

Г. И. Белявский, Н. И. Данилова (Ростов-на-Дону, ЮФУ).
Онлайн обучение для ансамбля нейронных сетей.

Рассматривается задача оптимального прогноза случайного события ансамблем нейронных сетей. Если рассматривать нейронные сети, входящие в ансамбль, в качестве экспертов, то эта задача в игровой постановке хорошо изучена в литературе (см., например, [1]).

В докладе рассматривается статистическая постановка. Имеется бинарная последовательность $y_t = \{y_i\}_{i=1}^t$ независимых случайных величин с законом распределения вероятностей

$$P(y_t) = \prod_{i=1}^t \sum_{j=1}^N \left((q_{i,j})^{y_i} (1 - q_{i,j})^{1-y_i} \right) p_j.$$

В этой формуле N — число нейронных сетей в ансамбле, $q_{i,j}$ -прогноз j -й нейронной сети в i -й момент, понимаемый как вероятность наступления события. При помощи распределения вероятностей $(p_j^{t+1})_{j=1}^N$ на множестве нейронных сетей, входящих в ансамбль, производится оценка вероятности наступления события в $(t+1)$ -й момент: $\mathbf{P}\{y_{t+1} = 1\} = \sum_{j=1}^N q_{t+1,j} p_j^{t+1}$. Распределение вероятностей, участвующее в этой оценке, следует выбрать, исходя из некоторых соображений оптимальности на основе информации, доступной до момента t включительно. Такая информация — бинарная последовательность y_t и последовательности прогнозов $\{q_{i,j}\}_{i=1}^t$ для каждого элемента ансамбля, $j = 1, 2, \dots, N$. Поскольку мы предполагаем в данной модели независимость элементов бинарной последовательности, хотя в реальности это, возможно, и не так, мы должны выбрать распределение вероятностей таким образом, чтобы $P(y_t)$ было максимальным — метод максимального правдоподобия.

Таким образом, для распределения вероятностей на множестве нейронных сетей из ансамбля справедливо:

$$p_{t+1} = \arg \max_p \sum_{i=1}^t \ln \left(\sum_{j=1}^N \left((q_{i,j})^{y_i} (1 - q_{i,j})^{1-y_i} \right) p_j \right), \quad t = 1, 2, \dots$$

На основе этого равенства предлагается рекуррентный алгоритм, позволяющий построить «хорошую» оценку вероятности наступления события.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-91-00579а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Cesa-Bianchi N., Freund Y., Haussler D., Helmbold D., Shapire R., Warmuth M.* How to use expert advice. — J. ACM, 1997, v. 44, № 3, p. 427–485.