

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 3201/1
ДАТУМ: 22.12.2011.

На основу захтева проф.др Бојана Бабића од 15.12.2011. године и чл. 12.5 Статута Машинског факултета, Истраживачко стручно веће на седници од 15.12.2011. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

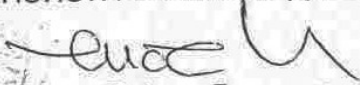
Да се за рецензенте Техничког решења рађеног у оквиру пројекта ТР-35004, под насловом: **„Хибридни управљачки алгоритам за управљање и естимацију положаја интелигентног мобилног робота уз примену система препознавања базираног на калибрисаној камери“**, чији су аутори: дипл.инж.маш. Најдан Вуковић, проф.др Зоран Миљковић, дипл.инж.маш. Марко Митић, проф.др Бојан Бабић и дипл.инж.маш. Милица Петровић, именују:

- проф.др Жељко Ђојбашић, МФ у Нишу и
- доц.др Радиша Јовановић.

Одлуку доставити: Министарству за науку и технолошки развој РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.

ПРОДЕКАН
ЗА НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКУ ДЕЛАТНОСТ



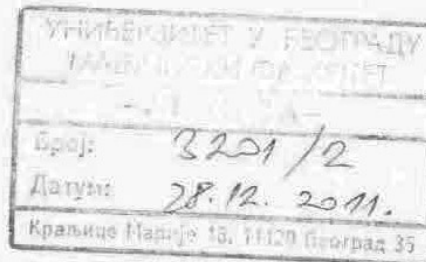

Проф.др Војкан Лучанин

Одлуком Истраживачко-стручног већа Машинског факултета у Београду бр. 3201/1 од 22.12.2011. године именовани смо за рецензенте нове методе под називом „Хибридни управљачки алгоритам за управљање и естимацију положаја мобилног робота применом система препознавања на бази калибрисане камере” аутора: Најдан Вуковић дипл.инж.маш., проф. др Зоран Миљковић, Марко Митић дипл.инж.маш., проф. др Бојан Бабић, асистент Милица Петровић, дипл.инж.маш.-мастер. На основу предлога и након анализе методе подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Нова метода (M85) „Хибридни управљачки алгоритам за управљање и естимацију положаја мобилног робота применом система препознавања на бази калибрисане камере” представљена је на 11 страница А4 формата, коришћењем Times New Roman фонта величине 11 pt, једноструког прореда. Опис методе садржи четири једначине, 11 слика и један табеларни приказ 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 материјала, сировина и готових делова. Метода претпоставља да се унутрашњи транспорт обавља применом мобилних робота и омогућава решавање проблема управљања и естимације положаја робота применом система препознавања базираних на калибрисаној камери. Метода решава проблем истовременог управљања мобилног робота путем повратних информација од калибрисане камере и естимације положаја мобилног робота за време 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. Указано је на то да, по модерном схватању, не постоји разлика између традиционалног схватања улоге аутоматски вођених робоколица (АВР) и савремених мобилних робота. Констатовано је да конвенционални вид обављања унутрашњег транспорта применом робоколица и даље има висок степен зависности од додатне инфраструктуре неопходне у циљу извршавања транспортног задатка. Зависност од специфичне секундарне инфраструктуре представља изразит проблем приликом промене распореда машина алатки и локалних складишта - међускладишта. Идентификовани су технолошки и економски недостаци промене диспозиционог плана у погледу унутрашњег транспорта, уз коришћење и примену мобилних робота. Нова метода омогућава несметано обављање транспортних задатака и након промене распореда локалних транспортних одредишта.

Четврто поглавље приказује суштину техничког решења, уводи нови хибридни алгоритам и приказује начин на који се обавља симултано управљање и естимација положаја мобилног робота. У поглављу се уводе и појашњавају следећи појмови: управљање на бази епиполарне геометрије, естимација положаја мобилног робота применом интеграције вештачких неуронских мрежа и линеаризованог Калмановог филтра, као и појам карактеристичног објекта на слици. Поменути појмови представљају основу предложеног техничког решења.

У оквиру петог поглавља представљени су експериментални резултати остварени током примене нове методе на мобилном роботу *Khepera II* (са роботском руком *Khepera Gripper Turret* – хватач *KheGrip*) и стандардној USB камери. У првом делу су дата појашњења у вези хардверско-софтверске имплементације нове методе. Након тога, извештај приказује како се применом нове методе може превазићи зависност мобилног робота (робоколица) од транспортне инфраструктуре. Ово поглавље даје детаљан приказ функционисања свих делова развијеног хибридног управљачког алгоритма. Приказана је промена вредности епипола током кретања и констатовано

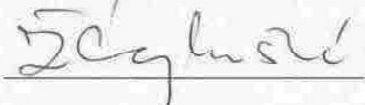
је да постоји разлика (незнатна) између тренутних вредности и жељених вредности. Међутим, разлика није значајно велика да би угрозила перформансе самог хибридног управљачког алгоритма. Поред вредности епипола, показано је и како алгоритам најмањег консензуса обезбеђује препознавање великог броја карактеристичних објеката у реалном времену, уз постојање већег броја неадекватно препознатих објеката. Показано је и то да ће коначан резултат бити мањи број препознатих карактеристичних објеката уколико се не примени алгоритам најмањег консензуса. Естимација положаја мобилног робота током кретања обавља се применом оригинално развијеног неуронског линеаризованог Калмановог филтра (НЛКФ), који представља интеграцију вештачких неуронских мрежа са стандардним линеаризованим Калмановим филтром (ЛКФ). Примена овог алгоритма омогућава моделирање непознатих стохастичких утицаја који се појављују током кретања мобилног робота, што полазни математички модел кретања не дозвољава. Применом вештачких неуронских мрежа у интеграцији са Калмановим филтром могуће је спровести естимацију непознатих величина у реалном времену, уз узимање у обзир спољашњих стохастичких утицаја. Експериментални резултати показују како крајње излазне вредности вештачке неуронске мреже модификују коначан резултат естимације положаја мобилног робота применом ЛКФ. У директном поређењу, НЛКФ генерише боље резултате од стандардног приступа (одометрија и линеаризовани Калманов филтар).

У оквиру закључка наглашено је да примена нове методе омогућава раздвајање почетног транспортног задатка на два дела: кретање од почетног положаја до циљног положаја (глобално) и кретање од циљног положаја до машине алатке/међускладишта - локалног складишта (локално). На овај начин је елиминисана потреба за прецизном информацијом о распореду објеката у технолошком окружењу. Поред ове предности, треба нагласити да за примену развијеног хибридног управљачког алгоритма нису потребни вештачки постављени карактеристични објекти у технолошком окружењу ради навигације АВР, чиме је елиминисана потреба за секундарном инфраструктуром. Развијени хибридни алгоритам може да се примени секвенцијално на више транспортних задатака.

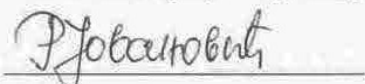
Посебно је важно истаћи очигледну могућност примене нове методе за решавање проблема унутрашњег транспорта базираног на коришћењу мобилних робота, што значи да шири круг потенцијалних корисника - производно оријентисаних компанија може да има евидентне користи. У том смислу, након анализе предлога нове методе и остварених резултата дајемо следеће

МИШЉЕЊЕ

Аутори нове методе (М85) „Хибридни управљачки алгоритам за управљање и естимацију положаја мобилног робота применом система препознавања на бази калибрисане камере” су на јасан начин описали основне теоријске концепте директно везане за управљање мобилног робота на основу повратне информације добијене од калибрисане камере и естимацију његовог положаја током обављања унутрашњег транспорта у технолошком окружењу. Примена нове методе омогућава раздвајање иницијалног транспортног задатка на глобални и локални део, чиме се на очигледан начин елиминише потреба за специфичном транспортном инфраструктуром. 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 управљања и естимацију положаја мобилног робота коришћењем система препознавања на бази калибрисане камере. На основу увида у предлог нове методе и остварене резултате предлагемо Истраживачко-стручном већу Машинског факултета у Београду да се нова метода (М85) под називом „Хибридни управљачки алгоритам за управљање и естимацију положаја мобилног робота применом система препознавања на бази калибрисане камере” прихвати као ново техничко решење.



Проф. др Жарко Тојбашић
Машински факултет у Нишу



Доц. др Радиша Јовановић
Универзитет у Београду-Машински факултет

31
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 3201/2
ДАТУМ: 28.12.2011.

На основу захтева проф.др Бојана Бабића од 15.12.2011. године и чл. 12.5 Статута Машинског факултета, Истраживачко стручно веће на седници од 28.12.2011. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се Техничко решење рађено у оквиру пројекта ТР-35004, под насловом: **„Хибридни управљачки алгоритам за управљање и естимацију положаја интелигентног мобилног робота уз примену система препознавања базираног на калибрисаној камери“**, чији су аутори: дипл.инж.маш. Најдан Вуковић, проф.др Зоран Миљковић, дипл.инж.маш. Марко Митић, проф.др Бојан Бабић и дипл.инж.маш. Милица Петровић, а позитивну рецензију поднели: проф.др Жељко Ћојбашић, МФ у Нишу и доц.др Радиша Јовановић.

Одлуку доставити: Министарству за науку и технолошки развој РС, рецензентима и архиви Факултета ради евиденције.



ПРОДЕКАН
ЗА НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКУ ДЕЛАТНОСТ

Проф.др Војкан Лучанин