

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 08.09.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Стефан Пајић под насловом „Пројектовање и имплементација Digital Twin платформе за M2M комуникацију у IoT системима коришћењем AWS IoT Core сервиса“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Стефан Пајић је рођен 13.6.1999. године у Шапцу. Завршио је Основну школу "Мића Станојловић" у Коцељеви са одличним успехом. Уписао је средњу машинску школу „Средња школа“ у Коцељеви, и завршио је са одличним успехом 2018. године. Основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписао је 2018. године, које је завршио 2023. године, са просечном оценом 7.43, на Одсеку за Телекомуникације и информационе технологије, смер Системско инжењерство. Завршни (дипломски) рад под називом „Преглед криптографских метода у савременим комуникационим системима на мрежном и транспортном слоју“ одбранио је у фебруару 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 Стефан Пајић је у оквиру припреме мастер рада спровео истраживање концепата и технологија неопходних за реализацију M2M комуникације и репрезентације стања у IoT системима. Проучио је концепте Internet of Things, M2M и MQTT комуникације, Edge и Fog Computing приступе и Digital Twin моделе, као и питања безбедности комуникације, локалног управљања и хистерезиса. Посебну пажњу посветио је сервисима AWS IoT Core, Device Shadow, Rules Engine, AWS Lambda и Amazon DynamoDB, као и могућности раздвајања локалне одлуке од доступности cloud сервиса. На основу истраживања пројектовао је и реализовао прототип у коме локална Python апликација генерише телеметрију, комуницира посредством MQTT протокола, одржава репрезентацију стања преко Device Shadow механизма и примењује локална заштитна правила.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 50 страна, са укупно 8 нумерисаних слика, 20 табела и 20 референци. Рад садржи седам поглавља, списак литературе, списак скраћеница, списак слика, списак табела и три прилога. У уводу су дефинисани предмет, циљ и истраживачка питања, уз јасно ограничење да реализовано решење представља прототип репрезентације стања симулираног система, а не валидиран дигитални близанац физичког објекта. Друго поглавље приказује теоријске основе IoT, M2M, MQTT, Edge/Fog Computing и Digital Twin концепата, преглед сродних решења, безбедност и хистерезис. У трећем поглављу описане су коришћене технологије и AWS IoT сервиси. Четврто поглавље садржи пројектовање архитектуре, модела порука и стања, локалних заштитних правила и поступка опоравка после прекида везе. Пето поглавље приказује имплементацију прототипа и организацију програмских модула. У шестом поглављу изложени су методологија верификације, функционални тестови, резултати мерења и анализа рада током прекида и обнове везе. У завршном поглављу сумирани су остварени резултати, ограничења и правци даљег развоја.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад Стефана Пајића бави се пројектовањем, имплементацијом и евалуацијом прототипа платформе за двосмерну M2M комуникацију у IoT систему за надзор симулираног серверског rack-а. Развијена архитектура повезује локални Python Edge процес са сервисима AWS IoT Core, Device Shadow, Rules Engine, AWS Lambda и Amazon DynamoDB. Локални модел раздваја жељено стање које задаје удаљена страна од стварног стања које пријављује уређај и задржава ауторитет над режимом хлађења. Посебно је реализовано заштитно правило CRITICAL HIGH, са хистерезисом и одбијањем команди које су у сукобу са тренутним локалним стањем. Евалуација је обухватила 250 главних мерних покушаја у три комуникациона тока и три контролисана прекида везе. Измерене просечне вредности износиле су 101,95 ms

за IoT Core испоруку, 334,74 ms за DynamoDB видљивост и 96,29 ms за Shadow delta пријем, при чему су интервали дефинисани различитим завршним догађајима и не представљају директно поређење перформанси сервиса. Кључни доприноси кандидата у изради тезе су:

- 1) реализација модуларне Edge-to-Cloud архитектуре у којој су локални Python процес, AWS IoT Core, Device Shadow, Rules Engine, AWS Lambda и Amazon DynamoDB повезани у јединствено функционално решење за телеметрију, представљање стања и двосмерно управљање;
- 2) дефинисање и имплементација експлицитног модела порука и стања, локалног приоритета одлучивања, хистерезиса, обраде застарелих и поновљених команди, као и поступка синхронизације и опоравка после прекида везе;
- 3) спровођење поновљиве функционалне и квантитативне евалуације са 250 главних мерних покушаја и три контролисана прекида, при чему је у сва три сценарија опоравка потврђено пријављено стање HIGH/REJECT, уз јасно документована ограничења инструментације, меморијског бафера и одсуства физичке валидације.

5. Закључак и предлог

Кандидат Стефан Пајић је у свом мастер раду успешно пројектовао и реализовао функционалан софтверски прототип Digital Twin платформе за M2M комуникацију у IoT системима, заснован на AWS IoT Core сервисима и локалној Edge логици. Рад је показао изводљивост интеграције MQTT комуникације, Device Shadow репрезентације стања, серверске обраде и складиштења телеметрије са локалним механизмом који задржава приоритет одлучивања у критичном стању. Посебна вредност рада је у јасном раздвајању пријема команде, локалне одлуке и пријављеног стања, као и у провереном понашању система током прекида и поновног успостављања везе. Експериментални резултати пружају мерљиву карактеризацију реализоване конфигурације и потврђују исправност дефинисаних комуникационих токова и локалног заштитног правила у испитаним условима. Истовремено су коректно наведене границе решења: физички сензор и актуатор нису коришћени, није валидирана верност физичком процесу, а меморијски бафер и историја команди не опстају после пада процеса. Реализована архитектура представља добру основу за касније повезивање са стварном опремом, трајно чување стања и детаљнију валидацију физичко-дигиталне интеграције.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад кандидата Стефана Пајића под насловом „Пројектовање и имплементација Digital Twin платформе за M2M комуникацију у IoT системима коришћењем AWS IoT Core сервиса” прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 10.09.2026. године

Чланови комисије:

др Дејан Драјић Редовни професор
сагласан, 10.09.2026.

др Горан Марковић Ванредни професор
сагласан, 10.09.2026.