

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за II степен студија одредила нас је за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада „Анализа модела машинског учења за предикцију хаотичних динамичких система“ кандидата Никола Јовановића, бр. индекса 3037/19.

Након прегледа приложеног рада подносимо Већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Никола Јовановић је рођен 08.11.1996. године у Београду. Основну школу „Јован Дучић“ и Девету гимназију „Михаило Петровић - Алас“ завршио је у Београду. Основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписао је 2015. године. Дипломирао је 3.7.2019. на студијском програму Софтверско инжењерство, са просечном оценом 9,35 и оценом 10 на дипломском раду.

Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за рачунарску технику и информатику, уписао је 2019. године. Од новембра 2020. године ради у старт-ап компанији „YDrive“ у Београду као софтверски инжењер компјутерске визије.

2. ПРЕДМЕТ, ЦИЉ И МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Рад припада области машинског учења и бави се креирањем, тестирањем и анализом модела машинског учења. Циљ рада је прављење доприноса развоју метода за предвиђање временских услова. Најбоље методе за предвиђање времена се тренутно ослањају на компликоване и захтевне физичке симулације, али постоји нада да се оне могу значајно унапредити применом машинског учења. Један од приступа развијању ових модела је њихова примена на упрошћене динамичке системе који су опште прихваћени начин за евалуацију сличних модела, како би се најуспешнији модели применили на сложенији проблем предвиђања времена.

У раду је урађена детаљна анализа свих аспеката развијања ових модела и дате су имплементације модела са квалитетом на нивоу најбољих резултата постигнутих до сада. На почетку рада анализирани су особине хаотичних динамичких система (Лоренц 63 и Лоренц 96) који служе као упрошћена верзија проблема предикције времена и проучен је приступ за примену ових система у машинском учењу. Након тога размотрене су потенцијалне архитектуре модела машинског учења које могу бити примењене у раду. Одабрани су модели *LSTM (Long-Short Term Memory)* мреже, као најбољи универзални модел за предикцију секвенци и *ESN (Echo State Networks)*, специфичан модел који се показао веома успешно на овом конкретном задатку. Након имплементације модела урађена је анализа резултата која је, због неуобичајених структура података које се јављају у овом проблему, захтевала осмишљавање посебних приступа за квантификовање.

Резултати овог рада дају допринос решавању задатка предвиђања временских услова помоћу модела машинског учења. Поред имплементације модела са квалитетом на нивоу најбољих резултата до сада, рад се осврће на проблеме анализе резултата и упоређивања резултата више различитих модела који нису потпуно компатибилни. Још један допринос је анализа рачунарских ресурса потребних за извршавање предикције временских прилика и начина за оптимизовање потребних рачунарских ресурса без губитка квалитета.

3. САДРЖАЈ И ОРГАНИЗАЦИЈА РАДА

Обим мастер рада је 54 стране, а подељен је у 6 поглавља, и обухвата још 3 списка и један додаток. Рад садржи 23 слике и 17 цитираних референци.

У првом поглављу, у уводу, дат је опис историје и тренутног стања у области предикције времена и објашњен је начин на који ће овај рад дати допринос унапређењу тог проблема.

У другом поглављу су објашњени хаотични динамички системи. Анализиране су њихове апстрактне особине, као и понашање у конкретним примерима. Примери коришћени у овом раду за евалуацију модела машинског учења су једноставнији систем Лоренц 63, познат по „ефекту лептирових крила“, и усложњена верзија тог система Лоренц 96.

У трећем поглављу су описане архитектуре коришћених модела машинског учења. Као основни модел коришћене су *LSTM* мреже које су најбољи генерални приступ за моделовање података у виду временских секвенци. Дуги тестирани модел су *ESN* које спадају у неубичајене и необичне моделе, али су се одлично показале у овом задатку, постигнувши бољи резултат од *LSTM* мрежа.

У четвртном поглављу су анализирани резултати предикција коришћених модела. Анализа је рађена појединачно и компаративно. Како у овој области не постоје стандардизовани приступи за израчунавање квалитета модела, посвећена је посебна пажња осмишљавању таквих метода.

У петом поглављу анализирани су рачунарски ресурси потребни за евалуацију коришћених модела и испитани су начини да се потребни рачунарски ресурси умање без смањења квалитета резултата. Ово је урађено анализом утицаја смањења квалитета аритметике реалних бројева, узимајући у обзир да израчунавање мањег квалитета одузима мање ресурса

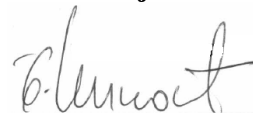
Шесто поглавље садржи закључак. Приложени су спискови референци, коришћених скраћеница и слика које се налазе у раду. У додатку је дат програмски код коришћених модела машинског учења који је био основа за извршавање експеримената описаних у раду.

4. ЗАКЉУЧАК

Приложени рад кандидата Николе Јовановића под насловом „Анализа модела машинског учења за предикцију хаотичних динамичких система“ задовољава све потребне услове да буде прихваћен као мастер рад, стога предлагемо Наставно-научном Већу да исти прихвати и одобри његову усмену одбрану.

У Београду, 21. августа 2021.

Комисија



др Бошко Николић, ред. професор.



др Дражен Драшковић, доцент.