

Oponentní posudek diplomové práce
posлуhače Bc. Jana Tomsy
ve studijním programu: Strojní inženýrství
oboru: Mechatronika
na téma:

Energeticky efektivní pohyb rovinných mechanismů

řešené na ČVUT v Praze, Fakultě strojní v roce 2019

Předložená diplomová práce pana Bc. Jana Tomsy o rozsahu 96 stran se zabývá problematikou optimalizace parametrů rovinných mechanismů pro pohyb těchto mechanismů takzvaným přirozeným pohybem (eigenmotion). Bez uvažování tření a vnějších vlivů by tento pohyb probíhal za konstantního součtu kinetické a potenciální energie. Tento koncept je testován na klikovém mechanismu a následně na rovinném seriovém ramenu se třemi stupni volnosti.

Ve velmi stručném úvodu kolega Tomsa vysvětluje pojem přirozeného pohybu (eigenmotion) a základní motivaci své práce v návaznosti na tento koncept. Stručný souhrn současného stavu problematiky tématu přirozeného pohybu ovšem student zpracovává až v kapitole 7. Ve druhé kapitole opakuje body zadání. Dále pak následuje přehled použitých metod řešení. Konkrétně ve třetí kapitole rekapituluje elementární základy modelů kinematických vazeb v rovině, ve čtvrté a páté Lagrangeovy rovnice druhého druhu a nejjednodušší modely pasivních odporů. V šesté kapitole autor seznamuje čtenáře se základním algoritmem řízení metodou „Computed torques“. V osmé kapitole je popsán algoritmus simplexové optimalizační metody. George Bernard Dantzig zmiňovaný v odstavci 8.1 je ovšem autorem simplexové metody v rámci lineárního programování, zatímco dále je popsána a použita negradientní lokální optimalizační metoda pro obecně nelineární cílové funkce. Dále navazují praktické části sestavování a řešení jednotlivých modelů. Kapitola 9 je věnována případu klikového mechanismu. Je sestaven model pomocí Lagrangeových rovnic 2. druhu, který je implementován jak pro inverzní, tak pro přímou dynamickou úlohu. V odstavci 9.5 je sestavena cílová funkce pro optimalizaci mechanismu pro přirozený pohyb a provedena optimalizace. V odstavci 9.6 je potom použita metoda „Computed torques“ pro realizaci přirozeného pohybu při poruchách a odchylných modelů. Druhý zvolený příklad je seriové rovinné rameno robotického typu se třemi stupni volnosti. Postup jeho zpracování v jednotlivých odstavcích je analogický postupu zvolenému u klikového mechanismu. Výsledky jsou prezentovány a diskutovány velmi pečlivě.

Hodnocení tématu diplomové práce

Téma diplomové práce je aktuální a inovativní. Koncept přirozeného pohybu (eigenmotion) je zatím obvykle rozpracováván pouze pro mechanismy s jedním stupněm volnosti a i zde se jedná o aktuální a zajímavé výzkumné téma. Otázka zobecnění pro složitější struktury je důležitým otevřeným tématem z pohledu energeticky efektivního řízení vysoce dynamických mechanismů, manipulátorů i robotů. Téma je po všech stránkách mechatronického charakteru, neboť rovnoměrně pokrývá jak problematiku modelování mechanismů, tak otázku racionálního plánování a řízení jejich pohybu.

Přístup autora k zadání a dosažené výsledky

Kolega Jan Tomsa přistoupil k řešení předložené problematiky systematicky a pečlivě. To platí zejména o zpracování mechanismu s jedním stupněm volnosti a následném zobecnění na seriové robotické rameno. Jeho práce je dobře zdokumentovaná a umožňuje navázání

dalším následovníkům. Jistou slabinou je šíře a způsob zpracování stavu problematiky, ovšem je třeba přihlídnout k faktu, že problematika přirozeného pohybu není zatím příliš široce publikována.

Otázky pro zodpovězení v průběhu obhajoby

Předložená diplomová práce je na velmi dobré úrovni. Rád bych, aby se student v průběhu obhajoby vyjádřil k následujícím dvěma otázkám.

1) Při realizaci přirozeného pohybu na reálném mechanismu s pasivními odpory a dalšími vlivy byl použit koncept řízení "Computed torques". Jaké všechny odchylky a rušení jste při ladění a testování řízení zavedl?

2) Při optimalizacích robotického rovinného ramena pro dosažení přirozeného pohybu s danými požadovanými parametry jste jistě narazil na mnohá omezení dosažitelnosti pohybu. Můžete některé tyto zkušenosti a těžkosti blíže popsat?

Závěr

Závěrem konstatuji, že předložená diplomová práce pana Bc. Jana Tomsy je tematicky i dosaženými výsledky velmi zajímavá a přínosná. Práce splnila dané cíle a nároky na diplomovou práci v oboru „Mechatronika“ kladené, doporučuji ji k obhajobě a přes zmíněné rešeršní nedostatky navrhuji hodnocení klasifikačním stupněm „**A – výborně**“.

V Praze dne 19. srpna 2019

prof. Ing. Zbyněk Šika, Ph.D.
Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky
ČVUT v Praze, Fakulta strojní