

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 25.08.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Мила Павловић под насловом „Примена машинског учења у алгоритмима рутирања и доделе таласних дужина у свеоптичким мрежама". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Мила Павловић је рођена 24.08.2000. године у Београду. Завршила је основну школу „Краљ Александар први” у Београду као вуковац. Уписала је Девету гимназију „Михаило Петровић Алас" у Београду, коју је завршила такође као вуковац. Електротехнички факултет уписала је 2019. године. Дипломирала је на одсеку Физичка електроника 2023. године са просечном оценом 9,11. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу Физичка електроника, уписала је у октобру 2023. године. Током мастера радила је у NCR D.O.O. Положила је све испите са просечном оценом 9,40.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидаткиња Мила Павловић је као припрему за израду мастер рада урадила истраживање релевантне литературе из области оптичких мрежа, проблема рутирања и доделе таласних дужина (RWA) и примене метода машинског учења у оптимизацији рада оптичких мрежа. Анализирани су основни принципи функционисања оптичких WDM мрежа, поступци успостављања светлосних путања, као и различити приступи решавању проблема рутирања и доделе таласних дужина. Посебна пажња посвећена је хеуристичким RWA алгоритмима и могућностима њиховог унапређења применом метода машинског учења. У оквиру истраживачког рада анализирана је примена различитих регресионих модела и модела заснованих на стаблима одлучивања, са посебним нагласком на Ridge регресију, која је одабрана за интеграцију са хеуристичким алгоритмима. Модел машинског учења коришћен је за процену кандидатских путања на основу карактеристика тренутног стања мреже и избор путање погодне за успостављање захтева. За потребе практичног дела рада реализован је симулациони модел у програмском језику Python, у оквиру кога су анализирани хеуристички MNH и LFFP алгоритми и њихове верзије унапређене применом машинског учења. Алгоритми су испитани на више топологија оптичких мрежа, а њихове перформансе упоређене су на основу минималног и укупног броја потребних таласних дужина, као и времена извршавања. Додатно је анализиран утицај броја кандидатских путања на квалитет добијених решења.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 34 стране, са укупно 12 слика, 2 табеле и 8 референци. Рад садржи увод, три тематска поглавља, закључак, списак скраћеница, списак слика, списак табела, и списак коришћене литературе.

У уводном поглављу представљени су предмет, мотивација и циљ рада. Дат је и кратак преглед структуре рада и приступа који се користи у експерименталном делу.

У другом поглављу описане су оптичке мреже са рутирањем по таласним дужинама и основни принципи WDM технологије. Представљен је проблем рутирања и доделе таласних дужина (RWA), а посебна пажња посвећена је хеуристичким алгоритмима, при чему су детаљније описани LFFP и MNH алгоритми.

У трећем поглављу представљени су основни концепти машинског учења, са нагласком на надгледано учење и регресионе проблеме. Приказани су модели анализирани у раду: линеарна регресија, Ridge регресија, стабла одлучивања, случајне шуме и градијентно појачавање.

У четвртном поглављу представљени су експериментално окружење, начин генерисања скупа података и поступак обуке модела за избор кандидатских путања. Упоредно је више регресионих модела, а Ridge регресија је изабрана за даље експерименте. Предложени приступ примењен је као надоградња LFFP и MNH алгоритама, без промене њиховог основног принципа рада.

Експериментално испитивање спроведено је најпре на топологијама NSFNET, EON и American Long-Haul, а затим и на већим топологијама Germany50 и ta2. Извршено је поређење основних алгоритама са њиховим верзијама унапређеним машинским учењем, анализа времена извршавања и испитивање утицаја броја кандидатских путања. Резултати показују да примена машинског учења може да допринесе смањењу потребног броја таласних дужина и равномернијем распоређивању оптерећења.

У закључку су сумирани резултати истраживања и истакнуто је да машинско учење може успешно да се

користи као надоградња постојећих RWA хеуристика при избору кандидатских путања.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Миле Павловић бави се применом машинског учења у алгоритмима рутирања и доделе таласних дужина у свеоптичким мрежама. Разматран је RWA проблем, који обухвата избор одговарајуће путање и доделу таласне дужине уз поштовање ограничења оптичке мреже.

У раду је испитана могућност унапређења LFFP и MNH алгоритама применом машинског учења. Предложени приступ не замењује постојеће хеуристике, већ модел машинског учења користи за процену више кандидатских путања и избор оне за коју се очекује повољније искоришћење мрежних ресурса.

У експерименталном делу упоређено је више модела машинског учења. Резултати су показали да сложенији модели не доносе значајно побољшање у односу на једноставније регресионе приступе, због чега је Ridge регресија изабрана као коначни модел за даља испитивања.

Поређењем основних алгоритама и њихових верзија са машинским учењем показано је да предложени приступ може да смањи потребан број таласних дужина и допринесе равномернијем распоређивању оптерећења у мрежи. Побољшања су посебно изражена код већих и сложенијих топологија, где већи број алтернативних путања пружа више могућности за избор повољнијег решења. Овај закључак додатно је потврђен испитивањем на два додатна топологијама.

Анализиран је и утицај броја кандидатских путања, при чему је показано да његово повећање не доводи нужно до бољих резултата, већ ефекат зависи од структуре мреже и примењене хеуристике. Такође је утврђено да примена машинског учења повећава време извршавања, што представља компромис у односу на постигнуто побољшање искоришћења мрежних ресурса.

Основни доприноси рада су анализа могућности примене машинског учења у решавању RWA проблема, имплементација и унапређење LFFP и MNH алгоритама, избор одговарајућег модела машинског учења и анализа предложеног приступа на мрежним топологијама различите сложености.

5. Закључак и предлог

Кандидаткиња Мила Павловић је у свом мастер раду успешно обрадила примену машинског учења у алгоритмима рутирања и доделе таласних дужина у свеоптичким мрежама. Повезивањем теоријских основа WDM мрежа, RWA проблема и машинског учења развијен је и испитан приступ за унапређење LFFP и MNH хеуристичких алгоритама применом модела за избор кандидатских путања.

Резултати су показали да се машинско учење може успешно користити као надоградња постојећих хеуристика, при чему је Ridge регресија изабрана као погодан модел. Предложени приступ доприноси смањењу потребног броја таласних дужина и равномернијем распоређивању мрежног оптерећења, а његове предности посебно долазе до изражаја код већих и сложенијих топологија. Истовремено, уочено је повећање времена извршавања, што представља компромис између рачунарске сложености и квалитета добијеног решења. Рад представља основу за даља истраживања примене машинског учења у сложенијим и динамичким мрежним условима.

Кандидаткиња је исказала самосталност, систематичност и способност примене савремених метода машинског учења у области оптичких телекомуникационих мрежа. На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду да рад дипл. инж. Миле Павловић прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 31.08.2026. године

Чланови комисије:

др Петар Матавуљ Редовни професор
сагласан, 30.08.2026.

др Мирјана Мирковић Редовни професор
сагласан, 31.08.2026.