

# Mô hình So sánh bằng Điểm Xu hướng (Propensity Score Matching Method)

Lê Việt Phú  
Chương trình Giảng dạy Kinh tế Fulbright

Ngày 11 tháng 5 năm 2016

# Table of contents

1. Tác động can thiệp trung bình và vấn đề lựa chọn mẫu
2. Phương pháp so sánh bằng điểm xu hướng (propensity score matching-PSM)
3. Thực hành

# 1. Tác động can thiệp trung bình và vấn đề lựa chọn mẫu

$$D = \mathbf{E}(Y_i|T = 1) - \mathbf{E}(Y_i^0|T = 1) + \mathbf{E}(Y_i^0|T = 1) - \mathbf{E}(Y_i|T = 0)$$

- ▶  $\mathbf{E}(Y_i|T = 1) - \mathbf{E}(Y_i^0|T = 1)$  chính là tác động của chính sách đối với những hộ tham gia. **Tác động này được gọi là tác động trung bình với người tham gia (average treatment effect on the treated-ATT, hoặc ATOT), là mục tiêu nghiên cứu của việc đánh giá tác động chính sách.**
- ▶  $\mathbf{E}(Y_i^0|T = 1) - \mathbf{E}(Y_i|T = 0)$  là tác động của lựa chọn mẫu (selection bias) lên tác động trung bình D. Đó là sự khác biệt giữa thu nhập của những hộ nếu như họ không tham gia, nhưng trên thực tế là có tham gia ( $Y_i^0|T = 1$ ), so với thu nhập của những hộ không tham gia ( $Y_i|T = 0$ ).  $Y_i^0|T = 1$  không quan sát được nên không thể ước lượng D một cách chính xác tuyệt đối.

# Các phương pháp đánh giá tác động chính sách

Bản chất của đánh giá chính sách là tìm cách ước lượng phản thực hay tìm nhóm đối chứng để so sánh với kết quả của nhóm tham gia chính sách.

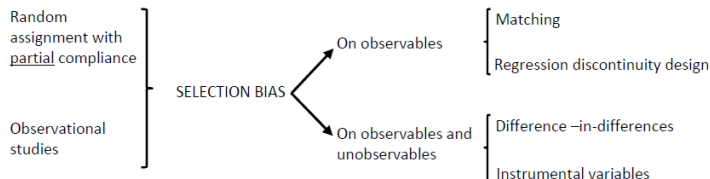
- ▶ Thiết kế ngẫu nhiên (randomization) để đảm bảo nhóm tham gia và không tham gia chính sách hoàn toàn tương đồng. Nhóm không tham gia sẽ được sử dụng để làm phản thực.
- ▶ Đối với dữ liệu bán thực nghiệm hay thử nghiệm tự nhiên, nhóm xử lý và nhóm kiểm soát không được phân bổ một cách ngẫu nhiên. Khi này không đảm bảo nhóm tham gia và không tham gia tương đồng, và vấn đề lựa chọn mẫu luôn tồn tại.
  - ▶ **So sánh bằng điểm xu hướng - PSM**
  - ▶ Khác biệt kép - DiD
  - ▶ Biến công cụ/Hồi quy cắt (IV, RD)

## Dữ liệu bán thực nghiệm hay thực nghiệm tự nhiên (natural experiments) là gì?

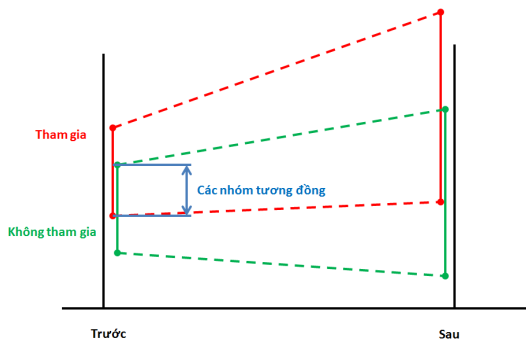
- ▶ Việc tham gia hay không tham gia chính sách là không ngẫu nhiên, tuy nhiên các hộ gia đình không tự lựa chọn vào được.
- ▶ Các tình huống áp dụng chính sách theo các tiêu chí độc lập, không phụ thuộc vào ý chí chủ quan của người tham gia.
- ▶ Ví dụ các dữ liệu thu thập từ việc ban hành chính sách vĩ mô của chính phủ, hay các hiện tượng thời tiết bất thường, bất khả kháng thường được sử dụng làm dữ liệu bán thực nghiệm.
  - ▶ Chính quyền quyết định áp thuế lên sở hữu xe cộ ở nội thành cao hơn khu vực ngoại ô để hạn chế xe cộ. Chính sách này là thử nghiệm tự nhiên bởi người dân không được quyền lựa chọn mức thuế khi đi mua xe.
  - ▶ Tác động của hạn hán lên năng suất lúa ở ĐBSCL sẽ là thử nghiệm tự nhiên bởi vùng bị ảnh hưởng và không bị ảnh hưởng hoàn toàn nằm ngoài khả năng chi phối của các hộ sản xuất.

# Các phương pháp đánh giá tác động chính sách

Random assignment with *average* → NO SELECTION BIAS →  $ATT = (\text{Average effect on treated}) - (\text{Average effect on non-treated})$



## 2. Phương pháp so sánh bằng điểm xu hướng (propensity score matching-PSM)



- ▶ Bản chất của PSM là tìm nhóm tham gia (treatment group) và nhóm đối chứng (control group) bằng các phương pháp thống kê.
- ▶ Dựa vào các đặc tính quan sát được, chúng ta xây dựng một chỉ số gọi là điểm xu hướng - propensity score. Điểm xu hướng là xác suất quan sát được một hộ có tham gia chính sách hay không.
- ▶ Các hộ gia đình có cùng điểm xu hướng được ghép cặp và làm đối chứng cho nhau.

## Các bước thực hiện phương pháp PSM

- ▶ Bước 1: Ước lượng mô hình xác suất tham gia hay không tham gia chính sách bằng hồi quy logit hay probit, với các biến giải thích là các đặc tính có ảnh hưởng đến khả năng tham gia chương trình:

$$\hat{P}(T = 1) = F(X_1, \dots, X_m) = \frac{e^{X\beta}}{1 + e^{X\beta}}$$

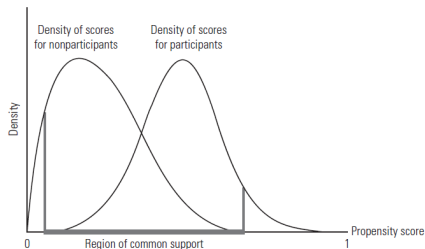
- ▶ Bước 2: Xác định **vùng hỗ trợ chung** - **common support** và thực hiện các kiểm định đảm bảo **các điều kiện cân bằng** được thỏa mãn. Các nhóm có cùng một giá trị điểm xu hướng (hay khoảng giá trị) cần có các thuộc tính không quá khác biệt nhau.
- ▶ Bước 3: So sánh nhóm tham gia với nhóm đối chứng trong vùng hỗ trợ chung.



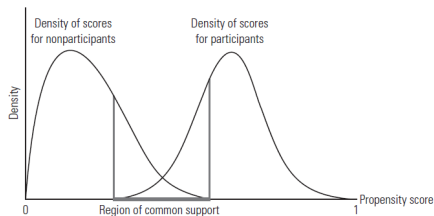
# Vùng hỗ trợ chung - common support

Vùng hỗ trợ chung (còn gọi là điều kiện trùng lặp - overlap condition) là vùng có ước lượng xác suất (hoặc điểm xu hướng) của cả nhóm tham gia và nhóm đối chứng:

## Vùng hỗ trợ chung tốt



## Vùng hỗ trợ chung kém



## Điều kiện có vùng hỗ trợ chung

- ▶ Điều kiện này đảm bảo có thể tìm được các quan sát đối chứng đối với một số đối tượng tham gia. Nếu các quan sát có điểm xu hướng khác biệt nhau quá thì không thể sử dụng làm nhóm đối chứng tốt.
- ▶ Có càng nhiều đối tượng tham gia và đối chứng trong vùng hỗ trợ chung càng tốt.
- ▶ Quan sát không nằm trong vùng hỗ trợ chung sẽ bị loại do không tìm được nhóm đối chứng.

## Lưu ý đối với phương pháp PSM

- ▶ Chỉ số xu hướng hoàn toàn được xây dựng dựa trên mô hình logit/probit của các đặc tính quan sát được, do đó phương pháp PSM dựa trên giả định việc tham gia chính sách chỉ phụ thuộc vào các đặc tính có thể quan sát được (selection on observables). Các đặc tính không quan sát được không ảnh hưởng đến quá trình tham gia hay không tham gia chính sách. Đây gọi là giả định độc lập có điều kiện (*conditional independence hay unconfoundedness*).
- ▶ Đây là một giả định khá mạnh và khó có thể đảm bảo trong hầu hết các trường hợp.

## Tính tác động can thiệp trung bình lên đối tượng tham gia (ATT) trong mô hình PSM

Nếu các điều kiện trên được thỏa mãn, thì tác động can thiệp trung bình đối với những người tham gia (ATT hay TOT) được tính như sau:

$$ATT_{PSM} = \frac{1}{N_T} \left[ \sum_{i \in T} Y_i^T - \sum_{j \in C} \omega(i, j) Y_j^C \right]$$

- ▶  $ATT_{PSM}$  là khác biệt trung bình (có trọng số) giữa nhóm tham gia và nhóm đối chứng có cùng điểm xu hướng. Có nhiều cách tính trọng số  $\omega(i, j)$ .
- ▶ Do tồn tại vấn đề lựa chọn mẫu nên  $ATE \neq ATT$  trong phương pháp PSM.

## Các hình thức tính trọng số $\omega(i, j)$ và nhóm đối chứng dựa vào điểm xu hướng

- ▶ Với mỗi đối tượng tham gia, lựa chọn  $n$  quan sát có chỉ số xu hướng gần nhất làm nhóm đối chứng (nearest-neighbor matching).
- ▶ Chọn quan sát có chỉ số xu hướng không lớn hơn hay nhỏ hơn một trị số cho trước (caliper or radius matching).
- ▶ Phân tầng và so sánh trong từng khoảng giá trị cho trước (stratification or interval matching).
- ▶ So sánh bằng hàm hồi quy nội tại sử dụng phương pháp phi tham số (kernel and local linear matching).

### 3. Thực hành

- ▶ Cài đặt chương trình cho STATA ("findit pscore")
- ▶ Sử dụng dữ liệu hh\_98.dta
- ▶ STATA dofile matching.do, PSM\_code.do
- ▶ Lập trình phương pháp PSM trong STATA

## Thực hành (2)

- ▶ Chạy chương trình pscore để tính điểm xu hướng và kiểm tra tính cân bằng giữa nhóm đối chứng và nhóm xử lý:

```
pscore T X1 X2... [pw=weight], pscore(myscore)  
blockid(myblock) numblo(k) comsup
```

- ▶ T là biến chính sách, có tham gia hay không
- ▶ X1 X2 ... là các biến giải thích cho việc tham gia chính sách
- ▶ weight là biến trọng số, thường sử dụng trong các bộ dữ liệu điều tra dân số
- ▶ myscore là tên biến điểm xu hướng
- ▶ blockid là tên khoảng điểm xu hướng
- ▶ numblo là số lượng block, tùy chọn
- ▶ comsup là biến trạng thái chỉ dẫn số liệu có nằm trong vùng hỗ trợ chung hay không

## Thực hành (3)

- ▶ Chương trình pscore sẽ tính xác suất tham gia chương trình dựa vào các biến giải thích  $[X_1, X_2, \dots]$  sử dụng hàm logit hay probit. Mặc định của pscore là probit.
- ▶ Kiểm tra điều kiện cân bằng: các biến giải thích phải cân bằng (giá trị trung bình bằng nhau) trong mỗi khoảng giá trị của điểm xu hướng. Điều kiện này đảm bảo nhóm đối chứng tương đồng với nhóm xử lý. Nếu không đạt được thì phải chạy lại chương trình pscore và lựa chọn biến giải thích khác. Thêm option **detail** để biết thêm chi tiết biến nào và khoảng giá trị nào không cân bằng.



## Thực hành (4)

Sau khi chạy lệnh `pscore` và điều kiện cân bằng đã được đảm bảo, tính tác động can thiệp trung bình đối với người tham gia (*ATT*) theo các hình thức so sánh khác nhau:

Command	Method
<code>attnd</code>	nearest-neighbor matching
<code>atts</code>	stratification matching
<code>attr</code>	radius matching
<code>atrk</code>	kernel matching

- ▶ `attnd Y T [pw=weight], pscore(myscore) comsup`
- ▶ `atts Y T, pscore(myscore) blockid(myblock) comsup`
- ▶ `attr Y T, pscore(myscore) radius(xxxx) comsup`
- ▶ `atrk Y T, pscore(myscore) comsup bootstrap reps(50)`

## Thực hành (5) - Nâng cao

- ▶ Tự viết chương trình để tính ra tác động thay vì sử dụng các phần mềm hay các chương trình viết sẵn là phương pháp tốt nhất để học kinh tế lượng.
- ▶ Pseudocode của phương pháp PSM
  - ▶ Bước 1: ước lượng propensity score bằng logit hoặc probit
  - ▶ Bước 2: kiểm tra vùng hỗ trợ, phân khoảng chỉ số xu hướng thành các block, và kiểm tra điều kiện cân bằng trong mỗi block. Nếu thỏa mãn chuyển sang bước 3, nếu không thì hoặc là phân lại block, hoặc là sửa hàm ước lượng ở bước 1. Lặp lại cho đến khi điều kiện cân bằng được đảm bảo.
  - ▶ Bước 3: tính *ATT* trung bình của các block.

## Thực hành (6) - Nâng cao

Mã chương trình này được viết theo Cameron and Trivedi (2005).

```
1  *This code was simplified from Cameron and Trivedi (2005)'s
2  *Microeconometrics: Methods and Applications for demonstration
3
4  *step 1: estimate propensity score
5  logit dmmfd sexhead agehead educhead vaccess pcirr rice wheat milk oil [pw=weight]
6  predict PSCORE
7
8  *step 2: create common support
9  sum PSCORE if dmmfd==1
10 scalar PTMIN = r(min)
11 scalar PTMAX = r(max)
12
13 sum PSCORE if dmmfd==0
14 scalar PCMIN = r(min)
15 scalar PCMAX = r(max)
16
17 drop if PSCORE < PTMIN
18 drop if PSCORE < PCMIN
19 drop if PSCORE > PTMAX
20 drop if PSCORE > PCMAX
21
22 sum PSCORE
23
24 *Check the common support
25 graph twoway (kdensity PSCORE if dmmfd==1, lpattern(longdash)) ///
26 (kdensity PSCORE if dmmfd==0, lpattern(shortdash)), ///
27 legend(label(1 "Treatment") label(2 "Control")) ///
28 bgcolor(white) graphregion(color(white)) ///
29 ytitle("Density") xtitle("Estimated Propensity Score")
30
31 *divide PSCORE into blocks and check balances within blocks
32 global cut1 = 0.1
33 global cut2 = 0.2
34 global cut3 = 0.3
```

## Thực hành (7) - Nâng cao

```
35
36 gen myblock = 1
37 replace myblock = 2 if PSCORE > $cut1 & PSCORE < $cut2
38 replace myblock = 3 if PSCORE > $cut2 & PSCORE < $cut3
39 replace myblock = 4 if PSCORE > $cut3
40
41 tab myblock
42 tab myblock dmmfd, sum(agehead) nostand nofreq
43
44 *check balances in covariates
45 foreach i of numlist 1 2 3 4 {
46     ttest agehead if myblock==`i', by(dmmfd)
47 }
48
49 *step 3: calculate AIT by stratification weighing
50 keep exptot dmmfd PSCORE myblock
51 sort myblock PSCORE dmmfd
52
53 local i=1
54 while `i' <= 4 {
55     reg exptot dmmfd PSCORE if myblock==`i'
56     di "BLOCK " `i'
57     di "ATT" `i' " = " _b[dmmfd]
58     di "SE " _se[dmmfd]
59     di "t-stat = " _b[dmmfd]/_se[dmmfd]
60     local ++i
61 }
62
63 *weighing ATT by block size
64 di 1522*33/1102
65
```