

## Posudek vedoucího bakalářské práce

Název: **Reinforcement learning pro řízení dynamických systémů**

Autor: **Loi Do**

Cílem bakalářské práce bylo nastudovat různé metody založené na posilovaném učení a jejich použití při řízení dynamických systémů, některé z nich implementovat a otestovat na simulačním modelu.

Studentovi se této nelehké a v poslední době velmi populární problematice podařilo porozumět velmi dobře, o čemž svědčí zejména úvodní části bakalářské práce, které velmi srozumitelně vystihují principy i možnosti realizace jednotlivých kroků. Je to i díky tomu, že student se tématu práce začal věnovat s velkým předstihem a pracoval s neobyčejným zapálením. Chodil pravidelně na konzultace, kde vždy ukázal velký pokrok v práci. Pracoval zcela samostatně, veškeré naše diskuze se omezily na to, které metody implementovat a které ne, celou problematiku pochopil zcela sám.

Velké úsilí věnoval i ověření funkčnosti postupů na simulačním příkladě, i když zde se musel potýkat s úskalími této metody, o kterých se v literatuře nepíše. Zpracovaný text je na vysoké odborné, stylistické i grafické úrovni, exaktní a přitom srozumitelný.

Práci doporučuji k obhajobě a hodnotím ji stupněm **A–výborně**.

V Praze 30. 5. 2017

doc. Ing. Petr Hušek, Ph.D. – vedoucí práce

OPONENTSKÝ POSUDEK BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

## Reinforcement learning pro řízení dynamických systémů

autor: Loi Do

oponent: Ing. Petr Augusta, Ph.D.

Předložená bakalářská práce se zabývá metodami návrhu řízení dynamického systému založenými na tzv. posilovaném učení, při kterém je chování systému modifikováno na základě interakce s prostředím. Autor práce nejprve v kapitole 2 uvádí nutný teoretický rámec, zejména popis Markovova rozhodovacího procesu. V kapitole 3 pak přistupuje k představení jednotlivých metod, které lze použít k řešení. Jedná se o metody založené na dynamickém programování a principu temporální diference. V kapitole 4 se autor věnuje aproximacím funkcí, které jsou nezbytným krokem v případech, kdy chceme využít metody posilovaného učení pro řízení systémů spojitých v čase. Kapitola 5 testuje vybranou metodu na zpětnovazebním řízení modelu stejnosměrného motoru. Kapitola 6 práci uzavírá.

Práce je obdivuhodného rozsahu a danou problematiku zpracovává na bakalářskou práci nebývale podrobně a kvalitně. Po odborné stránce je propracovaná do detailu a není ji co vytknout. Je dobře organizovaná, čtivá, srozumitelná, graficky rovněž velice zdařilá. V práci nalézám jen několik formálních nedostatků. Některé zde uvádím zejména proto, aby text mohl případně v budoucnu získat ještě kvalitnější podobu.

Postavení jednopísmenné předložky či spojky (vyjma malého a) na konci řádky není gramaticky správné. Podobně odkaz na literaturu (např. [1]), odkaz na matematický vztah (např. (2.1)) atp. by se neměly objevovat na začátku řádky. V sazbě matematiky se autor často dopouští chyby, když za desetinnou čárku umísťuje mezeru. Doporučuji se na Matlab odkazovat stejně jako na knihu, tj. prostřednictvím čísla v hranatých závorkách a položky v seznamu na konci textu, kde by měla být uvedena i verze Matlabu. Tedy např: MathWorks. MATLAB version 9.2.0.538062 (R2017a). Natick, Massachusetts: The MathWorks. Označovat seznam použité literatury jako přílohu je nezvyklé.

Na str. 6 doporučuji místo  $T = \infty$  zápis  $T \rightarrow \infty$ . Ve vztahu (2.14) dochází ke kolizi značení,  $Q$  a  $R$  jsou již zavedena dříve v textu. V termínech *iterace strategie*, *iterace ohodnocení*, *dynamické programování*, *temporální diference* ap. je chyba psát velké počáteční písmeno. Za vztahem (3.1) by měla být čárka, naopak za vztahem (3.5) tečka. V poznámce 3.3 by místo slova „následující“ mělo být uvedeno „výše uvedené“. V prvním odstavci kapitoly 4.1 by mělo být uvedeno „ $n$ “, nikoliv „ $n$ “. Ve vztahu (4.2) dochází opět ke kolizi značení, písmeno  $F$ . Parametrem zde definovaného zobrazení  $F$  je vektor, což není patrné ze vztahu (4.3). Symboly  $\epsilon$  a  $\varepsilon$  užívané v textu označují totéž. Vztah (5.2) by měl končit tečkou. V první větě kapitoly 5.3.2 je překlep ve slově porucha.

Přes výše uvedené čistě formální nedostatky práci považuji za velice vydařenou. Autor se daného tématu zhostil bravurně a předložil bakalářskou práci, z které jsou jeho technické schopnosti více než zřejmé. Prokázal dobré znalosti a schopnosti a v práci splnil všechny úkoly stanovené v zadání. Bakalářskou práci doporučuji k obhajobě a hodnotím stupněm A – **výborně**.

V Praze dne 6. června 2017

Petr Augusta