

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Algoritmy a využití fúze multispektrálních obrazových dat
Jméno autora:	Bc. Jana Kolmašová
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra radioelektroniky
Oponent práce:	Ing. Viktor Chvátal
Pracoviště oponenta práce:	Colsys s. r. o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání požaduje vyřešení komplexní úlohy z praxe, která zahrnuje předzpracování vstupního videa, registraci obrazu z dvou různých kamer s různým zkreslením objektivu, provedení fúze několika metodami včetně zhodnocení jejich kvality, segmentaci pohyblivých objektů, jejich klasifikaci a následně určení trajektorie pohybu v obraze. Zadání vyžaduje provedení rešerše a zorientování se v mnoha metodách používaných ve zpracování digitálního obrazu.	

Splnění zadání	splněno
<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>	
Práce obsahuje vypracování všech následujících bodů zadání:	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Rešerše se dostatečně podrobně zabývá vybranými metodami pro realizaci fúze obrazů z dvou fyzikálně odlišných kamer, podrobně popsány jsou tři metody, první založená na analýze hlavních komponent (PCA), druhá využívající wavelet transformaci a třetí metodou je laplaciánská pyramidová fúze. 2) Registrace obrazu je prováděna pomocí korekce radiálního zkreslení širokoúhlých objektivů, následně jsou obrazy transformovány pomocí afinní transformace. Implementovány jsou všechny tři navržené metody fúze, které jsou následně hodnoceny pomocí pěti navržených metrik. 3) Detekce pohybujících se objektů je prováděna dvěma metodami, první používá jako model pozadí mixture of gaussians (GMM), druhá více zobecněnou metodu jádrového odhadu. U objektů jsou následně nalezeny kontury, provedena filtrace jejich tvarů a části obrazu s nalezenými objekty jsou klasifikovány pomocí kaskádového klasifikátoru využívajícího Haarovy příznaky. Velké množství práce zde bylo věnováno na vytvoření obsáhlé trénovací sady obsahující přes 2000 vzorků dat. 	
Zadání je kompletně splněno ve všech třech bodech bez výhrad.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Práce se zaměřuje na vhodnou kombinaci, parametrizaci a naučení metod dostupných převážně v rámci knihovny OpenCV a implementaci metod a porovnávání metrik v Pythonu s pomocí numerické knihovny NumPy.	
Práce implementuje pro každý krok několik různých metod, které následně porovnává pomocí několika zvolených metrik. Metody zkoumané v rámci rešerše i v návrhu algoritmu jsou převzaté z odborné literatury, hodí se pro danou úlohu a ve finále vedou ke splnění celé úlohy, které je náročná tím, že vyžaduje kombinaci mnoha metod, od transformace obrazů, přes fúzi, detekci objektů, klasifikaci, až po získání trajektorií objektů.	
Jediná nejasnost se týká volby algoritmu pro určení trajektorií objektů (viz otázka 4)	

Odborná úroveň

B - velmi dobře

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

Po odborné stránce postupuje práce adekvátním postupem, v rešerši a návrhu postupu jsou popsány všechny metody potřebné k implementaci celého algoritmu. Pro vyhodnocení výsledků jsou popsány metriky pro vyhodnocení kvality fúze (kap. 2.4.1, str. 21, 22) a kvality klasifikace (kap. 3.6, str. 30). Hodnoty všech těchto metrik jsou diskutovány v kapitole 6.

Pouze v některých případech není v práci uveden plný postup volby některých parametrů (otázky 1, 3), nebo není zřejmý výběr konkrétního algoritmu (otázka 4).

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

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

Práce je celkově velmi dobře zpracovaná, svým velkým rozsahem kompletně pokrývá celé zadání a použitý typografický systém produkuje velmi kvalitní sazbu rovnic, tabulek a schémat.

Větší péči bych doporučil při přípravě některých grafů (např. obr. 35, str. 39), písmo v obrázcích by mělo být podobně velké, jako písmo v textu práce, text ve zmíněném obrázku je na hranici čitelnosti.

Dále by bylo vhodné dodržovat konzistentní formátování kódu, ve kterém se po čárce někdy vyskytuje mezera, jindy nikoliv, a to jak v tištěných úryvcích kódu (str. 36 nahoře), tak v digitální příloze

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 bohatě cituje z obsáhlé bibliografie, v textu jsou citovány zdroje ke všem převzatým metodám a schématům, a je zřejmé, kdy je použit cizí zdroj a které části jsou vlastní tvorbou.

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.

Práce je celkově velmi zdařilá, řeší poměrně náročnou úlohu z technické praxe, kde je potřeba kombinovat velké množství rozdílných metod. Důležité mezikroky jsou vyhodnoceny pomocí nezávislých metrik, ze kterých lze vyvodit úspěšnost těchto metod a na výzkum lze dále navázat.

Práce obsahuje pouze malé množství bodů, které si žádají doplnění, proto předkládám následující otázky k obhajobě:

- 1) Jak jste postupovala při hledání korekčních koeficientů pro korekci radiálního zkreslení kamery (str. 32 dole, kap. 4.2.1.), jak jste ověřila, že jsou nalezené koeficienty správné?
- 2) Ve vstupních obrazech pro aplikaci PCA (str. 34 dole) se nachází černé pixely, které byly doplněny do částí obrazu, kde nebyla dostupná data z kamery. Koeficienty pro PCA se tedy počítají z dat, která nejsou součástí obrazu. Proč jste preferovala toto řešení, například oproti použití pouze dat z těch pixelů, kde jsou dostupná data z obou kamer?

- 3) Při hledání kandidátů pro detekci osob po segmentaci popředí a hledání kontur (str. 41) popisujete, že hledáte kontury o ploše, která odpovídá velikosti osoby v záběru. Jaké konkrétní hodnoty jste použila a jak jste k nim došla? Jak jste počítala plochu objektů, když jste neměla k dispozici kalibraci kamery a odhad v metrech? Plocha objektů v pixelech se velmi mění v závislosti na vzdálenosti od kamery.
- 4) Zvolená metoda pro určení trajektorií objektů, implementovaná podle (řádně citovaného, str. 41) internetového tutoriálu má některé nedostatky. Metoda se ke každému objektu v aktuálním snímku snaží přiřadit nejbližší objekt ve snímku předchozím. Pokud jsou ve scéně dva objekty, v jednom snímku vypadne první objekt, ve druhém snímku zrovna nedetekujeme druhý objekt, vyjde nám trajektorie přeskakující z jednoho objektu na druhý. Proč jste volila tento algoritmus? Prováděla jste na toto téma nějakou rešerši?

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

Datum: 1. 6. 2019

Podpis

