

Oponentský posudek
diplomové práce
pana Bc. Jiřího Plecháčka

Modelování a řízení poddajných mechanismů robotů
vypracované na Fakultě strojní ČVUT v Praze v roce 2015

Předložená diplomová práce pana Bc. Jiřího Plecháčka se zabývá modelováním poddajných mechanismů a jejich řízením metodou „Computed Torques“ využívající dynamický model stroje. Jejím cílem bylo seznámení s metodami modelování poddajných systémů s více pohony, příprava simulačního modelu a jeho porovnání s reálným funkčním mechanismem a vytvoření řídicího algoritmu využívajícího metody „Computed Torques“. Práce má rozsah 70 stran, obsahuje 50 obrázků a je k ní přiložen CD disk s programy a elektronickou verzí práce.

První část práce se věnuje použitým metodám. Popisuje obecně použití maticové metody pro řešení kinematiky prostorových mechanismů, sestavení Newton-Eulerových rovnic, formulaci přímé a inverzní dynamické úlohy a rozšíření na poddajná tělesa. Dále je popsána metoda řízení „Computed Torques“. V následujících kapitolách jsou tyto postupy aplikovány na experimentální robotické rameno (sériový manipulátor) a naklápěcí vláknový mechanismus Quadrosphere (redundantní paralelní mechanismus). V případě sériového manipulátoru se jedná pouze o simulační model, v případě paralelního mechanismu byly simulace verifikovány i pomocí měření na skutečném reálném modelu. Práce tak pokrývá všechny cíle definované v zadání.

Řešení této zajímavé problematiky není jednoduché a od diplomanta vyžadovalo propojení širšího spektra znalostí z teorie mechaniky a řízení také zpracování v prostředí Matlab/Simulink a provedení experimentálních měření.

Po grafické a formální stránce je práce zpracována standardně, rovnice a obrázky jsou číslovány a odkazovány v textu, stejně tak citace. Bohužel se autorovi nepodařilo vyvarovat některých chyb a místy by si práce zasloužila pečlivější zpracování, např.

str. 20 – obr. 2 – matice Q v bloku ‘inverzní dynamika’ a v bloku ‘přímá poddajná dynamika’ nejsou stejné, neměly by tedy být označeny stejným symbolem,

str. 25 – rovnice (4.6) - jestliže se skutečně jedná o pohyb s konstantním zrychlením, má rovnice pro výchylku jiný tvar,

str. 29 – bylo by vhodné uvažovat, že kromě tyčí je manipulátor složen také z kloubů s motory, ložisky a dalšími konstrukčními prvky, které budou mít na hmotnosti charakteristiku manipulátoru výrazný vliv. Pravděpodobně bude mnohem větší než hmota tyček,

str. 35 – takto zavedenou matici M nelze označit za matici hmotnosti, obsahuje i koeficienty reakčních silových a momentových účinků,

str. 48 – 3. odst. – „... mechanismus se může začít chovat podivně.“ – tato formulace by zasloužila exaktnější vysvětlení,

str. 52 – nepodařilo se mi najít zavedení rozměru l_3 ,

str. 52 – rovnice (5.7) – takto zavedený vektor nemá velikost l_3 , aby tomu tak bylo, musela by norma vektoru ve jmenovateli zlomku být vypočtena pouze z jeho složek y, z ,
obecně: v celém textu absence sumačních indexů, mezí integrace a označení proměnné, přes kterou se integruje, používání termínu „souřadný systém“ místo „souřadnicový systém“ apod.

Rád bych, aby se autor v průběhu obhajoby vyjádřil k následujícím otázkám:

- 1 – proč při sestavování dynamických rovnic manipulátoru uvažujete na každém tělese směry reakcí ve vazbách v lokálních souřadnicových systémech. Následně je pak nutné je transformovat do globálního systému souřadnic a to ještě na každém tělese zvlášť. Nebylo by jednodušší zavést reakce rovnou v globálním souřadnicovém systému?
- 2 – v grafech odchylek na obrázcích 25 a 27 se relativně hladký průběh najednou mění a jsou na něm výrazné lokální extrémy (25) nebo šum (27). Můžete nějak upřesnit, čím je to způsobeno?

Závěrem konstatuji, že předložená práce pana Bc. Jiřího Plecháčka dle mého názoru splnila vytyčené cíle a s ohledem na výše uvedené připomínky ji doporučuji k obhajobě s navrženým hodnocením klasifikačním stupněm:

„B - velmi dobře“.

V Praze dne 10. srpna 2015

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