

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Learning Classical Planning Transition Functions by Deep Neural Networks
Jméno autora:	Bc. Michaela Urbanovská
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra počítačů
Vedoucí práce:	Ing. Antonín Komenda, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra počítačů – FEL – ČVUT

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání závěrečné práce hodnotím jako mimořádně náročné, protože míří směrem jednoho z nejpálčivějších problémů v oblasti umělé inteligence vůbec. Konkrétně jde o propojování symbolické a výpočetní umělé inteligence, v případě této práce jde o propojení klasického plánování a hlubokého učení pomocí neuronových sítí. Tento problém byl v posledních letech identifikován několika předními vědci, nicméně literatury je stále pomálu, mimo jiné proto, že jde o mezioborový výzkum. Navíc jde o výzkum v oblastech, které jsou filozoficky velmi rozdílné. V neposlední řadě jde o náročné zadání také proto, že bylo nutné, aby studentka konzultovala s odborníky v obou oborech (se školitelem v oblasti klasického plánování a s 2 vědeckými pracovníky na katedře z oblasti hlubokého učení a neuronových sítí).	

<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>	
Studentka zadání splnila ve všech bodech s tím, že použila všechny doporučené domény pro experimenty (i když nebyly vyžadovány explicitně všechny). Navíc studentka experimenty provedla i na jedné doméně navíc (single-agent multi-goal mazes). Obě neuronové sítě jak pro přechodovou funkci, tak pro heuristiku byly navrženy a porovnány v několika konfiguracích. Klasický plánovač a state-of-the-art heuristiky studentka sama implementovala do jazyka Julia, aby bylo možné provést přesnější porovnání, než kdyby použila existující implementace plánovačů a heuristik v C/C++.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení vychází z důsledných konzultací se školitelem a konzultanty v oblasti hlubokého učení. Zvolené řešení vzniklo vědeckým postupem teoretického a experimentálního ověřování hypotéz, které vedly až k efektivitě, která je dokumentovaná v práci.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce má veškeré náležitosti vědecké práce a studentka ho plánuje publikovat na vhodné konferenci v oblasti umělé inteligence (dle mého odhadu má dobrou šanci na přijetí při opravení dále zmíněných problémů). Jak oblast klasického plánování, tak hlubokých neuronových sítí je kvalitně popsána jak formálně, tak textově. Kapitola popisující vlastní řešení obsahuje konkrétní implementace a struktury neuronových sítí. Experimentální výsledky jsou rozsáhlé a důsledně zpracované.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	

Práce je vhodně strukturována a používá veškeré náležitosti technických a vědeckých textů. Práce vhodně používá formální zápisy. Práce je psána kvalitní angličtinou a její rozsah se pohybuje kolem střední hodnoty doporučené délky. Bohužel práce obsahuje značné množství překlepů a typografických nedokonalostí. Ty připisuji náročné finální fázi práce s velkým množstvím experimentů a implementace.

## 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.*

Studentka aktivně vyhledávala vlastní a studoval dodané zdroje. Ty také správně v práci použila jak pro vlastní vystavění nových plánovacích principů pomocí hlubokých neuronových sítí, tak pro následné porovnání s aktuálně nejefektivnějšími technikami z klasického plánování. Dle mých znalostí jsou veškeré relevantní zdroje v práci citovány a zohledněny. Studentka důsledně na místech, kde popisuje převzatou práci používá citace. Bibliograficky jsou citace (až na překlepy) v souladu s citačními zvyklostmi a normami v oblasti Computer Science.

## 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.*

Je nutné zmínit, že dosáhnout kvality výsledků uvedených v práci ani zdaleka nebylo tak jednoduché, jak se může zdát z finální podoby. Studentka musela několikrát znovu- navrhovat, implementovat a experimentálně ověřit velmi různé struktury sítí, způsobu učení, ztrátových funkcí, atd. To všechno, i přes veškeré konzultace s vědeckými pracovníky v daném oboru na katedře, byla netriviální a často frustrující práce. Dané výsledky jsou ale nakonec pozitivním překvapením pro všechny zúčastněné.

## 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.*

Jde o unikání práci s ohledem na danou oblast a výsledky, kterých se studentce podařilo dosáhnout. Dle mého názoru studentka odvedla výbornou jak vědeckou, tak implementační práci. Věřím, že dané výsledky budou zajímavé jak pro vědeckou komunitu v oblasti automatizovaného plánování, tak strojového učení. Navíc práce otevřela směr pro možný další výzkum, ideálně pak ve formě navazujícího doktorského studia.

K práci mám následující otázky:

1. Je možné navržené techniky použít pro problémy (bludišť) větších rozměrů a vyšších dimenzí?
2. Bylo by možné naučit RNN celý proces nejen expanze a heuristiky, ale i vlastního prohledávání?

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

Datum: 21.1.2020

Podpis: