

Годишња награда (похвала) Математичког института САНУ у области рачунарства за мастер радове одбрањене 2024. године

На конкурс су пријављена три рада (наведени су по азбучном редоследу кандидата):

1. Милена Јелић, **Сервис за управљање везама ка подацима у дистрибуираном рачунарству у облаку**, Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, ментор: Милош Симић;
2. Милица Карличић, **Побољшање ефикасности клијент-сервер апликација динамичким подешавањем параметара скупљача отпадака у систему `graalvm`**, Математички факултет Универзитета у Београду, ментор: Милена Вујошевић Јаничић;
3. Андрија Д. Урошевић, **Формализација интуиционистичке теорије типова као увод у хомотопну теорију типова**, Математички факултет Универзитета у Београду, ментор: Сана Стојановић Ђурђевић.

Ове године на конкурс пријављена су само 3 рада, па би вероватно требало мало више пажње посветити промоцији награда међу студентима. Међутим, пријављени радови су изузетно квалитетни и баве се савременим темама у областима рачунарства.

Мастер рад Милене Јелић садржи опис имплементације сервиса за управљање подацима у дистрибуираном систему рачунарства у облаку, инспирисано хард и софтверским линковима из Линукс оперативног система. Имплементирани сервис дозвољава дељење података између различитих корисника у циљу омогућавања сарадње над подацима. Корисник може да затражи креирање софтверског линка на одређене податке и уз то да за линк веже малу апликацију која ће бити задужена за додатну обраду података пре слања кориснику. Обрада података на месту где се они налазе доприноси бољим перформансама целог система јер ће количина података који се пребацују бити смањена и уједно је подржана особина локалности података. Додатно, у оквиру рада је подржана промена власништва података, односно њихово додељивање другој апликацији. Како је могућ сценарио да апликација нема довољно ресурса за преузимање података, имплементиран је протокол за позајмљивање ресурса у циљу омогућавања додељивања података другој апликацији. Рад је веома јасно написан, образложени су сви неопходни појмови и недостаци постојећих решења који су били инспирација за имплементацију предложеног сервиса. Главни допринос мастер рада је имплементација сервиса за управљање подацима у дистрибуираном систему у облаку, који је предложен у раду Miloš Simić и др. "Data Overlay Mesh in Distributed Clouds Allowing Collaborative Applications", *IEEE Access* 13 (2025). Имплементација сервиса је развијена у оквиру платформе отвореног кода за дистрибуирано рачунарство у облаку (*GitHub Repository*). Имплементирано је креирање везе између апликације и података

који припадају другој апликацији. Такође, омогућено је креирање малих апликација које ће бити покренуте на истом месту где су подаци. Имплементиран је и протокол за позајмљивање ресурса у циљу омогућавања пребацивања података са једне на другу апликацију.

Милица Карличић је у свом раду пратила и анализирала употребу меморије у захтевима клијент-сервер апликације у облаку ради ефикаснијег скупљања отпадака. Скупљач отпадака је механизам који у фази извршавања програма аутоматски идентификује и ослобађа меморију објеката који више нису у употреби. Програмски језици који се ослањају на скупљач отпадака олакшавају развој апликација, омогућавајући програмерима да се фокусирају на логику програма уместо на управљање меморијом. Међутим, скупљач отпадака утиче неповољно на перформансе програма јер већина имплементација функционише по механизму комплетног заустављања извршавања ради ослобађања меморије. У клијент-сервер апликацијама сервер обрађује захтев који је послат од стране клијента. Узастопни захтеви су најчешће слични и та повезаност се може искористити за прилагођавање скупљача отпадака наредним захтевима у циљу смањења фреквенција позивања самог скупљача. На тај начин се убрзава обрада захтева, повећава број обрађених захтева у секунди и самим тим побољшавају перформансе програма. Циљ рада је да се, на основу анализе историје захтева, динамички подешава редослед обраде нових захтева тако да се избегне скупљање отпадака током обраде захтева, или тако да се фаворизује инкрементално скупљање које је брже и мање захтевно од комплетног. Имплементација решења је урађена у оквиру система GraalVM и евалуирана на стандардном скупу референтних програма. Добијени резултати показују значајна смањења меморијског заузећа и максималног кашњења евалуираних апликација. Лепо написан и структуриран рад који садржи сва потребна објашњења и доприносе кандидата. Главни допринос овог рада је побољшање алгоритма за скупљање отпадака у клијент-сервер апликацијама динамичким подешавањем параметара младе генерације у систему GraalVM. Рад полази од емпиријске чињенице да су у клијент-сервер апликацијама узастопни захтеви најчешће слични и развија методологију предвиђања величине младе генерације у циљу њеног максималног искоришћења чиме се минимизује позивање комплетног скупљања. Резултат предложене методологије је значајно смањење количине меморије и кашњења апликације, што је верификовано референтним програмима Shopcart и Tika. Смањење количине меморије у случају бенчмарка Shopcart износи 39,25%, а у случају Tika 25,79%. Истовремено се кашњење апликације у случају бенчмарка Shopcart смањило за 48,95%, а у случају Tika за 27,62%.

У свом мастер раду кандидат Андрија Урошевић анализира примену математичке теорије типова за заснивање и формализацију програмских језика. Интуиционистичка теорија типова, позната и као Мартин Луф теорија типова (МЛТТ) је математичка теорија конструкција и представља основу за алтернативни начин заснивања математике. За разлику од класичног заснивања математике преко теорије скупова, МЛТТ не захтева логички оквир, већ поставља основе како за математику тако и за логику. Генерално, МЛТТ добро повезује теорију типова и друге математичке области, али уводи нове изазове, као што су теорија категорија и хомотопна теорија.

Хомотопна теорија типова (ХоТТ) проширује МЛТТ високо индуктивним типовима и аксиомом унивалантности. Због тога, ХоТТ олакшава рад над комплексним математичким структурама и повезује разне области: логику, теорију скупова, теорију категорија, хомотопну теорију, функционално програмирање, теорију типова и теорију доказа. МЛТТ пружа формалан систем чије варијанте имплементирају многи интерактивни доказивачи и због тога се примењује у формалној верификацији софтверских система осетљивих на грешке. Теоријске основе и практичне имплементације концепата МЛТТ-а у типски зависном програмском језику Agda приказане су у раду. Рад је лепо написан, уводни теоријски део добро образложен. Као резултат овог рада настала је библиотека InTT, у којој су формализовани основни концепти МЛТТ-а. Због тога се библиотека InTT може користити као почетна тачка која се даље може надоградити у ХоТТ.

Након прегледања радова, Комисија сматра да су у питању квалитетни радови који се баве актуелним темама у савременом рачунарству. Сви радови садрже оригинални допринос кандидата, што није увек уобичајено за радове на мастер нивоу. С обзиром на висок квалитет пријављених радова, Комисија је имала тежак задатак приликом одлучивања. На основу дискусије и већања, једногласно је одлучено да награду поделе Милица Карличић и Андрија Урошевић, а да се Милени Јелић додели похвала.

У Београду, 25.04.2025.

Чланови Комисије:

проф. Вера Вујчић (председник)

проф. Предраг Јаничић

др Татјана Давидовић