



# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 30.08.2016. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Хане Гостимир под насловом „Примена робота *KUKA LBR iiwa* у пословима манипулације објектима у радном окружењу човека“ (*Pick-and-Place Robot Application Using KUKA LBR iiwa Robot in the Working Environment of Human*). Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Хана Гостимир је рођена 16.12.1990. године у Београду. Гимназију је завршила у Београду са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписала је 2009. године, на одсеку за Електротехнику и рачунарство. Дипломирала је у септембру 2013. године са просечном оценом на испитима 8.99, на дипломском 10.00. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду је уписала октобра 2013. на Модулу за Сигнале и системе. Положила је све испите са просечном оценом 10.00.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 64 страна, са укупно 63 слика, 35 референци и 2 додатка: (А) Хватаљка – додатна документација; (Б) *AIP* – Процес рада. Рад садржи увод, 6 поглавља и закључак (укупно 8 поглавља), листу слика, списак коришћене литературе и 2 додатка.

Прво поглавље представља увод у коме су описани: задати пројекат, мотивација, циљ/исход рада, и структура извештаја.

У другом поглављу је дат увид у интралогистику, процес узимања артикала из кутије и опис задатка – аутоматизација тог процеса: принцип рада, изглед решења, и перформансе *AIP (Automated Item Picking)* система.

У трећем поглављу је дат преглед стања у области, уз детаљан увид у: тржиште – патенти и конкуренција; и у доступну технологију – робот, хватаљка, и визија.

Четврто поглавље уводи у сарадњу човека и робота, од идеје о тој сарадњи у *AIP* станици, до детаљног описа робота *KUKA LBR iiwa*.

У оквиру петог поглавља детаљно је описан хардверски део система који обухвата: *AutoStore* систем за складиштење – робот, радна станица, кутије и производи; и *AIP* прототип – робот *KUKA lbr iiwa*, хватаљка *Schmalz*, камера *Matrix Vision mvBlueFox3 1013GE*, и интегрисано решење.

Шесто поглавље описује део система који се односи на софтвер: *KUKA Sunrise Workbench* – кретање робота, и дефинисање осетљивости/сензитивности у зглобу робота; као и *Halcon* – детекција артикала помоћу *Halcon* софтвера.

Седмо поглавље представља примене: узимање артикала у простору у присуству човека; и узимање артикала у равни у присуству човека.

Осмо поглавље је закључак у оквиру кога је анализиран значај описаног решења и предложен конкретан могући будући рад.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Овај мастер рад је произашао из практичне примене робота у лабораторијским условима и нуди резултате искуства у конкретној примени *KUKA LBR iiwa* робота у радном окружењу човека.

Мастер рад дипл. инж. Хане Гостимир бави се применом робота *KUKA LBR iiwa* у радном окружењу човека за апликацију узимања предмета из кутије. Циљ рада је био реализација хибридног решења за аутоматско узимање артикала из кутије применом робота *KUKA LBR iiwa* у сарадњи са човеком. Након истраживања сродних тема у овој области, уследила је реализација хибридног решења, тестирање система, као и идентификовање разлика аутоматског узимања предмета из кутије – на примеру робота *KUKA LBR iiwa* – у одсуству, односно у присуству човека (реално могућа колизија при извршавању задатка). На овај начин је извршена анализа безбедне интеракције робота и човека за примену код савремених индустријских робота.

Основни доприноси рада су: 1) представњене су 2 апликације за аутоматско узимање из кутије детектованих 2D и 3D визијом, обе у сарадњи са човеком, чиме је започет процес тестирања будућег револуционарног производа у области интралогијске – хибридног аутоматског решења у коме човек и робот спајањем појединачних предности стварају високо ефикасан, флексибилан, поновљив и робустан систем; 2) прецизни предлози за будући рад: (а) пронаћи решење за узимање објеката у свим областима кутије независно од броја вакуум сисалки које се користе – у крајњем случају, уколико се оно не пронађе – усвојити да дизајн хватаљке није био најподобнији и правити нови; (б) увођење алгорита по коме би систем рачунао најбољу могућу позицију за спуштање артикла у кутију са поручбином, јер то у првој фази прототипа уопште није било узето у обзир; (в) у области визије, побољшање осветљења; (г) направити стабилно постоље за систем за детекцију како би се избегле непотребне калибрације камере изнова.

### 4. Закључак и предлог

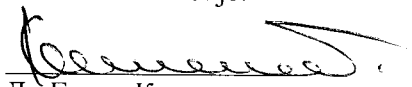
Кандидаткиња Хана Гостимир је у свом мастер раду из области роботике успешно решила проблем реализације хибридног решења за аутоматско узимање артикала из кутије применом робота *KUKA LBR iiwa* у сарадњи са човеком. Остварени резултати и предлози за будући рад могу значајно послужити као подстицај даљим истраживањима у области безбедне интеракције робота и човека.

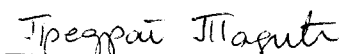
Кандидаткиња је исказала самосталност и систематичност у свом поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Хане Гостимир прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 31. 08. 2016. године

Чланови комисије:

  
Др Горан Квашчев, доцент

  
Др Предраг Тадић, доцент