



УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУМУМ
Департман за последипломске студије
Данијелова 32, Београд

ВЕЋУ ДЕПАРТМАНА ЗА ПОСЛЕДИПЛОМСКЕ СТУДИЈЕ

Одлуком Већа Департмана за последипломске студије број 4 - 31/2019 од 31.01.2019. године, одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Романе Цапор Хрошик под називом „Прилагођавање алгоритама интелигенције ројева за различите просторе претраге“ о чему подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Основни подаци о кандидату и докторској дисертацији

Кандидат Романа Цапор Хрошик рођена је 01.05.1981. године у Дубровнику где је завршила основну школу и гимназију. Своје школовање завршава одличним успехом и директним уписом уписује се на Природословно-математички факултет у Загребу. Дипломирала је на смеру математике и информатике. Након дипломе запошљава се као професор математике.

Уписује постдипломске студије на Природословно-математичком факултету у Загребу и запошљава се као спољни сарадник на Свеучилишту у Дубровнику и предаје на предметима Линеарна алгебра, Нумеричка математика, Математичка анализа 1 и Математичка анализа 2. Након тога наставља радити на Свеучилишту као асистент и предаје на предметима Математика 1 и Математика 2.

Постдипломске студије наставља на Катедри за математику Филозофског факултета Пале, Универзитета у Источном Сарајеву (смер Примењена математика) где је завршила магистарске студије 2015. године са тезом Процесирање дигиталних слика алгоритмима за препознавање лица базираних на инваријантним својствима под менторством проф. др Милан Туба. Докторске студије уписује на Факултету за информатику и рачунарство, Сингидунум универзитет. Активно се бави научно-истраживачким радом и током постдипломских студија је објавила 15 радова у светским часописима и на водећим међународним конференцијама рангиране на аустралијској листи CORE.

Кандидат има следећи објављени рад категорије M23 чиме је испуњен предуслов за одбрану докторске дисертације:

- Dolicanin, E., Fetahovic, I., Tuba, E., **Capor-Hrosik, R.**, & Tuba, M. (2018). Unmanned combat aerial vehicle path planning by brain storm optimization algorithm. *Studies in Informatics and Control*, 27(1), 15-24.

Преостали објављени радови:

Списак резултата M10

1. Alihodzic, A., Smajlovic, H., Tuba, E., **CaporHrosik, R.**, & Tuba, M. (2019). Adjusted Artificial Bee Colony Algorithm for the Minimum Weight Triangulation. In *Advances in Intelligent Systems, and Computing: Harmony Search and Nature Inspired Optimization Algorithms*, 741, 305-317, available online. **Springer**
2. Tuba, E., Ribic, I., **Capor-Hrosik, R.**, & Tuba, M. (2017). Support Vector Machine Optimized by Elephant Herding Algorithm for Erythemato-Squamous Diseases Detection. *Procedia computer science*, 122, 916-923. **Elsevier**
3. Tuba, E., **Capor-Hrosik, R.**, Alihodzic, A., & Tuba, M. (2017). Drone Placement for Optimal Coverage by Brain Storm Optimization Algorithm. In *Advances in Intelligence Systems and Computing: International Conference on Health Information Science*, 734, 167-176. **Springer**

Списак резултата M20

1. Dolicanin, E., Fetahovic, I., Tuba, E., **Capor-Hrosik, R.**, & Tuba, M. (2018). Unmanned Combat Aerial Vehicle Path Planning by Brain Storm Optimization Algorithm. *Studies in Informatics and Control*, 27(1), 15-24. (M23)
2. **CaporHrosik, R.**, Tuba, E., Dolicanin, E., Jovanovic, R., & Tuba, M. (2019). Brain image segmentation based on firefly algorithm combined with k-means clustering. *Studies in Informatics and Control*, 28(2), 167-176.

Списак резултата M50

1. Tuba, E., **Capor-Hrosik, R.**, & Tuba, V. (2017). Performance Analysis of Earthworm Optimization Algorithm for Bound Constrained Optimization Problems. *International Journal of Computers*, 2, 94-98.
2. Tuba, V., **Capor-Hrosik, R.** & Tuba, M. (2017). Comparative Study of Krill Herd Algorithm and Flower Pollination Algorithm, *International Journal of Applied Mathematics and Informatics*, 11, 6-10.
3. Tuba, V., **Capor-Hrosik, R.**, & Tuba, E. (2017). Forest Fires Detection in Digital Images Based on Color Features. *International Journal of Environmental Science*, 2, 66-70.
4. Tuba, M., **Capor-Hrosik, R.**, & Vukovic, M. (2014). Face Detection Based on Invariant Moments Classified by Neural Network. *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, 8, 203-210.

Списак резултата М30

1. Tuba, E., Jovanovic, R., CaporHrosik, R., Alihodzic, A., & Tuba, M. (2018). Web Intelligence Data Clustering by Bare Bone Fireworks Algorithm Combined with K-Means. In *Proceedings of the 8th ACM International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics* (p. 7:1-7:8). (Novi Sad, Serbia)
2. Tuba, E., Capor-Hrosik, R., Alihodzic, A., Jovanovic, R., & Tuba, M. (2018). Chaotic Elephant Herding Optimization Algorithm. In *IEEE 16th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics*, (pp. 213-216). (Herlany, Slovakia)
3. Alihodzic, A., Tuba, E., Capor-Hrosik, R., Dolicanin, E., & Tuba, M. (2017). Unmanned Aerial Vehicle Path Planning Problem by Adjusted Elephant Herding Optimization. In *IEEE 25th Telecommunication Forum (TELFOR)*, (pp.1-4). (Belgrade, Serbia)
4. Tuba, E., CaporHrosik, R. Aihodzic, A., Beko, M., Jovanovic, R. (2017). Moth Search Algorithm for Bound Constrained Optimization Problems, *5th International Conference Modelling and Development of Intelligent Systems (MDIS 2017)* (pp. 82-89). (Sibiu, Romania)
5. CaporHrosik, R., Tuba, M., & Vukovic, M. (2013). Face Detection Algorithm Based on Skin Detection and Invariant Moments. In *Proceedings of the 12th International Conference on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases* (Vol. 10, pp. 110-115). (Cambridge, UK)
6. CaporHrosik, R., Tuba, M., Vukovic, M., & Pikula, M. (2013). Face Detection by Neural Networks Based on Invariant Moments, In *Proceedings of the 2nd International Conference on Computers, Digital Communications and Computing (ICDCC '13)*,(pp. 45-50). (Brasov, Romania)
7. CaporHrosik, R., Tuba, M., Vukovic, M., & Pikula, M. (2013). Firefly Algorithm for Constrained Optimization Problems, In *Proceedings of the 12th International Conference on Telecommunications and Informatics (TELE-INFO'13)*,(pp. 132-137). (Baltimore, MD, USA)

Докторска дисертација кандидата Романе Цапор Хрошик је урађена на укупно 155 страна, од чега 17 страна чине прилог и списак литературе. Списак литературе обухвата 149 референци које чине научни радови, књиге, зборници радова, као и електронски извори. Уз основни текст дисертација садржи и 17 слика и 14 табела.

Докторска дисертација кандидата Романе Цапор Хрошик је била подвргнута провери софтвером за установљивање преклапања/плагијаризма (iThenticate Plagiarism Detection Software). Укупан процентуални износ запажених преклапања износи 6% дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Велики број проблема који се јављају у индустрији и науци се могу дефинисати као оптимизациони проблеми где је потребно пронаћи минимум односно максимум функције циља. Ови проблеми су често тешки оптимизациони проблеми који се не могу решити детерминистичким методама. У последње две деценије дошло је до развоја низа стохастичких популационих метахеуристика за решавање оваквих проблема, како из

области комбинаторне, тако и из области глобалне оптимизације. Посебна пажња је посвећена алгоритмима интелигенције ројева који су инспирисани природним биолошким системима, нарочито колонијама инсеката. Како не постоји јединствено решење односно један алгоритам који може да решава све проблеме, већ је потребно алгоритме прилагођавати разматраном проблему, ова теза за циљ има подешавање и анализирање алгоритама интелигенције ројева за различите просторе претраге. Анализом својстава функције циља као и простора решења, алгоритми интелигенције ројева могу се у већој или мањој мери мењати како би се прилагодили за решавање конкретног проблема. За поједине проблеме адаптација алгоритма може укључивати само једноставно подешавање параметара алгоритма или заокруживање решења на најближи цео број (разни локацијски проблеми и проблеми из области процесирања дигиталних слика) док у неким ситуацијама, где су решења сложене структуре, да би се алгоритам прилагодио решавању проблема, потребно је у значајној мери изменити формуле генерисања решења, рачунања блиских решења, рачунање функције циља, итд. Прегледом литературе може се закључити да је ова тема актуелна област истраживања.

Циљ ове дисертације је испитивање могућности и квалитета прилагођавања алгоритама интелигенције ројева за различите просторе претраге и њихова примена на практичне проблеме.

3. Хипотетички оквир истраживања

На основу циљева рада произилази следећи хипотетички оквир који се састоји од генералне хипотезе и посебних хипотеза.

Генерална хипотеза ове дисертације је да алгоритми интелигенције ројева могу бити успешно прилагођени и примењени за решавање практичних проблема са разним просторима претраге.

Као посебне хипотезе се могу издвојити следеће:

- Многи практични проблеми могу бити представљени као оптимизациони проблеми, неретко НП-тешки;
- Алгоритми интелигенције ројева погодни су за решавање проблема ове врсте;
- Алгоритми интелигенције ројева потребно је посебно прилагодити у зависности од простора решења и функције циља;
- Алгоритама интелигенције ројева може се прилагодити за различите просторе претраге и решити практичне проблеме квалитетније и ефикасније у поређењу са другим коришћеним методама.

4. Методологија истраживања

У току научног и истраживачког рада употребљаваће су различите методе како би били задовољени основни методолошки захтеви – објективност, поузданост, општост и систематичност.

Методологије истраживања коришћене у овом раду укључују методе квантитативне и квалитативне анализе, статистичке методе, методе анализе садржаја, и методе компаративне анализе.

5. Кратак приказ садржаја докторске дисертације

Рад се састоји из увода, закључка, списка литературе и 5 поглавља.

Након увода, у другом поглављу су дефинисани проблеми оптимизације. Дата је класификација проблема оптимизације и појединачно су дефинисани проблеми оптимизације са једном или више функција циља, оптимизација са и без ограничења као и тешки проблеми оптимизације.

У трећем поглављу дат је преглед метода решавања проблема оптимизације. Приказане и анализирани су различите класификације метода оптимизације које постоје у литератури.

У четвртном поглављу описани су алгоритми интелигенције ројева. На почетку приказане су основе и заједничка структура свих алгоритама интелигенције ројева, а затим описани су детаљно неки од значајнијих представника ове групе алгоритама од којих су неки коришћени за решавање проблема разматраних у овој дисертацији.

У петом поглављу представљена су прилагођавања алгоритама интелигенције ројева за различите просторе претраге и њихова примена на практичне проблеме. Примена ових алгоритама на практичне проблеме подразумева да их пре свега треба прилагодити, модификовати, комбиновати, хибридувати и подесити за различите просторе претраге. Примене које су споменуте у овом поглављу односе се на прилагођавање алгоритама за оптимизирање машине потпорних вектора и проблем груписања података што су проблеми где су решења вектори реалних вредности, за проналажење оптималних прагова за сегментације дигиталних слика што је проблем где је решење вектор целобројних вредности, за проналажење оптималне путање робота где је решење структура која представља секвенцу тачака и за проблем триангулације минималне тежине где је решење списак ивица графа који су део триангулације.

У шестом поглављу изложени су резултати постигнути прилагођавањем алгоритама интелигенције ројева за различите просторе претраге и примењених на практичне проблеме. Приказане су примене алгоритама интелигенције ројева на пет различитих

практичних проблема. Све предложене методе су детаљно описане и приказане заједно са скуповима података који су коришћени уколико су били потребни и организацијом симулација. Након експерименталних резултата који укључују и компаративну анализу са другим методама из литературе, дата је дискусија о постигнутим резултатима и потенцијалним будућим истраживањима.

6. Постигнути резултати и научни допринос докторске дисертације

Научни допринос предложене дисертације је прилагођавање имплементација алгоритама интелигенције ројева за различите просторе претраге и примену на практичне проблеме. Разматрани су непрекидни простори претраге, целобројни простори претраге и простори претраге где су решења комплексне структуре. Прилагођени алгоритми интелигенције ројева за различите просторе претраге примењени су напет различитих проблема оптимизације: оптимизација параметара машине потпорних вектора, оптимизација алгоритма к-средина за кластеровање, проблем сегментације дигиталних слика, проблем планирања путање и проналажење триангулације минималне тежине. За сваки од проблема, на основу простора претраге прилагођен је неки од алгоритама интелигенције ројева. Све предложене технике дале су резултате боље од оних познатих у литератури. Резултати до којих је кандидат дошао током рада на дисертацији прихваћени су од међународне научне заједнице и објављени су у следећим радовима:

- **Capor Hrosik, R.**, Tuba, E., Dolicanin, E., Jovanovic, R., Tuba, M. (2019). Brain image segmentation Based on Firefly Algorithm Combined with K-means Clustering, *Studies in Informatics and Control*, 28(2), (pp. 167-176) (M23)
- Tuba, E., Jovanovic, R., **Capor Hrosik, R.**, Alihodzic A., Tuba, M. (2018). Web Intelligence Data Clustering by Bare Bone Fireworks Algorithm Combined with K-Means, In *8th ACM International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics*, (pp. 1-8). (Novi Sad, Serbia)
- Tuba, E., Ribic, I., **Capor Hrosik, R.**, Tuba, M. (2017). Support Vector Machine Optimized by Elephant Herding Algorithm for Erythemato - Squamous Diseases Detection, *Procedia Computer Science*, 122, Elsevier, pp. 916-923, (presented at *5th Information Technology and Quantitative Management (ITQM 2017)*, New Delhi, India)
- Alihodzic A., Tuba, E., **Capor Hrosik, R.**, Dolicanin, E., Tuba, M. (2017). Unmanned Aerial Vehicle Path Planning problem by adjusted elephant herding optimization, In *IEEE 25th Telecommunication Forum (TELFOR)*, (pp.1-4). (Belgrade, Serbia)
- Alihodzic, A., Smajlovic, H., Tuba, E., **Capor Hrosik, R.**, Tuba, M. (2018). Adjusted Artificial Bee Colony Algorithm for the Minimum Weight Triangulation, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, (pp. 305-317), (presented at *4th International Conference on Harmony search, Soft Computing and Applications*, Gurugram, India)

7. Мишљење и предлог Комисије о докторској дисертацији

На основу свега изложеног Комисија је мишљења да докторска дисертација кандидата Романе Цапор Хрошик по својој теми, приступу, структури и садржају рада, квалитету и начину излагања, методологији истраживања, начину коришћења литературе, релевантности и квалитету спроведеног истраживања и донетим закључцима задовољава критеријуме захтеване за докторску дисертацију, те се може прихватити као подобна за јавну одбрану.

Сагледавајући укупну оцену докторске дисертације кандидата Романе Цапор Хрошик, под називом „Прилагођавање алгоритама интелигенције ројева за различите просторе претраге“ предлажемо Већу департмана за последипломске студије и Сенату Универзитета Сингидунум да прихвати напред наведену докторску дисертацију и одобри њену јавну одбрану.

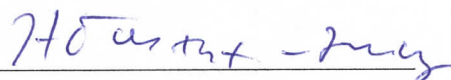
Београд, 14/07/2020

Чланови комисије:

проф. др Милан Туба



проф. др Небојша Бачанин-Цакула



проф. др Бошко Николић

