Литература

1. Гридюшко,А.И., Дубровская,А.В., Зубрицкий,М.И. и др. Методология разработки контуров проекта развития инженерно-педагогического образования // Образовательные технологии в подготовке специалистов: Сб. науч. ст. В 5 ч. / Под ред. Н.А. Цырельчука. - Минск: Мин-во образования РБ. МГВРК, 2003. - Ч. 2. - С. 37 - 44.
2. Громыко,Ю.В. Мыследеятельностная педагогика (теоретико-практическое руководство по освоению высших образцов педагогического искусства). - Мн.: Технопринт, 2000. - 376 с.
3. Масюкова,Н.А. Проектирование в образовании / Под ред. Б.В. Пальчевского. - Минск: Технопринт, 1999. - 288 с.
4. Палазков,П.А. Педагогическое проектирование систем дистанционного обучения в структуре профессионального образования: к постановке проблемы // Машиностроение: Сб. науч. тр. / Под ред. И.П. Филонова. - Минск: УП "Технопринт", 2002.- Вып. 18.-С. 697-702.
5. Пальчевский,Б.В., Масюкова,Н.А. Методологические основания разработки концепции проекта // Адукацыя і выхаванне. - 1997. -№ 4. - С. 3-16.
6. Песоцкий,Ю.С. Высокотехнологическая образовательная среда учебных заведений: теоретическая модель. - М.: Педагогика, 2002. – 96 с.
7. Сулейманов,В.З. Информационная среда образовательного учреждения: опыт теоретического моделирования. - М.: НИО, 2003. - 44 с.

УДК 681

Сглаживание случайных временных рядов с помощью приложения Windows

Романов А.В., Романова Д.А., Вавуло А.Н.
Белорусский национальный технический университет

Важный класс стохастических моделей для описания временных рядов составляют так называемые *нестационарные* модели. Они основаны на предположении, что процесс изменяет свои характеристики, причем изменчивыми во времени являются такие характеристики как положение колебаний временного ряда, т. е. математическое ожидание, так и размах этих колебаний, т. е. дисперсия. Наиболее часто используемой стохастической моделью нестационарных процессов является модель

$$y(t_n) = m_Y(t_n) + e_n, \quad n = 0, 1, ..., N-1,$$

где $m_Y(t_n)$ – изменяющееся во времени математическое ожидание, которое называют *систематической составляющей*;

$e_0, e_2, ..., e_{N-1}$ – независимые выборочные значения случайной величины $E(t)$, подчиняющейся нормальному распределению с нулевым средним и дисперсией σ_e^2. Процесс, задаваемый такой величиной $E(t)$, называют в теории вероятностей «белым шумом». В дальнейшем будем употреблять этот термин без кавычек.

Часто систематическая составляющая $m_Y(t_n)$ рассматривается как полезная компонента временного ряда $y(t_0), y(t_1), ..., y(t_{N-1})$, а случайные значения $e_0, e_2, ..., e_{N-1}$ – как помеха. Возникает задача «выделения» полезной компоненты из имеющихся наблюдений $y(t_0), y(t_1), ..., y(t_{N-1})$. Поскольку выделяемая функция времени $m_Y(t_n)$ в большинстве практических случаев является значительно более гладкой, чем анализируемый временной ряд, задача ее оценивания называется *сглаживанием* ряда.

Детерминированная систематическая составляющая $m_Y(t_n)$ называется *трендом*. Аналитическое выражение для функции времени $m_Y(t_n)$ не бывает известным, эту функцию (или ее значения в точках $t_0, t_1, ..., t_{N-1}$) можно только оценить с помощью математико-статистических методов. Очевидно, задача оценивания тренда состоит в построении оценочной функции $g_Y(t)$ для неизвестной функции $m_Y(t_n)$. Функция $g_Y(t)$, построенная по значениям $y(t_0), ..., y(t_{N-1})$, называется *эмпирическим трендом*.

Эмпирический полиномиальный тренд (эмпирическая полиномиальная регрессия) задается формулой [1, 2]:

$$g_Y(t) = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + ... + A_K t^K.$$

Линейный тренд представляет собой частный случай полиномиального тренда, для которого порядок полинома равен единице, т. е. $K=1$. Получение коэффициентов $A_0, A_1, ..., A_K$ эмпирического полиномиального тренда по методу наименьших квадратов состоит в решении матричного уравнения $\mathbf{HA}=\mathbf{Y}$, где

$$\mathbf{H}=\begin{bmatrix} N & \sum t_n & \sum t_n^2 & \dots & \sum t_n^K \\ \sum t_n & \sum t_n^2 & \sum t_n^3 & \dots & \sum t_n^{K+1} \\ \sum t_n^2 & \sum t_n^3 & \sum t_n^4 & \dots & \sum t_n^{K+2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum t_n^K & \sum t_n^{K+1} & \sum t_n^{K+2} & \dots & \sum t_n^{2K} \end{bmatrix} \text{ и } \mathbf{Y}=\begin{bmatrix} \sum y(t_n) \\ \sum t_n y(t_n) \\ \sum t_n^2 y(t_n) \\ \dots \\ \sum t_n^K y(t_n) \end{bmatrix}$$

В результате решения уравнения $\mathbf{HA}=\mathbf{Y}$ определяются значения $A_0, A_1, ..., A_K$, являющиеся элементами вектора $\mathbf{A}$. Подставив эти значения в выражение для $g_Y(t)$, получим функцию эмпирического тренда, который является оценочной функцией истинного (но неизвестного) тренда. Вычислив значения эмпирического тренда для моментов времени $t_0, t_1, ..., t_{N-1}$, получим сглаженную версию $g_Y(t_n)$ временного ряда $y(t_n)$, $n=0,1,...,N-1$.

Построение полиномиальной регрессии относится к семейству *параметрических методов* регрессионного анализа, поскольку построение эмпирической регрессии $g_Y(t)$ с их помощью связано с оцениванием *параметров* $A_0, A_1, ..., A_K$ эмпирической регрессии. Метод *скользящего среднего* относится к категории *непараметрических методов*, так как его применение не требует получения оценок параметров. При получении гладких функций эмпирических трендов в предыдущих случаях использовался весь временной ряд в целом. Метод скользящего среднего позволяет получить оценку тренда в точке t_n посредством взвешенного осреднения отсчетов временного ряда, наблюдаемых в окрестности этой точки. В соответствии с методом скользящего среднего [3] тренд в точке t_n оценивается посредством величины

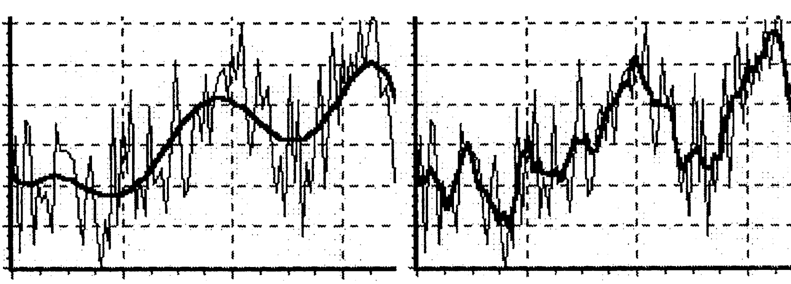
$$g_Y(t_n) = \sum_{k=-L}^{L} c_k y(t_{n+k}), \; n = L+1, L+2, ..., N-L,$$

где c_k – постоянные коэффициенты, называемые *весами*. Последняя формула показывает, что при заданном L для получения оценки $g_Y(t_n)$ требуется выполнить взвешенное суммирование $K = 2L+1$ отсчетов ряда. Поэтому употребляют термины «K-точечное скользящее среднее», «K-точечное сглаживание». Например, при $L=2$ ($K=5$) скользящее среднее называют пятиточечным.

Разработанное авторами Windows-приложение Smoothing обеспечивает выполнение следующих функций:

- получение значений числового ряда из двух источников: с помощью ручного ввода с клавиатуры и с помощью чтения из файла;
- вычисление и показ значений коэффициентов эмпирической полиномиальной регрессии;
- отображение графика полиномиальной регрессии совместно с графиком исходного (не сглаженного) ряда;
- сглаживание методом скользящего среднего;
- сохранение результатов сглаживания в дисковом файле.

На нижеприведенном рисунке показаны результаты сглаживания некоторого случайного временного ряда, полученные с помощью программы Smoothing. На левом рисунке сглаживание выполнено с помощью полинома порядка 8, а на правом – с помощью 9-точечного скользящего среднего.



Результаты свидетельствуют о работоспособности приложения Smoothing и его применимости для сглаживания реальных временных рядов.

Литература

1. Ортега, Дж., Пул, У. Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
2. Романов, А.В. Методы обработки экспериментальных данных: Учеб. пособие. – Мн.: НПООО «Пион», 2002. – 202 с.
3. Андерсон, Т. Статистический анализ временных рядов. – М.: Мир, 1976. – 755 с.

УДК 371.3

Тестирование в дистанционном обучении

Блинкова Н.Г., Блинков Г.Н.
Белорусский национальный технический университет

Прежде всего необходимо подчеркнуть увеличение числа желающих получить знания и высшее образование без отрыва от работы с применением современных образовательных технологий. Этому способствует появление таких технических средств обучения как: компьютерные видео, аудио, 2D -, 3D –, Интранет и Интернет технологии.

Увеличение стоимости обучения на дневной форме также приводит к росту числа студентов, обучающихся дистанционно.

Проведение преподавателями дистанционных консультаций в реальном времени позволяет индивидуализировать процесс обучения и повысить его качество.

В связи с этим в настоящее время особое внимание уделяется проблеме тестирования. Чаще всего такой метод в процессе обучения используют для проверки и оценки результатов деятельности обучаемых. В меньшей степени тестирование применяют в процессе самообразования и самоконтроля. Как известно, педагогический контроль выполняет целый ряд функций в образовательном процессе: оценочную, стимулирующую, развивающую, обучающую, диагностическую, воспитательную и др. Из основных функций тестирования выделяют диагностическую, позволяющую обнаружить пробелы в знаниях, и управ-