ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	**Metody efektivního prohledávání stavového prostoru v rozvrhování zdravotních sester s využitím branch-and-price přístupu**
Jméno autora:	**Bc. Antonín Novák**
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra počítačů
Oponent práce:	Ing. Jiří Kubalík, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	CIIRC, ČVUT

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání **mimořádně náročné**

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Cílem práce bylo prozkoumat oblast rozvrhování směn zdravotních sester (NRP - *Nurse Rostering Problem*). Dále analyzovat algoritmus branch-and-price a navrhnout jeho možná zlepšení. Nakonec navrhnout, naimplementovat a experimentálně otestovat vlastní exaktní algoritmus pro řešení NRP založený na branch-and-price. Toto zadání vyžaduje hlubokou teoretickou průpravu a solidní praktické programátorské zkušenosti. Zadání hodnotím jako výrazně nadprůměrně náročné.

Splnění zadání **splněno**

Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.

Práce naprosto splňuje zadání. Veškeré body zadání jsou pokryty zcela vyčerpávajícím způsobem. Navíc nad rámec zadání student připravil a v experimentech použil i nový benchmark pro NRP, založený na reálných datech z nemocnice Motol.

Zvolený postup řešení **vynikající**

Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.

K postupu řešení nemám výhrad. Student nejprve podrobně analyzoval problém NRP, algoritmus branch-and-price a jeho adaptaci pro problém NRP, popsanou v článku (Burke and Curtois, 2014). Mimo jiné identifikoval nepřesnosti a nejasnosti v popisu tohoto algoritmu a zjistil, že výsledky prezentované v (Burke and Curtois, 2014) nelze reprodukovat. To představovalo výraznou překážku, se kterou se musel poprat. Poté navrhnul vlastní algoritmus založený na branch-and-price s několika vylepšeními. Zajímavý je návrh online regresní metody pro predikci horní meze v pricing problému, která využívá informace z dosavadního výpočtu pro zefektivnění následujících kroků výpočtu. Student svůj algoritmus experimentálně otestoval na sadě 9 veřejných instancí. Výsledky porovnal s výsledky prezentovanými v (Burke and Curtois, 2014).

Odborná úroveň **A - výborně**

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Po odborné stránce je práce na velmi vysoké úrovni. Je vidět, že student proniknul do hloubky řešené problematiky. Veškeré algoritmy a jejich aspekty popisuje velice přesně a podrobně. K tomu musel uplatnit hluboké znalosti zejména z oblasti optimalizace, lineárního programování, smíšeného celočíselného lineárního programování, strojového učení a složitosti.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce **A - výborně**

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Po formální, typografické ani jazykové stránce nemám žádných výhrad. Nadprůměrně rozsáhlá práce (77 stran textu) je psána čtivým stylem velice dobrou angličtinou.

Výběr zdrojů, korektnost citací **A - výborně**

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr

pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Student cituje 44 publikací, což považuji za naprosto dostačující seznam použitých zdrojů.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Dosažené výsledky jsou velice dobré. Student ukázal, že na většině instancí je jeho metoda lepší z hlediska času potřebného k dosažení optimálního řešení než metoda z (Burke and Curtois, 2014). Navíc se zdá, že v (Burke and Curtois, 2014) použili jednodušší formulaci problému. Narozdíl od (Burke and Curtois, 2014) je u optimálního řešení nalezeného navrženým algoritmem dokázaná jeho optimalita. Student deklaruje, že jeho algoritmus je v současné době jediným algoritmem pro řešení NRP založeným na branch-and-price s touto vlastností. Student také navrhnul nový benchmark pro NRP, založený na reálných datech z nemocnice Motol. Také pro tento benchmark našel jeho algoritmus optimální řešení.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Diplomová práce Bc. Antonína Nováka představuje velice kvalitní výzkumnou práci.

Otázky do diskuze:

1. První otázka se týká efektu použití techniky *solution pool* na dosažené výsledky. Mohl byste vysvětlit, jak je možné, že s použitím *solution pool* jsou dosažené výsledky na některých instancích lepší než výsledky bez použití *solution pool*, viz Table 7.3 vs. Table 7.5? To mi není jasné. Vycházím z toho, že algoritmus přepne do fáze hledání alternativních řešení až poté, co je nalezeno optimální řešení, viz odstavec 6.3.3.
2. Vytipoval jste ještě i další části branch-and-price algoritmu, které by šlo zefektivnit metodami strojového učení?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně.**

Datum: 27.5.2015 Podpis: