

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 23.06.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Анђела Богдановић под насловом „Компаративна анализа техника за додатно обучавање великих језичких модела“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Анђела Богдановић је рођена 25.07.2000. године у Новом Пазару. Завршила је основну школу „Александар Стојановић - Лесо“ у Дежеви као носилац Вукове дипломе и ђак генерације. Уписала је Прву крагујевачку гимназију у Крагујевцу, коју је завршила са одличним успехом 2019. године. Током школовања освојио је више награда на такмичењима из математике, као и прву награду на државном такмичењу 2016. године и учествовала на Српској математичкој олимпијади. Електротехнички факултет уписала је 2019. године. Дипломирала је на одсеку за Сигнале и системе 2023. године са просечном оценом 9,04. Дипломски рад одбранила је у септембру 2023. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за сигнале и системе уписала је у октобру 2023. године. Радила је стручне праксе у Мајкрософт развојном центру Србија и Tenstorrent-у током 2025. године, а од децембра 2025. године запослена је у компанији Tenstorrent као Machine Learning инжењер.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидаткиња Анђела Богдановић је као припрему за израду мастер рада урадила истраживање релевантне литературе која се односи на област обучавања великих језичких модела, којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализиране су технике за додатно обучавање великих језичких модела. Теоријски су поређене технике потпуног додатног обучавања (full fine-tuning), методе меких упита (soft-prompt) и LoRA методе, за које су анализом представљене међусобне предности и мане, у погледу комплексности, практичне примене, меморијске, рачунске и временске сложености. Рад обухвата теоријски преглед обучавања великих језичких модела, начин избора параметара који утичу на финални модел, као и експерименте при којима су теоријске основе практично примењене. Практичним примерима поређене су методе потпуног додатног обучавања и LoRA методе, где је и практично приказана предност LoRA методе, при обучавању Llama и Qwen модела.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 44 стране, са укупно 19 слика, 3 табеле и 38 референци. Рад садржи увод, 6 поглавља и закључак (укупно 8 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља теоријски увод у тему великих језичких модела, њихову примену и историјски развој.

Друго поглавље описује специфичности њихових архитектура са детаљним описом токенизације, слоја векторизације речи, позиционог енковања, трансформер блока, који је уједно и најбитнији део коришћених модела. Приказане су декодер архитектуре са најпознатијим представницима, Llama и Qwen моделима, који су коришћени у овом раду.

У трећем поглављу је дат кратак преглед обучавања великих језичких модела, у оквиру кога су поменуте три фазе: претренирање, додатно обучавање и поравњање.

У четвртном поглављу је детаљно представљено додатно обучавање, са теоријским и математичким прегледом техника потпуног додатног обучавања (full fine-tuning), меких упита (soft-prompt), LoRA методе - LoRA, QLoRA, DLoRA и различитих метода иницијализације LoRA адаптера. Дат је преглед утицаја различитих параметара и теоријски преглед и поређење поменутих метода.

Пето поглавље описује базе података које су коришћене у практичним експериментима и њихове специфичности. Базе које су коришћене су: SST, Alpaca и MetaMathQA.

У шестом поглављу описан је процес имплементације, са детаљнијим акцентима о конкретним коришћеним моделима, методама, параметрима и хардверу.

Седмо поглавље представља резултате практичног дела, где су поређени модели Qwen3-4B-Instruct-2507, Qwen3-8B-Base, Qwen3-8B, Qwen3-32B и Llama 3.1 1B при LoRA обучавању, са примером потпуног

додатног обучавања за Llama 3.1 1B модел.

Осмо поглавље је закључак у оквиру кога је дискутован значај описаних метода и могућа даља унапређења. Резимирани су резултати рада, изазови и ограничења приликом имплементације и постављени теоријски темељи са идејама за унапређење и даље поређење и примену метода за додатно обучавање код великих језичких модела.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Анђеле Богдановић се бави теоријском компаративном анализом метода за додатно обучавање великих језичких модела, са практичном применом код LoRA методе за различите Qwen моделе, као и поређење full fine-tuning и LoRA методе код Llama модела. Потпуно додатно обучавање представља могућност дотрениравања и оспособљавања модела да решава специфичне задатке које до тада није знао, али изискује велике временске, меморијске и рачунске ресурсе. LoRA метода се показала као добар компромис, где се при коришћењу ове методе знатно смањују поменута ограничења, а модел резултује са стилски врло сличним и прихватљивим резултатима, обучавајући само LoRA параметре, уместо свих параметара великих модела. LoRA адаптери користе матрице ниског ранга, па самим тим смањују коришћење меморије, па се време скраћује око 10 пута.

Основни резултати рада су: 1) начин одабира LoRA параметара и осталих хиперпараметара при обучавању 2) примена додатног обучавања код Llama и Qwen модела; 3) примери излаза из модела пре и после додатног обучавања, као и поређење са оригиналним очекиваним излазом из базе.

5. Закључак и предлог

Кандидаткиња Анђела Богдановић је у свом мастер раду успешно спровела теоријску и практичну анализу техника за додатно обучавање великих језичких модела, са посебним освртом на LoRA методу, и развила систем који омогућава додатно обучавање модела фамилија Qwen и Llama применом LoRA адаптера на Tenstorrent хардверу. Кандидаткиња је спровела опсежна испитивања утицаја хиперпараметара ранга r и фактора скалирања α на конвергенцију модела различитих величина, при чему су добијени резултати који показују како сложеност задатка и величина модела утичу на избор оптималних параметара додатног обучавања. Предложена анализа и добијени резултати могу значајно да допринесу практичној примени параметарски ефикасних метода додатног обучавања великих језичких модела.

Кандидаткиња је исказала самосталност и систематичност у своме поступку, као и способност јасног теоријског излагања сложене материје и повезивања теоријских основа са конкретном имплементацијом и експерименталним резултатима.

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

Београд, 11.09.2026. године

Чланови комисије:

др Александра Крстић Ванредни професор
сагласан, 11.09.2026.

Наталија Ђорђевић Асистент
сагласан, 11.09.2026.