

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 24.01.2023. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Петра Стојковића под насловом „Предикција локације објекта у реалном времену коришћењем LSTM неуралне мреже и полиномијалне регресије”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Петар Стојковић је рођен 07.06.1998. године у Пожаревцу. Завршио је основну школу „Доситеј Обрадовић“ у Пожаревцу као вуковац. Уписао је Пожаревачку гимназију у Пожаревцу коју је завршио са одличним успехом. Електротехнички факултет уписао је 2017. године. Дипломирао је на одсеку за Сигнале и системе 2021. године са просечном оценом 8,91. Током основних студија је радио као демонстратор на катедри за Рачунарску технику и информатику, као и на катедри за Сигнале и системе. Био је члан студентског тима H-Bridges где је радио на истраживању управљања контролера за напајање батерије соларним панелима. Дипломски рад одбранио је у септембру 2021. године са оценом 10. Током основних студија је одradio две праксе као инжењер практикант машинског учења у компанији Easy Aerial и као развојни инжењер практикант у технолошком институту Vlatacom. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу за Сигнале и системе уписао је у октобру 2021. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,4. Током мастер студија је радио у компанији Tannera Technologies као инжењер дигиталне обраде сигнала. Тренутно је запослен у компанији CERN у Швајцарској у Женеви пуно радно време као софтвер инжењер и полу-радно време у компанији Wingfin Singapore као инжењер дубоког учења.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Петар Стојковић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на области машинског учења и аутономне вожње. Конкретно, анализирана су постојећа и предложено је ново решење за краткорочну предикцију локације возила. Истраживањем области утврђено је да LSTM неуралне мрежа у комбинацији са полиномијалном регресијом може дати прецизније резултате од већ постојећих решења, која се већином заснивају на Калмоновом филтру, уз прихватљиво повећање нумеричке комплексности.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 45 страна, са укупно 18 слика, 1 табелом и 12 референци. Рад садржи апстракт, захвалницу, увод, методологију рада, поставку експеримента, резултате, закључак (укупно 5 поглавља), списак коришћене литературе, списак фигура и табела и списак скраћеница.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљена је идеја решења као и шематски приказ самог решења. Објашњена је сврха алгоритма, начин употребе као и суштинска идеја иза решења. Такође, дат је кратак опис наредних поглавља и објашњен ток рада.

У другом поглављу је дат је детаљан опис свих алгоритама који се користе у раду. Објашњени су поступци предобrade података и начин бирања модела неуралне мреже, која чини срж решења. У овом поглављу је детаљно шематски приказан централни алгоритам који се базира на LSTM неуралној мрежи, и дата идеја за оптимизацију модела. Објашњен је проблем дохватања података са сензора и потребом за интерполацијом. Такође се у овом поглављу говори о крајњем одабирању позиције возила у реалном времену након предикције мреже уз помоћ полиномијалне регресије.

У трећем поглављу су детаљно представљени кораци за оптимизацију модела, обраду података и припрему за модел. Такође се уводи референтни алгоритам уз помоћ ког се може евалуирати добијено решење. Детаљно се објашњава како се проналази позиција возила у жељеном (произвољном) временском тренутку, иако модел предвиђа позицију само у фиксним временским корацима.

Четврто поглавље детаљно представља резултате. Приказан је рад полиномијалне регресије за интерполацију позиције у реалном времену. Приказују се недостаци узимања тачке у будућности као податак за тренирање неуралне мреже и приказује се резултат предложеног решења који успешно потискује шум и outlier-е. Приказује се просечна грешка крајњег решења у сантиметрима за више типова путања: праволинијско кретање, скретање, успоравање/убрзање, кружни ток. Објашњавају се добијени резултати и упоређују са референтним алгоритмом базираним на Калмановом филтру. У овом поглављу се уводи још један референтни алгоритам базиран на једноставној неуралној мрежи, којим се приказује значај коришћења LSTM рекурентне неуралне мреже са секвенцијалним подацима, уместо спајања свих података у један.

У оквиру петог поглавља је представљен закључак. Ту се приказује крајње мишљење о алгоритму и говори се о постигнућима алгоритма. Објашњава се да алгоритам успешно остварује жељене резултате и наводе се потенцијалне будуће промене које могу довести до потенцијално бољих резултата.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Петар Стојковић се бави проблематиком предикције позиције возила у реалном времену. Овакав алгоритам проналази решење у аутомобилској индустрији као примена за аутономну вожњу. Алгоритам са сензорима наведеним у раду даје тренутну или будућу позицију возила са високом прецизношћу са просечном грешком од 11 центиметара и временом рада од неколико милисекунди. Основни доприноси рада су: 1) приказ и методологија пројектовања алгоритма који ради у реалном времену са задовољавајућом тачношћу; 2) припрема података и предобрада; 3) обучавање модела; 4) примена излаза модела на конкретни постављени проблем.

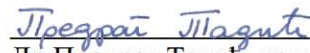
5. Закључак и предлог

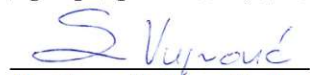
Кандидат Петар Стојковић је у свом мастер раду успешно решио проблем пројектовања и обучавања алгоритма базираног на LSTM неуралној мрежи и полиномијалној регресији, и развио систем који успешно предвиђа позицију возила, а при томе заузима мало ресурса и даје резултате у кратком временом року. Предложена побољшања могу потенцијално да повећају прецизност алгоритма и учине га робуснијим. Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 21.04.2023. године

Чланови комисије:


Др Предраг Тадић, доцент.


Др Сања Вујновић, доцент.