



# 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 04.09.2018. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Иване Ивановић под насловом „Гаусовски процеси као регресиона метода у машинском учењу“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Ивана Ивановић је рођена 21.05.1994. године у Ужицу. Гимназију је завршила у Ужицу као носилац Вукове дипломе. Електротехнички факултет у Београду уписала је 2013. године, на одсеку за Сигнале и системе. Дипломирала је у септембру 2017. године са просечном оценом на испитима 8,17, на дипломском 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду је уписала у октобру 2017. на Модулу за Сигнале и системе. Положила је све испите са просечном оценом 9,20.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 50 страна, са укупно 18 слика и 21 референцом. Рад садржи увод, 6 поглавља и закључак (укупно 8 поглавља), списак коришћене литературе, скраћеница и слика.

Прво поглавље представља увод у коме су описане основне карактеристике Гаусовских процеса као регресионе методе, као и кратак преглед садржаја мастер рада кроз остала поглавља.

У другом поглављу је писано о развоју Гаусовских процеса као регресионе методе кроз историју и области примене овог приступа.

У трећем поглављу направљен је преглед основних појмова из теорије вероватноће који ће бити од користи за разумевање модела који се добијају применом Гаусовских процеса који спадају у генеративне пробабилитичке моделе.

У четвртном поглављу направљен је преглед најчешће коришћених регресионих метода са фреквентистичким и Бајесовским приступом.

У петом поглављу је објашњена априорна и апостериорна расподела функције и карактеризација ових расподела избором кернел функције. Представљене су неке од кернел функција које се могу користити за карактеризацију процеса, а чији избор зависи од проблема који се моделује Гаусовским процесом. У овом поглављу је детаљно објашњен алгоритам који се користи за обучавање модела и предикцију нових података, као и алгоритам који се користи за оптимизацију критеријумске функције.

У шестом поглављу су, над синтетичким подацима са и без шума, приказани теоријски закључци и извођења из претходног поглавља. Приказано је како расподела, количина доступних опсервација, избор кернел функција и њихових параметара утичу на модел и несигурност.

У седмом поглављу описана је примена Гаусовских процеса на моделовање инверзне динамике роботске руке. Овде су представљене 3 апроксимационе методе за редукацију броја података како би се смањила временска и меморијска сложеност током обучавања модела и предикције нових података. SMSE (Standardized Mean Squared Error) и MSLL (Mean Standardized Log Loss) су метрике коришћене за естимацију грешке генерализације.

Последње, осмо поглавље је закључак, где су наведене предности и недостаци ове регресионе методе и резимирани резултати рада.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Иване Ивановић се бави применом Гаусовских процеса за моделовање инверзне динамике роботске руке. Коришћен је јавно доступан скуп података руке SARCOS робота. Улазне вредности су 21-димензионе и представљају позицију, брзину и убрзање 7 зглобова роботске руке, док су излазне вредности силе (погони) свих зглобова у одређеном положају. Задатак је идентификација овог динамичког система на основу података из обучавајућег скупа података и евалуација модела над подацима из тестирајућег скупа. Како су Гаусовски процеси метода код које са повећавањем броја података за обучавање опада временска, рачунска и меморијска ефикасност, примењене су апроксимационе методе за редукују броја података. Објашњен је процес припреме података за обучавање, селекција модела и избор метода за редукују података. Методе за редукују броја података које су разматране су: насумичан избор подскупа података, избор подскупа података FPC (Farthest Point Clustering) кластеризацијом и локални Гаусовски процеси. На основу метрика за естимацију грешке генерализације SMSE (Standardized Mean Squared Error) и MSLL (Mean Standardized Log Loss) долази се до закључка да метода која подскуп бира кластеризацијом остварује најбољи компромис између ефикасности и тачности. Добијени су задовољавајући резултати, слични јавно доступним резултатима над истим скупом података.

Основни доприноси рада су: 1) детаљан теоријски опис примене Гаусовских процеса у регресионим проблемима; 2) практична имплементација алгорита; 3) евалуација над синтетичким и реалним подацима и поређење са јавно доступним резултатима примене ове методе над истим подацима

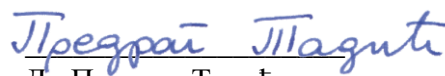
### 4. Закључак и предлог

Кандидат Ивана Ивановић је у свом мастер раду детаљно теоријски описала примену Гаусовских процеса за регресију. Успешно је решила проблем идентификације модела инверзне динамике роботске руке применом Гаусовских процеса за регресију. Резултати добијени применом апроксимационих метода за редукују броја података приближни су јавно доступним резултатима над истим скупом података. Уочени су и описани могући правци за наставак рада. Кандидат је исказао самосталност и систематичност у својем поступку, као и способност коришћења доступне литературе.

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

Београд, 11.09.2020. године

Чланови комисије:

  
Др Предраг Тадић, доцент

  
Др Алексадра Марјановић, доцент