

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 14.02.2023. године именovalo нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Дуње Масларевић под насловом „Предикција продаје артикала коришћењем неуралних мрежа и метода машинског учења”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Дуња Масларевић је рођена 27.03.1998. године у Београду. IX београдску гимназију је завршила као носилац Вукове дипломе. Електротехнички факултет у Београду уписала је 2017. године, на одсеку за Сигнале и системе. Дипломирала је у септембру 2021. године са просечном оценом на испитима 9,51, на дипломском 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду је уписала октобра 2021. године, на модулу Софтверско инжењерство. Положила је све испите са просечном оценом 9,40.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Дуња Масларевић је као припрему за израду мастер рада урадила истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Рад се бави веома актуелном и комплексном темом прогнозе временских серија (*time series forecasting*). Временске серије представљају један од најтежих познатих проблема у области науке о подацима (*Data Science*) и машинског учења. Ова област се већ деценијама развија, а њени корени сежу у област статистике и вероватноће. Почела је са развојем простих модела као што су покретни просек или поступак тзв. експоненцијалног изглађивања, док новији модели ове области обухватају неуралне мреже и стабла одлучивања. Тренутно најмоћнији и најактуелнији алгоритми у решавању ових проблема су: *LSTM*, *LGBM*, *Prophet*, *GRU (Gated Recurrent Unit)*, трансформатори... У наведеном мастер раду, који се бави предикцијом продаје артикала, кандидаткиња је на конкретном скупу улазних података упоредила два различита алгоритма: неуралне мреже (*LSTM – Long Short Term Memory*) и стабло одлучивања (*LGBM – Light Gradient Boosted Machine*), анализирала изазове и предности оба модела и закључила који је модел у конкретном случају, и са одређеним ресурсима дао боље резултате и покушала да објасни зашто је тако.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 60 страна, са укупно 53 слике, 7 табела и 10 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља) У наставку рада су дати: списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика и списак табела. Због комплексности и обима, цео програмски код написан у програмском језику *Python*, као и фајлови са улазним подацима и резултатима, нису стављени као текст, Прилог на крају рада, већ су приложени као три засебна зипована фајла: (*kodovi.zip*, *ulazni_podaci.zip*, *submission_comparison.cav*).

Прво поглавље је Увод кроз који нас кандидаткиња упознаје са основним појмовима са којима се срећемо у овом раду; са моделима машинског учења, временским серијама, великим скуповима података, предикцијама, њиховом значају и зашто је одабрала то за тему истраживања.

Друго поглавље представља опис проблема којим се рад бави, прогнозирање временских серија, опис актуелних алгоритама, и модела који се користе за његово решавање, као и очекивања у ком ће се правцу област развијати. Посебни осврт је направљен на моделе који су коришћени у овом раду.

У трећем поглављу су наведени програмски алати и библиотеке коришћени за писање програмског кода који је омогућио и одговарајућу припрему комплексног сета улазних података, имплементацију оба модела и добијање крајњег резултата, предикције продаје на хиљаде артикала, груписаних у 33 групе, који се продају у 54 радње једног трговинског ланца у Еквадору. У питању је програмски језик *Python* и више библиотека за разне проблеме у поступку решавања проблема неуралних мрежа и машинског учења.

Четврто поглавље је детаљан опис поступка припреме улазних података, анализе међусобне повезаности улазних података, и трансформација примењених на њима. Ово је неопходно, јер добра анализа и припрема улазног сета података за поступак тренирања и валидације модела, дају успешнији поступак тренирања изабраног модела, а у циљу што боље предикције излазне величине.

У петом поглављу детаљно су описана два модела коришћена за предикције: први модел је модел неуралне мреже *LSTM*, а други модел је стабло обучавања *LGBM*. Описани су поступци припреме ових модела за тренирање, оптимизације хиперпараметара оба модела, њихово тестирање и валидација. На крају су приказани резултати које дају оба модела на валидационом и тренирајућем скупу података за неке од радњи, као и резултати предикције продаје више артикала у тим радњама. Посебно је издвојено поређење перформанси и резултата које дају ова два модела.

Шесто поглавље је закључак у оквиру кога су резимирани резултати рада, изазови и ограничења која су се јавили приликом имплементације модела. Што се тиче предикција продаје, које у добијене у току овог истраживања, *LGBM* модел је показао боље резултате у односу на *LSTM*. Да ли је то очекивано, зашто је резултат такав за овај конкретан случај, кандидаткиња је објаснила у овом поглављу, уз неке предлоге за наставак истраживања.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Дуње Масларевић се бави проблематиком предикције временских серија, применом модела неуралних мрежа и стабла одлучивања, поређењем њихових перформанси и резултата предикције на конкретном, комплексном сету улазних података. Ова проблематика је иначе веома актуелна, јер се користи у многим областима савременог живота, а очекује се да ће се прогнозе базиране на временским серијама све више интегрисати са технологијама вештачке интелигенције.

Основни доприноси рада су: 1) детаљан опис свих процеса који морају бити извршени како би резултати предикције комплексних временских серија били што бољи, што је и урађено на конкретном скупу улазних података; 2) комплексан код са свим корацима у процесу припреме и претпроцесирања улазних података, са имплементацијом модела, приказом крајњих резултата предикције и свих међукорака; 3) смернице за наставак рада на овој проблематици.

5. Закључак и предлог

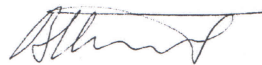
Кандидат Дуња Масларевић је кроз овај рад успешно имплементирала два потпуно различита модела у процесу предикције временских серија. Написан је програмски код, који служи за учитавање и претпроцесирање улазних података, формирање временских серија, оптимизацију хиперпараметара модела, имплементацију модела, тренирање и валидацију у циљу крајњег резултата, предикције. У раду су сви кораци и резултати детаљно објашњени уз одговарајуће краће делове кода, добијене графике и табеле.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку, знање и вештине да сваки корак овог комплексног проблема успешно реализује, што је довело до доброг крајњег резултата.

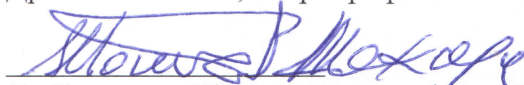
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Дуња Масларевић прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 29.08.2023. године

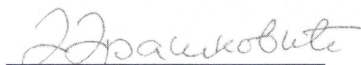
Чланови комисије:



Др Вељко Папић, ванр. проф.



Др Томислав Шекара, ред. проф.



Др Дражен Драшковић, доцент