

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Decentralized Model of a Swarm Behavior Boids in ROS
Jméno autora:	Pavel Petráček
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Kybernetiky
Oponent práce:	Karel Zimmermann
Pracoviště oponenta práce:	Katedra Kybernetiky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b> <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	<b>průměrně náročné</b>
Práce je zadána jako reimplementace a integrace článku [5] do existujícího prostředí obsahujícího model používaných kvadrokoptér v Gazebo simulátoru a jeho následné ověření na reálných kvadrokoptérech. Náročnost tématu odpovídá bakalářské práci.	

<b>Splnění zadání</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>	<b>splněno</b>
Zadání bylo splněno ve všech bodech.	

<b>Zvolený postup řešení</b> <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	<b>správný</b>
Z experimentů je vidět, že navržené řešení se chová rozumně. Nejsem odborníkem na řízení hejna robotů, ale přijde mi podezřelé, že formulace problému neobsahuje žádnou explicitní kritériální funkci, kterou by bylo možno optimalizovat. Přijde mi, že v tomto případě jsou možnosti dvě: <ol style="list-style-type: none"><li>(1) Chceme, aby se hejno kvadrokoptér chovalo podobně jako hejno živých zvířat (proč?), což vede na imitation learning [2,3], e.g. minimalizace nějaké vzdálenosti od trajektorií poskytnutých expertem.</li><li>(2) Chceme, aby byla splněna nějaká úloha, e.g. nejrychlejší bezpečný přejezd mezi dvěma místy, tak aby vzájemná vzdálenost kvadrokoptér byla minimální, což vede na uncertainty (PO)MDP s definovanou reward funkcí. Pak mohu hledat policy (reinforcement learning [1]) nebo mohu plánovat trajektorii [4], tak abych kritérium (obvykle očekávaný součet rewardů) maximalizoval.</li></ol> Ani jednu z těchto formulací v práci nevidím. Bez schopnosti rozhodnout, která z trajektorií je lepší, nemohu výsledky nijak kvantitativně vyhodnotit.	

<b>Odborná úroveň</b> <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	<b>B - velmi dobře</b>
Student nastudoval, naimplementoval, zaintegroval a ověřil tak jak bylo v zadání požadováno. Nejvíce mi chybí nějaká kritériální funkce (viz. Zvolený postup řešení).	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b> <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	<b>A - výborně</b>
Formální i jazyková úroveň jsou správné. Angličtinu považuji za nadprůměrnou. Práce má celkem 60 stran, z toho je přibližně polovina věnována experimentálnímu vyhodnocení.	
- str. 3:	

Množina nemá transpozici, pravděpodobně jste chtěl říci že  $h_0$  je vector a ne set.  
Už zde se používá symbol  $h_0$ , ale není moc jasné jak je modelováno UAV, tj. co se skrývá pod symbolem  $h_0$ : n-tice (stav, prostor akcí, ID, ...) nebo jen prostorové a úhlové souřadnice?

**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.

Kapitola stav poznání se příliš soustředí na swarm publikace, ikdyž existují relevantní publikace pro reaktivní vyhýbání se překážkám např. [4].

**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.

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

**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.

Integrační bakalářská práce s precizním experimentálním vyhodnocením v simulátoru i na reálném systému. Nejvíce mi chybí (i) explicitní definice kriteriální funkce, (ii) vysvětlení vztahu ke známým reaktivním způsobům řízení jednoho robota jako jsou [1-4].

Otázky do diskuze:

- (1) Proč chcete, aby se hejno robotů chovalo stejně jako hejno zvířat? Přejde mi, že motivace jsou jiné např. cohesion force str. 14 (která v přírodě zvyšuje šance nalezení vhodného partnera nebo šance na přežití při napadení predátorem) není pro většinu úloh relevantní. Diskutujte vhodnost pro různé úlohy např. surveillance, autonomní mapování, apod.
- (2) Proč nelze použít reaktivní řešení jako je [2,4] (např. zvýšením dimensionalit řešení problému)?

[1] Mnih et al, Asynchronous Methods for Deep Reinforcement Learning, ICML, 2016

<https://arxiv.org/pdf/1602.01783.pdf>

[2] Abbel et al., Autonomous Helicopter Aerobatics through Apprenticeship Learning, IJRR, 2010

<http://heli.stanford.edu/>

[3] Kober, Peters, Imitation and reinforcement learning, IEEE RAM, 2010

<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5480345/>

[4] Bry et al. Aggressive Flight of Fixed-Wing and Quadrotor Aircraft in Dense Indoor Environments, IJRR, 2015

MIT's real-time obstacle avoidance:

<https://www.youtube.com/watch?v=ul7YboQA5OY&feature=youtu.be>

<https://www.youtube.com/watch?v=kYs215Tgl7c>

[5] Reynolds et al. A Distributed Behavioral Model, Computer Graphics, 1987.

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

Datum: 30.5.2017

Podpis: