



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 21.1.2020. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Јован Шумарац под насловом „Синтеза управљања индустријским Универзалним роботом UR-5 по сили и моменту на хватаљци“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Јован Шумарац је рођен 29.03.1995. године у Београду. Гимназију је завршио у Београду са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2014. године. Дипломирао је у септембру 2018. године на Одсеку за сигнале и системе са просечном оценом на испитима 9,33, на дипломском раду 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао октобра 2018. на Модулу за сигнале и системе. Положио је све испите са просечном оценом 10,00.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 53 стране, са укупно 22 слике, 3 табеле и 21 референцом. Рад садржи увод, 5 поглавља и закључак (укупно 7 поглавља), списак коришћене литературе и 3 прилога.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљено је управљање силом у задацима интеракције робота, задаци где се оно користи и његове предности, као и његова посебна врста – импедансно управљање.

У другом поглављу је укратко описано стање у области којом се мастер рад бави. Представљени су неки значајни радови из области импедансног управљања као и доступне праткичне реализације на роботу UR-5.

У трећем поглављу дати су принципи моделирања овог индустријског робота и изложено је добијање његовог кинематичког и динамичког модела, који су коришћени и са анализу рада робота UR-5.

Четврто поглавље представља методе управљања индустријским роботима као што је UR-5. Затим се анализира контролер конкретног робота, његова затворена архитектура и представљају се његове могућности и ограничења. Коначно, у овом поглављу су изложени принципи импедансног управљања, његова примена на UR-5 и симулациона имплементација.

У оквиру петог поглавља одрађена је симулација UR-5 робота у програмском пакету *Matlab*. Робот је моделиран, испланирана је одговарајућа трајекторија и реализован је импедансни контролер. Представљена је реализација система у графичком окружењу *Simulink* и приказани су резултати симулације.

Шесто поглавље представља практичан експеримент одрађен на самом роботу. Приказано је понашање робота приликом управљачког задатка који подразумева истовремено управљање позицијом и силом на врху хватаљке. Описан је хардвер и софтвер коришћен за управљање роботом, а приказана је и комуникација робота са екстерним РС рачунаром. Дати су резултати експеримента.



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 21.1.2020. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Јован Шумарац под насловом „Синтеза управљања индустријским Универзалним роботом UR-5 по сили и моменту на хватаљци“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Јован Шумарац је рођен 29.03.1995. године у Београду. Гимназију је завршио у Београду са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2014. године. Дипломирао је у септембру 2018. године на Одсеку за сигнале и системе са просечном оценом на испитима 9,33, на дипломском раду 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао октобра 2018. на Модулу за сигнале и системе. Положио је све испите са просечном оценом 10,00.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 53 стране, са укупно 22 слике, 3 табеле и 21 референцом. Рад садржи увод, 5 поглавља и закључак (укупно 7 поглавља), списак коришћене литературе и 3 прилога.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљено је управљање силом у задацима интеракције робота, задаци где се оно користи и његове предности, као и његова посебна врста – импедансно управљање.

У другом поглављу је укратко описано стање у области којом се мастер рад бави. Представљени су неки значајни радови из области импедансног управљања као и доступне праткичне реализације на роботу UR-5.

У трећем поглављу дати су принципи моделирања овог индустријског робота и изложено је добијање његовог кинематичког и динамичког модела, који су коришћени и са анализу рада робота UR-5.

Четврто поглавље представља методе управљања индустријским роботима као што је UR-5. Затим се анализира контролер конкретног робота, његова затворена архитектура и представљају се његове могућности и ограничења. Коначно, у овом поглављу су изложени принципи импедансног управљања, његова примена на UR-5 и симулациона имплементација.

У оквиру петог поглавља одрађена је симулација UR-5 робота у програмском пакету *Matlab*. Робот је моделиран, испланирана је одговарајућа трајекторија и реализован је импедансни контролер. Представљена је реализација система у графичком окружењу *Simulink* и приказани су резултати симулације.

Шесто поглавље представља практичан експеримент одрађен на самом роботу. Приказано је понашање робота приликом управљачког задатка који подразумева истовремено управљање позицијом и силом на врху хватаљке. Описан је хардвер и софтвер коришћен за управљање роботом, а приказана је и комуникација робота са екстерним РС рачунаром. Дати су резултати експеримента.

Седмо поглавље је закључак у оквиру кога је представљен значај описаног решења и могућа даља унапређења. Резимирани су резултати рада, изазови и ограничења приликом пројектовања управљања.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Јована Шумарца се бави проблематиком реализације импедансног управљања као опште прихваћене методе за управљање роботима у задацима интеракције са конкретном применом на индустријски манипулатор UR-5. Оваква врста комбинованог управљања позицијом и силом на врху хваталке робота налази све већу примену у савременој роботизици, у задацима као што су заваривање, бушење, шрафљење итд. па се тако и реализовани резултати могу применити у сличне сврхе.

Контролер је реализован и имплементиран на роботу у програмском окружењу *Matlab/Simulink*. Одрађена је симулација задатка и приказани су њени резултати што представља добру основу за практично пројектовање контролера. Одрађен је експеримент на самом роботу у сарадњи са Институтом „Михајло Пупин“ и приказано је како се сличан задатак обавља коришћењем управљања реализованог на контролеру робота.

Основни доприноси рада су: 1) приказ и методологија импедансног управљања и његова симулациона примена на роботу UR-5 у програмском пакету *Matlab*, 2) развој програма за импедансно управљање самим роботом и њихова даља употреба у складу са потребама Института „Михајло Пупин“ 3) могућност наставка рада на развоју овог контролера и његовој практичној имплементацији.


4. Закључак и предлог

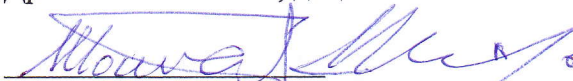
Кандидат Јован Шумарац је у свом мастер раду успешно решио проблем пројектовања импедансног контролера и приказао његову примену на индустријском манипулатору UR-5 у симулационом окружењу *Matlab/Simulink*. Потом је експериментом на самом роботу приказано реализацију на самом контролеру робота. Резултати су анализирани и упоређени, чиме је постављен добар оквир за практичну реализацију импедансног управљања и његову даљу примену и унапређења.

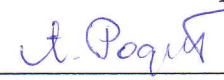
Кандидат је исказао самосталност и систематичност у реализацији задатка, као и иновативне елементе у решавању проблематике разматране у овом раду. На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Јован Шумарац прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 22. 7. 2020. године

Чланови комисије:


Др Коста Јовановић, доцент


Др Томислав Шекара, редовни професор


Др Александар Родић, научни саветник