



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

Fakulta riadenia
a informatiky

Témy dizertačných prác

pre akademický rok 2025/2026

Doktorandské štúdium

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: denná / externá

Obsah

Rozpoznávanie pohybujúcich sa objektov v reálnom čase pomocou distribuovaných IoT zariadení a neurónových sietí.....	4
Využitie metód strojového učenia pri spracovaní medicínskych signálov.....	6
Vývoj vstavaných metód strojového učenia s využitím fuzzy logiky.....	8
Vývoj algoritmov na tvorbu inkrementálnych rozhodovacích stromov	10
Rýchle zotavenie siete v SDN (Software-Defined Networking)	12
Využitie umelej inteligencie v kybernetickej bezpečnosti	14
Bezpečnosť v Internete vecí (IoT): Inteligentné metódy detekcie a mitigácie kybernetických hrozieb	16
Fast Reroute v IP sieťach.....	18
Exaktné a približné riešenie rozsiahlych multikriteriálnych lokačných úloh.....	20
Energetická optimalizácia senzorových zariadení pomocou neurónových sietí	23
Adaptive energy management in smart buildings using deep neural networks.	25
Implementation of predictive maintenance for industrial machinery using neural networks.	27
Algoritmy pre budovanie kombinovanej nabíjacej infraštruktúry pre elektrické autobusy.....	29
Optimalizácia metód strojového učenia v kontexte dátovej vrstvy a indexovania	31
Anatómia v rozšírenej realite.....	34
Analýza spoľahlivosti komplexných systémov s využitím paralelných prostriedkov.....	36
Automatizované generovanie webových rozhraní pomocou generatívnych AI modelov.....	38
Automatizovaná detekcia a oprava porušení pravidiel webovej prístupnosti (WCAG) pomocou AI metód	40
Adaptívne hodnotenie programovacích úloh na základe analýzy kódu a výstupov	42
Efektívne nasadzovanie a aktualizácia systémov s využitím umelej inteligencie	44
Identifikácia a riešenie konfliktov v železničnej prevádzke s využitím matematických modelov a optimalizačných algoritmov.....	46
Spracovanie geografických informácií o znečistení životného prostredia pomocou umelej inteligencie pre geopriestorové aplikácie.....	48
Klasifikácia signálov prostredníctvom umelých neurónových sietí	50
Analýza spoľahlivosti a rizík v medicíne	52
Analýzu spoľahlivosti zložitých systémov na základe neurčitých dát	54
Strojové učenie pre verejnú dopravu	56
Strojové učenie pre manažment elektrickej energie	58
Integrácia expertného hodnotenia s neurónovou sieťou	60
Automatizované metódy vizuálnej kontroly výrobných procesov a ich výsledkov	62
Metódy adaptácie a vylepšovania veľkých jazykových modelov pre praktické aplikácie	64

Metódy učenia posilňovaním pre objavovanie a analýzu diverzifikovaných stratégií riešenia problémov	66
Cloudové služby pre oblasť bezpečnosti.....	68
Strojové učenie v operatívnom riadení hybridnej IKT infraštruktúry	70
Využitie metód Data Mining pre analýzu dát	72
Výpočtové modelovanie bunkových zhlukov pre ich efektívnu separáciu v inerciálnych tokoch	74
Aplikácie umelej inteligencie na vybrané úlohy pre hlboké strojové učenie na medicínskych obrazových dátach	77

Téma dizertačnej práce

Rozpoznávanie pohybujúcich sa objektov v reálnom čase pomocou distribuovaných IoT zariadení a neurónových sietí

Školiteľ: **doc. Ing Jozef Papán, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Cieľom dizertačnej práce je navrhnúť a implementovať systém na rozpoznávanie pohybujúcich sa objektov v reálnom čase s využitím distribuovaných IoT zariadení a neurónových sietí. Systém bude zameraný na efektívne spracovanie dát v rôznych prostrediach s dôrazom na presnosť detekcie a optimalizáciu výpočtovej náročnosti.

Špecifické ciele:

Preskúmať existujúce prístupy k rozpoznávaniu pohybujúcich sa objektov s využitím IoT a umelej inteligencie.

Navrhnúť architektúru distribuovaného systému, ktorý umožní efektívne zber a spracovanie dát z rôznych IoT zariadení.

Vyvinúť a optimalizovať modely hlbokých neurónových sietí pre rozpoznávanie a sledovanie pohybujúcich sa objektov.

Skúmať možnosti znižovania latencie a zlepšenia výkonnosti modelov v prostredí s obmedzenými výpočtovými zdrojmi.

Experimentálne overiť navrhnutý systém v rôznych aplikačných scenároch.

Výskumné otázky:

Aké techniky spracovania dát sú najefektívnejšie pre rozpoznávanie pohybujúcich sa objektov v distribuovanom IoT prostredí?

Ako optimalizovať modely hlbokého učenia pre nasadenie na IoT zariadeniach s obmedzenými zdrojmi?

Aký je vplyv rôznych environmentálnych faktorov na presnosť systému a ako možno tieto faktory kompenzovať pomocou AI?

Predpokladaný vedecký prínos:

Vyvinutý systém schopný efektívne rozpoznávať pohybujúce sa objekty v reálnom čase s vysokou presnosťou.

Optimalizované modely hlbokého učenia vhodné pre nasadenie na rôznych typoch IoT zariadení.

Príspevok k rozvoju technológií v oblasti inteligentného spracovania dát a analýzy v IoT prostredí.

Odporúčané metódy:

- využitie techník hlbokého učenia, ako sú konvolučné neurónové siete (CNN) a rekurentné neurónové siete (RNN), na detekciu a sledovanie objektov,
- implementácia edge computing prístupov pre spracovanie dát priamo na zariadeniach IoT s cieľom minimalizovať latenciu,
- testovanie navrhnutého riešenia v rôznych prostrediach a hodnotenie jeho výkonnosti na základe presnosti a rýchlosti detekcie.

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Projekty KEGA 004ŽU-4/2024 (školicel je vedúci projektu), VEGA 1/0316/24 (školicel je vedúci projektu) - Rýchle zotavenie siete

Doterajšie výsledky:

1. Pokročilé techniky zotavenia siete [print] : habilitačná práca / Jozef Papán. - 1. vyd. - Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, 2019. - 105 s. [print] - Spôsob prístupu:

<https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=702847CDD3538CD4853CAB630BF6>

2. Rýchle zotavenie siete [dizertačná práca] / Jozef Papán. - Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta riadenia a informatiky, Katedra informačných sietí; obháj. 25.08.2015. - ČVO 9.2.9 Aplikovaná informatika. - Žilina : [s.n.], 2015. - 114 s. : obr., tab., príl. + 1CD-ROM + Autoref.

<https://ieeexplore.ieee.org/author/38547911900>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55560792500&origin=resultslist>

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/34250637>

Téma dizertačnej práce

Využitie metód strojového učenia pri spracovaní medicínskych signálov

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

V biomedicíne sa generuje množstvo údajov, či už digitálnych alebo analógových. Typickým príkladom týchto dát sú medicínske signály, ktoré sa získavajú z rôznych zariadení. Medzi najčastejšie používané patria elektrokardiograf (EKG) a elektroencefalograf (EEG). Tieto signály môžu mať rozdielnu dĺžku a charakteristiky v závislosti od meracieho zariadenia a podmienok merania. Cieľom dizertačnej práce je vývoj klasifikačného prístupu pre analýzu a klasifikáciu takýchto medicínskych signálov. Štúdie ukázali, že použitie fuzzy klasifikátorov môže zlepšiť presnosť klasifikácie, pretože tieto metódy zohľadňujú neurčitost a variabilitu v dátach. Vývoj takýchto metód je dôležitý, pretože môže viesť k vytvoreniu presnejších systémov na podporu rozhodovania, ktoré pomáhajú pri diagnostike a monitorovaní zdravotného stavu pacientov.

Predpokladaný vedecký prínos:

Nové prístupy a metódy klasifikácie biomedicínskych signálov.

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu problému,
- identifikácia prístupov klasifikácie biomedicínskych signálov,
- vývoj nových a efektívnych prístupov klasifikácie biomedicínskych signálov,
- experimentálna analýza navrhnutých metód.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

09I03-03-V04-00416 - Klasifikácia biomedicínskych signálov pomocou fuzzy klasifikačných algoritmov

Doterajšie výsledky:

1. ADC: Rabčan, J., Zaitseva, E., Levashenko, V., Kvaššay, M., Subbotin, S.: Application of fuzzy decision tree for signal classification, In: IEEE transactions on industrial informatics [print, electronic]. - ISSN 1551-3203. - Roč. 15, č. 10 (2019), s. 5425-5434., Included in: SCOPUS; Web of Science (Q1, IF: 9.112)
2. V3: Rabčan, J., Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvaššay, M.: EEG signal classification based on fuzzy classifiers, In: IEEE transactions on industrial informatics [print, electronic]. - ISSN 1551-3203. - - Roč. 18, č. 2 (2022), s. 757-766, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q1, IF: 12.300)
3. ADC: Rabčan, J., Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvaššay, M., Subbotin, S.: Non-destructive diagnostic of aircraft engine blades by Fuzzy Decision Tree, In: Engineering Structures [print, electronic]. - ISSN 0141-0296. - č. 197 (2019), s. 1-10, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q1, IF: 3.548)
4. ADC: Zaitseva, E., Levashenko, V., Rabčan, J., Kršák, E.: Application of the structure function in the evaluation of the human factor in healthcare, In: Symmetry [electronic]. - ISSN 2073-8994. - Roč. 12, č. 1, 2020, s. 1-23, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q2, IF: 2.713)
5. ADC: Rabčan, J., Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvaššay, M.: Review of methods for EEG signal classification and development of new fuzzy classification-based approach, In: IEEE Access: practical innovations, open solutions. - ISSN 2169-3536 (online). - č. 8, 2020, s. 189720-189734, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q2, IF: 3.367)

Téma dizertačnej práce

Vývoj vstavaných metód strojového učenia s využitím fuzzy logiky

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

V oblasti strojového učenia sa čoraz viac využívajú vstavané (ensemble) metódy, ktoré kombinujú viacero modelov s cieľom dosiahnuť lepšie výsledky. Jednou z efektívnych stratégií je stacking, ktorý umožňuje trénovať metamodel na výstupe viacerých bazových modelov. Táto práca sa zameriava na implementáciu a analýzu stacked metód založených na rozhodovacích stromoch, pričom využíva fuzzy logiku na zlepšenie robustnosti a zohľadnenie neurčitosti vstupných údajov. Využitím fuzzy množín v rámci rozhodovacích stromov je možné efektívnejšie modelovať neurčitosť v údajoch, čím sa zvyšuje presnosť a generalizácia predikcií. Cieľom je porovnať výkonnosť navrhovaných metód s tradičnými prístupmi a identifikovať ich vhodnosť pre rôzne typy dátových úloh.

Predpokladaný vedecký prínos:

Nové klasifikačné algoritmy a prístupy na základe vstavaného (ensemble) učenia.

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu problému,
- vývoj nových a efektívnych klasifikačných prístupov na základe vstavaného učenia,
- experimentálna analýza navrhnutých metód.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

09I03-03-V04-00416 - Biomedical Signal Classification Using Fuzzy Classifiers

Doterajšie výsledky:

1. ADC: Rabčan, J., Zaitseva, E., Levashenko, V., Kvaššay, M., Subbotin, S.: Application of fuzzy decision tree for signal classification, In: IEEE transactions on industrial informatics [print, electronic]. - ISSN 1551-3203. - Roč. 15, č. 10 (2019), s. 5425-5434., Included in: SCOPUS; Web of Science (Q1, IF: 9.112)

2. V3: Rabčan, J., Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvaššay, M.: EEG signal classification based on fuzzy classifiers, In: IEEE transactions on industrial informatics [print, electronic]. - ISSN 1551-3203. - - Roč. 18, č. 2 (2022), s. 757-766, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q1, IF: 12.300)
3. ADC: Rabčan, J., Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvaššay, M., Subbotin, S.: Non-destructive diagnostic of aircraft engine blades by Fuzzy Decision Tree, In: Engineering Structures [print, electronic]. - ISSN 0141-0296. - č. 197 (2019), s. 1-10, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q1, IF: 3.548)
4. ADC: Zaitseva, E., Levashenko, V., Rabčan, J., Kršák, E.: Application of the structure function in the evaluation of the human factor in healthcare, In: Symmetry [electronic]. - ISSN 2073-8994. - Roč. 12, č. 1, 2020, s. 1-23, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q2, IF: 2.713)
5. ADC: Rabčan, J., Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvaššay, M.: Review of methods for EEG signal classification and development of new fuzzy classification-based approach, In: IEEE Access: practical innovations, open solutions. - ISSN 2169-3536 (online). - č. 8, 2020, s. 189720-189734, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q2, IF: 3.367)

Téma dizertačnej práce

Vývoj algoritmov na tvorbu inkrementálnych rozhodovacích stromov

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

V oblasti strojového učenia a rozhodovacích systémov zohrávajú fuzzy rozhodovacie stromy významnú úlohu pri spracovaní neurčitých údajov. Tradičné metódy však často vyžadujú kompletne prebudovanie modelu pri príchode nových dát, čo je výpočtovo náročné a neefektívne. Táto práca sa zameriava na vývoj algoritmov na tvorbu inkrementálnych fuzzy rozhodovacích stromov, ktoré umožňujú priebežnú aktualizáciu modelu bez nutnosti opätovného učenia od začiatku. Cieľom je navrhnúť a implementovať metódy, ktoré dokážu efektívne adaptovať štruktúru stromu pri učení v dynamickom prostredí, pričom sa hodnotí ich presnosť, stabilita a výpočtová zložitosť v porovnaní s tradičnými statickými prístupmi.

Predpokladaný vedecký prínos:

Nové algoritmy na tvorbu fuzzy rozhodovacích stromov.

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu problému,
- vývoj nových a efektívnych prístupov na tvorbu fuzzy inkrementálnych rozhodovacích stromov,
- experimentálna analýza navrhnutých metód.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

09I03-03-V04-00416 - Biomedical Signal Classification Using Fuzzy Classifiers

Doterajšie výsledky:

1. ADC: Rabčan, J., Zaitseva, E., Levashenko, V., Kvaššay, M., Subbotin, S.: Application of fuzzy decision tree for signal classification, In: IEEE transactions on industrial informatics [print, electronic]. - ISSN 1551-3203. - Roč. 15, č. 10 (2019), s. 5425-5434., Included in: SCOPUS; Web of Science (Q1, IF: 9.112)

2. V3: Rabčan, J., Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvaššay, M.: EEG signal classification based on fuzzy classifiers, In: IEEE transactions on industrial informatics [print, electronic]. - ISSN 1551-3203. - - Roč. 18, č. 2 (2022), s. 757-766, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q1, IF: 12.300)
3. ADC: Rabčan, J., Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvaššay, M., Subbotin, S.: Non-destructive diagnostic of aircraft engine blades by Fuzzy Decision Tree, In: Engineering Structures [print, electronic]. - ISSN 0141-0296. - č. 197 (2019), s. 1-10, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q1, IF: 3.548)
4. ADC: Zaitseva, E., Levashenko, V., Rabčan, J., Kršák, E.: Application of the structure function in the evaluation of the human factor in healthcare, In: Symmetry [electronic]. - ISSN 2073-8994. - Roč. 12, č. 1, 2020, s. 1-23, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q2, IF: 2.713)
5. ADC: Rabčan, J., Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvaššay, M.: Review of methods for EEG signal classification and development of new fuzzy classification-based approach, In: IEEE Access: practical innovations, open solutions. - ISSN 2169-3536 (online). - č. 8, 2020, s. 189720-189734, Included in: SCOPUS, Web of Science (Q2, IF: 3.367)

Téma dizertačnej práce

Rýchle zotavenie siete v SDN (Software-Defined Networking)

Školiteľ: doc. Ing. Jozef Papán, PhD.

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Software-Defined Networking (SDN) prináša flexibilitu a dynamické riadenie sieťových zdrojov, no zároveň vytvára nové výzvy v oblasti odolnosti voči zlyhaniu. Rýchle zotavenie siete po výpadku je kľúčovým faktorom pre zaručenie vysokej dostupnosti a spoľahlivosti v moderných sieťových infraštruktúrach. Cieľom tejto dizertačnej práce je navrhnúť a optimalizovať mechanizmy na detekciu zlyhaní a efektívnu rekonfiguráciu SDN sietí s cieľom minimalizovať výpadky a latenciu pri obnove konektivity.

Práca sa zameria na využitie pokročilých algoritmov smerovania, heuristických metód a umelej inteligencie na rýchlu reakciu na zlyhania sietí. Skúmané budú aj metódy prediktívnej analýzy a autonómneho rozhodovania kontrolnej vrstvy SDN pri výbere optimálnych alternatívnych ciest.

Hlavné výskumné otázky:

Aké mechanizmy detekcie zlyhania môžu zabezpečiť najrýchlejšiu reakciu v SDN sieťach?

Ako môže umelá inteligencia a strojové učenie pomôcť pri predikcii a prevencii zlyhaní v SDN?

Aké optimalizačné techniky je možné použiť na minimalizáciu latencie pri rekonfigurácii siete?

Aký je vplyv redundancie a dynamického prepočítavania ciest na výkon a stabilitu siete?

Predpokladaný vedecký prínos:

Zníženie času zotavenia siete po zlyhaní.

Efektívnejšie využitie sieťových zdrojov pri rekonfigurácii trás.

Zvýšenie spoľahlivosti SDN prostredím prostredníctvom prediktívnych mechanizmov.

Odporúčané metódy:

- analýza existujúcich mechanizmov zotavenia v SDN a identifikácia ich obmedzení,
- implementácia a testovanie rôznych algoritmov detekcie a rekonfigurácie v emulovaných SDN prostrediach (napr. Mininet, ONOS, OpenDaylight),
- porovnanie tradičných metód (napr. Fast Reroute, MPLS) s AI-driven riešeniami na základe metriky zotavenia, latencie a sieťového výkonu,
- vývoj inteligentného systému na predikciu zlyhaní a autonómne riadenie procesu obnovy.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Projekty KEGA 004ŽU-4/2024 (školiteľ je vedúci projektu), VEGA 1/0316/24 (školiteľ je vedúci projektu) - Rýchle zotavenie siete

Doterajšie výsledky:

1. Pokročilé techniky zotavenia siete [print] : habilitačná práca / Jozef Papán. - 1. vyd. - Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, 2019. - 105 s. [print] - Spôsob prístupu: <https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=702847CDD3538CD4853CAB630BF6>

2. Rýchle zotavenie siete [dizertačná práca] / Jozef Papán. - Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta riadenia a informatiky, Katedra informačných sietí; obháj. 25.08.2015. - ČVO 9.2.9 Aplikovaná informatika. - Žilina : [s.n.], 2015. - 114 s. : obr., tab., príl. + 1CD-ROM + Autoref.

<https://ieeexplore.ieee.org/author/38547911900>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55560792500&origin=resultslist>

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/34250637>

Téma dizertačnej práce

Využitie umelej inteligencie v kybernetickej bezpečnosti

Školiteľ: **doc. Ing. Jozef Papán, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

S neustálym nárastom kybernetických útokov a ich sofistikovanosti je potrebné využiť moderné technológie na zlepšenie ochrany informačných systémov. Umeľá inteligencia (AI) predstavuje efektívny nástroj na automatizovanú detekciu, analýzu a mitigáciu kybernetických hrozieb. Cieľom tejto dizertačnej práce je preskúmať možnosti implementácie AI v oblasti kybernetickej bezpečnosti so zameraním na strojové učenie, hlboké učenie a behaviorálnu analýzu hrozieb.

Práca sa bude venovať vývoju inteligentného systému schopného automaticky identifikovať anomálie v sieťovej prevádzke, rozpoznávať vzory útokov a reagovať v reálnom čase. Bude preskúmaná efektivita rôznych algoritmov strojového učenia, vrátane neurónových sietí, rozhodovacích stromov a reinforcement learningu, pri identifikácii známych a neznámych hrozieb.

Hlavné výskumné otázky:

Ako môžu algoritmy strojového učenia zlepšiť detekciu kybernetických útokov v reálnom čase

Aké metódy hlbokého učenia sú najefektívnejšie pri identifikácii anomálií v sieťovej prevádzke

Ako možno kombinovať behaviorálnu analýzu s AI na identifikáciu sofistikovaných hrozieb, ako sú APT (Advanced Persistent Threats)

Aké sú limity a riziká využitia umelej inteligencie v kybernetickej bezpečnosti.

Predpokladaný vedecký prínos:

Vývoj pokročilého systému na automatizovanú detekciu kybernetických hrozieb.

Zlepšenie presnosti a rýchlosti reakcie na kybernetické útoky.

Minimalizácia falošných poplachov v bezpečnostných systémoch.

Zlepšenie pochopenia využitia umelej inteligencie v kybernetickej bezpečnosti a identifikácia jej limitov.

Odporúčané metódy:

- analýza existujúcich riešení využívajúcich AI v oblasti kybernetickej bezpečnosti,
- implementácia a testovanie rôznych modelov strojového učenia na reálnych datasetoch kybernetických hrozieb,
- porovnanie výkonnosti modelov na základe metriky presnosti, falošných poplachov a rýchlosti detekcie,
- návrh a vývoj prototypu inteligentného systému na detekciu a mitigáciu kybernetických hrozieb.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Projekty KEGA 004ŽU-4/2024 (školiteľ je vedúci projektu), VEGA 1/0316/24 (školiteľ je vedúci projektu) - Rýchle zotavenie siete

Doterajšie výsledky:

1. Pokročilé techniky zotavenia siete [print] : habilitačná práca / Jozef Papán. - 1. vyd. - Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, 2019. - 105 s. [print] - Spôsob prístupu:

<https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=702847CDD3538CD4853CAB630BF6>

2. Rýchle zotavenie siete [dizertačná práca] / Jozef Papán. - Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta riadenia a informatiky, Katedra informačných sietí; obháj. 25.08.2015. - ČVO 9.2.9 Aplikovaná informatika. - Žilina : [s.n.], 2015. - 114 s. : obr., tab., príl. + 1CD-ROM + Autoref.

<https://ieeexplore.ieee.org/author/38547911900>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55560792500&origin=resultslist>

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/34250637>

Téma dizertačnej práce

Bezpečnosť v Internete vecí (IoT): Inteligentné metódy detekcie a mitigácie kybernetických hrozieb

Školiteľ: **doc. Ing. Jozef Papán, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Internet vecí (IoT) zaznamenáva exponenciálny rast, pričom jeho zariadenia sú čoraz viac integrované do kritických infraštruktúr, priemyslu, zdravotníctva a domácností. Tento dynamický ekosystém však prináša nové výzvy v oblasti kybernetickej bezpečnosti, najmä v kontexte autentifikácie, ochrany súkromia, odolnosti voči útokom a bezpečného prenosu údajov. Cieľom tejto dizertačnej práce je analyzovať existujúce bezpečnostné hrozby v IoT a vyvinúť efektívne metódy na ich detekciu a mitigáciu s využitím moderných technológií, ako sú blockchain, umelá inteligencia a edge computing.

Práca sa zameria na identifikáciu zraniteľností v IoT sieťach, návrh bezpečnostných princípov a inteligentných mechanizmov detekcie anomálií s cieľom minimalizovať riziká spojené s IoT zariadeniami a ich sieťovou infraštruktúrou.

Hlavné výskumné otázky:

Aké sú najkritickejšie bezpečnostné zraniteľnosti IoT zariadení a aké typy útokov sú na ne najčastejšie? Ako možno efektívne aplikovať strojové učenie na detekciu anomálií a kybernetických hrozieb v IoT sieťach?

Aký je potenciál blockchain technológie pri zabezpečení komunikácie a identifikácie IoT zariadení?

Ako môžu edge computing a distribuované bezpečnostné mechanizmy zvýšiť ochranu IoT sietí?

Predpokladaný vedecký prínos:

Zvýšenie bezpečnosti IoT ekosystému prostredníctvom pokročilých detekčných mechanizmov.

Redukcia útokov na IoT infraštruktúru vďaka inovatívnym autentifikačným a šifrovacím metódam.

Zlepšenie ochrany osobných údajov a súkromia v IoT sieťach.

Podpora vývoja bezpečnostných štandardov a odporúčaní pre nasadenie IoT riešení.

Odporúčané metódy:

-analýza a klasifikácia kybernetických hrozieb v IoT (DDoS, botnety, útoky na autentifikáciu),

-testovanie modelov strojového učenia na detekciu anomálií v IoT,

-návrh blockchainového mechanizmu na zabezpečenie integrity údajov a autentifikácie,

-simulácia IoT hrozieb (NS3, OMNeT++) a vyhodnotenie efektivity riešení.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Projekty KEGA 004ŽU-4/2024 (školiteľ je vedúci projektu), VEGA 1/0316/24 (školiteľ je vedúci projektu) - Rýchle zotavenie siete

Doterajšie výsledky:

1. Pokročilé techniky zotavenia siete [print] : habilitačná práca / Jozef Papán. - 1. vyd. - Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, 2019. - 105 s. [print] - Spôsob prístupu:

<https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=702847CDD3538CD4853CAB630BF6>

2. Rýchle zotavenie siete [dizertačná práca] / Jozef Papán. - Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta riadenia a informatiky, Katedra informačných sietí; obháj. 25.08.2015. - ČVO 9.2.9 Aplikovaná informatika. - Žilina : [s.n.], 2015. - 114 s. : obr., tab., príl. + 1CD-ROM + Autoref.

<https://ieeexplore.ieee.org/author/38547911900>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55560792500&origin=resultslist>

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/34250637>

Téma dizertačnej práce

Fast Reroute v IP sieťach

Školiteľ: **doc. Ing. Jozef Papán, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Fast Reroute (FRR) je kľúčovou technológiou na zabezpečenie vysokej dostupnosti IP sietí minimalizovaním času zotavenia po zlyhaní prepojenia alebo uzla. S narastajúcou zložitou sieťovou infraštruktúrou a požiadavkami na nízku latenciu je potrebné optimalizovať existujúce FRR mechanizmy a hľadať nové prístupy na rýchle a efektívne prepočítavanie alternatívnych trás.

Cieľom tejto dizertačnej práce je analyzovať a navrhnúť vylepšené techniky FRR v IP sieťach, ktoré zabezpečia rýchlu obnovu konektivity pri minimálnom dopade na výkon a kvalitu služieb (QoS). Výskum sa zameria na optimalizáciu algoritmov Local Repair v sieťach využívajúcich protokoly MPLS-TE, IP-FRR a Segment Routing.

Hlavné výskumné otázky:

Aké sú obmedzenia existujúcich FRR mechanizmov v moderných IP sieťach?

Ako možno optimalizovať výber záložných ciest pri zlyhaní uzla alebo linky?

Aký je vplyv dynamických topológií na efektivitu FRR v sieťach s vysokou dostupnosťou?

Ako môžu metódy strojového učenia a prediktívnej analýzy zlepšiť výkon FRR algoritmov?

Predpokladaný vedecký prínos:

Skrátenie času zotavenia siete po zlyhaní linky alebo uzla,

Efektívnejšie využitie sieťových zdrojov pri plánovaní alternatívnych trás,

Zvýšenie odolnosti IP sietí voči výpadkom a dynamickým zmenám v topológii,

Podpora pre budúce siete využívajúce SDN a Segment Routing.

Odporúčané metódy:

- analýza a porovnanie existujúcich FRR mechanizmov (Loop-Free Alternates, Remote Loop-Free Alternates, MRT),

- návrh a testovanie optimalizovaných algoritmov rýchlej rekonfigurácie trás v simulovanom prostredí (napr. Mininet, NS3),

- aplikácia strojového učenia na predikciu zlyhaní a výber optimálnych záložných ciest,

- hodnotenie výkonu navrhnutých riešení na základe metriky času zotavenia, latencie a preťaženia siete.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Projekty KEGA 004ŽU-4/2024 (školiteľ je vedúci projektu), VEGA 1/0316/24 (školiteľ je vedúci projektu) - Rýchle zotavenie siete

Doterajšie výsledky:

1. Pokročilé techniky zotavenia siete [print] : habilitačná práca / Jozef Papán. - 1. vyd. - Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, 2019. - 105 s. [print] - Spôsob prístupu:

<https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=702847CDD3538CD4853CAB630BF6>

2. Rýchle zotavenie siete [dizertačná práca] / Jozef Papán. - Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta riadenia a informatiky, Katedra informačných sietí; obháj. 25.08.2015. - ČVO 9.2.9 Aplikovaná informatika. - Žilina : [s.n.], 2015. - 114 s. : obr., tab., príl. + 1CD-ROM + Autoref.

<https://ieeexplore.ieee.org/author/38547911900>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55560792500&origin=resultslist>

<https://www.webofscience.com/wos/author/record/34250637>

Téma dizertačnej práce

Exaktné a približné riešenie rozsiahlych multikriteriálnych lokačných úloh

Školiteľ: **doc. Ing. Marek Kvet, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Téma sa zaoberá problematikou navrhovania obslužných systémov s konfliktnými kritériami, akým je napríklad Záchranná zdravotná služba (ZZS). Pozornosť bude venovaná viacerým spôsobom optimalizácie siete staníc, teda úlohám, v ktorých sa má rozmiestniť istý počet stredísk tak, aby systém garantoval požadovanú kvalitu poskytovanej služby. Na systém ZZS sú kladené rôzne kritéria a iné dodatočné obmedzujúce podmienky, ktoré sú často vo vzájomnom rozpore. Keďže rozsiahle prípady takto formulovaných úloh predstavujú ťažko riešiteľný kombinatorický problém a obvykle presahujú možnosti bežne dostupných IP-solverov, stali sa metódy jeho riešenia predmetom výskumu v oblasti aplikovanej informatiky. Hlavným cieľom práce bude v teoretickej časti poskytnúť ucelený prehľad existujúcich metód založených na matematickom modelovaní, ktoré umožňujú efektívne riešenie rozsiahlych úloh s prihliadnutím na špecifiká záchranného systému a viaceré konfliktné kritériá ako férovosť, robustnosť a podobne. Okrem prístupov založených na princípoch matematického modelovania sa predpokladá analýza dostupných techník vychádzajúcich z pokročilých metód zhlukovej analýzy, clusteringu a pattern recognition v súvislosti so sieťou, po ktorej je služba poskytovaná. Okrem toho by autor práce mal priniesť prehľad ďalších algoritmov, ktoré sa dajú aplikovať pri riešení tohto špecificky formulovaného problému. V prípade, že štruktúra navrhnutého modelu alebo iné obmedzenia algoritmu neumožnia jeho efektívne riešenie, úlohou doktoranda bude navrhnúť alternatívne spôsoby modelovania alebo heuristické riešiacie techniky. Samozrejmosťou bude výskum vlastností a správania sa vytvorených riešiacich metód na stredne veľkých úlohách. Okrem teoretického prehľadu dostupných riešiacich algoritmov a ich podrobnej analýzy bude pozornosť venovaná vlastnej tvorivej činnosti s cieľom navrhnúť a implementovať efektívny nástroj tak, aby prekonal slabé stránky dostupných riešení a prispel k rozvoju študovaného odboru.

Predpokladaný vedecký prínos:

Hlavným prínosom práce má byť výskum vlastností navrhnutých exaktných a heuristických metód riešenia rozsiahlych viackriteriálnych úloh, ktorý by mal viesť k návrhu a implementácii vlastnej sofistikovanej riešiackej metódy. V prípade, ak budú algoritmy citlivé na nastavenie parametrov, predpokladá sa výskum v oblasti hľadania ich optimálnych hodnôt aj pomocou metód strojového učenia a s využitím prostriedkov umelej inteligencie.

Odporúčané metódy:

- analýza existujúcich techník vyvinutých riešiteľským kolektívom FRI UNIZA počas riešenia aktuálnych i predchádzajúcich projektov a ich adaptácia na viackriteriálne úlohy,
- overenie ich nárokov na výpočtové prostriedky (pamäť a výpočtový čas),
- vývoj alternatívnych algoritmov, výskum ich presnosti v závislosti od parametrov,
- syntéza získaných poznatkov a návrh vhodnej množiny riešiacich metód.

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Riešená téma môže byť čiastočne pokrytá projektami

VEGA 1/0138/24 „Regionálna rovnosť v prístupe k verejnej službe“

INTERREG SK-CZ/2023, žiadost NFP403801DPH2 - Přeshraniční spolupráce systémů zdravotnické záchranné služby (VŠB-Ostrava-ŽU Žilina)

Predpokladá sa tiež podanie žiadosti o podporu v rámci Grantového systému UNIZA.

Doterajšie výsledky:

Záchranná zdravotná služba, ktorá predstavuje hlavnú oblasť aplikácií dosiahnutých výsledkov, patrí svojou povahou do skupiny verejných obslužných systémov, návrhu a optimalizácií, ktorým sa na Fakulte riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline venuje veľká pozornosť už niekoľko desiatok rokov. Téma práce bude vychádzať z aktuálnych požiadaviek Operačného strediska ZZS a nadviaže na úspešné výsledky riešenia vedecko-výskumných projektov APVV-19-0441 „Prideľovanie obmedzených zdrojov do verejných obslužných systémov s konfliktnými kritériami kvality“, VEGA 1/0216/21 „Navrhovanie záchranných systémov s konfliktnými kritériami pomocou nástrojov umelej inteligencie“ a VEGA 1/0077/22 „Inovatívne predikčné metódy pre optimalizáciu verejných obslužných systémov“. V rámci riešenia výskumných úloh bolo doposiaľ obhájených množstvo dizertačných a diplomových prác. Preto je vysoký predpoklad, že výsledky dizertačnej práce by mohli byť použité ako čiastkové výstupy podaných projektov VEGA 1/0138/24 „Regionálna rovnosť v prístupe k verejnej službe“ a INTERREG SK-CZ/2023, NFP403801DPH2 - Přeshraniční spolupráce systémů zdravotnické záchranné služby, ktoré sú v procese schvaľovania.

Relevantné zdroje:

1. Gendreau, M. and Potvin, J. (2010). Handbook of Metaheuristics, Springer Science & Business Media
2. Janáček, J., Kvet, M. (2016). Sequential approximate approach to the p-median problem. In Computers & Industrial Engineering 94 (2016), Elsevier, ISSN 0360-8352, pp. 83-92
3. Jánošíková, Ľ., Kvet, M., Jankovič, P., Gábrišová, L. (2019). An optimization and simulation approach to emergency stations relocation. In Central European Journal of Operations Research, ISSN 1435-246X, Roč.27, č.3 (2019), pp. 737-758
4. Jánošíková, Ľ. a kol. (2022). Reorganization of an emergency medical system in a mixed urban-rural area. International journal of environmental research and public health: open access journal, Bazilej: Multidisciplinary Digital Publishing Institute, ISSN 1661-7827, Roč. 19, č. 19 (2022), 17 s.

5. Kvet, M. (2015). Advanced Radial Approach to Resource Location Problems. In Studies in Computational Intelligence: Developments and Advances in Intelligent Systems and Applications: Springer, ISBN 978-3-319-58963-3, ISSN 1860-949X, pp. 29-48
6. Kvet, M. (2023). Overview of basic criteria and models applicable to emergency medical service system optimization. SN computer science, Heidelberg: Springer, ISSN 2661-8907, Roč. 4, č. 1 (2023), 11 s.
7. Kvet, M., Janáček, J. (2023). Directed search for non-dominated emergency medical system designs. Applied sciences, Bazilej: Multidisciplinary Digital Publishing Institute, ISSN 2076-3417, Roč. 13, č. 8 (2023), 12 s.
8. Leitner, B., Ballay, M., Kvet, M., Kvet, M. (2023). Optimization of fire brigade deployment by means of mathematical programming. Processes, Bazilej: Multidisciplinary Digital Publishing Institute, ISSN 2227-9717, Roč. 11, č. 4 (2023), 21 s.

Téma dizertačnej práce

Energetická optimalizácia senzorových zariadení pomocou neurónových sietí

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Moderné IoT zariadenia, vyžadujú efektívne energetické riadenie, aby mohli fungovať dlhodobo a udržateľne. Dôležité je optimalizovať spotrebu energie tak, aby zariadenia vyhovovali špecifickým požiadavkám aplikácií, ako sú dlhá výdrž batérie a spoľahlivý výkon.

Riešením tohto problému sú moderné metódy umelej inteligencie, konkrétne neurónové siete, ktoré umožňujú efektívne predpovedať spotrebu elektrickej energie na základe špecifických podmienok integrácie, identifikovať možné energetické úspory a prispôbiť

prevádzku zariadení rôznym podmienkam. Táto práca sa zameriava na návrh metodológie a algoritmov, pomocou ktorých bude možné optimalizovať spotrebu elektrickej energie zariadení s využitím neurónových sietí.

Predpokladaný vedecký prínos:

Návrh a vývoj algoritmov na báze neurónových sietí na predikciu a riadenie spotreby energie.

Implementácia a experimentálne overenie metodík optimalizácie spotreby energie pre IoT zariadenia.

Zlepšenie energetickej efektívnosti zariadení pri zachovaní ich funkčnosti a výkonnosti.

Odporúčané metódy:

- identifikácia existujúcich postupov,
- zber a príprava relevantných datasetov.
- vývoj a testovanie rôznych architektúr neurónových sietí,
- realizácia testov a optimalizácia modelov,
- overenie navrhnutých riešení na reálnych prototypoch IoT zariadení.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

APVV-24-0429 - Experimentálne skúmanie a počítačové modelovanie prúdenia vzduchu pri požiari v cestnom tuneli - podaný projekt

APVV-24-0653 - Inovatívne riešenie pre dočasné elektrické a vodovodné prípojky v stavebníctve - podaný projekt

UNIZA MVP - Nízkoprikonový senzor pre aplikácie inteligentnej dopravy

Doterajšie výsledky:

1. Solar energy harvesting for the mobile robotic platform [electronic] / Michal Hodoň ... [et al.].

In: Innovations for community services [print, electronic] : proceedings. - 1. vyd. - Cham: Springer Nature, 2022. - ISBN 978-3-031-06668-9 (online). - s. 17-27 [print, online].

Zaradené v: SCOPUS, Spôsob prístupu: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-06668-9_4

2. Compressed sensing - a way to spare energy in WSN for UAV [electronic] / Ondrej Karpiš ... [et al.].

In: 17th IFAC Conference on Programmable Devices and Embedded Systems PDES 2022 — Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 17-19 May 2022. - 1. vyd. - Amsterdam: Elsevier, 2022. - s. 17-176.

Zaradené v: SCOPUS ; Web of Science Core Collection

Spôsob prístupu: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896322003433?via%3Dihub>

3. Impact of external phenomena in compressed sensing methods for wireless sensor networks [print] / Michal Kochlář, Michal Hodoň.

In: Proceedings of the 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems [electronic]. - 1. vyd. - Varšava: Polskie Towarzystwo Informatyczne, 2017. - ISBN 978-83-946253-7-5. - s. 857-863 [print].

Zaradené v: Web of Science Core Collection ; SCOPUS

Spôsob prístupu: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8104651/>

4. Govindaraj, S., and S. N. Deepa. "Network energy optimization of IOTs in wireless sensor networks using capsule neural network learning model." Wireless Personal Communications 115.3 (2020): 2415-2436.

5. Akbas, Ayhan, et al. "Neural network based instant parameter prediction for wireless sensor network optimization models." Wireless Networks 25 (2019): 3405-3418.

6. Lynggaard, Per. "Using neural networks to reduce sensor cluster interferences and power consumption in smart cities." International Journal of Sensor Networks 32.1 (2020): 25-33.

Téma dizertačnej práce

Adaptive energy management in smart buildings using deep neural networks.

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

The project is focused on smart buildings which uses photovoltaic (PV) panels as an alternative energy source.

This approach involves an intelligent system capable of switching energy sources in real-time based on current energy demands and predictive forecasts. PV panels generate renewable energy, which can be dynamically allocated to various building operations through a smart hardware device that decides the most efficient energy source at any given time.

The problem is in accurately predicting energy needs and efficiently managing the switch between renewable and non-renewable sources to maximize the use of solar power while maintaining the supply of energy to critical building functions.

This management requires a deep neural network that can learn from complex datasets and make immediate, data-driven decisions, ensuring that energy savings are achieved without compromising the building functioning.

Predpokladaný vedecký prínos:

Uses real-time data and forecasts to dynamically optimize energy consumption.

Minimizes unnecessary energy consumption by adjusting usage based on actual and anticipated needs.

Enhances the ability to handle sudden changes in energy demand without overloading the system

Odporúčané metódy:

- literature Review,

- data Collection,

- testing the neural networks to predict and optimize energy usage,

- integration of validated models into real-world systems.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

APVV-24-0429 - Experimentálne skúmanie a počítačové modelovanie prúdenia vzduchu pri požiari v cestnom tuneli - podaný projekt

APVV-24-0653 - Inovatívne riešenie pre dočasné elektrické a vodovodné prípojky v stavebníctve - podaný projekt

UNIZA MVP - Nízkoprikonový senzor pre aplikácie inteligentnej dopravy

Doterajšie výsledky:

1. Solar energy harvesting for the mobile robotic platform [electronic] / Michal Hodoň ... [et al.].

In: Innovations for community services [print, electronic] : proceedings. - 1. vyd. - Cham: Springer Nature, 2022. - ISBN 978-3-031-06668-9 (online). - s. 17-27 [print, online].

Zaradené v: SCOPUS, Spôsob prístupu: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-06668-9_4

2. Compressed sensing - a way to spare energy in WSN for UAV [electronic] / Ondrej Karpiš ... [et al.].

In: 17th IFAC Conference on Programmable Devices and Embedded Systems PDES 2022 — Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 17-19 May 2022. - 1. vyd. - Amsterdam: Elsevier, 2022. - s. 17-176.

Zaradené v: SCOPUS ; Web of Science Core Collection

Spôsob prístupu: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896322003433?via%3Dihub>

3. Impact of external phenomena in compressed sensing methods for wireless sensor networks [print] / Michal Kochláň, Michal Hodoň.

In: Proceedings of the 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems [electronic]. - 1. vyd. - Varšava: Polskie Towarzystwo Informatyczne, 2017. - ISBN 978-83-946253-7-5. - s. 857-863 [print].

Zaradené v: Web of Science Core Collection ; SCOPUS

Spôsob prístupu: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8104651/>

4. Human-Centric Based Energy and Comfort Optimization in Cognitive Buildings: A Review

5. Irfanullah Khan; Antonio Guerrieri; Franco Cicirelli; A. Stephen McGough; Giandomenico Spezzano 2024 IEEE Conference on Pervasive and Intelligent Computing (PICom)

Year: 2024 | Conference Paper | Publisher: IEEE

Short-Term Prediction of Residential Power Energy Consumption via CNN and Multi-Layer Bi-Directional LSTM Networks

6. Fath U Min Ullah; Amin Ullah; Ijaz Ul Haq; Seungmin Rho; Sung Wook Baik IEEE Access Year: 2020 | Volume: 8 | Journal Article | Publisher: IEEE

7. Ahmed, Ijaz, et al. "A review on enhancing energy efficiency and adaptability through system integration for smart buildings." Journal of Building Engineering (2024): 109354.

8. Nabavi, Seyed Azad, et al. "Deep learning in energy modeling: Application in smart buildings with distributed energy generation." IEEE Access 9 (2021): 125439-125461.

Téma dizertačnej práce

Implementation of predictive maintenance for industrial machinery using neural networks.

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

The problem with using neural networks for predictive maintenance in industrial machinery is about predicting when machines will fail and planning maintenance to prevent downtime and save costs. Industrial machines are essential for many industries but can wear out and break, causing production problems. Traditional ways of maintaining machines—like doing it on a set schedule or fixing things only after they break—often aren't very effective. They can lead to unnecessary maintenance or costly breakdowns.

Neural networks help by using data from sensors on the machines to spot signs of upcoming failures. These sensors track things like vibrations, heat, and pressure. The data helps train the neural networks to see patterns that indicate a machine might soon break down. The big challenge is to accurately use this data to predict problems and figure out the best time for maintenance.

Using neural networks for predictive maintenance allows companies to fix things before they break, not just after. This approach makes machinery more reliable, uses maintenance resources better, and involves putting new technology and training into place. The result is a more efficient maintenance process that cuts down on unexpected machine stoppages and makes machines last longer.

Predpokladaný vedecký prínos:

Predictive maintenance extends machinery life, improving performance and longevity.

Predictive maintenance ensures maintenance is only performed when necessary, optimizing the use of resources and cutting costs.

Predictive maintenance prevents breakdowns by foreseeing failures, enhancing machine reliability

Odporúčané metódy:

- literature Review: Review of literature on neural networks and predictive maintenance for industrial equipment,

- data Collection: Gather and analyze data from the defined industrial machinery, including temperature, vibrations, and other operational parameters important for predicting failures,

- model Development: Develop and train neural networks based on collected data to identify patterns and predict potential failures.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

APVV-24-0429 - Experimentálne skúmanie a počítačové modelovanie prúdenia vzduchu pri požiari v cestnom tuneli - podaný projekt

APVV-24-0653 - Inovatívne riešenie pre dočasné elektrické a vodovodné prípojky v stavebníctve - podaný projekt

UNIZA MVP - Nízkopriekonový senzor pre aplikácie inteligentnej dopravy

Doterajšie výsledky:

1. Solar energy harvesting for the mobile robotic platform [electronic] / Michal Hodoň ... [et al.].

In: Innovations for community services [print, electronic] : proceedings. - 1. vyd. - Cham: Springer Nature, 2022. - ISBN 978-3-031-06668-9 (online). - s. 17-27 [print, online].

Zaradené v: SCOPUS, Spôsob prístupu: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-06668-9_4

2. Compressed sensing - a way to spare energy in WSN for UAV [electronic] / Ondrej Karpiš ... [et al.].

In: 17th IFAC Conference on Programmable Devices and Embedded Systems PDES 2022 — Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 17-19 May 2022. - 1. vyd. - Amsterdam: Elsevier, 2022. - s. 17-176.

Zaradené v: SCOPUS ; Web of Science Core Collection

Spôsob prístupu: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896322003433?via%3Dihub>

3. Impact of external phenomena in compressed sensing methods for wireless sensor networks [print] / Michal Kochláň, Michal Hodoň.

In: Proceedings of the 2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems [electronic]. - 1. vyd. - Varšava: Polskie Towarzystwo Informatyczne, 2017. - ISBN 978-83-946253-7-5. - s. 857-863 [print].

Zaradené v: Web of Science Core Collection ; SCOPUS

Spôsob prístupu: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8104651/>

4. Fordal, Jon Martin, et al. "Application of sensor data based predictive maintenance and artificial neural networks to enable Industry 4.0." Advances in Manufacturing 11.2 (2023): 248-263.

5. Zonta, Tiago, et al. "A predictive maintenance model for optimizing production schedule using deep neural networks." Journal of Manufacturing Systems 62 (2022): 450-462.

6. Krenek, Jiri, et al. "Application of artificial neural networks in condition based predictive maintenance." Recent developments in intelligent information and database systems (2016): 75-86.

Téma dizertačnej práce

Algoritmy pre budovanie kombinovanej nabíjacej infraštruktúry pre elektrické autobusy

Školiteľ: doc. Ing. Michal Koháni, PhD.

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Aktuálne trendy v oblasti inteligentných miest a inteligentných dopravných systémov smerujú k zvýšeniu počtu cestujúcich vo verejnej doprave, znižovaniu emisií a negatívnych vplyvov na životné prostredie, s čím súvisí viacero optimalizačných úloh. Jedným zo spôsobov znižovania vplyvu verejnej dopravy na životné prostredie je aj jej elektrifikácia prostredníctvom nasadenia elektrických autobusov, trolejbusov alebo vozidiel s hybridným pohonom. S nasadzovaním elektrických autobusov súvisí aj výber nabíjacej technológie. Môže sa jednať o nabíjacie stanice umiestnené v depách, na zastávkach, alebo o nabíjacie úseky, na ktorých sa vozidlá môžu nabíjať počas jazdy. Návrh takejto infraštruktúry vedie k riešeniu umiestňovacích a rozvrhových úloh s pomerne zložitou štruktúrou obmedzujúcich podmienok. Aj najjednoduchšia formulácia umiestňovacej úlohy patrí medzi NP - ťažké úlohy. Limitujúcim faktorom väčšiny súčasných elektrických autobusov sú ich batérie, ktoré umožňujú oproti klasickým naftovým vozidlám obmedzený dojazd, zvyšujú hmotnosť vozidla a znižujú obsaditeľnosť vozidla.

Cieľom práce bude na základe analýzy dát a dostupných technológií navrhnuť matematický model návrhu kombinovanej infraštruktúry pre elektrické vozidlá (kombinácia nabíjacích staníc a nabíjacích úsekov) vo verejnej doprave zohľadňujúci rôzne špecifické podmienky súvisiace s verejnou dopravou. Pre vytvorené modely bude potrebné nájsť vhodné riešiacie algoritmy, ktoré budú založené na optimalizačných metódach riešiacich úlohy celočíselného programovania. Dosiahnuté výsledky experimentov bude potrebné overiť pomocou simulačného modelu. Ako dátové vstupy pre riešenie úloh použijeme dostupné údaje o sieti verejnej dopravy, odhady tokov cestujúcich, cestovné poriadky a plány rozvoja MHD. Využijeme aj dostupné geografické dáta a algoritmy, ktoré boli navrhnuté počas riešenia projektu VEGA 1/0689/19.

Predpokladaný vedecký prínos:

Vytvorenie nových metódik, algoritmov a metód pre návrh rozmiestnenia kombinovanej nabíjacej infraštruktúry pre elektrické vozidlá vo verejnej doprave.

Výskum závislostí medzi typom a rozmermi riešenej úlohy a nastavením parametrov riešiacich algoritmov bude mať prínos pozostávajúci z návrhov metód na dimenzovanie kapacít obslužných stredísk.

Odporúčané metódy:

- analýza dát a formulácia matematických modelov,
- návrh optimalizačných algoritmov a simulačného modelu,
- validácia návrhov prostredníctvom simulačných a výpočtových experimentov.

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

základný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

1/0530/25 - Optimálny návrh a efektívna prevádzka nabíjacej infraštruktúry pre elektrické vozidlá v mestskej mobilite (podaný projekt)

Doterajšie výsledky:

1. Jánošíková, Ľ., Slavík, J., Koháni, M.: Estimation of a route choice model for urban public transport using smart card data, In: Transportation planning and technology. - ISSN 0308-1060. - Vol. 37, no. 7 (2014), s. 638-648
2. Janáček J., Koháni M., Koniorczyk M., Márton P.: Optimization of periodic crew schedules with application of column generation method In: Transportation Research, Part C : Emerging technologies. - ISSN 0968-090X. - Vol. 83 (2017), s. 165-178
3. Koháni, M., Czimmermann, P., Váňa, M., Cebecauer, M., Buzna, Ľ.: Location-scheduling optimization problem to design private charging infrastructure for electric vehicles, In: Operations Research and Enterprise Systems: 6th International Conference, ICORES 2017, Porto, Portugal, February 23–25, 2017, Revised Selected Papers, Cham (Švajčiarsko): Springer Nature. Springer International Publishing AG, 2018. – (Communications in Computer and Information Science, ISSN 1865-0929, ISSN 1865-0937 ; 884). – ISBN 978-3-319-94766-2. – ISBN 978-3-319-94767-9, s. 151-169
4. Janovec, M., Koháni, M. : Exact approach to the electric bus fleet scheduling. In: TRANSCOM 2019 [electronic] : conference proceedings. - ISSN 2352-1465. - 1. vyd. - Amsterdam: Elsevier Science, 2019. - s. 1380-1387
5. Vasilovský, P., Koháni, M., Jankovič, P.: Simulation verification of location of charging stations for electric buses, In: Information and digital technologies 2019: proceedings of the international conference – 1. vyd. – Danvers (USA) : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019. – ISBN 978-1-7281-1401-9, s. 525-531
6. Grygar, D., Koháni, M.: Generalized location-based linear model for overhead wires network planning for battery-assisted trolleybuses, In: INES 2021: 25th international conference on Intelligent Engineering Systems – 1. vyd. – Piscataway, New Jersey (USA) : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2021. – ISBN 978-1-6654-4499-6. – ISBN (elektronické) 978-1-6654-4498-9, s. 19-23
7. Janovec, M., Koháni, M.: Comparison of continuous and discontinuous charging models for the electric bus scheduling problem, In: ICORES 2020: proceedings of the 9th international conference on Operations research and enterprise systems – 1. vyd. – [S.l.] (Portugalsko) : SciTePress, 2020. – ISBN 978-989-758-396-4. – ISSN 2184-4372, s. 179-186

Téma dizertačnej práce

Optimalizácia metód strojového učenia v kontexte dátovej vrstvy a indexovania

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Komplexná analýza dát vyžaduje spracovanie rozsiahlej dátovej množiny z rôznych, často heterogénnych zdrojov. Tejto analýze predchádza transformácia dát z transakčných databáz do analyticky orientovaných databázových systémov a prístupov a ich následná denormalizácia, ukladanie, čistenie a pod.

V súčasnosti existuje mnoho techník pre analýzu údajov, tvorbu prognóz či identifikáciu vzorov a závislostí. Cieľom doktorandského štúdia je navrhnúť, implementovať a experimentálne overiť jednotlivé techniky strojového učenia vo väzbe na dátovú vrstvu, spôsob organizácie dát vo forme distribúcie a particiovania. Nakoľko ide o rozsiahle dáta, je potrebné zabezpečiť efektívne spracovanie a prístup k samotným dátam, preto parciálnym cieľom bude i návrh vhodnej architektúry pre prístup a spracovanie analytických množín dát s dôrazom na indexy.

V práci je potrebné sa zamerať nielen na relačné, ale i nerelačné a big data formáty.

Predpokladaný vedecký prínos:

algoritmy transformácie transakčných dát do analytických databáz, návrh techník denormalizácie analytických dát, algoritmy prístupu k údajom a ich indexovanie, algoritmy particiovania a dynamického vyvažovania množstva dát v partíciách a fragmentoch, návrh, implementácia a overenie techník strojového učenia vo väzbe na rôzne architektúry databázových systémov a štruktúry dát, metodika optimalizácie techník strojového učenia v kontexte dátovej vrstvy

Odporúčané metódy:

- analýza a kategorizácia techník strojového učenia, transformácie dát z OLTP na OLAP, spracovania analytických dotazov, indexov a prístupových metód v OLAP databázach, particiovania a indexovania,
- návrh, implementácia architektúry DBS pre optimalizáciu výkonnosti techník stroj. učenia, metodiky spracovania OLAP pre strojové učenie a tvorby indexov a fyzickej úrovne modelovania dát,
- návrh data setu pre potreby experimentov a vyhodnotenia výkonnosti,
- optimalizácia výkonnosti,

- overenie.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Projekt EverGreen financovaný s prostriedkov Európskej únie (KA220-HED-000089149)

evergreen.uniza.sk

1/0192/24 - Vývoj a aplikácia pokročilých techník efektívneho spracovania rozsiahlych dát v prostredí inteligentných dopravných systémov

Predpokladá sa tiež podanie žiadosti o podporu v rámci Grantového systému UNIZA.

Doterajšie výsledky:

1. Kvet, M., Čerešňák, R., "Use of Machine Learning for the Unknown Values in Database Transformation Processes" - <https://ieeexplore.ieee.org/document/9583753>

2. Čerešňák, R., Kvet, M., "Comparison of Distributed Data Transformation and Comparing Query performance In Relational and Non-relational Database" - <https://ieeexplore.ieee.org/document/9040085>

3. Kvet, M., Matiaško, K., "Analysis of Temporal Data Management in the Intelligent Transport System" - <https://ieeexplore.ieee.org/document/8490524>

4. Kvet, M., Kvet, M., Konštiaková, L., "Analysis of Traffic Accident Rates in the Czech Republic" - <https://ieeexplore.ieee.org/document/10749902>

5. Kvet, M., Papán, J., "The Complexity of the Data Retrieval Process Using the Proposed Index Extension" - <https://ieeexplore.ieee.org/document/9763539>

6. Kvet, M., "Relational Data Index Consolidation" - <https://ieeexplore.ieee.org/document/9347614>

6. Kvet, M., "<https://ieeexplore.ieee.org/document/9435452>" - <https://ieeexplore.ieee.org/document/9435452>

7. Hrínová, M., Kvet, M., "Optimization of the SELECT Statement Containing Window Functions" - <https://ieeexplore.ieee.org/document/10194457>

8. Kvet, M., "Identifying and Treating NULL Values in the Oracle Database - Performance Case Study" - <https://ieeexplore.ieee.org/document/10143066>

9. Projektová výučba – Skúšací systém

10. Helskyaho, H., Yu, J., Yu, K., "Machine Learning for Oracle Database Professionals", Apress, 2021, ISBN: 9781484270318

11. Huyen, Ch., "Designing Machine Learning Systems: An Iterative Process for Production-Ready Applications", O'Reilly Media, 2022, ISBN: 1098107969

12. Forsyth, D., "Applied Machine Learning", Springer, Springer, 2019, ISBN: 978-3030181130

13. Kuhn, D., Kyte T., „Expert Oracle Database Architecture“, Apress, 2022, ISBN: 978-1484274989

14. Kuhn, D., Alapati S., Padfield B., „Expert Oracle Indexing and Access Paths“, O'Reilly, 2016, ISBN: 9781484219843

15. Fritchey, G., „SQL Server 2022 Query Performance Tuning: Troubleshoot and Optimize Query Performance“, Apress, 2022, ISBN: 978-1484288900
16. Pollack, E., „Dynamic SQL: Applications, Performance, and Security in Microsoft SQL Server“, Apress, 2018, ISBN: 978-1484243176
17. Domrovskaya, H., Novikov, B., Bailliekova, A., „PostgreSQL Query Optimization: The Ultimate Guide to Building Efficient Queries“, Apress, 2021, ISBN: 978-1484268841
18. Burleson, D., „Oracle High-Performance SQL Tuning“, Oracle Press, 2001, ISBN: 978-0072190588
19. Winand, M., „SQL Performance Explained Everything Developers Need to Know about SQL Performance“, 2012, ISBN: 978-3950307825
20. Gulutzan, P., O’Brien, M., Pelzer, T., Albaugh, T., „SQL Performance Tuning“, Addison-Wesley Professional, 2002, ISBN: 978-0201791693

Téma dizertačnej práce

Anatómia v rozšírenej realite

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Rozšírená realita nachádza uplatnenie v mnohých oblastiach ľudských činností. Veľmi často je súčasťou hier alebo vzdelávacích aplikácií, ktoré umožňujú interagovať s virtuálnymi objektmi vo fyzickom svete. Zaujímavým využitím rozšírenej reality v oblasti medicínskej informatiky môže byť mobilná aplikácia, ktorá by po nasmerovaní kamery mobilného telefónu na konkrétnu časť ľudského tela zobrazila anatomické štruktúry nachádzajúce sa v snímanej časti ľudského tela. Za týmto účelom je potrebné vyriešiť niekoľko problémov, ktoré zahŕňajú presné bezmarkerové sledovanie pohybov vybraných častí ľudského tela a presné mapovanie virtuálnych modelov orgánov ľudského tela na snímané časti ľudského tela. Pri riešení týchto problémov je možné inšpirovať sa existujúcimi prístupmi a použiť voľne dostupný softvér, avšak dôležité je minimalizovať latenciu medzi sledovaním ľudského tela a zobrazovaním virtuálnych objektov. Zobrazované virtuálne objekty musia pôsobiť realisticky a poskytovať rôznu úroveň detailov.

Cieľom dizertačnej práce je navrhnúť algoritmy na realistické zobrazovanie anatomických štruktúr v prostredí rozšírenej reality a následne ich implementovať v prototypu mobilnej aplikácie slúžiacej na výučbu anatómie.

Predpokladaný vedecký prínos:

Algoritmy na realistické zobrazovanie anatomických štruktúr v prostredí rozšírenej reality.

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu problému,
- testovanie a návrh vylepšení algoritmov slúžiacich na sledovanie detailných pohybov častí ľudského tela s použitím mobilného telefónu,
- vývoj algoritmov umožňujúcich realistické deformovanie generických modelov ľudského tela,
- vývoj algoritmov na presné mapovanie generických modelov na objekty zobrazované v mobilnom telefóne v reálnom čase,
- experimentálna validácia navrhnutých algoritmov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

- Digitalizácia biomedicínskych laboratórnych analýz (09I05-03-V02-00078),
- Vývoj nového prístupu pre analýzu spoľahlivosti a hodnotenie rizík na základe umelej inteligencie (APVV-23-0033).

Doterajšie výsledky:

1. M. Klimó, M. Kvassay and N. Kvassayova, "Development of Male Skeletal 3D Model for Applications in Medicine," 2024 IEEE 17th International Scientific Conference on Informatics (Informatics), Nov. 2024, pp. 307-312.
2. M. Klimó, M. Kvassay and N. Kvassayova, "Digital Twin and Modelling a 3D Human Body in Healthcare," 2023 21st International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA), Oct. 2023, pp. 307-312.
3. D. Bobak et al., "Development of Online Anatomical Atlas for Biomedical Informatics," in ICETA 2023 - 21st Year of International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings, Oct. 2023.
4. M. Kvassay and E. Zaitseva, "Topological analysis of multi-state systems based on direct partial logic derivatives," in Recent Advances in Multi-state Systems Reliability, A. Lisnianski, I. Frenkel, and A. Karagrigoriou, Eds. Cham, CH: Springer International Publishing, 2018, pp. 265–281.
5. M. Kvassay, "Investigation of errors in virtual model of human body using Blender," in Otvorený softvér vo vzdelávaní, výskume a v IT riešeniach (OSS Conf), Jun. 2015, pp. 77–84.
6. E. Zaitseva, M. Kvassay, V. Levashenko, T. M. Deserno, V. Voski, and A. Herrler, "Qualitative evaluation of faults (mathematical incorrectness) in anatomical model for regional anaesthesia simulator," in 2016 International Conference on Information and Digital Technologies (IDT), Jul. 2016, pp. 311–318.

Téma dizertačnej práce

Analýza spoľahlivosti komplexných systémov s využitím paralelných prostriedkov

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Jedným z aktuálnych problémov teórie spoľahlivosti je analýza komplexných systémov. Pre tieto systémy je typické, že pozostávajú z veľkého množstva navzájom rôznorodých komponentov. V dôsledku toho je veľmi náročné analyzovať tieto systémy s využitím klasických prístupov teórie spoľahlivosti, ktoré sú založené na predpoklade, že systém ako aj jeho časti môžu byť len v dvoch možných stavoch – funkčný alebo nefunkčný. oveľa vhodnejšie je modelovať tieto systémy ako viacstavové, ktoré umožňujú definovať niekoľko stavov, v ktorých sa môže nachádzať systém a jeho časti – od perfektne funkčného cez čiastočne nefunkčný po kompletne zlyhaný.

V ostatných rokoch bola na fakulte rozpracovaná pomerne rozsiahla metodika analýzy viacstavových systémov založená na viachodnotovej logike a logickom diferenciálnom počte. Kľúčovým problémom však ostáva časová náročnosť metód, ktoré sú využívané v tejto metodike, v prípade rozsiahlych systémov. Cieľom dizertačnej práce je navrhnúť nové metódy na analýzu spoľahlivosti rozsiahlych viacstavových systémov, ktoré budú primárne založené na paralelizácii existujúcich algoritmov, využívaní rozhodovacích diagramov a aplikácii modulárnej dekompozície.

Predpokladaný vedecký prínos:

Nové metódy analýzy spoľahlivosti komplexných systémov využívajúce paralelné prostriedky.

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu problému,
- identifikácia algoritmov na analýzu spoľahlivosti komplexných systémov, ktoré môžu byť efektívne realizované s využitím paralelných prostriedkov,
- vývoj paralelných metód na efektívnu analýzu spoľahlivosti,
- experimentálna analýza navrhnutých metód.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

základný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Vývoj nového prístupu pre analýzu spoľahlivosti a hodnotenie rizík na základe umelej inteligencie (APVV-23-0033)

Doterajšie výsledky:

1. M. Mrena, M. Kvassay, and E. Zaitseva, "TeDDy: Templated decision diagram library," *SoftwareX*, vol. 26, p. 101715, 2024.
2. M. Mrena, M. Kvassay, and S. Czapp, "Single and series of multi-valued decision diagrams in representation of structure function," in *17th International Conference on Dependability of Computer Systems (DepCoS-RELCOMEX 2020)*, 2022, pp. 1–10.
3. M. Kvassay, P. Rusnak, E. Zaitseva, and R. S. Stankovic, "Multi-valued decision diagrams in importance analysis based on minimal cut vectors," in *2020 IEEE 50th International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL)*, Nov. 2020, pp. 265–270.
4. J. Kostolny, E. Zaitseva, P. Rusnak, and M. Kvassay, "Application of multiple-valued logic in importance analysis of k-out-of-n multi-state systems," in *2018 IEEE 48th International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL)*, May 2018, pp. 19–24.
5. M. Kvassay and E. Zaitseva, "Topological analysis of multi-state systems based on direct partial logic derivatives," in *Recent Advances in Multi-state Systems Reliability*, A. Lisnianski, I. Frenkel, and A. Karagrigoriou, Eds. Cham, CH: Springer International Publishing, 2018, pp. 265–281.
6. M. Kvassay, E. Zaitseva, and V. Levashenko, "Importance analysis of multi-state systems based on tools of logical differential calculus," *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 165, no. December 2016, pp. 302–316, Sep. 2017.
7. M. Kvassay, E. Zaitseva, and V. Levashenko, "Minimal cut and minimal path vectors in reliability analysis of binary- and multi-state systems," in *CEUR Workshop Proceedings*, 2017, vol. 1844, pp. 713–726.
8. M. Kvassay, E. Zaitseva, V. Levashenko, and J. Kostolny, "Binary decision diagrams in reliability analysis of standard system structures," in *2016 International Conference on Information and Digital Technologies (IDT)*, 2016, pp. 164–172.
9. M. Kvassay, V. Levashenko, and E. Zaitseva, "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*, vol. 230, no. 2, pp. 147–161, Apr. 2016.
10. M. Kvassay, V. Levashenko, and E. Zaitseva, "Parallel algorithms of system availability evaluation," in *Applied Mathematics in Engineering and Reliability*, CRC Press, 2016, pp. 215–222.

Téma dizertačnej práce

Automatizované generovanie webových rozhraní pomocou generatívnych AI modelov

Školiteľ: **doc. Ing. Patrik Hrkút, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

V súčasnosti je návrh webových rozhraní časovo náročný proces, ktorý si vyžaduje spoluprácu dizajnérov a vývojárov, pričom výsledné rozhrania musia byť nielen vizuálne atraktívne, ale aj funkčné, responzívne a prístupné pre všetky typy používateľov. Pokroky v oblasti generatívnych AI modelov otvárajú nové možnosti pre automatizáciu tohto procesu, čím sa znižuje potreba manuálneho programovania a urýchľuje vývoj moderných webových aplikácií.

Táto dizertačná práca sa zameria na skúmanie a vývoj metód využívajúcich generatívne modely na automatické generovanie webových rozhraní na základe textových alebo vizuálnych vstupov. Bude skúmané, ako môžu modely ako GPT, Codex, T5 alebo multimodálne siete (kombinácia textu a obrázkov) generovať HTML, CSS a JavaScript kód s minimálnou potrebou manuálnych úprav. Okrem samotného generovania kódu sa práca bude venovať aj optimalizácii generovaných rozhraní z hľadiska responzivity, prístupnosti (WCAG štandardy), použiteľnosti (UX) a výkonnosti.

Predpokladaný vedecký prínos:

Výstupom dizertačnej práce bude:

- návrh metodiky automatického generovania webových rozhraní,
- vývoj experimentálneho prototypu AI asistovaného generátora UI,
- porovnanie jeho efektivity s manuálnymi metódami návrhu.

Vzhľadom na rastúcu potrebu rýchlej a flexibilnej tvorby webových aplikácií má táto téma významný akademický aj praktický potenciál a môže nájsť využitie vo webovom dizajne a vývoji používateľských rozhraní v rôznych priemyselných odvetviach.

Odporúčané metódy:

- presne vymedzenie problému, ktorý má byť riešený,
- stanovenie vhodnej metódy výskumu, experimentálnych nastavení a hodnotiacich kritérií,
- návrh a tvorba prototypu AI systému na automatizované generovanie webových rozhraní,
- meranie efektivity navrhnutého systému a jeho porovnanie s existujúcimi metódami návrhu UI,

- analýza výstupov experimentov a formulácia odporúčaní pre praktické použitie,
- sprístupnenie výstupov výskumu vedeckej komunite a návrh praktického využitia výsledkov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Doterajšie výsledky:

1. Shlomov, egev & Yaeli, Avi & Marreed, Sami & Schwartz, Sivan & Eder, Netanel & Akrabi, Offer & Zeltyn, Sergey. (2024). IDA: Breaking Barriers in No-code UI Automation Through Large Language Models and Human-Centric Design. 10.48550/arXiv.2407.15673.
2. Si, C., Zhang, Y., Li, R., Yang, Z., Liu, R., and Yang, D., "Design2Code: Benchmarking Multimodal Code Generation for Automated Front-End Engineering", <i>arXiv e-prints</i>, Art. no. arXiv:2403.03163, 2024. doi:10.48550/arXiv.2403.03163.
3. Xu, Aponder & Bo, Lili & Sun, Xiaobing & Bin, Li & Jiang, Jing & Zhou, Wei. (2021). image2emmet: Automatic code generation from web user interface image. Journal of Software: Evolution and Process. 33. 10.1002/smr.2369.

Téma dizertačnej práce

Automatizovaná detekcia a oprava porušení pravidiel webovej přístupnosti (WCAG) pomocou AI metód

Školiteľ: **doc. Ing. Patrik Hrkút, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

S rastúcim významom digitálnej inklúzie sa webová prístupnosť stáva kľúčovým aspektom vývoja webových aplikácií. Štandardy WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) definujú pravidlá pre zabezpečenie prístupnosti webového obsahu, no manuálne testovanie a oprava porušení je časovo náročná a často subjektívna.

Cieľom tejto práce je navrhnúť a vyvinúť automatizovaný systém na detekciu a opravu porušení WCAG s využitím strojového učenia, NLP a heuristických metód. Systém by mal umožniť automatizovanú analýzu webových stránok, identifikáciu problémov a návrh optimálnych riešení na ich opravu, čím sa zníži potreba manuálnych zásahov a zlepší sa prístupnosť webových aplikácií.

Predpokladaný vedecký prínos:

Nové metódy detekcie WCAG porušení kombinujúce pravidlá a AI.

Automatizovaná oprava WCAG chýb pomocou AI generovania kódu.

Využitie NLP a počítačového videnia na analýzu prístupnosti.

Experimentálne hodnotenie dopadu automatizovaných opráv na UX a SEO.

Možnosť integrácie do vývojových workflowov (CI/CD, DevTools).

Odporúčané metódy:

- prieskum existujúcich riešení a definícia problému,
- návrh metodológie a experimentálneho prostredia,
- implementácia prototypu systému,
- experimentálna validácia a testovanie,
- publikácie a aplikácia výsledkov do praxe.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Doterajšie výsledky:

1. Nacheva, Radka & Jansone, Anita. (2023). Heuristic Evaluation of AI-Powered Web Accessibility Assistants. Baltic Journal of Modern Computing. 11. 542-557. 10.22364/bjmc.2023.11.4.02.
2. Sarath Krishna Mandava: AI-Powered Accessibility: Using Machine Learning to Detect and Correct Accessibility Gaps in Web Interfaces, Frontiers in Health Informatics, Vol. 13 No. 3 (2024), ISSN-Online: 2676-7104
3. Todorov, Todor. (2024). Usage of Artificial Intelligence Tools to Improve Digital Web Accessibility. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage. 14. 135-144. 10.55630/dipp.2024.14.12.

Téma dizertačnej práce

Adaptívne hodnotenie programovacích úloh na základe analýzy kódu a výstupov

Školiteľ: **doc. Ing. Patrik Hrkút, PhD., školiteľ špecialista - Ing. Michal Ďuračík, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Automatizované hodnotenie programovacích úloh je dôležitou súčasťou vzdelávacích systémov, najmä v kontexte online kurzov, univerzitných predmetov a programovacích súťaží. Tradičné hodnotenie často zahŕňa manuálnu kontrolu kódu vyučujúcim, čo je časovo náročné a subjektívne. Existujúce automatizované hodnotiace systémy sa prevažne spoliehajú na testovanie výstupov programu pomocou vopred definovaných testovacích prípadov. Tento prístup je efektívny pri kontrole správnosti riešenia, avšak má viaceré obmedzenia.

V posledných rokoch sa objavili pokročilé metódy analýzy kódu, ako je statická analýza, dynamická analýza a využitie jazykových modelov (napr. GPT), ktoré umožňujú hlbšie hodnotenie riešení študentov. Tento výskum sa zameria na kombináciu týchto metód s cieľom vytvoriť systém, ktorý poskytne automatizované bodové hodnotenie programovacích úloh spolu s kvalitnou spätnou väzbou.

Cieľom je analyzovať existujúce prístupy k automatizovanému hodnoteniu programovacích úloh a navrhnúť metódu, ktorá kombinuje testovanie výstupov, statickú a dynamickú analýzu kódu a využitie jazykových modelov na generovanie spätnej väzby.

Hlavné výskumné otázky:

Ako efektívne kombinovať testovanie výstupov programu s analýzou kódu na komplexné hodnotenie programovacích úloh?

Aké metódy statickej a dynamickej analýzy sú najvhodnejšie na automatické hodnotenie kvality a efektivity kódu?

Do akej miery môžu jazykové modely (napr. GPT) pomôcť pri generovaní spätnej väzby pre študentov?

Akým spôsobom optimalizovať hodnotiaci systém tak, aby bol objektívny, spravodlivý a použiteľný vo vzdelávacom prostredí?

Výsledkom výskumu bude prototyp hodnotiaceho systému, ktorý umožní automatizované bodovanie úloh a poskytne študentom konštruktívnu spätnú väzbu. Tento systém by mohol byť integrovaný do vzdelávacích platforiem a prispieť k zlepšeniu procesu výučby programovania.

Predpokladaný vedecký prínos:

Práca prinesie nový prístup k automatizovanému hodnoteniu programovacích úloh kombináciou testovania, analýzy kódu a jazykových modelov.

Kombinácia hodnotiacich metód.

AI generovaná spätná väzba.

Podpora vzdelávacieho procesu.

Prínos pre e-learning.

Experimentálne vyhodnotenie.

Odporúčané metódy:

- analýza existujúcich riešení – Preskúmanie súčasných metód automatizovaného hodnotenia,
- návrh metodiky – Definovanie kombinácie testovania výstupov, analýzy kódu a AI generovanej spätnej väzby,
- implementácia prototypu – Vývoj hodnotiaceho systému,
- experimentálne vyhodnotenie – Testovanie, porovnanie s manuálnym hodnotením,,
- interpretácia výsledkov – Analýza efektivity a presnosti navrhnutého riešenia,
- záver a odporúčania – Zhrnutie zistení a návrh možností pre ďalší výskum.

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

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

1. Gambo, Ishaya, et al. "GRAD-AI: An automated grading tool for code assessment and feedback in programming course." Education and Information Technologies (2024): 1-41.
2. Er, Erkan, et al. "Assessing student perceptions and use of instructor versus AI-generated feedback." British Journal of Educational Technology (2024).
3. Reis, Ruan, et al. "Evaluating feedback tools in introductory programming classes." 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE, 2019.
4. Nagappan, Nachiappan, et al. "Providing test quality feedback using static source code and automatic test suite metrics." 16th IEEE international symposium on software reliability engineering (ISSRE'05). IEEE, 2005.

Téma dizertačnej práce

Efektívne nasadzovanie a aktualizácia systémov s využitím umelej inteligencie

Školiteľ: **doc. Ing. Patrik Hrkút, PhD., školiteľ špecialista - Ing. Štefan Toth, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

V súčasnosti sa organizácie a vývojárske tímy snažia neustále zrýchľovať a automatizovať proces nasadzovania a aktualizácie softvérových komponentov, či už ide o webové/cloudové platformy, IoT zariadenia, mikroservisné architektúry alebo komplexné enterprise riešenia. Tradičné prístupy k nasadzovaniu (napr. manuálne release cykly, ručné schvaľovanie aktualizácií) narážajú na limity v podobe vysokých nákladov na údržbu, rizika ľudských chýb, nízkej flexibility a dlhých reakčných časov. Rovnako komplikovaná je i manažmentová stránka: organizácie neraz spravujú stovky či tisíce komponentov a potrebujú efektívne koordinovať prechody medzi rôznymi verziami, zároveň však minimalizovať výpadky a hrozby bezpečnostných incidentov.

V posledných rokoch sa do popredia dostáva využitie umelej inteligencie (AI) a strojového učenia (ML) na optimalizáciu rôznych fáz tzv. "release pipeline" – od predikcie vhodného času nasadenia, cez automatizovanú detekciu rizík (anomaly detection), až po návrh optimálnej stratégie aktualizácie (rolling updates, canary release, blue-green deployment). Napriek mnohým existujúcim nástrojom a výskumom v oblasti kontinuálnej integrácie a nasadzovania (CI/CD) je potenciál AI riešení v tejto doméne stále len čiastočne využitý. Problém leží napríklad v tom, ako spojiť dáta o výkone systému, správaní používateľov či predpokladanej záťaži s rozhodovacími mechanizmami, ktoré určia, kedy a ako presne vydať novú verziu. Cieľom je priniesť metodiku a algoritmy, ktoré by umožnili nielen efektívne, ale aj spoľahlivé, bezpečné a predvídateľné nasadzovanie a aktualizovanie systémov v prostredí komplexných a dynamicky sa meniacich architektúr.

Predpokladaný vedecký prínos:

Algoritmy pre dynamické nasadenie – výskum využije AI a ML na adaptívne rozhodovanie o čase, spôsobe a rozsahu nasadenia novej verzie na základe historických dát (telemetria, logy), predpovedajúc minimálne vyťaženie systému. Smart rollback – AI deteguje anomálie v reálnom čase, spustí rollback alebo obmedzí nasadenie (canary release), čím zvýši spoľahlivosť. AI bezpečnostné protokoly – ML deteguje podozrivé zmeny v softvéri a hodnotí riziká, najmä pri IoT nasadeniach.

Odporúčané metódy:

- analýza požiadaviek – preskúmať CI/CD metodiky s AI (canary releasing, A/B testovanie), identifikovať nedostatky a možné zlepšenia,
- návrh architektúry – vytvoriť experimentálne prostredie (CI/CD pipeline) so simuláciou nasadenia, logovaním a zberom metrík,
- vývoj AI/ML – predikovať optimálny čas nasadenia, využívať RL na adaptívne stratégie,
- testovanie prototypu – overiť v testovacej infraštruktúre zlepšenie výpadkov a výkonu,
- vyhodnotenie – porovnať s tradičnými prístupmi a navrhnúť zlepšenia.

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

APVV-24-0653 - Inovatívne riešenie pre dočasné elektrické a vodovodné prípojky v stavebníctve - podaný projekt

Doterajšie výsledky:

1. The architecture of distributed database system in the VANET environment / Janech, Ján; Kršák, Emil; Toth, Štefan
2. Concept of temporal data retrieval : undefined value management / Kvet, Michal; Toth, Štefan; Kršák, Emil
3. Optimizing web application development: comparing frameworks, architectures, and components / Brnkaľák, Boris; Janech, Ján; Hrkút, Patrik
4. Abstract syntax tree based source code antiplagiarism system for large projects set / Ďuračík, Michal; Hrkút, Patrik; Kršák, Emil; Toth, Štefan
5. Inteligentný dopravný systém ako integrovaný systém / Matiaško, Karol; Kršák, Emil; Hrkút, Patrik; Zábovský, Michal

Téma dizertačnej práce

Identifikácia a riešenie konfliktov v železničnej prevádzke s využitím matematických modelov a optimalizačných algoritmov

Školiteľ: **doc. Ing. Patrik Hrkút, PhD., školiteľ špecialista - RNDr. Hynek Bachratý, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Cieľom dizertačnej práce je výskum a návrh metodiky na identifikáciu a riešenie konfliktov v železničnej doprave s dôrazom na operatívne riadenie dopravy. Študent sa zameria na klasifikáciu typov konfliktov, analýzu existujúcich algoritmov používaných v systémoch plánovania železničnej dopravy a návrh nových metód na zefektívnenie detekcie a riešenia týchto situácií.

Výskumné oblasti:

- Analýza konfliktov v železničnej prevádzke (konflikty jazdných časov, kapacity infraštruktúry, deadlocky a ďalšie).
- Modelovanie a simulácia železničnej dopravy s využitím dostupných údajov o vlakových trasách a infraštruktúre.
- Návrh optimalizačných algoritmov na riešenie konfliktov (heuristiky, strojové učenie, matematická optimalizácia).
- Implementácia a testovanie navrhnutých riešení v reálnych dopravných scenároch.

Predpokladaný vedecký prínos:

Kategorizácia hlavných typov dopravných konfliktov a ich príčin.

Algoritmické riešenia pre dynamickú úpravu grafikonu vlakovej dopravy pri vzniku konfliktov.

Návrh metodiky na predikciu a prevenciu konfliktov s využitím pokročilých výpočtových techník.

Experimentálna validácia modelov v prostredí simulácií alebo reálnych dopravných dát.

Odporúčané metódy:

- identifikácia a kategorizácia potenciálnych konfliktov v železničnej prevádzke,
- zhromažďovanie datasetov obsahujúcich informácie o konfliktoch,
- rozhodnutie o použití techník pre riešenie rôznych typov konfliktov,
- zhodnotenie presnosti, účinnosti a robustnosti navrhovaných techník na testovacích dátach,

- analýza a interpretácia výsledkov,
- zverejnenie výsledkov vo vedeckých časopisoch alebo na konferenciách.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

FRI č. 114/2024 Aplikačná podpora prevádzky IS ZONA

VEGA 1/0192/24 Vývoj a aplikácia pokročilých techník efektívneho spracovania rozsiahlych dát v prostredí inteligentných dopravných systémov

Doterajšie výsledky:

1. Katedra KST dlhoročne pracuje na projektoch pre prevádzku a riadenia železničnej dopravy.

Téma dizertačnej práce

Spracovanie geografických informácií o znečistení životného prostredia pomocou umelej inteligencie pre geopriestorové aplikácie

Školiteľ: **doc. Ing. Peter Márton, PhD., školiteľ špecialista - doc. Mgr. Milan Koreň, PhD. (TUZVO)**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Dizertačná práca je zameraná na využitie AI na spracovanie geografických údajov, konkrétne údajov o znečistení pôdy, vody a hluku. Hlavné ciele dizertačnej práce:

- Prieskum algoritmov na spracovanie geografických údajov založených na AI.
- Aplikácia algoritmov strojového učenia a AI na spracovanie údajov zo senzorov pre meranie znečistenia pôdy, vody a hluku.
- Validácia algoritmov AI s údajmi z prostredia mestských aglomerácií.
- Štúdium efektívnosti spracovania geografických údajov.
- Rozšírenie znalostí v aplikáciách AI pre geoinformatiku.

Kľúčové vedecké hypotézy dizertačnej práce:

- Aplikácia algoritmov založených na AI pri geografických údajov o znečistení životného prostredia výrazne zvýši presnosť, efektívnosť a komplexnosť odhadov parametrov geografických objektov a schopnosť správneho rozhodovania o rizikách spojených so znečistením pôdy, vody a hluku.
- Využitím techník strojového učenia je cieľom projektu demonštrovať, že metodológie riadené AI prekonávajú tradičné prístupy spracovania geografických údajov.

Predpokladaný vedecký prínos:

Ústredným bodom bude vykonanie komplexného hodnotenia techník riadených umelou inteligenciou v reálnych scenároch. Zhrnutie a zdokumentovanie zistení projektu vrátane silných a slabých stránok vyvinutých algoritmov založených na AI prispeje k rozšíreniu vedomostí. Kľúčovým výsledkom je vypracovanie usmernení a odporúčaní pre praktickú aplikáciu algoritmov založených na AI pri mapovaní znečistenia pôdy, vody a hluku.

Odporúčané metódy:

- geografické údaje o znečistení pôdy, vody a hluku budú podrobené prieskumnej analýze údajov s cieľom identifikovať kľúčové charakteristiky,
- vykoná sa prehľad existujúcej literatúry o spracovaní tohto typu geografických údajov a aplikáciách AI,
- vykoná sa hodnotenie open source GIS, AI a vizualizačných knižníc pre implementáciu a optimalizáciu algoritmov,
- budú formulované a implementované algoritmy používajúce AI,
- testovanie postupov sa bude vykonávať na súboroch údajov a referenčných údajoch.

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

podaný projektu HEU - Changing urban spaces and mindsets to accelerate the transition to climate neutrality - vo výzve HORIZON-MISS-2024-CIT-01

Doterajšie výsledky:

1. Na FRI UNIZA v súčasnosti nemáme publikačné výstupy k téme dizertačnej práce

Téma dizertačnej práce

Klasifikácia signálov prostredníctvom umelých neurónových sietí

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Použitie umelých neurónových sietí na riešenie problému klasifikácie signálov patrí medzi moderné prístupy vedúce k jeho úspešnému riešeniu. V súčasnosti sú dostupné mnohé technické prostriedky, ktoré významným spôsobom akcelerujú výpočty, potrebné pre úspešnú implementáciu umelej neurónovej siete. Výzvou však stále zostáva energetická náročnosť týchto implementácií, ktorá stále významne obmedzuje možnosti ich nasadenia. Táto dizertačná práca má riešiť problémy implementácie umelej neurónovej siete na zariadeniach, ktoré majú nielen obmedzené možnosti napájania ale i nízky výpočtový výkon.

Predpokladaný vedecký prínos:

Predpokladaný prínos práce spočíva v implementácii vybraného typu umelej neurónovej siete na prvku, ktorý má významným spôsobom obmedzený zdroj napájania a nízky výpočtový výkon. Výsledky klasifikácie umelou neurónovou sieťou budú prezentované na vhodne zvolenej aplikácii.

Odporúčané metódy:

- prieskum aktuálneho stavu riešenia problematiky implementácie umelých neurónových sietí u nás a vo svete,
- výber vhodného typu umelej neurónovej siete a analýza nárokov implementácie s ohľadom na použítú implementačnú platformu,
- vytvorenie vhodnej aplikácie na demonštráciu úspešnosti riešenia klasifikačného problému.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Riešená téma bude súčasťou riešenia projektov, ktoré budú riešené na katedre technickej kybernetiky v čase doktorandského štúdia doktoranda (napr.: Nízkopríkonový senzor pre aplikácie inteligentnej dopravy - grantový systém UNIZA).

Doterajšie výsledky:

1. Klasifikácia signálov pomocou neurónových sietí implementovaných do FPGA obvodov [dizertačná práca] / Peter Ševčík. - Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta riadenia a informatiky, Katedra technickej kybernetiky; obháj. 22.08.2008. - ČVO 9.2.9 Aplikovaná informatika. - Žilina : [s.n.], 2008. - 83 s. : obr., tab. + Autoref. 20 s.
2. Implementation of pulse coupled neural network neuron into FPGA device [Implementácia neurónu impulzne viazanej neurónovej siete v obvode FPGA] / Peter Ševčík. In: Preprints of IFAC workshop on Programmable devices and embedded systems PDES 2009 [elektronický zdroj] : Rožnov pod Radhoštěm, February 10th-12th, 2009. - [S.l.: s.n.], 2009. - ISBN 978-3-902661-41-8. - P. 55-58.
3. Acoustic signal classification algorithm for WSN node in transport system [print] / Róbert Žalman ... [et al.]. In: Innovations for community services [print, electronic] : proceedings. - 1. vyd. - Cham: Springer International Publishing AG, 2018. - ISBN 978-3-319-93407-5. - s. 229-238
4. Aproximácia funkcie ohodnotení v algoritmoch Q-learning neurónovou sieťou [dizertačná práca] [Q-function approximation in Q-learning algorithms using neural network] / Michal Chovanec. - Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta riadenia a informatiky, Katedra technickej kybernetiky; obháj. 22.08.2016. - ČVO 9.2.9 Aplikovaná informatika. - Žilina : [s.n.], 2016. - 76 s. : obr. + Autoref. 27 s.

Téma dizertačnej práce

Analýza spoľahlivosti a rizík v medicíne

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Spoľahlivosť, dostupnosť, udržiavateľnosť, testovateľnosť a bezpečnosť sú dôležitými vlastnosťami každého systému, a teda aj systému zdravotnej starostlivosti. Toto je obzvlášť dôležité pre medicínske systémy. V súčasnosti existujú len ojedinelé a nesystematické štúdie o tejto problematike. Jedným z najefektívnejších prístupov k riešeniu tohto problému môže byť Prognostics and Health Management (PHM).

PHM je integrovaná technológia, ktorá umožňuje analyzovať a predpovedať zlyhania a predchádzať nehodám s cieľom zlepšiť prevádzku systému, bezpečnosť, spoľahlivosť a údržbu. Praktická implementácia PHM si vyžaduje analýzu mnohých a heterogénnych typov zdrojových údajov, aby sa umožnila detekcia, diagnostické a prognostické úlohy a rozhodovanie o údržbe. Táto analýza by mala napríklad podporovať vyhodnotenie signálu z rôznych senzorov, expertných údajov, číselných sekvencií, lingvistických údajov a kategorických údajov. Tu je potrebné poznamenať, že zdrojové údaje môžu byť neúplne špecifikované a neisté.

Výskumný tím na pracovisku má dlhodobé skúsenosti v oblasti analýzy spoľahlivosti aj medicíny. Boli navrhnuté nové metódy a algoritmy pre vývoj technológie PHM v medicíne. Tieto štúdie boli realizované v spolupráci s poprednými európskymi výskumnými centrami, ktorých zástupcovia prezentujú svoje výsledky na medzinárodnom workshope „Reliability Engineering and Computational Intelligence“ (<https://reci.fri.uniza.sk/>), ktorý organizuje výskumný tím.

Predpokladaný vedecký prínos:

Nové metódy a algoritmy na spracovanie signálov, obrazov, numerických a lingvistických dát založené na metódach strojového učenia, ktoré sa stanú integrálnou súčasťou technológie PHM pre využitie v medicíne

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu problému, štúdium dostupnej literatúry,
- analýza techník strojového učenia a návrh použiteľných techník pre analýzu dát,
- vývoj a hodnotenie nových algoritmov navrhnutých pre implementáciu,
- experimentálna validácia navrhnutých techník a vyvinutých algoritmov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

základný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

APVV-23-0033 - Vývoj nového prístupu pre analýzu spoľahlivosti a hodnotenie rizík na základe umelej inteligencie

VEGA 1/0331/25 - Analýza spoľahlivosti založená na metódach strojového učenia

Doterajšie výsledky:

1. Mukhamediev, R.I., Yelis, M., et al., Exploring the health care system's representation in the media through hierarchical topic modeling, *Cogent Engineering*, 2024, 11(1), 2324614
2. Zaitseva, E., Levashenko, V., Rabcan, J., Kvassay, M., A New Fuzzy-Based Classification Method for Use in Smart/Precision Medicine, *Bioengineering*, 2023, 10(7), 838
3. Zaitseva, E., Rabcan, J., Levashenko, V., Kvassay, M., Importance analysis of decision making factors based on fuzzy decision trees, *Applied Soft Computing*, 2023, 134, 109988
4. Zaitseva, E., Levashenko, V., Rabcan, J., A new method for analysis of Multi-State systems based on Multi-valued decision diagram under epistemic uncertainty, *Reliability Engineering and System Safety*, 2023, 229, 108868
5. Zaitseva, E., Hovorushchenko, T., Pavlova, O., Voichur, Y., Identifying the Mutual Correlations and Evaluating the Weights of Factors and Consequences of Mobile Application Insecurity, *Systems*, 2023, 11(5), 242
6. Mukhamediev, R.I., Popova, Y., et al., Review of Artificial Intelligence and Machine Learning Technologies: Classification, Restrictions, Opportunities and Challenges, *Mathematics*, 2022, 10(15), 2552
6. Rabcan, J., Levashenko, V., Zaitseva, E., Kvassay, M., EEG Signal Classification Based on Fuzzy Classifiers, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2022, 18(2), pp. 757–766
6. Yakunin, K., Mukhamediev, R.I., Zaitseva, E., et al., Mass media as a mirror of the covid-19 pandemic, *Computation*, 2021, 9(12), 140
6. Levashenko, V., Rabcan, J., Zaitseva, E., Reliability evaluation of the factors that influenced covid-19 patients' condition, *Applied Sciences (Switzerland)*, 2021, 11(6), 2589
7. Rabcan J., Levashenko V., Zaitseva E. and Kvassay M., Review of Methods for EEG Signal Classification and Development of New Fuzzy Classification-Based Approach, in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 189720-189734, 2020, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9224666>
8. Zaitseva, E., Levashenko, V., Rabcan J., Krsak E., Application of the Structure Function in the Evaluation of the Human Factor in Healthcare, *Symmetry (Switzerland)*, 12(1), 2020, 93, <https://www.mdpi.com/2073-8994/12/1/93/htm>
9. Zaitseva E., Levashenko V., Reliability analysis of Multi-State System and Multiple-Valued Logic, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(6), 2017, pp. 862-878
10. Kvassay M., Zaitseva E., Levashenko V. Importance analysis of multi-state systems based on tools of logical differential calculus, *Reliability engineering and system safety*, 165(9), 2017, pp.302-316
11. E.Zaitseva, V.Levashenko, Construction of a reliability structure function based on uncertain data, *IEEE Tran on Reliability*, 65(4), pp.1710 - 1723, 2016, DOI: 10.1109/TR.2016.2578948

Téma dizertačnej práce

Analýzu spoľahlivosti zložitých systémov na základe neurčitých dát

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Teória spoľahlivosti je výskumný zámer, ktorý má veľmi dobré praktické a vedecké zázemie na analýzu spoľahlivosti systémov. Výpočtová inteligencia a strojové učenie je v inžinierstve spoľahlivosti relatívne nové. Bola to však rovnako dobre zavedená oblasť výskumu s mnohými skupinami po celom svete, ktoré sa pokúšali vyvinúť užitočné nástroje výpočtovej inteligencie v rôznych oblastiach. Neustále úsilie o digitalizáciu dnes spôsobuje zlúčenie inžinierstva spoľahlivosti a výpočtovej inteligencie. Kombinácia týchto polí otvára cestu k pokroku v oblasti analýzy veľkých dát, neistého vyhodnotenia informácií, uvažovania, predikcie, modelovania, optimalizácie, rozhodovania a samozrejme spoľahlivejších systémov.

Základným krokom v analýze spoľahlivosti každého systému je vytvorenie jeho matematickej reprezentácie. Problém však nastáva v prípade, ak sú dáta popisujúce skutočné správanie sa systému neurčité. Za týmto účelom je možné aplikovať metódy Data Mining-u. V tomto prípade dáta pre konštrukciu matematickej reprezentácii systému môžu trpieť určitou formou neurčitosti vyplývajúcej z nejednoznačnosti a nepresnosti zozbieraných dát. Navyše, metódy Data Mining-u dokážu spracovať aj neurčitosť vyplývajúcu z neúplne špecifikovaných dát, ktorá vzniká v prípade, že je nákladné získať všetky potrebné dáta o skutočnom správaní sa systému alebo existujúce dáta sú málo zdokumentované. Ďalej platí, že ak nemôžeme získať presné hodnoty dát popisujúcich správanie sa systému, tak sa musíme spoľahnúť na väčšie množstvo menej presných dát, ktoré nám dajú dodatočnú informáciu, pomocou ktorej dokážeme vytvoriť dobrý model systému.

Hlavným cieľom je rozvoj nových metód pre analýzu spoľahlivosti zložitých systémov, ktorý predpokladá: (a) preskúmanie možnosti konštrukcie matematického popisu systému z neurčitých dát; a (b) rozvoj nových metód pre riešenie tohto problému a analýzy spoľahlivosti.

Predpokladaný vedecký prínos:

Nové metódy a algoritmy na spracovanie signálov, obrazov, numerických a lingvistických dát založené na metódach Data Mining, ktoré budú použitý pre spracovanie neúplne definovaných a neurčitých dát.

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu problému, štúdium dostupnej literatúry,

- analýza techník strojového učenia a návrh použiteľných techník pre analýzu dát,
- vývoj a hodnotenie nových algoritmov navrhnutých pre implementáciu,
- experimentálna validácia navrhnutých techník a vyvinutých algoritmov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

základný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

APVV-23-0033 - Vývoj nového prístupu pre analýzu spoľahlivosti a hodnotenie rizík na základe umelej inteligencie

VEGA 1/0331/25 - Analýza spoľahlivosti založená na metódach strojového učenia

HORIZON Project 101086250 EWALD - Earth Observation for Early Warning of Land Degradation at the European Frontier

Doterajšie výsledky:

1. Zaitseva E., Levashenko V., Multiple-Valued Logic mathematical approaches for multi-state system reliability analysis, Journal of Applied Logic, Vol.11, No3, 2013, pp. 350-362. (ISSN: 1570-8683)
2. Zaitseva, E., Levashenko, V., Kostolny, J., Importance analysis based on logical differential calculus and binary decision diagram, Reliability engineering and system safety, Vol. 138, 2015, pp. 135-144. ISSN 0951-8320
3. E.Zaitseva, V.Levashenko, Construction of a reliability structure function based on uncertain data, IEEE Tran on Reliability, 65(4), pp.1710 - 1723, 2016, DOI: 10.1109/TR.2016.2578948
4. Kvassay M., Zaitseva E., Levashenko V. Importance analysis of multi-state systems based on tools of logical differential calculus, Reliability engineering and system safety, 165(9), 2017, pp.302-316
5. Zaitseva E., Levashenko V., Reliability analysis of Multi-State System and Multiple-Valued Logic, International Journal of Quality & Reliability Management, 34(6), 2017, pp. 862-878
6. Rabcan J., Levashenko V., Zaitseva E., Kvassay M., Subbotin S. (2019) Non-destructive diagnostic of aircraft engine blades by Fuzzy Decision Tree, Engineering Structures, vol.197, no.10, 2019, Article number 109396
7. Rabcan J., Levashenko V., Zaitseva E., Kvassay M., Subbotin S., Application of Fuzzy Decision Tree for Signal Classification, IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol.15, no.10, 2019, pp. 5425 – 5434
8. Zaitseva, E., Levashenko, V., Rabcan J., Krsak E., Application of the Structure Function in the Evaluation of the Human Factor in Healthcare, Symmetry (Switzerland), 12(1), 2020, 93, <https://www.mdpi.com/2073-8994/12/1/93/htm>
9. Zaitseva, E., Rabcan, J., Levashenko, V., Kvassay, M.Importance analysis of decision making factors based on fuzzy decision trees, Applied Soft Computing, 2023, 134, 109988
- 10.Zaitseva, E., Levashenko, V., Rabcan, J., A new method for analysis of Multi-State systems based on Multi-valued decision diagram under epistemic uncertainty, Reliability Engineering and System Safety, 2023, 229, 108868
11. Zaitseva, E., Levashenko, V., Mysko, V., Czapp, S., Zhaxybayev, D., Availability of UAV Fleet Evaluation Based on Multi-State System, IEEE Access, 2024, 12, pp. 15290–15307
12. Zaitseva, E., Mukhamediev, R., et al., Comparative Reliability Analysis of Unmanned Aerial Vehicle Swarm Based on Mathematical Models of Binary-State and Multi-State Systems, Electronics (Switzerland), 2024, 13(22), 4509

Téma dizertačnej práce

Strojové učenie pre verejnú dopravu

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Cieľom je vytvoriť nové prístupy použiteľné v nástrojoch slúžiacich ako podpora rozhodovania, ktoré budú môcť využiť prevádzkovatelia verejnej dopravy pre návrh alebo zefektívnenie prevádzky systému. Tento hlavný cieľ bude dosiahnutý prostredníctvom riešenia vybraných problémov ako sú napríklad:

- tvorba predikčných modelov pre meškania, alebo časy prejazdov,
- tvorba predikčných modelov pre potrebnú kapacitu vozidiel verejnej dopravy,
- tvorba predikčných modelov pre využiteľnosť prostriedkov verejnej dopravy a.p.

Predpokladaný vedecký prínos:

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

Odporúčané metódy:

- zber a spracovanie dát,
- formulácia dátových, prípadne simulačných modelov,
- validácia modelov prostredníctvom výpočtových experimentov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Doterajšie výsledky:

1. L. Buzna, P. De Falco, G. Feruzzi, S. Khormali, D. Proto, N. Refa, M. Straka, G. Van der Poel, An ensemble methodology for hierarchical probabilistic electric vehicle load forecasting at regular charging stations, Applied Energy, Vol. 283, 116337, 2021.

2. Milan Straka, Ľuboš Buzna, Nazir Refa, Santiago Mazuelas, The role of asymmetric prediction losses in smart charging of electric vehicles, International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Vol. 143, 2022, 108486, <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2022.108486>.

3. Tibor Petrov, Ilya Finkelberg, Peter Počta, Ľuboš Buzna, Nina Zarkhin, Ayelet Gal-Tzur, Tomer Toledo, An analytical approach to the estimation of vehicular communication reliability for intersection control applications, Vehicular Communications, Volume 45, 2024, 100693, ISSN 2214-2096, <https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2023.100693>.

Téma dizertačnej práce

Strojové učenie pre manažment elektrickej energie

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Cieľom je vytvoriť nové nástroje pre oblasť manažmentu a nakladania s elektrickou energiou, ktoré budú môcť použiť odberatelia, alebo distribučné spoločnosti pre zefektívnenie ich činnosti.

Tento hlavný cieľ bude dosiahnutý prostredníctvom prístupov ako sú napríklad:

- využitie metód strojového učenia v rozhodovacích problémoch,
- tvorba predikčných modelov pre predpovedanie spotreby el. energie, výroby z obnoviteľných zdrojov alebo iných veličín.
- tvorba optimalizačných modelov pre manažment elektrickej energie, a.p.

Konkrétnymi príkladmi možných riešených problémov sú:

- Využitie odchýlky elektrickej prenosovej sústavy za účelom vytvárania ekonomického zisku,
- Manažment lokálnej výroby z obnoviteľných zdrojov, ukladania a spotreby elektrickej energie za účelom optimalizácie nákladov,
- Stráženie rezervovanej kapacity, a.p.

Predpokladaný vedecký prínos:

Nové prístupy/metodiky pre podporu rozhodovania v oblasti energetiky.

Odporúčané metódy:

- zber a spracovanie dát,
- formulácia dátových, optimalizačných alebo simulačných modelov,
- validácia modelov prostredníctvom výpočtových experimentov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Doterajšie výsledky:

1. L. Buzna, P. De Falco, G. Feruzzi, S. Khormali, D. Proto, N. Refa, M. Straka, G. Van der Poel, An ensemble methodology for hierarchical probabilistic electric vehicle load forecasting at regular charging stations, Applied Energy, Vol. 283, 116337, 2021.
2. Milan Straka, Ľuboš Buzna, Nazir Refa, Santiago Mazuelas, The role of asymmetric prediction losses in smart charging of electric vehicles, International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Vol. 143, 2022, 108486, <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2022.108486>.
3. Tomašov, M.; Straka, M.; Martinko, D.; Bracíník, P.; Buzna, Ľ. A Feasibility Study of Profiting from System Imbalance Using Residential Electric Vehicle Charging Infrastructure. Energies 2023, 16, 7820. <https://doi.org/10.3390/en16237820>

Téma dizertačnej práce

Integrácia expertného hodnotenia s neurónovou sieťou

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Integrácia expertného hodnotenia umožňuje dobrú interpretovateľnosť rozpoznávania, ak sú príznaky ľahko interpretovateľné a odvodenie v klasifikácii je logické. Proces extrakcie príznakov je založený na strojovom učení a nevyužíva expertné znalosti. Na základe nich sa môžu získať známe príznaky, rovnako ako expertíza môže byť využitá pri klasifikácii. Úlohou je integrovať expertné príznaky a príznaky získané strojovým učením a dosiahnuť tým nielen lepšiu presnosť klasifikácie, ale aj lepšiu vysvetliteľnosť klasifikácie pomocou fuzzy logickej funkcie.

Predpokladaný vedecký prínos:

Cieľom je preskúmanie vlastností navrhovaného prístupu k tvorbe interpretovateľného rozpoznávača s integrovanou množinou príznakov z expertného posudzovania a strojové učenie hlbkej neurónovej siete v úlohe extraktora príznakov. Spoločnou vlastnosťou príznakov je ich neurčitosť, preto ako klasifikátor bude použitá fuzzy logická funkcia.

Odporúčané metódy:

- štúdium neurónových sietí a ich implementácie,
- štúdiu fuzzy logiky, spôsobov vysvetliteľnosti a systémov detekcie anomálií,
- oboznámenie sa s doterajšími výsledkami,
- návrh a implementácia základnej architektúry,
- návrh a implementácia nových architektúr a fuzzy logík,
- experimenty a ich vyhodnocovanie,
- syntéza získaných poznatkov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Research in the SANET network and possibilities of its further use and development, ITMS code: NFP313010W988

Doterajšie výsledky:

1. M. Klimo, J. Kopčan, L. Králik: Explainability as a Method for Learning from Computers, IEEE Access, 2023, 11, pp. 35853–35865
2. M. Klimo, P. Lukáč, and P. Tarábek, 'Deep neural networks classification via binary error-detecting output codes', Appl. Sci., vol. 11, no. 8, 2021

Téma dizertačnej práce

Automatizované metódy vizuálnej kontroly výrobných procesov a ich výsledkov

Školiteľ: **prof. Ing. Martin Klimo, PhD., školiteľ špecialista: Ing. Peter Tarábek, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Automatická inšpekcia je proces, ktorý zahŕňa porovnávanie produktu so štandardmi kladenými na daný produkt alebo jeho častí s cieľom posúdiť jeho kvalitu. Dnešná domáca je charakterizovaná zvyšovaním požiadaviek na špecializované produkty a ich kvalitu. To kladie zvýšené požiadavky aj na inšpekčné systémy. Cieľom práce je výskum v oblasti automatizácie inšpekcie s využitím obrazovej informácie. Inšpekčné systémy môžu posudzovať kvalitu buď podľa vzhľadu produktov a ich častí alebo analýzou procesov pri ich výrobe.

V prípade posudzovania vzhľadu sa využívajú hlavne segmentačné a detekčné algoritmy, prípadne metódy na detekciu anomálií. Pre tieto metódy je často potrebná tvorba veľkých datasetov. To si vyžaduje veľkú časovú a finančnú investíciu. Zároveň v prípade nízkej objemovej produkcie je získanie potrebných dát často nemožné. Výskum v tejto oblasti by preto mal smerovať k využitiu princípov one-shot a few-shot učenia, učenia sa bez učiteľa, prípadne metód, ktoré sa dokážu na nové triedy a vzory adaptovať bez nutnosti dodatočného tréningu. V súčasnej dobe existujú veľké predtrénované video-language modely (VLM) ako aj modely špecializované na rozpoznávanie videí. Zaujímavým smerom preto je ich kombinovanie a možnosti fine-tuningu pre adaptáciu na špecializované úlohy. V dôsledku existencie VLM sa naskytá aj otázka, či je možné tieto systémy využiť a adaptovať na generovanie vysvetlení.

Posudzovanie kvality sa dá robiť aj pomocou analýzy procesov. V prípade výroby špecializovaných produktov je často proces zložený z viacerých operácií vykonávaných človekom. Takéto systémy môžu odhaliť chyby v procese výroby, ktoré vyplývajú z aplikovania nesprávnych nástrojov, zlého poradia vykonaných operácií, prípadne vykonania nesprávnej operácie. Tieto chyby môžu byť vysoko korelované so zníženou kvalitou výsledných produktov. Zároveň tieto systémy môžu slúžiť ako asistenčné systémy, napr. na odporúčenie ďalšej operácie alebo na včasné upozornenie na chybu pri výrobe.

Predpokladaný vedecký prínos:

Konkrétny predpokladaný vedecký prínos závisí od zvolenej témy. Prínosy môžu pochádzať z oblasti one-shot a few-shot učenia, veľkých predtrénovaných a generatívnych modelov, mechanizmov okamžitej adaptácie ako aj detekcie, segmentácie a klasifikácie operácií, prípadne z riešenia konkrétnej aplikácie.

Odporúčané metódy:

- štúdium hlbokých neurónových sietí a ich implementácii,
- oboznámenie sa s doterajšími výsledkami,
- zber a spracovanie dát,
- experimenty a ich vyhodnocovanie,
- syntéza nových poznatkov,
- publikovanie nových poznatkov,
- zvyšné metódy budú závislé od vybranej témy.

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

09I05-03-V02-00029

VEGA 1/0525/23

Doterajšie výsledky:

1. Tarábek, Peter, and Dávid Matis. "Exploration Degree Bias: The Hidden Influence of Node Degree in Graph Neural Network-based Reinforcement Learning." IEEE Access (2025).
2. Klimo, Martin, Jaroslav Kopčan, and Ľubomír Králik. "Explainability as a Method for Learning From Computers." IEEE Access 11 (2023): 35853-35865.
3. Klimo, Martin, Peter Lukáč, and Peter Tarábek. "Deep neural networks classification via binary error-detecting output codes." Applied Sciences 11.8 (2021): 3563.
4. Ondrašovič, Milan, and Peter Tarábek. "Siamese visual object tracking: A survey." IEEE Access 9 (2021): 110149-110172.
5. Ondrašovič, Milan, and Peter Tarábek. "Homography ranking based on multiple groups of point correspondences." Sensors 21.17 (2021): 5752.
6. Fabricius, René, Ondrej Šuch, and Peter Tarábek. "Deep neural network ensembles using class-vs-class weighting." IEEE Access (2023).
7. Cimrák, Ivan, Peter Tarábek, and František Kajánek. "Curated Dataset for Red Blood Cell Tracking from Video Sequences of Flow in Microfluidic Devices." Data 8.6 (2023): 106.
8. Klimo, Martin, Jaroslav Kopčan, and Ľubomír Králik. "Explainability as a Method for Learning from Computers." IEEE Access (2023).
9. Kajánek, František, Ivan Cimrák, and Peter Tarábek. "Automated Tracking of Red Blood Cells in Images." International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering. Cham: Springer International Publishing, 2020.

Téma dizertačnej práce

Metódy adaptácie a vylepšovania veľkých jazykových modelov pre praktické aplikácie

Školiteľ: **prof. Ing. Martin Klimo, PhD.**, školiteľ špecialista: **Ing. Peter Tarábek, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Veľké jazykové modely (LLM) predstavujú významný míľnik v umelej inteligencii, ale ich praktické nasadenie čelí výzvam v oblasti adaptácie, spoľahlivosti a škálovateľnosti. Výskum v tejto oblasti má potenciál významne prispieť k ich bezpečnejšiemu využitiu v praxi.

V súčasnosti existujú prístupy ako parameter-efficient fine-tuning (LoRA, prompt tuning), retrieval-augmented generation (RAG) pre prácu s dokumentami, chain-of-thought reasoning pre vysvetliteľnosť a knowledge distillation pre škálovateľnosť. Napriek pokroku zostávajú výzvy v oblasti robustnosti a praktickej použiteľnosti.

Výskumné smery riešenia:

Prvým smerom sú adaptívne metódy učenia zamerané na efektívne prispôbovanie modelov novým doménam. Zahŕňa vývoj nových a hybridných prístupov využívajúcich LoRA a prompt tuning, s dôrazom na optimalizáciu výpočtových zdrojov a minimalizáciu tréningových dát.

Druhým smerom je vysvetliteľnosť a spoľahlivosť, kde je potrebné zabezpečiť verifikovateľnosť výstupov. Výskum sa zameriava na systematické metódy verifikácie chain-of-thought procesov.

Tretím smerom je spracovanie rozsiahlych dokumentov, ktoré sa zameriava na prekonanie limitovaného kontextového okna LLM a zlepšenie práce s rozsiahlymi zdrojmi informácií. Tento smer zahŕňa vývoj hierarchických prístupov, ktoré dokážu efektívne analyzovať a spracovávať dokumenty na rôznych úrovniach granularity. Kľúčovú úlohu zohráva výskum pokročilých retrieval stratégií, od RAG systémov až po sofistikovanejšie adaptívne prístupy.

Očakávané výstupy zahŕňajú nové adaptačné metódy, systematické prístupy k verifikácii a vylepšené metódy spracovania dokumentov, merané štandardnými metrikami v daných oblastiach.

Predpokladaný vedecký prínos:

Očakávané výstupy môžu zahŕňať nové metódy adaptácie LLM, systematické prístupy k verifikácii a zabezpečeniu spoľahlivosti LLM, vylepšené metódy pre prácu s rozsiahlymi dokumentmi, metodiky použitia, implementácie vyvinutých metód a publikácie.

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu: Systematický prehľad existujúcich metód a Identifikácia silných/slabých stránok a potencionálnych vylepšení,
- formulácia hypotéz a výskumných otázok: Definícia konkrétnych cieľov a - Návrh evaluačných metrík,
- vývoj a implementácia navrhovaných metód: Iteratívne testovanie a vylepšovanie a Zber experimentálnych dát
- evaluácia a validácia výsledkov: Porovnanie s existujúcimi riešeniami a Validácia hypotéz,
- publikácia a diseminácia výsledkov.

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

09I05-03-V02-00029

Doterajšie výsledky:

1. Tarábek, Peter, and Dávid Matis. "Exploration Degree Bias: The Hidden Influence of Node Degree in Graph Neural Network-based Reinforcement Learning." IEEE Access (2025).
2. Klimo, Martin, Jaroslav Kopčan, and Ľubomír Králik. "Explainability as a Method for Learning From Computers." IEEE Access 11 (2023): 35853-35865.
3. Klimo, Martin, Peter Lukáč, and Peter Tarábek. "Deep neural networks classification via binary error-detecting output codes." Applied Sciences 11.8 (2021): 3563.
4. Ondrašovič, Milan, and Peter Tarábek. "Siamese visual object tracking: A survey." IEEE Access 9 (2021): 110149-110172.
5. Ondrašovič, Milan, and Peter Tarábek. "Homography ranking based on multiple groups of point correspondences." Sensors 21.17 (2021): 5752.
6. Fabricius, René, Ondrej Šuch, and Peter Tarábek. "Deep neural network ensembles using class-vs-class weighting." IEEE Access (2023).
7. Cimrák, Ivan, Peter Tarábek, and František Kajánek. "Curated Dataset for Red Blood Cell Tracking from Video Sequences of Flow in Microfluidic Devices." Data 8.6 (2023): 106.
8. Klimo, Martin, Jaroslav Kopčan, and Ľubomír Králik. "Explainability as a Method for Learning from Computers." IEEE Access (2023).
9. Kajánek, František, Ivan Cimrák, and Peter Tarábek. "Automated Tracking of Red Blood Cells in Images." International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering. Cham: Springer International Publishing, 2020.

Téma dizertačnej práce

Metódy učenia posilňovaním pre objavovanie a analýzu diverzifikovaných stratégií riešenia problémov

Školiteľ: **prof. Ing. Martin Klimo, PhD.**, školiteľ špecialista: **Ing. Peter Tarábek, PhD.**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Učenie posilňovaním (RL) umožňuje systémom učiť sa stratégie riešenia problémov prostredníctvom interakcie s prostredím. Napriek pokrokom zostáva výzvou pochopenie a analýza objavených stratégií, ako aj ich prenos medzi rôznymi inštanciami problémov. Táto téma je aktuálna vzhľadom na rastúcu potrebu riešenia komplexných rozhodovacích problémov v rôznych doménach.

Práca sa bude zameriavať na jeden z nasledujúcich výskumných smerov:

Prvým výskumným smerom je objavovanie a analýza stratégií so zameraním sa na vývoj metód pre systematické hľadanie rôznych prístupov k riešeniu problémov. V súčasnosti sa v tejto oblasti využívajú prístupy založené na policy gradients a value-based metódach. Dôležitým aspektom bude využitie intrinsickej motivácie ako mechanizmu pre podporu diverzity v objavených riešeniach. Súčasťou tohto smeru bude aj vývoj pokročilých techník pre analýzu a vizualizáciu naučených stratégií, ktoré umožnia lepšie pochopiť procesy rozhodovania RL agentov.

Druhým výskumným smerom je transfer znalostí a adaptácia, kde hlavným cieľom bude vyvinúť metódy pre efektívny prenos naučených stratégií medzi rôznymi inštanciami problémov. Pre problémy reprezentovateľné pomocou grafov (napríklad optimalizačné úlohy na sieťach) sú výskumne zaujímavé architektúry schopné zachytiť invariantné vlastnosti týchto štruktúr, ako napríklad grafové neurónové siete (GNN) invariantné voči permutáciám vrcholov, alebo transformersy modelujúce dlhodobé závislosti. Tento smer zahŕňa identifikáciu invariantných vlastností zostávajúcich konzistentných naprieč rôznymi inštanciami, ako aj vývoj techník pre adaptáciu existujúcich stratégií na nové problémy.

Tretím výskumným smerom je vysvetliteľnosť a interpretácia, ktorý sa zameriava na vývoj metód pre lepšie pochopenie rozhodovacích procesov RL agentov. Významnou oblasťou je integrácia s veľkými jazykovými modelmi (LLM) pre generovanie zrozumiteľných vysvetlení naučených stratégií, čo môže významne prispieť k adopcii RL systémov v praxi.

Predpokladaný vedecký prínos:

Možnými prínosmi práce sú nové metodológie a algoritmy pre objavovanie, analýzu a transfer stratégií v učení posilňovaním, vrátane frameworku pre systematickú analýzu RL stratégií, algoritmov využívajúcich intrinsickú motiváciu a techník pre interpretáciu naučených riešení.

Odporúčané metódy:

- analýza súčasného stavu: Systematický prehľad existujúcich metód a Identifikácia silných/slabých stránok a potencionálnych vylepšení,
- formulácia hypotéz a výskumných otázok: Definícia konkrétnych cieľov a Návrh evaluačných metrík,
- vývoj a implementácia navrhovaných metód: Implementácia baseline riešení, Iteratívny vývoj nových metód a Zber experimentálnych dát,
- evaluácia a validácia výsledkov: Validácia hypotéz,
- publikácia a diseminácia výsledkov.

Informácie o výskume**Druh výskumu:**

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

09I05-03-V02-00029

Doterajšie výsledky:

1. Tarábek, Peter, and Dávid Matis. "Exploration Degree Bias: The Hidden Influence of Node Degree in Graph Neural Network-based Reinforcement Learning." IEEE Access (2025).
2. Klimo, Martin, Jaroslav Kopčan, and L'ubomír Králik. "Explainability as a Method for Learning From Computers." IEEE Access 11 (2023): 35853-35865.
3. Klimo, Martin, Peter Lukáč, and Peter Tarábek. "Deep neural networks classification via binary error-detecting output codes." Applied Sciences 11.8 (2021): 3563.
4. Ondrašovič, Milan, and Peter Tarábek. "Siamese visual object tracking: A survey." IEEE Access 9 (2021): 110149-110172.
5. Ondrašovič, Milan, and Peter Tarábek. "Homography ranking based on multiple groups of point correspondences." Sensors 21.17 (2021): 5752.
6. Fabricius, René, Ondrej Šuch, and Peter Tarábek. "Deep neural network ensembles using class-vs-class weighting." IEEE Access (2023).
7. Cimrák, Ivan, Peter Tarábek, and František Kajánek. "Curated Dataset for Red Blood Cell Tracking from Video Sequences of Flow in Microfluidic Devices." Data 8.6 (2023): 106.
8. Klimo, Martin, Jaroslav Kopčan, and L'ubomír Králik. "Explainability as a Method for Learning from Computers." IEEE Access (2023).
9. Kajánek, František, Ivan Cimrák, and Peter Tarábek. "Automated Tracking of Red Blood Cells in Images." International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering. Cham: Springer International Publishing, 2020.

Téma dizertačnej práce

Cloudové služby pre oblasť bezpečnosti

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Vývoj nových technológií a inovácie prinášajú zmeny, ktoré menia nielen ekonomiku ale celú našu spoločnosť. Digitalizácia, automatizácia a využívanie umelej inteligencie AI (Artificial Intelligence) mení zaužívané obchodné modely v jednotlivých sektoroch ekonomiky. Na druhej strane však otvára otázky súvisiace s informačnou a kybernetickou bezpečnosťou. Reakcia Európskej únie (EÚ) na tieto dynamické zmeny je obsiahnutá v smernici 2022/2555 (Document 32022L2555) o opatreniach na zabezpečenie vysokej spoločnej úrovne kybernetickej bezpečnosti v EU známej aj ako NIS2. Smernica NIS2, a je predpoklad, že aj jej národná implementácia, rozširuje bezpečnostné požiadavky na širší okruh organizácii ktoré budú musieť na jej požiadavky reagovať prijatím primeraných bezpečnostných opatrení, napríklad z hľadiska detekcie a hlásenia bezpečnostných incidentov budovaním centier kybernetickej bezpečnosti (SOC).

Hlavné zameranie práce je s využitím aplikácie inovatívnych prístupov a využitia otvorených moderných technológií na vytvorenie architektúry flexibilného a multitenantného operačného centra kybernetickej bezpečnosti (SOC) ako otvorenej a dostupnej cloudovej služby, ktorá bude dostupná pre rôznorodé organizácie. Riešenie v rovine správy virtuálneho cloud prostredia a služby, ako aj v detekcii anomálií na úrovni operatívy SOC má potenciál využívať a obsahovať prvky automatizácie a hlbokého strojového učenia DNN (Deep Neural Networks). Využívanie prvkov AI a ML sú v dnešnej dobe veľmi aktuálnym trendom všeobecne. Obe oblasti, aplikácia metód ML a prvkov automatizácie do riešenia SOC a celkovo vhodná integrácia všetkých komponentov SOC riešenia sú v súčasnosti požiadavkou a reakciou na stále sa zvyšujúce nároky na riešenia SOC. Návrh architektúry riešenia by mal reflektovať na rôznorodé požiadavky zákazníkov a bude vystavané na integrácii dostupných otvorených technológií, čo zaručuje jeho otvorenosť aj do budúcnosti.

Predpokladaný vedecký prínos:

- spracovanie problematiky technologických riešení pre prevádzkovanie služby SOC s využitím virtualizovaných riešení,
- spracovanie oblasti návrhu cloudových služieb,

- metodika riešenia a architektúra cloudovej SOC služby s možnosťami využívania metód strojového učenia a automatizácie v SOC a Cloud riešeniach

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

Odporúčané metódy:

Podľa metodológie vedy:

- analýza a spracovanie relevantných oblastí (cloud technológie a ich nasadenie a riadenie, automatizácia riešení a služieb, vývoj cloud služieb)
- stanovenie a popísanie dizertabilného 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 vychádza z riešených projektov

- NFP313010W988 – Výskum v sieti SANET a možnosti jej ďalšieho využitia a rozvoja.
- Kega 051ŽU-4/2021 - Technológie privátnych cloudových prostredí vo VŠ vzdelávaní

V téme je získaný projekt z oblasti digitalizácie a vývoja SOC služieb v cloude, ktorý je vo fáze podpisu.

Doterajšie výsledky:

Riešené diplomové práce a dizertačné práce:

1. Sieťový dizajn privátneho OpenStack cloudového riešenia v univerzitnom prostredí, Tomáš Ďuriš, Škol. Pavel Segeč, Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2022.
2. Manažovacie cloudové platformy, Juraj Hofer, Škol. Pavel Segeč, Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2022.
3. Riešenie zabezpečenej sieťovej konektivity medzi HC komponentami, diplomová práca, Samuel Stoličný, Škol. Pavel Segeč, Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2021.
4. Návrh architektúry hybrid-cloudového prostredia pre akademickú sféru [magisterská_inžinierska práca] / Adam Rabčan ; Škol. Bernard Halás, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2021. - 104 s.
5. Nasadenie privátneho CC riešenia OpenStack v kontajneroch pomocou automatizácie [magisterská_inžinierska práca] / Maroš Pekár ; Škol. Marek Moravčík, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2021. - 111 s.
6. Systém pre správu privátneho cloudu a zmierňovanie bezpečnostných rizík pre služby IaaS [magisterská_inžinierska práca] / Daniel Jaroš ; Škol. Jana Uramová, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2021. - 141 s.
7. 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.

Téma dizertačnej práce

Strojové učenie v operatívnom riadení hybridnej IKT infraštruktúry

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☒ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

S rastúcou komplexnosťou IT infraštruktúry v podnikových sieťach a cloudových prostrediach vzniká potreba inteligentného operatívneho riadenia. Súčasné systémy monitorovania a dohľadu generujú veľké množstvo dát, pričom ich interpretácia a reakcia na incidenty či anomálie stále vyžaduje značný manuálny zásah a vyžaduje kvalifikovaných pracovníkov.

Táto téma dizertačnej práce sa zameria na skúmanie možností začlenenia umelej inteligencie (AI)/ strojového učenia (ML) do operatívy a monitoringu IKT prostredia a návrh vhodných AI metód, ktoré umožnia automatizované operatívne rozhodovanie na základe zbieraných monitorovacích dát, čo má potenciál zvýšiť efektivitu operácií a znížiť riziko ľudskej chyby. AI tu môže byť použitá rôzne, na detekciu anomálií a predikciu incidentov, ako aj na inteligentné vyhodnocovanie udalostí a odporúčanie, či potencionálne samotné vykonanie automatizovaných zásahov v rámci IKT operatívy. Riešenie tak prinesie nové prístupy v aplikácii umelej inteligencie na operatívne riadenie a monitoring IKT infraštruktúr.

Predpokladaný vedecký prínos:

- Problematika aplikácie AI do operatívneho riadenia IKT infraštruktúr
- Výskum v oblasti automatizovaného monitorovania s využitím AI-driven analytiky
- Vývoj modelov predikcie IKT a reakcie na sieťové a cloudové incidenty
- Skúmanie kombinácie AI a operatívy pre automatizovanú správu IKZ infraštruktúry
- Experimentálne overenie AI v rôznych IT prostrediach

Odporúčané metódy:

- analýza súčasných riešení a existujúcich prístupov k monitoringu a observabilite prostredia,
- definovanie požiadaviek na AI-driven operatívne riadenie,
- výber a vývoj AI modelov pre operatívne riadenie,
- návrh inteligentného systému pre AI-driven operatívu,
- vyhodnotenie výsledkov a odporúčania pre nasadenie.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum a experimentálny vývoj

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Úloha vychádza z riešených projektov

- NFP313010W988 – Výskum v sieti SANET a možnosti jej ďalšieho využitia a rozvoja.
- Kega 051ŽU-4/2021 - Technológie privátnych cloudových prostredí vo VŠ vzdelávaní

V téme je získaný projekt z oblasti digitalizácie a vývoja SOC služieb v cloude, projekt je vo fáze prípravy podpisu

Doterajšie výsledky:

Riešené diplomové práce a dizertačné práce:

1. SOCHOR, Martin. Riešenie monitorovacieho systému IaaS CC platformy postavenej nad OpenStack. Žilina, 2023. 103 s., Škol. Pavel Segeč, Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline
2. Sieťový dizajn privátneho OpenStack cloudového riešenia v univerzitnom prostredí, Tomáš Ďuriš, Škol. Pavel Segeč, Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2022.
3. Návrh architektúry hybrid-cloudového prostredia pre akademickú sféru [magisterská_inžinierska práca] / Adam Rabčan ; Škol. Bernard Halás, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2021. - 104 s.
4. Nasadenie privátneho CC riešenia OpenStack v kontajneroch pomocou automatizácie [magisterská_inžinierska práca] / Maroš Pekár ; Škol. Marek Moravčík, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2021. - 111 s.
5. Systém pre správu privátneho cloudu a zmiernovanie bezpečnostných rizík pre služby IaaS [magisterská_inžinierska práca] / Daniel Jaroš ; Škol. Jana Uramová, . - Katedra informačných sietí Fakulty riadenia a informatiky Žilinskej univerzity v Žiline. - Žilina; 2021. - 141 s.

Téma dizertačnej práce

Využitie metód Data Mining pre analýzu dát

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

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy 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 nich.

Cieľom dizertačnej práce je analýza existujúcich a popis, návrh, implementácia nových algoritmov

Data Mining, určených pre získavanie znalostí z dát. Jedným z výsledkov dizertačnej práce je i tvorba softwarového nástroja orientovaného na analýzu dát .

Predpokladaný vedecký prínos:

Nový algoritmus/mechanizmus v oblasti získavanie znalostí.

Odporúčané metódy:

- podrobná analýza aktuálneho stavu problematiky,
- 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:

“Development of a new approach for reliability analysis and risk assessment based on artificial intelligence” (reg.no. APVV-23-0033).

“Earth Observation for Early Warning of Land Degradation at European Frontier (EWALD)” under the European Union’s Framework Programme for Research and Innovation Horizon Europe (2021-2027), Grant Agreement No. ID 101086250

Doterajšie výsledky:

Bol pripravený súbor originálnych algoritmov slúžiacich na analýzu nazbieraných dát.

Tieto metódy umožnia poukázať na pozoruhodné závislosti v nazbieraných dátach. Metódy Data Mining budú implementované v softvérovom riešení pre vytvorenie komplexného systému získavania znalostí. Bola zahájená príprava softvérového nástroja zameraného na zber, ukladanie a spracovanie dát. Nástroj je koncipovaný ako inteligentný pomocný systém. Úlohy sú zadávané učiteľmi v tvare testov. Metódy Data Mining budú zamerané predovšetkým na zhlukovaní, určovanie spoľahlivosti dát a hľadanie anomálií v dátach. Algoritmy budú v práci naďalej rozvíjané a prispôbované pre aplikovanie na konkrétnych nazbieraných dátach

Téma dizertačnej práce

Výpočtové modelovanie bunkových zhlukov pre ich efektívnu separáciu v inerciálnych tokoch

Školiteľ: **prof. Ivan Cimrák**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

V počítačovom modelovaní tokov bunkových suspenzií (ako napr. krv alebo iná biologická vzorka) sa úspešne používajú biomechanické modely jednotlivých buniek, ako napr. krviniek, cirkulujúcich rakovinových buniek (CTC), krvných doštičiek a podobne. V biologických tokoch však často tieto bunky tvoria zhluky, ako napr. zhluky niekoľkých CTC a tieto zhluky putujú cievny systémom. Ukazuje sa, že napr. pri metastázovaní cirkulujúcich rakovinových buniek takéto zhluky majú výrazne vyšší metastatický potenciál a často sú práve zhluky CTC zodpovedné za vznik metastázy.

Zhluky majú odlišné vlastnosti v toku ako jednotlivé bunky. Otvorenými otázkami sú napr. migrácia zhlukov smerom k stenám ciev, či a ako zhluky ovplyvňujú bezbunkovú vrstvu pri stenách ciev, akým mechanizmom zvyšujú zhluky metastatický potenciál a podobne.

Predpokladaný vedecký prínos:

Počítačové modelovanie tokov buniek s vnorenými zhlukmi môže niektoré z týchto otázok aspoň čiastočne zodpovedať. V rámci tejto témy sa budeme zaoberať tvorbou modelu pre zhluky (kompozícia existujúcich modelov jednotlivých buniek), ich validáciou a následnou aplikáciou v analýze zhlukov. Modely jednotlivých buniek sú k dispozícii v existujúcom softvérovom module PyOIF vyvíjanom na pracovisku.

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 modelu zhluku, testovanie a validácia modelu, získavanie simulačných dát pomocou sérií počítačových experimentov, spracovanie a vyhodnocovanie dát, formulácia vedeckých výsledkov,
- publikovanie nových poznatkov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

základný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Projekt VEGA 1/0369/22, názov projektu: Výpočtové modelovanie buniek s jadrom a zhlučkov rakovinových buniek v komplexných tokoch

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. Bol podaný projekt na grant MIT Seed Fund na dvojročnú spoluprácu s prof Ming Dao a jeho tímom na MIT Boston v oblasti štúdia bunkových zhlučkov v inerciálnych tokoch. Predpoklad je, že grant bude udelený a začne aktívna spolupráca s americkým tímom. Členom výskumnej skupiny je umožnená účasť na niekoľkých zahraničných konferenciách a na krátkodobých vedeckých návštevách partnerov.

Publikované práce (15):

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

PARTICLES 2013, s. 133-144., III International Conference on Particle-based Methods – Fundamentals and Applications, 18-20 September 2013, Stuttgart, Germany. ISBN 978-84-941531-7-4

12. K. Bachratá, H. Bachratý, On modeling blood flow in microfluidic devices in ELEKTRO 2014: 10th International Conference, IEEE, May 2014, Slovakia, ISBN 978-4799-3720-2, pp. 518-521, online

13. I. 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 Digial Technologies (DT) 2014: 10th International Conference, IEEE, July 2014, Slovakia, ISBN 978-1-4799-3303-7, pp. 25-31, online

Téma dizertačnej práce

Aplikácie umelej inteligencie na vybrané úlohy pre hlboké strojové učenie na medicínskych obrazových dátach

Školiteľ: **prof. Ivan Cimrák**

Zaradenie témy

Študijný program: aplikovaná informatika

Študijný odbor: informatika

Forma štúdia: ☒ denná ☐ externá

Povinné študijné jednotky:

Matematické princípy informatiky

Teória a metodológia aplikovanej informatiky

Predmet špecializácie

Špecifikácia témy

Detailnejší opis problému:

Neurónové siete (NN) vo všeobecnosti boli nedávno aplikované v širokom spektre aplikácií. Ich využitie vidíme už takmer každodenne. Aplikácia NN na dobre pripravené dáta pre bežné klasifikačné (a aj iné) úlohy je priamočiara. Akonáhle však ide o menej štandardnú úlohu, nastáva mnoho čiastkových problémov, ktoré treba riešiť: identifikácia úlohy (v spolupráci s lekármi alebo biológmi), príprava dát, správny výber použitej metódy strojového učenia, výber architektúry NN, príprava dát, interpretovateľnosť výsledkov NN.

Vo svojej podstate sú NN tzv. čierne skrinky, vďaka svojej hĺbke a nelineárnosti vnútornej štruktúry. Kým pri množstve aplikácií táto ich vlastnosť nie je prekážkou, v biomedicíne a medicíne je neakceptovateľné rozhodovať sa bez jasného dôvodu. Preto je otázka interpretovateľnosti NN veľmi aktuálna a v rámci práce jej budeme venovať pozornosť.

Vo výskumnom tíme na pracovisku sú rozpracované nasledovné aplikačné oblasti: mammografia, histopatológia, angiografia aneuryzmov. V rámci doktorandskej práce sa budeme zaoberať obrazovými dátami z týchto oblastí, budeme prechádzať všetky spomenuté kroky, niektoré v úzkej spolupráci s lekármi (ako napr. z Jesseniovej fakulty UK, či Onkologického ústavu sv. Alžbety, kde máme existujúce aktívne spolupráce). Cieľom práce bude aplikovať metódy konvolučných neurónových sietí s dôrazom na konkrétne vedecké a hlavne aplikačné výsledky.

Predpokladaný vedecký prínos:

K problému aplikovateľnosti NN sa dá pristupovať viacerými spôsobmi. V rámci dizertačnej práce sa budeme špecializovať na medicínske dáta (obrazové alebo signály), budeme skúmať aplikovateľnosť NN v úlohe klasifikácie a následne budeme aplikovať vhodnú metódu na interpretovanie NN.

Odporúčané metódy:

- štúdium neurónových sietí a ich implementácie
- štúdium interpretovateľnosti NN a oboznámenie sa s aktuálnym stavom výskumu
- návrh a implementácia základnej architektúry NN pre špecifický problém klasifikácie
- experimenty a ich vyhodnocovanie

- návrh vhodného postupu pre interpretovanie NN
- testovanie interpretovateľnosti
- publikovanie nových poznatkov.

Informácie o výskume

Druh výskumu:

aplikovaný výskum

Výskumná úloha, ktorej súčasťou bude riešená téma:

Projekt VEGA 1/0525/23, názov projektu: Hlboké neurónové siete v digitálnej mamografii pri diagnostike patologických mikrokalcifikátov ako včasnej formy karcinómu prsníka

Doterajšie výsledky:

1. D. Petříková, I. Cimrák, K. Tobiášová, L. Plank, Semi-automated workflow for computer-generated scoring of Ki67 positive cells from HE stained slides, BIOINFORMATICS 2023, accepted for publication.
2. Iveta Jancigova, Kristina Kovalcikova, Rudolf Weeber, Ivan Cimrak, PyOIF: Computational tool for modelling of multi-cell flows in complex geometries, PLOS Computational Biology, <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008249>, Early access October 2020, Impact Factor: 4.7
3. Kajánek, F., Cimrák, I. Advancements in Red Blood Cell Detection using Convolutional Neural Networks (2020) BIOINFORMATICS 2020 - 11th International Conference on Bioinformatics Models, Methods and Algorithms, Proceedings; Part of 13th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, BIOSTEC 2020, pp. 206-211
4. Kajánek, F., Cimrák, I., Tarábek, P. Automated Tracking of Red Blood Cells in Images (2020) Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 12108 LNBI, pp. 800-810