



И.В. Лёзина, В.С. Хохлова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА

(ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»)

Нейронные сети – это одно из направлений исследований в области искусственного интеллекта, основанное на попытках воспроизвести нервную систему человека. А именно: способность нервной системы обучаться и исправлять ошибки, что должно позволить смоделировать, хотя и достаточно грубо, работу человеческого мозга. Нейрон – это специальная клетка, которая структурно состоит из ядра, тела клетки и отростков. Одной из ключевых задач нейрона является передача электрохимического импульса по всей нейронной сети через доступные связи с другими нейронами. Притом, каждая связь характеризуется некоторой величиной, называемой силой синоптической связи (весом). В многослойном персептроне используется сигмоидальный тип нейрона, работу которого можно описать парой уравнений 1 и 2 [1].

$$u_k = \sum_{j=1}^N w_{kj} x_j \quad (1)$$

$$y_k = \varphi(u_k + b_k), \quad (2)$$

где x_j – входные сигналы, w_{kj} – синаптические веса нейронов, u_k – линейная комбинация входных воздействий, φ – функция активации, y_k – выходной сигнал нейрона. В работе использовались в качестве функции активации: логистическая функция и функция гиперболического тангенса.

У нейронных сетей много важных свойств, но ключевое из них – это способность к обучению. Обучение нейронной сети в первую очередь заключается в изменении «силы» синаптических связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет сформировать верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и/или «зашумленных», частично искаженных данных.

Для обучения сети использовались:

- 1) алгоритм наискорейшего спуска с моментами и метод обратного распространения ошибки (Backprop) [1];
- 2) эвристический алгоритм RPROP [2];
- 3) эвристический алгоритм Quickprop [2].

Критерием останова обучения является достижение заданной погрешности, которая сравнивается со стандартным отклонением, которое рассчитывается по формуле 3 [1], либо достижение ограничения по количеству итераций.



$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_{\hat{\phi}i})^2}, \quad (3)$$

где y_i – значение индекса, полученное сетью, $y_{\hat{\phi}i}$ – фактическое значение индекса.

Для тестирования сетей была реализована загрузка статистики по 4 индексам фондовых бирж: Dow Jones, SnP 500, Nasdaq Composite, Hang Seng, для проверки прогнозирующих возможностей сети используем индекс Nasdaq Composite [3].

Nasdaq Composite – фондовый индекс, составленный из обыкновенных акций и подобных финансовых инструментов всех компаний, торгующихся на бирже NASDAQ. Включает в себя более 3000 американских и неамериканских корпораций. В силу специфики биржи NASDAQ индекс считается важным показателем динамики курсов ценных бумаг высокотехнологичных и быстро растущих компаний [4];

Для прогноза использовались выборка максимальных значений индекса за период с 07.12.2011 по 15.10.2012, значения индекса измерялись каждый день работы фондовых рынков.

В результате проведенных исследований было определено оптимальное сочетание параметров сети (количество входных и выходных нейронов, число нейронов в скрытых слоях, количество скрытых слоев), параметров обучения (постоянной момента и обучения), используемого алгоритма обучения, функции активации.

Исследуем зависимость СКО тестирования от алгоритма обучения и функции активации при следующих параметрах:

- тестовая выборка – 100 индексов; число итераций обучения 1000;
- коэффициент обучения, момента – различные для различных алгоритмов;
- входной слой – 5 нейронов, выходной – 4.

Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость СКО от алгоритма обучения, функции активации

Функция активации Алгоритм обучения	Сигмоидальная функция активации	Функция активации ги- перболического тангенса
Backprop	0,000296	0,000198
RPROP	0,000832	0,00111
Quickprop	0,00126	0,000925

Таким образом, наилучший прогноз для данного индекса дает нейронная сеть, обученная с помощью алгоритма наискорейшего спуска с моментами и метода обратного распространения ошибки и функции активации гиперболического тангенса.

Исследуем зависимость СКО тестирования от алгоритма обучения, количества нейронов в скрытом слое при следующих параметрах:

- тестовая выборка – 100 индексов; число итераций обучения 1000;



- коэффициент обучения (n), момента (m) - указаны в таблице;
- входной слой – 5 нейронов, выходной – 4;
- функция активации – гиперболического тангенса;

Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость СКО от алгоритма обучения, числа нейронов в скрытом слое

Алг. обучения / Скрытый слой	Backprop ($n=0.015$, $m=0.9$)	RPROP	Quickprop ($m=0.2$)
0	0,000203	0,001037	0,001806
1	0,001589	0,001508	0,002127
3	0,0017089	0,001612	0,002535
5	0,001687	0,001605	0,002182
7	0,00417	0,001698	0,003652

Таким образом, оптимальное число нейронов в скрытом слое для данного индекса для любого алгоритма обучения равно 0.

Оптимальная конфигурация сети для поставленной задачи прогнозирования оказалась: входной слой нейронной сети – 5 нейронов, скрытый слой отсутствует, выходной слой – 4 нейрона, коэффициент момента – 0,2, коэффициент обучения – 0,9, при использовании алгоритма наискорейшего спуска с моментами и метода обратного распространения ошибки и функции активации гиперболического тангенса. Полученный прогноз представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Наилучший прогноз на 4 дня для индекса Nasdaq
(Алгоритм обучения – Backprop)

Так же для алгоритма обратного распространения ошибки было реализовано дообучение на одну итерацию обучения (на один день). После дообучения сети оптимальной конфигурации был получен более точный прогноз (рис. 2).

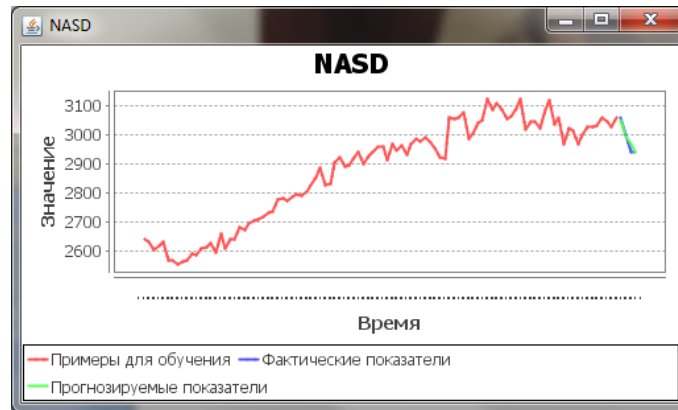


Рис. 2. Прогноз на 4 дня для индекса Nasdaq
(Алгоритм обучения – Backprop) после дообучения

Литература

3. Хайкин С. Нейронные сети. – М. : Вильямс, 2006. – 1104 с.
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2002 – 344 с.
5. РосБизнесКонсалтинг [Электронный ресурс] - <http://export.rbc.ru/>
6. National Association of Securities Dealers Automated Quotation - NASDAQ Composite [Электронный ресурс] - <http://www.nasdaq.com/>