

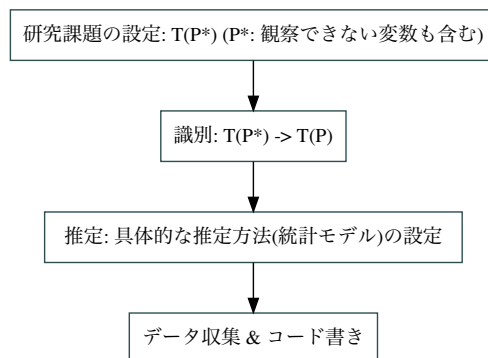
因果効果の識別

機械学習の経済学への応用

川田恵介

- 教科書: Imbens and Rubin (2015)
- サーベイ論文: Abadie and Cattaneo (2018)

簡易版



潜在結果モデルに基づく因果の識別

- アクション D から 結果 Y への因果効果を識別
- コツ: 無限大の被験者からなる実験を行えるとすると何をすべき?

- 識別の仮定: No Interference (SUTVA, No General Equilibrium Effects)
 - 個人の結果は他者のアクションに影響を受けない
 - $Y(d)$ 潜在結果関数
 - 個人 i 因果効果 $\tau_i = Y_i(1) - Y_i(0)$

因果推論の根本問題

- τ_i はデータから観察できない
 - 因果推論の根本問題
- $P^* = \tau_i$ の分布
 - 個人効果は点推定できないので、分布の復元を目指す
- $T(P^*) = \int \tau_i di$

ランダム化に基づく識別

- $D_i \perp Y_i(d) \rightarrow E[Y_i(d)] = E[Y_i|D_i = d]$

$$T(P^*) = \int \tau_i di = E[Y_i(1)] - E[Y_i(0)]$$

$$= E[Y_i|D_i = 1] - E[Y_i|D_i = 0]$$

$$= T(P)$$

条件付きランダム化に基づく識別

- $D_i \perp Y_i(d) | X_i = x$

$$\rightarrow E[Y_i(d)|X_i = x] = E[Y_i|D_i = d, X_i = x]$$

条件付きランダム化に基づく識別

$$T(P^*) = \int \tau_i di = E[Y_i(1)] - E[Y_i(0)]$$

$$\begin{aligned}
&= \int \{E[Y_i(1)|X_i = x] - E[Y_i(0)|X_i = x]\}f(x)dx \\
&= \int \{E[Y_i|D_i = 1, X_i = x] - E[Y_i|D_i = 0, X_i = x]\}f(x)dx \\
&= T(P)
\end{aligned}$$

一般化

- 因果推論以外にも同じ枠組みで考えられる
- 経済モデルは一般に観察できない変数（関数）を含む

例: 余剰

- Nonparametric Welfare Analysis (Bhattacharya 2015)
- Willingness To Pay $W_i \equiv U(1) - U(0)$
- $T(P^*) = \Pr[W_i \geq \bar{w}]$
- 識別の仮定:
 - 現実の販売量: $D(\text{Price}) = \Pr[U(1) - \text{Price} \geq U(0)]$
- $D(\text{Price}) = \Pr[W_i \geq \text{Price}]$
- $T(P^*) = \Pr[W_i \geq \bar{w}] = D(\text{Price}) = T(P)$

Reference

- Abadie, Alberto, and Matias D Cattaneo. 2018. “Econometric Methods for Program Evaluation.” *Annual Review of Economics* 10 (1).
- Bhattacharya, Debopam. 2015. “Nonparametric Welfare Analysis for Discrete Choice.” *Econometrica* 83 (2): 617–49.
- Imbens, Guido W, and Donald B Rubin. 2015. *Causal Inference in Statistics, Social, and Biomedical Sciences*. Cambridge University Press.