

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Optimizing portfolio heuristics for optimal planning
Jméno autora:	Daniel Žampach
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra počítačové grafiky a interakce
Oponent práce:	RNDr. Ing. Otakar Trunda, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra teoretické informatiky a matematické logiky, Univerzita Karlova

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Řešené téma vyžaduje hlubší teoretické znalosti v oblastech plánování i strojového učení, schopnost statisticky zpracovat a vyhodnotit výsledky experimentů a technickou zručnost pro implementaci navržených technik.	

Splnění zadání	splněno
<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>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup je obecně správný, některé výhrady popisují dále.	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Autor staví na pokročilých výsledcích v učení heuristik, konkrétně přebírá extrakci příznaků, způsob získávání trénovacích dat, chybovou funkci pro trénování a další. Použité techniky však autor ani zběžně nepopisuje a jeho schopnost porozumění odborné literatuře proto nedokážu zhodnotit. Z interpretace výsledků je patrné, že použitým technikám v principu rozumí.</p> <p>Postrádám hlubší analýzu a diskuzi nad výběrem těchto technik a způsobem jejich kombinace. Např.: extrakce příznaků je použita trochu jiným způsobem, než pro který byla navržena, což vede k efektu, který autor správně popisuje: některé stavy na optimální cestě vs. mimo cestu jsou nerozlišitelné. To v původním použití nepředstavovalo zásadní problém, protože pro regresní úlohu stačilo, aby blízké objekty (stavy s podobnou reprezentací) měly blízkou cílovou hodnotu (h^*).</p> <p>Nejsou dostatečně diskutována některá zřejmá teoretická omezení použitého postupu. Např. maximum z množiny heuristik vždy dominuje každou jejich konvexní kombinaci a v tomto případě je i jeho výpočet rychlejší, protože odpadá vyhodnocení neuronové sítě. Snížení hodnot na optimální cestě proto může pomoci jen v omezené míře a jen ve specifických případech. Naopak nepřesnost v klasifikaci, tj. vynulování hodnoty na neoptimální cestě, může, zdá se, prohledávání značně zpomalit.</p> <p>Autor popisuje problém jako učení parametrů konvexní kombinace, ale z návrhu řešení i experimentů je patrné, že se spíše jedná o klasifikaci, tj. rozhodnutí, zda daný stav leží na optimální trajektorii, nebo ne. Popis problému touto optikou by mohl být srozumitelnější.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je psaná anglicky a text je dobře srozumitelný. Vyskytuje se větší množství „czechismů“, kdy autor používá prvky českého slovosledu v anglických větách. Rozsahem je práce spíš podprůměrná.	

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

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.

Většina použitých zdrojů je naznačena v zadání práce. Mírný problém spatřuju v nedostatečném rozlišení vlastního přínosu, zejména v oblasti návrhu. Zřejmý přínos řešitele je pouze implementace heuristiky h_{LM-cut} a úpravy algoritmu pro generování dávek při trénování.

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.

Vytvořený prototyp nedokázal překonat původní metodu, ze které vychází na žádném z testovaných problémů. Toto nepovažuju za zásadní problém, protože cílem práce bylo zhodnotit, jestli je navržený přístup použitelný a i negativní výsledek je v tomto smyslu užitečný. Zvláště s ohledem na to, že se autor snaží optimálně řešit PSPACE těžké úlohy, s minimálním množstvím expandovaných vrcholů a za použití strojového učení, které nedává tvrdé garance optimality. Kladně hodnotím zejména náročnost tématu a fakt, že implementační část práce rozšiřuje existující knihovnu a bude v budoucnu dále využívána komunitou kolem NeuroPlanneru.

Nedostatky spatřuju v těchto oblastech:

- Velmi vágní úvod do problematiky, popis řešeného problému i použitých technik. Nejsou explicitně zodpovězené otázky jako: cílíme na vytvoření doménově specifické heuristiky, nebo doménově nezávislé? Jaké konkrétně jsou vstupy a výstupy trénovacího modulu? (Např. je mezi příznaky zahrnutá i hodnota heuristiky h_{LM-cut} , když její hodnotu stejně počítáme?) Jak konkrétně generujeme trénovací data, atd.

- Chybějící popis návrhu experimentů. Nedozvíme se, na jakých přesně vstupech byly metody testované, jejich množství ani velikost. Chybí informace o tom, na jakém počítači byly experimenty prováděny, jak dlouho trvaly, jaké konfigurace byly testované (hyperparametry sítě, extrakce příznaků, vytváření dávek, ...), která vedla k nejlepším výsledkům, a proč.

- Poměrně povrchní experimentální srovnání. Ze zveřejněných výsledků lze vidět, že experimenty běžely krátkou dobu, tedy spíše na menších problémech. Autor publikuje pouze 3 statistiky: procento vyřešených problémů, celkové množství expandovaných vrcholů a celkový čas a to jen agregované hodnoty přes celou doménu. Výsledky na jednotlivých problémech nenajdeme ani v příložených materiálech. Sčítání počtu expandovaných vrcholů přes problémy různé velikosti nedává dobrý smysl. Navíc pro analýzu fungování navržené metody by bylo zajímavější vidět spíše statistiky výsledků učení, např. konfusní matici úspěšnosti klasifikace stavů na (*ležící na optimální cestě*) \times (*mimo optimální cestu*).

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.

Hlavní aspekty jsem popsal výše. Možné doplňující otázky:

- bylo by možné stavy a jejich příznaky vygenerovat předem a tato data pak používat pro učení (jako je to běžné v jiných aplikacích strojového učení)?

- schopnost predikovat následující stav na optimální cestě by mohla být lépe využita jinými algoritmy, např. Greedy BFS, Beam search, Enforced HC. Další možností je použít model tzv. preferovaných akcí, tzn. mít dvě fronty, v jedné všechny následníky a ve druhé pouze „optimální“ následníky. Uvažovali jste o těchto variantách?

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

Datum: 6.6.2024

Podpis: