

Одлуком Истраживачко-стручног већа Машинског факултета у Београду бр. 75/1 од 22.04.2010. године именовани смо за рецензенте нове методе под називом „*Matlab*[®] апликација за симулацију проблема локализације и симултане локализације и изградње мапе технолошког окружења интелигентних мобилних робота” аутора: Најдан Вуковић дипл. инж. маш., проф. др Зоран Миљковић, проф. др Бојан Бабић, др Божица Бојовић дипл. инж. маш. На основу предлога техничког решења и након анализе подносимо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „*Matlab*[®] апликација за симулацију проблема локализације и симултане локализације и изградње мапе технолошког окружења интелигентних мобилних робота” представљено је на 11 страница А4 формата, коришћењем Times New Roman фонта величине 11 pt, једностраног прореда. Опис методе садржи 15 једначина, четири слике и два табеларна приказа резултата примене софтверске апликације представљених у следећих шест тематских целина уз списак коришћене литературе:

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

Развијена софтверска апликација припада области машинства и директно се односи на симулацију проблема одређивања положаја мобилног робота и положаја карактеристичних објеката током кретања мобилног робота у технолошком окружењу, па се стога може уврстити у напредне производне технологије. Проблем одређивања положаја мобилног робота и објеката у технолошком окружењу представља неопходну основу за развој интелигентних мобилних робота аутономних у погледу континуалног људског надзора, који у оквиру технолошког окружења могу бити примењени за потребе обављања унутрашњег транспорта. Наводи се и да тестирање у реалном времену, без претходно спроведене симулације проблема, може бити контрапродуктивно и допринети продужењу укупног времена потребног за развој.

У другом поглављу предлога указано је на то да локализација представља проблем одређивања положаја мобилног робота у односу на спољашњи координатни систем користећи познати положај непокретних карактеристичних објеката у окружењу. Са друге стране, могуће је дефинисати и општији проблем - симултану (истовремену) локализацију и изградњу мапе технолошког окружења, у коме се усваја да положај карактеристичних објеката није познат *a priori* већ се од мобилног робота очекује да у односу на непокретни спољашњи координатни систем одреди свој положај, али и положај непокретних објеката (изградња мапе технолошког окружења). Константовано је и да примена теорије естимације обезбеђује математичку формулацију полазних проблема у циљу моделирања несавршености сензорског и управљачког подсистема мобилног робота. У наставку приказа новог техничког решења уведени су математички модели полазних проблема, као и модел кретања мобилног робота и модел перцепције. Указано је да је општа математичка формулација проблема представљена преко Бајесовог филтра чије решење у аналитичком облику није могуће одредити за општи случај. Увођењем претпоставки о Гаусовој расподели модела кретања и модела перцепције мобилног робота могуће је одредити решење проблема филтрације представљено Бајесовим филтром у виду Калмановог филтра. Међутим, услед нелинеарности усвојених модела кретања и модела перцепције мобилног робота неопходно је извршити одговарајућу трансформацију у циљу примене основног алгоритма Калмановог филтра. Проблему нелинеарности приступљено је коришћењем два приступа, где је један базиран на линеаризацији полазних модела развојем у Тејлоров ред и задржавањем на члановима првог степена и други базиран на дефинисању одговарајућих тачака које моделирају Гаусову густину расподеле до малих величина другог реда.

У трећем поглављу указано је да постојећа решења проблема у виду софтверске апликације у *Matlab*[®] окружењу за симулацију не омогућавају и симулацију проблема локализације или примену у реалном времену. Наводи се и да је софтверска апликација тестирана за естимацију положаја едукационог мобилног робота *LEGO Mindstorms NXT* у реалном времену (проблем локализације), док су истраживања на примени апликације за потребе симултане локализације и изградње мапе окружења на лабораторијском мобилном роботу *Khepera* у току. Четврто поглавље даје приказ основног кода у *Matlab*[®] окружењу и указује на основне величине које треба усвојити и унети ради почетка спровођења симулације.

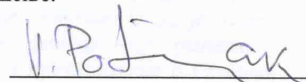
У петом поглављу дати су резултати остварени симулацијом полазних проблема и експлоатацијом софтверске апликације у реалном времену на мобилном роботу. У првом делу петог поглавља приказана је симулација проблема локализације мобилног робота током кретања по унапред задатој путањи и помоћу пет графичких приказа дато је појашњење о генерисаним резултатима остварено применом Калмановог филтра. Након приказа резултата симулације проблема локализације у предлогу новог техничког решења приказује се симулација проблема локализације и симултане изградње технолошког окружења. У шест графичких приказа даје се приказ резултата симулације и појашњава се остварени резултат. Упоредни приказ стварних и оцењених координата карактеристичних објеката технолошког окружења дат је у облику табеларног приказа који указује на конзистентност симулационих резултата. У трећем делу петог поглавља приказани су резултати естимације положаја остварени применом софтверске апликације у реалном времену током кретања едукационог мобилног робота *LEGO Mindstorms NXT* у лабораторијском моделу технолошког окружења. Резултати оцене положаја мобилног робота и оствареног положаја указују на применљивост развијене софтверске апликације у реалном времену.

На крају, у закључку предлога техничког решења, констатовано је да могућност примене појединих делова апликације у реалном времену представља посебан допринос. Посебно је важно истаћи примену развијене софтверске апликације у образовне сврхе као помоћног наставног средства за извођење лабораторијских вежби на Дипломским академским студијама модула за производно машинство Машинског факултета у Београду.

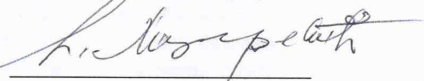
У складу са анализом предлога техничког решења, као именовани рецензенти дајемо следеће

М И Ш Љ Е Њ Е

Аутори новог решења „*Matlab*[®] апликација за симулацију проблема локализације и симултане локализације и изградње мапе технолошког окружења интелигентних мобилних робота” су на јасан начин описали основне теоријске концепте проблема локализације и симултане локализације и изградње мапе технолошког окружења. Примена развијене софтверске апликације омогућава симулацију полазних проблема, али и примену у реалном времену за потребе естимације положаја мобилног робота и карактеристичних објеката у технолошком окружењу. Остварени резултати указују да постоји јасан допринос постојећем стању и да примена нове софтверске апликације омогућава једноставан и ефикасан начин симулације полазних проблема, али и њихово решавање у реалном времену током кретања мобилног робота. На основу увида у предлог и остварене резултате предлажемо Истраживачко-стручном већу Машинског факултета у Београду да се техничко решење под називом „*Matlab*[®] апликација за симулацију проблема локализације и симултане локализације и изградње мапе технолошког окружења интелигентних мобилних робота” прихвати као ново техничко решење.



Проф. др Вељко Поткоњак
Универзитет у Београду-Електротехнички факултет



Проф. др Михаило Лазаревић
Универзитет у Београду-Машински факултет