



# 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 13.06.2017. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Стефана Јовановића под насловом „Алгоритам стохастичког градијентног спуста и његова примена у машинском учењу“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Стефан Јовановић је рођен 14.8.1993. године у Лазаревцу. Завршио је основну школу „Слободан Пенезић – Крцун“ у Јунковцу као ђак генерације. Уписао је природно-математички смер гимназије у Лазаревцу, коју је завршио као ђак генерације. Током средње школе освојио је више награда на државним такмичењима из математике. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2012. године. Дипломирао је на одсеку за Сигнале и системе 2016. године са просечном оценом 9,33. Дипломски рад одбранио је у септембру исте године. Тема дипломског рада била је „Анализа и предлог унапређења система за визуелизацију и надзор трачног транспортера Б1600“. Мастер академске студије, на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу Сигнали и системи, уписао је у октобру 2016. године.

#### 2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 32 стране (без прилога), са укупно 23 слике, 1 табелом и 6 референци. Рад садржи 4 поглавља и закључак, списак коришћене литературе, списак слика и табела, и додатак.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Објашњен је значај технике стохастичког градијентног спуста, као једне од доминантних метода за нумеричку оптимизацију којом се одређују оптималне вредности параметара разних алгоритама машинског учења на основу великог броја обучавајућих примера.

У другом поглављу је укратко објашњен појам учења са надзором. Затим је дато интуитивно објашњење начина на који функционише стохастички градијентни спуст у основној варијанти и са „инерцијалном“ компонентом. На крају поглавља је указано на алтернативе стохастичком градијентном спусту: обичан („шаржни“) градијентни спуст и „мини-шаржни“ градијентни спуст.

Треће поглавље садржи основне теоријске резултате рада. У њему је дат детаљан математички доказ конвергенције алгоритама стохастичког градијентног спуста, уз све пратеће дефиниције и леме.

У четвртном поглављу је приказана примена стохастичког градијентног спуста на учење параметара линеарног регресора за два различита проблема. Први проблем је синтетички, а други је реалан и тиче се предикције броја изнајмљених бицикала на основу неких релевантних показатеља као што су доба дана, спољашња температура и сл.

Пето поглавље чини концизан закључак уз осврт на значај стохастичког градијентног спуста у контексту великих скупова података (енгл. *Big Data*).

Сав пратећи Матлаб код дат је у прилогу.

### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Стефана Јовановића бави се тренутно најпопуларнијим алгоритмом нумеричке оптимизације за одређивање параметара у алгоритмима машинског учења – стохастичким градијентним спутом. Ова метода је од кључног значаја у проблемима тзв. дубоког учења. Дубоке неуралне мреже имају огроман број параметара (понекад и милионе), па су потребни и веома велики скупови података на основу којих ће се ови параметри одредити, као и посебне технике за њихову обраду (енгл. *Big Data*). Због немогућности да се целокупан обучавајући скуп података истовремено смести у меморију рачунара, обрада се мора вршити из делова, што је суштина методе стохастичког градијентног спуста.

Кандидат је у релевантној литератури пронашао теоријски доказ за конвергенцију стохастичког градијентног спуста и на темељан и систематичан начин га представио у својој тези. Након тога је извршио анализу параметара алгоритма (стопа учења и присуство „инерције“ односно моментума) на перформансе. Стохастички градијентни спуст је поредио у погледу тачности и брзине извршавања са обичним и „мини-шаржним“ градијентним спутом.

Основни доприноси рада су: 1) детаљан теоријски третман методе стохастичког градијентног спуста, уз математички доказ конвергенције; 2) примена ове методе у алгоритму линеарне регресије, како на синтетизованим тако и на реалним подацима.

### 4. Закључак и предлог

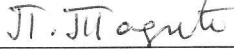
Кандидат Стефан Јовановић је у свом мастер раду показао темељно разумевање начина рада и доказа конвергенције алгоритма стохастичког градијентног спуста. Кроз рачунарске симулације је испитивао утицај параметара овог алгоритма на време извршавања и тачност. Коначно, извршио је поређење са другим релевантним техникама за нумеричку оптимизацију.

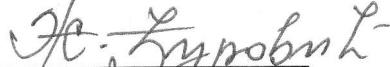
Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме раду, као и способност коришћења релевантне литературе.

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

Београд, 12. 09. 2017. године

Чланови комисије:

  
Др Предраг Тадић, доцент

  
Др Жељко Туровић, ред. проф.