



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 02.03.2021. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада кандидата Алексе Стојановића, дипл. инж. електротехнике и рачунарства, под насловом „Хијерархијски протоколи рутирања са кластеријацијом бежичне сензорске мреже уз оптимизацију применом технике учења поткрепљивањем“. Након прегледа достављеног материјала комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Алекса Стојановић је рођен 25.07.1996. године у Београд. Завршио је основну школу "Бора Станковић" у Београду као носилац Вукове дипломе, и Трећу београдску гимназију коју је завршио са одличним успехом. Основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписао је 2015. године. Дипломирао је на одсеку за Телекомуникације и информационе технологије, смер Системско инжењерство 2019. године, са просечном оценом 8,07 током студија. Дипломски рад под називом „Пројектовање радио релејне мреже у фреквенцијском опсегу 15GHz“ одбранио је у септембру 2019. године са оценом 10,00. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за системско инжењерство и радио комуникације уписао је у октобру 2019. године, и до положио је све програмом предвиђене испите са просечном оценом 8,80.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 40 страна, са укупно 19 референци, 26 слика и 2 табеле. Рад садржи увод, четири поглавља, и закључак (укупно шест поглавља), списак коришћене литературе, као и спискове скраћеница, слика и табела. Предмет мастер рада представља теоријска и експериментална анализа (применом рачунарских Монте Карло симулација) скупа хијерархијских протокола рутирања са кластеријацијом намењених за рад у бежичним сензорским мрежама (WSN, *Wireless Sensor Networks*). При томе, конкретан циљ анализе била је процена могућности и особина оптимизације процеса рутирања применом техника машинског учења са поткрепљивањем (енг. *reinforcement learning*) у циљу побољшања конективности, скалабилности и енергетске ефикасности за WSN великих димензија (енг. *large-scale WSN*). У том смислу, у оквиру експерименталне анализе посматрани су класичан хијерархијски *single-hop LEACH* (*Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy*) протокол, FTIEE протокол са кластеријацијом и рутирањем на бази примене техника машинског учења са поткрепљивањем, и модификована верзија FTIEE протокола предложена у оквиру овог рада. За потребе упоредне анализе, као метрике перформанси посматрани су дужина животног века мреже, кашњења при преносу пакета, конективност и успешност достављања пакета, а посебно потрошња и балансираност потрошње енергије сензорских чворова мреже. У оквиру теоријске анализе је дат преглед протокола рутирања, њихова класификација, и детаљнија анализа и опис хијерархијских протокола рутирања. Путем експерименталне (нумеричке) анализе коришћењем самостално развијеног симулационог модела извршена је упоредна анализа посматраног скupa протокола за случај WSN великих димензија, за два различита модела конективности у мрежи, при чему су показане предности и недостаци протокола са кластеријацијом и рутирањем на основу примене машинског учења са поткрепљивањем (оригинални и модификовани FTIEE протокол рутирања), као и унапређења перформанси које могу остварити применом предложеног модификованог FTIEE протокола рутирања у одређеним сценаријима примене.

Прво поглавље мастер рада представља увод у коме су дефинисани предмет и циљ рада, као и основна мотивација за анализу и имплементацију изабраног скупа протокола рутирања, док су у другом поглављу дати основни принципи рада, архитектура и области примене бежичних сензорских мрежа.

У трећем и четвртом поглављу су приказани принципи рутирања, односно преглед и класификација протокола рутирања намењених примени у бежичним сензорским мрежама. Посебно су обрађени хијерархијски протоколи рутирања са кластеријацијом мреже, уз веома детаљан опис протокола који су били предмет нумеричке анализе. У четвртом поглављу је детаљно објашњен хијерархијски FTIEE протокол рутирања са применом машинског учења на бази поткрепљивања (енг. *reinforcement learning*).

Пето поглавље садржи приказ развијеног симулационог модела, односно поставке, сценарија, поступка и резултата спроведене нумеричке анализе (реализоване у форми Монте Карло рачунарских симулација) путем које је извршена процена и поређење перформанси LEACH и FTIEE протокола рутирања, укључујући модификовани FTIEE протокол.

У последњем, шестом, поглављу дата су закључна разматрања.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Предмет мастер рада кандидата Алексе Стојановића су теоријска и експериментална анализа (применом рачунарских Монте Карло симулација) скупа хијерархијских протокола рутирања са кластеријацијом за рад у бежичним сензорским мрежама, са посебним циљем анализе могућности и особина оптимизације процеса рутирања применом машинског учења са поткрепљивањем за унапређење конективности, скалабилности и енергетске ефикасности за бежичне сензорске мреже великих димензија.

Основни доприноси рада су: 1) теоријска анализа хијерархијских протокола рутирања за примену у бежичним сензорским мрежама, 2) конкретна имплементација и опсежна нумеричка анализа скупа хијерархијских протокола рутирања коришћењем рачунарских симулационих модела укључујући протокол рутирања са применом машинског учења са поткрепљивањем, и 3) предлог једне модификације постојећег FTIEE протокола рутирања са применом технике машинског учења са поткрепљивањем у циљу унапређења конективности, кашњења и успешности достављања пакета за бежичне сензорске мреже великих димензија.

4. Закључак и предлог

Кандидат Алекса Стојановић, дипл. инж. електротехнике и рачунарства, је у свом мастер раду на задовољавајући начин обавио теоријску анализу, софтверску имплементацију и нумеричку анализу хијерархијских протокола рутирања, уз анализу могућности и особина оптимизације процеса рутирања применом машинског учења са поткрепљивањем. Кандидат је при томе, показао самосталност и систематичност у раду, као и изражену способност да самостално препозна и дефинише различите проблеме из предметне области, и иновативност у процесу анализе, развоја и имплементације конкретних решења протокола рутирања. На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад Алексе Стојановића, дипл. инж. електротехнике и рачунарства, прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 16.09.2022. године

Чланови комисије:

Горан Марковић

Др Горан Б. Марковић, доцент

Дејан Драјић

Др Дејан Д. Драјић, ван. проф.

Зоран Чича

Др Зоран Г. Чича, ван. проф.