

Posudek školitele na doktorskou práci Mgr. Jana Káry

Předložená práce je nazvána „Výpočetní složitost v teorii grafů“, což bylo téma autorova doktorandského studia. Je rozdělena do dvou tematických oddílů. V kapitole „Constraint Satisfaction“ se autor věnuje otázce problému splňování podmínek, tzv. CSP problému, který je v poslední době intenzivně studován v mnohých aspektech. Autor se věnuje především problémům nad nekonečným (spočetným) oborem hodnot. Druhý oddíl, nazvaný „Kreslení (grafů)“, je věnován třem problémům z oblasti geometrických reprezentací grafů. Toto je oblast stejně živá jako CSP problém, studovaná i z hlediska praktických aplikací pro vývoj software pro kreslení grafů. Obě části obsahují řadu původních výsledků autora, které již byly publikovány v mezinárodních časopisech či na výběrových inforatických konferencích.

Podrobněji k obsahu jednotlivých kapitol práce. Oddíl o problému CSP začíná velmi zdařilým úvodem do problematiky v kapitole 2. Autor zde čtenáři postupně předkládá jak definici problému, tak v poslední době velmi populární algebraický přístup přes tzv. polymorfismy. Vlastní výsledky jsou pak obsaženy v kapitolách 3 a 4, jež jsou obě založeny na společných publikacích s M. Bodirským. Obě kapitoly se týkají případu nekonečných domén (oborů hodnot). Kapitola 3 se věnuje CSP pro jazyky popsané kombinací rovností (tzv. Equality Constraint Languages) a obsahuje jak důkazy NP-úplnosti (např. Věta 3.6) tak polynomiální algoritmy pro některé speciální případy (např. Věta 3.14). Kapitola 4 pak podává řadu výsledků o temporálních jazycích (nad hustě uspořádaným oborem hodnot). Opět přináší jak složitostní redukce tak algoritmy, a po úctyhodném počtu dílčích výsledků vyúsťuje v úplnou charakterizaci výpočetní složitosti daného problému (Věta 4.54).

Oddíl o geometrických reprezentacích a kreslení grafů je uveden poněkud střídavě, obsahuje však výsledky publikované ve třech různých článcích. První se týká známého problému reprezentovatelnosti rovinných grafů jako průnikových grafů úseček v rovině. Tomuto stále otevřenému problému se v poslední době věnovala řada autorů a dokázala řadu částečných výsledků, nicméně problém stále odolává. Ve Větě 6.5 autor ukazuje, že tzv. sériově-paralelní grafy jsou průnikovými (dokonce dotykovými) grafy úseček (dokonce ležících pouze ve třech různých směrech). I když se jedná o důkaz ne příliš obtížný, autor identifikoval další podtřídou rovinných grafů, pro kterou se existence žádané reprezentace podařila dokázat. Kapitola 7 je věnována řešení problému z oblasti parametrizované složitosti, který vyslovil M. Fellows. Ve Větě 7.5 se ukazuje, že úloha hledání nezávislé množiny velikosti k je parametrizovaně řešitelná (při parametrizaci pomocí k) ve třídě průnikových grafů úseček ležících ve dvou směrech. Jiným způsobem, který sice dává o něco horší časovou složitost algoritmu, ale umožňuje zobecnění na d směrů, je výsledek dokázán znovu ve Větě 7.8. Oba přístupy jsou zajímavé svou robustností. Algoritmy totiž nepotřebují ke správné činnosti na vstupu danou průnikovou reprezentaci, ale stačí jim jen slib, že daný graf nějakou takovou průnikovou reprezentaci má (přestože sestavit takovou reprezentaci je NP-těžká úloha). Výsledky obsažené v kapitole 8 se kreslení grafů týkají nepřímo. Řada algoritmů pro kreslení grafů, především ve třírozměrném prostoru, vychází z vyváženého uspořádání vrcholů (uspořádání, které minimalizuje rozdíl mezi počtem hran vedoucích k předchůdcům a k následníkům). Ve Větách 8.4 a 8.7 je ukázáno, že úloha nalezení uspořádání optimálního vyvážení je NP-úplná pro rovinné grafy maximálního stupně 4 a pro 5-ti regulární grafy. Tyto výsledky zodpovídají publikované otevřené problémy T. Biedl et al. Za zmínku ovšem stojí i technické Lemma 8.3, které je východiskem k uvedeným výsledkům. Úloha 2-in-4-SAT je zdánlivě natolik příbuzná NAE-SAT, polynomiálně řešitelnému pro rovinné grafy, že NP-úplnost dokázaná v Lemmatu 8.3 je do značné míry překvapivá.

Závěrem několik slov o autorovi práce. Mgr. Kára pracoval po celou dobu doktorandského studia cílevědomě a zodpovědně. Kromě práce na úkolech vytyčených školitelem se aktivně rozhlížel a nezávisle hledal další problémy a spolupráce. A to nejen na školícím pracovišti, ale i během stáže na TU Berlin (kde mj. vznikl materiál pro první oddíl práce). O jeho odborných kvalitách dostatečně vypovídá i seznam publikací (z nichž byla do disertační práce zahrnuta necelá polovina), jakož i seznam spoluautorů.

Předložená doktorská práce se řadí mezi velmi kvalitní absolventské práce. Jednoznačně ji doporučuji uznat jako doktorskou disertační práci k udělení titulu PhD.

V Praze 2. 4. 2006

