

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Self-Localization of an Unmanned Aerial Vehicle in the Transmission Tower Inspection Task
<b>Jméno autora:</b>	Jan Kočí
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky (13133)
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Matěj Petrlík
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	Multirobotické systémy (13167)

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	průměrně náročné
Zadání vyžaduje vyvinout sebe-lokalizační metodu pro zpřesnění GPS odhadu pozice dronu v blízkosti sloupů vysokého napětí za využití nesených senzorů. Při využití LiDARu je potřeba zarovnat laserový sken do georeferencovaného modelu a obdržený odhad pozice poté sloučit s nepřesným odhadem z GPS pro dosažení jeho zpřesnění. Zadání lze splnit použitím základních metod, nicméně vlivem nedokonalostí dat z reálného světa a přítomnosti dalších objektů v okolí je nutné data nejprve filtrovat pro správnou funkčnost. Zadání proto hodnotím jako průměrně náročné.	
<b>Splnění zadání</b>	splněno s většími výhradami
Byla vyvinuta metoda pro sebe-lokalizaci v blízkosti sloupů vysokého napětí, proto považuji zadání za splněné. Mám však výhrady k dosažené přesnosti lokalizace, která je horší než očekávaná a horší než samotná GPS. Metoda tedy nelze použít pro zpřesnění odhadu pozice. Dle mého názoru tento výsledek není dostatečně odůvodněn a chybí analýza, která by identifikovala část systému způsobující tuto chybu.	
<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	C - dobře
V první polovině vývoje metody byla aktivita studenta poměrně nízká, což se poté v druhé polovině zlepšilo. Bohužel tím nezbyl čas na vyřešení problému s nízkou přesností lokalizace, vygenerování reprezentativních výsledků a sepsání kvalitní bakalářské práce. Měl jsem pocit, že některé mé rady ohledně vyhodnocení metody a prezentace výsledků za účelem zkvalitnění práce narážely na studentův cíl, mít práci již hotovou. Celkově ale hodnotím aktivitu a samostatnost dobře.	
<b>Odborná úroveň</b>	D - uspokojivě
Odbornou úroveň práce hodnotím jako uspokojivou. Navržené řešení používá vhodné přístupy a nástroje k vyřešení problému a přesnost výsledného odhadu pozice je vyhodnocena a porovnána s přesností GPS. Při dosažení horšího než očekávaného výsledku by práce měla obsahovat detailní analýzu vlivu částí systému na chybu (Jakou chybu má jen ICP oproti fúzovanému odhadu? Jaký vliv má densifikace a omezení DOF?). Také by bylo vhodné doplnit diskuzi volby parametrů algoritmů, případně vyzkoušet jinou implementaci ICP, pokud by se ukázalo, že použitá metoda má problémy s konvergencí.	
<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	C - dobře
Formální zápisy používají přehlednou notaci a jsou správně zasazeny do vět. Velká část notace z tabulky 1.1 se však v textu vůbec nevyskytuje, a v některých případech se od tabulky liší. Některé vizualizace nejsou příliš informativní, některé mají velikost písma na hranici čitelnosti. Po jazykové stránce má práce jisté nedostatky, nicméně oceňuji volbu anglického jazyka oproti češtině. Formální úroveň tak hodnotím vesměs dobře.	
<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	B - velmi dobře
Výběr zdrojů je korektní, jejich počet adekvátní bakalářské práci a převzaté prvky jsou řádně odlišeny. Ocenil bych větší aktivitu při hledání metod a inspirace v literatuře. Hodnotím velmi dobře.	

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Bakalářská práce je celkově na dobré úrovni. K lepšímu hodnocení jí chybí detailní odůvodnění dosažení horších než očekávaných výsledků, diskuze a vliv parametrů metod a kvalitnější vyhodnocení výsledků.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 7.6.2022

Podpis:

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Self-Localization of an Unmanned Aerial Vehicle in the Transmission Tower Inspection Task</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Jan Kočí</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Jan Chudoba
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	ČVUT v Praze, CIIRC

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Náročnost zadání je diskutabilní, neboť na jedné straně jsou metody 3D ICP úspěšně používány již řadu let, na druhé straně naladění metody pro konkrétní úlohu nemusí být triviální. Do jisté míry lze v této úloze očekávat komplikace kvůli specifické struktuře objektů použitých k lokalizaci (tedy sloupů elektrického vedení).	
<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posudte, 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>	
Všechny body zadání považuji za splněné.	
<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Základní myšlenka použití 3D ICP algoritmu na point-cloud z 3D LIDARu je zcela korektní. Určité výhrady mám k některým dílčím postupům, jako metody detekce povrchu země, nebo rozpoznávání vysokých objektů, které by mohly být hledanými sloupy (podrobně viz další sekce). Nicméně konstatuji, že tyto studentem použité metody zřejmě vedou k požadovanému cíli. Další otázkou je, zda je korektně použit algoritmus ICP, s ohledem na poměrně špatné výsledky výsledné lokalizace.	
<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Z odborného hlediska mám určité výhrady k následujícím částem řešení: 1) Odstranění bodů odpovídajících povrchu země (kap. 3.3) Metoda vychází z předpokladu rovinnosti zemského povrchu, což v reálných situacích nemusí platit ani s poměrně velkou tolerancí. Z práce jsem pochopil, že případné nerovnosti částečně řeší opakovaná aplikace algoritmu (což však může vést k novým problémům s odstraněním části sloupů, které je záměrem zachovat). Domnívám se, že tento postup může zachovávat části povrchu na okrajích odstraněných oblastí. Jako vhodnější by se jevila např. metoda proložení bodů povrchem s vhodně omezeným zvlněním a následné odstranění bodů pod, nebo v blízkosti tohoto povrchu. 2) Pro hrubou detekci možných hledaných objektů (sloupů) se používá metoda PCA (viz kap. 4.2). Domnívám se, že zde by naopak mohla dobře fungovat i jednodušší metoda založená na přímém porovnání velikosti objektu (možná jen jeho „bounding boxu“) se známou velikostí hledaného sloupu.	

### 3) Přesnost lokalizační metody

Provedené experimenty jak v simulátoru tak s reálnými daty ukazují, že implementovaná metoda vykazuje podstatně horší přesnost lokalizace dronu, než jaký byl předpoklad. Domnívám se, že příčina této malé přesnosti nebyla v práci dostatečně objasněna. V závěru práce je vyslovena hypotéza, že jednou z příčin může být perioda skeneru v kombinaci s délkou zpracování dat algoritmem ICP. To by se ovšem dalo poměrně snadno potvrdit či vyvrátit při testování na datech v simulátoru. Domnívám se, že zpřesnění výsledku by vyžadovalo detailní analýzu funkce ICP, zejména s ohledem na tvorbu párů pro registraci, což by mohlo ukázat např. nevhodně nastavené parametry ICP.

### 4) Zahuštění dat (viz kap. 5.2)

Není jasné, jak se transformují jednotlivé dílčí skeny, než jsou sloučeny do výsledného hustějšího point-cloudu.

5) Ve vyhodnocení přesnosti metod je v grafu (např. obr. 7.3) uváděna relativní chyba. Není však jasné, k čemu je vztažena (co je 100%). Pokud se jedná o standardní relativní chybu (podíl chyby k hodnotě), nepovažuji to v tomto případě za relevantní údaj, absolutní chyba je podstatně víc vypovídající.

### Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

### C - dobře

*Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.*

Z hlediska úpravy a struktury je text práce v pořádku, slabou stránkou je ale jazyk. V práci je mnoho nevhodně postavených vět, někde chybí nebo jsou špatně použity členy, předložky, čárky, nebo je chyba ve slovosledu. Někde chybí slova, která jsou potřebná pro jednoznačné pochopení textu. I když se domnívám, že jsem význam textu pochopil, některé části nebyly zcela jasné, nebo jsem je musel číst několikrát abych pochopil zamýšlený význam.

Popisky některých obrázků (např. obr. 3.1, 3.2, 3.3) jsou nesmyslné. U jiných je považuji za nedostatečné, resp. málo vypovídající (např. obr. 4.1).

Z obrázku 7.2 není jasné, co v něm má být vidět. Místo barev z legendy v něm vidím šedou stopu proměnlivé šířky.

### Výběr zdrojů, korektnost citací

### A - výborně

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce.*

*Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, 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 je postavena na kvalitních a relevantních zdrojích, cizí zdroje jsou korektně citovány. Jen u citace [8] je chyba v uvedení autorů.

### 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.*

Výše uvedené výhrady k odbornému hledisku práce mohou působit značně kriticky. Považuji však za důležité říci, že aplikace a vyladění ICP algoritmu pro problém dat se specifickou strukturou může být netriviální a časově náročné. Proto nevidím horší funkci metody jako důvod pro zhoršení hodnocení práce a záměrem uvedené kritiky je zejména zkvalitnění další navazující práce studenta.

Jako největší nedostatek práce tak vidím kvalitu anglického jazyka.

### **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.*

Očekávám, že se student v rámci obhajoby vyjádří k jednotlivým bodům posudku v sekci *Odborná úroveň*, přičemž za stěžejní považuji bod 3).

Za předpokladu uspokojivého vyjádření k těmto bodům pak hodnotím předloženou závěrečnou práci klasifikačním stupněm B - velmi dobře.

**Otázky k obhajobě:** komentáře k označeným bodům v sekci *Odborná úroveň*.

Datum: 26.5.2022

Podpis: Jan Chudoba