

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
БРОЈ: 3253/19
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 TR-35004, под насловом: **„Нови хибридни емпиријски управљачки систем интелигентног робота вертикалне зглобне конфигурације базиран на информацијама од камере“**, чији су аутори: дипл.инж.маш. Марко Митић, проф.др Зоран Миљковић, дипл.инж.маш. Најдан Вуковић, проф.др Бојан Бабић и мр Иван Лазаревић, именују:

- проф.др Михаило Лазаревић и
- проф.др Жарко Ђојбашић, МФ у Нишу.

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

ПРОДЕКАН
ЗА НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКУ ДЕЛАТНОСТ



Проф.др Војкан Лучанин

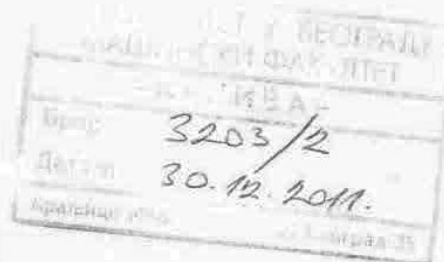


Одлуком Истраживачко-стручног већа Машинског факултета у Београду бр. 3203/1 од 23.12.2011. године именовани смо за рецензенте нове методе под називом „Нови хибридни емпиријски управљачки систем интелигентног робота вертикалне зглобне конфигурације базиран на информацијама од камере” аутора: Марко Митић, дипл.инж.маш., проф. др Зоран Миљковић, Најдан Вуковић, дипл.инж.маш., проф. др Бојан Бабић, мр Иван Б. Лазаревић, дипл.инж.маш. На основу предлога и након анализе методе подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Нова метода (M85) под називом „Нови хибридни емпиријски управљачки систем интелигентног робота вертикалне зглобне конфигурације базиран на информацијама од камере” представљена је на 11 страница А4 формата, коришћењем Times New Roman фонта величине 11 pt, једностраног проредка. Опис методе садржи 20 једначина, 7 слика и 2 табеларна 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.



Нова метода припада области производних технологија и директно се односи на развој и експерименталну верификацију новог емпиријског управљачког система интелигентног робота. Развијени хибридни управљачки систем обухвата интеграцију интелигентног система базираног на емпиријски прикупљеним информацијама од камере и класичног управљачког система робота на бази грешке која је у корелацији са параметрима слике.

У другом поглављу образложен је технички проблем и дате су теоријске основе оба подсистема управљања базираних на информацијама од камере. Представљена је основна подела управљања на бази информација од камере, као и дефиниција појма карактеристичне тачке слике објеката. Описан је емпиријски управљачки систем базиран на машинском учењу ојачавањем, уз приказ теоријских основа имплементираних вештачке неуронске мреже (ВНМ) која врши апроксимацију вредносне функције пара стање-акција. Такође, приказане су и теоријске поставке класичног управљачког система на основу грешке у параметрима слике. Детаљно је дата математичка подлога управљачких система понаособ, уз навођење референтне литературе из ове области.

У трећем поглављу наведено је постојеће стање у свету. Иако не постоји много примера интеграције дефинисаних управљачких система, актуелни резултати истраживања су детаљно описани. Пет референтних научних публикација је издвојено, приказујући релевантна истраживања од 2000. године до данас. Приликом описа сваког од њих наведена је основна идеја уз наглашавање једног или више главних недостатака.

Четврто поглавље садржи суштину техничког решења приказану кроз концепцијско решење хибридног управљачког система. Описани алгоритам емпиријског управљачког система представља ток информација унутар главног управљачког кода реализованог у *Matlab*[®] софтверском пакету. Иницијализација параметара управљачког система обухвата дефинисање жељених области за обе фазе управљања, подешавање тежинских односа ВНМ, као и подешавања параметра активације и параметра учења вредносне функције. Указано је на две фазе у оквиру новог хибридног управљања робота вертикалне зглобне конфигурације. Прва фаза управљања базираног на информацијама од камере односи се на кориговање грешке оријентације камере. Ова корекција роботског система остварена је применом машинског Q -учења на бази ВНМ са дефинисаном базом карактеристичних вредности за обучавање. У другој фази управљања два подсистема управљања у зависности од положаја карактеристичне тачке су дефинисана. У случају да се карактеристична тачка налази у другој жељеној области врши се корекција позиције камере у простору применом класичног управљања на основу грешке у параметрима слике. Уколико се у

неком тренутку карактеристична тачка нађе изван ове области, корекција оријентације камере се остварује уз примену машинског Q -учења на бази ВНМ.

Пето поглавље приказује добијене симулационе резултате и експерименталну верификацију на роботу вертикалне зглобне конфигурације. Симулација новог хибридног емпиријског управљачког система развијена је у *Matlab*[®] окружењу. Дефинисани су жељена и тренутна позиција и оријентација камере на почетку симулације. Такође, иницијализација је обухватала одређивање жељених области за обе фазе управљања у циљној равни слике објеката. Добијени резултати указују на то да се по завршетку симулације позиција и оријентација камере у потпуности поклапа са жељеним положајем.

Експериментални систем за верификацију предложеног концепта емпиријског управљања чине: робот вертикалне зглобне конфигурације *NeuroArm Manipulator System*, компатибилна камера *CMUCam3* и десктоп рачунар са *WindowsXP* оперативним системом. Дат је упоредни приказ почетне, циљне и крајње слике објеката. Уочљива је незнатна разлика између циљне слике и слике на крају експеримента, што несумњиво потврђује валидност описаног управљачког система. Приказан је и положај препознатих и упарених карактеристичних тачака тренутне и циљне слике, као и промена брзине камере у току извођења експеримента. Сагледавањем свих датих приказа може да се уочи да варијација вредности брзина током експеримента нема пресудан утицај на коначно позиционирање роботског система.

У оквиру закључка наглашена је предност развијеног хибридног управљачког система у односу на позната постојећа решења. Постојање само једне карактеристичне тачке ради кориговања оријентације камере у почетном тренутку представља значајну предност у реалним, непредвидивим условима експлоатације роботског система. Поред тога, важно је да се нагласи и то да применом приказаног хибридног емпиријског управљања роботски систем има могућност учења у „*online*” режиму, с обзиром да се у свакој итерацији ВНМ додатно обучава. Такође, увођењем друге фазе управљања обезбеђена је робустност система са становишта поремећаја који се не могу предвидети. На крају закључка дат је кратак осврт на правац будућих истраживања.

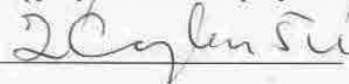
У складу са анализом предлога техничког решења, као именовани рецензенти дајемо следеће

МИШЉЕЊЕ

Аутори нове методе (M85) под називом „Нови хибридни емпиријски управљачки систем интелигентног робота вертикалне зглобне конфигурације базиран на информацијама од камере” су на јасан начин описали основне теоријске концепте новог хибридног управљачког система. Хибридни емпиријски управљачки систем обухвата две фазе управљања које га чине робустним са становишта непредвидивих утицаја генерисаних из спољашњег 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 базираног на информацијама добијеним од камере. Посебно је важно нагласити да остварени резултати имају за крајњи циљ увођење интелигентне роботизоване манипулације радним предметима (припремак, обрадак, израдак, готов део) у оквиру технолошких система за производњу делова од лима, што је значајно са аспекта примене ове нове методе. На основу увида у предлог нове методе и остварене резултате предлажемо Истраживачко-стручном већу Машинског факултета у Београду да се нова метода под називом „Нови хибридни емпиријски управљачки систем интелигентног робота вертикалне зглобне конфигурације базиран на информацијама од камере” прихвати као ново техничко решење.



Проф. др Михаило Лазаревић
Универзитет у Београду-Машински факултет



Проф. др Жарко Ђојбашић
Универзитет у Нишу-Машински факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
-МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ-

Број: 3203/2

Датум: 28.12.2011. год.

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 „Нови хибридни емпиријски управљачки систем интелигентног робота вертикалне зглобне конфигурације базиран на информацијама од камере“, чији су аутори: дипл.инж.маш. Марко Митић, проф.др Зоран Миљковић, дипл.инж.маш. Најдан Вуковић, проф.др Бојан Бабић и мр Иван Лазаревић.

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



ПРОДЕКАН ЗА
НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКУ ДЕЛАТНОСТ

Проф. др Војкан Лучанин