



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
Fakulta riadenia a informatiky

Témy dizertačných prác

pre akademický rok 2019/2020

Doktorandské štúdium

Študijný program: aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika
Forma štúdia: denná/externá

Obsah

Algoritmy pre identifikáciu podobností v zdrojových kódach	4
Algoritmy indexovania, rozmiestňovania a vyhľadávania v rozsiahlych databázach	6
Analýza a spracovanie dát produkovaných dopravnými prostriedkami	8
Distribučný informačný systém s asynchrónnou aktualizáciou dát	10
Vyhodnotenie inovatívnych riešení pre európsky trh s elektrickou energiou	12
Assessment of innovative solutions for the European electricity market	14
Vizualizácia veľkých dát	16
Služby bezpečnosti v softvérovo definovaných sieťach (SDN) a softvérovo definovaných rozľahlých WAN sieťach	18
Systém automatizovaného zberu informačných aktív a ich hodnotenia	21
Riadenie bezpečnostného rizika v cloud computing (CC) systémoch	23
Systémy zberu energie z prostredia	25
Výpočtové modely pre počítačovo podporovaný výskum v biomedicíne	27
Detekcia čiar v plynúcom obraze	30
Trasovanie objektov v obraze	32
Učenie sa s posilňovaním s využitím hlbokých neurónových sietí	34
Strojové učenie pre pohyb červených krviniek v mikrofluidických zariadeniach	36
Obehové rozvrhy vozidiel v podmienkach neurčitosti	38
Analýza spoľahlivosti a rizík zložitých systémov	40
Vysvetliteľné rozpoznávanie vzorov	43
Rozpoznávanie impulznými neurónovými sieťami	45
Vypracovanie nových metód získavania znalostí a ich implementácia v systémoch inteligentnej podpory rozhodovania	48
Strojové učenie na navrhovanie záchranných systémov evolučnými metaheuristikami	50
Strojové učenie na dimenzovanie obslužných systémov evolučnými metaheuristikami	52
Efektívne získavanie presných a interpretovateľných fuzzy pravidiel z údajov	54
Effective discovery of accurate and interpretable fuzzy rules in data	56
Výber údajov z rozsiahlych databáz pre algoritmy strojového učenia	58
Selection of data from large databases for machine learning algorithms	60
Transformácia medicínskych údajov pre fuzzy data mining	62
Transformation of medical data for fuzzy data mining	64
Detekcia phishingu vo webových stránkach	66
Detection of phishing web pages	68
Manažovanie a optimalizácia vysokovýkonných systémov s ohľadom na zelené počítanie	70

Paralelné prístupy k neurónovým sieťam hlbokého učenia.....	73
Podpora riadenia prevádzky železničných dopravných uzlov v reálnom čase s využitím simulačných modelov.....	75

Téma dizertačnej práce

Algoritmy pre identifikáciu podobností v zdrojových kódach

Školiteľ: doc. Ing. Emil Kršák, PhD.

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 sa čoraz častejšie v akademickom prostredí stretávame s plagiátorstvom. S rozmachom informačných technológií je čoraz jednoduchšie dostať sa k rôznym zdrojom a vytvoriť plagiát. Existujú rôzne algoritmy a nástroje, ktoré umožňujú vyhľadávať plagiáty v zdrojovom kóde. Tieto nástroje umožňujú vyhľadávať podobnosti aj vo veľkom množstve zdrojového kódu, ale často nezohľadňujú prípady, pri ktorých sa človek úmyselne pokúsi modifikovať zdrojový kód tak, aby sa vyhol odhaleniu.

Okrem samotného vyhľadávania zhodných častí zdrojového kódu je aj nemenej dôležitou časťou vyhodnocovanie ich relevantnosti. Pre finálne určenie plagiátu je vždy nutné vyhodnotenie človekom, ktorý by mal pri tomto procese dostať čo najrelevantnejšie informácie o hodnotenom zdrojovom kóde.

Výsledok práce by bol použiteľný aj v oblasti pomoci programátorom pri vyhľadávaní duplicitného kódu a analýze zdrojového kódu - vyhľadávanie špecifických vzorov (návrhové vzory, bežné chyby, zlé praktiky, ...).

Predpokladaný vedecký prínos:

Témou práce je návrh algoritmov pre normalizáciu štruktúr reprezentujúcich zdrojový kód s cieľom kompenzovať základné metódy modifikácie zdrojového kódu pri pokusoch o zamaskovanie plagiátu. Využitie takejto normalizácie je možné uplatniť aj napríklad na porovnávanie zdrojového kódu vo viacerých programovacích jazykoch. Pri vyhodnocovaní nájdených plagiátov je možné využiť rôzne metódy strojového učenia s cieľom zvýšenia presnosti nájdených výsledkov.

Odporúčané metódy:

návrh algoritmov, experimentálne overenie.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Horizon 2020, Shift2Rail, X2Rail-1 WP4: ATO over ETCS

Doterajšie výsledky:

1. Using concepts of text based plagiarism detection in source code plagiarism analysis / Michal Ďuračík, Emil Kršák, Patrik Hrkút. In: Plagiarism across Europe and beyond 2017: conference proceedings: May 24-26, 2017 Brno, Czech Republic - Brno: [Mendel University], 2017 - ISBN 978-80-7509-493-3. - S. 177-186
2. Current trends in source code analysis, plagiarism detection and issues of analysis big datasets / Michal Ďuračík, Emil Kršák, Patrik Hrkút. In: Procedia Engineering [elektronický zdroj] - ISSN 1877-7058 - Vol. 192 (2017), online, s. 136-141
3. Source code representations for plagiarism detection [print] / Michal Ďuračík, Emil Kršák, Patrik Hrkút. In: Learning technology for education challenges [print, electronic]: proceedings. - 1. vyd. - Cham: Springer International Publishing AG, 2018. - ISBN 978-3-319-95521-6. - s. 61-69 [print, online]
4. Scalable Source Code Plagiarism Detection Using Source Code Vectors Clustering / Michal Ďuračík, Emil Kršák, Patrik Hrkút. In: Proceedings of 2018 IEEE 9th International Conference on Software Engineering and Service Science - 2018 - ISBN 978-1-5386-6565-7. - S. 499 - 502
5. Issues with the Detection of Plagiarism in Programming Courses on a Larger Scale / Michal Ďuračík, Emil Kršák, Patrik Hrkút. In: 16th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications - 2018 - ISBN 978-1-5386-7914-2. - S. 141 - 148
6. Semi-automatic identification of non-significant source code parts using clustering [print] / Michal Ďuračík. In: Mathematics in science and technologies: proceedings of the MIST conference 2019 - [S.l.]: [s.n.]. - ISBN 9781794002180. - s. 17-21

Téma dizertačnej práce

Algoritmy indexovania, rozmiestňovania a vyhľadávania v rozsiahlych databázach

Školiteľ: **prof. Ing. Karol Matiaško, PhD.**, školitelia špecialisti: **Ing. Marek Kvet, PhD., Ing. Michal Kvet, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 rozsiahlych databázach obsahujúcich integrované informácie je potrebné riešiť problém návrhu indexov a ich umiestnenia z pohľadu rýchleho prístupu k požadovaným informáciám.

Predpokladaný vedecký prínos:

návrh algoritmov a metód pre umiestňovanie indexov v rozsiahlych databázach z pohľadu optimalizácie doby prístupu k dátam.

Odporúčané metódy:

- analýza problematiky,
- návrh modelov a algoritmov pre spôsob uorganizácie a rozmiestňovania indexov a dát,
- tvorba dátovej základne pre experimenty,
- experimentálne overenie novonavrnutých algoritmov a metód s porovnaním s inými riešeniami a prístupmi.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Centrum excelentnosti pre systémy a služby inteligentnej dopravy

544137-TEMPUS-1-2013-1-SK-TEMPUS-JPHES (CERES - Center of excellence for young researchers)

PLSK.01.01.00-24-0034/16 - Spoločná 3D digitalizácia historických objektov cezhraničného územia SK-PL

Riešenie nadviaže na pripravovanú tému z VEGA - Adaptívna distribúcia dát v mobilných ad-hoc sieťach.

Doterajšie výsledky:

1. MATIAŠKO, K. - VAJSOVÁ, M. - KVET, M.: Pokročilé databázové systémy. Umenie programovania a administrácie, EDIS-vydavateľstvo ŽU, ISBN 978-80-554-1311-2, 2017
2. MATIAŠKO, K. - VAJSOVÁ, M. - KVET, M.: Pokročilé databázové systémy. 2.-diel Architektúra, programovanie s objektmi a XML, EDIS-vydavateľstvo ŽU, ISBN 978-80-554-1312-9, 2017
3. Temporal transaction integrity constraints management / Michal Kvet - Karol Matiaško. In: Cluster Computing : Vol. 20, spec. iss. 1 (2017), s. 673-688 - ISSN 1386-7857
4. Temporal database management : temporal registration / Marek Kvet, Michal Kvet. In: Information and digital technologies 2017 [elektronický zdroj] : proceedings of the international conference : 5-7 July 2017 Žilina, Slovakia. - [S.l.]: IEEE, 2017. - ISBN 978-1-5090-5688-0. - USB kľúč, s. 227-233
5. Temporal data group management : synchronization layer using attribute oriented approach / Michal Kvet, Karol Matiaško. In: Information and digital technologies 2017 [elektronický zdroj] : proceedings of the international conference : 5-7 July 2017 Žilina, Slovakia. - [S.l.]: IEEE, 2017. - ISBN 978-1-5090-5688-0. - USB kľúč, s. 218-226
6. Concept of dynamic index management in temporal approach using intelligent transport systems / Michal Kvet and Karol Matiasko. In: Recent advances in information systems and technologies : Volume I. - Cham: Springer, 2017. - ISBN 978-3-319-56534-7. - s. 549-560 - (Advances in intelligent systems and computing, Vol. 569. - ISSN 2194-5357)
7. Time as the important factor of the data retrieval - table type classification / Michal Kvet and Karol Matiasko. In: Recent advances in information systems and technologies : Volume I. - Cham: Springer, 2017. - ISBN 978-3-319-56534-7. - s. 492-502 - (Advances in intelligent systems and computing, Vol. 569. - ISSN 2194-5357)
8. Performance study of the index structures in audited environment / Michal Kvet, Monika Vajsova. In: ICITST-2016 : the 11th international conference for internet technology and secured transactions : December 5-7, 2016 Barcelona, Spain : proceedings. - [S.l.]: Infonomics Society, 2016. - ISBN 978-1-908320-74-2. - S. 459-464
9. Impact of index structures on temporal database performance / Michal Kvet, Karol Matiaško.
In: EMS 2016 [elektronický zdroj] = European Modelling Symposium 2016 : UKSim-AMSS 10th European modelling symposium on computer modelling and simulation : 28-30 November 2016, Pisa, Italy. - [S.l.]: IEEE, 2016. - ISBN 978-1-5090-0206-1. - CD-ROM, s. 3-9
10. Experimental comparison of syntax and semantics of DBS Oracle and MySQL / Michal Kvet, Lucia Fidesová, Karol Matiaško. In: Open innovations association FRUCT : proceedings of the 19th conference : Jyväskylä, Finland 7-11 November 2016. - ISSN 2305-7254. - Saint-Petersburg: ITMO, 2016. - ISBN 978-952-68397-5-2. - S. 128-137
11. MATIAŠKO, K. - KVET, M. - KVET, M.: Practices for Database Systems, EDIS-vydavateľstvo ŽU, ISBN 978-80-554-1396-9, 201

Téma dizertačnej práce

Analýza a spracovanie dát produkovaných dopravnými prostriedkami

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika

Forma štúdia: denná externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Dopravné prostriedky spôsobujú počas svojho pohybu zmenu viacerých fyzikálnych veličín, ktorú je možné merať. Medzi signály s potenciálne najväčším informačným obsahom patria vibrácie.

Frekvenčné spektrum vibrácií je závislé na mieste ich snímania, na fyzikálnych parametroch dopravného prostriedku a na celkovom stave dopravného prostriedku a dopravnej infraštruktúry. Namerané dáta sú tiež závislé aj na čase, vzhľadom na postupnú degradáciu tak dopravného prostriedku ako aj dopravnej infraštruktúry.

Predpokladáme, že na základe vyhodnotenia aktuálnych a minulých dát je možné:

- sledovať a predikovať kvalitu dopravnej infraštruktúry. Prechod toho istého prostriedku (železničný vozeň) po tej istej trati by mal produkovať podobné vibrácie. Porovnaním historických záznamov je možné identifikovať miesta na trati, ktoré vykazujú výraznejšiu zmenu a sú spôsobené zmenou stavu trate. Z dostatočného množstva meraní je tiež možné predikovať budúci vývoj stavu trate.
- sledovať a predikovať parametre dopravného prostriedku. Vyhodnotením signálu z viacerých vhodne umiestnených snímačov je možné vypočítať odhad parametrov fyzikálneho modelu dopravného prostriedku. Na základe dlhodobého sledovania je možné identifikovať napr. zmeny v odpružení náprav, prípadne odhadnúť čas, kedy dôjde k zmene parametrov presahujúcej predpísané medze.
- identifikovať frekvenčné zložky vibrácií s najväčším energetickým obsahom. Na základe analýzy vibrácií je možné navrhnúť optimálny spôsob získavania energie z vibrácií. Takto získanú energiu môžu využívať rôzne doplnkové systémy (sledovanie polohy vozňa, teploty vo vozni a pod.).

Pre potreby identifikácie a klasifikácie zmien je možné využiť aj metódy umelej inteligencie. V tom prípade je dôležitá správna voľba informatívnych príznakov (pedspracovanie dát), ktorá umožní realizáciu neurónovej siete aj na technických prostriedkoch s obmedzeným výpočtovým výkonom. V procese pedspracovania je vhodné využiť apriórne informácie o sledovanom systéme.

Predpokladaný vedecký prínos:

- nové metódy na odhad parametrov dopravných prostriedkov,
- metódy identifikácie problematických miest v dopravnej infraštruktúre,

- optimalizovaný návrh zariadenia na získavanie energie z vibrácií.

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu,
- analýza možností použitia neurónových sietí na riešenie vybraného problému,
- tvorba modelu vybraného dopravného prostriedku a jeho simulačné overenie,
- identifikácia vhodných miest na snímanie vibrácií,
- realizácia meraní a ich vyhodnotenie.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Doterajšie výsledky:

1. Karpiš O., Miček J., On exploiting vehicles vibrations, Journal of Information, Control and Management Systems, Vol.8, No.5, str.529-538, 2010
2. Karpiš O., Analýza vibrácií vlakových súprav, EURO-ŽEL 2009, Zborník prednášok (2.diel), 3-4.jún 2009, str.23-28, 2009
3. Karpiš O., Programové vybavenie snímača vibrácií, INFOTRANS 2007, 24-25. september 2007, str.149-152
4. Miček J., Juríček J., Karpiš O., Measuring of dynamic system frequency properties using pseudorandom signal, Theoretical and experimental problems of materials engineering, 5-7 september 2001, Púchov

Literatúra:

1. Thompson D., "Railway Noise and Vibration: Mechanisms, Modelling and Means of Control", Elsevier 2009
2. Knothe KL, Grassie S.L., "Modelling of Railway Track and Vehicle/Track Interaction at High Frequencies", Vehicle System Dynamics, 22:3-4, 209-262, 1993, DOI: 10.1080/00423119308969027
3. Barke D., Chiu W.K., "Structural Health Monitoring in the Railway Industry: A Review". Structural Health Monitoring, 4(1), 81-93, 2005, DOI: 10.1177/1475921705049764
4. Michael A. Nielsen, "Neural Networks and Deep Learning", Determination Press, 2015

Téma dizertačnej práce

Distribučný informačný systém s asynchrónnou aktualizáciou dát

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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. Znamená to, že používateľ má všetky potrebné dáta k dispozícii lokálne na svojom počítači a na požiadanie vykonáva ich synchronizáciu s globálnym stavom IS. Trvalé pripojenie k serveru teda nie je potrebné. 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 dvoch výskumných problémov:

- ukladanie verziovaných dát. Aby bola možná aktualizácia dát na klientovi, musí vedieť centrálné úložisko vrátiť zoznam zmien od poslednej aktualizácie. Na udržiavanie historických verzií databázy sa využívajú koncepty verziovaných a temporálnych databáz. Cieľom tejto výskumnej úlohy je preto navrhnutie optimálneho spôsobu ukladania dát prostredníctvom týchto konceptov tak, aby bolo centrálné úložisko schopné jednoducho a v čo najkratšom čase vrátiť zoznam zmien.
- spájanie dát pri aktualizácii. V prípade, že dvaja nezávislí používatelia zmenia rovnaké dáta, je nutné zmeny spojiť. Je nutné identifikovať, ktoré zmeny sú konfliktné a ktoré nie. Konflikty treba automaticky vyriešiť. Na riešenie tejto spájania dát už existujú algoritmy, ktoré boli navrhnuté v rámci predchádzajúceho výskumu na pracovisku. Cieľom tejto výskumnej úlohy je navrhnúť algoritmy na automatické riešenie konfliktov, ktoré ešte stále chýbajú, alebo vylepšiť existujúce algoritmy.

Predpokladaný vedecký prínos:

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

Odporúčané metódy:

návrh algoritmov, 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

Vyhodnotenie inovatívnych riešení pre európsky trh s elektrickou energiou

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 dosiahnutie cieľov európskej energetickej únie sa očakáva, že spotrebitelia elektrickej energie sa stanú viac aktívnymi hráčmi na trhoch s energiou a trhy s energiou budú viac prepojené. Prípustnosť nových nastavení trhu (vrátane cenových schém ako sú napríklad tzv. „nodal pricing schemes“), je potrebné overiť za podmienok zohľadňujúcich funkčnosť systému a integráciu obnoviteľných zdrojov energie.

Očakáva sa, že doktorand vykoná posúdenie možností, výziev a vlastností vybraných inovatívnych trhových schém pre európsky trh s elektrickou energiou. Výskum bude založený na výpočtových experimentoch a študent bude vyvíjať metódy a nástroje umožňujúce štúdium cenových schém pre integrovaný trh s elektrickou energiou s využitím optimalizácie, simulácie a metód pre analýzu dát.

Predpokladaný vedecký prínos:

- nové prístupy/metodiky/nástroje umožňujúce analýzu cenových mechanizmov pre integrovaný trh s elektrickou energiou, vyhodnotenie a porovnanie vybraných cenových schém.

Odporúčané metódy:

- formulácia a implementácia optimalizačných a simulačných modelov,
- validácia a porovnanie cenových schém prostredníctvom simulačných a výpočtových experimentov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

základný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Téma bude spracovaná v rámci partnerstva v oblasti doktorandského štúdia medzi Spoločným výskumným centrom Európskej komisie (JRC) a Žilinskou univerzitou. Očakáva sa, študent začne a ukončí doktorandské štúdium na Žilinskej univerzite a značnú časť štúdia (max. 24 mesiacov) stráví v JRC v Ispre (Taliansko). Počas tejto doby bude študent platený JRC. JRC k téme priradí vlastného školiteľa špecialistu a poskytne relevantné dátové podklady a prístup k potrebnej výskumnej infraštruktúre.

Doterajšie výsledky:

1. R. Carvalho, L. Buzna, F. Bono, M. Masera, D. K. Arrowsmith, and D. Helbing, Resilience of natural gas networks during conflicts, crises and disruptions, PLoS ONE 9, e90265 (2014)
2. 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
3. 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

Téma dizertačnej práce

Assessment of innovative solutions for the European electricity market

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika

Forma štúdia: denná externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

To achieve the Energy Union's objectives, the electricity consumers are expected to become more active players in the energy markets; the retail and wholesale electricity markets are to be better linked; the feasibility of new market arrangements (including e.g. nodal pricing schemes) needs to be assessed and system adequacy should be met in the face of growing integration of renewable energy sources.

Considering this background, the PhD candidate is expected to assess options, challenges and merits of innovative market schemes for the European electricity wholesale market. S/he is expected to carry out desktop-based research and develop methods and tools to study nodal pricing solutions for the integrated electricity market and/or assess the adequacy of the power system via optimization and probabilistic approaches.

Predpokladaný vedecký prínos:

- new methods/algorithms/tools to analyse pricing mechanisms for integrated electricity market, assessment and comparison of pricing schemes.

Odporúčané metódy:

- formulation of optimisation and simulation models,
- assessment and comparison of pricing schemes via simulation experiments.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

základný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

PhD topic will be developed within the framework of the collaborative doctoral partnership between the Joint Research Center of the European Commission (JRC) and the University of Žilina. It is expected that the student will start and finish PhD studies at the University of Žilina and will spend a considerable part of the study (up to 24 months) at the JRC in Ispra (Italy). During this time the student will be paid by the

JRC. The JRC will also associate with the topic JRC advisor and will provide relevant data and access to the necessary research infrastructure.

Doterajšie výsledky:

1. R. Carvalho, L. Buzna, F. B. F, M. Masera, D. K. Arrowsmith, and D. Helbing, Resilience of natural gas networks during conflicts, crises and disruptions, PLoS ONE 9, e90265 (2014)
2. 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
3. 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

Téma dizertačnej práce

Vizualizácia veľkých dát

Školiteľ: **doc. Ing. Michal Zábovský, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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). 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 uchovávanej informácie.

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.

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 prístup k informáciám uloženým v databáze. 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.

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

Téma dizertačnej práce

Služby bezpečnosti v softvérovo definovaných sieťach (SDN) a softvérovo definovaných rozľahlých WAN sieťach

Školiteľ: doc. Ing. Pavel Segeč, PhD.

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika

Forma štúdia: denná externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

SDN (software defined networking) predstavujú koncept centralizácie správy a programovateľnosti sietí, ktorý prináša flexibilitu a nové možnosti využívania siete na základe požiadaviek aplikácií. SDN v princípe oddeľuje riadenie siete od funkcií operácie s dátami. Sieťové služby sú implementované centralizovane ako aplikácie umožňujúce programovateľné riadenie správania siete.

Riešenie bezpečnosti sietí nie je nové. Bezpečnosť s využitím SDN (v rôznych doménach aplikovateľnosti), je však oblasť nová, od ktorej sa očakávajú nové prístupy. Bezpečnosť SDN je potrebné riešiť z dvoch pohľadov:

1. Zlepšenie bezpečnosti v dátovej rovine

Nové možnosti proaktívnej a inteligentnej bezpečnostnej politiky, kedy centralizované aplikácie vyhodnocovaním údajov zo siete sieť spätne rekonfigurujú. Centralizované programovanie by malo zjednodušiť integráciu bezpečnostných mechanizmov pre detekciu útokov.

2. Zvýšenie bezpečnosti v riadiacej rovine

Riadiaca rovina je tvorená komunikačnými protokolmi a aplikáciami v SDN kontroléri, ktoré sú tiež v potencionálnom ohrození útokom. Navyše kritické bezpečnostné hrozby môžu byť aj v SDN aplikáciách, ktorých vývoj musí byť realizovaný podľa špecifikovaného bezpečnostného rámca. Od SDN sa očakáva prínos jednotnej orchestrácie prvkov siete, ktorý ponúka voči doteraz silne distribuovanej architektúre autonómnych sieťových entít nové prístupy k aspektu bezpečnosti. Vzhľadom na novosť technológie vznikajú viaceré výskumné otázky ako napr. otázky prínosu SDN v oblasti bezpečnosti voči tradičným prístupom, spôsoby využitia SDN, metodika a modely návrh sieťových služieb, či bezpečnosť a ohrozenie samotnej SDN infraštruktúry.

Doména SDN je v mnohých prípadoch uzavreté prostredie dátových centier (DC), avšak v súčasnosti sa začína rozvíjať aj tvorba SDN overlay sietí vo WAN prostredí nad verejnými linkami internetu, čo prináša nové výzvy do zabezpečenia dátovej ako aj riadiacej roviny.

Predpokladaný vedecký prínos:

Oblasti riešenia:

- modely nasadenia riešení SDN/SD-WAN pre zvyšovanie bezpečnosti,
- nové mechanizmy a stratégie detekcie, prevencie a potlačania útokov a hrozieb (napr. eliminácia vzniku či dopadu DDoS útokov, útoky z/na cloud systémy, využitie monitoringu, riadenie zdrojov, absorbovanie),
- návrh služieb bezpečnosti.

Riešenie vybratého 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),
- popisanie 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. 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.
2. Technológia softvérovo-definovaných sietí a výučba KIS [magisterská_inžinierska práca] / Zdenko Holeša ; Škol. Pavel Segeč, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2016. - 86 s.
3. Softvérovo-definované siete [magisterská_inžinierska práca] / Martin Krška ; Škol. Pavel Segeč, , Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2015. - 86 s.
4. 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.

Knihy:

1. P. Goransson at all.: Software Defined Networks, Second Edition: A Comprehensive Approach 2nd Edition, ISBN-13: 978-0128045558, Morgan Kaufmann
2. D. Marschke at all.: Software Defined Networking (SDN): Anatomy of OpenFlow Volume I (Volume 1), Lulu publishing, ISBN-13: 978-1483427232

Literatúra:

1. D. Kreutz at all.: Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey, Proceedings IEEE, Vol.10, No 1, January 2015
2. J. Medved at all., OpenDaylight: Towards a Model-Driven SDN Controller Architecture
3. Expertízny posudok na stavu technológie SD-WAN vypracovaný KIS

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: 9.2.9 aplikovaná 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 potencionálnych 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,
- 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:

- 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

Riadenie bezpečnostného rizika v cloud computing (CC) systémoch

Školiteľ: **doc. Ing. Pavel Segeč, PhD.**, školiteľka špecialistka **prof. Ing. Matilda Drozdová, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika

Forma štúdia: denná externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Hlavná myšlienka cloud computingu je outsourcing riadenia a poskytovania softvérových a hardvérových zdrojov, prostredníctvom konkrétnych služieb na požiadanie, vo vysokej kvalite a v primeraných cenách. Výskum v CC je zameraný na dve oblasti. Prvou je zlepšenie poskytovania služieb, kde sú riešené problémy súvisiace s paralelizáciou, škálovateľnosťou, efektívnosťou a spracovaním veľkého množstva dát, spolu s monitorovaním a riadením služieb, hlavne riadením nákladov. Druhou oblasťou je zlepšenie dôveryhodnosti používateľov cloudu a obmedzenie bezpečnostného rizika pri používaní služieb. Z posledných štatistík, napríklad <https://www.rightscale.com/blog/cloud-industry-insights/cloud-computing-trends-2018-state-cloud-survey> vyplýva, že používatelia vyžadujú bezpečnostné záruky a hlavne ich transparentnosť.

V odporúčaní referenčných architektúr cloudu, ITU –T Y.3502 a NIST SP 500-292, je bezpečnosť špecifikovaná ako prierezová vrstva pre ďalšie vrstvy – používateľskú, prístupovú, služieb, zdrojov a siete. V praxi to vyžaduje riešenie systému bezpečnosti, ktorého vývoj zohľadňuje požiadavky na bezpečnosť všetkých vrstiev, typ model nasadenia a druh poskytovaných služieb. Systém bezpečnosti zabezpečuje riadenie bezpečnosti a tým znižuje bezpečnostné hrozby v prostredí cloud computingu. Prvky systému bezpečnosti zaisťujú všetky potrebné funkcionality pre zabezpečenie cloudových služieb na základe riadenia bezpečnostného rizika cloudu. Bezpečnostné riziko a ochrana osobných údajov je v cloudoch zvlášť citlivá kvôli množstvu uložených dát a prístupu mnohých používateľov.

Pre riadenie rizík je v literatúre niekoľko všeobecných prístupov. Výber vhodného prístupu k riešeniu pre cloudové prostredie, návrh architektúry pre riešenie softvérového systému a implementácia v konkrétnom cloudu pre špecifikované služby je problém, ktorý je potrebné vyriešiť.

Predpokladaný vedecký prínos:

- vývoj nového architektonického rámca pre riadenie bezpečnostného rizika systému CC,
- realizácia softvérového systému podľa návrhu architektonického rámca.

Odporúčané metódy:

Podľa metodológie vedy:

- podrobná analýza aktuálneho stavu problematiky zberu a hodnotenia rizík,
- popísanie problému a výskumných otázok,
- formulácia cieľov,
- návrh metodiky a výber metód riešenia,
- návrh architektonického rámca,
- overenie architektonického rámca.

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

3. John R. Vacca at all Cloud Computing SECURITY, Taylor&Francis Group, 2017, ISBN /13>978/1/4822/6094/6

Literatúra:

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

Téma dizertačnej práce

Systémy zberu energie z prostredia

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 kľúč, 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

Výpočtové modely pre počítačovo podporovaný výskum v biomedicíne

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika
Forma štúdia: denná externá
Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky
Teória a metodológia aplikovanej informatiky
Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Biomedicínsky výskum je v mnohých prípadoch založený na výsledkoch experimentov prevedených pomocou mikrofluidických čipov. Tieto tzv. laboratóriá na jednom čipe (Lab-on-Chip) spájajú výhody malých rozmerov a dokážu manipulovať jednotlivými bunkami, ako aj ich suspenziami.

Pri dizajnovaní týchto čipov sa vo veľkej miere používajú výpočtové modely. Tieto zahŕňajú biomechaniku buniek, ako aj dynamiku tokov. Takéto modely sú schopné predpovedať odozvy celého čipu, ako aj správanie jednotlivých buniek.

Takýto model bol implementovaný do otvoreného softvéru a je vo veľkej miere používaný na našej fakulte. V rámci tejto témy sa budeme zaoberať aplikáciou modelu jednotlivej bunky do komplexnejších modelov celého čipu. Aplikant bude súčasťou tímu niekoľkých iných doktorandov pracujúcich na podobných témach, čo zaručí rýchly nábeh do problematiky.

Predpokladaný vedecký prínos:

Práca prispeje ku vývoju komplexnejších modelov mikrofluidických čipov. Aplikácia takýchto modelov bude viesť k získaniu nových poznatkov z dizajnu mikročipov, bez nutnosti náročných laboratórnych experimentov. Zároveň môže poskytnúť nové poznatky z oblasti analýze bunkovej mechaniky a dynamiky.

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. Jančigová, 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. Jančigová, 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. Jančigová, 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. Jančigová, 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.I.], v. 13, n. 1, apr. 2015. ISSN 1336-1716
7. I. Jančigová, 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. Jančigová, 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. Jančigová, 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. Jančigová, 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

Detekcia čiar v plynúcom obraze

Školiteľ: doc. Mgr. Ondrej Šuch, PhD.

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika

Forma štúdia: denná externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Samoriadiace autá a autonómne roboty sú v súčasnosti vyvíjané množstvom spoločností. Pre ich riadenie sa často využívajú dopravné značenia vo forme povrchových čiar. Detekcia a určenie umiestnenia takýchto čiar je preto dôležitým čiastkovým problémom vývoja autonómnych dopravných prostriedkov.

Pri riešení týchto dvoch problémov (detekcie čiar a určenia ich polohy) možno použiť integráciu troch rôznych prístupov. V súčasnosti sú hlboké neurónové siete najpoužívanejšou metódou spracovania obrazu. Avšak detekcia čiar sa dlho a relatívne úspešne riešila metódami počítačového videnia, a preto sa ponúka možnosť skĺbiť tieto dva prístupy. Nezanedbateľné je aj využitie časového rozmeru plynúceho obrazu, ktorý umožňuje interpolovať a extrapolovať prítomnosť a polohy čiar pomocou výsledkov z predošlých výpočtov modelu.

Správna abstrakcia modelu detekcie čiar by mala byť použiteľná aj v iných aplikáciách. Príkladom je detekcia prítomnosti a polohy formantov, čiar, ktoré sú viditeľné v spektrograme hovorenej reči.

Predpokladaný vedecký prínos:

Predpokladaným prínosom je vytvorenie hybridného modelu detekcie čiar, ako aj tvorba výpočtového systému na jeho overenie.

Odporúčané metódy:

- oboznámiť sa s hlavnými metódami strojového učenia použiteľnými na detekciu a určenie polohy čiar,
- získanie, adaptácia, alebo tvorba dátovej množiny, ktorá bude používaná na tréningovanie modelu,
- experimentálna tvorba modelu,
- overenie modelu a vysvetlenie jeho úspešnosti/chybovosti/rýchlosti/energetickej náročnosti.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

projekt APVV-18-0487

Doterajšie výsledky:

1. J. Hrabovský, M. Kontšek, P. Segeč, O. Šuch, "Influence of Positive Additive Noise on Classification Performance of Convolutional Neural Networks", DISA 2018
2. M. Klimo, P. Tarábek, O. Šuch, O. Škvarek, J. Smieško, "Implementation of a Deep ReLU Neuron Network with a Memristive Circuit", International Journal of Unconventional Computing, 2015

Téma dizertačnej práce

Trasovanie objektov v obraze

Školiteľ: doc. Mgr. Ondrej Šuch, PhD.

Zaradenie témy

Študijný program:	aplikovaná informatika
Študijný odbor:	9.2.9 aplikovaná informatika
Forma štúdia:	<input checked="" type="checkbox"/> denná <input checked="" type="checkbox"/> externá
Povinné študijné jednotky:	Matematické princípy aplikovanej informatiky Teória a metodológia aplikovanej informatiky Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Trasovanie objektov patrí medzi základné úlohy počítačového videnia. Hlavnými úlohami pri trasovaní je vysporiadanie sa s meniacou sa podobou a veľkosťou trasovaného objektu, riešenie problémov pri prekrývaní sa objektov a náhlych zmien vyplývajúcich zo zmeny polohy a prostredia. Trasovanie môže byť vykonávané v 3 základných situáciách: trasovanie pohyblivého objektu statickou kamerou; trasovanie statického objektu pohyblivou kamerou a trasovanie pohyblivého objektu pohyblivou kamerou.

Z pohľadu vizuálneho trasovania sa dnes presadzujú metódy založené na hlbokom strojovom učení. Tieto metódy je možné natrénovať off-line tak, aby boli schopné sa adaptovať aj na meniaci sa vizuálny tvar objektov a prostredia. Okrem rozvoja samotných metód vizuálneho trasovania, ktorých úlohou je identifikovanie vizuálne najpodobnejšieho objektu, je potrebné riešiť aj samotnú detekciu nových objektov určených na trasovanie. Dôležitou témou, ktorej sa táto práca má venovať, je riešenie problému prekrývania sa. Prekrývanie môžeme rozdeliť na dva hlavné typy: prekrývanie sa s inými objektami (často toho istého typu, čiže vizuálne podobnými) a prekrývanie sa s objektami scény (často označovanými ako pozadie). Jedným z používaných prístupov na riešenie úplného prekrývania sa počas trasovania je modelovanie pohybu objektov pomocou lineárnych a nelineárnych modelov, ktoré dokážu pomôcť pri predikcii polohy objektov (napr. Kalmanov filter alebo časticové filtre). Pre spresnenie týchto predikcií je možné využiť metódy pre modelovanie prostredia. Tie sú vhodné hlavne pri statickej kamere, kedy je možné využiť tradičné metódy pre odstránenie pozadia na základe detekcie pohybu, prípadne je možné vytvoriť matematický model na základe kalibrácie vnútorných a vonkajších parametrov kamery.

Predpokladaný vedecký prínos:

Vytvorenie nových modelov pre lokalizáciu a trasovanie objektov.

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu (oboznámenie sa so súčasnými metódami trasovania a ich problémami a existujúcimi programátorskými prostriedkami),
- získanie, adaptácia, alebo tvorba dátovej množiny, ktorá bude používaná na tréning a testovanie modelu,
- experimentálna tvorba modelu,

- overenie modelu a vysvetlenie jeho úspešnosti, chybovosti a rýchlosti.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

INTERREG V-A SK-CZ/2018/06 - NFP304010P777

Doterajšie výsledky:

1. M. Klimo, P. Tarabek, O. Šuch, O. Skvarek, J. Smieško, Implementation of a Deep ReLU Neuron Network with a Memristive Circuit, International Journal of Unconventional Computing, 2016, Vol. 12 Issue 4, p319-337
2. M. Klimo, O. Škvarek, P. Tarabek, O. Šuch, J. Hrabovsky, Nearest neighbor classification in Minkowski Quasi-Metric Space, DISA 2018
3. J. Hrabovský, M. Kontšek, P. Segeč, O. Šuch, Influence of positive additive noise on classification performance of convolutional neural networks, DISA 2018

Téma dizertačnej práce

Učenie sa s posilňovaním s využitím hlbokých neurónových sietí

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika
Forma štúdia: denná externá
Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky
Teória a metodológia aplikovanej informatiky
Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Aby bolo možné využiť učenie s posilňovaním (reinforcement learning) na riešenie komplexných problémov z reálneho sveta je potrebné, aby agent dokázal efektívne odvodiť a zovšeobecniť reprezentáciu sveta. Tento stav je často mnohoprvkový (napr. pochádzajúci z rôznorodých sensorov) – je to tenzor rozmerovo podobný ako v úlohách rozpoznávania obrazu, alebo videa. Agenti založení na učení sa s posilňovaním boli v minulosti obmedzení na riešenie úloh s malým stavovým priestorom, prácou s úplnou informáciou, prípadne boli odkázaní na návrh a implementáciu, pre úlohu významných príznakov priamo programátorom. V posledných rokoch sa presadzujú systémy založené na hlbokom strojovom učení v kombinácii s Q-učení, často označované ako hlboké Q-siete. Táto práca má nadviazať na tieto poznatky a venovať sa bližšie jednej z nasledujúcich tém:

- vysvetliteľnosť systému, ktorá je dôležitá v systémoch na podporu rozhodovania. Keďže agent má byť schopný riešiť reálne rozhodovacie úlohy, je potrebná aj schopnosť vedieť agenta správne otestovať a do určitej miery aj pochopiť jeho správanie.
- využitie princípov rekurentných sietí, ktoré môžu pomôcť pri riešení úloh s neúplnou informáciou, riešenie úloh v čiastočne pozorovateľných markovových procesoch, prípadne pri riešení úloh s veľkou časovou dĺžkou, u ktorých sa často opakujú určité podobné sekvencie,
- v prípade tvorby umelej inteligencie do hier je zaujímavá schopnosť nastaviteľnosti systému na rôznu náročnosť súpera v hre, ktorá pôsobí prirodzene a zábavne,
- tréning systému z malého množstva dát. Malé množstvo dát môže pochádzať z malých reálnych skúseností so systémom, prípadne z výpočtovej náročnosti procesu, ktorý nedovoľuje vykonanie veľkého množstva experimentov. S touto témou úzko súvisí aj schopnosť prenášať znalosti medzi podobnými úlohami. Je potrebné overiť, či je možné agenta predtréningovať na jednej úlohe a následne (napr. len zmenou posledných vrstiev) dotréningovať na druhej úlohe.

Predpokladaný vedecký prínos:

Metodológia tvorby systému používajúceho učenie s posilňovaním založeným na hlbokom strojovom učení.

Odporúčané metódy:

- rešerš najnovších postupov z literatúry,
- navrhnutie metodiky modelu,
- príprava simulačného prostredia a dátovej množiny,
- overenie metodiky testovaním.

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

INTERREG V-A SK-CZ/2018/06 - NFP304010P777

Doterajšie výsledky:

1. Richard S. Sutton, Andrew G. Barto, Francis Bach, Reinforcement Learning: An Introduction (Adaptive Computation and Machine Learning series)
2. Maxim Lapan, Deep Reinforcement Learning Hands-On: Apply modern RL methods, with deep Q-networks, value iteration, policy gradients, TRPO, AlphaGo Zero and more
3. Volodymyr Mnih et. al. (DeepMind), Playing Atari with Deep Reinforcement Learning
4. David Silver, Julian Schrittwieser, et. al. (DeepMind), Mastering the Game of Go without Human Knowledge

Téma dizertačnej práce

Strojové učenie pre pohyb červených krviniek v mikrofluidických zariadeniach

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 zo záznamov reálnych biologických experimentov a charakteristík získaných zo simulácií,
- kombinácia simulačného modelu a metód strojového učenia pre overenie makroskopických vlastností toku v mikrofluidických zariadeniach.

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. 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
2. Michal B. Kovac, Monika Kovacova, Hynek Bachraty, Katarina Bachrata, Salvatore Piscuoglio, 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. Bachratý, H., Bachratá, K., Chovanec, M., Kajánek, F., Smiešková, M., Slavík, M.: Simulation of blood flow in microfluidic devices for analysing of video from real experiments. In: Rojas, I., Ortuño, F. (eds.) Bioinformatics and Biomedical Engineering, pp. 279{289 (2018)
4. Kovalčíková Kristína, Bachratá Katarína, Bachratý Hynek, Slavík 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. Cimrák Ivan, Bachratá Katarína; Bachratý Hynek; Jančígová Iveta; Tóthová Renáta; Bušík Martin; Slavík Martin; Gusenbauer Markus: Object-in-fluid framework in modeling of blood flow in microfluidic channels, In: Communications : scientific letters of the University of Žilina 2016

Téma dizertačnej práce

Obehové rozvrhy vozidiel v podmienkach neurčitosti

Školiteľ: doc. RNDr. Štefan Peško, CSc.

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika

Forma štúdia: denná externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

C1: Vývoj robustných optimalizačných metód riešenia okružných dopravných úloh v podmienkach neurčitosti. Pre modelovanie neistoty sa v dopravných rozvrhoch využívajú viaceré typy scenárov. V prípade neistých dôb jazd vozidiel sú scenáre tvorené istým počtom matíc vzdialeností, ktoré zodpovedajú zdržaniam na niektorých úsekoch dopravnej siete v čase dopravných špičiek. Jednou z možností je modelovanie scenára napr. doby jazdy pomocou intervalu alebo pravdepodobnostného rozdelenia. Podobne možno modelovať ďalšie parametre dopravných rozvrhov (veľkosť dopravných prúdov cestujúcich, dobu nakládky/vykládky, kapacitu vozidiel alebo veľkosť požiadaviek zákazníkov). V súvislosti z elektromobilitou vzniká problém umiestnenia nabíjajúcich staníc. Najnovším trendom je budovanie nabíjajúcich ciest vo Švédsku, ktoré rieši problém batérií. Autá sú napájané z vodivej zbernice prostredníctvom klzného zberača. Tak dostávame problém výberu úsekov pre dve stopy koľajníc na ceste, ktoré treba elektrifikovať.

C2: Optimalizácia kooperácie obslúh v obehových rozvrhoch vozidiel v osobnej, resp. nákladnej doprave. Súčasné riešenia obslužných aj herných kritérií v modeloch okružných dopravných úloh nám nie sú známe. Z evolučných algoritmov sú známe najmä genetické a mikrogenetické algoritmy, ktoré ponúkajú jednoduché zapracovanie stochastických kritérií do fitness funkcie jedincov. Problematickou je tu voľba kríženia jedincov v zodpovedajúcich scenároch. Znáhodnené algoritmy zase vychádzajú z deterministických heuristík, kde je znáhodnené niektoré vetvenie algoritmu. Exaktné metódy založené najmä na matematickom programovaní sú použité pri riešení okružných dopravných úloh malých rozmerov, alebo v roli koordinačných úloh. Do úvahy tiež prichádzajú heuristické metódy založené na matematickom programovaní, v ktorých je zúžená oblasť prípustných riešení na dostatočne malé okolie referenčného riešenia.

Predpokladaný vedecký prínos:

C1: Tvorba originálnych algoritmov pre rôzne typov scenárov obehu vozidiel v modeloch, kde sú cieľové, resp. obmedzujúce kritéria formulované nielen stochasticky, ale i pomocou robustných alternatív.

C2: Návrh nových kombinovaných metód riešenia (exaktných a heuristických - evolučných a znáhodnených algoritmov), ktorých súčasťou sú obmedzujúce kritéria známe z obslužných a herných úloh.

Odporúčané metódy:

C1: Použití nástroje robustného modelovania správania sa vozidiel pozostávajúce:

- z vytypovania obbehových rozvrhov vozidiel, v ktorých sa vyskytujú herno-obslužné kritéria,
- z návrhu spoločných a špecifických scenárov pre osobnú, resp. nákladnú dopravu (zdržania v sieti).

C2: Použití prístupy s podporou matematického a počítačového modelovania (napr. výpočty na gridoch).

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

VEGA 1/0582/16 Economic optimization of networks processes

Doterajšie výsledky:

1. Palúch, S., Peško Š. Kvantitatívne metódy v logistike / Stanislav Palúch, Štefan Peško, 1. vyd. v Žiline, Žilinská univerzita, 2006, 185 s., ISBN 80-8070-636-0
2. Peško, Š. Flexible bus scheduling with overlapping trips, In: 14th International Scientific Conference Quantitative Methods in Economics, Multiple Criteria Decision Making Location: High Tatras, Slovakia, Jun 05-07, 2008, Proceeding of international conference, 225-230, Bratislava Iura Edition 2008, ISBN 978-80-8078-217-7
3. Peško Š., Majer, T. Robust p-median problem in changing networks, In: Transport Problems, Problemy Transportu: international scientific journal Vol. 10, iss. 3, 2015, pp. 125-130, ISSN 1896-0596
4. Borčinová, Z., Peško Š. New exact iterative method for the capacitated vehicle routing problem, In: Communications Vol. 18, no. 3 (2016), s. 19-21 scientific letters of the University of Žilina, ISSN 1335-4205
5. B. Du and H. Zhou, A robust optimization approach to the multiple allocation p-center facility location problem", Symmetry 10(11), pp. 1--15, 2018
6. A.J. Umbarkar and P.D. Sheth, Crossover operators in genetic algorithms: a review, Ictact Journal on Soft Computing, october 2015, vol. 6, Issue 1, pp. 1--10, 2015

Téma dizertačnej práce

Analýza spoľahlivosti a rizík zložitých systémov

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 SK-FR-2017-0003 - Viacúrovňové logické jednotky pre neuromorfné výpočty

Doterajšie výsledky:

Existujúce metódy analýzy MSS tvoria štyri skupiny [Lis2003]: (a) metódy analýzy spoľahlivosti, založené na popise systému pomocou štrukturálnej funkcie, ktoré doteraz neumožňujú vykonať analýzu dynamických MSS; (b) stochastické metódy (Markovské procesy) – umožňujú výskum spoľahlivosti pri dynamickom správaní sa systémov, ktoré nemajú veľkú dimenziu; (c) metódy výskumu s využitím univerzálnej generatívnej funkcie, ktoré sa prioritne využívajú v úlohách optimalizácie spoľahlivosti MSS; a (d) metódy typu Monte Carlo, ktoré sú analogické pri výskume MSS aj pri výskume dvojstavových systémov, sú však charakteristické vysokou výpočtovou (časovou) zložitou.

Metódy analýzy spoľahlivosti MSS založené na vyjadrení systému v tvare štrukturálnej funkcie boli rozpracované ako historicky prvé a sú široko využívané v inžinierskej praxi.

Metódy analýzy spoľahlivosti a výpočtu IM pre MSS pri vyjadrení systému v tvare štruktúrnej funkcie slúžia ako základ pre vytvorenie jediného metodologického prístupu k analýze citlivosti spoľahlivosti MSS. Základné myšlienky rozvoja tohto smeru boli zverejnené v prácach [Zai2009a, Zai2009b, 2010a, Zai2012]. Autori odporúčali využiť matematický aparát teórie viachodnotovej logiky pre vyjadrenie a analýzu MSS, výpočet ich frekvenčných charakteristík [Zai2009a, Zai2007a] a IM [Zai2009a, Zai2009b, 2010a, Zai2012]. V prácach [Zai2007a, Zai2014] boli vytvorené základy použitia aparátu logického diferenciálneho počtu (Logical Differential Calculus), jednej zo základných oblastí teórie viachodnotovej logiky, pre analýzu spoľahlivosti MSS systémov.

1. [Lis2003] Lisnianski A., Levitin G. (2003) Multi-State System Reliability. Assessment, optimization and applications, World scientific, 457 p.
2. [Zai2007a] Zaitseva E., Puuronen S. (2007) Estimation of Multi-State system reliability depending on changes of some system component efficiencies, Proc. of European Safety and Reliability Conf. (ESREL 2007), Norway, pp.253-261
3. [Zai2009a] Zaitseva E., Puuronen S. (2009) Representation and Estimation of Multi-State System Reliability by Decision Diagrams. In: Safety, Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods and Application. Eds. S.Martorell, C.G.Soaes, Barnett J., vol.3, CRC Press, pp.1995-2002
4. [Zai2009b] Zaitseva E., Puuronen S. (2009) Multi-State System in Human Reliability Analysis. Proc. of the IEEE 2nd Int. Conf. on Human System Interaction (IEEE HSI'09), Catania, Italy, pp.660-663
5. [Zai2010a] Zaitseva E. (2010) Reliability Analysis Methods for Healthcare system. Proc. of the IEEE 3rd Int. Conf. on Human System Interaction (IEEE HSI'10), Rzeszow, Poland, pp.212-216

6. [Zai2011a] Zaitseva E., Levashenko V., Rusin M. (2011) Reliability Analysis of Healthcare System. Proc. of the IEEE Federated Conf. on Computer Science & Information Systems (IEEE FedCSIS'11), Szczecin, Poland, pp.169-175
7. [Zai2012] Zaitseva E., (2012), Importance Analysis of a Multi-State System Based on Multiple-Valued Logic Methods. In: Recent Advances in System Reliability: Signatures, Multi-state Systems and Statistical Inference. Eds. A.Lisnianski and I.Frenkel. Springer: London, (ISBN 978-1-4471-2206-7.0), pp. 113-134
8. [Zai2014a] Zaitseva E., Kvassay M., Levashenko V., Kostolny J. Reliability analysis of logic network by logical differential calculus, Proc. of the 10th IEEE Int. Conference ELEKTRO 2014, 19-20 May, 2014, Zilina, Slovakia

Téma dizertačnej práce

Vysvetliteľné rozpoznávanie vzorov

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 dovoľí 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. Ľapajna, 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: 9.2.9 aplikovaná 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 koprocesory 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 koprocesory. 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 neuromorfné 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/TiO₂/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 HfOx-and TaOx-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

Vypracovanie nových metód získavania znalostí a ich implementácia v systémoch inteligentnej podpory rozhodovania

Školiteľ: **prof. Ing. Vitaly Levashenko, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika

Forma štúdia: denná externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Data Mining je nástroj zameraný na zber a analýzu dát a získavanie znalostí z dát. Ciele dizertačnej práce spočívajú vo vypracovaní teoretických a praktických základov tvorby nástrojov pre podporu rozhodovania založených na analýze fuzzy dát s využitím apriórnej informácie (napr. riešení úloh zhlukovania a klasifikácie). Pre dosiahnutie stanovených cieľov je nevyhnutné vyriešiť nasledujúce úlohy: (a) formulácia a výskum kritérií optimalizácie tvorby rozhodovacích stromov a pravidiel pre rôzne typy úloh s pomocou aparátu viachodnotovej logiky a fuzzy logiky; (b) porovnanie navrhnutých kritérií tvorby rozhodovacích pravidiel s výsledkami získanými tradičnými metódami (algoritmy C4.5, CART, štatistické klasifikačné algoritmy, fuzzy rozhodovacie stromy Yuan a Shaw a iné); (c) syntéza nových algoritmov získavania znalostí z databáz a výpočtu spoľahlivosti, orientovaných na použitie v systémoch pre podporu rozhodovania; (d) vypracovanie praktických odporúčaní v tvare konkrétnych metodík a softvéru pre použitie navrhnutých algoritmov pri riešení praktických úloh.

Predpokladaný vedecký prínos:

Vedecký prínos pozostáva v nasledovnom: (a) bude realizovaná systematická analýza a zovšeobecnenie známych prác nového pohľadu, najmä z pohľadu interdisciplinárnych výskumov; (b) bude zovšeobecný a rozvíjaný rad nových a moderných metód analýzy fuzzy dát a viachodnotových dát; (c) budú vytvorené metodiky využitia sumárnych informačných odhadov fuzzy dát pri riešení radu praktických úloh; (d) očakáva sa realizácia výsledkov projektu v tvare komplexu učebných a metodických materiálov.

Odporúčané metódy:

Metodológia výskumnej práce je založená na metódach teórie viachodnotovej logiky a fuzzy logiky, na metódach teórie informácie, optimalizačných metódach založených na rozhodovacích stromoch, na metódach tvorby systémov pre podporu rozhodovania a tiež na princípoch systémovej analýzy a interdisciplinárnych výskumov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

základný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

VEGA. Analýza spoľahlivosti na základe neistých dát, Reg.no. 1/0354/17

APVV SK-FR. Viacúrovňové logické jednotky pre neuromorfne výpočty, Reg.no. SK-FR-2017-0003

Doterajšie výsledky:

Bol pripravený súbor originálnych algoritmov slúžiacich na analýzu nazbieraných dát. Tieto algoritmy umožňujú poukázať na pozoruhodné závislosti v dátach. Bola zahájená príprava softvérového nástroja zameraného na zber, ukladanie a spracovanie dát. Nástroj je koncipovaný ako inteligentný pomocný systém. Algoritmy budú naďalej rozvíjané a prispôbované pre aplikovanie na konkrétnych dátach.

1. Levashenko V., Zaitseva E., Usage of New Information Estimations for Induction of Fuzzy Decision Trees. Intelligent Data Engineering and Automated Learning, Lecture Notes in Computer Science, vol. 2412, 2002, ISBN 3-540-44025-9, ISSN 0302-9743, pp.493-499
2. Androulidakis I., Levashenko V., Zaitseva E., An empirical study on green practices of mobile phone users, Journal on Wireless Networks, Springer Publ., ISSN 1022-0038, 2016
3. Kvassay M., Levashenko V., Zaitseva E., Analysis of minimal cut and path sets based on direct partial Boolean derivatives, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability, ISSN 1748-006X, 2015

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: 9.2.9 aplikovaná 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 kritériami 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 heuristík. V tejto práci sa predpokladá, že doktorand vykoná výskum učiacich sa metód na automatizované nastavenie parametrov metaheuristík 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 metaheuristík závisí od toho, ako sú schopné využívať špecifiká riešených úloh a taktiež od vhodného nastavenia parametrov metaheuristík.

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 metaheuristík a výskum ich chovania z hľadiska časovej náročnosti a kvality získaného riešenia v závislosti na ich parametroch,
- výskum vplyvu nastavenia parametrov na efektívnosť metaheuristík,
- 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"

APVV 1-15-0179 "Spôľahlivosť záchranných systémov na infraštruktúre s neistou funkcionalitou kritických prvkov"

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, Ľ.: Emergency medical service planning. In: Scientific Letters of the University of Žilina, 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, Ľ.: 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: 9.2.9 aplikovaná 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 závislosti 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"

APVV 1-15-0179 "Spôľahlivosť záchranných systémov na infraštruktúre s neistou funkcionalitou kritických prvkov"

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, Ľ.: Emergency medical service planning. In: Scientific Letters of the University of Žilina, 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, Ľ.: 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

Efektívne získavanie presných a interpretovateľných fuzzy pravidiel z údajov

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 procesu získavania znalosti z údajov. Ľudskému uvažovaniu blízka reprezentácia znalostí má podobu pravidiel. Zahrnutím 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 znalosti 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 algoritmi na vytváranie a používanie fuzzy pravidiel z údajov [1], [2], [5]. Umožnené je reprezentovanie znalosti 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

Effective discovery of accurate and interpretable fuzzy rules in data

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 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. Záborský, "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. 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*, Slovakia, 2018, pp. 75-80.

Téma dizertačnej práce

Výber údajov z rozsiahlych databáz pre algoritmy strojového učenia

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika
Forma štúdia: denná externá
Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky
Teória a metodológia aplikovanej informatiky
Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Množstvo údajov v databázach informačných systémoch sa často stáva príliš veľké na ich bezproblémové spracovanie algoritmami strojového učenia. Vyvíjajú sa preto rôzne metódy na ich spracovanie ako napríklad paralelné spracovanie na prepojených počítačoch. Inou možnosťou je vybrať z veľkého množstva údajov malú podskupinu tak, aby vybrané údaje viedli v procese získavania znalosti z databáz k vytvoreniu podobných znalosti ako zo všetkých údajov. Uvažovaním reprezentatívneho výberu vzniká koncept výberu údajov z rozsiahlych databáz.

Cieľom projektu je navrhnúť nové alebo vylepšené metódy pre reprezentatívny výber údajov zo zvolených rozsiahlych databáz a implementovať k tomu softvérový nástroj. Pri vývoji metód bude dôležité otestovať presnosť znalosti získaných z vybraných údajov.

Predložené metódy budú overené na dostupných rozsiahlych databázach.

Predpokladaný vedecký prínos:

Vývoj nových metód a algoritmov na výber údajov z rozsiahlych databáz pre špecifickú doménu. Tiež sa umožní využitie existujúcich algoritmov strojového učenia na rozsiahlych dátach stanovenej domény a tým sa prispeje k podpore rozhodovania z údajov reálneho sveta.

Odporúčané metódy:

Štúdium dostupnej literatúry, implementovanie známych algoritmov pre výber údajov z rozsiahlych databáz, vývoj nových alebo vylepšených algoritmov na zvolených databázach, testovanie znalosti získaných z vybraných údajov.

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 výber reprezentatívnych údajov z rozsiahlych databáz [1]. Existuje softvérový nástroj umožňujúci využitie vybraných údajov pre získavanie znalosti z databáz [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. 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

Selection of data from large databases for machine learning algorithms

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika

Forma štúdia: denná externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

The amount of data in the databases of information systems often becomes too large for their trouble-free processing with machine learning algorithms. Because of that, various processing methods such as parallel processing with interconnected computers are being developed. Another way is to select a small subset of large data in the process of knowledge discovery in databases so that the selected data allows the discovery of knowledge corresponding with the knowledge discovered in the whole data. The consideration of representative selection leads to the concept of data selection from large databases.

The goal of the project is to design new or improved methods for a representative selection of data from chosen large databases and to implement a related software tool. During the development of the methods, it will be important to test the accuracy of the knowledge discovered in selected data.

The proposed methods will be validated on available large databases.

Predpokladaný vedecký prínos:

Development of new methods and algorithms for the selection of data from large domain-specific databases. The use of existing machine learning algorithms on big data of some specific domain will also be allowed, which will contribute to decision-making support based on real-world data.

Odporúčané metódy:

Study of available literature, implementation of known algorithms for the selection of data from large databases, development of new or improved algorithms on chosen databases, testing of knowledge discovered in selected data.

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 selection of representative data from large databases has been started within solved tasks [1]. There is a software tool which enables the use of selected data for knowledge discovery in databases [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

Transformácia medicínskych údajov pre fuzzy data mining

Školiteľ: doc. Ing. Ján Boháčik, PhD.

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika

Forma štúdia: denná externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Neurčitosti existujúce takmer v každej etape klinického rozhodovacieho procesu si vyžadujú určitú koncepciu, ktorá zabezpečuje ich zvládnutie povolením pružných a viacnásobných členstiev a napomáha aproximovanému uvažovaniu. Fuzzy logika sa tak stala cenným nástrojom na opísanie medicínskych konceptov a uchovávanie ich neurčitosti bez vkladania pridaných nepresností. Zahrnutím princípov fuzzy logiky do spracovania údajov prostredníctvom data miningu vzniká pojem fuzzy data mining.

Cieľom projektu je navrhnúť nové alebo vylepšené metódy pre transformáciu stanovených medicínskych údajov do formy vhodnej pre fuzzy data miningové algoritmy a implementovať k tomu softvérový nástroj. Pri vývoji metód bude dôležité otestovať presnosť transformovaných údajov pri ich využití v procese získavania znalostí z údajov.

Navrhnuté riešenia budú overené na dostupných medicínskych údajoch ako sú napríklad údaje o pacientoch so srdcovou chorobou.

Predpokladaný vedecký prínos:

Vývoj nových metód a algoritmov pre zachytenie a zohľadnenie neurčitostí v klinickom rozhodovaní. Ďalej sa potenciálne prispeje k presnejšej podpore rozhodovania a k lepšej interpretovateľnosti znalostí získaných z medicínskych údajov.

Odporúčané metódy:

Analýza dostupnej literatúry, použitie známych algoritmov na transformáciu medicínskych údajov pre fuzzy data miningové metódy, vývoj nových alebo vylepšených algoritmov pre špecifické medicínske údaje zo stanovenej domény, a testovanie transformovaných údajov.

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:

Rozpracovaný bol softvérový nástroj obsahujúci algoritmy pre prácu s medicínskymi údajmi a ich využitie na podporu rozhodovania [1], [2], [3], [4], [5]. Umožnené je použitie kategorických a numerických údajov a ich transformácia pre systémy založené na princípoch fuzzy logiky.

1. 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
2. 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
3. J. Boháčik, K. Matiaško, M. Benedikovič, "Linguistic variable elimination for a heart failure dataset," in *IEEE International Conference on Cybernetics*, IEEE, 2015, Poľsko, pp. 196-200
4. J. Boháčik, M. Zábovský, "Naive Bayes for Statlog heart database with consideration of data specifics," in *IEEE 14th International Scientific Conference on Informatics*, IEEE, 2017, Slovensko, pp. 35-39
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

Transformation of medical data for fuzzy data mining

Školiteľ: doc. Ing. Ján Boháčik, PhD.

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná informatika

Forma štúdia: denná externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy aplikovanej informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Uncertainties existing in almost every stage of a clinical decision making process requires a framework that can handle them by allowing variable and multiple memberships and facilitating approximate reasoning. This has made fuzzy logic a valuable tool for depicting medical concepts and preserving their imprecision without inserting distortions. The inclusion of the notions of fuzzy logic in processing data through data mining leads to the concept of fuzzy data mining.

The goal of the project is to design new or improved methods for the transformation of specified medical data into a form suitable for fuzzy data mining algorithms and to implement a related software tool. During the development of the methods, it will be important to test the accuracy of transformed data while it is used in the process of knowledge discovery in data.

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

Predpokladaný vedecký prínos:

Development of new methods and algorithms for capturing and considering uncertainties in clinical decision making. More accurate decision-making support and a better interpretation of knowledge discovered in medical data will potentially be achieved.

Odporúčané metódy:

Analysis of available literature, use of known algorithms transforming medical data for fuzzy data mining methods, development of new or improved algorithms for medical data from a defined domain, testing of transformed data.

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 containing algorithms for working with medical data and their use in decision support has been elaborated [1], [2], [3], [4], [5]. It is possible to use categorical and numerical data and their transformation for systems based on the notions of fuzzy logic.

[1] 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

[2] 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

[3] J. Boháčik, K. Matiaško, M. Benedikovič, "Linguistic variable elimination for a heart failure dataset," in *IEEE International Conference on Cybernetics*, IEEE, 2015, Poland, pp. 196-200

[4] J. Boháčik, M. Záborský, "Naive Bayes for Statlog heart database with consideration of data specifics," in *IEEE 14th International Scientific Conference on Informatics*, IEEE, 2017, Slovakia, pp. 35-39

[5] 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, Slovakia, 2018, pp. 75-80

Téma dizertačnej práce

Detekcia phishingu vo webových stránkach

Školiteľ: doc. Ing. Ján Boháčik, PhD.

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 expertom 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. 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

Detection of phishing web pages

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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, and 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

Manažovanie a optimalizácia vysokovýkonných systémov s ohľadom na zelené počítanie

Školiteľ: **doc. Ing. Jarmila Škrinárová, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9 aplikovaná 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 existujúceho stavu riešenia v oblasti HPC systémov a zeleného počítania. Formulácia východiskových hypotéz. Skúmanie parametrov úloh, strojov a VM a systémov. Špecifikácia optimalizačných 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
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: 9.2.9 aplikovaná 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 učením 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 učením 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 učením. Prínosom bude návrh a implementácia nových nástrojov (alebo inovácia existujúcich), ktoré zabezpečia meranie výkonnosti (zrýchlenia) paralelnej aplikácie na báze NN s hlbokým učením. Prínosom bude návrh, implementácia a metodika overovania paralelných algoritmov pre NN s hlbokým učením.

Odporúčané metódy:

Špecifikácia problému v oblasti NN s hlbokým učením 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

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
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

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: 9.2.9 aplikovaná 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 so 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. Je plánované zapojenie sa do projektu v rámci výzvy: S2R-OC-IPX-01-2019: Artificial Intelligence (A.I.) for the railway sector.

Horizon 2020 Shift2Rail project OptiYard, 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