

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 03.09.2024. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Теодоре Мијатовић под насловом „Систем за оцењивање студентских одговора коришћењем машинског учења”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Теодора Мијатовић је рођена 11.10.1999. године у Београду. Завршила је основну школу „Иван Горан Ковачић” у Београду као вуковац. Уписала је Четрнаесту Београдску гимназију у Београду коју је завршила као вуковац. Електротехнички факултет уписала је 2018. године. Дипломирала је на одсеку Софтверско инжењерство 2022. године са просечном оценом 8,04. Дипломски рад на тему „Развој мобилне апликације за преглед и куповину књига” одбранила је у септембру 2022. године са оценом 9. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу Софтверско инжењерство уписала је у октобру 2022. године. Положила је све испите са просечном оценом 9,20.

#### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Теодора Мијатовић је као припрему за израду мастер рада урадила истраживање релевантне литературе која се односи на области аутоматског оцењивања и машинског учења. Конкретно, анализирана су постојећа решења и проблеми у области аутоматског оцењивања. Истраживањем области утврђено је да постоје следећа решења која се користе за оцењивање: системи засновани на правилима, системи засновани на моделима машинског учења и системи засновани на *Attention-Based* моделима и конволуцијским неуронским мрежама. Анализом наведених решења, утврђено је да најперспективније решење представља примену технике додатног тренирања великих језичких модела.

#### 3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 42 стране са укупно 15 слика и 10 референци. Рад садржи увод, 9 поглавља и закључак (укупно 11 поглавља), спискове коришћене литературе, скраћеница и слика и прилог са програмским кодом.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљени су проблеми и објашњена мотивација за израду ове теме. Поменут је значај примене машинског учења у процесу аутоматског оцењивања у оквиру предмета Базе података 1. Указано је на потенцијал великих језичких модела за унапређење постојећих метода и смањење потребе за аутоматским тестовима.

У другом поглављу дат је преглед постојећих решења за аутоматско оцењивање, са фокусом на креирање SQL упита. Објашњен је напредак од система заснованих на правилима до савремених метода машинског учења. Поред тога, истакнути су изазови као што су варијације у синтакси упита и језичке баријере, као и значај флексибилних модела који могу да превазиђу ова ограничења.

Треће поглавље описује кључне карактеристике и почетне претпоставке неопходне за развој система за аутоматско оцењивање SQL упита. Описане су циљне особине система, кључне за његову успешну примену. У поглављу се такође разматрају почетне претпоставке за развој решења и предлаже додатно тренирање великих језичких модела са фокусом на оцењивање SQL упита на српском језику.

У четвртом поглављу представљени су алати и библиотеке коришћени за имплементацију додатног тренирања модела. Разматрани су разлози за избор платформи попут *Google Colab* и *Hugging Face*, као и специфични алати попут алата *PySpark* за припрему података и оптимизацију тренирања. Описан је значај сваког алата у различитим фазама развоја система.

У петом поглављу објашњен је процес додатног тренирања модела као ефикасан начин за адаптирање већ постојећих великих језичких модела. Описане су предности ове методе у смислу смањења потребе за ресурсима и мањих сетова података. Истакнут је значај додатног тренирања у контексту специфичних задатака као што је оцењивање SQL упита.

У шестом поглављу објашњени су разлози за одабир *LLaMA-3-1-8B-Instruct* модела за реализацију аутоматског оцењивања. Размотрене су његове предности у односу на друге моделе, укључујући његову доступност и перформансе. Такође, описана је способност модела да пружи структуриране одговоре и да се прилагоди задацима заснованим на инструкцијама.

Седмо поглавље описује процес припреме података за тренирање модела машинског учења, са нагласком на прилагођавање релационе базе која садржи испитна питања, студентске одговоре и оцене. Детаљно је објашњено како су подаци трансформисани у јединствену табелу са свим релевантним информацијама и подељени на тренинг, тест и валидациони скуп. Поглавље такође истиче одлуку да се подаци не преводe на енглески, као и потенцијална ограничења која су настала због структуре података у бази.

Осмо поглавље описује процес имплементације додатног тренирања *LLaMA-3-1-8B-Instruct* модела. Објашњени су кључни аспекти, као што су примена квантизације за оптимизацију ресурса и техника маскирања улазне секвенце за боље фокусирање на релевантне делове података. Поглавље такође покрива коришћење LoRA (адаптација са ниским рангом) за ефикасније тренирање модела и детаљан преглед конфигурације параметара тренирања, попут дужине секвенце, броја епоха и стопе учења.

Девето поглавље објашњава метрике коришћене за евалуацију перформанси модела након додатног тренирања. Метрике укључују MSE (*Mean Squared Error*), RMSE (*Root Mean Squared Error*) и SDE (*Standard Deviation of Errors*), које пружају различите перспективе на тачност и конзистентност предвиђања модела. Показано је како је свака метрика дала специфичан увид у успех модела.

Једанаесто поглавље је закључак и представља преглед процеса тренирања и различитих конфигурација испитиваних ради побољшања перформанси модела за оцењивање SQL одговора. Наглашава кључне увиде и ограничења која су се појавила током развоја модела. Такође, даје препоруке за будући рад како би се превазишли изазови и унапредиле перформансе модела.

#### **4. Анализа рада са кључним резултатима**

Мастер рад дипл. инж. Теодоре Мијатовић се бави развојем система за аутоматско оцењивање студентских SQL одговора применом машинског учења. Овакви системи имају широку примену у едукативним окружењима у процесу оцењивања.

Имплементација додатног тренирања модела за аутоматско оцењивање је имплементирана у *Python* програмском језику у *Google Colab* окружењу, уз коришћење *TRL* (*Transformers Reinforcement Learning*) и *PEFT* (*Parameter-Efficient Fine-Tuning*) библиотека. Припрема података и анализа резултата имплементирана је коришћењем *PySpark* оквира на платформи *Databricks*.

Основни резултати рада су: приказ и анализа начина на који велики језички модели могу бити прилагођено за оцењивање студенских одговора у специфичном контексту предмета. Показано је да примена модела доноси одређена побољшања и дефинисане су услови потребни за даља унапређења. Остварени резултати отварају могућност наставка рада у виду унапређења базе податка за тренирање и развоја функционалног модела за оцењивање.

## 5. Закључак и предлог

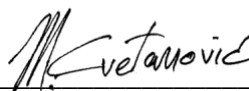
Кандидаткиња Теодора Мијатовић је у свом мастер раду успешно извршила испитивање метода додатног тренирања модела за оцењивање студенских SQL одговора и систематично представила добијене резултате. Представљени резултати дају увид у могућности оваквог система и побољшања које додатно тренирање доноси. Дате су смернице и сугестије за даље унапређивање базе података које би додатно побољшало развијени систем.

Кандидаткиња је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

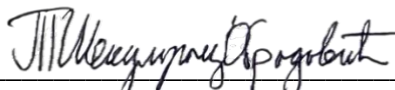
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Теодору Мијатовић прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 13.09.2024. године

Чланови комисије:



др Милош Цветановић, ванр.проф.



мс Тамара Шекуларац-Обрадовић, асист.