

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 04.06.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Алекса Куљанин под насловом „Пројектовање система за дигиталну обраду визуелног маркера у нишанским системима ласерског оружја". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Алекса Куљанин рођен 21.04.2001. године у Ужицу. Основно образовање стекао је у Основној школи „Стари град” у Ужицу, након чега је завршио Ужичку гимназију. Електротехнички факултет уписао је 2020. године, а дипломирао 2024. године на одсеку Електроника и дигитални системи са просечном оценом 9,13. Дипломски рад одбранио је у септембру 2024. године. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу Електроника и дигитални системи, уписао је у октобру 2024. године.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Алекса Куљанин је, у оквиру припреме за израду мастер рада, спровео истраживање релевантне литературе из области система за навођење ласерског оружја. Анализирани су начини реализације физичке ласерске мете способне да детектује и визуелно сигнализира погодак безопасним ласерским снопом, на основу чега је пројектована штампана плоча визуелног маркера. У наставку истраживања анализирани су начини за поуздано препознавање боје осветљеног пиксела на слици. Утврђено је да Еуклидско растојање у RGB простору боја, узимајући у обзир сва три канала, представља објективан критеријум за одређивање степена црвене боје пиксела. На основу овог критеријума развијени су алгоритми за хардверску детекцију положаја фото детектора ласерске мете, прилагођени улазним параметрима FPGA дела система. Сва спроведена истраживања усмерена су ка реализацији симулационог система који функционално реплицира систем у реалном времену, при чему су његове функционалне целине замењене одговарајућим симулационим еквивалентима уз очување њихове основне функционалности.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 70 страна са укупно 45 слика, 8 табела и 14 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада.

У другом поглављу описан је систем у реалном времену, као и начин на који су његове кључне целине замењене одговарајућим еквивалентима у оквиру реализованог симулационог система, уз задржавање функционалне сличности са изворним системом.

У трећем поглављу описан је РСВ дизајн ласерске мете, са образложењем пројектних одлука и функционалности штампане плоче, као и правцима даљег унапређења детекције.

Четврто поглавље описана је софтверска сегментација слике и детекција ласерске мете реализована у Python програмском језику, при чему су детаљно изложене теоријске основе примењеног алгоритма детекције засноване на анализи боје и облика, као и сама имплементација и параметри алгоритма.

У оквиру петог поглавља описан је модул за обраду слике реализован на FPGA платформи, са описом блок дизајна FPGA подсистема и два независно реализована алгоритма детекције положаја фото детектора ласерске мете у VHDL језику — првог, заснованог на проналажењу појединачног пиксела најмањег Еуклидског растојања до референтне црвене боје, и другог, заснованог на груписању пиксела сличног растојања до референте црвене боје. Описана је и процедура подизања PetaLinux окружења, које омогућава интеракцију између процесорског и програмабилног дела платформе.

У шестом поглављу приказани су резултати верификације реализованог система на хардверу, укључујући поређење резултата два реализована алгоритма детекције.

Седмо поглавље представља закључак рада, у коме су сумирани остварени резултати, анализирани предности и ограничења реализованог система, као и правци даљег развоја.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Алексе Куљанина бави се пројектовањем и реализацијом система за дигиталну обраду визуелног маркера у нишанским системима ласерског оружја. Овакви системи, укључујући и систем реализован у оквиру овог рада, налазе примену у системима за навођење ласерског оружја, где су безбедност тестирања и поуздана детекција положаја мете од нарочитог значаја, посебно у условима променљивог осветљења.

У циљу практичне реализације и провере предложеног приступа, ласерска мета је физички израђена, док су оба алгоритма детекције имплементирана на FPGA платформи Kria KD240. Оваквом реализацијом омогућена је практична верификација целокупног система и непосредно поређење резултата два развијена алгоритма за детекцију положаја фото детектора ласерске мете.

Основни резултати рада су: 1) пројектовање и хардверска реализација штампане плоче ласерске мете; 2) реализација софтверског алгоритма детекције ласерске мете применом технике сегментације слике; 3) пројектовање и хардверска реализација, у VHDL језику, два независна алгоритма за детекцију положаја фотодиоде на FPGA платформи - првог, заснованог на проналажењу појединачног пиксела најмањег Еуклидског растојања до референтне црвене боје, и другог, заснованог на груписању пиксела сличног растојања до референтне црвене боје; 4) верификација реализованих алгорита на платформи Kria KD240, под PetaLinux оперативним системом.

5. Закључак и предлог

Кандидат Алекса Куљанин је у свом мастер раду успешно решио проблем пројектовања система за дигиталну обраду визуелног маркера у нишанским системима ласерског оружја, реализовавши функционалан симулациони систем — од хардверског дизајна штампане плоче ласерске мете, преко софтверског алгоритма детекције, до два независна хардверска алгоритма реализована на FPGA платформи: једног заснованог на проналажењу појединачног пиксела најмањег Еуклидског растојања до референтне црвене боје, и другог заснованог на груписању пиксела сличног растојања применом хистограма, чиме је постигнута већа отпорност на шум. Предложена унапређења, како на нивоу РСВ дизајна тако и на нивоу алгоритама детекције, могу значајно да унапреде поузданост и применљивост реализованог система.

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. Алексе Куљанина прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 24.08.2026. године

Чланови комисије:

др Ненад Јовичић Ванредни професор
сагласан, 24.08.2026.

др Драгомир Ел Мезени Доцент
сагласан, 24.08.2026.