

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. Филип Урошевић под насловом „Анализа и поређење техника за рендеровање ефеката ватре у реалном времену“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Филип Урошевић је рођен 02.10.2001. године у Чачку. Завршио је основну школу „Филип Вишњић“ у Београду као вуковац. Уписао је Електротехничку школу „Никола Тесла“ у Београду коју је завршио са одличним успехом. Електротехнички факултет уписао је 2020. године. Дипломирао је 2024. године са просечном оценом 8,91. Дипломски рад одбранио је у септембру 2024. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за софтверско инжењерство уписао је у октобру 2024. године.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Филип Урошевић је као припрему за израду мастер рада спровео истраживање релевантне литературе из области рачунарске графике, са посебним освртом на технике за приказ ефеката ватре у реалном времену. Анализирани су приступи засновани на текстурним анимацијама, CPU и GPU системима честица, процедуралним техникама заснованим на функцијама шума, као и сложеније волуметријске и физички засноване методе. На основу спроведене анализе дефинисане су четири технике које су реализоване у заједничком OpenGL окружењу, са циљем њиховог поређења са становишта перформанси, скалабилности, меморијских захтева и визуелних карактеристика. Посебна пажња посвећена је експерименталном мерењу времена извршавања на CPU и GPU, као и анализи понашања техника при различитим параметрима и резолуцијама приказа.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 49 страна од увода до краја рада, са укупно 12 слика, 11 табела, 13 исечака кода и 19 референци. Рад садржи увод, четири тематска поглавља, закључак, списак коришћене литературе, списак слика и списак табела.

У првом поглављу представљени су тема рада, мотивација и основни проблеми приказа ватре у реалном времену, са нагласком на компромис између визуелног квалитета и рачунске сложености.

Друго поглавље даје преглед постојећих техника. Разматране су текстурне анимације, CPU и GPU системи честица, процедурална ватра и волуметријске симулације, уз анализу њихових основних предности, недостатака и области примене.

У трећем поглављу описана је имплементација апликације и четири реализоване технике: sprite sheet анимације, CPU и GPU система честица и процедуралне ватре засноване на value noise и fBM функцијама. Посебно су приказани архитектура система, токови података и разлике између CPU и GPU реализације истог модела честица. Описан је и систем за аутоматизовано мерење перформанси, који омогућава мерење времена кадра, CPU и GPU времена извршавања.

Четврто поглавље садржи експерименталну анализу реализованих техника. Испитивани су утицај броја честица на CPU и GPU системе, утицај броја fBM октава на процедуралну ватру, меморијски захтеви sprite sheet приступа и утицај резолуције приказа на перформансе свих техника. Поред квантитативних резултата, анализирани су и визуелне особине, предности и ограничења сваког приступа.

На крају, закључак сумира резултате рада и указује да избор одговарајуће технике зависи од захтеваног визуелног квалитета, расположивих рачунских и меморијских ресурса и природе конкретне примене. Наведени су и могући правци даљег рада, укључујући сложеније визуелне ефекте, волуметријске технике и испитивање на различитим хардверским конфигурацијама.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад кандидата Филипа Урошевића бави се пројектовањем, реализацијом и анализом техника за приказ ефеката ватре у реалном времену. Овакве технике имају примену у видео-играма, симулаторима и

другим интерактивним системима у којима је потребно остварити добар однос између визуелног квалитета и перформанси.

Основни резултати рада су: 1) реализација јединственог система у коме су под истим условима имплементирани и упоређене четири различите технике за приказ ватре; 2) реализација методологије за поновљиво мерење перформанси, укључујући засебно мерење CPU и GPU времена; 3) анализа скалабилности CPU и GPU система честица и утврђивање области у којој GPU реализација постаје ефикаснија; 4) анализа односа између сложености процедуралне ватре, броја fBM октава и времена извршавања; и 5) анализа односа између резолуције sprite sheet текстуре, перформанси и заузећа графичке меморије.

Резултати показују да sprite sheet приступ има најмањи рачунски трошак, али ограничену варијабилност и меморијску цену која расте са резолуцијом текстуре. GPU систем честица боље скалира са повећањем броја честица од CPU реализације, док процедурални приступ пружа већу варијабилност и параметризабилност уз већи трошак fragment шејдера. На основу спроведене анализе закључено је да не постоји једна техника која је најбоља за све примене, већ избор зависи од односа захтеваног визуелног квалитета и расположивих рачунских ресурса.

5. Закључак и предлог

Кандидат Филип Урошевић је у свом мастер раду успешно решио проблем пројектовања и реализације система за приказ ефеката ватре у реалном времену и развио окружење за упоредну анализу више различитих техника. Систем успешно реализује текстуру анимацију, CPU и GPU системе честица и процедурални приказ ватре, уз аутоматизовано мерење њихових перформанси. Спроведеном анализом утврђене су разлике у скалабилности, рачунским и меморијским захтевима и визуелним карактеристикама реализованих приступа.

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. Филипа Урошевића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 11.09.2026. године

Чланови комисије:

др Марија Пунт Ванредни професор
сагласан, 11.09.2026.

др Захарије Радивојевић Ванредни
професор
сагласан, 11.09.2026.

Јован Ђукић Асистент
сагласан, 11.09.2026.