

Катедри за Рачунарство и информатику
Математичког факултета
Универзитета у Београду

ИЗВЕШТАЈ

о прегледу мастер рада

**„Уградња алгоритма за разбијање симетрија над графовима у решаваче
ограничења”**

кандидата Роберта Доже

Одлуком Наставно-научног већа Математичког факултета која је донета на 423. седници одржаној 23.5.2025. године именовани смо за чланове комисије за преглед и оцену мастер рада под насловом „Уградња алгоритма за разбијање симетрија над графовима у решаваче ограничења” кандидата Роберта Доже, студента мастер студија на студијском програму Математика и рачунарство, на Математичком факултету.

Област рукописа

Рукопис припада области аутоматског резонувања. Ужа област рукописа су SMT решавачи и њихова примена у решавању проблема задовољења ограничења. Конкретна тема се тиче решавања проблема генерисања графова са задатим својствима, при чему је од суштинског значаја елиминисати симетрије које настају услед изоморфизама графова, а које значајно увећавају простор претраге. Циљ рада је уградња једног специфичног алгоритма за елиминацију симетрија над графовима у SMT решавач.

Структура рукописа

Рукопис се састоји из 6 глава и библиографије. Рукопис има укупно 33 стране.

- У првој глави дата су уводна разматрања везана за проблем којим се теза бави. Кандидат даје мотивацију, разматра постојеће резултате у датој области, а затим наводи и главне циљеве своје тезе. Уводна глава завршава се описом структуре остатка тезе.
- У другој глави се формално уводе појмови и нотација која ће се користити у остатку рада. Разматрају се исказна логика, проблем SAT, логика првог реда, теорије првог реда и проблем SMT. Такође, формално се уводи појам проблема задовољења ограничења, као и појам неусмереног графа.
- Трећа глава садржи детаљан опис једног актуелног алгоритма за динамичко разбијање симетрија над графовима који је заснован на лексикографској минималности матрице суседства графа. У питању је алгоритам који је први пут објављен 2021. године на конференцији *CP 2021*, а на коме је заснована и имплементација коју је кандидат развио током рада на овој тези.
- У четвртој глави дат је опис имплементације алгоритма који је разматран у претходној глави и његове уградње у SMT решавач отвореног кода *ArgoSMT*. Имплементација је развијена у језику *C++*, отвореног је кода и јавно је доступна. Ради комплетности и јасноће излагања, кандидат такође укратко описује и *CDCL(T)* архитектуру, као и структуру самог *ArgoSMT* решавача.
- У петој глави приказани су резултати експерименталне евалуације развијене имплементације на проблему генерисања графа са задатим бројем чворова, грана и троуглова (тј. циклуса дужине 3).

- Шеста глава садржи закључна разматрања, као и правце будућег рада.
- Библиографија садржи 11 библиографских јединица које је кандидат користио приликом писања рада.

Анализа рукописа

Рукопис садржи детаљан опис алгоритма за разбијање симетрија над графовима на коме је теза заснована. Алгоритам је описан псеудокôдом који се детаљно дискутује у тексту, уз пратеће примере који добро илуструју начин рада алгоритма и основне концепте на којима је заснован. Описани алгоритам је имплементиран у језику *C++*, у оквиру SMT решавача *ArgoSMT*. Имплементација је отвореног кода и јавно је доступна. Експериментална евалуација показала је да је описани приступ елиминације симетрија над графовима веома перспективан, с обзиром да су за многе инстанце проблема добијени позитивни резултати. Даљи рад може укључивати додатне оптимизације и унапређења самог алгоритма и његове имплементације, као и евалуацију на другим врстама проблема.

Закључак и предлог

Радам на овој тези, кандидат је показао висок степен стручног знања, као и склоност ка истраживачком раду. Кандидат је показао да је у стању да разуме сложене концепте у области аутоматског резоновања, као и да прати актуелне научне резултате у овој области. На основу свега наведеног, предлажемо да се рукопис под називом:

**„Уградња алгоритма за разбијање симетрија над графовима у решаваче
ограничења”**

прихвати као мастер рад и да се закаже његова јавна усмена одбрана.

Београд, 8. 10. 2025.

Комисија:

др Милан Банковић, доцент, ментор

др Филип Марић, редовни професор

др Весна Маринковић, ванредни професор