

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 3127/2
ДАТУМ: 11.12.2014.

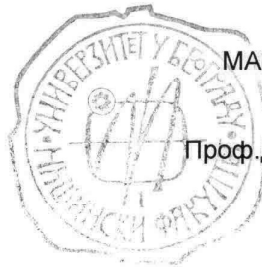
На основу захтева др Бојана Бабића, редовног професора Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 3127/1 од 03.12.2014. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 11.12.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ


Да се за рецензенте Техничког решења под насловом: „РЕПРОДУКЦИЈА КОМПЛЕКСНИХ ТРАЈЕКТОРИЈА МОБИЛНОГ РОБОТА НА БАЗИ БИОЛОШКИ ИНСПИРИСАНИХ АЛГОРИТАМА“ чији су аутори: др Марко Митић, истраживач сарадник, др Најдан Вуковић, научни сарадник, асист. Милица Петровић, дипл.инж.маш., асист. Јелена Петронијевић, дипл.инж.маш., проф. др Зоран Миљковић и мр Иван Лазаревић, дипл.инж.маш., именују:

- доц. др Радиша Јовановић, Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Мирко Ђапић, ванр. проф., Универзитет у Крагујевцу – Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву

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



2- ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА


Проф. др Милорад Милованчевић

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду бр. 3127/2 од 11.12.2014. године именовани смо за рецензенте нове методе под називом „Репродукција комплексних трајекторија мобилног робота на бази биолошки инспирисаних алгоритама” аутора: др Марко Митић, истраживач сарадник, др Најдан Вуковић, научни сарадник, асист. Милица Петровић, дипл. инж. маш., асист. Јелена Петронијевић, дипл. инж. маш., проф. др Зоран Миљковић и мр Иван Б. Лазаревић, дипл. инж. маш.. На основу предлога и након анализе методе подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Нова метода (М85) под називом „Репродукција комплексних трајекторија мобилног робота на бази биолошки инспирисаних алгоритама” представљена је на 11 страница А4 формата, коришћењем Times New Roman фонта величине 11 pt, једностраног прореда. Опис методе садржи 12 једначина, 3 слике и 7 табеларних приказа 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 репродукције комплексне трајекторије нехолономног мобилног робота применом емпиријске управљачке теорије. Развијени управљачки систем обухвата интеграцију интелигентног система базираног на биолошки инспирисаним метахеуристичким алгоритмима оптимизације и емпиријски прикупљеним сензорским информацијама, а који је базиран на машинском учењу демонстрацијом.

У оквиру другог поглавља образложен је технички проблем и дате су теоријске основе система управљања за проблем репродукције изабране трајекторије робота. У основним цртама представљене су теоријске поставке управљачких система на бази три различита биолошки инспирисана алгорита: (i) алгоритам оптимизације колонијом свитаца (енгл. *Firefly Algorithm-FA*), (ii) алгоритам оптимизације ројем честица (енгл. *Particle Swarm Optimization-PSO*), и (iii) алгоритам оптимизације колонијом слепих мишева (енгл. *Bat Algorithm-BA*). Такође, описана су три основна модула машинског учења демонстрацијом који су, заједно са изабраним алгоритмом оптимизације, коришћени за побољшање конвергенције развијеног емпиријског алгоритма ка оптималном решењу. Модул демонстрација подразумева запис управљачких команди неопходних за успешно извршавање постављеног задатка; модул машинског учења односи се на процес нелинераног пресликавања скупа улазних података (управљачке команде неопходне за реализацију различитих трајекторија) у скуп излазних података (скуп акција робота); модул научених акција обухвата извршавање сваке од акција и израчунавање грешке са аспекта успешности нелинерног пресликавања скупова дефинисаних у претходном модулу. Такође, дата је математичка подлога свих наведених алгоритама уз навођење псеудокода и референтне литературе.

У трећем поглављу наведено је постојеће стање у свету. Иако не постоји много примера имплементације биолошки инспирисаних алгоритама у домену учења трајекторија мобилног робота, актуелни резултати истраживања су детаљно описани. Девет референтних научних публикација је издвојено, приказујући релевантна истраживања од 1994. године до данас. Описани су научни радови који решавају проблем репродукције жељене трајекторије користећи технике оптимизације које су базиране на алгоритму мравље колоније, генетичком алгоритму, као и методи оптимизације ројем честица.

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 биолошки инспирисаних алгоритама оптимизације. Трајекторије су генерисане управљањем мобилног робота у окружењу помоћу команди које подлежу Гаусовој и/или униформној расподели. Након меморисања управљачких величина у овом модулу, започиње процес учења применом изабраног алгорита оптимизације (*FA*, *PSO* или *BA*). Модул научених акција подразумева поступак тестирања кретања мобилног робота, користећи команде које су добијене алгоритмом оптимизације. На крају, анализирају се перформансе алгорита и оцењује се успешност репродуковања изабране комплексне трајекторије.

Пето поглавље приказује експерименталну верификацију развијеног управљачког система на бази биолошки инспирисаних алгоритама оптимизације. Извршено је поређење *FA*, *PSO* и *BA* алгоритама оптимизације при реализацији две различите оптималне трајекторије. Такође, перформансе ових алгоритама су анализирани за различит број јединки у колонији (табела 5, табела 6 и табела 7). Најмања *RMSE* грешка, медијана и стандардна девијација добијене су у случају *FA* технике оптимизације. Зато је овај алгоритама изабран као оптимално решење проблема машинског учења и репродукције жељене трајекторије (слика 3). Показано је и то да је могуће одредити такав скуп управљачких команди робота који обезбеђује минималну грешку позиције и оријентације мобилног робота на крају кретања. Са слике 3 је такође уочљиво да робот успешно репродукује жељену трајекторију целом дужином, што је директна последица успешног учења и генерисања управљачких команди на бази *FA* алгоритама.

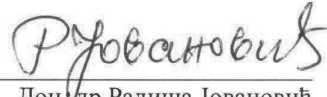
У оквиру закључка наглашена је предност развијеног емпиријског управљачког система у односу на позната постојећа решења. Потврђено је да нови емпиријски управљачки систем на бази биолошких алгоритама оптимизације карактеришу својства *флексибилности* (алгоритама управљања је могуће секвенцијално применити на више технолошких задатака) и *робустности* (није неопходно обезбедити додатну транспортну инфраструктуру у окружењу). Такође, у кратким цртама, представљени су правци будућих истраживања на актуелном пројекту технолошког развоја (евид. бр. ТР35004). У складу са датом анализом предлога техничког решења, као именовани рецензенти дајемо следеће

МИШЉЕЊЕ

Аутори нове методе (M85) под називом „**Репродукција комплексних трајекторија мобилног робота на бази биолошки инспирисаних алгоритама**” су на јасан начин описали концепцијско решење управљања мобилног робота на бази емпиријске управљачке теорије, машинског учења демонстрацијом и биолошки инспирисаних алгоритама оптимизације. Резултати остварени применом ове нове методе указују на то да постоји очит допринос постојећем стању развоја, а потврђују и то да је омогућен ефикасан начин реализације машинског учења и репродукције комплексних трајекторија нехолономног мобилног робота у технолошком окружењу. На основу увида у предлог нове методе и остварене резултате предлажемо Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да се нова метода под називом „**Репродукција комплексних трајекторија мобилног робота на бази биолошки инспирисаних алгоритама**” прихвати као ново техничко решење.


Проф. др Мирко Бапић
Универзитет у Крагујевцу

Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву


Доц. др Радиша Јовановић

Универзитет у Београду-Машински факултет

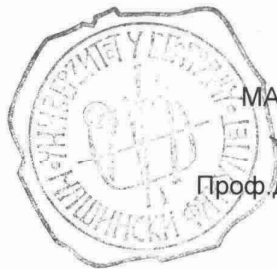
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 3127/3
ДАТУМ: 26.12.2014.

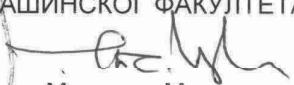
На основу захтева др Бојана Бабића, редовног професора Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 3127/1 од 03.12.2014. године и чл. 63. Статута Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 25.12.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се Техничко решење (М85) под насловом: „РЕПРОДУКЦИЈА КОМПЛЕКСНИХ ТРАЈЕКТОРИЈА МОБИЛНОГ РОБОТА НА БАЗИ БИОЛОШКИ ИНСПИРИСАНИХ АЛГОРИТАМА“ чији су аутори: др Марко Митић, истраживач сарадник, др Најдан Вуковић, научни сарадник, асист. Милица Петровић, дипл.инж.маш., асист. Јелена Петронијевић, дипл.инж.маш., проф. др Зоран Миљковић и мр Иван Лазаревић, дипл.инж.маш.

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



Д Е К А Н
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милорад Милованчевић