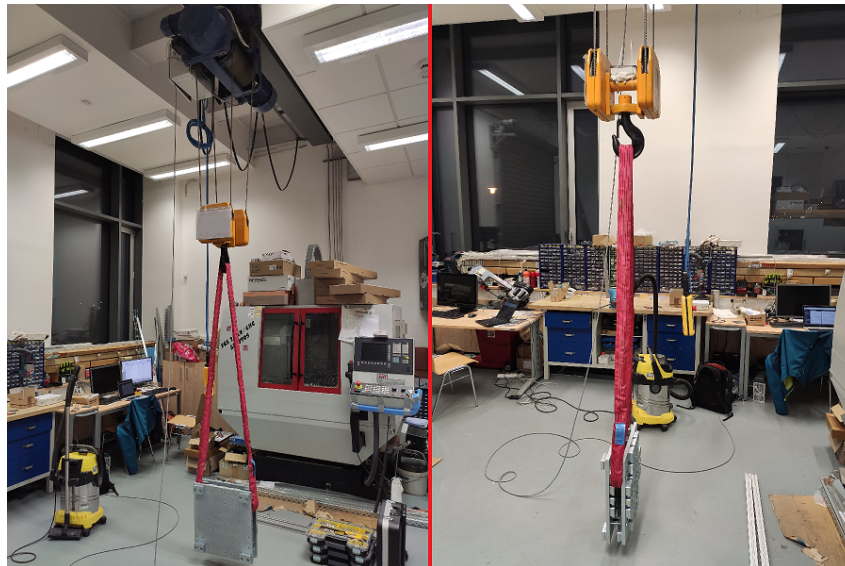


Aktivní řízení portálových jeřábů s využitím částečné stavové zpětné vazby z inerciálního senzoru

Václav Helma¹

1 Úvod

Práce se zabývá návrhem zpětnovazebního tlumení kmitů břemene neseného portálovým (mostovým) jeřábem. Inerciální jednotka sestávající s tříosého akcelerometru a gyroskopu byla vybrána jako zařízení snímající pohyb přepravované zátěže a umožňující uzavření zpětné vazby. Práce postupně popisuje navazující kroky matematického modelování řízeného systému, jeho identifikace a návrhu řídicího algoritmu. Navrhovaná metoda byla nakonec experimentálně otestována na průmyslovém portálovém jeřábu (viz obrázek 1).



Obrázek 1: Pětisetunový průmyslový jeřáb využitý pro experimentální testy

2 Motivace

Průmyslové jeřáby jsou považovány za nejběžnější manipulátory používané v množství aplikací, kde je zapotřebí přemísťovat nejrůznější náklad (např. na stavbách, v továrnách nebo při vykládání a nakládání lodí). Operátoři obsluhující daný jeřáb se při manipulaci s břemenem musí vypořádat s dynamikou houpající se zátěže.

Značná pozornost byla v posledních letech věnována výzkumu a vývoji rozličných řídicích algoritmů za účelem tlumení těchto kmitů, které by poskytly pomoc lidskému operátorovi s přesnou, bezpečnou a spolehlivou manipulací s přepravovaným břemenem.

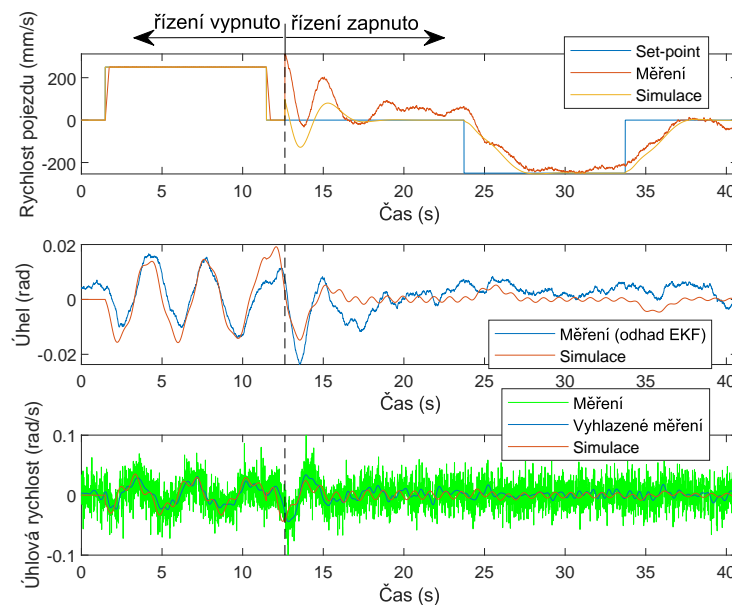
¹ student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, specializace Automatické řízení, e-mail: helma@kky.zcu.cz

Tyto přístupy mohou být v zásadě rozděleny do dvou základních tříd - pasivní (přímovazební) tlumení a aktivní (zpětnovazební) tlumení kmitů. Hlavní výhodou přímovazebních řešení je jednoduchost implementace, na druhou stranu u těchto přístupů můžeme očekávat malou robustnost vůči nepřesnostem v modelování a hlavně nemožnost regulace (kompenzace) externích poruch působících na systém. Aktivní tlumení vyžaduje nasazení čidla snímajícího pohyb přepravované zátěže, které potom umožňuje uzavření zpětné vazby. Takovým způsobem jsou tlumeny kmity břemena způsobené jak změnou referenčního signálu od operátora tak vlivem externích poruch.

Existují různé způsoby jak získávat potřebnou zpětnovazební informaci, např. kamery doplněné o techniky zpracování obrazu, lasery nebo inklinometry. Jako velmi výhodné se však jeví využití inerciálních jednotek zejména kvůli nízké pořizovací ceně a malým rozměrům takového zařízení. Inerciální jednotka může být navíc velmi jednoduše připevněna na břemeno nebo hák jeřábu. Proto jsme se rozhodli pro vývoj zpětnovazebního řešení založeném na inerciálních měřeních.

3 Experimenty

Systém byl modelován jako dvojramenné kyvadlo na vozíku. Parametry modelu byly následně získány využitím parametrické identifikace v časové oblasti, konkrétně variantou metody přídavné proměnné s následnou numerickou optimalizací minimalizující normu chyby predikce. Nakonec bylo navrženo řízení v podobě částečné stavové zpětné vazby s notch filtrem pro pasivní stabilizaci druhého kmitavého módu. Na obrázku 2 je k vidění porovnání simulačních výsledků a měření získaných z experimentu na průmyslovém jeřábu z obrázku 1. Experiment může být rozdělen do dvou fází. Nejprve je zpětnovazební řízení vypnuto a vozík



Obrázek 2: Měření z experimentu v porovnání se simulačními výsledky

se pohybuje podle set-pointu vnitřní rychlostní smyčky pojezdu. Následně je řízení aktivováno, což má za výsledek zatlumení kmitů háku a břemene jeřábu. Dále, když se pojezd začne znovu pohybovat již nedochází k buzení kmitů zátěže za cenu pomalejšího vysledování rychlostního set-pointu.