

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. Кристина Станковић под насловом „Предикција мултиваријантних временских серија применом граф неуралних мрежа“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Кристина Станковић је рођена 23.11.1999. године у Шапцу. Завршила је основну школу „Лаза К. Лазаревић“ у Шапцу као вуковац и носилац дипломе ђака генерације. Основну музичку школу „Михаило Вукдраговић“ у Шапцу завршила је као вуковац. Уписала је Шабачку гимназију и завршила, такође, као вуковац и ђак генерације. Током школовања учествовала је и освојила више награда на државним такмичењима из математике и физике. Била је део шесточлане екипе која је представљала Србију на Међународној јуниорској научној олимпијади у Аргентини 2014. године. Електротехнички факултет уписала је 2018. године. Дипломирала је на одсеку за Сигнале и системе 2022. године са просечном оценом 9,69. Током студија, била је ангажована као студент демонстратор на Катедри за сигнале и системе и Катедри за општу електротехнику. Дипломски рад одбранила је у септембру 2022. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за сигнале и системе уписала је у октобру 2022. године. Положила је све испите са просечном оценом 10.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Кристина Станковић је као припрему за израду мастер рада спровела истраживање релевантне литературе из области граф неуралних мрежа и њихове примене у предикцији мултиваријантних временских серија. У оквиру рада дат је детаљан теоријски осврт на основне принципе и механизме рада граф неуралних мрежа. Анализирани су постојећи статистички и модели дубоког учења, при чему је утврђено да традиционални приступи постижу задовољавајуће резултате само у једноставним сценаријима, док ограничења попут претпоставке независности и статичке структуре података смањују њихову применљивост у моделовању комплексних система. У оквиру анализе посебно је издвојен модел који омогућава учење статичке и динамичке структуре графа, чиме се током обучавања односи између чворова прилагођавају променама у подацима.

Истраживањем и компаративном анализом резултата, закључено је да су граф неуралне мреже, а нарочито архитектуре са динамичким учењем графа, један од најперспективнијих праваца развоја области предикције мултиваријантних временских серија.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 67 страна, са укупно 42 слике, 3 табеле и 14 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља) и захвалницу, списак слика, табела и коришћене литературе.

Уводно поглавље има за циљ да представи проблем предикције мултиваријантних временских серија и значај његовог решавања у реалним апликацијама. Рад обрађује новији концепт учења статичког и динамичког графа (енгл. Static and Dynamic Graph Learning, SDGL), који омогућава истовремено моделовање дугорочних стабилних образаца и краткорочних динамичких промена.

У другом поглављу обрађују се основни појмови из теорије графова. Посебна пажња посвећује се просторно-временским графовима, који представљају основу за моделирање комплексних система.

Треће поглавље уводи појам машинског учења над графовима. Приказани су кључни концепти савремених приступа, као што су пропагација порука, архитектуре граф неуралних мрежа, начини организовања слојева и тренирања граф неуралних мрежа.

Четврто поглавље описује основне карактеристике временских серија и методологије њихове анализе, са посебним освртом на мултиваријантне временске серије. У оквиру поглавља, детаљно је представљена архитектура мреже за учење статичког и динамичког графа.

Пето поглавље посвећено је експерименталним резултатима и њиховој анализи. За потребе евалуације коришћен је скуп података који представља мултиваријантну временску серију потрошње електричне енергије у више домаћинстава, у трајању од три године. У циљу свеобухватне компаративне анализе,

примењене су традиционална метода предикције временских серија, векторска ауторегресија, основна архитектура граф неуралне мреже и архитектура мреже за учења статичког и динамичког графа. Добијени резултати упоређени су кроз више метрика тачности и приказана је детаљна анализа која показује предности и ограничења сваког приступа.

Шесто поглавље представља закључак рада, у оквиру кога су резимирани постигнути резултати и истакнути изазови на које се наилазило током моделовања.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Кристине Станковић се бави проблематиком предикције мултиваријантних временских серија применом граф неуралних мрежа. У раду је дат детаљан теоријски осврт на област граф неуралних мрежа и анализирани су могућности њихове примене. У оквиру експерименталног дела рада тестиране су три архитектуре: векторска ауторегресија (VAR) као представник класичних статистичких модела, граф конволуциона мрежа (GCN) као основна архитектура граф неуралних мрежа, и архитектура који омогућава истовремено учење статичке и динамичке структуре графа (SDGL). За потребе експерименталне евалуације коришћен је скуп података који представља мултиваријантну временску серију потрошње електричне енергије у 321 домаћинству у периоду од три године. Компаративна анализа спроведена је за више временских хоризоната предикције: један сат, шест сати и један дан. Показано је да SDGL архитектура остварује најниже вредности грешака и највише вредности корелације између предиктованих и стварних података, што указује на њену поузданост и прецизност у свим посматраним сценаријима. Модел успешно уочава и дугорочне стабилне обрасце и краткорочне динамичке промене у односима између чворова, без ослањања на фиксну топологију графа.

Основни доприноси рада су: 1) детаљан теоријски приказ и систематизација основних принципа граф неуралних мрежа и њихових архитектура, са посебним освртом на примену у задацима предикције мултиваријантних временских серија; 2) анализа и поређење различитих архитектура модела са нагласком на предност динамичког учења структуре графа; 3) могућност наставка рада на развоју модела предикције.

5. Закључак и предлог

Кандидат Кристина Станковић је у свом мастер раду успешно решио проблем предикције мултиваријантних временских серија применом архитектура граф неуралних мрежа.

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. Кристина Станковић прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 23.10.2025. године

Чланови комисије:

др Сања Вујновић Ванредни професор
сагласан, 23.10.2025.

Марија Новичић Асистент
сагласан, 23.10.2025.