



# УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 05.03.2019. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Николе Савкића под насловом „Истовремена локализација и мапирање засновани на проширеном Калмановом филтру“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Никола Савкић је рођен 13.05.1994. године у Милићима (Република Српска). Завршио је основну школу "Браћа Јакшић" у Милићима а потом и гимназију, општи смер, „Милутин Миланковић“ такође у Милићима. Након средње школе уписује Војну академију, смер Војноелектронско инжењерство коју завршава 2017. године са просечном оценом 7,81 и оценом 10 на завршном раду. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за сигнале и системе уписао је исте године и положио све испите са просечном оценом 8,40.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад има 50 страна, са укупно 12 слика, и 30 референци. Рад садржи 6 поглавља и листу коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод. У њему је дефинисан основни проблем – процес истовременог одређивања локације агента у непознатом окружењу, и синтезе мапе тог окружења (енгл. Simultaneous Localization and Mapping, SLAM). Поменут је проширени Калманов филтар као један од основних алата намењених решавању овог проблема, а који је коришћен и у овом раду. Дат је и кратак преглед организације саме тезе.

Друго поглавље садржи детаљнији опис проблема истовремене локализације и мапирања, кратак историјат развоја ове области, илустративни пример којим се уводе основни појмови и идеје, затим опис кинематичког модела возила које се користи у оквиру проширеног Калмановог филтра и начин иницијализације оријентира које агент уочава у свом окружењу (проминентни објекти у окружењу, попут ћошкова, специјално постављених маркера, стабала итд).

Треће поглавље садржи опис и математичке основе алгорита проширеног Калмановог филтра. Најпре је дефинисан проблем Bayes-овог филтрирања као основног модела за темпорално пробабилистичко расуђивање на основу стохастичког модела кретања и зашумљених опсервација оријентира. На крају поглавља је описан начин рада проширеног Калмановог филтра као једног од најстаријих, али и даље најчешће коришћених апроксимативних решења за проблем Bayes-овог филтрирања у нелинеарним проблемима.

Четврто поглавље објашњава на који начин се проширени Калманов филтар употребљава у контексту истовремене локализације и мапирања. Детаљно су изложени кораци *предикције* новог положаја агента и очекиваних координата претходно уочених оријентира, добијени на основу модела и одометријских података, и *корекције* која се врши на основу разлике између очекиваних и опсервираних позиција оријентира.

Пето поглавље садржи експерименталну верификацију алгорита на јавно доступном скупу података, који садржи мерења забележена од стране мобилног робота у ходницима једне од зграда Универзитета Оребро у Шведској.

Шесто поглавље је закључак, који садржи рекапитулацију рада са освртом на најважније резултате.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Николе Савкића бави се проблемом истовремене локализације и мапирања. У литератури постоји више стандардних техника за решавање овог проблема. У овом раду је коришћен једна од основних техника, заснована на проширеном Калмановом филтру. Вектор стања који се естимира састоји се од позиције и оријентације агента, као и поцизије свих до сада уочених оријентира. Описани су пробабилистички модел кретања, који повезује нову позицију робота са његовом претходном позицијом и командама које су задате актуаторима, и пробабилистички модел опсервација, који повезује стварну позицију оријентира са подацима које дају сензори (у овом раду, ротирајући ласерски давач растојања монтиран на роботу). За овако дефинисане векторе стања и моделе кретања, односно опсервације, а узимајући у обзир нелинеарност модела кретања, имплементиран је проширени Калманов филтар који у реалном времену естимира сопствену позицију и позицију свих до сада уочених оријентира, као и проширивање вектора стања позицијама нових, први пут уочених оријентира, у односу на координатни систем дефинисан почетном позицијом и оријентацијом робота.

Главни доприноси рада су: 1) темељан преглед релевантне литературе на тему истовремене локализације и мапирања употребом проширеног Калмановог филтра, 2) детаљно објашњење свих елемената коришћеног алгорита, 3) имплементација алгорита у програмском окружењу Matlab, 4) експериментална верификација на јавно доступним, реалним мерењима и анализа добијених резултата.

### 4. Закључак и предлог

Кандидат Никола Савкић је у свом мастер раду темељно изложио, имплементирао, анализирао и експериментално верификовао алгорита за истовремену локализацију и мапирање заснован на проширеном Калмановом филтру. При томе је показао значајан степен систематичности, самосталности и способност коришћења литературе. Резултати рада су систематично представљени и темељно критички анализирани, и чине солидну основу за даље истраживање у овој области.

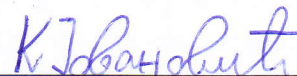
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад „Истовремена локализација и мапирање засновани на проширеном Калмановом филтру“ дипл. инж. Николе Савкића прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 03.04.2019. године

Чланови комисије:



др Предраг Тадић, доцент



др Коста Јовановић, доцент