

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 23.06.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Нина Миљевић под насловом „Примена алгорита оптимизације проксималне политике за аутономну навигацију мобилног робота у динамичком окружењу са покретним препрекама“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Нина Миљевић је рођена 8.11.1999. године у Београду. Завршила је основну школу „Никола Тесла“ у Винчи. Након тога завршила је Шесту београдску гимназију са одличним успехом. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписала је 2018. године. Дипломирала је на смеру Сигнали и системи 2024. године са просечном оценом 7,17. Дипломски рад одбранила је у септембру 2024. године са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на модулу Сигнали и системи, уписала је у октобру 2024. године.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидаткиња Нина Миљевић је као припрему за израду мастер рада спровела истраживање релевантне литературе из области аутономне навигације мобилних робота, учења подстицањем и примене дубоких неуралних мрежа у динамичким окружењима. Посебна пажња посвећена је проблему навигације и избегавања препрека у условима ограничене опсервабилности, као и методама које омогућавају агенту да прилагођава своје одлуке променама у окружењу. Анализом литературе уочено је да динамичка окружења представљају посебан изазов за аутономну навигацију, јер промена положаја препрека захтева континуирано прилагођавање одлука агента, док ограничена опсервабилност додатно отежава процену стања окружења. Анализирани су Марковљеви и делимично опсервабилни Марковљеви процеси одлучивања, алгорита оптимизације проксималне политике (PPO), као и могућности примене рекурентних и LSTM мрежа за коришћење информација из претходних опсервација. На основу спроведеног истраживања дефинисан је циљ мастер рада, који обухвата развој окружења са покретним препрекама, реализацију основног PPO агента и његових рекурентних PPO8 и PPO16 варијанти, као и анализу утицаја рекурентне меморије и сложености окружења на успешност навигације и способност генерализације развијених агената. Развијено окружење имаће примену у обучавању и евалуацији агената за самостално доношење одлука о кретању и достизање задатог циља уз избегавање судара са покретним препрекама.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 62 стране, са укупно 8 слика, 5 табела и 17 референци. Рад садржи резиме, увод, 5 поглавља и закључак, списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика, списак табела. У уводном поглављу описани су предмет, мотивација и циљ рада. Представљен је проблем аутономне навигације мобилног робота у динамичком, делимично опсервабилном окружењу, са посебним освртом на избегавање покретних препрека применом метода дубоког учења подстицањем. У другом поглављу приказане су основе учења подстицањем, Марковљеви и делимично опсервабилни Марковљеви процеси одлучивања, методе градијента политике и PPO алгорита. У трећем поглављу описане су дубоке неуралне мреже, са посебним освртом на потпуно повезане, рекурентне и LSTM мреже. Четврто поглавље садржи формулацију проблема и опис окружења, укључујући структуру мапе, опсервациони и акциони простор, функцију награде и начин кретања препрека. У петом поглављу приказане су архитектуре PPO, PPO8 и PPO16 агената, као и поступци обучавања, генерализације и евалуације. Шесто поглавље обухвата приказ и анализу резултата обучавања и евалуације наведених агената у окружењу са покретним препрекама. Анализирани су резултати за различит број препрека, као и способност генерализације агената, а извршено је и поређење основног PPO агента са рекурентним PPO8 и PPO16 варијантама. Седмо поглавље представља закључак рада, у оквиру кога су сумирани остварени резултати и сагледан значај примене алгорита оптимизације проксималне политике за аутономну навигацију мобилног робота у динамичком окружењу са покретним препрекама. Размотрена су ограничења развијеног система и предложени су правци даљег истраживања.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Нине Миљевић посвећен је пројектовању система за аутономну навигацију мобилног робота применом метода дубоког учења поткрепљивањем. Разматрана је примена алгоритма оптимизације проксималне политике (PPO) за аутономну навигацију мобилног робота у делимично опсервабилном окружењу са покретним препрекама. Развијено је окружење у коме агент, на основу локалне опсервације и релативног положаја циља, доноси одлуке о кретању, при чему се положаји препрека мењају током епизоде. Поред основног PPO агента са потпуно повезаном неуралном мрежом, реализоване су и две рекурентне варијанте, PPO8 и PPO16, засноване на LSTM мрежама, са циљем испитивања утицаја коришћења претходних опсервација на успешност навигације.

Експериментална анализа обухватала је испитивање успешности навигације на мрежама различите величине (16x16, 32x32) са различитим бројем покретних препрека. Додатно, спроведен је и експеримент генерализације у коме су агенти обучавани на мрежи 32x32 са 32 препреке, а тестирани на различитим величинама и сложености. Након етапног обучавања највећу просечну стопу успешности остварио је основни PPO агент, 84,80%, у поређењу са 82,93% за PPO16 и 77,15% за PPO8. У експерименту генерализације PPO је такође остварио најбољи резултат, са просечном успешношћу од 40,46%, у односу на 37,29% за PPO8 и 21,70% за PPO16.

Основни резултати рада су: 1) развој окружења за аутономну навигацију мобилног робота у делимично опсервабилном динамичком окружењу са покретним препрекама и реализација PPO, PPO8 и PPO16 агената, 2) експериментална анализа утицаја броја покретних препрека, величине окружења и употребе LSTM меморије на успешност навигације, и 3) испитивање могућности генерализације развијених агената.

5. Закључак и предлог

Кандидаткиња Нина Миљевић је у свом мастер раду успешно реализовала и експериментално испитала примену PPO алгоритма за аутономну навигацију мобилног робота у делимично опсервабилном окружењу са покретним препрекама. У оквиру рада развијене су и анализиране различите архитектуре агената, укључујући основни PPO агент и рекурентне PPO8 и PPO16 варијанте засноване на LSTM мрежама, а њихове перформансе испитане су при различитим конфигурацијама окружења и броју покретних препрека. Кандидаткиња је исказала 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. Нине Миљевић прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 11.09.2026. године

Чланови комисије:

др Марија Новичић Доцент
сагласан, 11.09.2026.

Наталија Ђорђевић Асистент
сагласан, 11.09.2026.