

УДК 519.688:004.8

М. В. Крючков, Пермский филиал Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СПОРТИВНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Представлена математическая модель спортивного прогнозирования, реализованная средствами искусственного интеллекта.

Ключевые слова: моделирование, нейронная сеть, прогнозирование.

Пожалуй, одним из самых интересных применений искусственного интеллекта является задача прогнозирования. Способность искусственной нейронной сети (ИНС) к прогнозированию напрямую следует из ее возможностей обобщения и выделения скрытых зависимостей между входными и выходными данными. Следует отметить, что прогнозирование возможно тогда и только тогда, когда предыдущие изменения действительно в какой-то степени определяют будущее. Спортивное прогнозирование – вид консультационной деятельности, направленной на предугадывание предстоящих спортивных событий, основанный на математико-статистических методах исследования. Прогноз, полученный в результате анализа, представляет ценность для заинтересованных в предстоящем результате лиц: экспертов, букмекеров, журналистов, спортивных федераций, тренерского штаба, самих игроков. В представленной работе описана ИНС (архитектура, аппаратная реализация, процесс обучения), позволяющая решать задачу спортивного прогнозирования на примере анализа результатов баскетбольных матчей Национальной баскетбольной лиги (NBA). Выбор спортивного состязания не случаен – матчи проходят практически ежедневно: в год происходит большое количество игр, счет баскетбольного матча – примерно по 100 очков каждой из команд – несущественен по отношению к малому возмущению, вызванному «случайным голом», чего нельзя сказать, например, о футболе или хоккее.

В качестве архитектуры выберем простейшую однослойную ИНС (рис. 1), на вход которой подаются 24 значения – показатели забитых и пропущенных мячей в предыдущих матчах, а на выходе одно значение – спрогнозированный итог результативности команды. Численное значение выходного параметра рассчитывается как сумма произведений значений всех входных нейронов на соответствующие им веса, т. е. по формуле

$$Y = \sum_{i=1}^{24} x_i w_i, \quad (1)$$

где x_i – значение i -го входного параметра, а w_i – его вес.

Стартовые значения весов, каждое из которых берется равным $1/24$, таковы, что построенная мате-

матическая модель изначально представляет собой «наивный» метод прогнозирования [1] – прогноз строится как среднее арифметическое 24 результатов предыдущих матчей без учета «важности» показателей. Однако в процессе обучения ИНС веса терпят изменения, что позволяет не только улучшить точность прогноза, но и справиться с одной из самых сложных, слабо формализуемой задачей искусственного интеллекта – обоснованием полученного результата [2]. Так, например, отклонения значений весовых коэффициентов от $1/24$ в меньшую сторону характеризуют малую важность показателя, а в большую – высокую.

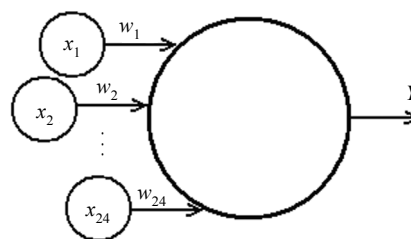


Рис. 1. Структура ИНС

Остановимся подробнее на процессе обучения представленной ИНС. В основу алгоритма заложены принципы «обучения с учителем» [2], т. е. обучающая выборка просматривается несколько раз (итераций), а выходное пространство решений известно. В качестве входных данных на каждой итерации ИНС имеет в своем распоряжении значения 24 входных параметров и конечный результат уже состоявшегося события. Говоря математически, процесс обучения представляет собой задачу минимизации функционала

$$E = \sum_k \left(\sum_{i=1}^{24} (w_i x_i^k) - y^k \right)^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

где x_i^k – значение i -го входного параметра для k -го обучающего примера, w_i – его вес; y^k – выходное значение состоявшегося события.

На веса w_i накладывается дополнительное ограничение $0,8 < w_i < 1,2$, которое включает в себе авторскую гипотезу, что каждый параметр влияет на

итоговый результат с отклонением в пределах не более 20 %. С учетом введенного условия и необходимостью минимизации функционала (2) процесс обучения превращается в задачу линейного программирования [3] – отыскания точки минимума в области заданной линейными ограничениями. Не заостряя особого внимания на методах решения данной задачи и не описывая недостатки, присущие любому из предназначенных для ее решения алгоритмов, остановим свое внимание на следующей идее алгоритма. За основу процесса обучения возьмем правило Хейбба [2], главная идея которого заключается в увеличении весов тех сигналов, которые положительно влияют на результат (уменьшают значение функционала E), и уменьшении весов сигналов, увеличивающих ошибку. Итерационный процесс обучения заканчивается, когда изменения параметров w_i ведет к росту функционала E . Более подробное описание алгоритма, включая математическое обоснование, программную реализацию, доказательство тео-

ремы сходимости и пр., выходит за рамки данной статьи и заслуживает отдельного внимания. После обучения нейросеть готова к использованию.

Реализованная ИНС была использована с целью получения спортивных прогнозов матчей NBA. В качестве обучающей выборки были использованы первые 10 календарных игр каждой из команд. Для каждого последующего события делался прогноз, фиксировался, и после завершения матча его результат попадал в обучающую выборку. Таким образом, с каждым испытанием увеличивался объем исходных примеров, следовательно, точность прогноза.

Средствами *Borland Delphi 7.0* создан удобный интерфейс (рис. 2), позволяющий загружать статистику проведенных испытаний, осуществлять программную реализацию алгоритма обучения ИНС, наглядно продемонстрировать показатели выбранных команд и степень их влияния на результат ожидаемого матча, получать заветный прогноз предстоящей игры.

The screenshot shows a window titled 'Form1' with two data tables. The first table, under 'команда1', lists values for 'Нью-Йорк Никс'. The second table, under 'команда2', lists values for 'Нью-Орлеан Хорнетс'. Below the tables are buttons for 'загрузить', 'Обучение', 'прогноз', and 'сохранить'. The 'прогноз' button is highlighted, and the predicted values '96' and '90' are displayed below it.

Рис. 2. Интерфейс программной реализации ИНС

Конечно, такую сложную и нетривиальную модель прогнозирования, как ИНС, не могли обойти стороной и некоторые недостатки. К сожалению, проблема локальных минимумов [3] при решении оптимизационной задачи остается не решенной, однако найденный экстремум вполне подходит в качестве решения. Чувствительной оказалась ИНС в период «трансферного окна» и играми перед «плей-офф»: составы команд терпят некоторые изменения, что, очевидно, снижает точность прогноза, сделанного лишь на основании результатов прошлых игр. Однако способность нейросети к обучению позволяет вновь выйти на желаемый уровень точности.

На протяжении сезона 2012/13 гг. с помощью ИНС было сделано 800 прогнозов. В 565 испытаниях прогнозируемый результат совпал (отличие от прогноза, полученного с помощью нейросети, от прогноза букмекера составляло не более 2,5 %) с «мнением» букмекера (по статистике сайта www.marathonbet.com). Статистически проанализировав накопленную за 1 год выборку, можно сделать вывод, что предложенная ИНС справилась с поставленной перед ней задачей моделирования работы «экспертного отдела», занимающегося спортивным прогнозом, причем в случае расхождения с «мнением» букмекера прогноз ИНС оказался точнее в 70 %

случаев. Получив обоснование прогнозируемого результата (проанализировав веса нейронов обученной сети), можно сделать выводы, позволяющие определить «слабое звено» команды (низкая результативность и пр.), и своевременно внести корректировку в тренировочный процесс или селекционную работу.

Библиографические ссылки

1. Назаров М. Г. Курс социально-экономической статистики. – М. : Финстатинформ ; Юнити-Дана, 2000.
2. Хайкин С. Нейронные сети : Полный курс / пер. с англ. Н. Н. Куссуль [и др.]. – 2-е изд., испр. – М. : Изд. дом Вильямс, 2008.
3. Акулич И. П. Специальные задачи линейного программирования. – М. : Высш. шк., 1986.

M. V. Kryuchkov, National Research University “Higher School of Economics”, Perm branch

Neural Network Model to Solve the Problem of Sports Forecast

The paper presents a mathematical model of sports forecasting, implemented by means of artificial intelligence.

Key words: modeling, neural network, forecasting.