МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Томский государственный университет
Горно-Алтайский государственный университет
Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРУКТУР

МАТЕРИАЛЫ ДЕСЯТОЙ РОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2014

поток страховых премий, поступающих в компанию, является пуассоновским с интенсивностью λ. Страховые премии являются независимыми одинаково распределенными случайными величинами с плотностью распределения $\varphi(x)$, средним значением $M\{x\}=a$ и вторым моментом $M\{x^2\}=a_2$. Поток страховых выплат также является пуассоновским с интенсивностью μ. Страховые выплаты являются независимыми одинаково распределенными случайными величинами с плотностью распределения $\psi(x)$, средним значением $M\{x\}=b$ и вторым моментом $M\{x^2\}=b_2$. Страховая компания несет постоянные затраты, связанные с её деятельностью, равные величине c в единицу времени. Параметры модели связаны между собой условием $\lambda a=(1+\theta)(\mu b+c)$, где $\theta>0$ – нагрузка страховой премии.

Доказано, что вероятность разорения $P(S)$ страховой компании при условии, что её начальный капитал равен S, удовлетворяет неравенству

$$P(S)\le \exp(-kS),$$

где $k>0$ – решение уравнения

$$\lambda\int_0^\infty e^{-kx}\varphi(x)dx+\mu\int_0^\infty e^{kx}\psi(x)dx=\lambda+\mu-kc.$$

При $\theta\ll 1$ $\quad k=\theta k_0$, где $k_0=2\lambda a/(\lambda a_2+\mu b_2)$

Пусть $\varphi(S,u)$ – производящая функция моментов условного времени до разорения страховой компании t при условии, что разорение произошло, если в начальный момент времени ее капитал равен s. Показано, что при $\theta\ll 1$

$$\varphi(S,u)=\exp\left(\left(\frac{\theta k_0}{2}-\sqrt{\frac{\theta^2k_0^2}{4}+\frac{k_0u}{\lambda a}}\right)S\right)\quad +O(\theta)\ .$$

Пусть выполняются условия $\lim\limits_{\theta\to 0}\theta s(\theta)=\infty$, $\quad\lim\limits_{\theta\to 0}\theta^{\frac{3}{2}}s(\theta)=0$. Тогда величина $z=\dfrac{t-ms}{\sigma\sqrt{s}}$, где $m=\dfrac{1}{\lambda a\theta},\sigma=\sqrt{\dfrac{2}{\theta^3k_0(\lambda a)^2}}$, имеет стандартное нормальное распределение.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЫНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА РАЗМЕЩЕНИЙ С ПОВТОРЕНИЯМИ

В.В. Поддубный, О.В. Романович

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
vvpoddubny@gmail.com, hjkm@ngs.ru

Рассматривается имитационная модель функционирования рынка многих ($n>1$) конкурирующих и/или сопутствующих товаров. Линия предложения товаров считается неизвестной и формируется продавцом в зависимости от спроса на товары и цен товаров. Динамика цен определяется стратегией поставки товаров на рынок продавцом, стремящимся получить максимальную прибыль от продаж.

Пусть $P(t)$ – n-вектор цен в каждый момент времени t. Считаем, что n-вектор спроса $Q^D(t)$ на товары линейно зависит от вектора цен $P(t)$: $Q^D(t)=Q_{\rm m}-AP(t)$, $t=0,1,2,\ldots$, $P(0)=P_0$, где A – положительно определённая $n\times n$-матрица абсолютной ценовой эластичности спроса. Пусть $Q^Z(t-\tau)$ – n-вектор объёмов товаров, заказанных в момент $t-\tau$ и поступивших на рынок в момент t с запаздыванием τ; $Q^O(t)$ – n-вектор остатков товаров, непроданных на предыдущем интервале времени; $Q(t)$ – n-вектор объёмов товаров, имеющихся на рынке: $Q(t)=Q^Z(t-\tau)+Q^O(t)$. В зависимости от объёма i-го товара на рынке могут возникнуть три состояния рынка: $Q_i^D(t)>Q_i(t)$ – дефицит i-го товара (зона 1), $Q_i^D(t)<Q_i(t)$ – затоваривание по i-му товару (зона 2) и $Q_i^D(t)=Q_i(t)$ – динамическое равновесие по i-му товару (зона 3). Определим объём продаж товаров $Q^S(t)=\min(Q^D(t), Q(t))$ и динамику объёма непроданных товаров $Q^O(t+1)=Q^O(t)+Q^Z(t-\tau)-Q^S(t)$.

За критерий оптимальности функционирования рынка принимаем максимум суммарной прибыли продавца в каждый момент времени t с учётом «штрафа» за резкое изменение цен товаров:

$$J(t) = Q^{ST}(t)P(t) - Q^{ZT}(t-\tau)P_1 - Q^{OT}(t)P_2 - \frac{1}{2}\left(P(t) - P(t-1)\right)^T R\left(P(t) - P(t-1)\right) \underset{\{P,Q\}}{\Rightarrow} \max,$$

где P_1 и P_2 – n-векторы цен закупки и хранения товаров, R – матрица коэффициентов штрафной функции. Функция $J(t)$ является кусочно-дифференцируемой функцией переменных P и Q с разрывами градиента этой функции на линиях разделов зон 1 и 2 (в зоне 3). Поскольку каждый товар может оказаться в момент времени t в любой из 3-х указанных зон, при решении задачи оптимизации необходим перебор 3^n зон состояния рынка. Введение диагональных $n \times n$-матриц-предикатов $C^{(k)}(t)$, указывающих состояние рынка по каждому товару ($C_{ii}^{(k)}(t) = 1$, если i-й товар находится в k-й зоне, иначе $C_{ii}^{(k)}(t) = 0$), где $k = 1,2,3$ – номера зон, позволяет свести [1] задачу оптимизации кусочно-дифференцируемой функции к задаче условно-гладкой оптимизации. Целевая функция $J(t)$ принимает вид:

$$J = Q^TC^{(1)}P + (Q_m - AP)^T(C^{(2)} + C^{(3)})P - Q^TP_1 + Q^{OT}(P_1 - P_2) - (P - P_{\text{пред}})^TR(P - P_{\text{пред}})/2 \Rightarrow \max.$$

Максимизируя функцию J по P при фиксированном Q, находим $P(Q) = \alpha + \beta Q$, где

$$\alpha = (C^{(1)} + C^{(2)})\{(C^{(2)} + C^{(3)})(A + A^{\mathrm{T}}) + R\}^{-1}[(C^{(2)} + C^{(3)})Q_m + R\,P_{\text{пред}}] + C^{(3)}A^{-1}Q_m,$$

$$\beta = (C^{(1)} + C^{(2)})\{(C^{(2)} + C^{(3)})(A + A^{\mathrm{T}}) + R\}^{-1}C^{(1)} - C^{(3)}A^{-1}.$$

Подставив $P(Q)$ в J и максимизируя J по Q, находим оптимальное предложение товаров: $Q = V^{-1}u$, где

$$u = C^{(1)}\alpha - \beta^TA^T(C^{(2)} + C^{(3)})\alpha + \beta^T(C^{(2)} + C^{(3)})(Q_m - A\alpha) - \beta^TR(\alpha - P_{\text{пред}}) - P_1,$$

$$V = -\,C^{(1)}\beta - \beta^TC^{(1)} + \beta^TA^T(C^{(2)} + C^{(3)})\beta + \beta^T(C^{(2)} + C^{(3)})A\beta + \beta^TR\beta.$$

Для реализации имитационной модели рынка многих товаров с использованием матричных предикатов предложен алгоритм перебора 3^n гипотетических состояний рынка с решением задачи оптимизации для каждого состояния на основе рекурсивной процедуры генерации размещений с повторениями $\overline{A}_3^n$, где n – количество товаров на рынке, 3 – количество различных состояний рынка по одному товару. Алгоритм реализован для произвольного числа товаров. Приводятся примеры численного моделирования рынка многих товаров, иллюстрирующие динамику замещения товаров.

Литература

1. *Поддубный В.В., Романович О.В*. Математическое моделирование оптимального рынка конкурирующих товаров в условиях лага поставок // Компьютерные исследования и моделирование. 2012. Т. 4. № 2. С. 431–450.

НЕЙРО-НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КУРСА АКЦИЙ

Д.В. Полупанов, Д.С. Биджоян

Башкирский государственный университет, Уфа, Россия
demetrious@mail.ru, bidzhoyan_david@mail.ru

Инвестирование в фондовый рынок – это один из наиболее эффективных способов распределения ограниченного капитала, с целью извлечение прибыли в виде дивидендов и разницы цен покупки и продажи. В связи с этим, биржевое ценообразование на финансовых рынках является актуальным направлением изучения инвесторами и трейдерами. В последние десятилетия для этих целей используются классические статистические методы [1], существенными недостатками которых являются выявление только линейных закономерностей и необходимость сбора данных за длительные промежутки времени, что в условиях российской действительности затруднено. На фоне регрессионного аппарата нейронные сети (НС) являются действенным инструментом для получения прибыли, которые лишены недостатков классических методов прогнозирования [2]. На сегодняшний день, по итогам ежегодных соревнований по алгоритмическому трейдингу не редко побеждает НС-роботы, показавшие наибольший процент доходности.

В тоже время НС не всегда объективно прогнозируют курс ценных бумаг. Можно выделить следующие проблемы:

1. Выбор типа НС. Среди множества НС наиболее популярной является многослойный персептетрон, при этом возникает проблема в выборе количества скрытых слоев и нейронов, что делает процесс построения модели достаточно емким.