

Oponentský posudok dizertačnej práce

Názov: *Vectorized point clouds for mobile robotics*

Autor: *Ing. Aleš Jelínek*

Školiteľ: *prof. Ing. Luděk Žalud, PhD.*

Pred posúdením samotnej práce by som chcel uviesť, že veľmi oceňujem, že sa mi dostala do rúk ďalšia dizertačná práca rozširujúca systém Ateros. Je veľmi inšpiratívne sledovať, ako tím okolo prof. Žaluda pracuje na tomto projekte.

Aktuálnosť zvolenej témy

Problematika SLAM je v oblasti mobilnej robotiky stále aktuálna. Dá sa povedať, že stále neexistuje univerzálne riešenie, ktoré by sa dokázalo vysporiadať so všetkými nástrahami reálneho sveta. Príkladom môžu byť neštruktúrované prostredia alebo vysoko dynamické prostredia. Zdá sa, že riešenia budú spočívať v prekopení základného prístupu k SLAM problematike v zmysle hľadania význačných bodov v prostredí. Preto považujem tému tejto práce za vysoko aktuálnu, pričom práve hľadanie vektorovej reprezentácie prostredia môže položiť základ pre spoľahlivejšiu SLAM metódu. Samotný autor naozaj výstižne opísal problematiku SLAM v druhej kapitole, pričom vystihol pravú podstatu a nedostatky jednotlivých metód. Aj z tohto dôvodu je možné považovať samotnú prácu za aktuálnu.

Prínos pre ďalší rozvoj vedy a techniky

Jedným z hlavných prínosov práce je FTLS vektorizačný algoritmus, ktorý autor práce navrhol. Druhý významný prínos práce je vytvorenie nového kritéria podobnosti vektorov, ktoré je založené na intuitívnych geometrických vlastnostiach podobných vektorov. Zároveň bolo správne navrhnuté kritérium nejednoznačnosti a spoľahlivosti samotného algoritmu. Vo všeobecnosti považujem prácu za prínosnú pre ďalší rozvoj vedy a techniky, pretože rozvíja problematiku SLAM práve v oblastiach, kde má najviac problémy. Napriek tomu, že v práci sa rozoberá problém v 2D, autor správne poznamenáva, že do budúcnosti bude potrebné rozvíjať túto problematiku už v 3D.

Vedecká a publikačná činnosť

Autor práce preukázal vedeckú erudovanosť v problematike, predovšetkým prehľad algoritmov použiteľných pre vektorizáciu údajov z laserového skenera je naozaj bohatý. Prehľad vo svetovej vedeckej činnosti preukázal aj pri všetkých častiach práce, napr. aj v časti týkajúcej sa SLAM. Autor v mnohých prípadoch využil možnosť znázornenia jednoduchých príkladov z problematiky, typicky napríklad obrázok 6.4, čo veľmi prospelo rýchlosti pochopenia danej témy. Avšak v niektorých kapitolách, v ktorých by to bolo tak isto užitočné, takéto príklady boli nie vždy uvedené. Je zrejmé, že ma nemôžete brať ako relevantnú vzorku čitateľov takejto práce, avšak možno aj iní čitatelia by ocenili takéto znázornenie problematiky (narážam najmä na časti okolo návrhu vlastných algoritmov FTLS). Za pozitívne považujem aj zodpovedanie mnohých otázok, ktoré ma napadli pre reálne mapovanie, v kapitole 7.4.2. Týka sa to najmä čiastočne viditeľných objektov a pohyblivých objektov v prostredí. A aj keď sú výsledky navrhnutých metód overené na virtuálnom prostredí, autor práve kapitolou 7.4.2 preukazuje úplnú znalosť problematiky aj z hľadiska

reálneho sveta robotiky. Každopádne konštatujem, že autor svojou vedeckou a publikačnou činnosťou spĺňa kritéria pre úspešné absolvovanie doktorandského štúdia.

Pripomienky a otázky

Všetky pripomienky a otázky majú skôr doplňujúci alebo odporúčací charakter. Preto ich po zodpovedaní nepovažujem za prekážku úspešnej obhajoby dizertačnej práce.

1. Vedeli by ste vyjadriť riadenie robota z rovnice 4.1 ak by som požadoval riadenie nie na žiadanú rýchlosť, ale na požadovanú zmenu polohy?
2. Nerozmýšľali ste, alebo nerozmýšľate nad štruktúrou riadiaceho systému navrhnutého na rámci ROS?
3. Môžete prosím vysvetliť filozofiu vzťahu 5.1? Prečo pre karteziánsky systém obsahuje práve konštantu 2π ?
4. Osobne by som ocenil, aby k obrázku 5.5 boli pripojené aj pôvodné, tzv. raw data. Prípadne lepšie znázornenie tzv. outliers než čiernou farbou. Overenie funkcionality segmentácie údajov z laserového skenera by tak bolo vierohodnejšie.
5. Neanalyzovali ste aj problém tzv. mixed pixels pri meraní laserovým skenerom? Je možné považovať takéto nasnímané body za body vyplývajúce zo šumu samotného snímača?
6. Vedeli by ste aspoň odhadom porovnať výpočtovú náročnosť vzťahov 6.5-6.21 voči tradičným vzťahom 6.1-6.4?
7. Mohli by ste zhrnúť hlavné výhody navrhnutého algoritmu FTLS?
8. Number of points v grafe 6.7 znamená počet bodov v samotnom point cloude? Processing time na grafe je absolútny alebo relatívny medzi jednotlivými iteráciami? Farby v grafoch sú zvolené trochu nešťastne. Orientovať sa v tom, ktorá je svetlozelená, zelená a tmavozelená je niekedy náročné. Máme aj iné farby ako zelenú.
9. Mohli by ste objasniť úpravu vzťahov 7.16, 7.17 a 7.18? Akým postupom ste sa k týmto vzťahom dostali? Alebo sa ešte inak spýtam, podrobnejší postup nájdem v spomínanej publikácii: A. Jelinek and L. Zalud, "Line segment similarity criterion for vector images," in 25th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision WSCG 2017, pp. 1–7, 2017.?
10. Veta zo strany 85 pokračuje až na strane 87, do budúca sa prosím tohto vyvarujte.
11. Nezdá sa mi príliš korektné nazývať čiarové segmenty v kapitole 7 dynamické. Z pohľadu robotiky by malo ísť stále o statické segmenty, avšak ich "pohyb" je spôsobený pohybom samotného robota, nie segmentov.
12. Vysvetlite, prečo sa rovnici (7.35) objavil koeficient 2 pri druhom člene?

Záver:

Doktorand svojou dizertačnou prácou preukázal schopnosti pre tvorivú teoretickú a aplikačnú výskumnú prácu. Na základe predloženej dizertačnej práce a publikácií doktoranda *odporúčam po úspešnej obhajobe práce udeliť Ing. Alešovi Jelínkovi vedecko-akademickú hodnosť „philosophiae doctor“ (PhD).*

Dňa: 26. novembra 2017



doc. Ing. František Duchoň, PhD.