

Г. И. Б е л я в с к и й, И. В. М и с ю р а (Ростов-на-Дону, ЮФУ). **Одношаговый нейросетевой вейвлет предиктор сигналов.**

В докладе рассматривается модель сигнала:

$$X_n = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i X_{n-i} + \varphi \left(b_0 + \sum_{i=1}^q b_i X_{n-i}^2 \right) \varepsilon_n. \quad (1)$$

В (1) функция φ , равная нулю вне интервала $[0, A]$, принадлежит пространству $L_2[0, A]$, ε — последовательность независимых стандартных нормальных случайных величин. В частном случае, когда $\varphi(x) = \sqrt{x}$ на интервале $[0, A]$, уравнение (1) является $AR(p) + ARCH(q)$ — уравнением [1]. Допустим, что с высокой степенью точности $\varphi(x) \approx \sum_{k=1}^N f_k H_k^A(x)$, где $H_k^A(x)$ — вейвлет-базис на интервале $[0, A]$, например, базис Хаара.

Одношаговый прогноз заключается в вычислении

$$X_n^+ = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i X_{n-i} + k \varphi \left(b_0 + \sum_{i=1}^q b_i X_{n-i}^2 \right), \quad X_n^- = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i X_{n-i} - k \varphi \left(b_0 + \sum_{i=1}^q b_i X_{n-i}^2 \right). \quad (2)$$

В (2) X_n^+, X_n^- — верхняя и нижняя прогнозные оценки соответственно, параметр выбирается исходя из доверительной вероятности для стандартной нормальной случайной величины. Реализация (2) при фиксированном вейвлет-базисе в виде нейронной сети очевидна.

Задача обучения нейронной сети (2) состоит в вычислении параметров $\{a\}, \{b\}$ и $\{f\}$ по обучающей выборке следующей структуры $V = \{X_{n-p}, \dots, X_{n-1}; X_{n-q}^2, \dots, X_{n-1}^2; X_{a/2}^-, X_{a/2}^+\}$. Здесь $X_{a/2}^-, X_{a/2}^+$ — выборочные нижний и верхний $a/2$ квантили для выборки $\{X_{n-l}, \dots, X_n\}$, см., например, [2]. Последние два элемента — выходные значения нейросети.

В докладе приводятся результаты обучения для различных алгоритмов — адаптивный, генетический и комбинированный [3], а так же результаты прогноза финансовых индексов.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант N 14-01-00579.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ширяев А. Н.* Основы стохастической финансовой математики. Факты. Модели. М.: ФАЗИС, 1998, 489 с.
2. Вероятность и математическая статистика: Энциклопедия./ Под ред. Ю. В. Прохорова. М.: Большая российская энциклопедия, 2003, 912 с.

3. *Белявский Г. И., Лиля В. Б., Пучков Е. В.* Алгоритм и программная реализация гибридного метода обучения искусственных нейронных сетей. — Программные продукты и системы, 2012, 4, с. 96–101.