

Б. В. Бенгус (Ростов-на-Дону, РГСУ). **Прогнозирование тенденции временного ряда с помощью искусственной нейронной сети.**

В настоящее время остается актуальной задача прогнозирования временных рядов. В ряде случаев нет необходимости в точных прогнозах, а достаточно лишь предсказание тенденции временного ряда. Известно, что искусственные нейронные сети (ИНС) хорошо справляются с задачей классификации, хуже с задачей прогнозирования. В связи с этим будем сводить задачу прогнозирования к задаче классификации.

В качестве примера изучается временной ряд, составленный из финансовых индексов ценной бумаги, с целью предсказания тенденции поведения, соответствующего рисковому активу. Под тенденцией понимается три типа поведения, соответственно 3 класса: падение тренда (-1); сохранение (0); рост тренда (1).

Рассмотрим реализацию данной задачи на примере котировки валютной пары EUR/USD за период с 12.09.2013 по 12.12.2013. В качестве таймфрейма (интервала времени) взяты одни сутки и цена закрытия рассматриваемого финансового инструмента.

Исходные данные, предназначенные для обучения ИНС состоят из двух рядов $R = \{R_t : t \in T\}$, где $R_t = \ln(S_t/S_{t-1})$, и $Trend = \{Trend_t\}$, где

$$Trend_t = \begin{cases} -1, & R_t \in (-\infty, -\theta), \\ 0, & R_t \in [-\theta, \theta], \\ 1, & R_t \in (\theta, \infty). \end{cases}$$

Значение переменной θ определяется эмпирически и зависит от того, насколько по нашему мнению значение логарифмической доходности велико или низко, соответственно значительно изменилась цена актива или нет.

В качестве топологии ИНС выбрана рекуррентная ИНС Элмана [4, 5] с архитектурой, выбранной по теореме Колмогорова–Арнольда–Хехт–Нильсена [1]. В качестве алгоритмов обучения ИНС использовались адаптивный алгоритм [2], генетический [3] и гибридный [3]. Наиболее успешным результатом распознавания классов тренда оказалось использование адаптивного алгоритма обучения ИНС, что видно на представленных ниже результатах. Эксперимент состоит в том, что ИНС пытается определить тенденцию временного ряда на один следующий таймфрейм, решая задачу классификации. Для обучения использовалось 75 примеров и 10 раз сеть переобучалась для предсказания следующего значения. Выход ИНС выдает значения в трех окрестностях: $\{-1, 0, 1\}$, соответственно для точного определения класса разобьем выходной диапазон на 3 равных интервала: $[-1; -0,33]$, $[-0,33; 0,33]$, $(0,33; 1]$, которые будут относить результат к соответствующему классу $\{-1, 0, 1\}$. Наихудший результат представлен в табл. Сеть из 10 раз 6 раз правильно предсказывала тенденцию.

Таблица. Результаты предсказания тренда временного ряда

Дата	Фактич. тренд	Выход нейросети	Выход через пороговую функцию	Ср. кв. Ошибка сети	Порог
03.12.2013	1	0,8989	1	0,055186367	0,33
04.12.2013	0	-0,3277	0	0,054566113	
05.12.2013	1	0,8596	1	0,088392733	
06.12.2013	1	0,7347	1	0,030210065	
07.12.2013	1	-0,7515	-1	0,069345156	
08.12.2013	0	0,8082	1	0,062529306	
09.12.2013	1	0,9662	1	0,054628285	
10.12.2013	1	-0,7825	-1	0,054582162	
11.12.2013	1	0,4454	1	0,046154577	
12.12.2013	1	0,0357	0	0,069190238	

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 14-01-00579.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Круг П.Г.* Нейронные сети и нейрокомпьютеры. М.: Изд-во МЭИ, 2002, с. 32–34.
2. *Лила В.Б.* Алгоритм и программная реализация адаптивного метода обучения искусственных нейронных сетей. — Инженерный вестник Дона, 2012, № 1.
3. *Белявский Г.И., Лила В.Б., Пучков Е.В.* Алгоритм и программная реализация гибридного метода обучения искусственных нейронных сетей. — Программные продукты и системы, 2012, № 4, с. 96–100.
4. *Бодянский Е.В., Руденко О.Г.* Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения. Харьков: ТЕЛТЕХ, 2004, с. 187–194.
5. *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика, 2002, с. 210–214.