

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. Стефан Ђорђевић под насловом „Радиографски симулатор реализован у техници паралелног извршавања“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Стефан Ђорђевић је рођен 19.04.1998. године у Панчеву. Завршио је основну школу „Свети Сава“ у Панчеву као вуковац. Уписао је Математичку гимназију у Београду, коју је завршио са одличним успехом. Током школовања освојио је више награда на државним такмичењима из математике и програмирања. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2017. године. Дипломирао је на одсеку за Физичку електронику 2021. године са просечном оценом 9,13. Дипломски рад одбранио је у септембру 2021. године са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је октобра 2024. године на модулу за Биомедицински и еколошки инжењеринг. Положио је све испите са просечном оценом 10.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Стефан Ђорђевић је у оквиру припреме за израду мастер рада спровео истраживање релевантне литературе из области Монте Карло транспорта рендгенских фотона, радиографског сликања и масовно паралелног извршавања на GPU архитектурама. Истраживање је обухватило физичке принципе Комптоновог расејања и фотоелектричне апсорпције, ХСОМ коефицијенте слабљења, као и постојеће приступе убрзању Монте Карло симулација у медицинском сликању. Посебан нагласак стављен је на потребу за физички усклађеним поређењем GPU и CPU имплементација.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 69 страна, од чега прилози обухватају 7 страна, са укупно 19 слика, 13 табела, 18 листинга и 13 референци. Рад садржи увод, 7 поглавља и закључак (укупно 9 поглавља), списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика, списак табела и три прилога.

У првом поглављу дат је увод у област, наведена је мотивација за примену Монте Карло методе у радиографији и описани су циљеви рада.

Друго поглавље обухвата физичке основе Монте Карло транспорта рендгенских зрака, укључујући полиенергетски спектар, коефицијенте слабљења, фотоелектричну апсорпцију, Комптоново расејање према Клајн–Нишининој расподели и К-флуоресценцију јода.

Треће поглавље описује модел радиографског система (извор Х-зрака, геометрију и састав фантома за C++ и CUDA имплементације, детектор) и принципе формирање радиографске слике у имплементираном стохастичком моделу.

Четврто и пето поглавље представљају софтверске C++ и CUDA имплементације симулатора, са посебно детаљним описом CUDA реализације, која укључује организацију паралелног извршавања, транспортно језгро и генератор псеудослучајних бројева са обезбеђеном независношћу низова по CUDA нитима.

Шесто и седмо поглавље дају методологију и резултате поређења двеју имплементација симулатора. Изложени су детаљи оптимизације CUDA параметара, укључујући физичку валидацију, скалирање перформанси и нумерички експеримент поређења два решења (C++ и CUDA) у условима једнаког времена извршавања.

Дискусија добијених резултата спроведена је у осмом поглављу, док је девето поглавље закључак, у ком су сумирани најважнији резултати рада.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Стефана Ђорђевића представља развој радиографског симулатора заснованог на Монте Карло транспорту фотона и масовно паралелном CUDA извршавању. Кандидат је реализовао физички усклађен пар Numba CUDA и једнонитне C++ имплементације, уз валидацију у којој су релативне разлике нормализованих физичких величина биле мање од 1%. За 10⁹ фотонских историја постигнуто је

убрзање од 887,13 пута у односу на секвенцијалну C++ верзију симулатора, са приближно 2,12 милијарди историја у секунди на NVIDIA GeForce RTX 3090. У експерименту са једнаким временом извршавања, паралелна GPU верзија симулатора је за исто време обрадила 924,36 пута више историја од CPU верзије, уз смањење квантног шума на продуктованим радиографским сликама, који је последица стохастичности модела, од 30,534 пута.

Кључни доприноси рада су:

- 1) реализација стабилног GPU Монте Карло радиографског симулатора,
- 2) физички усклађена валидација CUDA резултата у односу на C++ реализацију,
- 3) квантитативна демонстрација убрзања извршавања симулације када је реализована у техници паралелног извршавања у односу на секвенцијалну реализацију, у условима једнаког броја фотонских историја,
- 4) квантитативна демонстрација побољшања статистичког квалитета радиографских слика при једнаком времену извршавања двеју реализација симулатора.

5. Закључак и предлог

Кандидат Стефан Ђорђевић је у свом мастер раду показао висок степен самосталности, систематичности и способности за решавање сложеног инжењерског проблема. Рад је добро структуриран, јасно написан и у потпуности одговара академским стандардима мастер студија.

На основу наведеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да се рад дипл. инж. Стефана Ђорђевића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавна усмена одбрана.

Београд, 11.09.2026. године

Чланови комисије:

др Милош Вујисић Редовни професор
сагласан, 11.09.2026.

Димитрије Поповић Асистент
сагласан, 11.09.2026.