

БАЙЕСОВСКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Левко С. В., Шадраков Р. Н.

Факультет компьютерных систем и сетей, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: {okvel.s, roma8002}@gmail.com

Сегодня в мире существует и используется большое количество цифровых устройств, которые вырабатывают огромное количество информации. Чтобы эта информация приносила пользу необходимо её проанализировать и обработать. Поэтому алгоритмы интеллектуальной обработки данных, использующиеся для этих целей, приобретают все большее значение в современном мире. Байесовские сети являются одним из современных представителей данной группы алгоритмов.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире информация играет огромную роль в жизни людей. Каждый день люди потребляют и производят терабайты информации. На текущий момент важно уметь не только компактно хранить такой объём информации, но и эффективно обрабатывать и анализировать ее. Для этих целей используются алгоритмы интеллектуальной обработки данных. Одним из таких алгоритмов является использование байесовской нейронной сети.

I. ТЕОРЕМА БАЙЕСА

Байесовские сети относятся к группе методов, выделяющих и использующих формализованные закономерности. В данной группе выделяют следующие подгруппы: методы кросстабуляции логической индукции и вывода уравнений. Байесовы сети относятся к методам кросстабуляции. Кросс-табуляция - простая форма анализа данных, где искомое значение находится на пересечении значений атрибутов. В зависимости от количества атрибутов кросстабуляция бывает двумерной и трехмерной.

В основе байесовых сетей лежит теорема Байеса теории вероятностей для определения апостериорных вероятностей составляющих полную группу попарно несовместных событий по их априорным вероятностям. Теорема Байеса — теорема из области теории вероятностей, с помощью которой можно определить вероятность какого-либо события при условии, что произошло другое событие, взаимозависимое с искомым. Формула (1) является математической записью теоремы Байеса.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}. \quad (1)$$

Для переменных формулы (1) справедливы следующие определения:

- $P(A)$ — априорная вероятность гипотезы A (безусловная вероятность);
- $P(A|B)$ — вероятность гипотезы A при наступлении события B (апостериорная вероятность);

- $P(B|A)$ — вероятность наступления события B при истинности гипотезы A ;
- $P(B)$ — полная вероятность наступления события B [1].

В контексте интеллектуального анализа данных:

- A — параметры модели, которую необходимо обучить;
- B — данные, которые уже имеются;
- $P(A|B)$ — искомое распределение вероятностей параметров модели после того, как приняты во внимание имеющиеся данные;
- $P(B|A)$ — правдоподобие (вероятность данных при условии зафиксированных параметров модели);
- $P(A)$ — математическая формализация того, что было известно о модели до экспериментов.

Таким образом в рамках интеллектуального анализа данных с помощью формулы Байеса можно более точно рассчитать вероятность, используя как ранее известную информацию, так и данные новых наблюдений. Однако для применения теоремы Байеса на практике необходимо оборудование, способное выполнять большое количество вычислений, поэтому данный подход стал активно использоваться только в последнее время.

II. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Искусственная нейронная сеть — математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма [2]. Нейронная сеть является самообучающейся системой и имеет большое разнообразие вариантов.

Каждая нейронная сеть состоит из искусственных нейронов, связанных между собой. Искусственный нейрон — это вычислительная единица, которая получает информацию, производит над ней простые вычисления и передает ее дальше. Они делятся на три основных типа: входной, скрытый и выходной. В том случае, ко-

гда нейросеть состоит из большого количества нейронов, вводится термин слой.

У каждого из нейронов есть 2 основных параметра: входные данные и выходные данные. Для входного нейрона, входные и выходные данные одинаковые. Для остальных, в поле входных данных попадает суммарная информация всех нейронов с предыдущего слоя, она нормализуется с помощью функции активации и попадает в поле выходных данных.

Каждый синапс имеет вес, который определяет, насколько соответствующий вход нейрона влияет на его состояние. Состояние нейрона определяется по формуле (2), где n — число входов нейрона, x_i — значение i -го входа нейрона, а w_i — вес i -го синапса.

$$S = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i. \quad (2)$$

Затем определяется значение аксона нейрона по формуле (3), где f — некоторая функция, которая называется функцией активации.

$$Y = f(S). \quad (3)$$

Функция активации — это способ нормализации входных данных. То есть, если на входе будет большое число, пропустив его через функцию активации, получится число в нужном диапазоне. Существует большое количество функций активации. Основные из них: линейная, сигмоид и гиперболический тангенс. Главные их отличия — это диапазон значений.

Линейная функция почти никогда не используется, за исключением случаев, когда нужно протестировать нейронную сеть или передать значение без преобразований.

Наиболее часто в качестве функции активации используется сигмоид. Его математическая запись представлена формулой (4). Диапазон значений в данной функции от 0 до 1. Основное достоинство этой функции в том, что она дифференцируема на всей оси абсцисс и имеет очень простую производную [3].

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-ax}}. \quad (4)$$

Гиперболический тангенс используется, только тогда, когда значения могут быть и отрицательными, и положительными, так как диапазон функции от -1 до 1. Использовать эту функцию только с положительными значениями нецелесообразно так как это значительно ухудшит результаты нейросети. Уравнение гиперболического тангенса показано на формуле (5).

$$f(x) = \frac{e^2x - 1}{e^2x + 1}. \quad (5)$$

Синапс — это связь между двумя нейронами. У синапсов есть 1 параметр — вес. Благодаря ему, входная информация изменяется, когда передается от одного нейрона к другому. На вход попадет информация из того нейрона, у которого вес будет больше. Именно благодаря этим весам, входная информация обрабатывается и превращается в результат [22].

III. БАЙЕСОВЫ СЕТИ

Байесовская сеть — нейронная сеть, у которой связь между парой нейронов задана не числом (весом), а вероятностью, высчитываемой по формуле Байеса (см. рис. 1) [4].

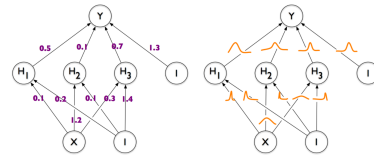


Рис. 1 — Классическая и байесова нейронные сети

Такая система имеет ряд достоинств:

- ситуации, когда значения некоторых переменных неизвестны легко обрабатываются за счёт того, что в модели определяются зависимости между всеми переменными;
- построенные байесовские сети просто интерпретируются и позволяют на этапе прогностического моделирования легко производить анализ по сценарию «что — если»;
- позволяет естественным образом совмещать закономерности, выведенные из данных, и фоновые знания, полученные в явном виде (например, от экспертов);
- позволяет избежать проблемы переподргонки, то есть избыточного усложнения модели, чем страдают многие методы (например, деревья решений и индукция правил) при слишком буквальном следовании распределению зашумленных данных.

Принцип работы байесовской сети такой же как и классической нейронной сети, только вместо веса синапса используется значение вероятности. Такой подход позволяет получать более точные предсказания данных, что повышает ценность метода.

1. Bishop, C. Pattern Recognition and Machine Learning / С. Bishop // Springer. — 2007. — 738 pp.
2. Рашид, Т. Создаём нейронную сеть / Т. Рашид // Вильямс. — 2018. — 272 с.
3. Тулупьев, А. Л. Байесовские сети. Логико-вероятностный подход / А. Л. Тулупьев, С. И. Николенко, А. В. Сироткин // Наука. — 2006. — 608 с.
4. Borgelt, C. Graphical Models: Methods for Data Analysis and Mining / C. Borgelt. // London : Wiley. — 2009. — 404 pp.