

ADAPTIVE CONTROL AND COMPARISON METHOD IDENTIFICATION LEAST SQUARES WITH NEURAL NETWORK

Michal Pitra

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xpitra00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Pivoňka
E-mail: pivonka@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

The paper deals with system identification methods for adaptive controllers. There are two kind of methods used for identification. Recursive method of least squares or based on neural network. These methods are compared on various systems and with standard PID or PSD controller. User interface is created in MATLAB-GUIDE for identification. Least mean square algorithm and algorithms based on neural networks are compared in user interface. The results achieved in MATLAB-SIMULINK will be implemented to program logic controllers B&R.

1. ÚVOD

Adaptivní regulátory už nejsou novinkou regulační techniky, ale stále se v některých případech používají a proto je jim věnována pozornost. Adaptivní regulátory umožňují přizpůsobování parametrů regulátoru, při změně parametru řízeného technologického procesu v časové oblasti. Tato vlastnost je výhodou oproti pevně nastaveným regulátorům PID, nebo v diskrétní podobě PSD a jejich ekvivalentům.

Jednou ze základních částí řízení technologického procesu je identifikace daného procesu, a získání odhadnutých parametrů modelu. Získané parametry modelu nám slouží právě pro návrh parametrů regulátoru. Pro adaptivní regulátory bylo součástí porozumění a naprogramování různých identifikačních algoritmů. Bylo provedeno porovnání identifikačních algoritmů průběžnou metodou nejmenších čtverců a metodou neuronových sítí. Pro nastavení různých druhů regulátorů byly použity parametry modelů z identifikačních soustav.

Všechny simulace byly prováděny ve vývojovém prostředí MATLAB, kde byl použit simulační toolbox SIMULINK, který slouží pro modelování simulovaných soustav a toolbox GUIDE, pomocí kterého bylo naprogramováno uživatelské rozhraní pro identifikaci.

2. IDENTIFIKACE

Vhodné simulační soustavy byly zvoleny z tabulky Benchmarkových systémů. Aby výpočet parametrů samočinně se nastavujícího regulátoru konvergoval k požadovanému řešení

je zapotřebí získat co nejpřesnější odhad parametrů identifikované soustavy (technologického procesu). Řád identifikačního modelu soustavy byl v našem případě zvolen, jako ARX model prvního, druhého nebo třetího řádu. Pro identifikaci byla použita průběžná (rekurzivní) metoda nejmenších čtverců a identifikace pomocí neuronových sítí s gradientním učením.

Při identifikaci soustavy pomocí neuronových sítí, byl pro její identifikaci použit pouze jeden neuron (jednovrstvý perceptron) s lineární přenosovou funkcí. Výstupní váhy neuronu nám přímo určují hodnoty parametrů modelu. Základní metodou, kterou byla prováděna identifikace byl algoritmus klasické metody Back-Propagation. Tato metoda minimalizuje chybovou funkci neuronové sítě pomocí zpětného šíření chyby při využití parciálních derivací chybové funkce pro jednotlivé váhy. U soustav lze také provádět identifikaci pomocí jiné metody nazývané Levenberg-Marquardt, která je aproximací gradientní metody a Gauss-Newtonovy metody nelineární regrese. Tato metoda je uvedena spíše jako rozšiřující algoritmus k algoritmu identifikace Back-Propagation. Výsledky identifikací simulovaných soustav ukazují na to, že metoda Levenberg-Marquardt rychleji a spolehlivěji konverguje k přechodové charakteristice simulovaného systému, oproti metodě Back-Propagation. Při porovnávání daných metod identifikace na Benchmarkových modelech systému bylo zjištěno, že identifikace pomocí metody nejmenších čtverců poskytuje nejpřesnější odhad parametrů systému. Pro porovnání jednotlivých metod identifikace bylo použito integrálních kritérií vycházející z chyby predikce, která je získána rozdílem skutečného a odhadovaného výstupu.

3. ADAPTIVNÍ REGULÁTOR

Pro adaptivní regulátory můžeme parametry regulátoru získat přímo z vektoru parametrů, nebo pomocí Ziegler-Nicholsova algoritmu, který je založen na získání hodnoty kritického zesílení a periody kritických kmitů, ze kterých se dané parametry regulátoru stanovují. Tato metoda je použita pro nastavení parametrů PID regulátorů, buď v klasickém, nebo modifikovaném režimu. Získané kritické parametry je možno použít pro nastavení i jiných typů regulátoru, jako je např. Takahashiho regulátor. Parametry regulátoru získané přímo z vektoru parametrů můžeme použít pro nastavení např. Dahlinova regulátoru.

Takahashiho regulátor je velmi jednoduchý na implementaci. Samozřejmě jako metody identifikace, tak i adaptivní regulátory byly porovnávány na Benchmarkových modelech systémů. Z přechodových charakteristik adaptivního PSD regulátoru, klasického PSD regulátoru s filtrací derivační složky a adaptivního Takahashiho regulátoru bylo dospěno k závěru, že adaptivní Takahashiho regulátor má nejrychlejší přechodový děj a také velmi dobře vyreguluje poruchu. Tento závěr je ale za předpokladu, že se mění parametry soustavy. Pokud byl porovnán pevně nastavený PSD regulátor a adaptivní Takahashiho regulátor a nedocházelo ke změně parametrů soustavy, tak lepší charakteristiku přechodového děje vykazoval pevně nastavený PSD regulátor. Pokud známe koeficienty řízené soustavy, které se nemění, tak lze velmi dobře nastavit parametry klasického PID regulátoru např. podle požadavků na přechodový děj. U adaptivního regulátoru nelze použít jednotlivé nastavování, protože parametry regulátoru jsou počítány podle námi nastavených algoritmů a kritérií.

Výsledky simulací ukazují, že na kvalitu regulace daného technologického procesu má významný vliv vhodné zvolení řádu identifikačního modelu reálného procesu. Z výsledků simulací byl nejčastěji pro identifikaci zvolen třetí řád identifikačního modelu, ale samozřejmě že musíme vzít v potaz složitost daného reálného procesu. Při srovnání použitých

identifikačních metod adaptivního regulátoru bylo zjištěno, že identifikace pomocí metody nejmenších čtverců poskytuje přesnější odhad parametrů systému.

Pro některé typy soustav je nevhodná vlastnost závislosti vzorkovací frekvence na stabilitě identifikačního procesu.

4. UŽIVATELSKÉ PROSTŘEDÍ IDENTIFIKACE

Jednou ze součástí vypracovaného tématu adaptivního řízení byly prostřednictvím vývojového nástroje MATLAB-GUIDE vytvořeny základní prvky uživatelského rozhraní pro identifikaci. V současném stavu právě zmiňované rozhraní obsahuje identifikaci soustavy průběžnou metodu nejmenších čtverců a metodou neuronových sítí, ve které je možnost si nastavit různé vlastnosti identifikace. Mezi nastavitelné vlastnosti patří např. volba parametrů simulované soustavy buď ve spojitém, nebo diskrétním stavu, volba periody vzorkování, koeficient zapomínání, tvar a parametry poruchového signálu vstupující do identifikované soustavy. Jako výstupní parametry identifikace jsou zobrazeny skutečné parametry modelu identifikované soustavy a jejich přechodové charakteristiky.

V rámci diplomové práce bude k tomuto algoritmu doplněno kritériální porovnání kvality identifikace mezi jednotlivými metodami.

5. ZÁVĚR

Jelikož součástí diplomové práce je také přímá implementace algoritmu do programovatelného automatu B&R, tak dosud naprogramované algoritmy pro simulaci byly implementovány jako s-funkce ve scriptovém jazyku programu MATLAB, tak budou přepsány do jazyka ANSI C. Pomocí komunikace programu MATLAB a programovatelného automatu a také přímou implementací algoritmu do programovatelného automatu bude provedeno ověření adaptivního algoritmu na reálných fyzikálních modelech. Součástí diplomové práce bude naprogramování Dahlinova regulátoru, pomocí kterého bude provedena simulace na jednotlivých simulovaných soustavách. Získané přechodové charakteristiky budou porovnány s průběhy dosud naprogramovaných algoritmů.

LITERATURA

- [1] Bobál, V. a kol.: Praktické aspekty samočinně se nastavujících se regulátorů: algoritmy a implementace, VUTIUM 1999, ISBN 80-214-1299-2.
- [1] Pivoňka, P.: Optimalizace regulátorů, skriptum, VUT FEKT, Brno, 2005.
- [2] Pitra, M.: Adaptivní regulátory s principy umělé inteligence v prostředí MATLAB - B&R, Semestrální projekt 2, ÚAMT FEKT VUT, Brno, 2008.