КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној дана 03.09.2024. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Владимира Лаковића под насловом „*Експериментална анализа комуникационих перформанси ZigBee мреже за различите топологије мреже и окружења пропагације*". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

И З В Е Ш Т А Ј

1. Биографски подаци кандидата

Владимир Лаковић је рођен 28.04.2000. године у Подгорици, Република Црна Гора. Завршио је Основну школу "Саво Пејановић" у Подгорици, као носилац дипломе "Луча". Уписао је општи смер Гимназије "Слободан Шкеропвић" у Подгорици, коју је завршио 2019. године, као носилац дипломе "Луча". Основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписао је 2019. године, и завршио их је 2023. године, са просечном оценом 7,52, на Одсеку за Телекомуникације и информационе технологије, смер Системско инжењерство. Свој завршни (дипломски) рад под називом „Анализа концепта квалитета сервиса у пакетским мрежама" одбранио је у септембру 2023. године са оценом 10,00. Мастер академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписао је у октобру 2023. године, на модулу за Информационо комуникационе технологије.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Владимир Лаковић је као припрему за израду рада истраживао релевантну литературу која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирао је концепт бежичних сензорских и IoT (енг. *Internet of Things*) мрежа, са посебним осртом на комуникационе технологије за потребе повезивања паметних сензорских уређаја (енг. *smart sensors*) и других паметних објеката кратког домета (енг. *short range*) погодних за примену у области аутоматизације и контроле у индустрији, аутоматизацију у оквиру паметне куће и зграде, реализације сензорских мрежа, прикупљања медицинских података, управљање уређајима на даљину и сл. При томе, фокус је био на истраживању принципа рада, примене, организација, карактеристика и практичне реализације бежичних сензорских и IoT мрежа применом *ZigBee* технологије, као и дефинисања и имплементације окружења за потребе експерименталне анализе комуникационих перформанси једноставне *ZigBee* мреже за више различитих топологија мреже, саобраћајног оптерећења и окружења пропагације. Резултат истраживања је био дефинисан скуп сценарија за жељену експерименталну анализу, а на основу сазнања о начину комуникације уређаја у оквиру *ZigBee* мреже, која омогућава адекватну анализу основних комуникационих перформанси при директној комуникацији *ZigBee* уређаја у погледу утицај растојања на слање и пријем пакета, односно за различите конфигурције мреже у погледу преноса пакета кроз мреже са већим бројем сензорских уређаја у различитим топологијама мреже. Кандидат је у свом мастер раду детаљно описао спроведени поступак дизајна и реализације експеримената коришћењем *Xbee* радио модула за анализу комуникационих перформанси за случај директне везе уређаја и на нивоу једноставне *ZigBee* мреже у *indoor* пропагационом окружењу.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 37 страна, са укупно 11 табела, 15 слика и 9 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља), списак коришћене литературе, као и спискове скраћеница, слика и табела. Предмет мастер рада је била експериментална анализа и тестирање комуникационих перформанси *ad-hoc* бежичне комуникационе мреже на бази примене *ZigBee* технологије (*ZigBee* мреже) за више топологија мреже и за различите услове *indoor* окружења пропагације. Нагласак експерименталне анализе био је на процени

комуникационих перформанси реализације бежичног линка између два *ZigBee* уређаја са и без присуства препрека између њих, као и основних комуникационих перформанси *ZigBee* мреже за случај различитих топологија мреже (укључујући *singl-hop* и *multi-hop* пренос између *ZigBee* уређаја и *gateway* уређаја). За реализацију експерименталног окружења и за потребе тестирања коришћене су расположиве *Arduino* UNO хардверске компоненте, *XBee* модули који подржавају *ZigBee* индустријски стандард, и сензори температуре TMP36 као извор сензорских података.

У оквиру првог поглавља рада дефинисани су предмет, циљ и садржај рада, као и мотивација за експерименталну анализу и тестирање комуникационих перформанси *ad-hoc ZigBee* бежичне комуникационе мреже. У другом поглављу рада дати су основни појмови, принцип рада, елементи и опис *ZigBee* технологије, са прегледом подржаних топологија мреже, док је у трећем поглављу дат опис коришћених хардверских компоненти и софтверских окружења коришћених за реализацију *ZigBee* мреже и експеримената за потребе предметне анализе. У четвртом поглављу је дат детаљан опис поставке и имплементације дефинисаних експеримената за потребе анализе за *indoor* окружење (са и без препрека), за испитивање максималног домета и перформанси за случај директне комуникације између два *XBee* модула као и у случају *multi-hop* комуникације, односно за случај мреже са већим бројем сензорских уређаја и различите мрежне топологије. У петом поглављу су дати добијени резултати експерименталне анализе за све дефинисне случајеве, док су у завршном шестом поглављу приказани основни закључци мастер рада.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад Владимира Лаковића бави се проблемом експерименталне анализе и тестирања комуникационих перформанси *ad-hoc* бежичне комуникационе мреже на бази примене *ZigBee* технологије (*ZigBee* мреже) за више топологија мреже и за различите услове *indoor* окружења пропагације. Основни доприноси овог рада су: 1) развој и имплементација експерименталног окружења за потребе свеобухватне експерименталне анализе перформанси бежичне комуникације за сензорске мреже засноване на примени *ZigBee* технологије, и 2) спровођење обимне експерименталне анализе за потребе процене битних комуникационих перформанси за више различитих сценарија рада (директне комуникације *ZigBee* уређаја, *multi-hop* комуникације *ZigBee* уређаја, преноса и достављања пакета у случају *ZigBee* мрежа за различите топологије и услове рада мреже, односно различита саобраћајна оптерећења).

5. Закључак и предлог

Кандидат Владимир Лаковић, дипл. инж. електротехнике и рачунарства, је у свом мастер раду успешно спровео експерименталну анализу и испитивање комуникационих перформанси *ad-hoc* бежичне комуникационе мреже на бази примене *ZigBee* технологије за више различитих топологија мреже, за различите услове *indoor* окружења пропагације и различита саобраћајна оптерећења. При томе, након теоријске анализе, извршио је развој окружења за спровођење предметних експеримената као и обимну есперименталну анализу комуникационих перформанси за дефинисане случајеве. Кандидат је показао самосталност и систематичност у раду, способност да користи расположиве хардверске и софтверске компоненте, као и способност да самостално препозна, дефинише и реши проблеме из дате области. На основу свега изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду да рад Владимира Лаковића дипл. инж. електротехнике и рачунарства, прихвати као мастер рад и да кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 10.10.2024. године

Чланови комисије:

Горан Марковић

др Горан Марковић, ванредни професор.

Дејан Драјић

др Дејан Драјић, редовни професор