

## Oponentský posudek

Bakalářské práce  
pana Jana Kuřiny

### Plánování trajektorie paralelního robota

vypracované na Fakultě strojní ČVUT v Praze v roce 2017

Předložená bakalářská práce pana Jana Kuřiny se zabývá problematikou kinematiky paralelních robotických struktur se zaměřením na manipulátory typu Delta. Jejimi definovanými cíli bylo seznámení s plánováním trajektorie robotů, řešení dopředné a inverzní kinematické úlohy a zprovoznění modelu Delta robotu prostřednictvím vývojové desky Arduino. Práce má rozsah 35 stran, obsahuje 25 obrázků a je k ní přiložen CD disk s programy, CAD modelem vyrobeného úchytu senzoru, videoukázkami experimentů a elektronickou verzí práce.

V první kapitole práce jsou definovány základní cíle a jsou uvedeny definice některých základních pojmů. Druhá kapitola se zabývá rozdělením a porovnáním struktur robotických manipulátorů a je zde stručně popsán i vývoj a historie paralelních manipulátorů. Třetí kapitola se věnuje řešení inverzní a dopředné kinematické úlohy robotu typu Delta. Ve čtvrté kapitole je popsán provedený experiment.

Z hlediska hodnocení bych práci rozdělil na dvě části. Praktická část zaměřená na řešení kinematických úloh a samotný experiment je až na drobné připomínky zpracována pěkně a její výsledky jsou verifikovány provedeným experimentem, který je i zdokumentován na přiloženém CD. Naproti tomu teoretická a řešerská část by si zasloužila pečlivější zpracování a připomínky k ní jsou zásadnější. Např. formulaci na straně 15, že významnější pokrok v oblasti paralelních struktur se podařil pouze prof. Hustymu a dr. Merletovi, považuji přinejmenším za diskutabilní. Autor navíc tuto svou myšlenku sám popírá tím, že následně cituje z prací jiných vědců, zatímco od těchto dvou necituje práci ani jednu. Další poznámky, které považuji za důležité, jsou v následujících bodech:

- Str. 8 – „Pro trojosý paralelní manipulátor existuje vždy jedno řešení (inverzní kin. úlohy)...“ – Pokud je slovem „trojosý“ myšleno se třemi stupni volnosti, tak to není pravda, což ostatně zrovna v případě Delta robotu dokládá i rovnice 3.10 (dva kořeny kvadratické rovnice).
- Str. 9 – „Ramena jsou upevněna kinematickou dvojicí...“ - Dvě tělesa spojená vazbou tvoří kinematickou dvojici (tedy těleso je připojené vazbou nikoliv kinematickou dvojicí).
- Str. 13 – „... schéma se všemi popsány částmi je na obrázku.“ – Chybí ten popis částí.
- Str. 18 – „... rovnice dala špatný výsledek.“ – Nevhodně formulováno. Výsledek je správný, k rotaci vzpěr kolem osy mezi dvěma sférickými vazbami u použitého modelu opravdu dochází, pouze se to neprojeví na pohyblivosti platformy.
- Str. 22 – rovnice (3.3) – Na levé straně je skalár (velikost), na pravé vektor.
- Str. 33 – Závěr – Je uvedeno, že jsme byli seznámeni s prostředím Matlab a řídicí platformou Arduino. Kapitulu s touto tematikou jsem v práci vůbec nezaznamenal(!).

Po grafické a formální stránce je práce zpracována standardně. Za poněkud nešťastný považuji dvojí způsob citací z internetových zdrojů – někdy je uvedeno číslo zdroje ze seznamu literatury, někdy je přímo v textu zapsána internetová adresa. Také bych považoval za vhodnější použít větší font.

Byl bych rád, pokud by se autor v průběhu obhajoby vyjádřil ke dvěma bodům uvedeným v závěru práce:

- 1 – Uvádíte, že v krajních polohách musely být použity korekce. V práci to ovšem není nijak rozvedeno. O jaké korekce se jednalo a jak byly zavedeny?
- 2 – Navrhujete použít pružiny pro „pomoc“ servomotorům v krajních pozicích. Můžete to nějak detailněji vysvětlit? Nevedlo by použití pružiny v jedné krajní poloze ke zhoršení situace v opačné krajní poloze serva?

Závěrem konstatuji, že i přes uvedené připomínky předložená práce pana Jana Kuřiny dle mého názoru splnila vytyčené cíle a oceňuji, že byla dovedena do podoby funkčního experimentu. Po zodpovězení výše uvedených otázek ji doporučuji k obhajobě s navrženým hodnocením klasifikačním stupněm:

**„C - dobře“.**

V Praze dne 22. srpna 2017



Ing. Petr Beneš, Ph.D.  
Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky,  
Fakulta strojní, ČVUT v Praze