

Wrocław, 24 czerwca 2022 r.

Jakub Michaliszyn
Instytut Informatyki
Uniwersytet Wrocławski

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Radosława Piórkowskiego:

Tame the infinite — simplification problems for infinite-state systems

Rozprawa doktorska mgr. Radosława Piórkowskiego jest osadzona w dyscyplinie informatyki, bliżej matematyki niż programowania. Motywem przewodnim pracy jest automatyczna weryfikacja.

Praca skupia się na czterech zagadnieniach:

- Problemy syntezy czasowej i syntezy rejestrowej. Oba problemy są nierozstrzygalne, ale pewne ich ograniczone warianty są rozstrzygalne.
- Problem separowalności deterministycznej. Tutaj przedstawione są trzy pozytywne wyniki.
- Problem determinizowalności automatów czasowych i rejestrowych. Tutaj również wyniki obejmują głównie rozstrzygalność i nierozstrzygalność problemów determinizacji automatów czasowych i rejestrowych, ale także pojawiają się wyniki złożonościowe.
- Metoda pompowania dla VASS wymiaru dwa.

Prezentowane w pracy wyniki zostały już w większości opublikowane na konferencjach ICALP 2020, CONCUR 2020, MFCS 2019 oraz w czasopiśmie LMCS (w rozprawie jest ta praca jako "submitted", ale na stronach czasopisma można sprawdzić, że praca została opublikowana 10 maja br.).

Ocena merytoryczna zawartości rozprawy

Praca zaczyna się od opowieści fantastycznej, jednak ocenianie tego rodzaju twórczości nie leży w moim zakresie kompetencji. W pierwszym rozdziale, mamy szeroki przegląd tematyki związanej z pracą i wprowadzenie najważniejszych pojęć na dość wysokim poziomie, a także przegląd głównych wyników. Rozdział drugi wprowadza nieco bardziej szczegółowe definicje i zawiera pierwsze elementy wkładu merytorycznego. Łącznie te dwa wprowadzające rozdziały oceniam bardzo dobrze. Ich organizacja jest przemyślana, wszystkie ważne inne prace są odpowiednio zacytowane.

Kolejne rozdziały opisują uzyskane wyniki. Pierwszy z nich, rozdział 3, wprowadza gry związane z syntezą automatów czasowych i rejestrowych, oraz definiuje problemy, które są rozwiązywane później. Następnie, rozdział 4 dostarcza pewnych motywacji dla tych gier. Być może te dwa rozdziały mogłyby być jednym.

Rozdziały 5-9 są poświęcone dowodom kolejnych twierdzeń składających się na merytoryczny wkład tej pracy. Zaprezentowane dowody wyglądają poprawnie - jeden z nich przeanalizowałem bardzo dokładnie i nie znalazłem nawet najdrobniejszej luki. Pozytywnie należy ocenić sam układ dowodów, które są odpowiednio ustrykturyzowane i dzielone na wygodne w zrozumieniu lematy.

Dowody korzystają z różnych technik - podstawowa kombinatoryka, redukcja do innych problemów (np. do twierdzenia 2.30), znane techniki złożoności obliczeniowej (np. twierdzenie 7.1), bardziej skomplikowane, wieloetapowe rozumowania (np. lemat 7.30) czy odpowiednio dostosowane metody redukowania nierozstrzygalnych problemów (jak skończoność zbioru osiągalnych stanów przez lossy counter machines). W sekcjach 5-8 trochę z tych technik się powtarza, zwłaszcza w kolejnych dowodach nierozstrzygalności. Natomiast sekcja 9 wygląda zupełnie inaczej jeśli chodzi zarówno o używane techniki, jak i sam charakter dowodów - mają one więcej wspólnego z algebrą niż z kombinatoryką. Pozytywnie oceniam również widoczne starania o to, by dowody były jak najprostsze - pierwszym i chyba najważniejszym takim działaniem było wprowadzenie automatów *always resetting*.

Podsumowując tę część, dowody są poprawne, nietrywialne i różnorodne. Świadczy to o dojrzałości autorów i o tym, że poświęcono wiele pracy na dobranie odpowiedniego poziomu abstrakcji, odpowiednich planów i struktur dowodowych oraz właściwych sposobów prezentacji.

Rozdział 10 zawiera proste podsumowanie i otwarte pytania. Słabszym elementem pracy jest umotywowanie prowadzonych badań. Można by oczekiwać, że w tymże rozdziale 10 pojawi się jakaś dyskusja o tym, co można zrobić z otrzymanymi pozytywnymi wynikami. Tymczasem nic takiego się nie dzieje. Wcześniej pojawiają się jakieś elementy motywacji, jednak nie tworzą one spójnego obrazu. W autoreferacie autor pisze "Głównym tematem niniejszej rozprawy jest właśnie poszukiwanie prostszych urządzeń, które wystarczająco dokładnie przybliżają zachowanie złożonego systemu", po czym natychmiast zagłębia się w szczegóły rozważanych modeli i wyniki. Brakuje mi konkretnego połączenia między tym wyznaczonym głównym tematem a poszczególnymi wynikami. Częściowo usprawiedliwia to fakt, że większość otrzymanych wyników jest negatywna, jednak pewien niedosyt w tym zakresie pozostaje.

Ocena strony formalnej i redakcji

Praca od strony redakcyjnej stoi na dobrym poziomie; unikałbym jednak w przyszłości używania zastosowanego rodzaju wyróżniania tekstu, które niekiedy zmienia literki (por. strona 67, "homogeneous" z "c" zamiast "o", albo DRA i DTA na stronie 173). Liczba błędów językowych (głównie brakujące "the", "an" itp.) jest stosunkowo mała jak na pracę o tej objętości. Wszelkie wymagania formalne, w tym związane z odpowiednim oddzielaniem wkładu tej pracy od poprzednich wyników, są spełnione.

Konkluzja

Zaprezentowana praca w mojej opinii spełnia wszelkie formalne i nieformalne wymagania stawiane przed rozprawami doktorskimi. Niewątpliwie, jest to oryginalne rozwiązanie problemów naukowego. Pan mgr Radosław Piórkowski udowodnił, że potrafi się swobodnie poruszać w świecie nauki w dziedzinie informatyki, rozwiązując ważne i skomplikowane problemy. Praca jest dobrze zredagowana.

Nieco trudniej ocenić wymaganą ustawowo "umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej". Wszystkie wyniki były uzyskane w wieloma współautorami, a większość z nich z tym samym zestawem osób. Z mojego doświadczenia taka sytuacja jest typowa dla tej dziaćki nauki, jednak warto tę sprawę dokładniej omówić na komisji doktorskiej.

Podsumowując, oceniam pozytywnie przedłożoną pracę.