

Оборжицький. Особливості синтезу електричних параметрів багатоканальних НВЧ перемикачів // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2004. - №508. – С. 207–215. 8. Хижа Г. С., Вендик Т. Б., Серебрякова Е. А. СВЧ фазовращатели и переключатели: Особенности создания на p-i-n диодах в интегральном исполнении. – М.: Радио и связь, 1984. – 184 с. 9. I. Bahl and P. Bhartia, *Microwave Solid State Circuit Design*. New York: Wiley, 1988, pp. 892–896. 10. G. Tan, R. E. Mihailovich, J. B. Hacker, J. F. DeNatale and G. M. Rebeiz, "Low-loss 2- and 4-bit TTD MEMS phase shifters based on SP4T switches," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. MTT-51, No. 1, – pp. 297–304, Jan. 2003. 11. Оборжицький В., Самсонюк О. Особливості синтезу дискретних відбивних НВЧ фазообертачів // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2001. - №428. – С. 137–140. 12. Оборжицький В. І. Синтез двошлейфного моста на базі смужкових ліній передачі з врахуванням впливу неоднорідностей // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2002. – №443. – С. 124–126.

УДК 681.513

А.Ю. Нога

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра ПЗ

АЛГОРИТМИ КЛАСИФІКАЦІЇ ДИНАМІЧНИХ СИТУАЦІЙ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

© Нога А. Ю. 2004

Розглянуто алгоритм самоорганізації, оснований на методі потенційних функцій, використання теорії функціональних систем Анохіна для теорії і практики ІнС. Наведено структурну схему класифікатора.

The algorithm of self-organisation based on potential function method is considered. The structural sheme of classificator is given.

Вступ. Одним з перспективних напрямів синтезу інтелектуальних систем (ІнС) є симбіоз експертних систем, методів самоорганізації, прийняття рішень, адаптивного управління і оцінювання, а також алгоритмів формування мети, об'єднаних в межах функціональної структури П.К. Анохіна [1].

У межах концепції синтезу ІнС сучасна складна система управління розробляється як функціональна система з властивим їй пристосовним ефектом. Відмінна риса будь-якого результату, який сприяє досягненню мети, це те, що він зважає на принцип саморегуляції і володіє однаковими вузловими механізмами, а саме: аферентним синтезом мети, ухваленням рішення до дії, аферентною програмою дії, акцептором дії, зворотною аферентацією про параметри результату і звіренням параметрів отриманого результату з параметрами, що прогнозуються акцептором дії.

Сучасна система управління, що реалізує вищезазначені механізми, – це ІнС, тобто об'єднана інформаційним процесом сукупність технічних засобів і програмного забезпечення, що працює у взаємозв'язку з людиною або автономно, здатна на основі апріорної інформації і поточних вимірювань за наявності мотивації синтезувати мету, виробляти рішення про дію і знаходити раціональні способи досягнення мети.

Основними перевагами використання теорії функціональних систем Анохіна для теорії і практики ІнС, є універсальна архітектура функціональних систем, а також вигострені еволюцією механізми функціональних систем.

Синтез мети здійснюється з урахуванням інформації про зовнішнє середовище, власному стані ІнС, мотивації і за наявності пам'яті. Потім динамічна експертна система оцінює, яка є в основі ухвалення рішення, а також здійснюється прогноз для акцептора дії. Після вироблення рішення реалізується управління.

Акцептор дії реалізується за допомогою алгоритму самоорганізації, який дозволяє побудувати прогнозовану модель в умовах мінімуму апріорної інформації. Інформація про відповідність результатів дії і прогнозу передається в експертну систему і в систему синтезу мети.

Альтернативний метод полягає у використанні евристичних методів: алгоритмів самоорганізації і генетичних алгоритмів. Перші свого часу були досліджені в роботах А.Г.Івахненко і його наукової школи [2,3]. Генетичні алгоритми в якомусь сенсі є аналогом тих, що самоорганізуються (вперше вони були виведені Холландом [4]). У теперішній час їх досліджують інтенсивніше і знаходять свій додаток в обробці зображень, системах управління ухвалення рішень [5,6]. Відмінність генетичних алгоритмів, що самоорганізуються, полягає у визначенні початкових даних і інтерполяції процедури самоорганізації.

Алгоритм самоорганізації, оснований на методі потенційних функцій. Розглянемо завдання розбиття безлічі точок на два класи у функціональному просторі Ω_x . Як міра близькості між точками X_i і X_k вводиться узагальнена відстань

$$\rho(X_i, X_k) = \sqrt{K(X_i, X_i) + K(X_k, X_k) - 2K(X_i, X_k)} \quad (1)$$

де $K(X, Y)$ – так звана потенційна функція

$$K(X, Y) = \sum_{j=1}^N \lambda_j^2 \varphi_j(X) \varphi_j(Y) \quad (2)$$

Отже

$$\rho(X_i, X_k) = \sqrt{\sum_{j=1}^N \lambda_j^2 [\varphi_j(X_i) - \varphi_j(X_k)]^2} \quad (3)$$

У простому випадку, коли $\varphi_j(X_i) = x_{ij}$, ми приходимо до евклідової відстані.

Далі передбачається, що розбиття простору Ω_x здійснюється поверхнею вигляду $f(X) = 0$.

Всі X_i , для яких $f(X_i) > 0$, зараховують до класу А, а всі X_k , для яких $f(X_k) < 0$, – до класу В.

Вводиться функціонал від $f(X)$ вигляду

$$K(f(X)) = p_A M[\rho^2(X, Y) | X, Y \in A] + p_B M[\rho^2(X, Y) | X, Y \in B] \quad (4)$$

де, наприклад

$$M[\rho^2(X, Y) | X, Y \in A] = \frac{\int_{f(X)>0} \int_{f(Y)>0} \rho^2(X, Y) p(X, Y) dX dY}{\int_{f(X)>0} \int_{f(Y)>0} p(X, Y) dX dY} \quad (5)$$

M – знак математичного очікування $M[\rho^2(X, Y) | X, Y \in A]$ – середній квадрат відстані між точками класу А.

Для розділяючої функції $f(X)$ пропонується шукати таку, яка відповідає мінімуму функціоналу (4). Суть цієї вимоги полягає в мінімізації середнього квадрата відстані по всій безлічі точок.

Існує і доведена теорема, яка стверджує, що якщо функціонал є функцією, що диференціюється, від моментів або якщо екстремум досягається на деякій розділяючій поверхні, то він же досягається і на розділяючій функції $f(Z)$, r -го ступеня, що є поліномом

$$f(Z) = \sum_{t=0}^r (C_t, Z^t) \quad (6)$$

де

$$C_t = \frac{\partial K}{\partial M_A^t} - \frac{\partial K}{\partial M_B^t}$$

Z^t – вектор при непарному t і число при парному t ; (C_t, Z^t) – скалярний добуток.

Для функціоналу вигляду (4) розділяюча поверхня у випрямляючому просторі Ω^z , для точки $Z = \{z_j\}$ виразу $[z_j = \lambda_j \varphi_j(X)]$ має вигляд

$$f(Z) = (C, Z) - a \quad (7)$$

де $C = \frac{\partial K}{\partial M_A} - \frac{\partial K}{\partial M_B} = 2 \left(\frac{M_A}{P_A} - \frac{M_B}{P_B} \right)$ – вектор нормалі до гіперплощини; (8)

$$a = \frac{M_A^2}{2P_A} - \frac{M_B^2}{2P_B} \quad (9)$$

Згадана теорема свідчить про те, що при заданій метриці (узагальнена відстань) оптимальна межа буде лінійною. Для вирішення завдання була запропонована рекурентна процедура, заснована на методі стохастичної апроксимації. Ця процедура допускає реалізацію як в результатному, так і у випрямленому просторі.

Нехай під час навчання з'являються точки X_1, X_2, \dots, X_n . В процесі роботи алгоритму по цих точках будуються функції $F_A^n(X)$ і $F_B^n(X)$.

Розділяюча функція на n -му кроці

$$f^n(X) = F_A^n(X) - F_B^n(X) - (a_A^n - a_B^n) \quad (10)$$

Якщо на $(n+1)$ -му кроці з'явилася точка X_{n+1} , то ухвалюється рішення, що

$$\begin{cases} X_{n+1} \in A, \text{ якщо } f(X_{n+1}) > 0 \\ X_{n+1} \in B, \text{ якщо } f(X_{n+1}) < 0 \end{cases} \quad (11)$$

Тоді $(n+1)$ наближення розділяючої функції $f^{n+1}(X)$ будується за таким правилом:

а) якщо $X_{n+1} \in A$, то

$$F_A^{n+1}(X) = F_A^n(X) + \gamma_{n+1} (K(X, X_{n+1}) - F_A^n(X)) \quad (12)$$

$$a_A^{n+1} = a_A^n + \gamma_{n+1} (F_A^n(X_{n+1}) - 2a_A^n) \quad (13)$$

$$F_B^{n+1}(X) = F_B^n(X); a_B^{n+1} = a_B^n; \quad (14)$$

б) якщо $X_{n+1} \in B$, то

$$F_A^{n+1}(X) = F_A^n(X); a_A^{n+1} = a_A^n;$$

$$F_B^{n+1}(X) = F_B^n(X) + \gamma_{n+1} (K(X, X_{n+1}) - F_B^n(X)) \quad (15)$$

$$a_B^{n+1} = a_B^n + \gamma_{n+1} (F_B^n(X_{n+1}) - 2a_B^n),$$

де

$$\gamma_n = \frac{1}{n^{1-\epsilon}}; 0 < \epsilon < \frac{1}{2} \quad (16)$$

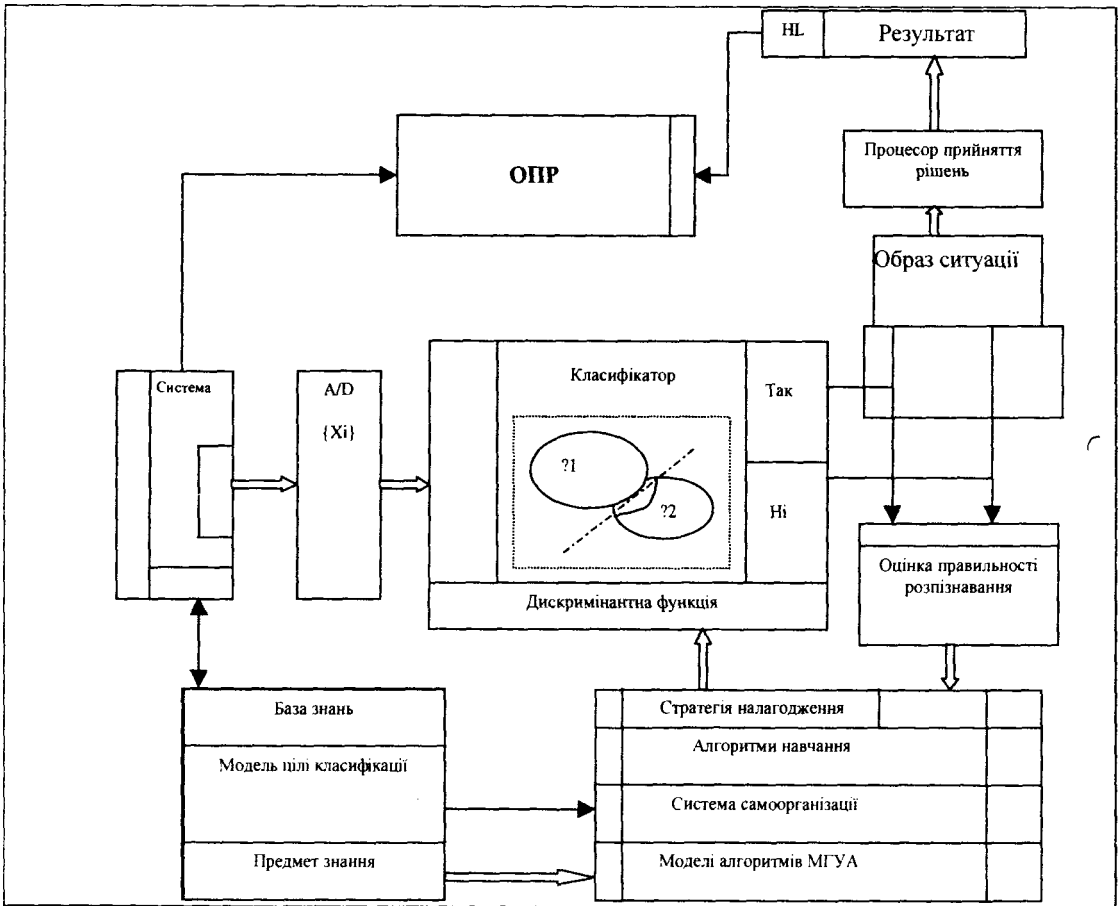
Аналогічний алгоритм існує і для перцептронної реалізації у випрямляючому просторі Ωz .

Була також доведена збіжність вибудованих оцінок $F_A^n, F_B^n, a_A^n, a_B^n$ до оптимальних значень, тобто при $n \rightarrow \infty$

$$C_A^n \rightarrow \frac{M_A}{P_A}; C_B^n \rightarrow \frac{M_B}{P_B}; a_A^n \rightarrow \frac{M_A^2}{2P_A^2}; a_B^n \rightarrow \frac{M_B^2}{2P_B^2} \quad (17)$$

Метод потенційних функцій неявно використовує інформацію про характер розподілів і може бути використаний, коли справедлива гіпотеза про "компактність". Інакше він спричиняє такі самі помилки, як і інші методи, що використовують як міру близькості монотонно спадаючої функції (або опуклий функціонал) від відстані поточної точки до центра (див. рисунок).

Висновки. Отже, за відсутності відповідності результатів дії і прогнозу виробляється нова експертна оцінка, ухвалюється інше рішення і реалізується нова управляюча дія. У разі, коли відповідності досягти неможливо відбувається зміна мети ІНС. Якщо результати дії відповідають прогнозу, що відповідає вдало вибраному управлінню, то мета інтелектуальної системи досягається.



Структурна схема класифікатора

Подібна структура ІНС є універсальною і може слугувати основою під час синтезу систем управління різними динамічними об'єктами.

1. Ивахненко А.Г. Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике. – К.: Техніка, 1971. 2. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. – К.: Техніка, 1975. 3. Ивахненко А.Г., Лапа В.Г. Предсказание случайных процессов. – К.: Наукова думка, 1971. 4. Holland J.H. Genetic algorithms and the optimal allocations of trials. SIAM Journal Computing, 2(2), 88-105, 1973. 5. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Copyright © 1989 by Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 6. Zbigniew M.I., Michalewicz S. Genetic algorithm + Data structure = Evolutionary programs. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1992.