

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 20.8.2024. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Никола Ружић под насловом „Развој метода за реализацију покрета узимања и бацања објеката колаборативним роботом”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Никола Ружић је рођен 11.02.2000. године у Београду. Гимназију је завршио у Београду са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2019. године, на одсеку за Сигнале и системе. Дипломирао је у септембру 2023. године са просечном оценом на испитима 8,78, на дипломском 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао октобра 2023. на модулу за Сигнале и системе. Положио је све испите са просечном оценом 10,00.

#### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Никола Ружић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирана су постојећа решења и проблеми у области пројектовања алгорита за управљање робота ради реализације покрета узимања и бацања предмета. Истраживањем области утврђено је да постоје реализације покрета узимања и бацања коришћењем: минимизације резидуала, аутоенкодерским приступом генерације трајекторија, применом учења са подстицајем за минимизацију дистанце предмета и циља. Анализом решења је утврђено да учење са подстицајем и минимизација резидуала доводе до најбољих резултата.

#### 3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 51 страна од чега прилог обухвата 4 стране са укупно 33 слика, 3 табеле и 17 референци. Рад садржи увод, 3 поглавља и закључак (укупно 5 поглавља), спискове коришћене литературе, скраћеница, слика и табела.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљене су најчешће коришћене технике за манипулацију. Дат је преглед различитих техника дубоког учења у роботици. Разматране су различите мотивације коришћена машинског учења у роботици. Описане су различите методе за генерисање података коришћењем симулационих окружења.

У другом поглављу је дат преглед најчешће коришћењих методологија за решавање проблема узимања и бацања предмета коришћењем колаборативног робота. Први део поглавља описује методологију учења са подстицајем коришћењем алгорита *Advantage Actor Critic*. Даље је описана методологија генерације трајекторије за извршавање покрета узимања и бацања са освртом на коришћени контролер који је базиран на инверзној кинематици. Након тога је описана методологија коришћења алгорита машинског учења ради оптимизације времена отпуштања предмета.

У трећем поглављу су представљени резултати примене методологије учења са подстицајем, као и методологије хибридног контролера са машинским учењем. Резултати алгорита учења са подстицајем су се састојали од графика укупне генерисане награде и



остварене дистанце између предмета и циља након бацања. Дате су симулиране зависности времена пуштања од дистанце између предмета и робота након бацања коришћењем развијеног контролера. Затим је приказана евалуација алгоритама машинског учења на генерисаом сету података позиција предмета након бацања и времена пуштања.

Четврто поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај описаног решења и могућа даља унапређења. Резимирани су резултати рада, изазови приликом реализовања алгоритама и постављени циљеви за будући рад.

#### 4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Николе Ружића се бави проблематиком пројектовања алгоритама за генерацију покрета узимања и бацања коришћењем колаборативног робота Франка Емика Панда. Овакви алгоритми налазе низ примена у оквиру роботике, конкретно у задацима који поседују велике нелинеарности и одступања од моделованих физичких појава услед интеракције са околином.

Након пројектовања симулације контролера за колаборативног робота Франка Емика Панда, генерисан је сет података коришћењем симулатора *Isaac Sim*. Затим су искоришћени генерисани подаци ради тренирања модела насумичне шуме. Модел је примењен да одреди оптимално време пуштања предмета ради погађања циља.

Основни доприноси рада су: 1) приказ и методологија пројектовања алгоритама за генерацију покрета узимања и бацања; 2) примена пројектованог контролера на симулираном колаборативном роботу Франка Емика Панда.

#### 5. Закључак и предлог

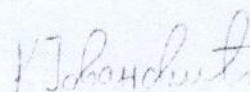
Кандидат Никола Ружић је у свом мастер раду успешно решио проблем пројектовања алгоритама за генерацију покрета бацања и развио систем који успешно интерагује са околином у извршавању покрета бацања. Предложени алгоритми могу значајно да допринесу проблемима манипулације у индустрији.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

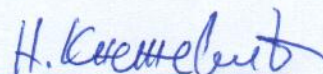
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Никола Ружић прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 10.09.2024. године

Чланови комисије:



др Коста Јовановић, ванр. проф.



Никола Кнежевић, асистент