

Posudek diplomové práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

Autor práce Bc. Martin Dvořák
Název práce Minimum 0-Extension problém na grafových metrikách
Rok odevzdání 2021
Studijní program Informatika **Studijní obor** Umělá inteligence

Autor posudku Jakub Bulín **Role** vedoucí
Pracoviště KTIML MFF UK

Text posudku:

Práce se zabývá problémem Minimum 0-extension pro vážené grafy. Tento problém je ekvivalentní formulací varianty známého Multifacility Location problému z teorie plánování, a má aplikace i v dalších oblastech, např. image denoising nebo hypertext categorization. Lze na něj také pohlížet jako na zobecnění problémů Maximum flow a Multiterminal cut.

Cílem práce bylo analyzovat výpočetní složitost tohoto problému za použití technik váženého CSP v závislosti na strukturálních vlastnostech (zafixovaného) váženého grafu. Primárním úkolem bylo rozšířit důkaz NP-těžkosti z jednoduchých grafů na tzv. nemodulární vážené grafy, což bylo splněno. Navíc byla dokázána těžkost pro tzv. neorientovatelné vážené grafy. Vedlejším úkolem pak bylo najít třídy templatů, pro které lze problém efektivně vyřešit, zejména pomocí metod relaxace LP, nebo aproximovat; zde bylo dosaženo jen velmi částečných výsledků: řešitelnost pro cesty a pro jeden konkrétní obdélníkový template.

Úvodní kapitola motivuje problém Minimum 0-extension, a dále podává vyčerpávající přehled historie problému, CSP frameworku a tzv. vět o dichotomii. Snad trochu moc prostoru je zde věnováno oblastem, které s tématem práce souvisí jen okrajově.

Ve druhé kapitole jsou představeny potřebné pojmy z teorie grafů, formálně definován Minimum 0-extension problém, a vysvětleno jeho vyjádření v rámci frameworku Valued CSP. Také zde najdeme definice potřebných známých NP-úplných problémů. Sekce 2.5 podává na dvou stranách přehled základů výpočetní složitosti. To mi přijde zbytečné a úroveň detailů neodpovídající zbytku práce (např. je zde i definována “Big-O” notace); z celé sekce použijeme jen pojem NP-úplnosti a (neformálně) koncept polynomiální redukce, jejichž znalost lze u čtenářů předpokládat, stačilo by je zmínit krátce v úvodní kapitole. Tato sekce je zařazena mezi dvě stěžejní sekce, jejichž technické detaily jsou naopak klíčové k pochopení zbytku práce.

Kapitoly 3 a 4 obsahují důkaz NP-těžkosti problému pro nemodulární grafy a pro modulární neorientovatelné grafy. Jde o dvě různé konstrukce, obě založené na redukci ze známého problému Max-Cut. V těchto dvou kapitolách je vidět, že diplomant dobře zvládl techniku dokazování NP-těžkosti za pomoci redukce z jiného optimalizačního problému a vzhledem k technické náročnosti jsou důkazy i poměrně dobře představeny. Jde o výsledky, které byly známy dříve, ale důkazy

byly diplomantem objevené nezávisle, a jsou založené na jiném formalismu a zařazení do CSP frameworku.

Poslední kapitola je věnována efektivně řešitelným templatům. Je zde představena tzv. Basic LP relaxace VCSP problémů, a základy tzv. algebraického přístupu: analýza složitosti pomocí frakcionálních polymorfismů. Je zde dokázáno, že orientované cesty a “obdélník” mají symetrické frakcionální polymorfismy (pomocí kterých lze “zaokrouhlit” řešení LP relaxace a dostat tak optimální řešení v polynomiálním čase). Oba výsledky ukazují, že diplomant zvládl i tuto důkazovou techniku; její použití je netriviální, byť přímočaré.

Závěr shrnuje obsah práce, ale chybí mi zde diskuze dalších oblastí, kterými by se mohl výzkum vyvíjet, limitů použitých postupů, apod.

Mám výhrady k idiosynkratickému stylu, jakým je představen materiál v celé práci kromě úvodu a závěru. Volný text je téměř zcela eliminován, a veškeré informace, jakkoliv triviální nebo obecně známé, jsou představeny ve formě číslovaných Definic, Faktů, Poznámek, Pozorování apod. Je zde jen minimum informací vysvětlujících význam a souvislosti představeného materiálu. Tento přehnaný formalismus někdy působí až komicky, například v Definici 14 se dozvíme, že grafu, který není modulární, se říká nedomulární, podobně v Definici 19. Práce obsahuje celkem 103 pojmenovaných a očíslovaných úseků, přičemž na naprostou většinu z nich není později nijak odkazováno. Domnívám se také, že jiným způsobem číslování, např. v rámci kapitoly, by se zlepšila orientace v textu. Diplomant považuje tento styl za vylepšení oproti standardnímu odbornému stylu, s čímž dle mého názoru nelze souhlasit.

Práce je psaná anglicky na rozumně dobré úrovni, s přijatelným množstvím chyb. Slovník je mírně jednodušší, než je obvyklé v odborném stylu, a místy diplomant používá příliš neformální výrazy. Na několika místech přechází z autorského plurálu do singuláru. V bibliografii položka [57] začíná textem “NOT USED AS A RESOURCE FOR OBTAINING MY RESULTS”. Takové poznámky v bibliografii jsou nepatřičné, snad šlo o poznámku pro sebe, kterou měl autor v úmyslu odstranit.

Celkově práce splnila hlavní část zadaného úkolu a diplomant prokázal pochopení a schopnost samostatně aplikovat poměrně složité důkazové techniky v oblasti diskrétní optimalizace.

Práci doporučuji k obhajobě.

Práci nenavrhuji na zvláštní ocenění.

V Praze dne 25. 1. 2021

Podpis: