

## Kompence tření u mechatronických systémů

Alois Krejčí<sup>1</sup>, Tomáš Popule<sup>2</sup>

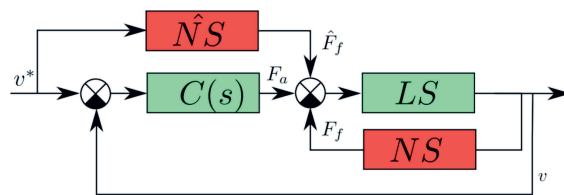
### 1 Úvod

Tření se vyskytuje u celé řady mechanických systémů, jako například ložiska, převodovky, hydraulické a pneumatické válce, ventily, brzdy, kola a mnoho dalších, vzniká na rozhraní mezi dvěma povrchy, které přicházejí do styku. Velmi často se používá různých olejů či maziv, ale vyskytuje se i suchý kontakt mezi plochami. Tření v řídicí technice způsobuje celou řadu komplikací, je silně nelineární a může mít za následek chybu v ustáleném stavu či snížení výkonu celého systému. Tření je nutné kompenzovat, mezi úspěšné metody kompenzace tření patří metoda založená na modelu tření. V příspěvku bude představen možný způsob kompenzace tření, ukázan na reálném modelu tří-osého robotického manipulátoru.

### 2 Model a identifikace tření

Modely tření lze rozdělit do dvou základních skupin a to statické (Karnoppův či Striebeckův model) a dynamické (Dahlův, Bristle či LuGre model). Po provedení analýzy, byl zvolen pro kompenzaci tření LuGre model. Matematická reprezentace modelu a identifikace je uvedena v článku: (Identifikace dynamického modelu mechanického tření, T.Popule, A. Krejčí).

### 3 Kompence tření na robotickém manipulátoru

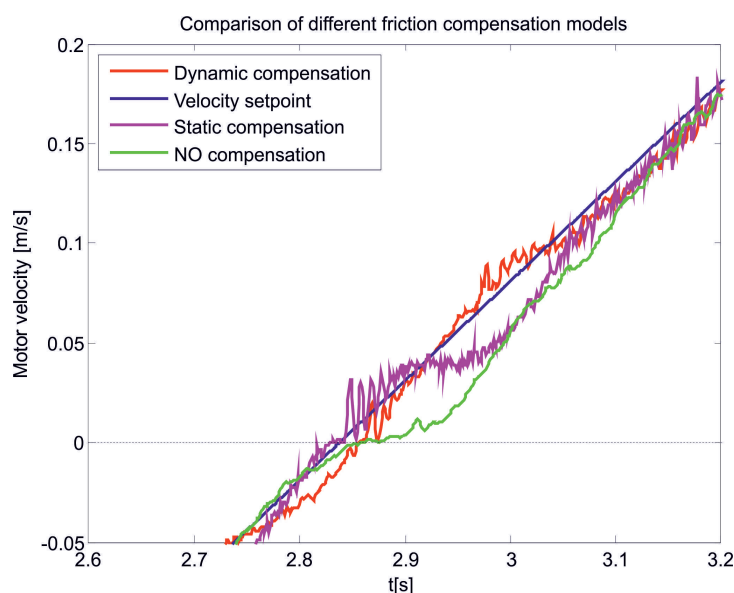


**Obrázek 1:** a) tří-osý robotický manipulátor, b) kompenzace tření na základě modelu

Experimenty byly provedeny na tří-osém průmyslovém robotickém manipulátoru (obr. 1a) s třífázovými synchronními pohony s permanentními magnety značky Schneider, řízené frekvenčními měniči v proudovém / momentovém režimu. Řízení rychlosti a polohy realizuje průmyslový počítač Advantech s operačním systémem Linux s nadstavbou reálného času. Řídicí algoritmy jsou implementovány v řídicím systému REX.

<sup>1</sup> student navazujícího doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, e-mail: krejcia@ntis.zcu.cz

<sup>2</sup> student navazujícího doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, e-mail: populet@ntis.zcu.cz



**Obrázek 2:** Kompenzace tření na tří-osém robotickém manipulátoru

Schéma zapojení kompenzátoru tření je znázorněno na obrázku 1b, kde NS je tření, které působí na systém a NS' označuje identifikovaný model tření. Kvalita kompenzace závisí na přesnosti modelu tření. Tření působící na systémy je závislé na mnoha faktorech např. teplota. Identifikovaný model není tedy úplně přesný. Na obrázku 2 jsou znázorněny výsledky reálných experimentů při reverzaci pohonu. Porovnává se požadovaná rychlost s rychlostí bez kompenzace, s kompenzací při použití statického a dynamického modelu tření. Je vidět, že požadované rychlosti se blíží nejvíce schéma s použitím dynamického modelu tření (LuGre model). Systém bez kompenzace disponuje značnou odchylkou od požadované rychlosti. V ideálním případě bychom potřebovali každý krok výpočtu řízení nový model tření, což není v tomto případě možné zajistit. Možným způsobem zlepšení této metody, je použít pokročilé techniky řízení a odhadovat pomocí rekonstruktoru stavu chybu, která působí na model (do této části by se schovaly nepřenosnosti v modelu tření). I v tomto provedení navržená metoda dosahuje velmi dobrých výsledků.

## 4 Závěr

V úvodu byl naznačen problém tření, které působí na mechatronické systémy a je nutné ho kompenzovat, jelikož může omezovat např. kvalitu regulace. Pro kompenzaci byly zvoleny metody založené na modelech tření. Byl vybrán vhodný model tření - dynamický LuGre model. Parametry modelu byly identifikovány na základě specifických experimentů prováděných na tří-osém manipulátoru. Metoda kompenzace byla otestována na reálném modelu. Nevýhodou této metody je nutnost odstavení zařízení při identifikaci a dále zafixované parametry tření, které lze aktualizovat v případě provedení další identifikace. Možnosti tzv online identifikace jsou součástí dalšího výzkumu v této oblasti.

## Poděkování

Tato práce byla podpořena Technologickou agenturou ČR z projektu CIDAM TE02000103.