

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 4.7.2023. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Александра Ракића под насловом „Подршка за програмске петље у алату *llvm-crash-analyzer*”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Александар Ракић је рођен 11.8.1999. године у Смедереву. Гимназију у Смедереву завршио је као вуковац. Електротехнички факултет у Београду уписао је 2018. године. Дипломирао је на одсеку за Софтверско инжењерство 2022. године са просечном оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу за Софтверско инжењерство уписао је у октобру 2022. године.

#### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Александар Ракић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирана је компајлерска инфраструктура LLVM (*Low Level Virtual Machine*), информације за дебаговање и дигагер LLDB (*Low Level Debugger*). Истраживањем области тријаже софтверских грешака на основу семантике програма реконструисане из меморијске слике анализирани су проблеми у тој области и утврђено је да се у њој користе постојећи алати *ReTracer* и *crash-analyzer*. Анализирани су архитектура, начин рада и тестирање ових алата и дефинисане су могућности за проширење функционалности алата *crash-analyzer*.

#### 3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 94 стране, од чега прилог обухвата 50 страна, са укупно 47 листинга, 6 слика и 36 референци. Рад садржи увод, 5 поглавља и закључак (укупно 7 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљена је LLVM компајлерска инфраструктура и описана је мотивација за употребу алата *crash-analyzer* за испитивање извршних програма који су угашени због недозвољеног приступа меморији.

У другом поглављу дат је преглед потпројеката пројекта LLVM и описано је језгро овог пројекта – предњи, средњи и задњи крај LLVM компајлерске инфраструктуре. Приказан је начин писања, додавања и тестирања новог оптимизационог пролаза или пролаза анализе. Посебан значај дат је оним особинама које LLVM чине друкчијим од осталих преводаца.

У трећем поглављу је приказан формат DWARF (*Debugging With Attributed Record Formats*) информација за дебаговање, описане су функционалности дигагера GDB (*GNU Debugger*) и LLDB и дискутован је начин очувања информација за дебаговање при оптимизацијама.

Четврто поглавље описује тренутно стање алата *crash-analyzer*. Дат је преглед циљева алата, његове архитектуре и начина тестирања. Описане су компоненте од којих се састоји алат – читач *core* фајла, декомпајлер, анализа еквивалентних локација, анализа пропагације неисправне вредности, извршавање инверзних инструкција и одређивање одговорне функције обиласком конструисаног графа пропагације неисправне вредности.

У петом поглављу су за поједине компоненте алата описане у четвртном поглављу изложена побољшања која је неопходно имплементирати како би се функционалности алата *crash-analyzer* прошириле тако да подржи исправну анализу програма који садрже петље. Посебна пажња посвећена је изазовима приликом пројектовања.

У шестом поглављу дата је евалуација квалитета реализованог решења и опис верификације исправности решења по целинама по којима је представљена и имплементација решења у петом поглављу.

Седмо поглавље је закључак, у оквиру ког се резимирају резултати рада и описују значај описаног решења и могућа даља унапређења.

#### 4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Александра Ракића бави се проблематиком анализе порекла неисправне вредности у програмима који су угашени због невалидног приступа меморији на основу меморијске слике, извршног кода и информација за дебаговање у алату *crash-analyzer* заснованом на LLVM инфраструктури. Првенствено, рад се бави подршком за петље у оквиру тог алата. Реализована имплементација пројектована у оквиру овог рада се може применити за аутоматизовано проналажење наредбе одговорне за постављање невалидне адресе преко које се приступа меморији, што олакшава дуготрајан и заморан процес дебаговања у пројектима великих размера.

Имплементација је пројектована за архитектуру x86-64. У будућности се на продукционом нивоу планира додавање пролаза SCEV (*Scalar Evolution*) задњег краја за одређивање броја итерација петљи и проширење овог алата на остале архитектуре.

Основни доприноси рада су: 1) приказ градивних елемената LLVM инфраструктуре и алата *crash-analyzer* за анализу порекла невалидне вредности у програмима са информацијама за дебаговање и додавање подршке за петље; 2) примена побољшаног алата у оквиру различитих система за извештавање о грешака у пројектима великих размера; 3) могућност наставка рада на развоју овог алата.

#### 5. Закључак и предлог

Кандидат Александар Ракић је у свом мастер раду успешно анализирао проблем додавања подршке за петље у оквиру алата *crash-analyzer*, пројектовао и имплементирао решење које успешно анализира програме са петљама и даје извештај о томе на којој линији изворног кода се налази вредност која је довела до грешке у програму. Предложена побољшања могу значајно да унапреде могућности примене овог алата. Кандидат је исказао самосталност и систематичност у свом поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 26.1.2024. године

Чланови комисије:



др Драган Бојић, ред. професор



мастер инж. Михајло Огризовић, асистент