

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>State Estimation of an Unmanned Surface Vehicle by an Unmanned Multirotor Helicopter</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Filip Novák</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Viktor Kozák
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Český Institut Informatiky Robotiky a Kybernetiky

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Pro splnění zadání práce bylo nutné prozkoumat velké množství relevantní literatury a porozumět principům modelování dynamických systémů a algoritmům které se zabývají estimací a predikcí jejich stavů. Student dále musel zprovoznit a správně využít již existující systémy pro řízení a simulaci mobilních robotických systémů. Dále bylo nutné navrhnout vhodné senzorické vybavení a toto vybavení integrovat do stávajících systémů. Testování vyvinutých systémů a jejich úprava a ladění pro testování v reálném světě také často bývá náročnou záležitostí. Vzhledem k množství a charakteru práce potřebné k dosažení cílených výsledků hodnotím zadání této práce jako mimořádně náročné.	

<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>	
Práce splňuje všechny cíle určené v jejím zadání.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Student vhodně vybral literaturu, ze které vycházel při návrhu dynamických modelů a algoritmů. Také ve výběru a použití jednotlivých softwarových a hardwarových komponentů nevidím chybu. Kladně hodnotím také realizaci řešení za pomoci dvou druhů Kálmánových filtrů za účelem jejich porovnání, a dvou druhů vizuální detekce pozice USV pro zvýšení robustnosti systému za nepříznivých podmínek.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odbornou úroveň práce celkově hodnotím kladně. Mám však drobné připomínky k samotné prezentaci výsledků. Jmenovitě mi v práci poněkud chybí shrnutí celého vyvinutého systému, jeho využitelnosti v praxi, zjištěné limity a uvedení do kontextu se současným state-of-the-art. Hlavní výtku mám však k prezentovaným grafům v kapitole „6 - Verification“ a v „Appendix A“. Grafy zobrazující průběhy měření a estimace stavů jsou zde prezentovány velmi chaoticky. V kapitole porovnáváte dva typy Kálmánova filtru použité (zdá se) na stejných datech. Logickým řešením by bylo použít pro porovnání těchto filtrů grafy se stejným úsekem měření (alespoň pro porovnání pro stejné senzory/hodnoty). Průběhy měření jsou však v grafech useknuté v náhodných intervalech bez nějakého rozumného vysvětlení. Tato nesourodost je o to významnější, že nemáte nikde vypsány rozsahy měření (čas/počet estimací Kálmánovým filtrem).	

<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 po formální stránce dobře zpracovaná a její rozsah je dostačující. Práce je všeobecně velmi dobře čitelná, vyskytují se v ní však drobné nedostatky po jazykové stránce. Jako drobný nedostatek bych vytkl například občasnou záměnu určitého	

a neurčitého členu v anglickém jazyce. Snad jediným větším nedostatkem je několikrát se vyskytující chybné použití slova „propose“.

**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.*

Student použil dostatek relevantních zdrojů. K citaci zdrojů nemám žádné připomínky. Také všechny převzaté prvky jsou řádně odlišeny od vlastních výsledků.

**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.*

-

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

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uved'te případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

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

Vybrané téma diplomové práce je velmi náročné a je vyžadována hluboká znalost principů modelování dynamických systémů a algoritmů pro estimaci jejich stavů. Student se dále musel seznámit s již existujícími systémy pro řízení a simulaci mobilních robotů a navrhnout vhodné senzorické vybavení pro řešení zadaného problému. Výsledkem práce je kompletní systém pro estimaci stavu plavidla z bezpilotní helikoptéry a tento výsledek je podpořen simulacemi i experimenty v reálném prostředí. Student splnil všechny cíle určené v zadání a vypracovaná práce je dle mého názoru velmi kvalitní.

Otázky:

1. Pro vizuální odhad pozice USV používáte dva systémy. Systém UVDAR byl přidán pro zvýšení robustnosti systému za šera, dle vašich výsledků však není příliš spolehlivý (obzvláště při reálných experimentech). Můžete popsat očekávaný vliv jeho nepřesností v případě absence AprilTagu, případně diskutovat, zda se výsledky UVDAR systému za šera zlepšují?

2. V kapitole 6 a v appendixu A prezentujete grafy s průběhy a výsledky měření. Mnohé výsledky prezentujete na výrazně jiných časových intervalech, než by čtenář mohl očekávat. Jsou k tomu nějaké důvody?

Datum: 30.5.2022

Podpis: