

# Posudek vedoucího závěrečné práce

Název práce: Návrh specializované bezpilotní helikoptéry pro vystřelování ampulí k hašení požárů  
Jméno autora: Vojtěch Nydrle  
Typ práce: Bakalářská  
Ústav: ČVUT v Praze  
Fakulta: Fakulta elektrotechnická  
Katedra: Katedra kybernetiky  
Vedoucí práce: Ing. Pavel Petráček, ČVUT v Praze, Katedra kybernetiky

## Náročnost zadání

Zadání je **velmi náročné** a to převážně díky jeho velké komplexnosti. Zadání obsahuje kompletní návrh a stavbu autonomní víceroťové helikoptéry s mnoha palubními senzory a integrovaným mechanismem pro vystřelování kapslí naplněných hasící kapalinou. Krom hardwarového návrhu je však součástí zadání také vývoj metod pro detekci a lokalizaci ohňů z palubních sensorů helikoptéry. To je navíc také rozšířeno o návrh navigace helikoptéry vzhledem k lokalizovanému ohni pro dosažení vhodné pozice k výstřelu kapsle. Součástí zadání je také ověření systému v simulaci a vypracování reálného experimentu pro ověření funkčnosti navržených metod.

## Splnění zadání

Student **splnil** zadání v jeho plném rozsahu.

## Aktivita a samostatnost při zpracování práce

Student pracoval velmi aktivně a samostatně. Pravidelně se dostavoval na konzultace a aktivně reagoval na potřeby projektu, jehož byla jeho bakalářská práce součástí. Pravidelně také přicházel s novými poznatky a směrem vývoje, a informoval o stavu implementačních prací a dosažených výsledcích. Současně slušně a včasně komunikoval s průmyslovými partnery projektu, což hodnotím také pozitivně. Aktivitu a samostatnost studenta hodnotím stupněm **A - výborně**.

## Odborná úroveň

Použité postupy, řešení, metody a implementované algoritmy jsou popsány srozumitelně jak teoretickými podklady a matematickým popisem, tak i mnoha přehlednými obrázky a grafy. Odborná úroveň studenta rostla během jeho práce na projektu, což lze vidět i na dobré kvalitě odevzdané práce, která iterativně prošla několika zapracováními mých připomínek. Znalosti a zkušenosti studenta v oblasti hardwarového návrhu navíc považuji za excelentní. Odbornou úroveň práce hodnotím stupněm **A - výborně**.

## Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

Formální úroveň práce je výborná, stejně tak rozsah práce, který považuji na bakalářskou práci za nadstandardní. Text práce je napsán dobře srozumitelnou angličtinou, jejíž úroveň rostla s nabranými zkušenostmi studenta. Student si s velkou většinou chyb poradil, avšak práce stále obsahuje minimální množství překlepů. Formální a jazykovou úroveň práce hodnotím stupněm **A - výborně**.

## Výběr zdrojů, korektnost citací

Práce obsahuje mnoho vhodně použitých citací týkajících se použitých algoritmů a prací podobného zaměření. Použitá literatura je citována korektně. Výběr zdrojů je v pořádku a jejich množství považuji za dostačující. Výběr zdrojů a korektnost citací hodnotím stupněm **A - výborně**.

---

## CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Předložená práce je z mého pohledu excelentní, jak svou komplexností tak i dosaženými a prezentovanými výsledky. Student plně splnil všechny body zadání, dle kterého navrhnul vhodnou metodu lokalizace ohně z palubních senzorů bezpilotní helikoptéry, tuto metodu použil v simulaci a také ji ověřil v reálném světě na vlastnoručně navrhnutém a postaveném hardwaru. I přes koronavirovou krizi se student dokázal adaptovat na zhoršené pracovní podmínky, nemožnost docházení do laboratoří školy, a zpoždění výrobních procesů u externích dodavatelů. Kladně hodnotím i pracovitý přístup studenta a jeho schopnosti pro rychlou orientaci v systému pro řízení bezpilotních helikoptér skupiny MRS. A to včetně schopnosti využití tohoto systému v simulátoru a při experimentech v reálném prostředí.

Předloženou práci navrhuji na cenu za vynikající práci a hodnotím ji stupněm **A - výborně**.

V Praze 24. srpna 2020

Pavel Petráček

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Design of a Specialized UAV Platform for the Discharge of a Fire Extinguishing Capsule</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Vojtěch Nydrle</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Milan Rollo, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Katedra počítačů

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Jednalo se o náročnější práci, která zahrnovala aktivity z řady oblastí – návrh a konstrukci UAV, návrh a implementaci algoritmů pro detekci a lokalizaci ohně s využitím termokamery a hloubkové kamery a ověření výstupů jak v simulaci, tak i reálném prostředí.	

<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>	
Zadání bylo splněno. Autor navrhl a zkonstruoval UAV z dostupných komerčních komponent, které byly připevněny na rám vlastního návrhu. Dále implementoval algoritmy pro detekci a lokalizaci ohně s využitím prostředí ROS a systému pro řízení bezpilotních prostředků vyvinutém ve skupině MRS. Návrhy UAV, vytvořené zdrojové kódy a doplňující materiály (video z experimentů) jsou dostupné ke stažení.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor zvolil správný postup řešení. Při hardwarovém návrhu diskutuje výběr a použití zvolených komponent, zejména rámu, napájení, pohonného systému, senzorů a řídicí elektroniky. Implementované algoritmy vycházejí z fyzikálního principu použitých senzorů, autor komentuje a dokládá princip návrhu algoritmů. Testy jsou vhodně navrženy a zpracovány.	

<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 je odborně na kvalitní úrovni, autor prokázal schopnost zorientovat se v problematice, navrhnout architekturu UAV a integrovat dostupné palubní komponenty. Dále pak implementovat softwarové algoritmy, navázat na práci cizích autorů a dále ji rozšířit (zejména řídicí systém MRS a implementaci a testování v prostředí ROS a Gazebo). Autor zvolil vhodné typy experimentů, které umožnily přehledně zachytit funkci implementovaných algoritmů i jejich omezení. Rozdíl mezi výsledky v simulaci a reálnými experimenty je v práci zdůvodněn. Výtku mám k chybějícímu popisu vysokoúrovňové architektury softwarových řídicích algoritmů a zasazení algoritmů pro detekci a lokalizaci ohně a řízení pohybu UAV do této architektury.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je psána v anglickém jazyce, obsahuje velmi malé množství překlepů a gramatických chyb a je snadno čitelná. Práce je psána přehledně a strukturovaně, je vhodně členěna do kapitol a sekcí.	

**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.*

Práce obsahuje velké množství zdrojů, které jsou řádně citovány. Jedná se o kombinaci vědeckých článků a webových stránek. Zdroje jsou aktuální a reflektují současný stav řešené problematiky.

**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.*

Drobnou výhradu mám k příloženým zdrojovým kódům, které obsahují řadu zakomentovaných částí, pomocných výpisů a nejsou vůbec komentovány.

**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.*

Lze konstatovat, že cíle vytýčené v zadání práce byly splněny. V porovnání s dalšími bakalářskými pracemi se jedná o nadprůměrnou práci. Autor navrhl a sestavil UAV pro hašení požárů založené na vystřelování hasicích kapslí, implementoval algoritmy pro detekci a lokalizaci ohně, stanovení vhodné pozice pro vystřelení kapsle a ověřil jejich vlastnosti v simulačním i reálném prostředí. Autor prokázal schopnost zorientovat se v problematice, přičemž navazoval jak na předcházející teoretickou práci, tak i na již implementované algoritmy a utility ve skupině MRS. Práce je psaná v anglickém jazyce, po formální stránce je kvalitě zpracována.

Při obhajobě doporučuji položit autorovi následující doplňující dotazy:

1. Jak byly stanoveny prahové hodnoty v algoritmech detekce a lokalizace ohně  $T_t=300$  °C, 60 % pixelů v okolí,  $T_d=30$  %?
2. Čím byly způsobeny false positive klasifikace v reálných experimentech v případě nepřítomného ohně?

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

Datum: 24.8.2020

Podpis: Milan Rollo