

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Fusion of UWB-Based Distance Sensors with a Visual Relative Localization System
<b>Jméno autora:</b>	Vít Petřík
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	13133
<b>Vedoucí práce:</b>	Viktor Walter
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	13133

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	průměrně náročné
Složitost zadání je pro bakalářskou práci typická, i když po teoretické stránce mírně jednodušší, než je u naší skupiny běžné.	

<b>Splnění zadání</b>	splněno s menšími výhradami
<p>Student splnil zadání práce, jmenovitě návrh a implementaci systému pro fúzi detekcí bezpilotních helikoptér z detekčních systémů na bázi UWB (ultra-širokopásmové rádiové vysílání) a na bázi počítačového vidění.</p> <p>Student testoval vlastnosti senzoru na bázi UWB na reálném letounu, což umožnilo získat charakteristiky systému.</p> <p>Z důvodu technických potíží se studentovi nepodařilo testovat využití fúze dvou typů senzoru na reálném letounu, což nahradil testováním v simulačním prostředí. Jelikož bylo testování v reálném světě volitelným rozšířením, nepovažuju toto za závažné.</p> <p>Popis experimentů jak v simulaci tak v reálném prostředí je poněkud sporý, ale nepostrádám tu žádná konkrétní data.</p>	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	A - výborně
<p>Student průběžně práci konzultoval a na výstupech pracoval samostatně. Přitom student navrhoval vlastní řešení problémů se kterými se potýkal, což oceňuji. V průběhu implementace softvéru se student seznámil se systémem UVDAR a s obsáhlým systémem pro bezpilotní helikoptéry vyvinutým skupinou MRS, a na této platformě postavil své řešení.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	B - velmi dobře
<p>Práce popisuje daný problém, použité prostředky a závěry dostatečně detailně. Některé součásti teoretické části práce jsou poněkud příliš obsáhlé, ku příkladu populární lineární Kálmánův filtr (část 4.1) ve dnešní době nemusí být podle mého názoru rozepsán. Naopak, část 5.2, zabývající se fúzí senzorických vstupů, mohla být pojata obsírněji, zvláště vzhledem k tomu že jde o nejdůležitější část práce. Systém UVDAR je popsán v jeho mírně zastaralé verzi, což ale nemá vliv na správnost řešení jeho fúze s UWB měřením.</p>	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	B - velmi dobře
<p>Práce je napsaná v anglickém jazyce, jak je v naší skupině zvyklostí, a je na dobré jazykové úrovni.</p> <p>Práce je obohacena ilustracemi a diagramy, které vhodně doplňují text a zvyšují jeho zrozumitelnost.</p>	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	A - výborně
<p>Nemám žádné výhrady. Student vhodně využil aktuální a relevantní zdroje a správně je citoval.</p>	

<b>Další komentáře a hodnocení</b>	
<p><i>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.</i></p>	

Student navrhl řešení problému fúze dvou vzájemně se doplňujících method měření relativní pozice bezpilotních helikoptér. Toto řešení považuji za vhodné, i když pro plné nasazení bude vyžadovat dodatečné testování. Jestli se systém osvědčí, aktuálně plánujeme ho v budoucnosti zařadit jako volitelnou součást systému UVDAR pro využití v experimentálních letech naší skupiny.

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.*

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

Datum: 6.6.2023

Podpis:

**prof. Ing. Václav Hlaváč, CSc.**

České vysoké učení technické v Praze

Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky

160 00 Praha 6, Jugoslávských partyzánů 1580/3

Telefon +420 224 357 465, mobil 603 149 689, email vaclav.hlavac@cvut.cz

---

Praha 14. června 2023

**Věc: Posudek oponenta na bakalářskou práci Víta Petříka**

## Úvod

V době psaní posudku jsem studenta Víta Petříka osobně neznal a také jsem neměl povědomí o jeho práci. Posuzuji bakalářskou práci pouze na základě předloženého textu.

## Názor oponenta na zadání práce

Téma bakalářské práce se opírá o špičkové výsledky skupiny doc. Martina Sasky ve vícedronových formacích dronů včetně jejich technického vývoje. Zadání slouží ke smysluplnému průzkumu, jak zlepšit relativní lokalizaci ego-dronu ve formaci dronů. Výsledek má být také implementován. Zadání je rozumné.

## Text bakalářské práce

Text bakalářské práce má dobrou strukturu, je věcný, ale je až příliš stručný. Textu chybí návaznosti. Text práce je ve výborné angličtině. Po formální stránce je text bakalářské práce v pořádku.

Kapitola 1 – Úvod uvádí velmi stručně související stav vědění. Kapitola 2 vysvětluje ultrafialové měření vzdálenosti-orientace, Ultra-violet Direction and Ranging (UVDAR). Kapitola 3 vysvětluje použití širokopásmového radiového přijímače pro měření vzdálenosti (UWB ranging) včetně technických detailů nutných pro implementaci. Kapitola 4 shrnuje použitý Kalmánův filtr. Autor nezmiňuje důležitý předpoklad unimodality pravděpodobnostního rozdělení pro použití Kalmánova filtru. Kapitola 5 popisuje využití měření vzdálenosti UWB přijímačem při komunikaci mezi dvěma drony. Uvažuje se implementace na skutečných dronech ve skupině doc. Martina Sasky. Zde autor navazuje na práci dalších kolegů a využívá ji.

Kapitola 6 až příliš stručně popisuje výsledky v simulaci i reálném testu. Reálný test se nepovedl (str. 32), a tak poskytované výsledky jsou ze simulace v Gazebo. Soudím, že popis výsledků zasloužil v bakalářské práci větší prostor. Text je zde až příliš úsečný. To podřívá požadavek pro kvalifikační práce, a to dává možnost čtenáři výsledky duplikovat. Kapitola 7 je závěrem, v němž se autor pochválil, cituji: "*this thesis has made significant contributions to the enhancement of visual relative mutual localization systems*". Přínosy mají posuzovat jiní. Následují tři techničtější dodatky.

## Výsledky

I přes velmi úsečný popis výsledků v kapitole 6 usuzuji, že student splnil zadání. Vedoucí práce v zadání předpokládal, že student může mít v reálném experimentu těžkosti, a tak tento experiment byl volitelný. Problémem textu bakalářské práce je až přílišná stručnost. Očekával



bych, že kapitola s výsledky bude lépe navazovat na předchozí kapitoly. Výsledky ze simulací jsou ukázány jen na několika průbězích, aniž by je autor nějak kvalitativně zhodnotil.

### Otázky k obhajobě

1. Kalmánův filtr lze dobře použít, když je uvažované pravděpodobnostní rozdělení unimodální. V kontextu práce to znamená, že je dobře detekován jediný cíl. Uvažoval autor v práci tuto okolnost?
2. V práci autor na str. 36 zmiňuje jako příčinu neúspěchu reálného experimentu „incorrect configuration“. Co to znamená? Proč autor experiment s lepší konfigurací parametrů nezopakoval?
3. Proč je popis výsledků v kapitole 6 tak úsečný a bez návazností? Existuje jinde podrobnější popis, na nějž mohou navázat další?
4. Jaké jsou slabiny práce?
5. V práci není přesněji vymezeno, na jaké výsledky jiných ve skupině doc. Martina Sasky navazoval. Prosím autora, aby hranici mezi jeho výsledky a výsledky jiných u obhajoby popsal.

### Závěr

Zadání je pravděpodobně z větší části splněno. Popis výsledků a jejich dokumentace je ultra stručná bez očekávaných návazností. Autor nezmiňuje nedostatky práce, což je důležité další navazující výzkumníky.

*S ohledem na výsledky studenta Víta Petříka navrhuji komisi pro obhajoby ocenit diplomovou práci známkou velmi dobře, případně dobře.*



prof. Ing. Václav Hlaváč, CSc.

### Příloha. Detailní poznámky při čtení práce

- str. iv - jednopísmenná předpona z na konci řádku.
- str. 2 – chybí mezera v [9, 18].
- str. 29 – Není řečeno, kdy experiment na Temešváru proběhl. Bakalářská práce je z pohledu oponenta protokolem. Tato informace by zde měla být.