

Recenzní posudek na diplomovou práci

Konstrukce a řízení nestabilního podvozku mobilního robotu

Autor práce: Bc. Tomáš Kadlec

Cílem práce je návrh konstrukce a vlastní realizace dvoukolového podvozku typu Seegway.

V teoretické části autor provedl rešerši dvoukolových balančních robotů, uvedl fyzikální matematický model, způsob návrhu řídicího systému pomocí informací z akcelometru a gyroskopu a číslicového PID regulátoru. Autor se zabývá také filtrací dat včetně možnosti použití Kalmánova filtru a komplementárního filtru, popisuje principy akcelometru, gyroskopu, ultrazvukového senzoru, H-můstku, PWM modulace a stejnosměrného motoru. V praktické části popisuje konkrétní řídicí jednotku, akcelerometr, gyroskop, akumulátor, H-můstek, stejnosměrný motor, kola a ultrazvukový senzor. Je uvedeno schéma zapojení a výsledná konstrukce. Další část je věnována filtraci dat a algoritmům regulace v režimu balancování, jízdy a vyhýbání překážkám. Regulátor je nastaven metodou Zieglera-Nicholse a je uveden záznam regulačního pochodu, kdy má robot balancovat na místě. V závěru autor shrnuje výsledky a hodnotí provedené experimenty.

Členění práce je celkem přehledné. Některé kapitoly jsou příliš obsírné a pro vlastní práci nebyly potřeba – například fyzikální model balančního robotu nebo stejnosměrného motoru. V praktické části jsou uvedeny parametry jednotlivých komponent – jejich souvislost s řešeným problémem není úplně jasná. Výsledkem je, že část věnovaná vlastním experimentům je poměrně strohá a funkčnost celého řešení je demonstrována pouze na jednom regulačním experimentu. Celkově to budí dojem, že je práce spíše sbírkou informací z různých zdrojů. V práci je hodně gramatických chyb, překlepů a nejasných formulací. Obrázky nemají kolikrát velkou vypovídací hodnotu a jejich popisky neodpovídají tomu, co je na nich zobrazeno.

K práci mám následující připomínky:

1. V rov. 1.2 a následujících je θ , ale není nikde uvedeno jaký má význam (pravděpodobně se jedná o úhel náklonu, ale v tabulce 1.1 je značen Φ).
2. Str. 23 - akcelerometr měří zrychlení - ne pouze gravitační zrychlení. Uvedené vztahy platí za předpokladu, že je zařízení v klidu.
3. Str. 23 – gyroskop nesnímá rotaci, ale měří úhlové zrychlení.
4. Str. 24 – porucha nemusí být bílý šum s nulovou střední hodnotou.
5. Str. 25 – dopředné a zpětnovazební řízení je vysvětleno chybným způsobem.
6. Obr. 1.12 - jedná se o blokové schéma – musí být tedy použity obrazové veličiny.
7. Str. 26 – autor uvádí, že D složka je ideální pro řízení rychlých soustav – to s tím přeci nesouvisí.
8. Obr. 1.13 – význam obrázku není příliš jasný – jsou použity symboly bez dalšího vysvětlení.
9. U ZN metody není nastavena nulová integrační časová konstanta, ale naopak co největší.
10. V tab. 1.2 jsou uvedené chybné parametry regulátoru.
11. V rov. 1.18 je zesílení regulátoru značené r a v rov. 21 k_r .
12. Str. 31 před rovnicí 1.23 je uveden termín plovoucí průměr – jinde v textu klouzavý.
13. Str. 31 – Kalmánův filtr - ne Kálmánův.
14. Str. 31 – KF neodhaduje polohu a stav, ale pouze stavy (poloha může být stavem).

15. Str. 31, 32 a 33 – KF je vysvětlen poměrně složitě teoreticky, ale použitá realizace je velmi jednoduchá.
16. Obr. 1.24 – propust - ne propust'.
17. Str. 33 – drift gyroskopu nevzniká numerickou integrací.
18. Rov. 1.24 – význam T není uveden.
19. Schémata na obr. 2.11 a 2.16 nejsou čitelná.
20. Obr. 2.18 – Kalmánova filtrace dat akcelerometru není funkční – obávám se, že je KF použit chybně.
21. Str. 57 – autor zmiňuje rostoucí drift u dat gyroskopu – na obr. 2.19 není znát. Obr. 2.21 je velmi podobný - autor konstatuje, že data dokonale rekonstruuji reálný pohyb, ale jak to může tvrdit?
22. Obr. 2.20 – proč jsou data bez filtrace a s komplementárním filtrem posunuta a dokonce v situaci, že na původních datech není změna, tak se filtrovaná data velmi mění?
23. Obr. 2.23, 2.24, 2.27 – nejedná se o obrázek.
24. Obr. 2.25 nemá žádnou vypovídací hodnotu.
25. Tab. 2.2 – Jaký mají význam konstanty P, S, D – opět další značení?
26. Nastavení pomocí ZN metody je podle mého názoru nesmyslné – nejedná se o kritické hodnoty řízeného systému.
27. Str. 69 – autor uvádí, že by řídicí algoritmus měl umožňovat schopnosti – balancování okolo žádané pozice, schopnost pohybu robota vpřed a vzad, otáčení robota o pevně definovaný úhel, autonomní pohyb robota v prostoru a vyhýbání se překážkám. Měl nebo skutečně umožňuje?

Při obhajobě by měl autor vysvětlit použitý algoritmus Kalmánova filtru.

Závěr

I přes poměrně značný počet připomínek, musím konstatovat, že autor daný problém vyřešil, čímž splnil všechny cíle zadání. Jednalo se o poměrně obsáhlý rozsah prací HW i SW charakteru a autor je dokázal prakticky zvládnout. Práce splňuje požadavky kladené na práci tohoto typu, tudíž ji doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení

dobře

V Pardubicích dne 12. 6. 2014

Ing. Daniel Honc, Ph.D.