

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Interface iOS for control of unmanned helicopter in ROS</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Filip Bulander</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra řídicí techniky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Michal Zajačík
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Katedra počítačů - AIC

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	lehčí
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Jedná se o lehčí zadání, které si klade za úkol vyvinout uživatelské rozhraní pro mobilní telefon s iOS pro ovládání helikoptéry vybavené robotickým operačním systémem ROS ve venkovním prostředí a uvnitř budov pro inspekční úlohy. Moduly ROSu a samotné algoritmy ovládání byly vyvinuty v laboratoři Multi-robotických systémů a nejsou předmětem zadání této práce. Ovládání pomocí vyvinutého uživatelského rozhraní mělo být otestováno v simulaci a na reálném stroji.	

<b>Splnění zadání</b>	splněno s většími výhradami
<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>	
<p>Bohužel musím konstatovat částečné nesplnění následujících bodů zadání:</p> <p>2. Design and implement an iOS application for basic UAV control by iPhones (joystick, setting GPS points, displaying a UAV telemetry - position estimation, battery status, data from selected onboard sensors) - <b>Chybí jakákoli informace o stavu baterie UAV či údaje z dalších senzorů. Chybí zobrazení trajektorie UAV přímo v aplikaci. Ovládání pomocí joysticku sice bylo naimplementováno, ale kvůli údajné pomalosti SSH spojení není v současném stavu implementace použitelné. Tato latence není v práci podložena daty a analyzována. Nepoužitelnost tudíž není v práci řádně odůvodněna.</b></p> <p>3. Verify the application in Gazebo and with a real platform in outdoor conditions. - <b>Nastavování GPS bodů trajektorie z Google map však nebylo verifikováno v simulaci kvůli údajné špatné podpoře ze strany simulátoru. Toto se nezakládá na pravdě, Gazebo má GPS plugin pro přímé nasazení GPS koordinačního systému.</b></p> <p>4. Design and implement an iOS application to setup and control an inspection/monitoring task. A user submits a sequence of points of snapshots and camera orientations in these points and the application returns a collision-free path in a known map. The user can edit the obtained path and confirm its execution. - <b>Vyvinutá aplikace umožňuje vizualizaci 3D pointcloudu reprezentujícího vnitřek budovy ve 2D vrstvách při pohledu shora pro snazší orientaci. V těchto vrstvách uživatel může manuálně zadat body trajektorie pro UAV, stejně jako v Google maps pro venkovní nasazení. Nicméně student vůbec neřeší ani nediskutuje orientaci UAV a optimalizaci trajektorie pro snímání záběrů z dronu a vyhýbání se překážkám.</b></p> <p>5. To verify the inspection/monitoring application in Gazebo in scenarios of warehouse monitoring and inspection of historical buildings [3,4]. To verify the application with a real platform in outdoor conditions. - <b>Tento bod práce nebyl podle kapitoly Experiments vůbec realizován.</b></p>	

**Zvolený postup řešení**

správný

*Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.*

Zvolený postup prací byl správný, student se cestou musel potýkat s řadou mnohdy zbytečných potíží. Některé se mu povedlo vyřešit, některé byly nad jeho síly (Virtualizace, SSH spojení atd.)

**Odborná úroveň**

E - dostatečně

*Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.*

Student prokázal obstojnou orientaci v ekosystému vývoje aplikací pro iOS, který byl srozumitelně popsán. Student prokázal znalost a orientaci v programových modulech, které dokázal vhodným způsobem napojit do funkčního celku. Bohužel je z práce zřejmé, že orientace v dalších částech problematiky, zejména v ROSu, Gazebo a bezpilotních prostředcích obecně byla na nižší úrovni.

Rozsah práce je spíše menší. Daná problematika by zasloužila jisté partie více rozvést a popsat. Jedná se zejména o:

- Popis samotného dronu, senzorů, zpracování dat na palubě
- Popis Robotického Operačního Systému ROS
- Popis využívaného rozhraní ROSu pro ovládání dronu
- Popis funkcí ROSovského balíku UAV\_core vyvinutého skupinou Multirobotických systémů
- Popis tvorby a výsledné podoby ovládacích příkazů UAV

Diskuse použitých postupů, vlastních činností studenta, problémů a zejména experimentů není dostatečná. Postrádám například:

- Technický popis způsobu SSH spojení, popis problémů a postup jejich řešení
- Grafické výstupy dokládající správnou funkci ovládacího rozhraní, zejména pro indoor operace, tedy např. přecházení mezi jednotlivými vrstvami pointcloudu a ovládání UAV během inspekce
- Odhad složitosti a důkaz správné funkce navrženého filtračního algoritmu pro redukci počtu bodů pointcloudu reprezentujícího vnitřek budovy
- Popis vlastní implementační činnosti. Z práce není zřejmé kolik úsilí tomu student věnoval a kolik kódu je pouhé přepoužití knihoven.
- Data a širší diskusi provedených experimentů a jejich průběhu. Není zřejmé jakou měrou se na nich student sám podílel.
- Popis a širší diskuse důvodů selhání u nerealizované simulační části zadání.

V práci se nachází některé drobné faktické chyby:

- Student tvrdil, že drony pro FPV závody mají napřímo ovládané motory. Nemají, motory jsou regulovány každý zvlášť stabilizační jednotkou.
- VirtualBox údajně nemá podporu 3D akcelerace, což není pravda.

Některé chyby mají ovšem přímý vliv na kvalitu práce:

- Latence SSH spojení
- Není pravda, že Gazebo nepodporuje GPS koordináty.
- Studentem navržený algoritmus pro redukci počtu bodů pointcloudu vždy smaže několik prvních bodů které dostane na vstup. Je tedy zřejmé, že funguje jen díky velkému počtu bodů pointcloudu.
- Trajektorie na screenshotech z aplikace a z telemetrie reálného UAV si neodpovídají. Nemají tedy vypovídající hodnotu o správné funkci.

Některé partie práce jsou nadbytečné, protože do výsledného řešení nebyly zahrnuty a nejsou ani předmětem zadání:

- Poměrně obsáhlé porovnání iOS vs Android
- UIBezierPath

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

E - dostatečně

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

Po formální stránce práce splňuje všechny náležitosti. Obsahuje abstrakt, závěr a je vhodně členěná do kapitol.

Student se nicméně celou dobu potýká s anglickým jazykem. Věty často nemají správný slovosled, občas z nich kromě členů vypadne i celé slovo. Některým částem práce se dá obtížně rozumět. Tu a tam jsou i po sobě jdoucí věty v přímém rozporu, což je matoucí.

Příklad:

Student implementoval ovládání přes joystick a přes google maps, ale píše: „In simulator were tested both implementations of navigation. Google maps are very useless in a simulator because the coordinations accords to real GPS positions and it can not be practically tested in a simulator.“

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

B - velmi dobře

*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.*

Student vybral relevantní zdroje, většinou webové, které s výjimkou quick sort algoritmu vždy naprosto korektně citoval.

**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.*

Student použil obrázky menšího formátu, který snižuje přehlednost práce.

### **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 předkládá aplikaci pro telefony iPhone s iOS, která umožňuje ve venkovním prostředí za využití Google map vyslat UAV vybavené robotickým operačním systémem po trajektorii, kterou uživatel definuje manuální selekcí GPS koordinátů z Google map. UAV poté letí od bodu k bodu v pořadí, ve kterém byly body zadány. Pro vnitřní použití aplikace teoreticky funguje stejně, jen užívá lokálního koordinačního systému.

Musím bohužel konstatovat, že aspekty jako spolehlivost a funkcionálna aplikace a celého ROSovského ovládacího systému bohužel nebyly řádně popsány. Nebyly ani řádně otestovány v simulačním prostředí, jak bylo požadováno. Úloha inspekce vnitřních prostor budov nebyla vyřešena ve smyslu zadání práce a nebyla otestována ani v simulaci, ani na reálném UAV. Práce se soustředí téměř výhradně na venkovní experiment, navíc s velmi omezenými a nedostatečně diskutovanými výstupy. Práce tudíž do určité míry nespĺňuje body 2-4 zadání. Bod 5 nespĺňuje vůbec.

Předložená práce splňuje všechny náležitosti po formální stránce a je vhodně členěna do kapitol. Její jazyková úprava je však na velmi špatné úrovni. Některým částem práce se dá obtížně rozumět.

Student nicméně prokázal schopnost samostatné práce, prokázal svou znalost softwarového vývoje pro iOS, prokázal schopnost vyhledat a korektně pracovat se zdroji. Student vyvinul značnou snahu orientovat se v obsáhlé problematice. Ačkoli nespĺnil jistou část zadání, výstupem práce je částečně využitelná funkční aplikace a proto doporučuji tuto práci k obhajobě.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm

Navrhuji položit při obhajobě tyto otázky:

1. Jaké byly problémy při ovládnání UAV pomocí joysticků s využitím SSH spojení a jak se je povedlo vyřešit? Proč bylo podle vás SSH spojení pomalé?
2. Jak vypadají a jakým způsobem jsou tvořeny příkazy pro UAV?
3. Jakým způsobem je řešena optimalizace trajektorie UAV a vyhýbání se překážkám?

Datum:

Podpis: