

# Posudek bakalářské práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

<b>Autor práce</b>	Peter Kovács	
<b>Název práce</b>	Optimalizace mravenčí kolonií	
<b>Rok odevzdání</b>	2018	
<b>Studijní program</b>	Informatika	
<b>Studijní obor</b>	Obecná informatika	
<b>Autor posudku</b>	RNDr. Martin Balko, Ph.D.	Oponent
<b>Pracoviště</b>	Katedra aplikované matematiky	

## K celé práci

lepší OK horší nevyhovuje

	lepší	OK	horší	nevyhovuje
Obtížnost zadání		X		
Splnění zadání		X		
Rozsah práce <i>... textová i implementační část, zohlednění náročnosti</i>		X		

V předložené práci jsou porovnávány různé metaheuristiky a jejich chování na několika NP-těžkých úlohách, konkrétně na problému obchodního cestujícího, grafového obarvení a množinového pokrytí. Zvláštní důraz je kladen na metaheuristiku Ant Colony, která je inspirována chováním skutečných mravenců, kteří vhodným lokálním prohledáváním a šířením feromonů během několika iterací dokáží řešit například problém nalezení optimální cesty v daném prostředí. Součástí práce je implementace vybraných metaheuristik a porovnání jimi nalezených řešení na konkrétních instancích třech zmíněných problémů.

Experimentální výsledky v práci naznačují, že v porovnání s ostatními studovanými metaheuristikami (simulované žíhání, Tabu Search a hladové algoritmy) si Ant Colony nevede nejlépe, nicméně je schopna překonat jednoduché hladové algoritmy a například v případě problému obchodního cestujícího i simulované žíhání.

Mezi hlavní nedostatky práce považuji úroveň textové části práce. Představení jednotlivých metaheuristik je velmi stručné, obtížně srozumitelné a na několika místech dokonce chybné; viz komentář k textové části práce. Také mám dojem, že implementace simulovaného žíhání mohla být v některých případech dělaná lépe.

I přes zmíněné nedostatky si myslím, že autor splnil požadavky na zpracování bakalářské práce. Je třeba ocenit uvážení poměrně slušného počtu metaheuristik při testování, množství proběhnutých testů, nastudování odborné literatury a implementaci použití Ant Colony na problémy, které jsou velmi vzdálené od problému hledání optimální cesty. Celkově tak navrhuji hodnocení stupněm „Velmi dobře“.

## Textová část práce

lepší OK horší nevyhovuje

	lepší	OK	horší	nevyhovuje
Formální úprava <i>... jazyková úroveň, typografická úroveň, citace</i>		X		
Struktura textu <i>... kontext, cíle, analýza, návrh, vyhodnocení, úroveň detailu</i>		X		
Analýza		X		
Vývojová dokumentace			X	
Uživatelská dokumentace			X	

Práce je psaná ve slovenštině a i když se místy vyskytují překlepy (například „Specificaly“ na str. iii, „rovanká“ na str. 11, „algorintu“ na str. 26, atd.), jejich počet není s ohledem na délku práce příliš vysoký. Mnoho z nich ale šlo snadno odhalit spellcheckerem.

I přes relativně slušný rozsah práce čítající více než 40 stran si myslím, že některé pasáže by bylo vhodné mnohem více rozepsat. To se týká především popisu metaheuristiky Ant Colony, což je klíčová část práce. Z uvedeného popisu nejsou jasné všechny vlastnosti algoritmu, například jak začíná/končí, co jsou přesně jeho stavy a jaké všechny vstupní parametry máme k dispozici. U některých parametrů nejsou zmíněné předpoklady například o jejich nezápornosti. Podobné připomínky se týkají i dalších částí, obzvláště pak popisů nasazení Ant Colony na problémy grafového obarvení a množinového pokrytí.

V matematických textech se také místy objevují nepřesnosti, ať už se jedná o problémy menšího rázu (ve formuli v Sekci 2.1 se kvůli operaci modulo objeví nedefinované  $v_{p(0)}$ , hrany neorientovaného grafu značené uspořádanými dvojicemi), tak i zásadnější nedostatky jako například zmatená definice hladiny feromonů na stránce 17, kde se zaměňují vrcholy grafu a jejich barvy, či záměna  $\tau_j$  s  $\eta_i$  a definice  $\Delta\tau_j$  na stránce 26 s neurčenými parametry.

Doporučil bych i vylepšit práci s referencemi. Seznam literatury by si zasloužil sjednotit styl (třeba u uvádění jmen autorů) a v textu chybí několik důležitých odkazů na literaturu. Například postrádám citaci první analýzy Ant Colony, která pochází od autorů Colorni, Dorigo a Maniezzo, či simulovaného žíhání (Kirkpatrick et al. a Černý). Na stránce 17 se mi zdá špatně uvedená citace [3], která by spíše měla být citací [9].

Pozitivně hodnotím strukturu textu, práce je přehledně rozdělená do kapitol, kde každá je věnovaná konkrétnímu problému se sekcemi o jednotlivých implementacích a jejich výsledném zhodnocení.

Vývojová a uživatelská dokumentace je zastoupena pouze dvoustránkovou přílohou na konci práce, v příložených souborech jsem žádný návod pro uživatele nenašel vyjma krátké poznámky v souboru readme.txt.

## Implementační část práce

lepší OK horší nevyhovuje

Kvalita návrhu	... architektura, struktury a algoritmy, použité technologie		X		
Kvalita zpracování	... jmenné konvence, formátování, komentáře, testování		X		
Stabilita implementace				X	

Implementace metaheuristik je dobře zvládnutá, příložené programy, psané v jazyce C++, končí výpočet na poměrně velkých vstupech ve velmi rozumném čase. Přesto jsem narazil na problém se stabilitou programů, které na některých kompilátorech nelze vůbec zkompileovat.

Možná by stálo za to více rozebrat volbu parametrů a přidat komentář k citlivosti chování algoritmů na jejich změny. Mám dojem, že při použití simulovaného žíhání na problém obarvení a množinového pokrytí je k dosažení korektního řešení použito příliš přísné penalizace za konflikty, čímž algoritmus mnohem snáze uvízne v lokálním minimu. Toto podezření je podpořeno výsledkem u obou problémů, kdy takto použité simulované žíhání nebylo schopné vylepšit iniciální řešení získané hladovým algoritmem. Nebylo by vhodnější penalizaci snížit, obdržet případně nekorektní řešení a posléze konflikty vyřešit (třeba přidáním několika málo nových barev)?

Na závěr bych měl ještě dva dotazy pro autora. V práci jsou testy provedeny na konkrétních instancích dostupných z knihoven, ale na první pohled se tyto vstupy zdají poměrně strukturované, jelikož na mnoha z nich vracejí slušné výsledky i jednoduché hladové algoritmy. Zkoušel autor pustit programy na náhodných vstupech? Z poznámky na konci Sekce 2.1 mám pocit, že je v práci ve skutečnosti uvažovaný jen eukleidovský problém obchodního cestujícího. Je to tak?

<b>Celkové hodnocení</b>	Velmi dobře
<b>Práci navrhuji na zvláštní ocenění</b>	Ne

Datum

Podpis