



**КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ  
ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ**

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 14.05.2019. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. **Николе Поповића** под насловом „**Модели прогресије Алцхајмерове болести засновани на гаусовским процесима**“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

**1. Биографски подаци кандидата**

Никола Поповић је рођен 17.12.1994. године у Београду, где је завршио основну школу, а затим и природно-математички смер Девете гимназије. Електротехнички факултет у Београду је уписао 2013. године. Дипломирао је на одсеку Сигнали и системи 2017. године са просечном оценом 9.70/10.0. Завршни рад, на тему "Синтеза софтверског агента заснованог на минимакс алгоритму са применом на видео игру Пекмен", је припремио под менторством доцента Предрага Тадића. Након тога је уписао мастер академске студије на Електротехничком факултету и запослио се на истом као сарадник у настави при Катедри за сигнале и системе. На мастер академским студијама је положио све предмете са највишом оценом. Стручну праксу је радио у фирмама UNO-LUX NS (2015. године) и Red-Black Tree (2016. године). На такмичењу Електријада је 2016. и 2017. године освојио разне тимске и индивидуалне награде из области Аутоматика. Као део тима Електротехничког факултета, учествовао је у изради софтвера за контролу мобилног робота, који се користио на EuRobot 2016 такмичењу. Похађао је летњу школу машинског учења у Истраживачкој станици Петница 2017. године. Године 2018. освојио је 3. место на међународном такмичењу за најбоље студентске научне радове - IEEE R8 SPC. Има објављено шест радова на међународним научним конференцијама и један на националој.

**2. Опис мастер рада**

Мастер рад има 66 страна, са укупно 20 слика, 2 табеле и 23 референце. Рад садржи 7 поглавља, листу коришћене литературе и списак слика. На почетку тезе дат је кратак резиме мастер рада. Друго поглавље садржи увод. У њему су дефинисане технике Bayes-освог приступа машинском учењу и гаусовских процеса као основног регресионог модела коришћеног у остатку рада. Треће поглавље садржи дискусију о различитим кернелским функцијама којима се код гаусовских процеса описује коваријанса између улазних података. У четвртном поглављу је разматран проблем избора адекватног модела, односно подешавања хипер-параметара кернелске функције. Анализирана су три приступа овом проблему: Bayes-овски избор модела, унакрсна валидација и максимизација маргиналне веродостојности. Пето поглавље садржи опис двају унапређења стандардних гаусовских процеса. Прво унапређење се назива „персонализовани гаусовски процеси“ и односи се на двокорачну процедуру, у којој се најпре изводи стандардни гаусовски модел над читавим тренирајућим скупом, а затим се овако добијена расподела користи као априорна а модел се адаптира над новим примерима из мањег обучавајућег скупа који је блиско повезан са примером за који треба извршити предикцију. Друго унапређење се односи на комбиновање тзв. експерата – посебних модела тренираних на подгрупама сродних података из обучавајућег скупа, чији се појединачни излази на одговарајући начин тежине и комбинују при доношењу коначне одлуке за нови пример. Шесто поглавље садржи опис примене неколико претходно дефинисаних модела на проблем предикције прогресије Алцхајмерове болести. Прогресија болести мери се тзв. когнитивним скором, датим успехом пацијента на серији једноставних задатака којима се тестирају пажња, спретност, памћење итд. Најпре је анализиран обучавајући скуп података (јавно доступни

подаци за TADPOLE такмичење) а затим су представљени и анализирани резултати примене разматраних модела на овај проблем. Седмо поглавље садржи закључак, у којем је дата кратка рекапитулација рада са најважнијим резултатима.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Николе Поповића бави се проблемом предикције прогресије Алцхајмерове болести, мерене когнитивним скором, применом регресионих техника машинског учења познатих под називом гаусовски процеси. Значај овог проблема произлази из чињенице да за Алцхајмерову болест у поодмаклој фази не постоје ефикасни третмани, па је веома битно детектовати настанак болести у њеном зачетку. Алгоритми су обучавани на јавно доступној бази података, прикупљеној у оквиру *Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative*. Ова база садржи разне податке о пацијентима, прикупљане током редовних шестомесечних посета болници (демографски и генетски подаци, анализе цереброспиналне течности и снимака мозга добијених магнетном резонанцом итд). Осим тога, база садржи и одговарајуће когнитивне скорове за сваку посету, утврђене од стране лекара-специјалиста на основу прегледа пацијента и његовог успеха на серији тестова. Основни задатак мастер рада био је предикција вредности когнитивног скорa коју ће пацијент имати када следећи пут дође на преглед за шест месеци, користећи као улазе све податке о пацијенту и одговарајуће когнитивне скорове прикупљене закључно са последњом посетом. Гаусовски процеси су издвојени као посебно примамљива метода за овај проблем, јер не дају само „тачкасту“ предикцију у виду једне конкретне бројне вредности, већ комплетну предиктивну расподелу, на основу које се може одредити и интервал поверења. Анализирано је неколико различитих модела заснованих на гаусовским процесима и стандардни метод линеарне регресије са  $l_1$ -регуларизацијом (LASSO). Поређење је вршено посредством двају метрика: средње апсолутне грешке и средње лог-предиктивне густине предикције. Модели засновани на гаусовским процесима су се показали нешто бољим, а као један од најмоћнијих се показао модел заснован на комбинацији експерата, који је први пут примењен на проблем предикције прогресије Алцхајмерове болести у овом раду.

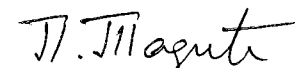
Кандидат је темељно проучио релевантну савремену стручну литературу из ове области, на смислен начин приступио примени одабраних техника на дати проблем, имплементирао их, верификовао на реалним подацима и критички анализирао добијене резултате. Главни доприноси рада су: 1) темељан преглед и систематизација релевантне литературе на тему гаусовских процеса, 2) имплементација и примена неколико модела заснованих на гаусовским процесима на проблем предикције прогресије Алцхајмерове болести, од којих је један први пут примењен у овом контексту, 3) критичка анализа резултата добијених на реалним подацима.

### 4. Закључак и предлог

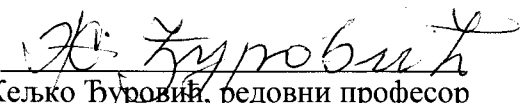
Кандидат Никола Поповић је у свом мастер раду успешно применио гаусовске процесе на проблем предикције прогресије Алцхајмерове болести. При томе је показао способност коришћења стручне литературе и значајан степен самосталности и креативности. Резултати рада су систематично представљени и темељно критички анализирани, и чине солидну основу за даље истраживање у овој области. На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад „**Модели прогресије Алцхајмерове болести засновани на гаусовским процесима**“ дипл. инж. Николе Поповића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 14.06.2019. године

Чланови комисије:



др Предраг Тадић, доцент



др Жељко Буровић, редовни професор