

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ

КАТЕДРА ЗА МЕХАТРОНИКУ И  
УПРАВЉАЊЕ



UNIVERSITY OF NIŠ

FACULTY OF MECHANICAL  
ENGINEERING

MECHATRONICS AND CONTROL

<http://www.masfak.ni.ac.rs/>

<http://www.masfak.ni.ac.rs/>

## NASTAVNO NAUČNOM VEĆU MAŠINSKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U NIŠU

Predmet: **Imenovanje članova Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije mr Ivana Ćirića**

Na sednici Katedre za Mehatroniku i upravljanje, održanoj dana 23.11.2012. godine, imenovani su članovi Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije mr Ivana Ćirića pod nazivom „Inteligentno upravljanje mobilnim robotima na osnovu neuro-fazigenetskog prepoznavanja objekata i praćenja ljudi u robotskoj viziji“ :

1. dr Žarko Ćojbašić (potencijalni mentor), vanr. prof. Mašinskog fakulteta u Nišu, uža naučna oblast: Automatsko upravljanje i robotika
2. dr Vlastimir Nikolić, red. prof. Mašinskog fakulteta u Nišu, uža naučna oblast: Automatsko upravljanje i robotika
3. dr Dragan Antić, red. prof. Elektronskog fakulteta u Nišu, uža naučna oblast: Automatika
4. dr Aca Micić, vanr. prof. Mašinskog fakulteta u Nišu, uža naučna oblast: Mehatronika
5. Danijela Ristic-Durrant, doc. Mašinskog fakulteta u Nišu, uža naučna oblast: Automatsko upravljanje i robotika

Šef Katedre za mehatroniku i upravljanje

  
dr Nenad D. Pačović

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ	
Датум: 27. 11. 2012	
Број: 612-109-11/12	

**Наставно-научном већу Машинског факултета**

**Катедри за мехатронику и управљање**

**Предмет: Захтев за одобрење теме докторске дисертације**

Поштовани,

Како испуњавам све услове за пријаву докторске дисертације предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Нишу и Статутом и Правилником о докторским студијама Машинског факултета у Нишу, молим Веће катедре за мехатронику и управљање и Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Нишу и да ми одобри израду докторске дисертације под радним називом:

**Интелигентно управљање мобилним роботима на основу неуро-фази-генетског препознавања објеката и праћења људи у роботској визији.**

У наставку текста захтева наводим образложење предложене теме, укључујући предмет истраживања, циљ истраживања, опис методологије истраживања, оквирни садржај рада, очекиване резултате и научни допринос.

У прилогу овог захтева достављам:

- кратку биографију са списком објављених и саопштених научних радова и списком пројеката у чијој сам реализацији учествовао
- копију дипломе о стеченом академском звању магистра и
- извод из матичне књиге рођених.

У Нишу, новембра 2012

Подносилац захтева:

мр Иван Ђирић, дипл. инж. маш  
Универзитет у Нишу, Машински факултет,  
Александра Медведева 14, Ниш  
тел. 018/500-709

## **Радни наслов теме докторске дисертације**

Интелигентно управљање мобилним роботима на основу неуро-фази-генетског препознавања објеката и праћења људи у роботској визији.

## **Ужа научна област којој припада докторска дисертација**

Аутоматско управљање и роботика

## **Предлог ментора докторске дисертације**

За ментора предлажем др Жарка Ћојбашића, ванр. проф. Машинског факултета у Нишу чија је ужа научна област аутоматско управљање и роботика.

## **Предмет и актуелност истраживања**

Предмет планираних истраживања односи се на развој и примену нових алгоритама управљачког система интелигентног мобилног робота који применом неуро-фази генетских алата вештачке интелигенције у роботској визији детектује објекте и људе, прати их и на основу тога извршава унапред дефинисане задатке.

У ужем смислу, планирана истраживања су усмерена на развој мобилне роботске платформе и њеног управљачког система на бази неуро-фази-генетских система у стерео роботској визији у циљу решавања проблема препознавања, класификације објеката у лабораторијском окружењу. Посебна пажња биће посвећена примени интелигентних неуро-фази-генетских алгоритама у стерео роботској визији за препознавање, лоцирање и праћење људи, где ће развијена интелигентна, поуздана и аутономна мобилна роботска платформа моћи да прати човека у лабораторијском сценарију.

Систем роботске визије се у последње време све чешће јавља као важан саставни део роботских система и представља основни извор информација на основу кога роботски систем врши перцепцију околине у циљу одговарајуће интеракције. У великом броју случајева, камера и систем дигиталне обраде слике су основни сензор за добијање информације о објектима над којима је потребно извршити одређени задатак у роботским системима. Међутим, и поред великог броја предности визуелни систем има и одређених недостатака. Ти недостаци се огледају у малој робусности система визије у односу на различите спољашње утицаје, као што је промена осветљења при аквизицији слике објекта који се анализира. Поред променљивог осветљења, систем визије у роботизици, чији су основни функционални елементи препознавање објекта и разумевање слике, треба да буде робусан у односу на присуство много различитих објеката у сцени. Такође, систем

треба да да поуздан резултат и приликом варијације форме анализираног објекта као и у случају посматрања истог објекта под различитим околностима (нпр. исти објекат може другачије изгледати на слици приликом промене осветљења, угла снимања или оријентације посматраног објекта).

У данашње време роботи се померају из фабричких производних линија и постепено се уводе у све области људског свакодневног живота. Ово води до нових изазова у истраживању робота са адекватном вештачком интелигенцијом у циљу постизања природне и интуитивне интеракције између људског бића и роботског система. Роботи који раде заједно са људима не треба само да идентификују људе већ и да прате њихово кретање како би се избегао судар са њима или како би било омогућено праћење њихове трајекторије од стране робота. Када је интеракција са људима неминовна, сигурност и поузданост су критични услови за широку примену робота. Људска детекција, праћење и идентификација је веома активна област истраживања не само у роботској визији већ генерално у рачунарској визији због неопходности апликација као што су на пример видео надзор и напредни системи помоћи возачима.

Међутим, иако је много тога урађено у неколико претходних година, има простора за унапређење ових система. Наиме, детекција објеката и људи на сликама мора да буде робусна у односу на велики број поменутих спољашњих утицаја као што су различити услови осветљења како у отвореном тако и у затвореном простору и разлика у изгледу објеката и људских бића. Такође, робот који делује у људском окружењу треба да препозна људе између других објеката у окружењу. Често је роботско окружење динамично и робот мора да направи разлику између човека који је управо ушао у његово видно поље и људи који се већ налазе у видном пољу робота. Проблем локализација људи у тродимензионалном (3D) простору је од кључног значаја, али и поред савремених технолошких достигнућа која омогућавају коришћење различитих напредних сензора за екстракцију 3D информација, још увек су бројне карактеристике сензора визије у добијању детаљне информације непоуздане.

С обзиром да актуелна истраживања у свету указују на неадекватну покривеност у домену интелигентних система стерео роботске визије за препознавање објеката и праћење људи, овај научноистраживачки правац представља једну од полазних области истраживања у оквиру рада на предметној докторској дисертацији.

Дакле, планирана истраживања, у оквиру предметне докторске дисертације, по садржају обухватају више актуелних научноистраживачких праваца које се односе на:

- Развој роботске мобилне платформе са стерео роботском визијом;
- Развој неуро-фази-генетског система за препознавање и класификацију објеката на основу тродимензионалне слике добијене аквизицијом са сензора стерео роботске визије;

- Развој неуро-фази-генетских алгоритама за детекцију, просторну локализацију и праћење људи помоћу мобилне роботске платформе са сензором стерео визије;
- Развој алгоритама за оптимизацију система управљања базираних на генетским алгоритмима и сродним оптимизационим техникама из домена вештачке интелигенције;
- Упоредну анализу различитих интелигентних алгоритама за решавање проблема детекције и препознавања објеката и људи;
- Упоредну анализу различитих интелигентних алгоритама за решавање проблема праћења покретних објеката и људи;
- Развој новог интегрисаног интелигентног система управљања мобилним роботом на основу неуро-фази-генетског препознавања објеката и праћења људи у роботској визији.

У циљу теоријске и експерименталне верификације концепта развоја управљачког система интелигентног мобилног робота, одабране су следеће полазне хипотезе планираних истраживања:

- Применом савремених метода и алгоритама из домена вештачке интелигенције, могуће је развити управљачки систем интелигентног роботског система са сензором стерео визије који има способности детекције, препознавања и просторног лоцирања објеката и људи као и одговарајућу интеракцију овог роботског система са њима;
- Имплементацијом више техника вештачке интелигенције, као што су неуронске мреже, фази логика и генетски алгоритми, у процес развоја интелигентног управљачког система могуће је обезбедити аутономно и поуздано препознавање објеката и људи и њихово праћење које је супериорно у односу на постојећа решења;
- Развојем хибридног управљачког система интелигентног мобилног робота на бази неуронских мрежа, фази логике и генетских алгоритама могуће је остварити интелигентну интеракцију мобилне роботске платформе са околином.

### **Циљеви дисертације, очекивани резултати и научни допринос**

Кључни научни циљ дисертације је развој експерименталног система интелигентне мобилне роботске платформе са стерео роботском визијом за препознавање и праћење објеката и људи.

Основни циљеви истраживања су:

- Анализа и даљи развој алгоритама за решавање проблема процесирања слике у стерео роботској визији;
- Развој нових алгоритама за препознавање, класификацију, просторно лоцирање објеката и људи;
- Развој нових алгоритама за праћење људи у лабораторијском сценарију;
- Развој целовитог хибридног интелигентног система управљања мобилним роботом са сензором стерео роботске визије;
- Тестирање и експериментална верификација интелигентних алгоритама за анализу слике на хијерархијски вишим нивоима управљања роботом базирану на неуронским мрежама, фази логици и генетским алгоритмима;
- Тестирање и експериментална верификација интелигентних алгоритама интегрисаног управљања мобилним роботом са сензором стерео роботске визије.

И поред великог броја публикованих метода за анализу слике, препознавање објеката, препознавање и праћење људи, до сада нису развијене довољно поуздане методе за примену у сценаријима где је неопходна поуздана интеракција робота са околином и људима. Развојем иновативног система визије мобилна роботска платформа ће добити неопходне информације за поуздано и аутономно функционисање у динамичном окружењу. Развијени систем ће бити у могућности да екстракује и класификује особине различитих објеката који су присутни у сценарију без потребе за великим базама података, које захтевају већина постојећих роботских система.

Резултати предложених научних истраживања треба да омогуће имплементацију новог интелигентног хибридног алгорита у систем роботске визије мобилног робота који ће моћи да интерагује са динамичким окружењем, препознаје објекте и прати људе. Реализацију новог интелигентног хибридног система управљања мобилним роботом омогући ће:

- Нови алгоритам и метода за екстракцију особина различитих објеката и људи добијених сензором стерео визије;
- Нова метода за класификацију објеката и људи у роботској визији;
- Нова метода просторне локације објеката и људи у роботској визији;
- Нова метода праћења објеката и људи у роботској визији;
- Нова метода обучавања интелигентног система роботске визије;

- Нова метода оптимизације интелигентног система роботске визије;
- Нова метода управљања мобилним роботом са сензором стерео роботске визије;
- Нови целовити интелигентни алгоритам за управљање мобилним роботом.

Ови научни резултати, који би представљали проширење постојећих сазнања, од практичног су значаја за даљи развој, као и свеобухватно увођење и интеграцију мобилних робота у сценарија где су значајни динамика објеката у сцени и интеракција робота са људима. Добијени резултати омогућиће потпуну аутономију и поузданост роботског система у интеракцији са објектима и људима, што представља значајан научни допринос унапређењу мултидисциплинарног приступа при решавању комплексних проблема препознавању објеката и праћењу људи у роботској визији.

### **Методологија истраживања**

С обзиром на изразито мултидисциплинарни карактер научноистраживачке области предложених истраживања која подразумева значајан утицај математичких, механичких, софтверских и сензорско-електронских аспеката, научне методе истраживања које ће се применити у предметној докторској дисертацији су:

- аналитички приступ за решавање проблема обраде и анализе слике добијене стерео сензором роботске визије као и екстракције и класификације особина различитих објеката у сценарију лабораторије
- експериментални метод развоја хибридних система за препознавање објеката и праћење људи, код којих ће неуро-фази-генетски систем бити обучен експерименталним подацима како би вршио препознавање, класификацију, праћење и естимацију положаја објеката и људи у сценарију лабораторије.

За потребе израде докторске дисертације биће коришћени неки експериментални резултати добијени током реализације билатералних пројеката DAAD-а и Министарства просвете и науке Републике Србије између Машинског Факултета Универзитета у Нишу и Института за аутоматику Универзитета у Бремену „Робусни систем визије у рехабилитационој роботици“ и „Нови приступ детекцији и праћењу људи у роботици“. Део нових експеримената биће урађен на Институту за аутоматику у Бремену, где ће кандидату бити доступна њихова знања и богато искуство из домена роботске визије и роботике, као и постојеће мобилне роботске платформе са стерео визијом. На Машинском факултету у Нишу биће у оквиру доктората развијена нова мобилна роботска платформа са сензором стерео роботске визије коришћењем постојећег DaNI мобилног робота фирме National Instruments, који ће у сценарију лабораторије моћи да препознаје објекте и прати људе.

Алгоритми за обраду слике, препознавање и праћење објеката у роботској визији биће реализовани у програмском пакету LabView и другим програмским пакетима за симулацију и развој система управљања.

## **Оквирни садржај докторске дисертације**

Оквирна структура рада представљена је следећим целинама:

1. Увод. Идентификација проблема препознавања објеката и праћења људи у роботској визији.
2. Интелигентни системи препознавања објеката и људи и управљања мобилног робота у циљу њиховог праћења – развој и примена.
3. Преглед досадашњих резултата истраживања и нерешени проблеми у области управљања мобилним роботским платформама на основу препознавања објеката и праћења људи у роботској визији.
4. Неуро-фази-генетски системи за препознавање објеката у роботској визији. Примена техника вештачке интелигенције у класификацији објеката.
5. Неуро-фази-генетски системи за праћење људи у роботској визији. Примена техника вештачке интелигенције у препознавању људи у роботској визији и њиховом праћењу.
6. Развој мобилне платформе за праћење објеката и људи. Развој интелигентног система за препознавање објеката и праћење људи код мобилне роботске платформе са сензором стерео роботске визије. Развој целовитог система интелигентног управљања мобилном роботском платформом.
7. Тестирање и експериментална верификација резултата неуро-фази-генетског управљања мобилног робота. Оцена успешности интелигентног понашања у домену комплексног препознавања и праћења објеката и људи у лабораторијским условима. Дискусија.
8. Закључци и правци даљих истраживања.