

Данное обстоятельство наглядно отражено в модели (с учетом табл.3 и 4). В модели не представлены дополнительные переменные x_{20} - x_{24} , введенные в уравнения для учета возможных дополнительных условий формирования переменных перехода, которые могут появиться на последующих этапах разработки СУО, а также для адаптации СУО ЛП к конкретным приложениям. На данном этапе разработки СУО ЛП мы не можем оговорить законы их формирования, и поэтому все дополнительные переменные из набора x_{20} - x_{24} приняты логическими константами со значением 1.

Таблица 3

Признак	Переход
x_{10}	t_1
x_6	t_2
x_7, x_{13}	t_3
x_8	t_4
x_9	t_5

Таблица 4

Признак	Позиция
x_1	p_1
x_2	p_2
x_3	p_3
x_4	p_4
x_5	p_5
x_{11}	p_{12}, p_{18}
x_{12}	p_{14}, p_{19}, p_{30}
x_{14}	p_{21}, p_{24}
x_{15}	p_{23}, p_{26}
x_{16}	p_7 (косвенно)
x_{17}	нет (МВ всегда вкл.)
x_{18}	p_{36}
x_{19}	p_{28}

Представленная модель, благодаря присущей ей наглядности и средствам аппарата сетей Петри, позволяет графически отобразить и исследовать рабочий цикл ЛП, а также может служить основой для построения алгоритма управления [4] как летучими пилами, так и другими летучими механизмами.

SUMMARY

The Petri net as the working cycle mathematical model for the shaping mill flying saw, as the class-formed flying mechanism, was considered. The correlation between the control system logic variables and the net model was showed. The net model can be the basis for the development of the object-oriented control system of the flying saws, those are the wide flying mechanisms subclass.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костенко С.Н., Червяков В.Д., Паньч А.А. О задачах управления электроприводом несущего органа летучей пилы // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика: Вестник ХГПУ. Специальный выпуск. - Харьков: ХГПУ, 1998. - С.266-267.
2. Паньч А.А., Червяков В.Д. Ситуационный анализ рабочего цикла летучей пилы // Праці П'ятої української конференції з автоматичного управління "Автоматика-98" - Ч.ІІІ - Київ: Видавництво НТУУ КПІ, 1998. - С.226-230.
3. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Пер. с англ. - М.: Мир, 1984. - 264 с.
4. Ямпольский Л.С., Бавашак В. Автоматизация проектирования и управления в гибком производстве. - К.: Техника; Варшава: Научн.-техн. изд-во, 1989. - 214 с.

Поступила в редколлегию 21 декабря 1998 г.

УДК 517.17:518.25

АНАЛІЗ РЕНТГЕНІВСЬКИХ СПЕКТРІВ ПРИ ЕНЕРГОДИСПЕРСІЙНІЙ СПЕКТРОГРАФІЇ

А.В.Черниш, асп.

ВСТУП

Одним з актуальних напрямків автоматизації електронно-зондового мікроаналізу є застосування сучасних інтелектуальних комп'ютерних

технологій як для формування словника інформаційних ознак (ІО) рентгенівських спектрів (РС), так і безпосередньо для розпізнавання хімічних елементів. Запропонований алгоритм розпізнавання РС в рамках методу функціонально-статистичних випробувань (МФСВ) відкриває можливість переходу від якісного до кількісного аналізу хімічних елементів і сполук.

1 МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПІДХОДУ

Розв'язання задачі розпізнавання РС складається з двох етапів. На першому етапі розпізнаються піки спектрограм, і при цьому формується словник ІО спектра, що завантажується в систему з виходу енергодисперсійного спектрометра (ЕДС). Спектрограму, що візуалізує РС, заприклад марганцю по 4096 енергетичних каналах (Ch), наведено на рис.1а. Приклад формування вектора стану енергетичних піків $X_m = \langle x_{m,1}, x_{m,2}, \dots, x_{m,N} \rangle$, де $m = \overline{1, M}$ - змінна алфавіту класів розпізнавання $\{X_m^0\}$; N - кількість геометричних параметрів, наведено на рис.1б. На другому етапі розпізнається хімічний елемент. На кожному етапі задіяно алгоритми дискримінантного типологічного аналізу (ДТА) за МФСВ [1].

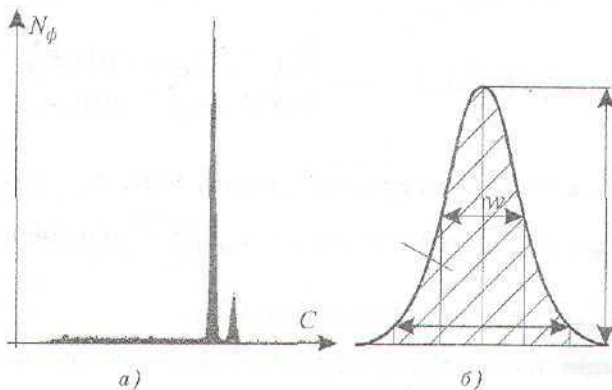


Рисунок 1

Ідея ДТА в рамках МФСВ полягає в знаходженні у процесі навчання максимуму КФЕ E_m^* , який визначає екстремальні значення параметрів навчання: контрольні припуски $\{\delta_i^*\}$ на ІО та радіуси розподіляючих гіперповерхней (РГП) d_m , які в просторі Хеммінга визначаються за формулою

$$d_m = \sum_i^N (x_{m,i} \oplus \lambda_m), \quad (1)$$

де $x_m \in X_m^0$ - еталонний вектор (ЕВ) класу X_m^0 ; λ_m - деяка вершина вектора реалізації на РГП.

Як КФЕ в МФСВ виступає інформаційний критерій, який є нелінійним функціоналом точнісних характеристик (ТХ). Для двоальтернативної системи оцінок ($M = 2$) і рівноімовірних гіпотез КФЕ, який обчислюється за інформаційною мірою Шенона, має вигляд [2]

$$E = 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{D_1}{D_1 + \beta} \log_2 \frac{D_1}{D_1 + \beta} + \frac{\alpha}{\alpha + D_2} \log_2 \frac{\alpha}{\alpha + D_2} + \frac{\beta}{\beta + D_1} \log_2 \frac{\beta}{\beta + D_1} + \frac{D_2}{D_2 + \alpha} \log_2 \frac{D_2}{D_2 + \alpha} \right), \quad (2)$$

де α, β, D_1, D_2 , ТХ - помилки першого та другого роду, перша та друга достовірності відповідно.

Оскільки значення критерію (1) прямо залежить від ТХ, то для пошуку максимуму КФЕ в процесі навчання здійснюється варіювання її значень. З цієї метою введено вектор оптимізованих параметрів $g = \langle g_1, \dots, g_L \rangle$, елементи якого впливають на значення ТХ. Тоді задача оптимізації процесу навчання в МФСВ полягає в знаходженні такого вектора g , який забезпечує $\max_{\{g\} \in G} E_m = E_m^*$, де область обмежень G задається системою рівнянь $R_j(g_1, \dots, g_L) = 0$, $j = \overline{1, J}$.

Визначення оптимальної в інформаційному сенсі кодової відстані d_m^* здійснюється за послідовним алгоритмом

$$d_m(k) = d_m(k-1) = \begin{cases} h, & \text{if } E_m[d_m(k-1)] \leq E_m^* \\ 0, & \text{if } E_m[d_m(k-1)] > E_m^* \end{cases},$$

де $d_m(0) = 0$; k - число приращень радіуса РГП; h - крок приращення;

$E_m^* = \max_{\{d\}} E_m$, де $\{d\} = \{0, 1, 2, \dots, d(x_m \oplus x_{m+1})\}$ - множина радіусів РГП

класу X_m^0 ; x_{m+1} - ЕВ сусіднього класу X_{m+1}^0 .

Оптимізація контрольних припусків здійснюється після вибору d_1^* для класу X_1^0 , який є бажаним для розробника системи, за алгоритмом:

$$\{\delta_{k,i}\} = \{\delta_{k,i}^*\}, \text{ if } E_1^*[\{\delta_{k,i}^*\}, d_1^*] = \max_{\{\delta_{e,i}^*\}} E_1^*(d_1^*),$$

де $\{\delta_{e,i}\}$ - система експлуатаційних (нормованих) полів допусків на ІО

$$|\delta_{k,i}| \leq |\delta_{e,i}|.$$

2 ОПИС АЛГОРИТМУ

Структурну схему алгоритму розпізнавання РС наведено на рис.2. Блок 2 здійснює первинну настройку системи шляхом завантаження конфігураційних файлів. Блок 3 завантажує спектр з виходу ЕДС у вигляді дійсного масиву. Блок 4 здійснює контроль якості спектра і при негативному рішенні через блок 6 коректує параметри зняття спектра (час виміру та енергетичні параметри пучка). При позитивному рішенні блок 5 формує масив ППК векторів стану енергетичних піків. Процедура 7 здійснює калібровку шкали виміру за енергіями каналів. Блок 8 реалізує перший етап - розпізнавання піків спектрограм, а блок 9 - розпізнавання спектрограм.

На етапі розпізнавання піків система функціонує як у режимі навчання, де здійснює оптимізацію параметрів за критерієм (1), так і в режимі екзамєну, на якому приймається рішення про класифікацію енергетичних піків з масиву ПІК. Після розпізнавання класів піків блок 9 здійснює ідентифікацію зареєстрованих піків на належність до хімічних елементів згідно з таблицею енергій характеристичних ліній. Блок 10 приймає рішення про необхідність перекалібровки системи у разі незадовільної достовірності розпізнавання.

Розглянутий алгоритм реалізовано на базі компілятора Visual C++ 5.0 для просвічувального електронного мікроскопа ПЕМ-125К виробництва АО «Селмі» (м.Суми).

ВИСНОВКИ

1 Алгоритм аналізу РС у рамках МФСВ дозволяє здійснювати як автонастройку електронного пучка, так і автокалібровку шкали виміру ІО.

2 Алгоритм оптимізує параметри навчання за інформаційним КФЕ.

3 Розглянута система зменшує вимоги до рівня кваліфікації оператора.



Рисунок 2

SUMMARY

It is considered the solution of a problem computer classification of x-ray spectra obtained by power-dispersion spectrometer on transmission electron microscope TEM-125C which was produced in joint-stock company Selmi (Sumy).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Краснополюсовський А.С. Технічна діагностика складних систем методом функціонально-статистичних випробувань// Оброблення сигналів і зображень та розпізнавання образів: Праці 3-ї української міжнародної конференції.- Київ, 1996.- С.174-177.
2. Краснополюсовський А.С., Черниш А.В. Оцінка функціональної ефективності системи розпізнавання, що навчається// Вісник СумДУ, 1997.- №2(8).- С.112-116.

Надійшла до редколегії 17 грудня 1998 р.