

Modele obliczeniowe w formalnej weryfikacji

Filip Mazowiecki

Przedstawiamy projekt który dotyczy bardzo znanego działu informatyki: weryfikacja formalna. Zajmuje się ona zarówno znajdowaniem nowych matematycznych hipotez jak i praktycznymi implementacjami. Cele tego projektu są wyznaczone przez aktualne wyzwania i możliwości komputerów. Jako że są coraz bardziej powszechne i mocne obliczeniowo, pojawia się w nich coraz więcej równoległych obliczeń. Taka struktura często nie jest ustalona i wymaga nieograniczenie wielu komponentów, co wymaga wielu rzeczy od strony formalnej weryfikacji.

W tym projekcie analizujemy fundamentalne własności pewnych modeli używanych w formalnej weryfikacji. Wspólną cechą tych modeli jest że są one używane do liczenia różnych własności. Jest to przydatne, ponieważ pozwala wyrazić takie własności jak: czas, równoległe obliczenia, prawdopodobieństwo lub duplikaty, które z kolei pozwalają modelować wiele problemów pojawiających się w formalnej weryfikacji. Niestety, modele które mogą liczyć, stają się istotnie bardziej złożone i problemy decyzyjne są niewydajne lub nawet nierozstrzygalne. Celem tego projektu jest studiowanie wyrażalności i złożoności różnych modeli żeby zrozumieć własności do których można je zastosować. Głównie jesteśmy zainteresowani dwoma modelami: sieciami Petriego i automatami ważonymi.

Sieci Petriego są podstawowym narzędziem do modelowania równoległości z wieloma aplikacjami przy analizie oprogramowania, procesów biznesowych i wielu innych rzeczy. Ponieważ ten model ma elegancką definicję, jest też bardzo ciekawy z teoretycznego punktu widzenia. W tym projekcie chcemy się skupić na sieciach przepływu pracy, klasy sieci Petriego która pozwala modelować procesy biznesowe. Konkretnie, pozwalają one formalnie reprezentować procedury przepływu pracy w systemach zarządzania przepływem pracy. Takie matematyczne reprezentacje pozwalają na algorytmiczną formalną analizę ich zachowania. To jest w szczególności istotne dla dużych organizacji, które chcą zarządzać przepływem pracy skomplikowanych procesów biznesowych. Takie zadania otrzymały i otrzymują dużo akademickiej uwagi, na przykład przez dyscyplinę nazwaną process mining zapoczątkowaną przez Wil van der Aalsta. Celem tego projektu jest skupienie się na ważnych wariantach sieci przepływu, które nie zostały zanalizowane teoretycznie. Chcemy się skupić głównie na teoretycznej analizie tych problemów, ale budując na niej mamy nadzieję zaimplementować nowe narzędzia.

Automaty ważne, przedstawione w latach 60 przez Schützenbergera, są liczącą wersją skończonych automatów do obliczania funkcji nad słowami. Automaty ważne są fundamentalnym modelem, który występuje w wielu zadziwiających kontekstach: od teoretycznych matematycznych modeli liniowych ciągów rekurencyjnych i systemów dynamicznych do praktycznych zastosowań w uczeniu maszynowym. Problemy w tym projekcie są naturalną konsekwencją tego że środowiska pracują nad podobnymi modelami ale nad innymi pytaniami. Formalnie, automaty ważne są rozszerzeniem liniowych ciągów rekurencyjnych, klasy funkcji często uczonej młodych studentów. Typowym przykładem jest ciąg Fibonacciego, zdefiniowany przez rekurencję $F_{n+2} = F_{n+1} + F_n$. Automaty ważne uogólniają ten pomysł, pozwalając na obliczanie i mierzenie własności różnych obiektów. W tym projekcie skupimy się na fundamentalnych problemach, takich jak równoważność lub determinizacja, które pozwalają upraszczać modele. Na koniec będziemy chcieli się zająć budowaniem nowych teoretycznych połączeń pomiędzy automatami ważonymi, a modelem sieci Petriego.