

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 14.6.2022. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Милош Ненадовић под насловом „Фузија података са камере и *CAD 3D* модела предмета у формирању визуелне повратне спреге код индустријских робота”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Милош Ненадовић је рођен 17.03.1997. године у Београду. Гимназију је завршио у Београду са одличним успехом. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2016. године, на одсеку за Сигнале и системе. Дипломирао је у септембру 2020. године са оценом на испитима 9,32, на дипломском 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду је уписао октобра 2020. на модулу за Сигнале и системе. Положио је све испите са просечном оценом 9,80.

#### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Милош Ненадовић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирана су постојећа решења и проблеми у области детекције објеката на слици и одређивања позиције и оријентације. Истраживањем области утврђено је да постоје следећа решења која се користе за одређивање позиције и оријентације: дубоке неуралне мреже, упаривање преко локалних обележја, упаривање преко дубинских мапа, анализа фреквенцијског домена. Анализом решења је утврђено да употреба фазне корелације над лог-поларним системом представља перспективно решење.

#### 3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 37 страна, са укупно 29 слика, 1 табелом и 7 референци. Рад садржи увод, 6 поглавља и закључак (укупно 8 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљени су проблеми услед коришћења чистих *RGB* слика за одређивање позиције и оријентације предмета. Такође, поменут је значај ове проблематике у области роботике. Укратко су описана нека од решења дате проблематике у литератури, дате су њихове предности али и мане.

У другом поглављу су приказани предмети на којима ће се вршити алгоритам, описани су циљ и мотивација и приказан је простор у коме су се налазили предмети током експерименталне фазе.

У трећем поглављу је детаљно описан део препроцесирања слике добијене са камере како би се омогућило ефикасно извршавање даљих корака алгоритма.

Четврто поглавље детаљно описује поступак сегментације предмета на слици и њиховог издвајања из потенцијалних региона од интереса. Описани су могући проблеми који могу настати услед коришћења ове методе.

Пето поглавље описује две методе препознавања предмета на слици и упоређује их по погледу брзине и потребне меморије.

У оквиру шестог поглавља детаљно је описана методологија одређивања оријентације предмета. Сваки корак је посебно описан и приказане су слике из експерименталне фазе. Дат је преглед дужице извршавања овог дела алгоритма за употребу две различите методе. Описана је модификација која се може додати зарад повећања брзине извршавања.

Осмо поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај описаног решења и могућа даља унапређења. Резимирана је методологија, поменути су резултати рада и постављени теоријски темељи за практично примењивање и генерализацију ове методе за комплексније просторе и предмете.

#### 4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Милоша Ненадовића се бави проблематиком одређивања позиције и оријентације предмета у простору преко *RGB* слика доступних путем камере. Одређивање ове две величине налази примену у разним задацима у роботизи који захтевају било какву манипулацију предмета са хватаљком или мапирање простора. Брзина и тачност су кључне ставке оваквих метода, поготово када се примењују у ситуацијама као што је рад са предметима на покретној траци.

Алгоритам је имплементиран у програмском алату *Matlab*. Практична провера теоријске поставке је приказана за низ предмета једноставних геометријских облика.

Основни доприноси рада су: 1) приказ и методологија алгоритма за одређивање позиције и оријентације која не користи велике базе слика, нити захтева дуге периоде обучавања; 2) могућност наставка рада на генерализацији алгоритма за комплексније скупове предмета.

#### 5. Закључак и предлог

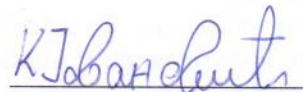
Кандидат Милош Ненадовић је у свом мастер раду успешно решио проблем пројектовања алгоритма за одређивање позиције и оријентације предмета у простору који не захтева поседовање великих база слика и заснива се већински на обучавању са синтетички генерисаним подацима. Предложена методологија може успешно да се примени са адекватном тачношћу и брзином у ситуацијама када није доступан довољан број података или нису доступне могућности које друге познате методе захтевају.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у реализацији овог рада.

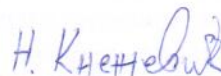
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Милоша Ненадовића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 16.9.2022. године

Чланови комисије:



Коста Јовановић, ванр. проф.



Никола Кнежевић, асистент.



Александар Родић, научни саветник