

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Rozšíření řídicího systému pro magnetickou manipulaci na zakřiveném povrchu
Jméno autora:	Jan Filip
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Oponent práce:	Ing. Jiří Dostál
Pracoviště oponenta práce:	Katedra řídicí techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
Zadání práce klade na studenta vysoké nároky v oblasti videometrie, modelování dynamických systémů a návrhu řídicích systémů včetně převodu algoritmů do embedovaných zařízení.	

Splnění zadání	splněno
Zadání bylo vyhověno. Student vyrobil prohnutý povrch pro magnetickou platformu, implementoval videometrické měření polohy kuličky, vytvořil a verifikoval model pohybu kuličky a navrhl řídicí systém zajišťující stabilní oscilace kuličky v jedné rovině.	

Zvolený postup řešení	vynikající
Postup řešení i samotný text popisují jakými cestami se student při řešení práce ubíral. Dobře jsou popsány i alternativy, které nebyly pro dosažení výsledného účinku použity, ale napomáhají dokreslení celkové představy o řešeném problému.	

Odborná úroveň	A - výborně
<p>Kapitola 2 popisuje návrh tvaru povrchu magnetické platformy. Zde student čelil spíše praktickým problémům při výrobě finálního výrobku.</p> <p>V kapitole 3 je podrobně a rigorózně popsáno odvození dynamického modelu pohybu kuličky na prohnutém povrchu. Tato kapitola je ozdobou této práce a její odborná úroveň překračuje rámec bakalářské práce. Odvozené modely na krátkém časovém horizontu dobře predikují chování reálného systému.</p> <p>V kapitole 4 student popisuje měření polohy kuličky pomocí videometrie. Zde bylo hlavním úkolem nalézt vhodný kompromis mezi přesností měření a dosažitelnou vzorkovací frekvencí.</p> <p>Kapitola 5 zachycuje návrh řídicího systému pro dosažení stabilních oscilací v jedné normálové rovině k povrchu – konkrétně právě v rovině XZ vzhledem k souřadnicovému systému určenému aktuálními cívkami. Řídicí algoritmus využívá dva nezávislé regulátory, jeden pro laterální stabilizaci kuličky do roviny XZ a druhý pro udržení stabilních oscilací v této rovině. Regulátor laterální stabilizace (PID) je v textu popsán jednou větou a jeho zabudování do celkového regulátoru na obr. 5.1 není zřejmé. Regulátor oscilací je v jednom případě PID sledující ubíhající referenci, v druhém případě On-off regulátor regulující na konstantní rychlost kuličky. Použité metody regulace fungují a bylo experimentálně ověřeno, že s jejich použitím lze dosáhnout stabilních oscilací kuličky. Výhrady mám pouze k podkapitole 5.4.1 <i>Linear observer</i>, která není věcně správně – viz „Další komentáře“ v závěru posudku.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
Práce je přehledně členěna, dobře se čte a rychle se v ní orientuje. Použitá značení a formátování plně odpovídají zažitým konvencím odborné literatury a zvyklostem oboru, což značně napomáhá pochopitelnosti matematických formulací. Práce je napsána v anglickém jazyce, jazyková úroveň je excelentní!	

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

Student konzistentně a věrně cituje použité zdroje. Oddělení vlastního přínosu od poznatků převzatých z literatury je jasně odděleno. Student se však dopustil dvou citačních nedostatků:

1. Na stranách 2, 3, 5 a 35 cituje práci „J. Zemánek and Z. Hurák. Experimental modular platform for distributed planar manipulation by shaping magnetic field. 2015“, kterou uvádí jako nepublikovanou. Jestliže poznatky z citované práce nebyly publikovány, pak mají být součástí této bakalářské práce. Případně doporučuji uvést, kam autoři zmíněnou práci plánují publikovat. Magnetický model a zpětnovazební linearizaci nelze z uvedených zdrojů dohledat.
2. Na stranách 2, 7 cituje autor vlastní práci „Extension of magnetic platform for manipulation on a curved surface. Individual project“, která však také není veřejně publikována/dostupná. Uvedené citace se nicméně spíše snaží osvětlit, co již bylo hotovo v předchozích etapách práce a zmíněná fakta jsou vždy plně uvedena.

Další komentáře a hodnocení

V podkapitole 5.4.1 *Linear observer* -jestliže vzorkujete odhadovač n -krát rychleji než měření, pak dynamika chyby odhadu je $e(k+1) = (A - LC)e(k) + LC[x(k) - x(k-m)]$, kde m je počet vzorkovacích period odhadovače od posledního měření. Chyba odhadu tedy nekonverguje do nuly. Pokud chcete, aby tomu tak bylo, doporučuji v čase mezi měřeními iterovat odhadovač v otevřené smyčce a teprve až přijde měření korigovat odhad stavu injekcí z výstupu navrženou na vzorkovací frekvenci měření.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Otázky k obhajobě:

1. Jsou využívány přitažlivé i odpudivé síly aktuálních cívek při působení na kuličku?
2. Nepomohla by odhadu stavu v „resetovaném odhadovači“ (podkap. 5.4.2) informace o vektoru rychlosti kuličky ze dvou minulých konsektivních měření kamerou namísto nekorigovaného dosavadního odhadu rychlosti?
3. Jak je regulátor laterální stabilizace a regulátor oscilací zapojen do řídicího systému na obr. 5.1?

Celková úroveň práce převyšuje rámec bakalářské práce a je odborně na vysoké úrovni.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 9.6.2015

Podpis: