

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 2407/2
ДАТУМ: 05.12.2013.

На основу захтева проф.др Бојана Бабића бр. 2407/1 од 04.12.2013. године и чл. 12.5 Статута Машинског факултета, Истраживачко стручно веће на седници од 05.12.2013. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Да се за рецензенте Техничког решења под насловом: **„Праћење жељене трајекторирје и визуелно навођење мобилног робота у технолошком окружењу на бази биолошки инспирисаног метахеуристичког алгоритма“**, чији су аутори: Марко Митић дипл.инж.маш., проф.др Зоран Миљковић, др Најдан Вуковић, научни сарадник, и мр Иван Лазаревић, дипл.инж.маш., именују:

- др Мирко Ђапић, Факултет за машинство и грађевинарство, Краљево 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. 2407/2 од 05.12.2013. године именовани смо за рецензенте нове методе под називом „Праћење жељене трајекторије и визуелно навођење мобилног робота у технолошком окружењу на бази биолошки инспирисаног метахеуристичког алгоритма” аутора: Марко Митић, дипл. инж. маш., проф. др Зоран Миљковић, др Најдан Вуковић, научни сарадник и мр Иван Б. Лазаревић, дипл. инж. маш.. На основу предлога и након анализе методе подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Нова метода (M85) под називом „Праћење жељене трајекторије и визуелно навођење мобилног робота у технолошком окружењу на бази биолошки инспирисаног метахеуристичког алгоритма” представљена је на 14 страница А4 формата, коришћењем Times New Roman фонта величине 11 pt, једноструког проредка. Опис методе садржи 24 једначине, 7 слика и 1 табеларни приказ резултата примене нове методе представљених у следећих шест тематских целина, уз списак коришћене литературе:

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

Техничко решење припада области производних технологија и директно се односи на решавање проблема праћења жељене трајекторије и визуелног управљања интелигентног мобилног робота применом емпиријске управљачке теорије. Развијени управљачки систем обухвата интеграцију интелигентног система базираног на метахеуристичком алгоритму оптимизације и емпиријски прикупљеним сензорским информацијама, машинском учењу демонстрацијом и управљачког подсистема заснованог на елементима хомографске матрице добијене од некалибрисане камере.

У оквиру другог поглавља образложен је технички проблем и дате су теоријске основе система управљања за оба разматрана проблема. У основим цртама представљене су теоријске поставке управљачких система на бази: (i) биолошки инспирисаног алгоритма оптимизације колонијом свитаца (уз теоријску поставку машинског учења демонстрацијом), као и (ii) хомографских елемената добијених од некалибрисане камере. Приказане су основе теорије ројева, са посебним акцентом на имплементираном метахеуристичком алгоритму оптимизације колонијом свитаца. Такође, описана су три основна модула машинског учења демонстрацијом који су, заједно са алгоритмом оптимизације, коришћени за убрзање конвергенције развијеног емпиријског алгоритма ка оптималном решењу. Изведен је израз за израчунавање трансляторне брзине мобилног робота на основу хомографије, уз приказ основних геометријских релација између два произвољна положаја камере. Модул демонстрација подразумева запис сензорских вредности неопходних за успешно извршавање постављеног задатка; модул машинског учења односи се на процес нелинеарног пресликавања скупа улазних података (очитавања са спољашњег сензора - камере) у скуп излазних података (скуп акција робота); модел научених акција обухвата извршавање сваке од акција и израчунавање грешке са аспекта успешности нелинеарног пресликавања скупова дефинисаних у претходном модулу. Такође, дата је математичка подлога оба управљачка подсистема уз навођење референтне литературе.

У трећем поглављу наведено је постојеће стање у свету. Иако не постоји много примера интеграције дефинисаних управљачких подсистема, актуелни резултати истраживања су детаљно описани. Дванаест референтних научних публикација је издвојено, приказујући релевантна истраживања од 1994. године до данас. Описани су научни радови који решавају проблем праћења жељене трајекторије користећи технике оптимизације које су базиране на алгоритму мравље колоније, генетичком алгоритму, као и методи оптимизације ројем честица. Такође, представљени су најзначајнији научни радови у области визуелног управљања мобилног робота на бази хомографије.

Четврто поглавље садржи суштину техничког решења приказану кроз концепцијско решење емпиријског управљачког система. Несавршености актуатора робота и услови у технолошком окружењу имају велики утицај на реализацију жељеног понашања робота. У циљу превазилажења ових проблема при управљању робота, оптимална трајекторија је одређена применом концепта машинског учења демонстрацијом и алгоритма оптимизације колонијом свитаца. Трајекторије су генерисане управљањем мобилног робота у технолошком окружењу помоћу команди које подлежу Гаусовој и/или униформној расподели. Након меморисања управљачких величина у овом модулу, започиње процес учења применом алгоритма оптимизације колонијом свитаца. Модул научених акција подразумева поступак тестирања кретања мобилног робота у реалном окружењу, користећи команде које су добијене алгоритмом оптимизације. У случају визуелног управљања, транслаторна брзина мобилног робота је одређена на основу хомографије односно елемената хомографске матрице, док је алгоритам оптимизације колонијом свитаца коришћен за генерисање управљачких величина за корекцију оријентације мобилног робота у лабораторијском моделу технолошког окружења.

Пето поглавље приказује експерименталну верификацију развијеног управљачког система на мобилном роботу *Khepera II – KheIIBase* са компатибилном камером *CMUCam VISION TURRET–KheCMUCam* и хватачем *KheGrip*. Комуникација између десктоп рачунара и робота, односно рачунара и камере се извршава помоћу *bluetooth*-а и *USB* адаптера (*RS232 to USB port*), следствено. Приказани су резултати два експеримента интелигентног управљања мобилног робота у домену унутрашњег транспорта материјала: (i) праћење жељене трајекторије и (ii) визуелно навођење и праћење трајекторије. Експериментални резултати су показали да је праћење жељене трајекторије и визуелно управљање на основу хомографије могуће успешно реализовати применом алгоритма оптимизације колонијом свитаца, као и да је могуће остварити манипулацију радног предмета у лабораторијском моделу технолошког окружења.

У оквиру закључка наглашена је предност развијеног емпиријског управљачког система у односу на позната постојећа решења. Потврђено је да нови емпиријски управљачки систем на бази метахеуристичког алгоритма оптимизације колонијом свитаца и хомографије карактеришу својства *адаптибилности* (доказане су одличне перформансе управљања мобилног робота у реалном времену), *флексибилности* (алгоритам управљања је могуће секвенцијално применити на више технолошких задатака) и *робустности* (није неопходно обезбедити додатну транспортну инфраструктуру у технолошком окружењу). Такође, у кратким цртама представљени су правци будућих истраживања на актуелном пројекту технолошког развоја (евид. бр. *TP35004*). У складу са датом анализом предлога техничког решења, као именовани рецензенти дајемо следеће

МИШЉЕЊЕ

Аутори нове методе (M85) под називом „Праћење жељене трајекторије и визуелно навођење мобилног робота у технолошком окружењу на бази биолошки инспирисаног метахеуристичког алгоритма” су на јасан начин описали концепцијско решење управљања мобилног робота на бази емпиријске управљачке теорије, алгоритма оптимизације колонијом свитаца, као и информација добијених од камере приликом решавања задатка манипулације радним предметима и навигације у лабораторијском моделу технолошког окружења. Резултати остварени применом ове нове методе указују на то да постоји очит допринос постојећем стању развоја, а потврђују и то да је омогућен једноставан и ефикасан начин реализације интелигентног управљачког система на бази емпиријски прикупљених сензорских информација. На основу увида у предлог нове методе и остварене резултате предлажемо Истраживачко-стручном већу Машинског факултета у Београду да се нова метода под називом „Праћење жељене трајекторије и визуелно навођење мобилног робота у технолошком окружењу на бази биолошки инспирисаног метахеуристичког алгоритма” прихвати као ново техничко решење.


Проф. др Мирко Ђапић

Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву



Доц. др Радиша Јовановић

Универзитет у Београду-Машински факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 2407/3
ДАТУМ: 19.12.2013.

На основу захтева проф.др Бојана Бабића бр. 2407/1 од 04.12.2013. године, одлуке о именовању рецензента и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 19.12.2013. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се Техничко решење под насловом: **„Праћење жељене трајекторије и визуелно навођење мобилног робота у технолошком окружењу на бази биолошки инспирисаног метахеуристичког алгоритма“**, чији су аутори: Марко Митић дипл.инж.маш., проф.др Зоран Миљковић, др Најдан Вуковић, научни сарадник и мр Иван Лазаревић, дипл.инж.маш., а позитивну рецензију поднели: др Мирко Ђапић, Факултет за машинство и грађевинарство, Краљево и доц.др Радиша Јовановић.

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

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

