

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 08.09.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Кристина Стевановић под насловом „Реализација система за детекцију промена на сцени заснованог на дубокој неуралној мрежи“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Кристина Стевановић је рођена 19.01.2001. године у Крушевцу. Завршила је Основну школу „Вук Караџић“ у Крушевцу као носилац дипломе „Вук Караџић“. Уписала је природно-математички смер Гимназије у Крушевцу коју је такође завршила као носилац дипломе „Вук Караџић“. Током школовања освојила је више награда на државним такмичењима из физике. Електротехнички факултет уписала је 2019. године. Дипломирала је на одсеку за Сигнале и системе 2023. године са просечном оценом 8,67. Дипломски рад одбранила је у септембру 2023. године са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за сигнале и системе уписала је у октобру 2023. године.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидаткиња Кристина Стевановић је, као припрему за израду мастер рада, проучила релевантну литературу из области детекције промена на сцени, дубоких неуралних мрежа и извршавања модела машинског учења на уграђеним платформама. Анализирани су класични поступци засновани на поравнавању и непосредном поређењу слика, као и савремени поступци засновани на сијамским мрежама и механизмима пажње. Посебно је испитан модел CYWS, његова архитектура енкодер–декодер, модули узајамне пажње и глава детектора. Истраживачки рад обухватио је реконструкцију архитектуре из сачуваних тежина, превођење модела из окружења PyTorch у формат ONNX, проверу бројчане еквиваленције, преписивање делова графа непогодних за уграђени убрзивач, квантизацију у формат int8 и превођење за платформу SiMa.ai Modalix. Испитани су и поступци предобраде, декодовања излаза и сузбијања вишеструких одзива, као и могућност повезивања свих компонената у ток обраде заснован на окружењу GStreamer. Резултати су вредновани мерењем тачности, прецизности, одзива, мере F1 и процењеног времена извршавања на акцелератору.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 56 нумерисаних страна, рачунајући од увода, са укупно 3 слике, 34 табеле и 30 библиографских референци. Рад садржи увод, девет централних поглавља и закључак, односно укупно једанаест поглавља, списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика и списак табела. Прво поглавље представља увод у коме су одређени предмет, циљ и структура рада. Образложена је потреба за системом који детекцију промена између две слике исте сцене извршава на уграђеном уређају, у реалном времену и уз ограничену потрошњу енергије.

У другом поглављу формулисан је задатак детекције промена и дат преглед класичних поступака и поступака заснованих на дубоким неуралним мрежама. Размотрена су њихова ограничења и издвојен је проблем недостатка података о цени извршавања на уграђеним системима.

У трећем поглављу детаљно је описан модел CYWS: енкодер, декодер, три модула узајамне пажње, глава детектора и подаци употребљени за обучавање. Приказане су и измерене особине механизма пажње и архитектурна својства значајна за имплементацију.

Четврто и пето поглавље описују развојно окружење, библиотеке и хардверску платформу, а затим поступак превођења модела у формат ONNX. Посебна пажња посвећена је уклањању софтверских зависности, провери исправности изведеног графа и преписивању петодимензионалних операција у облик који подржава циљни убрзивач.

Шесто, седмо и осмо поглавље приказују референтну имплементацију модела, квантизацију и превођење за платформу Modalix, као и структуру тока обраде у окружењу GStreamer.

Девето и десето поглавље описују формиран скуп за испитивање и приказују резултате мерења тачности пре и после квантизације, као и процену цене извршавања на акцелератору. У једанаестом поглављу су сумирани резултати, наведена ограничења и предложени правци даљег рада.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Кристине Стевановић бави се реализацијом система за детекцију промена на сцени заснованог на дубокој неуралној мрежи, са нагласком на прилагођавање и извршавање модела на уграђеној платформи SiMa.ai Modalix. Полазни модел CYWS био је доступан у облику сачуваних тежина, без рачунског графа погодног за циљну платформу. Због тога је кандидаткиња реконструисала архитектуру, извела ONNX граф и успоставила поступак којим се исправност сваке фазе преношења независно проверава.

Значајан резултат рада представља преписивање графа којим су петодимензионални тензори у модулима узајамне пажње сведени на операције над највише четири димензије, без измерене промене излаза модела. Модел је затим квантизован у формат int8 и преведен за циљни акцелератор. Мерења су показала да се готово целокупно одступање тачности јавља у кораку квантизације, док извођење и преписивање графа не уносе практично значајну грешку. Анализа цене извршавања показала је да механизам пажње заузима 5,2 % времена на акцелератору, док највећи трошак потиче од генерисања излаза пуне просторне резолуције.

Основни доприноси рада су: 1) потпун и проверљив поступак реконструкције и превођења модела CYWS из окружења PyTorch у формат ONNX; 2) мењање рачунског графа за ограничења уграђеног акцелератора уз очување бројчане еквиваленције; 3) квантизација, превођење и одвојена анализа утицаја сваког корака на тачност; 4) реализација референтног тока обраде и пројектовање GStreamer система са два улаза; 5) формирање и означавање скупа од 91 пара слика за независно испитивање; и 6) анализа расподеле времена извршавања по компонентама мреже.

5. Закључак и предлог

Кандидаткиња Кристина Стевановић је у свом мастер раду успешно реализовала и експериментално проверила кључне кораке преношења модела за детекцију промена на уграђену платформу: реконструкцију архитектуре, извођење и мењање ONNX графа, квантизацију, превођење за акцелератор и обраду излаза. Формиран је и сопствени скуп за испитивање, а резултати су анализирани са становишта тачности и рачунске цене. Ток обраде у окружењу GStreamer је пројектован и састављен, док његово покретање на уређају и мерење брзине целог система остају предмет даљег рада. Наведено ограничење је у раду јасно издвојено и не утиче на ваљаност спроведених мерења модела и акцелератора.

Кандидаткиња је показала самосталност, систематичност и способност да сложен проблем подели на проверљиве целине. Резултати су изложени прегледно, уз јасно раздвајање преузетог модела, сопствених поступака прилагођавања и експерименталних налаза.

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

Београд, 14.09.2026. године

Чланови комисије:

др Вељко Папић Ванредни професор
сагласан, 13.09.2026.

др Томислав Шекара Редовни професор
сагласан, 14.09.2026.