

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 6. маја 2023. године именовала нас је за чланове Комисије за преглед и оцену мастер рада под насловом „Пројектовање и реализација софтверског система методама функционалног програмирања уз интеграцију *IIoT* уређаја”, кандидата дипл. инж. **Немања Богдановића** (број индекса 2021/3418). Након прегледа приложеног рада Комисија за преглед и оцену мастер рада подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Немања Богдановић је рођен 1994. године у Београду. Након завршене основне школе, школовање је наставио у Рачунарској гимназији у Београду.

Уписао је основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду 2012. године, где је и дипломирао на студијском програму Софтверско инжењерство 2021. године са просечном оценом 7,2. Дипломски рад одбранио је септембра 2021. године, на тему „Развој серверске стране веб система коришћењем савремених комуникационих механизма“, под менторством доц. др Дражена Драшковића.

Мастер академске студије уписао је октобра 2021. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на Модулу за софтверско инжењерство. Положио је све испите предвиђене планом и програмом мастер академских студија, са просечном оценом 9,2. Током студија, обавио је стручну праксу у развојном центру компаније Мајкрософт у Београду и у компанији *BOX ID* из Минхена.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

У области праћења добара, посебно контејнера за вишекратну употребу, пошиљки и возила, постоји низ технолошких и софтверских решења од којих сваки нуди различите методологије за праћење и управљање добрима. Кандидат Немања Богдановић је у свом истраживању урадио анализу постојећих решења, која критички испитује неколико истакнутих примера из индустрије ради идентификације њихових предности и ограничења, пружајући основу за процену могућности и спецификацију захтева за израду новог систем. Анализа је обухватила три репрезентативна решења: *Zebra*, *Tive* и *IntelliTrack*. Сваки од три поменута система користи јединствен технолошки приступ, служи различитим оперативним потребама и фокусира се на уске сегменте тржишта. Такође, кандидат је урадио анализу уређаја заснованих на *IIoT* (*Industrial Internet of Things*) технологији, у контексту праћења добара, контејнера за вишекратну употребу, пошиљки, возила и других ентитета. Показано је да се анализирани уређаји (*Alps Alpine Lykaner 5*, *Digital Matter Yabby*, *AOVX AL300* и *SJI IET10*) значајно разликују у погледу комуникационих протокола, животног века батерије, могућности преноса података и географске покривености.

3. Опис мастер рада

Мастер рад припада области софтверског инжењерства, односно подобласти интеграција софтвера са индустријским интернет стварима. Предмет мастер рада представља примену техника и метода функционалног програмирања у модерним софтверским системима за развој дистрибуираних интернет платформи и апликација са фокусом на одзив, високу конкурентност и отпорност на грешке. Истражене су суштинске разлике између оваквих система и осталих индустријски популарних технологија, као и изазов интеграције и комуникације *IIoT* уређаја за праћење са платформом.

Рад има укупно 77 страна (без насловне стране и садржаја), са укупно 44 слике, 17 табела и 45 референци. Мастер рад након насловне стране и садржаја, садржи седам (7) поглавља и листу коришћене литературе, затим списак скраћеница, списак слика и списак табела. Рад је написан на српском језику, ћириличним писмом.

У уводном поглављу описан је значај развоја *IIoT* технологија и циљеви будућег система.

Друго поглавље представља анализу постојећих решења, идентификујући предности и ограничења, након чега је дефинисана спецификација захтева за израду новог система.

Треће поглавље описује архитектуру система и технологије коришћене за развој.

Четврто поглавље описује модуларност апликације, кроз имплементацију микросервисне архитектуре, као и кориснички интерфејс.

Декодер за комуникацију са уређајима имплементиран у програмском језику *TypeScript* и окружењу *Node.js*, уз помоћ радног оквира *Express*, описан је у петом поглављу. Описана је и двосмерна комуникација од уређаја ка декодеру и од декодера ка уређајима.

Шесто поглавље описује базу података која је имплементирана и реализована коришћењем релационог система база података *PostgreSQL* и покренута у облику софтверског контејнера помоћу алата *Docker*.

Седмо поглавље, закључак, представља резиме истраживања уз предлоге за потенцијална побољшања.

4. Анализа мастер рада са кључним резултатима

Мастер рад кандидата Немање Богдановића бави се развојем система који комбинује предности *IIoT* уређаја за праћење и *QR* идентификације. На тај начин омогућава праћење контејнера за вишекратну употребу, пошиљки, возила и осталих ентитета у реалном времену и задржава флексибилност за мање операције путем скенирања *QR*. Ова комбинација је релативно јединствена међу постојећим решењима, због чињенице да се бави потребама и великих и малих предузећа са фокусом на скалабилне технологије праћења без обавезног ослањања на релативно скупу *IIoT* инфраструктуру. Кандидат је темељно проучио стручну литературу, направио анализу постојећих истраживачких радова и предложио сопствено решење.

Кључни резултати које је кандидат остварио су:

1. Развијен софтверски систем са хибридном интеграцијом праћења ентитета путем *IIoT* уређаја и *QR*. Двоструки приступ овог система нуди флексибилност и избор метода праћења, омогућавајући праћење у реалном времену са *IIoT* уређајима, а истовремено пружа исплативу алтернативу у виду *QR*.
2. Систем демонстрира способност ефикасног скалирања и задовољава потребе великих индустријских система и малих предузећа. Приступачан је широком спектру корисника и обезбеђује преглед добара у реалном времену без потребе за значајним улагањем у *IIoT* инфраструктуру.
3. Развијен декодер за комуникацију са уређајима и интерпретацију необрађених података, омогућавајући превод у смислене и корисне информације за кориснике.
4. Функционалан кориснички интерфејс прилагођен кориснику приказује позиције добара, пређеног пута и историјских података. Пружа детаљне информације о сваком ентитету, побољшавајући процесе за управљање ресурсима.


5. Закључак и предлог

Кандидат Немања Богдановић истражио је детаљно са софтверске, хардверске и комуникационе стране елементе сложених системе за праћење ентитета и реализовао је нови систем хибридног приступа, који нуди флексибилност у погледу трошкова имплементације и омогућава корисницима да изаберу најприкладнију технологију за праћење на основу оперативних потреба и буџета. Фокус система на добра и ентитете са вишекратном употребом издваја га од већине постојећих решења која се првенствено баве једнократним пошиљкама или статичким управљањем залихама. При реализацији истраживања и предложеног система, колега Немања Богдановић је показао значајан степен самосталности у раду, креативности, систематичности и одговорио је на све захтеве који су му били постављени.

На основу свега изложеног, Комисија за преглед и оцену мастер рада предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад под називом „Пројектовање и реализација софтверског система методама функционалног програмирања уз интеграцију *IoT* уређаја”, кандидата дипл. инж. **Немање Богдановића**, прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

У Београду,
13. септембра 2024. године

Чланови комисије



др Дражен Драшковић, ванредни проф.
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Живојин Шуштран, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет