

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 09.05.2023. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Марка Шушњара под насловом „Локализација, планирање кретања и управљање аутономним дроном у окружењу за трке”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Марко Шушњар је рођен 08.09.1998. године у Београду. Завршио је првих шест разреда Основне школе „Свети Сава” у Панчеву, а седми и осми разред у Основној школи при Математичкој гимназији у Београду, као носилац дипломе „Вук Караџић” и ђак генерације. Уписао је Математичку гимназију у Београду, коју је завршио 2017. године, такође као вуковац и ђак генерације. Током школовања освојио је велики број награда на државним и међународним такмичењима из физике, математике и програмирања, међу којима и сребрну медаљу на Међународној олимпијади из физике 2017. године. Електротехнички факултет уписао је 2017. године. Дипломирао је у јулу 2021. године на одсеку за Сигнале и системе са просечном оценом 10, као најбољи студент у генерацији. Током студија радио је као демонстратор при Катедри за општу електротехнику и Катедри за сигнале и системе, а стручну праксу је радио у Мајкрософтовом развојном центру у Београду. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је у октобру 2021. године на модулу Сигнали и системи. Положио је све испите са просечном оценом 10.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Марко Шушњар је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област перцепције и управљања малим беспилотним летелицама. Конкретно, анализирана су постојећа решења и проблеми приликом локализације, планирања кретања и управљања дроном у тркама аутономних дрона. Истраживањем области утврђено је да се применом конволуционе неуралне мреже за перцепцију може остварити добра детекција капија и локализација дрона у односу на њих, као и да се комбинацијом линеаризације затварањем повратне спреге и предиктивним управљањем базираним на моделу може добити ефикасан управљачки систем за праћење задате путање са аналитичким решењем.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 61 страну са укупно 37 слика, 7 табела и 40 референци. Рад садржи увод, 6 поглавља и закључак (укупно 8 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљена су окружења за трке дрона и најчешће коришћени алгоритми за решавање проблема локализације, планирања кретања и управљања дроновима.

У другом поглављу је изведен математички модел дрона полазећи од једначина кинематике и динамике, а затим је дат кратак преглед карактеристика дрона коришћеног у раду.

У трећем поглављу је детаљно изложен систем управљања за праћење задате путање, који се састоји од контролера на бази линеаризације затварањем повратне спреге за управљање позицијом и предиктивног управљања базираног на моделу за управљање оријентацијом дрона. Модел је представљен у линеарном облику са променљивим параметрима и изведене су једначине којима се долази до аналитичког решења оптималног управљања.

Четврто поглавље описује планирање кретања дрона. Представљена је машина стања којом се обезбеђује прилазак капији и безбедан пролазак кроз њу, као и једначине за генерисање путање између карактеристичних тачака полиномском интерполацијом.

У оквиру петог поглавља је представљен систем за локализацију дрона у односу на капије на стази. Приказана је архитектура конволуционе неуралне мреже заснована на *PoseNet* архитектури и описан поступак прикупљања података за обучавајући скуп и метод обучавања мреже.

Шесто поглавље описује симулацију у *Gazebo* симулатору у *ROS*-у применом *RotorS* пакета. Приказано је симулационо окружење и резултати система у неколико различитих стаза полазећи из различитих почетних позиција.

У седмом поглављу је дат опис експерименталног окружења са стварним *Tello* дроном, изложене су разлике у односу на симулацију и начин на који су превазиђене и приказани резултати.

Осмо поглавље представља закључак у оквиру кога су резимирани постигнути резултати и наведене предности и мане примењених алгоритама. Наведена су могућа побољшања и идеје за даљи рад.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Марка Шушњара се бави проблематиком пројектовања система за аутономно кретање дрона кроз окружење за трке дрона користећи предњу камеру за детекцију капија. У раду су, применом разноврсних техника, успешно решени изазови управљања дроном, планирања кретања и локализације у односу на капију.

Основни доприноси рада су: 1) реализовање система управљања дроном за праћење задате путање; 2) прикупљени подаци за обучавање конволуционе неуралне мреже за локализацију и обучен модел; 3) припрема симулационог окружења за рад са *Tello* дроном у *ROS*-у; 4) прикупљање података и извођење експеримента у стварном окружењу; 5) реализован систем способан за успешно аутономно кретање у окружењу за трке у симулацији и у стварном окружењу.

5. Закључак и предлог

Кандидат Марко Шушњар је у свом мастер раду успешно решио проблеме управљања за потребе праћења задате путање, планирања кретања и локализације дрона дубоком неуралном мрежом, чиме је реализовао систем за аутономно кретања дрона у окружењу за трке.

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. Марка Шушњара прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 23.06.2023. године

Чланови комисије:

К. Јовановић
др Коста Јовановић, ванредни професор

Предраг Тадић
др Предраг Тадић, доцент

Н. Кнежевић
Никола Кнежевић, асистент