

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. Бојан Лазаревић под насловом „Анализа сензора у системима за праћење покретних циљева“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Рођен сам 19.05.2000. године у Зворнику. Основно образовање стекао сам у родном мјесту, након чега сам завршио гимназију. Даље школовање наставио сам на Војној академији у Београду, конкретно на модулу противваздухопловна одбрана и војноелектронско инжењерство, гдје сам стекао основна стручна знања из области електротехнике, техничких система и савремених технологија. Након тога, своје образовање наставио сам на мастер студијама Електротехничког факултета у Београду, смјер Сигнали и системи. Током школовања и професионалног рада посебно сам развио интересовање за радарске системе, обраду сигнала, аутоматику, системе противваздухопловне одбране и примјену савремених техничких рјешења у области одбране. Професионално искуство стекао сам кроз рад у систему одбране, гдје сам обављао дужности везане за командовање, планирање и реализацију активности, као и рад са техничким и противваздухопловним системима, посебно радарским и ракетним системима.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Бојан Лазаревић је, као припрему за израду мастер рада, спровео истраживање релевантне домаће и међународне литературе која се односи на сензоре савремених система за праћење покретних циљева, њихове мерне карактеристике и последице које те карактеристике имају на обраду података и на пројектовање система у целини. Основни ослонац истраживања представља референтна монографија S. S. Blackman и R. Popoli, „Design and Analysis of Modern Tracking Systems“, чији оквир је у раду преузет и даље разрађен.

У оквиру истраживачког рада полази се од поставке да се систем за праћење не може разумети ако се сензор посматра одвојено од обраде, јер особине мерења непосредно одређују које су поступке обраде потребно и могуће применити. Анализирани су извори неодређености при праћењу покретних циљева – непознато кретање циља, несигурно порекло мерења и непознат број циљева – као и начин на који се те неодређености разрешавају у обради података радарских система, од формирања капије и придруживања мерења до филтрирања, предикције и управљања животним циклусом трасе.

Истраживање је потом проширено на остале сензорске технологије које се користе у системима за праћење – лидарске, инфрацрвене и термовизијске системе, видео системе у видљивом делу спектра, акустичке сензоре, системе електронске подршке и бистатичке радаре – код сваке технологије разматрајући физичку основу, врсте мерења, типичне тачности и ограничења. На основу прикупљеног материјала извршена је систематизација карактеристика свих разматраних сензора по заједничким критеријумима и спроведена је упоредна анализа, уз разматрање комплементарности сензора, нивоа и архитектура њиховог удруживања, поступка избора сензорског склопа и мера квалитета праћења.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 81 страну основног текста, са укупно 22 слике и 7 табела (4 у основном тексту и 3 у прилогу). Рад садржи увод, три тематска поглавља, закључак, списак коришћене литературе и четири прилога.

У уводном поглављу описан је пут од примљене енергије до слике ситуације и издвојена су три извора неодређености при праћењу покретних циљева. Представљени су предмет, циљ и структура рада, као и преглед релевантне литературе у области.

Друго поглавље посвећено је радарским системима за праћење, као најразвијенијој класи сензора у овој области. Приказан је састав система са разграничењем хардверског и софтверског дела, а затим су детаљно обрађени задаци обраде података: формирање капија, придруживање мерења трасама, филтрирање и предикција, као и управљање животним циклусом трасе. Посебна пажња посвећена је доступности и квалитету мерења, статистичком опису сметњи и моделима циља.

Треће поглавље даје преглед осталих сензорских технологија – лидарских система, инфрацрвених и термовизијских сензора, видео система у видљивом делу спектра, акустичких сензора, система електронске подршке и бистатичких радара – наводећи за сваку технологију физичку основу, врсте мерења, типичне тачности и ограничења.

Четврто поглавље систематизује карактеристике свих разматраних сензора по заједничким критеријумима и спроводи упоредну анализу, а затим разматра комплементарност сензора, нивое и архитектуре њиховог удруживања, поступак избора сензорског склопа и мере квалитета праћења. Анализа је поткрепљена нумеричким примерима и студијом случаја система за заштиту од малих беспилотних летелица.

Пето поглавље садржи закључна разматрања и правце даљег рада, док шесто поглавље даје преглед коришћене литературе. Четири прилога садрже табеле типичних параметара сензора, списак ознака и скраћеница, сажет преглед поступака придруживања и филтрирања, и извод израза за капију.

4. Анализа са кључним резултатима

У мастер раду анализиране су карактеристике сензора савремених система за праћење покретних циљева и њихов утицај на обраду података и пројектовање система у целини. Рад полази од тезе да избор сензора и избор алгорита обраде нису две одвојене одлуке него једна, и да се морају доносити заједно.

Анализом је показано да карактеристике сензора у великој мери одређује физика на којој технологија почива, те да се поједина ограничења не могу уклонити бољом изградом уређаја него само надокнадити удруживањем сензора различите природе. Показано је да ниједна разматрана технологија сама не покрива цео простор захтева – велики домет прати слаба угаона резолуција, добру резолуцију кратки домети, док пасивност искључује мерење домета, а висока резолуција доноси осетљивост на атмосферске услове.

Посебно је истакнуто да тачност сензора делује и посредно, преко запремине капије која одређује обим посла алгорита придруживања, те да то посредно дејство често претегне над непосредном тачношћу мерења. Резултати анализе показују да корист од удруживања сензора не проистиче из њиховог броја, него из њихове комплементарности – геометријске, по условима рада или по врсти мерења коју дају.

На основу спроведене анализе изведене су и практичне препоруке за пројектовање система за праћење, које се односе на избор сензора према опису циља и условима рада, оцену понашања система у неповољним условима, значај временске и просторне усаглашености сензора, као и потребу вредновања система помоћу више мера квалитета истовремено.

5. Закључак и предлог

Кандидат Бојан Лазаревић је у свом мастер раду анализирао карактеристике сензора савремених система за праћење покретних циљева и њихов утицај на обраду података и пројектовање система, систематизујући и упоређујући разматране технологије према заједничким критеријумима. Посебна вредност рада огледа се у доследно спроведеној анализи која повезује физичке особине сензора са захтевима обраде података, поткрепљеној нумеричким примерима и студијом случаја.

Кандидат је током израде рада показао висок степен самосталности, аналитичности и инжењерске зрелости у решавању проблема који су били предмет истраживања. Добијени резултати представљају стручну основу за избор и комбиновање сензора у системима за праћење покретних циљева.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду да прихвати мастер рад дипл. инж. Бојана Лазаревића под насловом „Анализа сензора у системима за праћење покретних циљева” и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 25.08.2026. године

Чланови комисије:

др Жељко Ђуровић Редовни професор
сагласан, 24.08.2026.

др Горан Квашчев Редовни професор
сагласан, 25.08.2026.