

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 04.06.2024. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Уроша Илића под насловом „Развој IoT сензорског система заснованог на сопственој LoRaWAN мрежи”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Урош Илић је рођен 29.09.1997. године у Београду. Гимназију је завршио у Ужицу са одличним успехом. Машински факултет у Београду уписао је 2016. године, на одсеку за Машинско инжењерство. Основне академске студије завршио је у септембру 2019. године са просечном оценом на испитима 9,69, на завршном раду 10. Мастер академске студије на Машинском факултету у Београду је уписао октобра 2019. на модулу за Производно машинство и завршио их је у септембру 2021. године са просечном оценом 9,85. Докторске академске студије уписао је у новембру 2021. године на Машинском факултету у Београду при катедри за теорију механизма и машина. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду уписује у новембру 2022. године на модулу за Информационо комуникационе технологије. Положио је редовне испите са просечном оценом 10. Тренутно је запослен на Институту Михајло Пупин као истраживач сарадник.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Урош Илић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирана су постојећа решења и проблеми у области пројектовања IoT (*Internet of Things*) сензорских система. Истраживањем области утврђено је да, за конкретну примену, LoRaWAN (*Long Range Wireless Area Network*) бежична мрежа дугог домета представља оптимално решење. Такође за потребе сопствене реализације мрежног сервера одабрано је *open source* решење компаније *The Things Stack*. Осим доступности, показало се и као најбоље по питању доступне документације и корисничке подршке.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 42 стране, од чега прилог обухвата 6 страна. Садржи укупно 29 слика, 2 табеле и 19 референци. Рад садржи увод, 5 поглавља и закључак (укупно 7 поглавља), списак коришћене литературе и прилог.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Укратко су описане коришћене технологије и опрема.

У другом поглављу је дат теоријски резиме о LoRaWAN мрежи. Додатно су објашњене поједине карактеристике мреже које су од значаја за разумевање рада на развоју мреже. Неке од њих су модулација, начин приступа, архитектура мреже, улога мрежног сервера итд.

Технички опис коришћене опреме током рада на развоју мреже дат је у трећем поглављу. У питању су индустријски бежични гејтвеј IXM компаније *Cisco*, микрорачунар *Raspberry Pi* и др.

У четвртом поглављу је дат кратак опис коришћених софтвера и програмских пакета који су били неопходни за успешно покретање мреже. Посебна пажња је посвећена *Docker* платформи за виртуелизацију, као и опису *The Things Stack* мрежног сервера и његових подсервиса.

Пето поглавље даје поступак реализације саме мреже. Описани су начини реализације прототипа крајњих уређаја базираних на *Raspberry Pi* и *Arduino Uno*. Дат је начин коришћења *Dragino* радио модула за потребе бежичне комуникације. Реализована мрежа садржи два вида гејтвеја – индустријски *Cisco* и прототипски, заснован на *Raspberry Pi* и *Dragino* модулу. Описани су разлике у њиховој комуникацији са мрежним сервером. Такође, за потребе *Cisco* гејтвеја, наведен је начин генерисања сертификата и кључева и њихова имплементација у оквиру мреже.

Шесто поглавље представља верификацију рада мреже. Углавном се састоји из приказа екрана веб интерфејса мрежног сервера и SSH (*Secure Shell*) интерфејса крајњих уређаја који потврђују несметан рад мреже.

Седмо поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај описаног решења и могућа даља унапређења. Резимирани су резултати рада, изазови приликом пројектовања и постављени потенцијални правци будућег истраживања

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Уроша Илића се бави проблемом пројектовања и имплементације сопствене LoRaWAN мреже. У оквиру мастер рада коришћена су два типа гејтвеја. Један од њих је прототипски, базиран на *Raspberry Pi* микрорачунару и *Dragino* GPS+LoRa NAT радио модулу, који прослеђује пакете помоћу изворног *Semtech*[®] *UDP Packet Forwarder* протокола. Други вид гејтвеја је индустријски *Cisco IXM LoRaWAN* бежични гејтвеј, који се повезује на мрежни сервер помоћу новијег *Basics*[™] *Station* протокола заснованог на UDP (*User Datagram Protocol*) и WSS (*Secured WebSocket*) протоколима и подржава TLS заштиту. Спроведена је и практична имплементација IoT система за аквизицију атмосферских услова са сензорских уређаја и њихово приказивање на апликационом серверу.

Основни доприноси рада су: 1) приказ и методологија пројектовања сопствене LoRaWAN мреже; 2) практична реализација IoT сензорског система заснованог на LoRaWAN мрежи коришћењем индустријског *Cisco IXM* гејтвеја и прототипског решења гејтвеја заснованог на микрорачунару и *Dragino* GPS+LoRa NAT радио модулу; 3) имплементација *open source* мрежног сервера на локалном рачунару; и 4) могућност наставка рада на развоју овакве мреже.

5. Закључак и предлог

Кандидат Урош Илић је у свом мастер раду успешно решио проблем пројектовања и имплементације сопствене LoRaWAN мреже и то коришћењем два типа гејтвеја (прототипски заснован на *Raspberry Pi* микрорачунару и *Dragino* GPS+LoRa NAT радио модулу, и индустријски комерцијално доступан *Cisco IXM LoRaWAN* бежични гејтвеј). Поред тога, спровео је и практичну имплементацију IoT система за аквизицију атмосферских услова заснованог на LoRaWAN мрежи. Формирана мрежа има могућност да се користи за будућа истраживања у области LoRaWAN технологија.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада, као и способност за практичан рад реализацијом прототипа крајњих уређаја и UDP гејтвеја, и конфигурисањем индустријског *Cisco* гејтвеја и мрежног сервера.

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

Београд, 21.06.2024. године

Чланови комисије:

др Младен Копривица, доцент

др Горан Марковић, ванредни професор.

др Дејан Драјић, редовни професор