

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -  
БРОЈ: 2402/2  
ДАТУМ: 14.12.2012.

На основу захтева руководиоца пројекта проф.др Бојана Бабића бр. 2402/1 од 13.12.2012. године и чл. 12.5 Статута Машинског факултета, Истраживачко стручно веће на седници од 13.12.2012. године, донело је следећу

### ОДЛУКУ

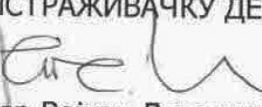
Да се за рецензенте Техничког решења рађеног у оквиру пројекта ТР 35004, под насловом: **„Нови алгоритам за симултано оцењивање положаја мобилног робота и положаја карактеристичних објеката базиран на неуронском линеаризованом Калмановом филтру и сензорској информацији добијеној од калибрисане камере“**, чији су аутори: Најдан Вуковић, дипл.инж.маш., проф.др Зоран Миљковић, Марко Миитић, дипл.инж.маш. и асист. Милица Петровић, дипл.инж.маш., именују:

- проф.др Жарко Ђојбашић, Машински факултет у Нишу и
- доц.др Радиша Јовановић.

Одлуку доставити: Министарству просвете, науке и технолошког развоја РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.

ПРОДЕКАН  
ЗА НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКУ ДЕЛАТНОСТ



  
Проф.др Војкан Лучанин

Одлуком Истраживачко-стручног већа Машинског факултета у Београду бр. 2402/2 од 14.12.2012. године именовани смо за рецензенте нове методе под називом „Нови алгоритам за симултано оцењивање положаја мобилног робота и положаја карактеристичних објеката базиран на неуронском линеаризованом Калмановом филтру и сензорској информацији добијеној од калибрисане камере” аутора: др Најдан Вуковић дипл.инж.маш., проф. др Зоран Миљковић, Марко Митић дипл.инж.маш., асистент Милица Петровић, дипл.инж.маш.-мастер. На основу предлога и након анализе методе подносимо следећи:

## ИЗВЕШТАЈ

Нова метода (M85) „Нови алгоритам за симултано оцењивање положаја мобилног робота и положаја карактеристичних објеката базиран на неуронском линеаризованом Калмановом филтру и сензорској информацији добијеној од калибрисане камере” представљена је на 12 страница А4 формата, коришћењем Times New Roman фонта величине 11 pt, једноструког прореда. Опис методе садржи 12 једначина, осам слика и шест табеларних приказа резултата примене нове методе представљених у пет тематских целина, уз закључак и списак коришћене литературе:

1. Област на коју се техничко решење односи
2. Технички проблем
3. Постојеће стање
4. Детаљан опис техничког решења
5. Приказ резултата примене
6. Закључак

Нова метода припада области производних технологија и директно се односи на унутрашњи транспорт сировина, полуфабриката, материјала и готових делова применом мобилних робота. Метода претпоставља да се унутрашњи транспорт обавља применом мобилних робота и омогућава решавање проблема оцене положаја мобилног робота уз примену система препознавања базираног на калибрисаној камери. Метода решава проблем оцењивања положаја мобилног робота током извршавања транспортног задатка у оквиру подсистема унутрашњег транспорта технолошког система. Аутори наводе да је нова метода настала као један од резултата дугогодишње сарадње са производно оријентисаним компанијама.

У другом и трећем поглављу уведен је технички проблем који се директно решава применом нове методе. Нова метода је базирана на интеграцији линеаризованог Калмановог филтра и вештачких неуронских мрежа и користи се за оцењивање положаја мобилног робота и оцене грешке усвојеног модела кретања мобилног робота. Указано је на то да интелигентни унутрашњи транспорт применом мобилних робота подразумева аутономност у погледу сталног надзора од стране оператера. Да би се овај висок ниво аутономности остварио неопходно је омогућити мобилном роботу да самостално оцењује сопствени положај у технолошком окружењу. У том смислу, аутори наводе да примена система препознавања на бази калибрисане камере за аквизицију сензорске информације из окружења представља искорак у напред, с обзиром на то да су количина и врста сензорских информација које могу да буду употребљене након аквизиције и процесирања већи од сензорских система базираних на сензорима растојања. У трећем поглављу је дата анализа садашњег стања у погледу моделирања системских и несистемских грешака и указано је на то да развијена нова метода омогућава моделирање и системских и несистемских грешака применом вештачких неуронских мрежа и машинског учења.

Четврто поглавље приказује суштину техничког решења, уводи нови алгоритам интеграције линеаризованог Калмановог филтра и вештачких неуронских мрежа и приказује начин на који се обавља оцена положаја мобилног робота. У поглављу се уводе и појашњавају следећи појмови: модел камере, модел реципрочне удаљености карактеристичних објеката и иницијализација карактеристичних објеката. Поменути појмови представљају основу за идентификацију, иницијализацију карактеристичних објеката и њихово увођење у рекурзивну форму оцењивања неуронског линеаризованог Калмановог филтра. У поглављу је представљена основна идеја и начин функционисања нове методе.

У оквиру петог поглавља представљени су експериментални резултати остварени током примене нове методе на мобилном роботу *Khepera II* уз коришћење *WEB* камере. У првом делу су дата појашњења у вези хардверско-софтверске имплементације нове методе. Након тога, детаљно је описан експериментални поступак у коме је оцењена употребна вредност развијеног техничког решења-нове

методе. Приказ резултата примене састоји се од анализе утицаја почетне вредности матрице коваријанси параметара вештачке неуронске мреже на процес оцењивања, анализе утицаја броја неурона у скривеном слоју вештачке неуронске мреже на тачност генерисаних оцена филтра и анализе перформанси неуронског линеаризованог Калмановог филтра током кретања мобилног робота по дужој путањи. У првом случају аутори закључују да већа вредност почетне матрице коваријанси највише утиче на интезитет промене тежинских односа вештачке неуронске мреже, као и да је потребно емпиријски утврдити оптималну вредност. У другом случају је експериментално показано да већи број неурона у скривеном слоју вештачке неуронске мреже повећава тачност генерисаних оцена. Анализа која је показана у трећем кораку недвосмислено потврђује да неуронски линеаризовани Калманов филтар генерише боље оцене положаја мобилног робота (боље у смислу усвојеног критеријума оптималности) током кретања по дужој путањи од линеаризованог Калмановог филтра и модела кретања мобилног робота базираног на одометрији.

У закључку је констатовано да математички модели показују значајан недостатак у реалним условима, као и да је потребно омогућити прилагођавање полазних математичких модела у реалном времену током обављања транспортног задатка у циљу квантификовања утицаја непознатих величина. Аутори наводе да се карактеристике радног окружења стално мењају, па је стога неопходно омогућити обучавање вештачке неуронске мреже се спроводи током кретања мобилног робота. Процес модификације параметара вештачке неуронске мреже одвија се у реалном времену, а сам процес се никада не прекида. Закључује се да примена вештачких неуронских мрежа у интеграцији са Калмановим филтром омогућеје оцену непознатих величина у реалном времену, уз узимање у обзир непознатих спољашњих утицаја.

Посебно је важно истаћи да примена нове методе није базирана на вештачким маркерима у циљу одређивања положаја мобилног робота и да нова метода не захтева додатну транспортну инфраструктуру за решавање проблема унутрашњег транспорта базираног на коришћењу мобилних робота, што значи да шири круг потенцијалних корисника - производно оријентисаних компанија може да има евидентне користи. У том смислу, након анализе предлога нове методе и остварених резултата дајемо следеће

## МИШЉЕЊЕ

Аутори нове методе (M85) „Нови алгоритам за симултано оцењивање положаја мобилног робота и положаја карактеристичних објеката базиран на неуронском линеаризованом Калмановом филтру и сензорској информацији добијеној од калибрисане камере” су на јасан начин описали предности примене развијеног решења за оцену положаја мобилног робота током обављања унутрашњег транспорта у технолошком окружењу. Резултати остварени применом нове методе указују на то да постоји евидентан допринос у анализи и синтези постојећег стања и да нова метода омогућава једноставан и ефикасан начин оцењивања положаја мобилног робота коришћењем система препознавања на бази калибрисане камере. На основу увида у предлог нове методе и остварене резултате предлажемо Истраживачко-стручном већу Машинског факултета у Београду да се нова метода (M85) под називом „Нови алгоритам за симултано оцењивање положаја мобилног робота и положаја карактеристичних објеката базиран на неуронском линеаризованом Калмановом филтру и сензорској информацији добијеној од калибрисане камере” прихвати као ново техничко решење.



Проф. др Жарко Тојбашић  
Машински факултет у Нишу



Доц. др Радиша Јовановић  
Универзитет у Београду-Машински факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -  
БРОЈ: 2402/3  
ДАТУМ: 27.12.2012.

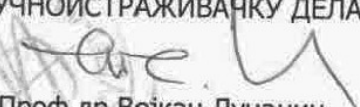
На основу захтева руководиоца пројекта проф.др Бојана Бабића бр. 2402/1 од 13.12.2012. године, одлуке о именовању рецензента и чл. 12.5 Статута Машинског факултета, Истраживачко стручно веће на седници од 27.12.2012. године, донело је следећу

### ОДЛУКУ

Прихвата се Техничко решење рађено у оквиру пројекта ТР 35004, под насловом: **„Нови алгоритам за симултано оцењивање положаја мобилног робота и положаја карактеристичних објеката базиран на неуронском линеаризованом Калмановом филтру и сензорској информацији добијеној од калибрисане камере“**, чији су аутори: Најдан Вуковић, дипл.инж.маш., проф.др Зоран Миљковић, Марко Митић, дипл.инж.маш. и асист. Милица Петровић, дипл.инж.маш., а позитивну рецензију поднели: проф.др Жарко Ђојбашић, Машински факултет у Нишу и доц.др Радиша Јовановић.

Одлуку доставити: Министарству просвете, науке и технолошког развоја РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.

ПРОДЕКАН  
ЗА НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКУ ДЕЛАТНОСТ

  
Проф.др Војкан Лучанин

