

3. Для нормального функціонування OLAP-системи, потрібне виконання таких 12 правил: багатовимірність, прозорість, доступність, постійна продуктивність при розробці звітів, клієнт-серверна архітектура, рівноправність вимірів, динамічне управління розрідженими матрицями, підтримка багатокористувачького режиму, необмежені перехресні операції, інтуїтивна маніпуляція даними, гнучкі можливості отримання звітів, обмежена розмірність і число рівнів агрегації.

4. Для використання в інтегрованих системах автоматизованого управління енергоефективністю регіону доцільно використовувати HOLAP, яка працює з реляційними та багатовимірними базами даних і використовує ROLAP для розріджених областей багатовимірного простору та MOLAP для щільних областей.

1. Барсегян А.А., Курьянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.
2. Миронов А.А., Мордвинов В.А., Скуратов А.К. Семантико-энтропийное управление OLAP и модели интеграции xOLAP в SemanticNET (ONTONET). Информатизация образования и науки №2, 2009. С. 21-30.
3. Кудрявцев Ю.А. OLAP технологии: обзор решаемых задач и исследований // Бизнес-информатика. – 2008. №1. – С. 66-70.
4. Ларсон Б. Разработка бизнес-аналитики в Microsoft SQL Server 2005. – СПб.: Питер, 2008. – 684 с.
5. Adrienne H. Slaughter. OLAP. 2004. – P. 23.
6. T.S. Jung, M.S. Ahn, W.S. Cho. An Efficient OLAP Query Processing Technique Using Measure Attribute Indexes. WISE 2004. PP. 218-228.
7. Robert Wrembel, Christian Koncilia. Data warehouses and OLAP: concepts, architectures, and solutions. IRM Press, 2007. PP. 1-26.
8. Nigel Pendse. The OLAP Survey 6 – Summary. November 2006. – P. 23.
9. Rob Mattison. Web Warehousing and Knowledge Management. Mcgraw-Hill, 1999. – 576 p.

Поступила 21.02.2013р.

УДК 621.372:376.56

І.Кам'янчин, А. Вовк, О.Шевчук, УАД, м.Львів

АДАПТИВНИЙ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПРИВОДОМ РУЛОНУ В RRM

Розглядається побудова адаптивного нейромережевого регулятора для управління приводом рулону в рулонній ротаційній машині, як нелінійного і нестационарного об'єкту.

The construction of adaptive neural networks regulator is examined for the management of roll an occasion in a roll rotary press, as a nonlinear and non-stationary object.

Вступ

Джерелом коливань натягу стрічки в рулонній ротаційній машині (РРМ) є зміна швидкості стрічкового матеріалу в точці розмотування на поверхні рулону, що зв'язано з неперервним зменшенням радіуса рулону в процесі розмотування, а також його неправильною геометричною формою. Особливість аналізу динаміки механізму розмотування (намотування) рулону полягає в необхідності враховувати зміну маси і моменту інерції останнього. Таким чином, рулон в рулонній ротаційній машині з погляду управління є нелінійним і нестационарним об'єктом [1].

Метою даної роботи є побудова адаптивного нейромережевого регулятора для управління приводом рулону, що забезпечує підстроювання коефіцієнтів регулятора у системі регулювання натягу.

Реалізація адаптивного регулятора

Для реалізації підстроювання коефіцієнтів регулятора в коло помилки вводимо адаптивний регулятор, побудований на базі нейромережі (рис. 1).



Рис. 1. Структура системи управління

Вагові коефіцієнти мережі настроюються адаптивним регулятором відповідно до прийнятого критерію якості без етапу попереднього навчання і лише за наявності помилки в системі. Як тільки помилка в системі стає менше допустимою, то коректування ваг припиняється. Коректування ваг виконується періодично, що забезпечує високоточне відпрацювання системою керування змін параметрів рулону.

Структура адаптивного регулятора

За основу адаптивного регулятора (виділений пунктиром на рис. 2) був узятий самоналагоджувальний нейромережевий регулятор, запропонований в роботі [2].

В загальному випадку при реалізації нескладних законів регулювання (П, ПІ, ПІД), трьох нейронів і два похідні помилки управління досить для реалізації адекватного зворотного зв'язку. Структурна схема нейромережі представлена на рис. 3, де прийняті наступні позначення:

y_r – уставка;

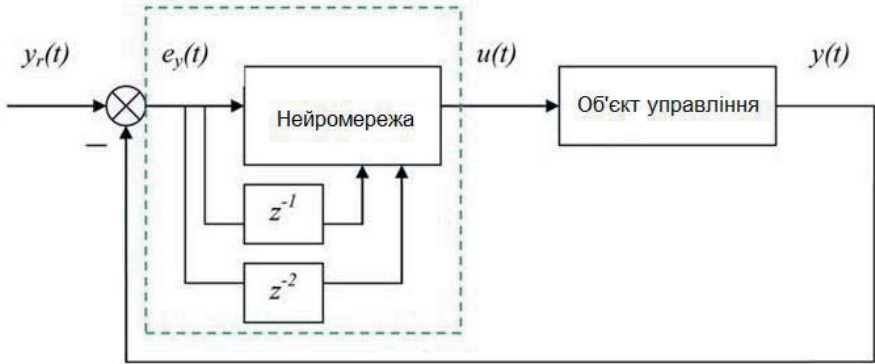


Рис. 2. Структура адаптивного регулятора

e_y – помилка;
 u – сигнал управління;
 y – регульована величина;
 $w_{i,j}$ та v_j – вагові коефіцієнти;
 h_j – значення активаційної функції нейрона.

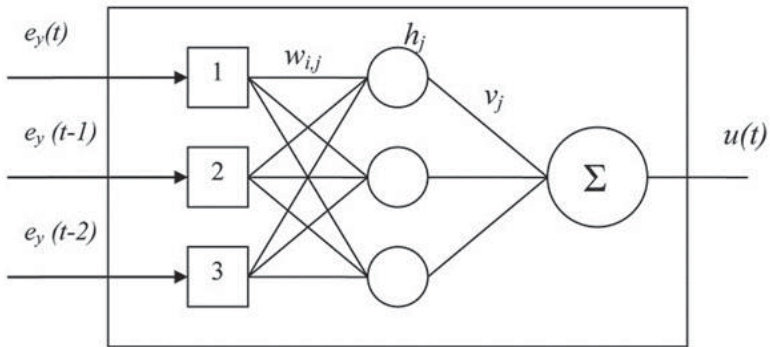


Рис. 3. Структура нейромережі

Сигнал управління $u(t)$ формується в наступному вигляді

$$\begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} \\ w_{31} & w_{32} & w_{33} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} e_y(t) \\ e_y(t-1) \\ e_y(t-2) \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{функція активації}} \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \end{bmatrix}$$

$$u(t) = [v_1 \quad v_2 \quad v_3] \times \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \end{bmatrix},$$

де $h_j = 1 - \frac{2}{e^{2S_j} + 1}$.

Введемо критерій якості управління, що мінімізується:

$$E(t) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^t [e_y(k)]^2,$$

$$e_y(t) = y_r(t) - y(t),$$

де час t вважається дискретним.

Алгоритм коректування ваг

Для мінімізації критерію використовуватимемо метод зворотного розповсюдження помилки, для цього необхідно обчислити градієнт функції $E(t)$:

$$\nabla E(t) = \begin{bmatrix} \frac{\partial E(t)}{\partial v_j} \\ \frac{\partial E(t)}{\partial w_{i,j}} \end{bmatrix}.$$

Вирази для часткових похідних функції $E(t)$ мають вигляд:

$$\frac{\partial E(t)}{\partial v_j} = \frac{\partial E(t)}{\partial e_y} \cdot \frac{\partial e_y}{\partial e_u} \cdot \frac{\partial e_u}{\partial u(t)} \cdot \frac{\partial u(t)}{\partial v_j} \rightarrow \frac{\partial E(t)}{\partial v_j} = e_y \cdot \frac{\partial e_y}{\partial e_u} \cdot (-1) \cdot h_j,$$

$$\frac{\partial E(t)}{\partial w_{i,j}} = \frac{\partial E(t)}{\partial e_y} \cdot \frac{\partial e_y}{\partial e_u} \cdot \frac{\partial e_u}{\partial u(t)} \cdot \frac{\partial u(t)}{\partial h_j} \cdot \frac{\partial h_j}{\partial S_j} \cdot \frac{\partial S_j}{\partial w_{i,j}} \rightarrow \frac{\partial E(t)}{\partial w_{i,j}} = e_y \cdot \frac{\partial e_y}{\partial e_u} \cdot (-1) \cdot v_j \cdot \frac{1}{2} (1-h_j)(1+h_j) \cdot x_i,$$

де x_i – i -й вхід нейромережі.

В результаті диференціювання з'являється часткова похідна $\frac{\partial e_y}{\partial e_u}$, яку

можна розглядати як «еквівалентний коефіцієнт підсилення» [2]. На основі приведених вище виразів введемо правила для коректування вагових коефіцієнтів нейромережі:

$$v_j(t+1) = v_j(t) + e_y \cdot h_j \cdot \frac{\partial e_y}{\partial e_u} \cdot \eta,$$

$$w_{i,j}(t+1) = w_{i,j}(t) + e_y \cdot v_j \cdot \frac{1}{2} (1-h_j)(1+h_j) \cdot x_i \cdot \frac{\partial e_y}{\partial e_u} \cdot \eta,$$

де η – коефіцієнт, що впливає на величину кроку зміни вагових коефіцієнтів, тобто на швидкість навчання (*learningrate*).

Даний метод дуже простий, але на шляху до його застосування виникає перешкода у вигляді вказаної вище часткової похідної $\frac{\partial e_y}{\partial e_u}$, оскільки в загальному випадку вона невідома. Проте, достатньо знати її знак, оскільки амплітуда може бути врахована коефіцієнтом швидкості навчання η за умови, що:

$$\frac{\partial e_y}{\partial e_u} < \infty .$$

Крім того, знак можна визначити шляхом простого експерименту – подачі на вхід системи ступінчастої функції. Припущення про те, що знак цієї часткової похідної для конкретної системи залишається постійним в околі робочої точки, не є строгим, але виконується на практиці в більшості випадків. У якнайгіршому випадку можна реалізувати оцінку знаку «на льоту» в процесі роботи системи управління. Таким чином, правила коректування ваг нейромережі приймають вигляд:

$$v_j(t+1) = v_j(t) + \eta \cdot \text{sign}\left(\frac{\partial e_y}{\partial e_u}\right) \cdot e_y \cdot h_j ,$$

$$w_{i,j}(t+1) = w_{i,j}(t) + \eta \cdot \text{sign}\left(\frac{\partial e_y}{\partial e_u}\right) \cdot \frac{1}{2} (1-h_j)(1+h_j) \cdot e_y \cdot v_j \cdot x_i .$$

Висновок

Синтезований адаптивний нейромережевий регулятор, призначений для управління приводом рулонної друкарської машини. Для визначення оптимальної швидкодії регулятора доцільно провести дослідження залежності якості управління з різними методами оптимізації вагових коефіцієнтів нейромережі.

1. Дурняк Б.В. Математичне моделювання і реалізація систем керування стрічкопровідними системами / Б.В.Дурняк, О.В. Тимченко. – К.: Вид. центр „ПРОСВІТА”, 2003. – 232 с.
2. Ponce N., Behar A., Hernandez O., Sitar R., “Neural Networks for Self-tuning Control Systems”, Czech Technical University Publishing House, 2004. Acta Polytechnica Vol. 44, No. 1/2004, p. 49-52.

Поступила 14.02.2013р.