РОЗРОБКА МОДЕЛІ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ

УДК 681.5.015

РЯБЧЕНКО Ігор Миколайович
д.т.н., професор, завідувач кафедри Стратегічного менеджменту Харківського інституту МАУП.
Наукові інтереси: інформаційні технології.

ГАГАРІН Віталій Вікторович
доцент кафедри Інформаційних систем і технологій в міському господарстві ЦПО і ЗН Харківської національної академії міського господарства.
Наукові інтереси: інформаційні технології.

РЯБЧЕНКО Денис Ігорович
аспірант Харківського національного університету радіоелектроніки.
Наукові інтереси: інформаційні технології.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

В загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими або практичними задачами. Проблема синтезу ефективної системи управління є складною задачею, оскільки реальні процеси характеризуються, як правило, нелінійною залежністю, високим рівнем шумів і їх коррелірованістю, змінними умовами функціонування і т.д. Все це обумовлює застосування адаптивних методів і алгоритмів рішення даної задачі. Проте як і при будь-якому підході, дані методи вимагають розробки математичних моделей досліджуваних об'єктів. Слід зазначити, що одержувані математичні моделі використовуються не тільки в умовах безпосереднього управління, але і в цілях прогнозування або прогнозу поведінки об'єкту, що дозволяє підвищити ефективність управління шляхом завчасної корекції керованих параметрів. Таким чином, вибір і обґрунтовування математичної моделі є центральним питанням математичного прогнозування.

Ця проблема досліджується в рамках тематичного плану науково-дослідних робіт Міжрегіональної Академії управління персоналом з напряму І.1 01.05 Інформатика та кібернетика. Код завдання І.1.01.05.02, І.1.01.05.04 «Розвиток методів та програмного забезпечення для розв’язання задач математичного моделювання та оптимального управління» і пов'язана з практичними задачами виробничих управлінь водопровідно-каналізаційних господарств (ПУВКХ) України.

АНАЛІЗ ДОСЯГНЕНЬ

Побудова моделі прогнозованого процесу є задачею ідентифікації, успіх вирішення якої залежить від співвідношення двох чинників – об'єму апріорної інформації про структуру і параметри процесу і об'єму апріорної (зміряної) інформації. Апріорна інформація дозволяє визначити структуру моделі, тобто вирішити задачу структурної ідентифікації. На підставі ж зміряної або апостеріорної інформації визначають параметри моделі вибраної структури, тобто вирішують задачу параметричної ідентифікації.

Якість рішення задачі ідентифікації і прогнозування багато в чому визначається характером процесу, що вивчається.

В статті розглядаються стохастичні моделі, придатні для опису стаціонарних в широкому значенні процесів. Це обумовлено тим, що за допомогою переходу до кінцевих різниць тимчасові ряди прогнозованих характеристик, що включають тенденцію і періодичні коливання, можуть бути приведений до стаціонарних.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для підбору відповідної моделі і аналізу тимчасового ряду yn використовується його автокореляційна функція, яка при практичних дослідженнях замінюється її оцінкою (вибірковою автокореляційною функцією)

$$r_y(\tau) = \frac{\sum_n y_n y_{n-\tau}}{\sum_n y_n^2}, \tau = 1,2\dots, \quad (1)$$

Моделі, вживані для прогнозування, використовують перетворення значень прогнозованої величини yn, що приводить до послідовності незалежних випадкових величин xn.

Самою загальною моделлю, що використовується при прогнозуванні, є узагальнена модель авторегресії ковзаючого середнього (АРСС)

$$\Phi_p(B) y_n = \Phi_q(B)\varepsilon_n, \quad (2)$$

де $\Phi_q(B)\varepsilon_n$ – нормально розподілена складова з нульовим математичним очікуванням і дисперсією σ_ε^2.

При цьому звичайно передбачається, що виконуються умови стаціонарності авторегресійної складової і оборотності ковзаючого середнього, тобто корені многочлена $\Phi_p(B)\Phi_q(B)$ від невідомого B лежать зовні одиничного круга.

Визначення порядку моделі (2) на етапі її побудови включає аналіз стаціонарності досліджуваного процесу і вибір параметрів p і q даної моделі. Після цього розв'язується задача параметричної ідентифікації – визначення параметрів моделі ai. Основною метою побудови моделі АРСС є прогноз змін тимчасового ряду протягом деякого проміжку часу. При цьому розрізняють одно- і d-шаговое (d >1) прогнозування. В області розробки практичних методів прогнозування найзначніші результати отримані в роботах [1-2].

Заснована на (2) нелінійна модель може бути представлений таким чином:

$$y_n = f[y_{n-1}, y_{n-2}, \dots, y_{n-p}, \varepsilon_{n-1}, \varepsilon_{n-2}, \dots, \varepsilon_{n-q}] + \varepsilon_n, \quad (3)$$

де $f[\bullet]$ – нелінійна функція перетворення.

Узагальненням даної моделі є моделі, різні види нелінійностей, що враховують, по змінних y_i :

$$y_n = \sum_{i=1}^{p} a_i y_{n-i} + f[\varepsilon_n, \varepsilon_{n-1}, \dots, \varepsilon_{n-q}]; \quad (4)$$

$$y_n = f[y_{n-1}, y_{n-2}, \dots, y_{n-p}] + \sum_{i=0}^{q} b_i \varepsilon_{n-i}; \quad (5)$$

$$y_n = f[y_{n-1}, y_{n-2}, \dots, y_{n-p}] + \varphi[\varepsilon_n, \varepsilon_{n-1}, \dots, \varepsilon_{n-q}]. \quad (6)$$

у відмінності від (2) моделі (3)-(6) є непараметричними, проте вони можуть бути апроксимований, тобто приведений до параметричних моделей. Так поліноміальне представлення моделі (3) у припущенні, що p = q = 1, має вигляд

$$\begin{aligned} y_n = a_1 y_{n-1} + a_2\varepsilon_{n-1} + a_3 y_{n-1}^2 + a_4\varepsilon_{n-1}^2 + \\ + a_5 y_{n-1}\varepsilon_{n-1} + a_6 y_{n-1}^3 + \dots + \varepsilon_n. \end{aligned} \quad (7)$$

Порядок даного уявлення визначається в результаті рішення задачі структурної ідентифікації.

При побудові нелінійних моделей типу (3)-(6) вельми ефективним виявляється застосування нейромережевого підходу [3].

При цьому використовують два принципово відмінних підходу, заснованих на різних способах формування за допомогою моделі сигналу об'єкту, що передбачається. Так перший підхід заснований на використовуванні при формуванні сигналу моделі $\hat{y}_n$ зміряних сигналів і, а другий – сигналів і оцінених (спрогнозованих на попередніх тактах процесу прогнозування) сигналів . Відповідно до цього розрізняють паралельну модель, описувану рівнянням

$$\hat{y}_n = f[y_{n-1}, y_{n-2}, \dots, \varepsilon_n, \varepsilon_{n-1}], \quad (8)$$

і послідовно-паралельну вигляду

$$\hat{y}_n = f[\hat{y}_{n-1}, \hat{y}_{n-2}, \varepsilon_n, \varepsilon_{n-1}]. \quad (9)$$

Хоча паралельна модель дозволяє здійснювати прогнозування сигналу $\hat{y}_n$ на будь-яке число тактів вперед, а послідовно-паралельна тільки на 1 такт, більше розповсюдження отримало використовування послідовно-паралельної моделі.

ВИСНОВКИ

З існуючої в даний час великої кількості мережних структур для ідентифікації нелінійних динамічних систем в основному використовують три типи статичних штучних нейронних мереж: багатошаровий персептрон, радіально-базисні і стохастичні узагальнено-регресійні мережі.

Та обставина, що дані мережі дозволяють апроксимувати з будь-якою заданою точністю будь-яку безперервну функцію, забезпечила їх достатньо широке застосування при побудові нелінійних моделей вигляду (3)-(9).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. – М.: Мир, 1974. – 286 с.
2. Box G.E.P., Pierce D.A. Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models //J. of the Amer. Stat. Ass. – 1970. – Vol.65. – №332. – P.1509-1526.
3. Бодянский Е.В., Руденко О.Г. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения. – Харьков: ТЕЛЕТЕХ, 2004. – 372 с.