

## Review of Bachelor's Thesis

**Student:** Nečas František  
**Title:** Program Loop Unwinding in the 2LS Framework (id 24719)  
**Reviewer:** Vojnar Tomáš, prof. Ing., Ph.D., DITS FIT BUT

- 1. Assignment complexity** **more demanding assignment**  
Práce vyžadovala po studentovi seznámení se s velmi pokročilou metodou formální verifikace kkl implementovanou v nástroji 2LS. Její zvládnutí je i dle mých osobních zkušeností opravdu výzvou. Práce navíc vyžadovala nastudování velkého objemu dříve napsaného kódu implementujícího metodu kkl, aby ji mohl dále vylepšit. Značně náročným úkolem bylo také vyřešení problémů se závislostí 2LS na velmi staré verzi prostředí CProver a úprava 2LS pro novější verzi CProver.
- 2. Completeness of assignment requirements** **assignment fulfilled with enhancements**  
Práce jde nad rámec zadání v tom, že student provedl úpravu nástroje 2LS tak, aby pracoval s nejnovější verzí prostředí CProver, nad kterým je 2LS vystavěno. Znamenalo to reflektovat čtyři roky úprav (více než 15 000 "commit" akcí) prostředí CProver, což vyžadovalo obrovské úsilí.
- 3. Length of technical report** **in usual extent**  
Technická zpráva je v obvyklém rozmezí a řádně popisuje vše, co je pro danou práci relevantní.
- 4. Presentation level of technical report** **90 p. (A)**  
Práce prezentuje úpravy značně komplikovaného přístupu k formální verifikaci. Student zvládl popis této metody i jejich úprav velmi dobře. Na několika místech sice pro mě bylo náročné pochopit některé detaily, ale podobnou zkušenost jsem učinil i při čtení výzkumných článků prezentujících danou metodu (a do značné míry tedy přičítám nesnadnou srozumitelnost složitosti samotné metody).
- 5. Formal aspects of technical report** **95 p. (A)**  
Práce je psána anglicky, a to na velmi dobré úrovni. Typografie práce je bezproblémová.
- 6. Literature usage** **98 p. (A)**  
Student použil vhodné prameny a patřičně je citoval.
- 7. Implementation results** **100 p. (A)**  
Realizační výstup je na velmi vysoké úrovni a zahrnuje obrovský objem práce. Studentovy úpravy byly velmi důkladně testovány, prošly revizí a byly přijaty do hlavní vývojové větve nástroje 2LS. Student provedl řadu experimentů na programech z mezinárodní soutěže ve verifikaci software SV-COMP, aby identifikoval, prozkoumal a popsal silné i slabé stránky navrhovaného řešení.
- 8. Utilizability of results**  
Studentova práce výrazně zlepšila možnosti nástroje 2LS. Vylepšený nástroj 2LS bude využit v dalším ročníku mezinárodní soutěže ve verifikaci software SV-COMP 2023 a zvyšuje šance nástroje 2LS na dobré umístění (nástroj 2LS nebývá přitom na SV-COMP vítězem, ale některé medaile již získal, a navíc je jediným, který zvládá korektně verifikovat některé programy, u kterých dokázání korektnosti vyžaduje zohlednění jak dynamických ukazatelových struktur, tak také dat v nich uložených). Dosažené výsledky jsou přitom dobrým základem pro další výzkum, který by mohl 2LS a metodu v něm implementovanou posunout ještě dále.
- 9. Questions for defence**  
Metoda kkl implementovaná v nástroji 2LS staví, jak sám uvádíte, mj. na abstraktní interpretaci. Jednou z důležitých komponent abstraktní interpretace je také operátor pro tzv. "widening". Je tento operátor v 2LS rovněž nějakým způsobem využit?
- 10. Total assessment** **96 p. excellent (A)**  
Práci hodnotím stupněm A, protože student řešil obtížnější zadání, odvedl výkon jdoucí nad rámec zadání, zdokonalil schopnosti nástroje 2LS, zlepšil jeho šance na úspěch v soutěži SV-COMP a vytvořil také kvalitní zprávu o jím odvedené práci. Dosažené výsledky vytvářejí základ pro článek o soutěžním nástroji na jedné z významných mezinárodních konferencí, jež jsou sdruženy do federace ETAPS, v rámci níž se soutěž SV-COMP pořádá, a dávají také prostor k dalšímu rozvoji tohoto nástroje. Doporučuji práci také ocenit vhodným oceněním.

In Brno 2 June 2022

Vojnar Tomáš, prof. Ing., Ph.D.  
reviewer