

Оценивание эффекта воздействия

Эффект бинарного воздействия



Определения

Контрольная группа

Экспериментальная группа

Потенциальные исходы

$Y_i(0)$

$Y_i(1)$

Ковариаты (характеристики)

X_i

X_i

Воздействие

$W_i = 0$

$W_i = 1$

! Интенсивность воздействия неизменна

! Выполняется предположение о стабильности эффекта воздействия на объект, т. е. объекты не зависят от того, какие другие объект подверглись воздействию (SUTVA)

Оцениваемый параметр

ATT (average treatment effect for the treated) – Средний эффект воздействия для тех, кто подвергся воздействию. Это эффект воздействия на те единицы, которые действительно получили выгоды от воздействия.

$$\tau_{P,T} = \mathbb{E}[Y(1) - Y(0)|W = 1]$$

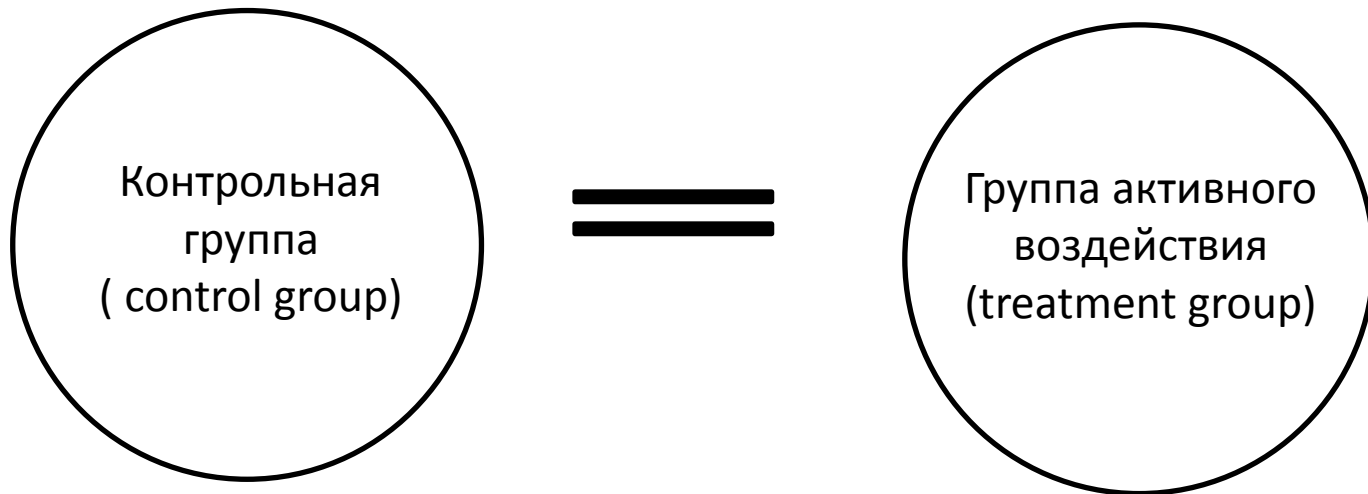
ATNT или ATC (average treatment effect for the non-treated/control group) – Средний эффект воздействия для тех, кто не подвергся воздействию.

ATE (average treatment effect) – средний эффект воздействия для случайного индивида из выборки. Может рассчитываться как средневзвешенное из ATT и ATNT.

$$\tau_P = \mathbb{E}[Y(1) - Y(0)]$$

Предположения. Несмешиваемость

Это предположение означает, что отбор идет только по наблюдаемым характеристикам, отбора по ненаблюдаемым характеристикам не происходит.



Индивиды из контрольной группы должны быть максимально похожи на индивидов из группы воздействия с точки зрения наблюдаемых характеристик обеих групп ДО НАЧАЛА воздействия

Предположения. Пересечение

Не может быть таких ковариат, по которым заранее ясно, к какой из групп будет отнесен объект.

Для каждого заданного значения X есть положительная вероятность участия/неучастия:

$$0 < \mathbb{P}\{W = 1|X\} < 1.$$

Это предположение служит гарантией того, что из неэкспериментальных данных можно построить контрольную группу.

В случае нарушения данного предположения мы не можем оценить эффект воздействия для всей популяции, а только для подмножества объектов, для которых данное предположение выполняется.

Общий подход

$$\begin{aligned}\Delta &= \mathbb{E}[Y|W = 1] - \mathbb{E}[Y|W = 0] \\ &= \underbrace{\mathbb{E}[Y(1) - Y(0)|W = 1]}_{\text{ATT}} + \underbrace{\mathbb{E}[Y(0)|W = 1] - \mathbb{E}[Y(0)|W = 0]}_{\text{Смещение (selection bias)}}\end{aligned}$$

Должно выполняться условие по предположению о несмешиваемости:

$$\tau_P = \mathbb{E}[Y(1) - Y(0)|W = 0]$$

$$\mu_w(x) = \mathbb{E}[Y(w)|X = x] = \mathbb{E}[Y(w)|W = w, X = x] = \mathbb{E}[Y|W = w, X = x]$$

Оценивание АТЕ. Регрессии

Две регрессионных функции:

$$\mu_w(x), w \in \{0, 1\} \quad \rightarrow \quad \hat{\mu}_w(x)$$

$$\hat{\tau}_{reg} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{\mu}_1(X) - \hat{\mu}_0(X))$$

Линейная регрессия:

$$Y_i = \alpha + \beta' X_i + \tau W_i + \varepsilon_i.$$

Оценивание АТЕ. Мэтчинг

Метод мэтчинга стремится воспроизвести рандомизированный эксперимент на основе неэкспериментальных данных.

Это делается за счет искусственного подбора из выборки такой контрольной группы, которая по своим характеристикам была бы максимально близка к группе воздействия. При оценке эффекта воздействия для каждого из объектов воздействия рассчитываются вмененные значения ненаблюдаемых потенциальных исходов («что было бы, если бы воздействия не было»). В качестве вмененных значений используются наблюдаемые исходы из «контрольной группы» с максимально похожими значениями ковариат. Это может быть одно значение или усредненный исход по нескольким похожим объектам из «контрольной группы»

В случае, если одна из ковариат непрерывна, используется метрика Махаланобиса.

Оценивание АТЕ. Мэтчинг

Вмешательные потенциальные исходы

$$\hat{Y}_i(0) = \begin{cases} Y_i, & \text{если } W_i = 0, \\ M^{-1} \sum_{j \in \mathfrak{M}(i)} Y_j, & \text{если } W_i = 1, \end{cases}$$
$$\hat{Y}_i(1) = \begin{cases} M^{-1} \sum_{j \in \mathfrak{M}(i)} Y_j, & \text{если } W_i = 0, \\ Y_i, & \text{если } W_i = 1. \end{cases}$$

Простейшая мэтчинг-оценка:

$$\hat{\tau}_M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{Y}_i(1) - \hat{Y}_i(0))$$

! Обладает смещением

Оценивание АТЕ. Мера склонности

Мера склонности (prosperity score) определена, как условная вероятность того, что объект будет подвергнут активному воздействию.

$$e(x) = \mathbb{P}\{W = 1|X = x\} = \mathbb{E}[W|X = x]$$

Предположение о несмешиваемости верно, тогда вместо контроля на весь набор ковариат достаточно контролировать лишь на меру склонности.

- 1) Оценивается мера склонности (probit- logit- моделями)
- 2) Предсказанное значение используется для оценки АТЕ

Способы:

- Мера склонности и взвешивание
- Мера склонности и блокирование

Оценивание АТЕ. Мэтчинг и регрессия

Учитывается разница в ковариатах между объектами, поставленными в соответствие.

$$\hat{Y}_i(0) = \begin{cases} Y_i, & \text{если } W_i = 0, \\ M^{-1} \sum_{j \in \mathfrak{J}_M(i)} (Y_j + \hat{\mu}_0(X_i) - \hat{\mu}_0(X_j)), & \text{если } W_i = 1, \end{cases}$$
$$\hat{Y}_i(1) = \begin{cases} M^{-1} \sum_{j \in \mathfrak{J}_M(i)} (Y_j + \hat{\mu}_1(X_i) - \hat{\mu}_1(X_j)), & \text{если } W_i = 0, \\ Y_i, & \text{если } W_i = 1, \end{cases}$$

! Позволяет (асимптотически) избавиться от смещения

Оценивание АТЕ. Взвешивание и регрессия

Метод МНК с весами:

$$\lambda_i = \sqrt{\frac{W_i}{e(X_i)} + \frac{1 - W_i}{1 - e(X_i)}}$$

Можем включить дополнительные ковариаты:

$$Y_i = \alpha + \beta' X_i + \tau W_i + \varepsilon_i$$

Оценивание АТЕ. Взвешивание и регрессия

Метод МНК с весами:

$$\lambda_i = \sqrt{\frac{W_i}{e(X_i)} + \frac{1 - W_i}{1 - e(X_i)}}$$

Можем включить дополнительные ковариаты:

$$Y_i = \alpha + \beta' X_i + \tau W_i + \varepsilon_i$$

Оценка предположений. Несмещиваемость

Является принципиально нетестируемым предположением, так как касается ненаблюдаемых характеристик.

Используются методы, делающие данное предположение более достоверным.

Но: эффект воздействия = 0
(если не отвергаем, то предположение является более достоверным)

Оценка предположений. Несмещиваемость

Тесты, оценивающие ЭВ, который заведомо не должен отразиться на исходе

- 2+ контрольных группы, одна из которых – фиктивная экспериментальная;
- При наличии ЭВ одна из групп не валидна и обладает смещением => Но не принимается;
- Даже если Но примим., может оказаться, что группы обладают одинаковым смещением (надо выбирать с разным).

Тесты, оценивающие ЭВ, где в качестве исхода используется характеристика, которая заведомо не зависит от изучаемого воздействия

- Характеристика выбирается до момента воздействия;
- Может быть использовано лагированное значение интересующего исхода;
- ЭВ $\neq 0$ => контрольная и экспериментальная группа отличаются без ЭВ

Оценка предположений. Пересечение

Можем оценить напрямую, сравнив сводную статистику распределения ковариат и экспериментальной (ЭГ) и контрольной групп (КГ) посредством нормализованной разности между средними значениями:

$$\Delta_X = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_0}{\sqrt{S_1^2 + S_0^2}}$$

В случае хорошего пересечения $\Delta_X < 1$ по каждой из ковариат.

Когда ковариаты в ЭГ и КГ не совпадают, смотрят на распределение оцененной меры склонности.

Спасибо за
внимание!

Барсукова Виктория
viktoriaabarsukova@gmail.com