

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Estimace vzájemné polohy kamerového stereopáru pod vlivem parazitní dynamiky
Jméno autora:	Kratochvíl Tomáš
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Oponent práce:	Ing. Tomáš Petříček, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra kybernetiky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadáním bylo seznámit se s existujícími metodami průběžné (online) kalibrace stereo kamery (pro odhad vzájemné polohy kamer s čočkami typu rybí oko), vybrat a implementovat metodu vhodnou pro nasazení na bezpilotní letadlo a (volitelně) ověřit funkčnost systému ve vybraném scénáři na reálných robotech. Cílem průběžné kalibrace je zpřesnit vzájemnou lokalizaci v multi-robotickém systému. Zadání považuji za průměrně náročné, protože převážně jde o použití existujících metod pro řešení známého problému.	

Splnění zadání	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>	
Místo použití (přizpůsobení) vhodné publikované metody autor implementoval náhodné prohledávání prostoru rotací (vybírání rotací s nejnižší epipolární chybou), což považuji za nevhodné řešení dané úlohy. Model kamery a související geometrie nejsou v práci matematicky popsány a v navrženém algoritmu figurují jako černá skříňka, což je u práce zabývající se kalibrací kamery překvapivé a považuji to za nedostatek. V názvu se uvádí jako zdroj chyb „parazitní dynamika,“ ale není vysvětleno, co konkrétně je tím myšleno a zda navržená metoda dokáže tuto chybu kompenzovat.	

Zvolený postup řešení	nesprávný
<i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Náhodné prohledávání je v principu možné ale nevhodné řešení úlohy, které by těžko mohlo konkurovat jiným publikovaným metodám. Zdá se, že autor předpokládá znalost vnitřních parametrů kamer i vzájemné polohy detekovaných značek. V takovém případě by vstupem byly 2D-3D korespondence a obecnou polohu kamery by mělo být možné odhadnout ze třech korespondencí. V průběžné kalibraci je výchozí řešení navíc známé, takže není jasné, proč není možné transformaci jen zpřesnit lokální optimalizací s využitím všech dostupných korespondencí.	

Odborná úroveň	F - nedostatečně
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Úloha kalibrace není formálně definovaná a není popsán ani model kamery, což má negativní důsledky pro celou práci. Není jasně popsáno, jaké jsou vstupy algoritmu (2D-2D nebo 2D-3D korespondence, případně je-li hledání korespondencí součástí úlohy), jaký typ transformace se hledá (na různých místech je uvedeno pose, rotation, nebo angle), ani jak zhodnotit, zda je nalezené řešení přijatelné (např. není jasné, jestli chyba v orientaci při použití dané metody je nižší než v úvodu zmiňovaný 1 stupeň). Práce obsahuje řadu zavádějících, nepravdivých nebo vzájemně si odporujících tvrzení, například: (1) Popis v části 6.4.2 budí dojem, že derivace polynomu je polynom vyššího stupně; případně, že polynom vyššího stupně vzniká odvozením nebo úpravou výrazu („derivation step“). (2) Opakovaně je uvedeno, že překryv v kamerách a získaný počet korespondencí je příliš malý pro použití existujících metod. Podle typu úlohy stačí přitom tři až pět korespondencí a při kombinaci více snímků jich lze získat desítky. Podle ilustrací se také zdá být překryv dostatečný. Existující metody navíc pracují s minimálním nutným	

počtem korespondencí; bylo by nutné objasnit, jak má kalibrace v principu fungovat, nejsou-li k dispozici. (3) Ve druhé kapitole se popisují kalibrační metody využívající esenciální matici a epipolární geometrii v samostatných částech, jako kdyby šlo o dva nesouvisející přístupy. (4) Jako motivace pro použití metody RANSAC je uvedena nemožnost zjistit derivaci chybové funkce analyticky, přitom důvodem jejího použití je typicky nutnost vybrat z předběžných korespondencí ty správné, pro které má smysl chybovou funkci optimalizovat, nehledě na způsob optimalizace. (5) Ve druhé kapitole je uvedeno „wide-angle lenses are not in wide use,“ zatímco ve čtvrté se píše „Fisheye (ultra wide angle) lenses are widely used.“ Autor dále uvádí, že délka konstrukce ukotvení kamer se nemění; to ale nemusí platit pro vzdálenost středů kamer, která je relevantní z hlediska kalibrace. Nakonec, přestože jsou experimenty provedeny v simulátoru a poloha kamer i robotů je tedy známá, ve vyhodnocení je uváděna pouze hodnota navrženého kritéria místo přesnosti odhadu polohy kamer, případně výsledné přesnosti vzájemné lokalizace robotů.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

E - dostatečně

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

Text práce je psán v angličtině na přijatelné úrovni. Jednotlivé části práce na sebe však dobře nenavazují a často jsou obtížně srozumitelné (např. MRS geometry a další části kapitoly 5). Rozsah práce považuji za nedostatečný, protože není ani dostatečně vysvětlen řešený problém a chybí formální popis úlohy. Z celkových 21 stran je asi 5 stran obrázků, přičemž většina obrázků není odkazována z textu.

Výběr zdrojů, korektnost citací

D - uspokojivě

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.

Autor cituje některé práce zabývající se kalibrací stereo kamery, ale jen některé se zdají být relevantní s ohledem na charakter detekovaných značek a model kamery. Bylo by vhodné uvést také práce zabývající se průběžnou kalibrací, pokud má tento problém svá specifika. Reference neobsahují důležité údaje (název časopisu nebo konference; u referencí [13] a [15] nejsou uvedeni ani autoři), zdroje lze však dohledat podle odkazů.

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.

Řešený problém není dostatečně podrobně popsán, navržený způsob jeho řešení se zdá být nevhodný a jeho funkčnost není dostatečně ověřena. Práce má další závažné nedostatky.

Otázky k obhajobě:

Jak jsou párovány body (detekce značek) z různých kamer?

Není vzájemná poloha značek zatížena podobným problémem jako poloha kamer? Neměla by být případně součástí průběžné kalibrace?

Jaká je pravděpodobnost, že náhodným hledáním naleznete transformaci s dostatečnou přesností?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **E - dostatečně**.

Datum: 31. 5. 2022

Podpis: