

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. Александар Карацов под насловом „Оптимизација перформанси и скалабилности микросервиса применом дистрибуираног праћења". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Александар Карацов рођен је 25. новембра 2000. године у Сурдулици. Основну школу завршио је у Сурдулици као ученик генерације и носилац Вукове дипломе. Гимназију „Бора Станковић" у Нишу такође је завршио као носилац Вукове дипломе.

Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2019. године на Одсеку за рачунарску технику и информатику, а основне академске студије завршио је у септембру 2023. године. Дипломски рад на тему „Апликација за праћење трошкова и управљање личним финансијама" одбранио је са оценом 10. Након тога уписао је мастер академске студије на модулу Софтверско инжењерство.

Професионалну каријеру започео је 2024. године стручном праксом у компанији Microsoft, у оквиру организације Office AI. Након завршетка праксе запослио се у компанији Nutanix, где се бавио развојем хибридног cloud-а и микросервисима. Од септембра 2025. године запослен је у компанији Microsoft, у оквиру организације Azure, где ради на дистрибуираним системима на великој скали.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Александар Карацов је као припрему за израду мастер рада истражио релевантну литературу из области микросервисних и дистрибуираних система, перформанси и скалабилности, дистрибуираног праћења, системских метрика и тестирања оптерећењем. Током истраживања уочен је централни проблем рада: у сложеним микросервисним системима узрок повећане латенције и ограничене скалабилности тешко се утврђује само на основу појединачних метрика. Оне могу да покажу да је дошло до успорења или засићења, али саме по себи не дају поуздан одговор на то где се у ланцу међусобно зависних позива налази доминантно уско грло, како се његов утицај преноси кроз систем и колико доприноси укупном времену одзива.

Посебно су анализирани модели дистрибуираног трага, пропагација контекста, критична путања захтева, перцентили латенције и однос трагова са агрегираним метрикама и резултатима тестова оптерећења. Прегледана су постојећа истраживачка решења за поређење токова захтева и откривање узрока промена перформанси, као и могућности платформи OpenTelemetry, Jaeger, Prometheus, Grafana и k6. На основу истраживања дефинисана је методологија која повезује прикупљање и проверу телеметрије, анализу критичне путање, предвиђање ефекта циљне измене и контролисано мерење референтне и оптимизоване варијанте.

3. Опис мастер рада

Мастер рад под насловом обухвата 59 страна, 23 слике, 3 табеле и 26 референци. Рад садржи увод, шест централних поглавља и закључак, као и спискове литературе, скраћеница, слика и табела. Рад је написан на српском језику.

У уводном поглављу представљени су проблем анализе перформанси у микросервисним системима, циљ истраживања и питања о локализацији уских грла, процени ефекта оптимизације и утицају раста оптерећења. Друго поглавље обрађује теоријске основе микросервисне архитектуре, типичне узроке проблема са скалабилношћу, дистрибуирано праћење, метрике, тестирање оптерећењем и постојеће приступе анализи перформанси.

Треће поглавље дефинише захтеве и архитектуру контролисаног микросервисног система. Описани су сервиси Gateway, Catalog, Inventory и PaymentSimulator, модел уведених проблема, телеметријска инфраструктура, анализатор трагова и аутоматизација експеримената. Четврто поглавље приказује улогу

технологија .NET, PostgreSQL, OpenTelemetry, Jaeger, Prometheus, Grafana, Docker Compose и k6 у реализацији система.

Пето поглавље описује имплементацију сервиса и API уговора, референтних и оптимизованих путања, дистрибуираног праћења, анализатора трагова и покретача експеримената. Посебно су објашњене реконструкција критичне путање без вишеструког сабирања преклопљених интервала, детекција образаца и провере квалитета артефаката. Шесто поглавље дефинише упарени експериментални дизајн, услове оптерећења, контролисане променљиве, ток пробе и критеријуме валидности. Седмо поглавље приказује резултате почетне дијагнозе, експеримената, провере одрживог капацитета и метрике, док осмо поглавље сумира резултате, ограничења и правце даљег рада.

4. Анализа са кључним резултатима

У раду је пројектован и реализован контролисани микросервисни систем у коме се проблеми са перформансама одражавају у временској структури дистрибуираних трагова, што омогућава локализацију и проверу поновљеним мерењем. Платформа обухвата четири .NET сервиса, PostgreSQL базу, систем опсервабилности, генератор оптерећења, анализатор трагова и покретач експеримената. Анализатор проверава исправност трагова, реконструира критичну путању без вишеструког сабирања преклопљених интервала, рангира доприносе сервиса и операција и препознаје обрасце проблема.

Анализа критичне путање локализовала је и рангирала узроке повећане латенције. Као доминантна уска грла препознати су чекање на ограничени капацитет једног сервиса и N+1 упити у другом сервису, испред секвенцијалног fan-out-a и ретке амплификације поновних покушаја. Анализа трагова исправно је предвидела смер ефекта оптимизација експеримената 1 и 2, али је тачност зависила од посматраног проблема, па овај приступ служи за процену и приоритизацију, а не као замена за мерење оптимизоване варијанте. Истраживачко питање о тачности процене са растом оптерећења делимично је потврђено. Оптимизације 1 и 2 смањиле су клијентску p95 латенцију за 20,79% и 42,79%, али је само оптимизација 2 повећала потврђени одрживи капацитет са 150 на 200 захтева у секунди. Нагла промена понашања система близу засићења показала је да раст оптерећења може да промени доминантно уско грло и умањи поузданост процене засноване на траговима при мањем оптерећењу.

Главни допринос представља поновљива методологија која повезује дистрибуиране трагове, системске метрике и тестове оптерећења у затворену петљу од локализовања уских грла до примене и провере оптимизација. Инжењерски допринос је платформа за прикупљање, чување и анализу дистрибуираних трагова и системских метрика и аутоматизовано извођење експеримената, применљива и на друге дистрибуиране системе уз адекватно постављање метрика и трагова.

5. Закључак и предлог

Кандидат Александар Караџов је у мастер раду успешно истражио примену дистрибуираних трагова за анализу и унапређење перформанси и скалабилности микросервисних система. У ту сврху пројектовао је и реализовао платформу која обједињује микросервисну апликацију, систем опсервабилности, анализатор трагова, генератор оптерећења и аутоматизовани покретач експеримената. У контролисаном експерименталном окружењу показано је да се анализом критичне путање могу локализовати узроци повећане латенције, проценити ефекти циљаних измена и проверити да ли побољшање перформанси доводи и до повећања одрживог капацитета. Основни допринос рада представља развијена поновљива методологија, у којој су анализа дистрибуираних трагова, системске метрике и контролисани тестови оптерећењем повезани у поступак од локализације уског грла и процене оптимизације до експерименталне провере њеног стварног ефекта.

Београд, 13.09.2026. године

Чланови комисије:

др Јелица Протић Редовни професор
сагласан, 13.09.2026.

др Марко Мишић Ванредни професор
сагласан, 13.09.2026.