

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 07.10.2025 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Маријана Вацић под насловом „Аутономна навигација беспилотних летелица у различитим окружењима и временским условима коришћењем учења са подршком". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Маријана Вацић рођена је 2000. године у Пироту, Република Србија. Уписала је Електротехнички факултет Универзитета у Београду 2019. године, на коме је 2023. године дипломирала на Одсеку за рачунарску технику и информатику са просечном оценом 8,59. Дипломски рад одбранила је са оценом 10, на тему "Филтрирање спам и хам мејлова коришћењем техника машинског учења" под менторством др Милана Бјелице.

Након студија, била је на истраживачкој пракси на Универзитету Темпл, у Сједињеним Америчким Државама, где се бавила темом примене машинског учења у роботским системима. Мастер академске студије уписала је 2023. године на Електротехничком факултету у Београду, и положила је све испите предвиђене планом и програмом студија. Запослена је као софтверски инжењер.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидаткиња Маријана Вацић спровела је истраживачки рад у области вештачке интелигенције, са фокусом на примену метода учења са подршком у области аутономне навигације беспилотних летелица (UAV). Истраживање је обухватило анализу, пројектовање и експерименталну евалуацију модела учења са ограничењима (CRL), који омогућава беспилотним летелицама да планирају и извршавају задатке навигације у реалном времену без претходног тренирања.

Током истраживачког рада кандидаткиња је детаљно анализирали теоријске основе учења са подршком и варијанте алгоритама Q-учења, дефинишући архитектуру која интегрише хеуристички приступ са просторно-временским подацима из LiDAR сензора и OctoMap система за тродимензионално мапирање окружења. Експериментални део рада спроведен је у ROS/Gazebo симулатору, где су изведени бројни сценарији лета – у шумским, урбаним и мешовитим окружењима, са различитим густинама препрека и симулираним временским условима попут ветра, кише, снега и магле.

Студијски истраживачки рад обухватио је и поређење перформанси аутономне навигације CRL модела са ручно управљаним летовима пилота. У оквиру 90 спроведених летова, анализирани су параметри времена лета, тачности путање и стопе успеха. Добијени резултати показали су да CRL приступ омогућава краће време лета уз 100% стопу успеха.

Посебан сегмент истраживања односио се на проширење алгорита на формацијско управљање вишEROјним системима, где је CRL модел тестиран на више координисаних UAV јединица. Овај део рада показао је високу стабилност и отпорност на промене комуникационих параметара и временских услова, као и могућност децентрализованог учења и сарадње између летелица.

Кандидаткиња је остварила значајан допринос у развоју ефикасног и скалабилног система за аутономну навигацију беспилотних летелица, применљивог у задацима као што су надзор, детекција пожара, праћење животне средине и аутономни транспорт у сложеним просторним условима.

3. Опис мастер рада

Мастер рад припада области вештачке интелигенције и роботике, са фокусом на примену учења са подршком у аутономној навигацији беспилотних летелица. Предмет рада представља развој и имплементацију модела учења са подршком и ограничењима, за планирање путање и избегавање препрека

у реалном времену, коришћењем просторно-временских података из LiDAR сензора и OctoMap технологије.

Рад има 85 страна и садржи 36 слика, десет табела и 43 референци. Структура рада обухвата девет поглавља: увод, методологију истраживања, поставку студије, резултате са дискусијом, проширење алгоритма на више ројева, моделовање временских услова, анализу перформанси по временским условима, обраду сензорских података и закључак.

У уводу су представљени мотивација, циљ и значај истраживања, док методолошки део приказује развојни оквир који интегрише просторно-временске податке и алгоритме Q-учења. Треће поглавље описује експерименталну поставку и параметре тестирања, док четврто поглавље садржи анализу резултата поређења CRL модела и људских пилота. У петом и шестом поглављу описана су проширења модела на више летелица и на промене временских услова. Седмо поглавље даје анализу перформанси по различитим метеоролошким сценаријима, док осмо детаљно приказује имплементацију обраде LiDAR података и интеграцију CRL алгоритма у ROS/Gazebo окружењу. Рад завршава дискусијом о поузданости и робустности развијеног модела и могућностима његове примене у реалним системима аутономне навигације.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад кандидаткиње Маријане Вацић бави се применом алгоритама учења са подршком за аутономну навигацију беспилотних летелица у сложеним и променљивим окружењима. Посебан допринос рада огледа се у имплементацији учења са подршком и ограничењима (CRL) модела који комбинује Q-учење и хеуристичку процену удаљености до циља, чиме се омогућава извођење без потребе за итеративним тренирањем.

Главни доприноси мастер рада су:

1. Развој CRL модела који омогућава аутономну навигацију UAV система у реалном времену, без претходне обуке модела.
2. Интеграција просторно-временских података за ефикасно избегавање препрека и прецизно планирање путање.
3. Експериментална валидација у ROS/Gazebo симулатору кроз 90 летова у различитим типовима окружења и временским условима.
4. Проширење алгоритма на вишEROЈНУ архитектуру, омогућавајући координисано и децентрализовано управљање више беспилотних летелица.
5. Компаративна анализа са пилотима (интеракција човек-рачунар), којом је потврђено да CRL модел смањује просечно време лета за 33% уз задржавање стопе успеха од 100%.
6. Тестирање отпорности модела на промене временских услова, укључујући ветар, кишу, снег и маглу, што потврђује његову робустност и адаптивност.

Овим истраживањем кандидаткиња је показала да се комбинацијом хеуристике и приступа учења са подршком може постићи висок степен аутономије и поузданости UAV система, чиме рад доприноси развоју интелигентних алгоритама у области аутономне роботике и ваздушне навигације.

5. Закључак и предлог

Кандидаткиња Маријана Вацић је у истраживању које је пратило овај мастер рад успела да покаже значај примене учења са подршком у аутономној навигацији беспилотних летелица. При реализацији истраживања, колегиница Вацић је показала велики степен самосталности у раду, систематичности и одговорила је на све захтеве који су јој били постављени, уз добијене импресивне резултате истраживања.

На основу свега изложеног, Комисија за преглед и оцену мастер рада предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад под називом „Аутономна навигација беспилотних летелица у различитим окружењима и временским условима коришћењем учења са подршком“ дипл. инжењера ел. и рач. Маријане Вацић, прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 19.10.2025. године

Чланови комисије:

др Дражен Драшковић Ванредни професор
сагласан, 19.10.2025.

др Бошко Николић Редовни професор
сагласан, 19.10.2025.