

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА, Нови Сад**ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Датум и орган који је именовao комисију 15.07.2015., декан Факултета техничких наука, проф. др Раде Дорословачки 2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: <ol style="list-style-type: none"> 1. др Иван Мезеи, доцент, УО Електроника, изабран у звање 20.12.2012. на Факултету техничких наука у Новом Саду 2. др Растислав Струхарик, ванредни професор, УО Електроника, изабран у звање 08.07.2010. на Факултету техничких наука у Новом Саду 3. др Александар Менићанин, научни сарадник, УО Електроника, изабран у звање 25.01.2012. на Институту за мултидисциплинарна истраживања Универзитета у Београду 4. др Бранислав Боровац, редовни професор УО Мехатроника, роботика и аутоматизација, изабран у звање 13.03.1998. на Факултету техничких наука у Новом Саду 5. др Дејан Вукобратовић, ванредни професор, УО Телекомуникације, изабран у звање 01.04.2014. на Факултету техничких наука у Новом Саду 6. др Ладислав Новак, редовни професор, УО Теоријска електротехника, изабран у звање 14.03.1994. на Факултету техничких наука у Новом Саду
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Име, име једног родитеља, презиме: Милан (Милорад) Лукић 2. Датум рођења, општина, држава: 04.03.1981. Сплит, Република Хрватска 3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет Техничких Наука, Микрорачунарска електроника, Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства – интегрисане основне и мастер Студије 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2009, Енергетика, електроника и телекомуникације 5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: (нема) 6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: (нема)
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
АЛГОРИТМИ ЗА ДОДЕЛУ ЗАДАТАКА ИЗВРШИОЦИМА У БЕЖИЧНИМ МРЕЖАМА МИКРОКОНТРОЛЕРСКИХ СЕНЗОРСКИХ УРЕЂАЈА И АУТОНОМНИХ РОБОТА

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Дисертација садржи 155 страна, 4 поглавља, 52 слике, 27 табела и 29 графикона.

У уводу дати су основни појмови и концепти бежичних мрежа микроконтролерских сензорских уређаја и аутономних робота. Дефинисан је проблем доделе задатака извршиоцима, у случају истовременог присуства више догађаја који захтевају обраду, као и више извршилаца. Посебан акценат је на анализи алгоритамске сложености проблема. У наставку изложен је преглед литературе, са освртом на актуелно стање у области. Потом су детаљније представљена релевантна постојећа решења која су у директној вези са темом истраживања. Нека од ових решења представљала су полазиште за развој нових алгоритама који су оригинални доприноси ове дисертације, док су остала решења коришћена за оцену учинка нових алгоритама.

Друго поглавље посвећено је комуникационим протоколима за откривање извршилаца. Детаљно су разматрана својства таквих протокола, уз нарочит осврт на недостатке постојећих решења. Затим су изложена нова решења, од којих поједина представљају надоградњу и унапређења постојећих протокола, док друга представљају оригинални концепт у решавању проблема откривања извршилаца. Коначно, изложена је анализа којом се процењују комуникациони трошкови током различитих фаза животног века комуникационих протокола.

Треће поглавље бави се проблематиком доделе задатака извршиоцима, у случају вишеструких догађаја и вишеструких извршилаца. При томе се, ако је број догађаја мањи или једнак броју извршилаца, примењује стратегија упаривања извршилаца са догађајима (енгл. Matching dispatch). У супротном, када је број догађаја већи од броја извршилаца, извршиоцима се додељују секвенце догађаја за обилазак (енгл. Sequence dispatch). Изложени су одговарајући алгоритми који обезбеђују енергетски ефикасне расподеле задатака роботима, при чему приступ може бити централизован или дистрибуиран. Уз то, метрика на основу које се врши додела задатака може бити или заснована искључиво на Еуклидским удаљеностима између робота и места догађаја, или може узимати у обзир преосталу енергију робота, како би се добила решења која су ефикаснија у ситуацијама када се додела задатака одвија у више кругова (рунди). Најзад, представљене су и уопштене верзије предложених решења уз увођење временских ограничења и претпоставку да је дозвољено да неки од догађаја буду обрађивани од стране више робота током исте рунде.

Четврто и завршно поглавље посвећено је поређењу перформанси нових са постојећим решењима. На почетку, изложена је стратегија евалуације перформанси протокола и алгоритама за доделу задатака путем симулација у симулационом окружењу које је развијено у ту сврху. У наредном одељку приказани су резултати симулација које су омогућиле поређење учинка протокола за откривање извршилаца за различите мрежне топологије. При томе су као основни критеријуми узимани проценат успеха у проналажењу најближег извршиоца и величина комуникационих трошкова. Након закључака везаних за комуникационе протоколе и њихово понашање, у наредном одељку приказани су резултати симулација у вези са алгоритмима за доделу задатака извршиоцима. Акценат је стављен на енергетску ефикасност, која се огледа у броју кругова које је систем у стању да преживи, пре него што работи и/или сензорски чворови истроше енергију која им је била на располагању. Завршно поглавље дисертације заокружено је закључцима и освртом на могуће правце даљих истраживања.

На крају дисертације, у прилозима А и Б дати су резултати симулација који су детаљно коментарисани у оквиру четвртог поглавља. Након тога дата је листа коришћене литературе.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У поглављу два приказана су нека унапређења постојећих протокола, а у поглављу три нови алгоритми за доделу задатака извршиоцима. У поглављу четири приказани су резултати исцрпних симулација којима је учинак нових решења упоређен са релевантним постојећим решењима. Осим тога, у оквиру тезе дат је преглед доступне научне литературе из области истраживања (164 референце), као и приказ стања у научној области којој припада истраживање спроведено у оквиру докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

- 1) **M. Lukic**, A. Barnawi, and I. Stojmenovic, "Robot coordination for energy-balanced matching and sequence dispatch of robots to events", Computers, IEEE Transactions on, vol. 64, no. 5, pp. 1416-1428, May 2015. (категорија M21)
- 2) **M. Lukic** and I. Mezei, "Localised querying and location update service in wireless sensor and robot networks with arbitrary topology", International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing, 2015. (рад прихваћен за објављивање, категорија M23)
- 3) I. Mezei, **M. Lukic**, and V. Malbasa, "Wireless Sensor and Robot Networks", World Scientific, 2014, ch. 3: "Robot-Robot Coordination", pp. 51-69. (категорија M14)
- 4) **M. Lukic** and I. Mezei, "Distributed distance sensitive iMesh based service discovery in dense WSA", Ad-hoc, Mobile, and Wireless Networks, pp. 435-448, 2012. (категорија M33)
- 5) **M. Lukic** and I. Stojmenovic, "Energy-balanced matching and sequence dispatch of robots to events: Pairwise exchanges and sensor assisted robot coordination", in Mobile Ad-Hoc and Sensor Systems (MASS), 2013 IEEE 10th International Conference on. IEEE, 2013, pp. 249-253. (категорија M33)

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Главни резултат у дисертацији чине нови алгоритми за доделу робота догађајима у циљу извршавања задатака, чиме су превазиђени недостаци неких до сада познатих решења овог проблема. За задати скуп догађаја и скуп робота, сваком догађају додељује се по један робот који је задужен за обилазак локације догађаја. Током појединачних рунди, роботима је дозвољен обилазак једног догађаја када се врши упаривање, или више догађаја, када се врши секвенцијална додела. У дистрибуираном случају, статички сензорски уређаји детектују догађаје и пријављују их оближњим роботима. Алгоритам PDM који се односи на унапређено упаривање са могућношћу размене партнера, елиминише дугачке ивице које се могу јавити приликом упаривања. Алгоритам SQD за секвенцијалну доделу догађаја роботима итеративно проналази пар робот-догађај са најмањим међусобним растојањем, уврштава изабрани догађај у листу за облазак изабраног робота и ажурира позицију робота. Такође су предложене генерализације које омогућавају да догађаји буду посећени од стране више робота и које узимају у обзир временска ограничења. Дистрибуирани алгоритам MAD, који је заснован на iMesh информационој структури и локалним аукцијама у роботској мрежи, врши доделу робота догађајима на локализован и енергетски ефикасан начин. Резултати симулација потврђују предности предложених алгоритама у односу на нека постојећа решења, како у погледу скраћивања дужина путања робота, тако и у погледу продужења животног времена система.

Вредност резултата потврђена је публикацијама радова у међународним часописима и излагањем на научним скуповима са приказом радова у рецензираним зборницима.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Тумачење добијених резултата је јасно, истраживачки коректно у погледу оцене постигнутих домета, уз статистичку оцену релевантности коришћењем 95% интервала поверења. Сви добијени резултати стављени су у добар контекст и упоређени са до сада познатим и публикованим резултатима. Резултати су приказани исцрпно и прегледно, уз ослањање и навођење претходних истраживачких резултата у овој области.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Дисертација је у целини написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе који се захтевају по статуту Факултета техничких наука и Универзитета у Новом Саду, као и по Закону о високом образовању.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Докторска дисертација садржи оригиналне доприносе науци

-у погледу комуникационих протокола за откривање извршилаца:

- *iMeshC* и *iMeshD*, као унапређења постојећег *iMesh* протокола.
- Нови *vCell* протокол.
- Нови алгоритми за ажурирање локације у оквиру *iMesh* и *vCell* протокола.

-у погледу алгоритама за централизовану и дистрибуирану доделу задатака извршиоцима:

- Алгоритми за централизовану упаривање робота са догађајима (*PDM* и *PRM*).
- Алгоритми са централизовану доделу секвенци догађаја извршиоцима (*SQD* и *SRD*).
- Алгоритам са централизовану доделу вишеструких извршилаца догађајима (*GSQD*).
- Алгоритам за централизовану доделу секвенци догађаја извршиоцима, са временским ограничењима (*SQDT*).
- Алгоритми за дистрибуирану доделу секвенци догађаја извршиоцима (*MAD* и *MRD*).
- Алгоритам за дистрибуирану доделу вишеструких догађаја извршиоцима (*GAD*).

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања Комисија није имала примедбе које би утицале на оцену позитивне вредности резултата докторске дисертације.
X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
- да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. Председник: др Иван Мезеи _____

2. Члан: др Растислав Струхарик _____

3. Члан: др Александар Менићанин _____

4. Члан: др Бранислав Боровац _____

5. Члан: др Дејан Вукобратовић _____

6. Ментор: др Ладислав Новак _____

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.