systems Architecture*, 2019, ISSN 1383-7621
2. Varghese B., Buyya R.: Next generation cloud computing: New trends and research directions, *Future Generation Computer Systems*, Volume 79, Part 3, 2018, Pages 849-861, ISSN 0167-739X
3. Zhang X., Wu T., Chen M., Wei T., Zhou J., Hu S., Buyya R.: Energy-aware virtual machine allocation for cloud with resource reservation, *Journal of Systems and Software*, Volume 147, 2019, Pages 147-161, ISSN 0164-1212
4. Tian W., He M., Guo W., Huang W., Shi X., Shang M., Toosi A.N., Buyya R.: On minimizing total energy consumption in the scheduling of virtual machine reservations, *Journal of Network and Computer Applications*, Volume 113, 2018, Pages 64-74, ISSN 1084-8045
5. Škrinárová, J., Dudáš, A.: A methodology for the professional training of the management and evaluation of HPC systems. In *Open computer science*. - Warsaw : De Gruyter Poland SP ZOO, 2018. - ISSN 2299-1093. - Vol. 8, no. 1 (2018), pp. 68-79. WoS, Scopus, Thomson Master Journal List
6. Škrinárová, J., Huraj, L., Siládi, V.: A neural tree model for classification of computing grid resources with PSO tasks scheduling. *Neural networks world*. 2013. ISSN 1210-0552 (80%). Web of Science, Current Contents <http://www.nnw.cz/doi/2013/NNW.2013.23.014.pdf>
7. Huraj, L., Siládi, V., Škrinárová, J., Bojdová, V.: Towards a VO Intersection Trust model for Ad hoc Grid environment: Design and simulation results. In *IAENG International Journal of Computer Science* 2013, Issue 2, Volume 40, May, 2013 ISSN:1819-9224(20%)Scopus [http://www.iaeng.org/IJCS/issues\\_v40/issue\\_2/IJCS\\_40\\_2\\_01.pdf](http://www.iaeng.org/IJCS/issues_v40/issue_2/IJCS_40_2_01.pdf)
8. Škrinárová, J., Povinsky, M.: GPGPU based job scheduling simulator for hybrid high-performance computing systems. In *13th International Scientific IEEE Conference on Informatics*, 2015, November 18–20, 2015. - Poprad: FEEI TU Košice, Association of Slovak Scientific and Technological Societies (ZSVTS), IEEE SMCS Technical Committee on Computational Cybernetics, DOI: 10.1109/Informatics.2015.7377845. - S. 269-274
9. Škrinárová, J.: Implementation and evaluation of scheduling algorithm based on PSO HC for elastic cluster criteria. In: *Central European Journal of Computer Science*. 4(3) 2014. ISSN: 1896-1533. S 191-201 Springer <http://link.springer.com/article/10.2478%2Fs13537-014-0216-3>
10. Škrinárová, J., Melicherčík, M.: Measuring concurrency of parallel algorithms In *Proceedings of the 2008 1st International Conference on Information Technology: sponsored by IEEE*, 19. - 21. May, Gdansk Poland / editors Andrzej Stepnowski, Marek Moszyński, Thaddeus Kochanski, Jacek Dabrowski. - Gdansk: Gdansk University of Technology, Faculty of Electronics, 2008. - ISBN 978-1-4244-2244-9. - S. 289-292, (80%). Web of Science



Téma dizertačnej práce

## Paralelné prístupy k neurónovým sieťam hlbokého učenia

Školiteľ: doc. Ing. Jarmila Škrinárová, PhD.

Zaradenie témy

**Študijný program:** aplikovaná informatika

**Študijný odbor:** informatika

**Forma štúdia:**  denná  externá

**Povinné študijné jednotky:**

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

### Detailnejší opis problému:

Neurónové siete s hlbokým učeníom sa v súčasnosti veľmi často používajú na riešenie vedeckých úloh, napr. v úlohe rozpoznávania obrazu, resp. počítačového videnia. Rovnako vysokovýkonné systémy zaznamenávajú významný technologický a vedecký rozvoj. Téma sa zameriava na paralelné a distribuované algoritmy pre neurónové siete s hlbokým učeníom a ich implementáciou na HPC systémoch. Cieľom je vytvoriť také nové modely dekompozície sekvenčných algoritmov, paralelné algoritmy, nástroje, metodiky a techniky, ktoré budú vhodne použiteľné na riešenie rôznych „veľkých“ úloh v aplikovanej informatike.

### Predpokladaný vedecký prínos:

Vedecký prínos spočíva v analýze a nájdení spôsobov dekompozície sekvenčných algoritmov, ktoré súvisia s neurónovými sieťami s hlbokým učeníom. Prínosom bude návrh a implementácia nových nástrojov (alebo inovácia existujúcich), ktoré zabezpečia meranie výkonnosti (zrýchlenia) paralelnej aplikácie na báze NN s hlbokým učeníom. Prínosom bude návrh, implementácia a metodika overovania paralelných algoritmov pre NN s hlbokým učeníom.

### Odporúčané metódy:

- špecifikácia problému v oblasti NN s hlbokým učeníom a analýza existujúceho stavu riešenia ich implementácie na HPC systémy,
- formulácia východiskových hypotéz,
- skúmanie modelov dekompozície a paralelizácie NN,
- špecifikácia hodnotiacich kritérií,
- návrh, implementácia a overenie nových algoritmov, metód a nástrojov a hypotéz riešenia problému,
- vytvorenie metodiky meraní a vyhodnotenie riešení,
- formulácia získaných výsledkov.

Informácie o výskume

### Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

**Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:**

Projekt ITMS 26210120002, OPVaV/K/RKZ/NP/2009-1 Slovenská infraštruktúra pre vysokovýkonné počítanie a nadväzujúca výskumná úloha  
Projekt VEGA 1/0487/17 Algoritmy na grafoch a algebraických štruktúrach

**Doterajšie výsledky:**

1. Tavanaei A., Ghodrati M., Kheradpisheh S.R., Masquelier T., Maida A.: Deep learning in spiking neural networks, *Neural Networks*, Volume 111, 2019, Pages 47-63, ISSN 0893-6080
2. Cichy R.M., Kaiser D.: Deep Neural Networks as Scientific Models, *Trends in Cognitive Sciences*, 2019, ISSN 1364-6613
3. Ritika Wason: Deep learning: Evolution and expansion, *Cognitive Systems Research*, Volume 52, 2018, Pages 701-708, ISSN 1389-0417
4. Zhang Q., Yang L.T., Chen Z., Li P.: A survey on deep learning for big data, *Information Fusion*, Volume 42, 2018, Pages 146-157, ISSN 1566-2535
5. Škrinárová, J., Huraj, L., Siládi, V.: A neural tree model for classification of computing grid resources with PSO tasks scheduling. *Neural networks world*. 2013. ISSN 1210-0552 (80%). Web of Science, Current Contents <http://www.nnw.cz/doi/2013/NNW.2013.23.014.pdf>
6. Huraj, L., Siládi, V., Škrinárová, J., Bojdová, V.: Towards a VO Intersection Trust model for Ad hoc Grid environment: Design and simulation results. In *IAENG International Journal of Computer Science* 2013, Issue 2, Volume 40, May, 2013 ISSN:1819-9224 (20%) Scopus [http://www.iaeng.org/IJCS/issues\\_v40/issue\\_2/IJCS\\_40\\_2\\_01.pdf](http://www.iaeng.org/IJCS/issues_v40/issue_2/IJCS_40_2_01.pdf)
7. Škrinárová, J., Povinsky, M.: GPGPU based job scheduling simulator for hybrid high-performance computing systems. In *13th International Scientific IEEE Conference on Informatics*, 2015, November 18–20, 2015. - Poprad: FEEI TU Košice, Association of Slovak Scientific and Technological Societies (ZSVTS), IEEE SMCS Technical Committee on Computational Cybernetics, DOI: 10.1109/Informatics.2015.7377845. - S. 269-274
8. Škrinárová, J.: Implementation and evaluation of scheduling algorithm based on PSO HC for elastic cluster criteria. In: *Central European Journal of Computer Science*. 4(3) 2014. ISSN: 1896-1533. S 191-201 Springer <http://link.springer.com/article/10.2478%2Fs13537-014-0216-3>
9. Škrinárová, J., Melicherčík, M.: Measuring concurrency of parallel algorithms In *Proceedings of the 2008 1st International Conference on Information Technology : sponsored by IEEE*, 19. - 21. May, Gdansk Poland / editors Andrzej Stepnowski, Marek Moszyński, Thaddeus Kochanski, Jacek Dabrowski. - Gdansk: Gdansk University of Technology, Faculty of Electronics, 2008. - ISBN 978-1-4244-2244-9. - S. 289-292, (80%). Web of Science