Занятие 4. Кодирование категориальных признаков

Елена Кантонистова

ВШЭ, 2022

КОДИРОВАНИЕ КАТЕГОРИАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ: ONE-HOT ENCODING

- Предположим, категориальный признак $f_j(x)$ принимает m различных значений: $C_1, C_2, \ldots, C_m$.

Пример: еда может быть *горькой, сладкой, солёной или кислой* (4 возможных значения признака).

КОДИРОВАНИЕ КАТЕГОРИАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ: ONE-HOT ENCODING

- Предположим, категориальный признак $f_j(x)$ принимает m различных значений: $C_1, C_2, \ldots, C_m$.

Пример: еда может быть *горькой, сладкой, солёной или кислой* (4 возможных значения признака).

- Заменим категориальный признак на m бинарных признаков: $b_i(x) = [f_j(x) = C_i]$ (индикатор события).

Тогда One-Hot кодировка для нашего примера будет следующей:

горький = (1,0,0,0), *сладкий* = (0,1,0,0),

солёный = (0,0,1,0), *кислый* = (0,0,0,1).

КОДИРОВАНИЕ КАТЕГОРИАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ: ONE-HOT ENCODING

id	color
1	red
2	blue
3	green
4	blue

id	color_red	color_blue	color_green
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0	1	0

СЧЁТЧИКИ

Счётчик (***mean target encoding***) – это вероятность получить значение целевой переменной для данного значения категориального признака.

СЧЁТЧИКИ (ПРИМЕР)

	feature	target
0	Moscow	0
1	Moscow	1
2	Moscow	1
3	Moscow	0
4	Moscow	0
5	Tver	1
6	Tver	1
7	Tver	1
8	Tver	0
9	Klin	0
10	Klin	0
11	Tver	1

СЧЁТЧИКИ (ПРИМЕР)

	feature	target
0	Moscow	0
1	Moscow	1
2	Moscow	1
3	Moscow	0
4	Moscow	0
5	Tver	1
6	Tver	1
7	Tver	1
8	Tver	0
9	Klin	0
10	Klin	0
11	Tver	1

	feature	feature_mean	target
0	Moscow	0.4	0
1	Moscow	0.4	1
2	Moscow	0.4	1
3	Moscow	0.4	0
4	Moscow	0.4	0
5	Tver	0.8	1
6	Tver	0.8	1
7	Tver	0.8	1
8	Tver	0.8	0
9	Klin	0.0	0
10	Klin	0.0	0
11	Tver	0.8	1

СЧЁТЧИКИ: ПРИМЕР

city	target	0	1	2
Moscow	1	1/4	1/2	1/4
London	0	1/2	0	1/2
London	2	1/2	0	1/2
Kiev	1	1/2	1/2	0
Moscow	1	1/4	1/2	1/4
Moscow	0	1/4	1/2	1/4
Kiev	0	1/2	1/2	0
Moscow	2	1/4	1/2	1/4

СЧЁТЧИКИ В ЗАДАЧЕ БИНАРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

В случае бинарной классификации счётчики можно задать формулой:

$$Likelihood = \frac{Goods}{Goods + Bads} = mean(target),$$

где *Goods* – число единиц в столбце target,

Bads – число нулей в столбце target.

СЧЁТЧИКИ (ОБЩАЯ ФОРМУЛА)

- Пусть целевая переменная y принимает значения от 1 до K.
- Закодируем категориальную переменную $f(x)$ следующим способом:

$$counts(u, X) = \sum_{(x,y)\in X} [f(x) = u]$$

$$successes_k(u, X) = \sum_{(x,y)\in X} [f(x) = u][y = k], k = 1, \dots, K$$

Тогда кодировка:

$$\boldsymbol{mean\_target_k(x, X) = \frac{successes_k(f(x), X)}{counts(f(x), X)} \approx p(y = k|f(x))}$$

СЧЁТЧИКИ (ОБЩАЯ ФОРМУЛА)

$$counts(u, X) = \sum_{(x,y)\in X} [f(x) = u]$$

$$successes_k(u, X) = \sum_{(x,y)\in X} [f(x) = u][y = k], k = 1, \dots, K$$

Тогда кодировка:

$$\boldsymbol{mean\_target_k(x, X) = \frac{successes_k(f(x), X)}{counts(f(x), X)}}$$

Недостаток? Когда такой способ кодирования переобучит наш алгоритм?

СЧЁТЧИКИ (ОБЩАЯ ФОРМУЛА)

$$counts(u, X) = \sum_{(x,y)\in X} [f(x) = u]$$

$$successes_k(u, X) = \sum_{(x,y)\in X} [f(x) = u][y = k], k = 1, \dots, K$$

Тогда кодировка:

$$\boldsymbol{mean\_target_k(x, X) = \frac{successes_k(f(x), X)}{counts(f(x), X)}}$$

Недостаток? Когда такой способ кодирования переобучит наш алгоритм?

Ответ: если в данных много редких категорий.

СЧЁТЧИКИ: ОПАСНОСТЬ ПЕРЕОБУЧЕНИЯ

Вычисляя счётчики, мы закладываем в признаки информацию о целевой переменной и, тем самым, переобучаемся!

РЕШЕНИЕ 1: СГЛАЖИВАНИЕ

Используем счётчики (mean target encoding) со сглаживанием:

$$\frac{\boldsymbol{mean(target) \cdot n_{rows} + global\ mean \cdot \alpha}}{\boldsymbol{n_{rows} + \alpha}},$$

n_{rows} - количество строк в категории,

α – параметр регуляризации.

РЕШЕНИЕ 2: ОТЛОЖЕННАЯ ВЫБОРКА

- Можно вычислять счётчики так:

city	target
Moscow	1
London	0
London	2
Kiev	1
Moscow	1
Moscow	0
Kiev	0
Moscow	2

Вычисляем счетчики по этой части

Кодируем признак вычисленными счётчиками и обучаемся по этой части

РЕШЕНИЕ 2*: КРОСС-ВАЛИДАЦИЯ

Более продвинутый способ (по кросс-валидации):

1) Разбиваем выборку

на m частей $X_1, \dots, X_m$

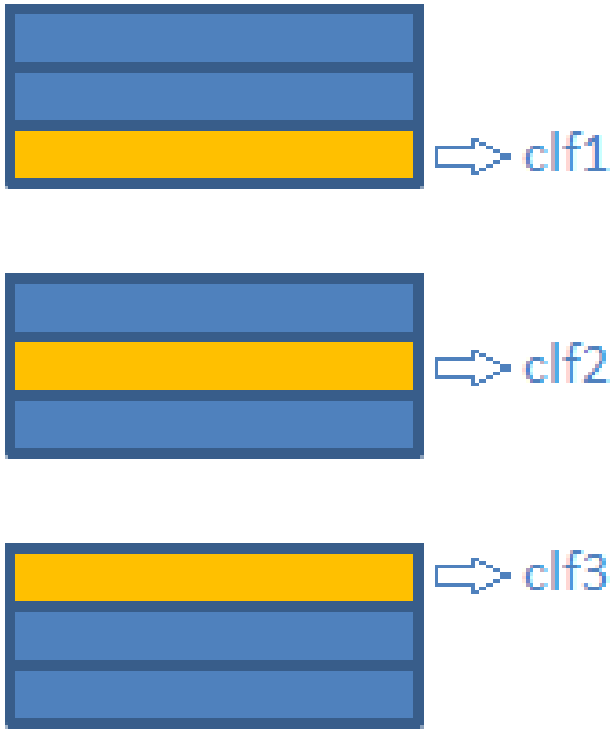
2) На каждой части X_i

значения признаков

вычисляются по

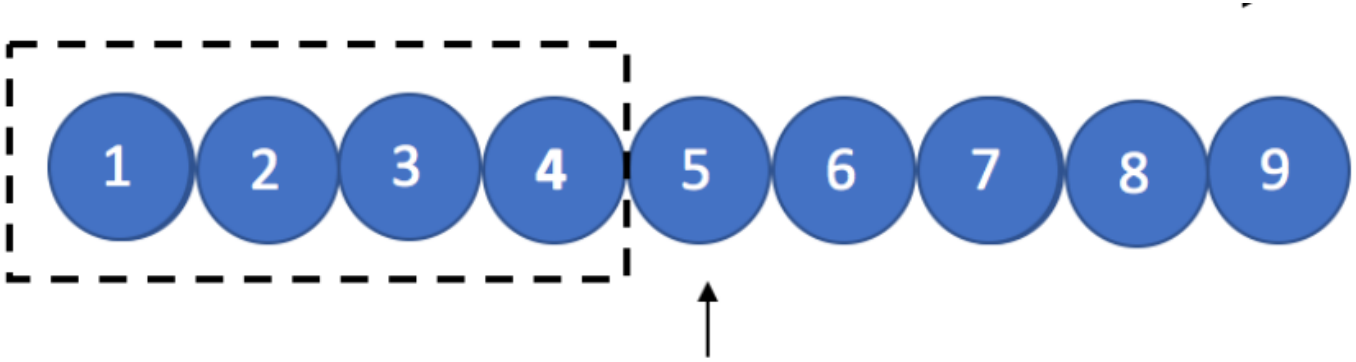
оставшимся частям:

$$x \in X_i \Rightarrow g_k(x) = g_k(x, X \backslash X_i)$$



РЕШЕНИЕ 3: СХЕМА EXPANDING MEAN

Суть схемы заключается в том, чтобы пройти по отсортированному в определенном порядке датасету и для подсчета счетчика для строки *m* использовать строки от *0* до *m-1*.



Running mean calculation.
Numbers are assigned randomly to each observation. Only 1-4 are used to find encoding for 5

БОРЬБА С ПЕРЕОБУЧЕНИЕМ В СЧЁТЧИКАХ

- Вычисление счётчиков по кросс-валидации
- Сглаживание
- Expanding mean
- Добавление случайных шумов (решение 4)

ЧТО ПОЧИТАТЬ ПРО КОДИРОВАНИЕ КАТЕГОРИАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ

- Лекция Жени Соколова
- Блог Александра Дьяконова