ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	**Matching of multimodal features**
Jméno autora:	**Bc. Martin Fischer**
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra počítačů
Vedoucí práce:	Ing. Pavel Petráček
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra kybernetiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání — mimořádně náročné

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Problematika přímé asociace vizuálních a laserových dat je velmi náročnou úlohou. Hlavní složitost spočívá v komplexnosti vícemodální asociace, kde každá modalita poskytuje odlišný pohled na svět. Extrahování vzájemně korelovatelných příznaků napříč různými modalitami je obtížné. Tato a jí podobné úlohy zůstávají nevyřešené i v odborné literatuře a jsou aktuálním výzkumným problémem. V současnosti se tyto problémy většinou řeší za pomoci algoritmů strojového učení. Přistupování k těmto problémům s využitím čistě deterministických metod, jako tomu je v tomto zadání, považuji za mimořádně složité.

Splnění zadání — splněno

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.

Student dostatečně splnil všechny body zadání, přičemž klíčové metody byly identifikovány na základě mezivýsledků, které byly dosaženy během implementační fáze. V rámci práce student využil jak RGB, tak hloubkovou kameru a 3D LiDAR. Počet vybraných a porovnaných detektorů příznaků v 2D i 3D datech považuji za dostatečný, i přesto, že některé detektory jako BRIEF nebo ORB byly v práci vynechány. Vybrané detektory jsou v práci dostatečně popsány, vzájemně porovnány a je argumentováno, které z nich jsou potenciálně asociovatelné napříč modalitami. Experimentální část považuji za slabší, avšak za dostatečnou část práce.

Zvolený postup řešení — částečně vhodn

Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.

Vybrané detektory příznaků v obou modalitách byly vhodně vybrány. Algoritmus ICP pro zarovnání 3D dat byl také vhodně vybrán, avšak kvalita práce by těžila i z porovnání s dalším existujícím algoritmem pro zarovnávání dat, a to zejména v 2D prostoru, kde lze využít algoritmů pro zarovnání obrazu.

Součástí práce bohužel není srovnání navržené metody s jinými již existujícími metodami, které jsou součástí odborné literatury. Toto porovnání by mohlo napomoci k porozumění dosažených výsledků a kvalitě prezentované implementace. Ale vzhledem k rozsahu práce tento nedostatek nepovažuji za zásadní

V experimentální části bylo pro odstranění vlivu nekontrolovatelných reálných podmínek správně použito simulační prostředí. Jelikož je v této fázi takto obtížné úlohy potřeba oddělit veškeré vnější vlivy, s volbou využití simulovaných dat souhlasím. Experimentální část práce je bohužel omezena pouze na jedno prostředí. Dosažené výsledky však ukazují, že vhodně zvolené detektory pro jednotlivé modality lze vzájemně asociovat a využít pro zarovnání, i když relativně nepřesně.

Odborná úroveň — C - dobře

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

získaných z praxe.

Oceňuji navržený algoritmus pro nalezení korespondencí mezi 2D a 3D daty v kapitole 5.2. Algoritmus je v práci popsán a využit při asociaci 3D bodů a přímek projektovaných do 3D prostoru z 2D obrazu. Tento postup považuji za vhodný a inovativní.

Student dobře využíval implementace jednotlivých detektorů získaných z odborné literatury. Během vývoje se student výrazně zlepšil ve implementování v jazyce C++. Oceňuji také schopnost studenta poradit si s prací se senzorickými daty a s přidruženými úlohami jako jsou prostorové transformace, projekce dat a senzorická kalibrace. Během implementace však student nebyl schopen zprovoznit některé detektory pro 3D prostor, a práce tak zůstala omezena pouze na hranový detektor, který jsem poskytl.

V experimentální části mi chybí analýza vlivu počátečního odhadu na přesnost zarovnání. Jelikož prezentovaný dataset má vysokou snímkovací frekvenci senzorů a malý pohyb robotu, transformace mezi jednotlivými časovými kroky je velmi malá. Analýza vlivu posunu mezi modalitami a počátečního odhadu by přinesla další užitečný náhled do problému.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce A - výborně

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

Práce je formálně i jazykově na vysoké úrovni. Je psána velmi dobrou angličtinou, s dobrou čtivostí a dostatečným rozsahem, přičemž obsahuje minimální počet chyb. Struktura textu splňuje akademické standardy a je vhodně zvolena, což usnadňuje srozumitelnost textu.

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.

Výběr zdrojů je správný a relevantní. Student pečlivě vybral zdroje, které jsou přímo spojeny s tématem a poskytují relevantní informace. Citace v textu jsou psány korektně a počet referencí je dostatečný pro diplomovou práci.

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.

Z mého pohledu vedoucího mohl student věnovat práci více času. Jelikož si student nebyl schopen sám obstarat datové sady skrze volně dostupný simulátor skupiny MRS, ve které působím, a nepřicházel s pravidelnými pokroky, hodnotil bych samostatnost studenta stupněm D.

POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

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.

Navzdory mým výše popsaným nedostatkům je práce kvalitní a došla k zajímavým závěrům, jenž přináší nový vzhled do problematiky zarovnávání multimodálních zdrojů dat. I vzhledem k náročnosti zadání hodnotím předloženou závěrečnou práci klasifikačním stupněm B - velmi dobře.

Datum: 23.1.2024 Podpis: