

Oponentský posudek na disertační práci Dr. Stefana Cavagnetta "Propositional Proof Complexity and Rewriting"

Disertační práce se zabývá aktuálním tématem důkazové složitosti výrokových důkazových kalkulů, konkrétně souvislostmi mezi těmito kalkulami na jedné straně a prepisovacími systémy a celulárními automaty na druhé straně. Jediná dřívější práce, která podobné souvislosti zkoumala je práce J. Krajíčka o Dehnových funkcích. Jedná se tedy o oblast zatím málo prozkoumanou.

Výsledky práce jsou obsaženy v kapitolách 2,3 a 4. V Kapitole 2 autor zkonstruoval dva důkazové systémy založené na prepisovacích systémech. První z nich je polynomiálně ekvivalentní stromovému resolučnímu systému, druhý obecnému resolučnímu systému. Existence takových systémů není překvapivá, protože prepisovací systémy jsou v určitém smyslu univerzální, tedy jsou schopné simulovat řadu jiných výpočetních a důkazových systémů. Jedná se tedy spíše o to definovat je přirozeným způsobem a ověřit všechny vlastnosti, což vyžaduje určité množství netriviální práce. Obzvláště první z těchto systémů je velice přirozený a má pozoruhodnou geometrickou interpretaci.

V kapitole 3 se aplikuje důkazová složitost na problémy o celulárních automatech. Tady je také nejlepší výsledek práce. Je to jednoduchý důkaz Richardsonovy věty o injektivních celulárních automatech. Důkaz je založen na Craigově větě o interpolaci a větě o kompaktnosti výrokového počtu. Použití kompaktnosti není tak překvapivé, neboť podobné nekonstruktivní principy byly použity v předchozích důkazech. Pozoruhodné je použití věty o interpolaci, které také umožňuje použít efektivní verzi (dokázanou Krajíčkem) na sestavení algoritmu, který s injektivního celulárního automatu sestrojí inverzní celulární automat. Dále jsou zde vyřešeny dva otevřené problémy, které byly publikovány v práci Duranda. První se týká složitosti inverzního automatu v Richardsonově větě. Tady si autor všimnul, že negativní odpověď plyne z předpokladu o existenci jednosměrných funkcí. Druhý se týká NP-úplnosti množiny injektivních celulárních automatů, což autor v této práci dokázal.

Poslední kapitola se týká také celulárních automatů. Podobně jako v kapitole 2, v této kapitole sestrojil autor důkazový systém založený na celulárních automatech. K tomu autor použil Durandův výsledek o coNP-úplnosti jistého problému o celulárních automatech. Bohužel se autor omezil na pouhou definici systému a nepokusil se o něm nic dokázat. Kapitola proto působí dojmem, že je nedokončená.

Práce je zpracována velice pečlivě, žádné nesrovnalosti jsem nenalezl.

Výsledky práce se dají stručně charakterizovat takto. Práce obsahuje řadu výsledků, včetně řešení oteřených problémů. I když tyto výsledky nejsou hluboké, autor rozhodně dosáhl hlavního cíle: najít zajímavé souvislosti mezi důkazovou složitostí a přepisovacími systémy a celulárními automaty. Stefano Cavagnetto prokázal schopnost samostatné tvořivé práce, proto doporučuji udělení titulu PhD.

Zde je pár drobných připomínek a dotazů.

Je zmiňována věta o "garden of Eden", ale není uvedeno, o kterou větu se jedná.

Zajímalo by mě, zda Theorem 3.3.3 lze také obrátit, tj. je-li pravda, že když by bylo možno snadno počítat inverzní funkci ke každé booleovské funkci, pak by měl Durandův problém pozitivní řešení.

V Praze, 19.7.08

Doc. RNDr. Pavel Pudlák, DrSc

