

Prediktivní regulátor na RTX systému

Bc. Filip Procházka, Ing. Tomáš Náhlovský, Ph.D.

Abstrakt

Práce se zabývá realizací vybraných regulačních struktur na osobním počítači s operačním systémem Windows 7 v reálném čase. Možnost využít Windows jako systém reálného času nám umožňuje aplikace RTX od firmy IntervalZero. Hlavním cílem práce je ověřit výpočetní vlastnosti dnešních procesorů, které jsou součástí osobních počítačů. To bude prověřeno především u prediktivního řízení, kde je nutné u systémů s rychlou dynamikou provádět náročné výpočty v řádech ms. Mimo hlavní body práce byly realizovány také základní regulační struktury, aby se autor práce seznámil s prací nadstavby RTX. Stanoveným cílem práce byla také přenositelnost aplikace mezi různými systémy, tzn. bez nutnosti úpravy zdrojového kódu. Samotné ovládání celé úlohy je umožněno pomocí vytvořeného grafického rozhraní v Labview.

Úvod

Hlavním úkolem práce je realizovat prediktivní řízení na osobním počítači v reálném čase. To je možné udělat s pomocí aplikace Real-time extension (RTX) od firmy IntervalZero [1], která upraví systém Windows na systém reálného času [3].

Řízení regulačních soustav pomocí osobního počítače přináší několik výhod oproti běžněji používaným metodám. Hlavní výhodou je výpočetní výkon, který několikanásobně převyšuje možnosti současně využívaných metod. Je tak možné dosáhnout velice nízké vzorkovací periody, a tím dosáhnout optimálnějších výsledků. To se hodí v případě systémů s rychlou dynamikou, jako je např. asynchronní motor, stejnosměrný motor, servomotor apod., kde je nutné vytvářet akční zásahy v řádech milisekund. Díky vyššímu výkonu je také možné použít složitější regulační metody, které vyžadují vyšší výpočetní náročnost. Nejen díky vyššímu výkonu, ale i tím že je možné využít softwarové programovací prostředky běžící pod Windows, je možné vytvořit sofistikovanější aplikaci, která nebude omezena funkcemi, jako to bývá v případě PLC. U těchto systémů je možno zpravidla pracovat pouze se základními funkcemi, které zaručují jeho funkčnost podle stanovených norem.

Dalším z úkolů je vytvořit plnohodnotné grafické rozhraní.

Prediktivní řízení

Je mnoho způsobů, jak realizovat prediktivní řízení. Každá z metod potřebuje ke své predikci model, na kterém je možné predikovat budoucí hodnoty. V této práci byla použita metoda Dynamic matrix control (DMC), česky řízení s maticí dynamiky. Tato metoda využívá jako model oříznutou přechodovou charakteristiku [1].

Aby bylo možné využít přechodovou charakteristiku pro predikci, je nutné získat závislost výstupu na hodnotách z přechodové charakteristiky.

Ze znalosti diskrétní přechodové charakteristiky systému ve formě vzorků $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$ je možné simulovat diskrétní odezvu na libovolný vstupní signál. Je to proto, že signál může být reprezentován jako součet po sobě jdoucích vzorků, s amplitudou rovnou změně vstupního signálu. S využitím principu superpozice je možné poté psát pro jednotlivé vzorky výstupního signálu:

$$y(1) = y(0) + s_1 \Delta u(0) \quad (1)$$

$$y(2) = y(0) + s_2 \Delta u(0) + s_1 \Delta u(1) \quad (2)$$

Z těchto rovnic poté není určit obecný vzorec pro libovolné y :

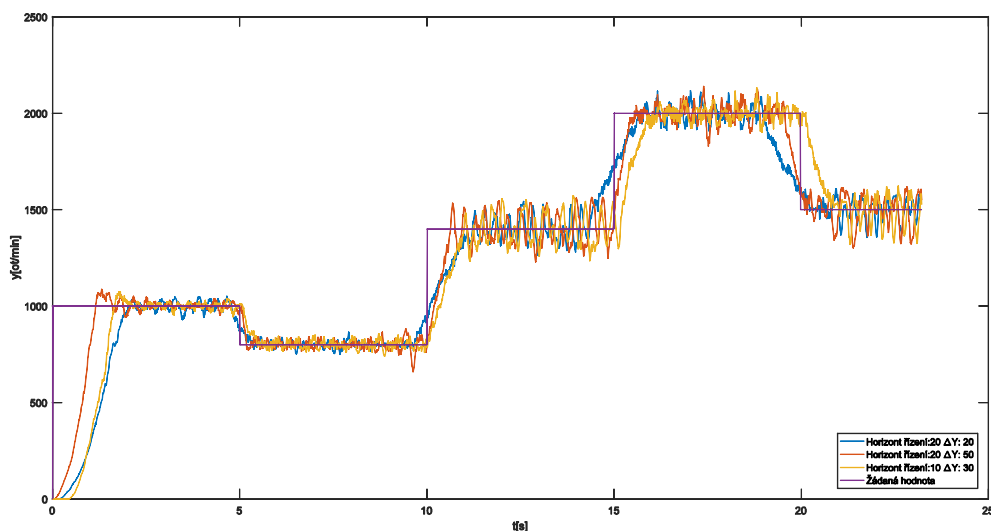
$$y(k+p) = y(0) + \sum_{j=1}^{k+p} s_j \Delta u(k+p-j) \quad (3)$$

Tento vztah je základem pro odvození predikčních rovnic DMC algoritmu. Tuto rovnici ještě upravíme tak, že do ní zařadíme poruchu označenou písmenem. Předpokladem je, že porucha je na celé délce horizontu predikce konstantní. Porucha je definovaná jako rozdíl mezi skutečnou měřenou hodnotou regulované veličiny a hodnotou, kterou nám generuje náš model. Tím bude dosaženo odstranění rozdílu mezi modelem a reálnou soustavou. Výsledný vzorec, který byl použit pro realizaci algoritmu, je pak následující:

$$y(k+p|k) = \sum_{j=1}^p s_j \Delta u(k+p-j|k) + y(k) + \sum_{j=1}^k (s_{j+p} - s_j) \Delta u(k-j) \quad (4)$$

Výsledky

Zde jsou naměřené průběhy pro asynchronní motor s různými nastaveními pro horizont řízení a omezujícími podmínkami.



Obrázek 1 - Prediktivní řízení u asynchronního motoru

Závěr

Prediktivní řízení se podařilo realizovat se vzorkovací periodou 10 ms, což bylo pod očekávání autora, který předpokládal, že by bylo možné docílit vzorkovací periody pod 5 ms, a to především u asynchronního motoru. To by se povedlo pravděpodobně při použití rychlejší soustavy popsané rovnicí 1. řádu (obyčejný elektromotor), která by obsahovala menší matice a vektory pro výpočet predikce.

I přes tyto nedostatky jsou dosažené časy velmi dobré, a to hlavně u stejnosměrného motoru s pružnou vazbou, kde se počítá s většími maticemi.

Reference

- [1] IntervalZero RTOS Platform [online]. 2014 [vid. 23. 05. 2015]. Dostupné z: <http://www.intervalzero.com/>
- [2] TATJEWSKI, Piotr: Advanced control of industrial processes: structures and algorithms. Springer, London 2007. ISBN 978-1-84628-634-6.
- [3] ČERNOHORSKÝ, Jindřich a Vilém SROVNAL: Systémy reálného času (3) [online]. AT&P journal 8/2005 [vid. 23. 05. 2015]. Dostupné z: <http://www.atpjournal.sk/buxus/docs/atp-2005-08-57.pdf>