

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕДБАЧЕННЯ ДЛЯ ФАКТОРИЗАЦІЇ ПАРАМЕТРИЧНИХ СПЕКТРІВ

Медінцев Р.В.

Науковий керівник – д.ф.-м.н, проф. Тихонов В.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua

To analyze complex composite processes, it is proposed to use a multiplicative autoregressive model. Expressions describing such a model are presented. Decomposition of a complex multimode parametric spectrum of the process into simple components is substantiated. The model can be used to solve a number of problems in statistical radio engineering and artificial intelligence.

Складні процеси з багатомодовим спектром можуть бути представлені як результат послідовного перетворення вхідного процесу. Для опису цього класу процесів можна використовувати мультиплікативну модель лінійного передбачення [1]. Будемо вважати, що породжуючий процесом є гаусів або негаусів білий шум. Якщо фільтри лінійні і мають дрібно-раціональну передавальну функцію, то вони описуються моделями лінійного передбачення. Схема формуючих авторегресійних (АР) фільтрів таких процесів представлена на рис. 1.

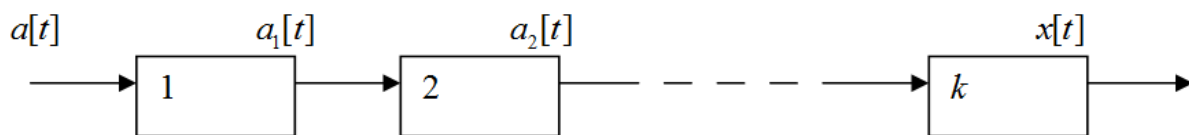


Рис. 1

Різницеве рівняння мультиплікативної моделі $AP_1 \times AP_2 \times \dots \times AP_k$ має вигляд

$$x[t] = \sum_{i=1}^{p_k} \Phi_k[i]x[t-i] + \dots + \sum_{i=1}^{p_1} \Phi_1[i]a_1[t-i] + a[t],$$

де $\Phi_v[i]$ – коефіцієнти і p_v – порядок моделі AP_v .

Рівняння мультиплікативної моделі можна виразити через оператор АР наступним чином

$$\Phi_1(z)\Phi_2(z)\dots\Phi_k(z)x[t] = a[t],$$

де оператор АР дорівнює

$$\Phi(z) = 1 - \sum_{i=1}^p \Phi[i]z^{-i}.$$

У операторній формі рівняння для розрахунку параметрів моделі має вигляд

$$\Phi_k(z)\dots\Phi_2(z)\Phi_1(z)R[j] = 0.$$

Рівняння мультиплікативної моделі представимо в операторному

вигляді

$$H(z)a[t] = H_n(z) \cdot \dots \cdot H_2(z)H_1(z)a[t] = x[t],$$

де системна функція виражається через оператор АР

$$H(z) = \Phi(z)^{-1} = \left(1 - \sum_{i=1}^p \Phi[i]z^{-i}\right)^{-1}.$$

Вираз для параметричної оцінки СПМ мультиплікативної моделі можна представити у вигляді добутку

$$P(f) = |H(f)|^2 D_a = |H_k(f)|^2 \cdot \dots \cdot |H_2(f)|^2 |H_1(f)|^2 D_a.$$

З цього виразу слідує параметрична спектральна оцінка [2] для моделі $AP_1 \times AP_2 \times \dots \times AP_k$

$$P(f) = \frac{D_a}{\left|1 - \sum_{i=1}^{p_k} \Phi_k[n]e^{-j2\pi f iT}\right|^2 \dots \left|1 - \sum_{i=1}^{p_1} \Phi_2[n]e^{-j2\pi f iT}\right|^2 \left|1 - \sum_{i=1}^{p_1} \Phi_1[n]e^{-j2\pi f iT}\right|^2}$$

де T – інтервал дискретизації. Цей вираз дозволяє описувати багатомодову параметричну спектральну характеристику мультиплікативного процесу.

Аналіз спектральної щільності коливань дає інформацію про розподіл потужності в залежності від частоти коливань. Застосовуючи мультиплікативну модель АР можна розкласти багатомодовий спектр на його складові. Така факторизація представляє складний спектр набором простіших одномодових, двухмодових і т.д. спектрів. Факторизація спектрів на складові використовувалася для розпізнавання мови, при аналізі ритмограм кардіограм серця [3, 4].

У доповіді розглянуто метод факторизації багатомодових параметричних спектрів складних процесів. Такий складний процес запропоновано описувати мультиплікативною моделлю АР. Метод факторизації випробуваний при розпізнаванні людей по їх мовним сигналам, на ритмограмах кардіограм серця.

Перелік джерел: 1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. М.: Мир, 1974. – 406 с. 2. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1990. – 584 с. 3. Tykhonov V.A., Kudriavtseva N.V., Chmelar P. Factorization of speech signals parametric spectra using multiplicative linear prediction models. Proceedings Elmar. 57th International Symposium ELMAR-2015, Zadar, 28-30 September 2015. 4. Тихонов В.А., Кудрявцева Н.В., Филь И.О. Составные векторные модели случайных последовательностей // 4-й Международный радиоэлектронный форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ 2011. Сб. научных трудов. Том. III. Междунар. Конференция «Актуальные проблемы биомедицины». – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЭ. 2011. – С. 121 – 122.