

PROCESS CONTROL WITH NEURAL NETWORKS IN PC-B&R ENVIRONMENT

Michal SCHMIDT, Master Degree Programme (5)
Dept. of Control and Instrumentation, FEEC, BUT
E-mail: xschmi00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Prof. Petr Pivoňka

ABSTRACT

This paper shows the possibilities of using Matlab for developing control algorithms. The algorithms are implemented as S-functions in ANSI C. After their testing on simulation models in Simulink they are trivially connected to a B&R PLC and tested with physical models. Because the B&R PLCs are programmable in ANSI C, this method allows the algorithms to be later easily ported to the PLC completely.

This development method is used for implementation of control algorithms with neural networks. The implemented algorithms are: Direct inverse controller, Takahashi controller with constants set by neural network, Takahashi controller with neural identification of the process.

1 ÚVOD

Program Matlab usnadňuje vývoj řídicích algoritmů. Jeho součástí Simulink představuje silný nástroj pro modelování dynamických systémů. Simulink je rozšiřitelný o uživatelské funkce, které mohou být implementovány jako dynamické knihovny v jazyce C. Tyto funkce se označují termínem “S-funkce”.

Programovatelné automaty B&R podporují komunikaci po různých standardních sběrnících a průmyslových sítích. Pro účely propojení automatů s aplikacemi běžícími pod systémy Microsoft Windows poskytuje B&R zdokumentované rozhraní PVI. Toto rozhraní umožňuje aplikacím přístup k proměnným procesu v automatu a je nezávislé na konkrétním použitím komunikačním protokolu. Problematika PVI je rozebrána v [3].

V řídicích algoritmech lze využít umělé neuronové sítě. Neuronová síť se může uplatnit pro identifikaci regulovaného systému nebo může být přímo součástí regulátoru. Neuronová síť může být učena on-line, což umožňuje adaptaci regulátoru na změnu soustavy.

2 IMPLEMENTOVANÉ ALGORITMY

Byly implementovány tři různé řídicí algoritmy využívající různým způsobem neuronové sítě. Všechny jsou založeny na on-line učení.

- Přímý inverzní regulátor
- Takahashiho regulátor přímo nastavovaný neuronovou sítí
- Takahashiho regulátor s identifikací soustavy neuronovou sítí

Takahashiho regulátorem rozumíme diskrétní regulátor popsany rovnicí (1).

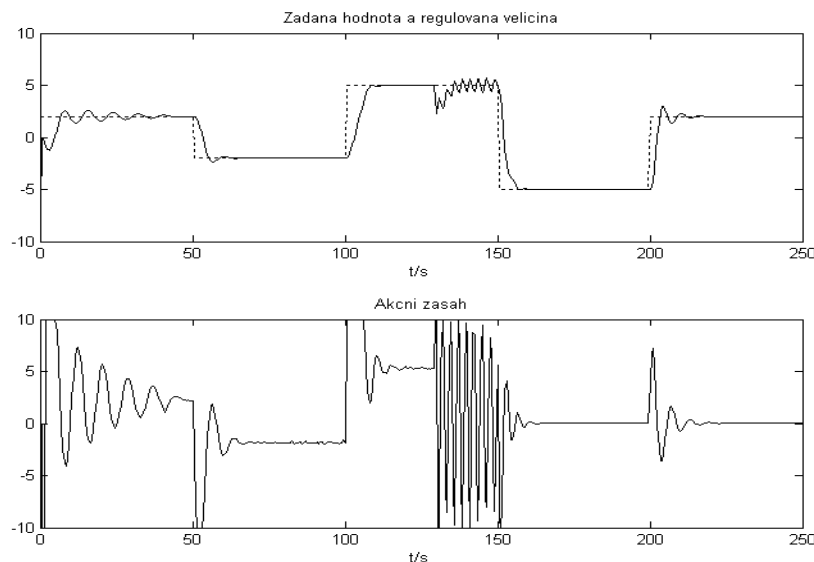
$$u(k) = K_P[y(k-1) - y(k)] + K_I[r(k) - y(k)] + K_D[2y(k-1) - y(k-2) - y(k)] + u(k-1) \quad (1)$$

Přímý inverzní regulátor je tvořen neuronovou sítí, která je učena na inverzní přenosovou funkci soustavy. Výstupem neuronové sítě je akční zásah.

Ve druhém algoritmu dává neuronová síť na svém výstupu hodnoty tří parametrů Takahashiho regulátoru. Síť je učena na minimalizaci regulační odchylky v každém kroku.

Ve třetím algoritmu je neuronová síť použita pro identifikaci soustavy. Používá model druhého řádu. Z parametrů modelu je vypočteno kritické zesílení a kritická perioda kmitů algoritmem popsany v [1]. Poté jsou stanoveny konstanty regulátoru způsobem vycházejícím z Ziegler-Nicholsovy metody.

$$K_P = 0,6K_{KRIT} - \frac{K_I}{2}; \quad K_I = 1,2 \frac{K_{KRIT} T_{vz}}{T_{KRIT}}; \quad K_D = 3 \frac{K_{KRIT} T_{KRIT}}{40T_{vz}} \quad (2)$$



Obrázek 1: Průběh regulace fyzikálního modelu Takahashiho regulátorem s neuronovou identifikací soustavy. V čase $t = 130$ s byla soustava změněna ze statické na astatickou.

3 ZÁVĚR

V rámci práce [4] byly do podoby S-funkcí v jazyce C implementovány tři různé řídicí algoritmy s využitím neuronových sítí. Byly otestovány na matematických modelech v Simulinku. Potom byl matematický model soustavy nahrazen komunikační S-funkcí, která propojuje Simulink s programovatelným automatem B&R pomocí rozhraní PVI. Fyzicky bylo spojení realizováno sítí Ethernet. Automat v této fázi vystupoval pouze v roli vstupně/výstupního zařízení a byl napojen na nastavovatelný fyzikální model soustav až třetího řádu. Všechny tři algoritmy byly ověřeny na celé řadě dynamických soustav. Implementací algoritmů do programovatelného automatu se bude zabývat diplomová práce.

Přímý inverzní regulátor je ze zkoumaných regulátorů nejjednodušší. Učení probíhá v každém kroku nezávisle. Algoritmus nepoužívá zásobník trénovacích instancí. Kvalita regulačního děje je silně ovlivněna volbou učící konstanty a vzorkovací periody.

Takahashiho regulátor s přímým nastavováním konstant neuronovou sítí používá podobnou inkrementální metodu učení, a má proto i podobné nedostatky. Projevuje se zde přetrénování neuronové sítě, což má za následek postupně rostoucí kmitavost přechodných dějů.

Takahashiho regulátor s neuronovou identifikací soustavy používá dávkové učení, k čemuž mu slouží zásobník trénovacích instancí. Tento regulátor je ze tří navržených regulátorů nejrobustnější, je dobře adaptabilní na statické i astatické soustavy. Má rychlý přechodový děj jen s malými překmity. Pracuje při různých periodách vzorkování. Při krátké periodě vzorkování je zesílený vliv šumu ve srovnání s předcházejícími algoritmy.

Přínosem práce je nový způsob komfortního ladění S-funkcí v prostředí Microsoft Visual Studio.

Neuronové sítě mohou významným způsobem ovlivnit adaptivitu řídicích systémů. Z provedených simulačních a reálných experimentů vyplývá, že v současném stavu je možné řízení pomocí neuronových sítí pokládat za rovnocenné s klasickými algoritmy. Očekávaným přínosem je však možnost zkrácení periody vzorkování ve srovnání s klasickým přístupem.

REFERENCE

- [1] PIVOŇKA, P.: Číslicová řídicí technika. Elektronická skripta, ÚAMT, FEKT VUT v Brně, 2002
- [2] VELEBA, V.: Neuronové adaptivní regulátory. Diplomová práce, ÚAMT, FEKT VUT v Brně, 2003
- [3] KOŘÍNEK, V.: Komunikace MATLAB-Ethernet. Semestrální práce 1, ÚAMT, FEKT VUT v Brně, 2003
- [4] SCHMIDT, M.: Řízení procesů s neuronovými sítěmi v prostředí PC-B&R. Semestrální práce 2, ÚAMT, FEKT VUT v Brně, 2004