

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Rekonstrukce 3D scény z monokulární kamery pro autonomní bezpilotní helikoptéry</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Jan Macalík</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Tomáš Pivoňka
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Skupina inteligentní a mobilní robotiky (IMR), CIIRC, ČVUT

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Obtížnost zadání je pro bakalářskou práci přiměřená. Hlavním úkolem studenta bylo seznámit se s metodami pro 3D rekonstrukci scény pomocí monokulární kamery a otestovat vybrané metody v simulovaných i reálných podmínkách. Praktická část práce zahrnovala zejména využití již existujících softwarových nástrojů a jejich integraci do funkčního celku pro otestování jednotlivých metod.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s většími výhradami</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>	
<p>V prvním bodě zadání, kde bylo hlavním úkolem studenta seznámit se s úlohou 3D rekonstrukce z monokulární kamery a prostudovat současná řešení, se student zaměřil pouze na systémy FLAME a Kimera odkazované jako příklady v samotném zadání a zbylá řešení spíše opomíjí. Zejména u úlohy Structure from Motion prakticky chybí zmínění dalších současných systémů a tím pádem i zdůvodnění, proč byly pro experimenty vybrány již uvedené systémy. Některá další řešení jsou zmíněna alespoň pro úlohu SLAM a vizuální odometrie, které ale primárně neslouží k tvorbě 3D modelu prostředí. Zbylé body zadání, jejichž úkolem bylo samotné otestování zvolených metod, práce splňuje.</p>	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>částečně vhodný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Jak již bylo vytknuto v předchozím bodě hodnocení, v počáteční fázi řešení nebylo řádně provedeno prostudování současných systémů a zdůvodnění výběr systémů FLAME a Kimera.</p> <p>Pro otestování metod byly zvoleny dvě metriky – „mean distance to reference“ a „mean map entropy“. U druhé již složitější metriky však v práci chybí podrobnější zdůvodnění zvoleného postupu a diskuse hodnot získaných při experimentech. Práce tak spíše jen přebírá postup již použitý v jiné bakalářské práci.</p> <p>Pro experimentální ověření na datasetu EuRoC, v simulátoru i na průletu reálného dronu, byla nejprve získána mračna bodů ze zvolených systémů pro 3D rekonstrukci, která byla následně porovnána vůči referenčnímu mračnu bodů. Kromě změřenosti přesnosti rekonstrukce podle zvolených metrik byla data rovněž vizualizována ve 3D grafech.</p> <p>Takto zvolený postup pro prvotní experimenty je validní a práce ověřila schopnost obou systémů provádět 3D rekonstrukci z monokulární kamery. Pro možnost nasazení v reálných aplikacích však chybí podrobnější zhodnocení dosažených přesností a nastínění možnosti vyfiltrování chybně zrekonstruovaných bodů, které obsahují výstupy z obou testovaných metod.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>D - uspokojivě</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Obecným nedostatkem práce je, že jednotlivá témata jsou popisována spíše povrchně a pro s problematikou neseznámeného čtenáře jsou obtížně pochopitelná. Nejvíce je to patrné ve třetí kapitole vysvětlující základní principy a pojmy. Vzhledem k tomu, že práce je postavena na testování již existujících systémů, bylo by vhodnější rozsah témat zúžit a podrobněji popsat ta, která se práce přímo týkají. Například je nadbytečná kapitola „Feature Tracking“, ve které se čtenář nedozvídá nic nového, a naopak lepší popis by si zasloužila kapitola věnující se kalibraci kamery a použitému modelu pro kameru typu rybí oko.</p>	

Zvolené postupy a nástroje pro vypracování praktické části práce byly zvoleny správně. Získané výstupy by však měly být podrobněji zhodnoceny a diskutovány vůči podmínkám experimentů, jejichž podrobnější popis v práci taktéž spíše chybí. Není zde uváděné například používané rozlišení kamery, které má zásadní vliv na přesnost rekonstrukce. Dále by u experimentů prováděných na sekvencích z EuRoC datasetu mělo být uvedeno, jaký byl rozdíl mezi jednotlivými sekvencemi (místnostmi) EuRoC datasetu a jaká je pravděpodobná příčina rozdílných výsledků. Práce takto pouze předkládá naměřená data bez hlubšího kontextu.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**B - velmi dobře**

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

Po jazykové stránce je práce napsána srozumitelnou angličtinou bez výraznějších pravopisných chyb. Rozsah práce 37 stran je taktéž pro bakalářskou práci dostatečný.

Pro lepší návaznost kapitol by bylo vhodnější prohodit kapitoly 2 a 3 popisující aktuální stav problematiky a teoretické základy. Jinak je struktura práce zvolená vhodně.

Drobným nedostatkem grafů zobrazujících rekonstruovaná mračna bodů jsou chybějící popisky s měřítkem os, které by daly čtenáři lepší představu o rozsahu provedených experimentů.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**D - uspokojivě**

*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.*

Zvolené zdroje jsou citovány korektně. V některých částech popisujících teoretickou část však chybí uvedení zdroje, ze kterého student informaci čerpal – např. kapitoly 3.7 a 3.8 nebo 6.1.2. U obrázků 3.6, 4.2 a 4.3 jsou prohozené reference na systémy FLAME a Kimera. Dále, jak bylo vytknuto v předchozích částech, v práci chybí podrobnější studie dalších systémů pro 3D rekonstrukci.

**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.*

K práci jsou přiloženy také používané skripty pro jednotlivé experimenty. Práce však postrádá podrobnější popis jednotlivých souborů přílohy nebo příložených dokumentace, což by usnadnilo jejich případné další využití.

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

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

Práce popisuje zejména experimentální ověření zvolených metod pro 3D rekonstrukci scény. Kladně hodnotím vypracování praktické části s využitím vhodně zvolených nástrojů. Výrazným nedostatkem ovšem je opomenutí ostatních řešení kromě dvou systémů citovaných již v zadání práce a nedostatečné zdůvodnění jejich výběru. Dále kvalitu práce snižuje nedostatečné vysvětlení témat v teoretické části práce. V závěru pak chybí lepší diskuse dosažených výsledků, co mohlo zapříčinit rozdílné výsledky jednotlivých metod nebo nakolik jsou dosažené výsledky použitelné pro praktické aplikace zmíněné v úvodu práce.

Otázky:

1. Existují nějaké další Structure-from-Motion systémy určené pro UAV než použité systémy FLAME a Kimera?
2. Nakolik je možné využití testovaných systémů v reálných aplikacích vzhledem k velkému množství chybně zrekonstruovaných bodů nebo neúplnosti rekonstrukce některých objektů?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Datum: 2.6.2023

Podpis: