

**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ**

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ МАСТЕР РАДА

• ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

• Датум и орган који је именовao Комисију

29. 08. 2023. Веће Департмана за математику и информатику Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду

• Састав Комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:

- др Сања Рапајић, редовни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду – председник
- др Душан Јаковетић, ванредни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду – члан
- др Наташа Крклец Јеринкић, ванредни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду – ментор

• ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

• Име, име једног родитеља, презиме:

Исидора (Јован) Вуковић

• Датум рођења, општина, република:

26. 3. 1999. Приштина, Република Србија

• Година уписа на дипломске академске студије, смер/усмерење:

2021. Мастер математичар – примењена математика (модул: наука о подацима)

• НАСЛОВ МАСТЕР РАДА

Примена стохастичког метода спектралног градијента на проблеме машинског учења

• ПРЕГЛЕД МАСТЕР РАДА

Мастер рад је написан на 52 стране. Садржај рада је распоређен у 7 поглавља која садрже 1 табелу, 5 слика и 22 графика. У раду је описана стохастичка метода спектралног градијента за решавање проблема минимизације без ограничења. Поменута метода је тестирана на проблемима са јако конвексним квадратним функцијама, као и на проблемима бинарне класификације где су функције циља формиране на основу модела логистичке регресије са „1-2“ регуларизацијом. Како би се смањио утицај шума изазван стохастичким уливом који потиче од узорковања, у оквиру анализираних алгорита, исти узорак се задржава током неколико итерација. Након уводног дела у ком је мотивисана примена алгорита (SLiSeS), у Поглављу 5 описани су сви његови конститутивни делови који су интегрисани у комплексну целину. Метода је имплементирана и тестирана на реалним проблемима које чине класични скупови података као што су „Adult“, „Cina0“ и „Voice“. У оквиру шестог поглавља представљени су резултати примена SLiSeS алгорита, тј. испитано је како промена појединих параметара утиче на његове перформансе. Такође, упоређене су и перформансе SLiSeS алгорита са перформансама SGD алгорита. Резултати обухватају поређење по критеријуму трошкова израчунавања и броју итерација. Алгоритми су имплементирани и тестирани у оквиру програмског језика „Python“, а кодови су приложени у оквиру мастер рада у делу под називом „The Python code“.

• ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА МАСТЕР РАДА

Уводни део рада посвећен је мотивацији и представља добру увертуру у даљи ток рада. У другом поглављу дат је преглед релевантних појмова везаних за машинско учење. Пре свега, дат је опис различитих класа проблема машинског учења: надгледано учење, учење без надзора и учење уз подстицаје. Такође, дат је и увид у значај нумеричке оптимизације у машинском учењу. У трећем поглављу дат је опис посматраног проблема минимизације сума коначног броја такозваних локалних функција губитка. Затим, објашњена је метода линијског претраживања, као и начин подзорковања SLiSeS алгорита. У четвртом поглављу представљена је сама идеја за настанак методе спектралног градијента, која је затим и детаљно објашњена и представљене су неке њене карактеристике. У петом поглављу представљен је сам SLiSeS алгоритам са одговарајућом техником линијског претраживања и детаљно су објашњени њихови кораци. Затим су наведени и услови који гарантују конвергенцију овог алгорита ка стационарној тачки. Шесто поглавље представља главни део рада и садржи делове који представљају оригинални допринос ове тезе. У овом делу приказани су нумерички резултати и анализа перформанси SLiSeS алгорита. Посматрано је како промена појединих параметара утиче на перформансе самог алгорита. Фокус је био на јако квадратним функцијама као и на проблемима логистичке регресије регулисане нормом 2, где је алгоритам тестиран на три различита скупа података: „Adult“, „Cina0“ и „Voice“. Представљени су графици за све случајеве на којима се могу видети резултати перформанси алгорита, пре свега везани за трошкове израчунавања. Овај део рада представља крајње резултате процеса имплементације и тестирања на различитим базама података, а сами кодови су приложени у оквиру дела тезе под називом „The Python code“. Закључци су изведени у поглављу 7, где су наведене и смернице за будућа истраживања.

• **ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

На основу експеримената закључено је да је важно пажљиво одабрати параметре алгоритма према специфичним захтевима проблема и карактеристикама података. Примећено је да не постоји оптимална вредност за број унутрашњих итерација за све случајеве. Међутим, издвојена је величина која се у просеку приказала као најбоља. Затим, тестиране су перформансе алгоритма за различите величине подузорка. Из приложених експеримената утврђено је да су перформансе SLiSeS алгоритма лошије приликом одабира величине подузорка 1 у односу на нешто веће величине. Такође, како повећање величине подузорка утиче на рачунски трочак, препоручене су величине подузорка које дају довољно добре перформансе алгоритма, а не изазивају велики рачунски трошак. Примећено је и да постављање одговарајуће минималне и максималне границе на величину спектралног коефицијента позитивно утиче на перформансе SLiSeS алгоритма. На крају, приликом поређења перформанси SLiSeS и SGD алгоритама, долази се до закључка да SLiSeS показује боље понашање по питању конвергенције према стационарној тачки у односу на SGD алгоритам, што је такође анализирано у оквиру тезе. Ови налази пружају корисне смернице за оптимизацију перформанси алгоритама у реалним апликацијама за машинско учење.

• **КОНАЧНА ОЦЕНА МАСТЕР РАДА**

Мастер рад је у потпуности урађен у складу са одобреном темом. Сви проблеми наведени у пријави теме су детаљно анализирани и приказани. Рад је прегледно и добро написан, а главни резултати су формулисани кроз практичне примене и имплементацију врло комплексног алгоритма.

• **ПРЕДЛОГ**

На основу укупне оцене, Комисија предлаже да се мастер рад прихвати, а кандидату Исидори Вуковић одобри одбрана.

Нови Сад, 3. 4. 2024.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Сања Рапајић
редовни професор ПМФ-а, председник

др Наташа Крклец Јеринкић
ванредни професор ПМФ-а, ментор

др Душан Јаковетић
ванредни професор ПМФ-а, члан