

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 3.9.2024. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Марко Зубац под насловом „Анализа објашњивости конволутивних неуралних мрежа у класификацији крвних ћелија”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Марко Зубац је рођен 16.10.2000. године у Невесињу. Завршио је основну школу „Ристо Пророковић” у Невесињу као вуковац. Уписао је гимназију „Алекса Шантић” у Невесињу, коју је завршио као вуковац и као ђак генерације. Током школовања освојио је више првих награда на регионалним такмичењима из математике и физике, као и бројна учешћа и дипломе на републичким такмичењима из математике и физике и олимпијади из математике 2015. године. Електротехнички факултет уписао је 2019. године. Дипломирао је на одсеку за Сигнале и системе 2023. године са просечном оценом 8,57. Дипломски рад одбранио је у јуну 2023. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за сигнале и системе уписао је у октобру 2023. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,00.

#### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Марко Зубац је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирана су постојећа решења и проблеми у области пројектовања различитих архитектура конволутивних неуралних мрежа и испитивање питања објашњивости вештачке интелигенције. Истраживањем области утврђено је да постоји велики број архитектура која се користе за тренирање конволутивних неуралних мрежа које могу бити од значаја приликом решавања конкретних проблема класификације и да су следеће методе објашњивости вештачке интелигенције најчешће коришћене: Grad-CAM, Saliency Map и LIME. Анализом решења је утврђено да је AlexNet архитектура која је дала најбоље резултате и да су Grad-CAM и Saliency Map дале добар одговор на питање објашњивости.

#### 3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 53 страна, са укупно 32 слике и 5 табела. Рад садржи Увод, 3 поглавља и Закључак (укупно 5 поглавља), као и списак коришћене литературе, табела и слика.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљене су најчешће коришћене технике за примену вештачке интелигенције у медицинској дијагностици, конкретно конволутивних неуралних мрежа, са посебним освртом на питање објашњивости вештачке интелигенције. Наведени преглед обухвата и цитирање релевантних извора из литературе.

У другом поглављу је дат теоријски осврт на конволутивне неуралне мреже, са детаљно описаном структуром и особинама сваке од пет различитих архитектура. Посебна пажња је посвећена оним особинама које су карактеристичне за сваку архитектуру.

У трећем поглављу је дат преглед метода објашњивости вештачке интелигенције, при чему су детаљно описане најпопуларније методе које су кориштене у овом раду. Детаљно је објашњен значај објашњивости вештачке интелигенције у применама попут медицинских, као и сваке од коришћених метода.

Четврто поглавље детаљно описује базу података слика ћелија крвних зрнаца која је коришћена за класификацију. Након тога је описан поступак и резултати тренирања сваке од пет неуралних мрежа, упоређени резултати између њих- Коначно, издвојена је архитектура која је дала најбоље резултате у смислу тачности, на којој је даље испитивано питање објашњивости вештачке интелигенције за три различите методе.

Пето поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај разматраних метода, као и добијени резултати.

#### 4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Марка Зупца се бави проблематиком пројектовања конволутивних неуралних мрежа над базом података скупа слика ћелија крвних зрнаца, а нарочито питањем објашњивости вештачке интелигенције. Овакве архитектуре, а самим тим и методе објашњивости у оквиру овог рада, налазе примену у системима за аутоматску класификацију групе којој припадају крвне ћелије и валидацију методе доношења одлука конволутивних неуралних мрежа путем метода за објашњивост вештачке интелигенције.

Основни доприноси рада су: 1) приказ и методологија пројектовања различитих архитектура конволутивних неуралних мрежа за класификацију крвних ћелија; 2) визуелно објашњење метода преко којих неурална мрежа долази до закључка за класификацију; 3) могућност наставка рада на тему објашњивости вештачке интелигенције.

#### 5. Закључак и предлог

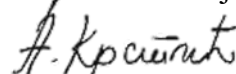
Кандидат Марко Зубац је у свом мастер раду успешно решио проблем пројектовања конволутивних неуралних мрежа и развио систем који успешно класификује крвне ћелије и путем визуелних метода за објашњивост вештачке интелигенције приказао регионе слике који учествују у доношењу одлуке. Добијени резултати могу да се користе при валидацији неуралних мрежа како би се утврдило да ли на правилан начин доносе одлуке.

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

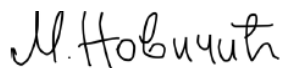
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Марко Зупца прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 9.9.2024. године

Чланови комисије:



Др Александра Крстић, ванредни професор.



Маст. инж. Марија Новичић, асистент.