

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Metaheuristic Algorithms for Optimization Problems Sharing Representation</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Jan Hrazdára</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Petr Pošík, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Katedra kybernetiky FEL ČVUT

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce vyžadovala především implementaci zvolených algoritmů a jejich unifikaci do jednoho frameworku. Nebylo třeba pronikat do složité teorie nebo řešit hardwarové problémy.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>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.</i>	
Všechny požadavky v zadání byly splněny.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení považuji za správný, mám jen několik malých výtek. Výsledný framework prezentovaný v práci sice umožňuje řešit různé typy kombinatorických problémů, nicméně prezentované výsledky pro různé typy problémů byly dosaženy s jiným nastavením metaparametrů použitého solveru. Má-li být solver skutečně obecně použitelný, měl by být schopen si parametry adaptovat sám, nebo mít vhodné výchozí hodnoty, které budou dobře fungovat pro různé typy problémů. Z práce ale není zřejmé, jak citlivé jsou dosažené výsledky na změnu parametrů.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odbornou úroveň práce nemůžu hodnotit jako zcela výbornou. Na některých místech práce se projevila nedostatečná pozornost k detailům. Např. v sekci 3.1.2 v definici CVRP problému, rovnice 3.9-3.12. Proměnná $k$ v rovnici 3.9 patrně označující počet vozidel není nikde definována. Podmínka 3.10 ( $\sum_e x_{.e} = 2$ ) je pro hrany $(0,j)$ v rozporu s podmínkou 3.9. V sekci 3.1.4 (definice problému NPFS) se v rovnici 3.16 násobí symbolem $M$ , který je ale předtím definován jako množina strojů... Pseudokód CVND (Alg. 16) podle mne neodpovídá přesně jeho textovému popisu.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Po formální stránce je práce velmi pěkně zpracovaná. Algoritmy prezentuje formou srozumitelných pseudokódů, které doplňují ilustrační obrázky, které skutečně pomáhají pochopit principy metod. Práce je psána kvalitní a čtivou angličtinou. Vytknout by se daly nějaké detaily (např. v úvodu v prvních dvou odstavcích se používá zkratky IP, ale je vysvětlena až na konci druhého odstavce, nebo nevysvětlený význam „OPT(ILP)“ na straně 5), ale ty formální kvalitu práce nijak významně nesnižují.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>A - výborně</b>
<i>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</i>	

*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.*

Práce se odkazuje na 68 zdrojů, z nichž některé jsou webové stránky souvisejících softwarových produktů. Seznam literatury je formátován obvyklým způsobem a u jednotlivých zdrojů uvádí standardní informace (snad jen s výjimkou položky [4], kde chybí autoři.) Nezaznamenal jsem žádné porušení citační etiky.

#### **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.*

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

### **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.*

Předloženou práci hodnotím jako velmi kvalitní. Text je vyzrálý a dobře srozumitelný. Kromě detailů, které jsem vytýkal výše, bych práci asi nejvíce vytkl to, že sice řeší různé typy problémů v jediném frameworku, ale aby ten dosáhl prezentovaných výsledků, musí se parametry frameworku nastavit pro každý problém jinak. Jak se pak použití takového algoritmu liší od použití speciálního solveru pro každý typ algoritmu? Práci proto považuji za velmi dobrý první krok směrem k univerzálnímu solveru pro problémy s danou reprezentací.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Dotazy na diplomanta:

1. Na obrázku 3.5 máte diagram tříd použitých ve vaší implementaci. Jakou relaci představují šipky použité v tomto diagramu?
2. Strategie pro konstrukci úvodního řešení jste umístil do generické části solveru. Dobré úvodní řešení může solveru přitom poměrně hodně pomoci. Nebylo by lepší nechat tuto část algoritmu v problémově závislé části? Je možné všechny problémově závislé metody pro konstrukci řešení realizovat pomocí generické inicializační procedury? Např. pro TSP implementovat Nearest-neighbor konstrukční heuristiku?
3. Sekce 3.3.4.3, popis CVND. Píšete, že CVND si pamatuje poslední operátor, kterému se povedlo vylepšit řešení, a pokud by dalším operátorem měl být stejný operátor, algoritmus se ukončí. Je to rozumné? Pokud je např. mezi operátory jen jediný operátor, který umí řešení vylepšit, tak ho spustíte jen jednou a další pokus (po projití ostatních neúspěšných operátorů) s ním už neuděláte. Není to chyba?
4. V popisu algoritmu 3.3.5.1, Iterated Local Search, zdůrazňujete, že perturbace je aplikována na nejlepší známé řešení  $X_{best}$ , nikoli na poslední řešení  $X$ . Proč jste se tak rozhodl? Neomezuje to schopnost algoritmu uniknout z lokálního optima?

Datum: 16.6.2022

Podpis: