

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Řešení problému obchodního cestujícího se spojeným okolím a více cestujícími pomocí Hopfieldovy neuronové sítě</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Kristián Domažlický</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Vít Krátký, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Katedra kybernetiky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
Zadání závěrečné práce vyžadovalo seznámení s problémem obchodního cestujícího a jeho variantami s okolím i variantami pro více agentů, jejich řešením pomocí Hopfieldovy neuronové sítě (HNN) i vlastní návrh, implementaci a evaluaci modifikace HNN pro řešení "Close Enough" problému obchodního cestujícího pro více agentů. Jelikož rozsah požadované modifikace nebyl nikterak zásadní, zadání hodnotím jako průměrně náročné.	
<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
Předložená práce splňuje všechny body zadání bez výhrad.	
<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
Povaha řešeného problému umožňuje celou řadu přístupů a formátu navržené hodnotící funkce, nicméně zvolený postup řešení a využití metody lze na základě dostupných informací považovat za správné.	
<b>Odborná úroveň</b>	<b>C - dobře</b>
Odbornou úroveň popisu HNN a následně i vlastní metody snižují časté nepřesnosti v matematických zápisech doplněné zavádějícím slovním popisem a absencí vysvětlujících ilustrací v sekci 4.1 a 5.1. Příkladem je rovnice (11) kde není zřejmé z jakého důvodu je ze součtu vynechána poslední řádka a nelze říci, že by daný výraz minimalizoval celkový součet v každém sloupci či rovnice (22), kde se vyskytuje součet přes proměnnou $z$ , která není v rámci výrazu použita a mnoho dalších obdobných nepřesností zhoršujících srozumitelnost textu a replikovatelnost navržené metody. Druhou částí, která vykazuje určité nedostatky z hlediska odborné úrovně je samotné porovnání metod a jeho vyhodnocení ačkoliv zde je těžké rozlišit zda jednotlivé kroky nebyly realizovány či pouze nejsou popsány v práci. Z dostupného popisu není zřejmé jakým způsobem byly například zvoleny počty opakovaných testování na jednotlivých instancích a maximální počty epoch, což může být jeden z klíčových parametrů ovlivňující výkonnost navrženého přístupu (jak sám autor v závěru připouští). Stejně tak není v práci nikterak diskutována možná změna hyper-parametrů, závislost výkonnosti metody na počtu agentů ani výkonnost navrženého přístupu pro velmi malé instance, u kterých je známé optimální řešení. Z textu rovněž není zřejmé jaký je důvod k porovnávání výsledků dosažených navrženou metodou pro "close enough" mTSP, zatímco jedna z porovnávaných metod ([25]) řeší mTSP bez uvažování okolí.	
<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>D - uspokojivě</b>
Přestože je předložená práce spíše kratšího rozsahu, obsahuje veškeré formální náležitosti a z hlediska rozsahu dostatečný popis navržené metody a výsledků. Po jazykové stránce je většina práce psána na úrovni adekvátní bakalářské práci a očekávaným zkušenostem autora s psaním odborných prací v cizím jazyce. Nicméně některé pasáže práce obsahují velké množství překlepů a chyb ve využití interpunkčních znamének výrazně komplikujících srozumitelnost jednotlivých vět či pasáží, které ani netvoří věty. Tyto nedostatky se nevyhýbají ani anglické a automaticky přeložené české verzi abstraktu. Práce dále vykazuje vysoký počet nedostatků z hlediska formálních zápisů jako jsou nedefinované symboly v rovnicích a algoritmech, absence matematického módu pro zápis proměnných v textu, neoddělování či nezakončování rovnic interpunkčními znaménky, absence číslování rovnic v sekcích 5.4 až 5.7 a absence referencí na obrázky v kapitolách 1 - 5.	

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

Většina citovaných zdrojů je tvořena relevantními články publikovanými ve vědeckých časopisech či v rámci vědeckých konferencí. Veškeré převzaté prvky jsou řádně odlišené od vlastních výsledků. Ačkoliv styl citací není jednotný u všech referencí, většina zdrojů je citována korektně, vyjma závěrečné práce ([1]) a několika zdrojů ve formě webových stránek ([10], [30]). Tento nedostatek nicméně nepovažuji za nikterak zásadní.

**Další komentáře a hodnocení**

Z prezentovaných výsledků vyplývá, že Hopfieldova neuronová síť s navrženou hodnotící funkcí produkuje ve většině případů několikanásobně delší cesty než srovnávané metody. Nicméně na základě informací prezentovaných v této práci nelze zcela zavrhnout jejich využitelnost pro řešení daného problému, jelikož nebyla provedena dostatečná analýza závislosti řešení na hodnotící funkci, parametrech metody ani různém počtu agentů. Pokud byl odevzdaný kód použit pro generování výsledků prezentovaných v práci, může se na špatné výkonnosti navrhovaného postupu podílet i implementace funkce dle rovnice (22), která pravděpodobně neodpovídá zamýšlené podobě funkce.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

Předložená práce se zabývá řešením zajímavého problému z oblasti počítačových věd inovativním způsobem. Za největší nedostatky předložené práce negativně ovlivňující návrh klasifikace považuji formální a jazykovou úroveň práce a nepřesnosti v rámci matematického i slovního popisu navržené metody. Nedostatky v rámci vyhodnocení výkonnosti navržené metody, které mohou zkreslovat prezentované výsledky nezahrnují plně do celkového hodnocení jelikož jejich řešení v plném rozsahu přesahuje očekávané výstupy bakalářské práce.

Otázky k obhajobě:

- V sekci 6.3 je zmíněno, že při aplikování optimalizace (pravděpodobně 2-opt) na řešení obdržené pomocí HNN nedochází k výraznému zvýšení časové náročnosti. Jaký je důvod k tomu, že v tabulce 1 je výpočetní čas pro samotné HNN zpravidla vyšší (v některých případech až dvojnásobný) v porovnání s HNN aplikující 2-opt optimalizaci?
- Jak by byl ovlivněn rozdíl ve výkonnosti jednotlivých metod v případě instancí s větším počtem agentů?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 10. 6. 2024

Podpis: