

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 22.10.2024. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Ђорђа Новаковића под насловом „Анализа хардверске и софтверске подршке за извршавање алгоритама машинског учења на графичким процесорима” (енг. „*Analysis of hardware and software support for executing machine learning algorithms on graphics processors*“). Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Ђорђе Новаковић је рођен 27.3.2000. године у Новом Саду, Република Србија. Основну школу “Стеван Сремац” у Борчи завршио је 2015. године као носилац Вукове дипломе. Након тога уписао је Електротехничку школу “Никола Тесла” у Београду, смер електротехничар рачунара, коју завршава 2019. године такође као носилац Вукове дипломе. У октобру исте године уписује Електротехнички факултет, смер Електротехника и рачунарство. Четири године касније дипломира на одсеку Рачунарска техника и информатика са просечном оценом 9,36. Дипломски рад на тему “Превођење CUDA програма у портабилни изворни програмски код коришћењем HIP алата” одбранио је у јулу 2023. године са оценом 10, код ментора проф. др Марка Мишића. Након тога у октобру уписује мастер студије на смеру Софтверско инжењерство.

#### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Ђорђе Новаковић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Најпре су истражене теме у вези основних операција у алгоритмима машинског учења. Посебно је размотрена област тензорског рачуна са освртом на генерализовану операцију матричног множења и конволуцију. Затим је детаљно истражена хардверска и софтверска подршка за алгоритме машинског учења на графичким процесорима два произвођача на примеру неколико различитих архитектура. Одабрано је неколико операција над тензорима, као и одговарајућа библиотека *MIOpen* за писање примера, њихово тестирање и евалуацију. На основу почетног истраживања су постављени предмет и циљеви даљег истраживања и приступљено је реализацији.

#### 3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 41 страну, са укупно 16 слика, 6 табела и 21 библиографских референци. Рад садржи увод, 3 поглавља и закључак (укупно 5 поглавља), списак коришћене литературе, скраћеница, слика и табела. Рад је написан на српском језику.

Друго поглавље овог рада даје увид у то какве захтевне рачунске операције су специфичне за алгоритме машинског учења и зашто их је потребно убрзати. Ове рачунске операције су посебно значајне за алгоритме који се користе у делу машинског учења које се назива дубоко учење (енг. *deep learning*).

У трећем поглављу је описано како хардверским унапређењима графичких процесора, највеће светске компаније доприносе бржем извршавању алгоритама машинског учења. Свака од водећих светских компанија (*Nvidia*, *AMD*, *Intel*) дају допринос различитим хардверским унапређењима, али у овом раду је фокус на графичким процесорима компанија

*Nvidia* и *AMD* и њиховим побољшањима хардвера. Водеће светске компаније су развиле хардвер који може ефикасно да ради са све сложенијим моделима вештачке интелигенције али је такође потребна и софтверска подршка да би се овај хардвер искористио. У овом поглављу је фокус, такође, на софтверској подршци коју пружају компаније *Nvidia* и *AMD* за извршавање алгоритама машинског учења.

Четврто поглавље је посвећено томе да на практичан начин прикаже убрзања која могу да се остваре користећи графички процесор. Поред убрзања у односу на CPU приказано је и то каква убрзања могу да се добију ако боље искористимо ресурсе графичког процесора, односно боље прилагодимо алгоритам.

Рад се завршава закључком који сумира налазе и предлаже правац за будућа истраживања. На крају рада је дат списак библиографских референци које су коришћене као помоћ приликом израде рада.

#### 4. Закључак и предлог

Према мишљењу чланова Комисије предложени мастер рад садржи неколико значајних доприноса:

1. Преглед основних операција у алгоритмима машинског учења са посебним освртом на област тензорског рачуна, генерализовану операцију матричног множења и конволуцију,
2. Преглед хардверске и софтверске подршке за алгоритме машинског учења на графичким процесорима компанија *Nvidia* и *AMD*,
3. Имплементацију три примера тензорских операција на графичким процесорима у *MIOpen* библиотеци и одговарајућег окружења за тестирање и евалуацију,
4. Упоредну анализу и дискусију добијених резултата,
5. Предлог могућности за даља истраживања.


На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Ђорђа Новаковића под насловом „Анализа хардверске и софтверске подршке за извршавање алгоритама машинског учења на графичким процесорима” прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

У Београду, 17.12.2024.

Чланови комисије:



Др Марко Мишић,  
ванредни професор



Др Владимир Јоцић,  
доцент