

KINH TẾ VI MÔ 2

Bài giảng 22

LÝ THUYẾT TRÒ CHƠI

Trò chơi tĩnh với thông tin đầy đủ

Giảng viên: Doãn Thị Thanh Thủy

Nội dung

- Nhắc lại một số khái niệm
- Trò chơi tĩnh với thông tin đầy đủ

1. Trình bày trò chơi

2. Cách giải trò chơi

- Cân bằng chiến lược áp đảo
- Lần lượt loại trừ chiến lược bị áp đảo
- Cân bằng Nash

3. Ứng dụng của trò chơi

- Độc quyền song phương Cournot
- Độc quyền song phương Bertrand
- Ngoại tác và hàng hóa công

4. Mở rộng: Chiến lược hỗn hợp

Nhắc lại một số khái niệm

Quyết định vs. trò chơi

- **Quyết định:** mỗi người đưa ra lựa chọn hành động mà **không quan tâm** đến phản ứng và hành động của những người khác.

Ví dụ: Lựa chọn trang phục hợp thời tiết

- **Quyết định mang tính chiến lược:** mỗi người đưa ra lựa chọn hành động **có kể đến** phản ứng và hành động của những người khác.

Ví dụ: Pepsi quyết định mức giá bán sản phẩm

Quyết định vs. trò chơi (tt)

- **Trò chơi:** tình huống mà mỗi người tham gia đưa ra quyết định mang tính chiến lược. Mỗi người sẽ phản ứng với lựa chọn hành động mà những người tham gia khác đã hoặc sẽ có thể thực hiện.
- Người tham gia (người chơi) có thể là doanh nghiệp, người tiêu dùng, nhà chính trị, ...

Ví dụ: cạnh tranh về giá hoặc quảng cáo giữa Pepsi và Coca cola

Một số khái niệm

- **Hành động:** Một bước di chuyển ở một giai đoạn của trò chơi. (*giảm khí thải vs. không giảm*)
- **Chiến lược:** Một kế hoạch hoàn chỉnh những hành động sẽ thực hiện đáp lại những phản ứng khác nhau của đối phương trong một trò chơi. (*giảm khí thải nếu các QG/DN khác cũng cắt giảm*)
- **Chiến lược tối ưu:** Chiến lược làm tối đa hóa lợi ích kỳ vọng của người chơi.

Cấu trúc trò chơi

- **Luật chơi:** (1) danh sách người chơi; (2) danh sách hành động; (3) kết quả cho mỗi người chơi cho tất cả những kết cục có thể xảy ra; (4) giả định về hành xử duy lý
- **Cấu trúc thông tin và trình tự di chuyển** có thể ảnh hưởng đến tập hợp các chiến lược có thể có.

Ví dụ:

- *trong trò chơi xác định sản lượng bán hàng, chiến lược của các doanh nghiệp sẽ phụ thuộc vào việc họ biết hay không biết đối thủ của mình sẽ hành động như thế nào.*
- *mô hình Stackelberg vs. Cournot*

Các giả định trong lý thuyết trò chơi

- *Hành xử duy lý (rational behavior)*: giả định rằng những người chơi luôn lựa chọn chiến lược để tối đa hóa lợi ích của họ.
- *Hiểu biết chung (common knowledge)*: hành xử duy lý và luật chơi là những hiểu biết chung.

Các lớp trò chơi

- Trò chơi với *thông tin hoàn hảo vs. không hoàn hảo*
 - Thông tin hoàn hảo (perfect information): tại thời điểm ra quyết định, người chơi biết được những người chơi khác trước đó đã thực hiện chiến lược nào.
- Trò chơi với *thông tin đầy đủ vs. không đầy đủ*
 - Thông tin đầy đủ (complete information): mỗi người chơi có thể tính toán được kết quả của tất cả những người chơi còn lại.

Các lớp trò chơi (tt)

- *Trò chơi tĩnh vs. trò chơi động*
 - Trò chơi tĩnh: một lần, đồng thời (một giai đoạn)
 - Trò chơi động: tuần tự, lặp lại (nhiều giai đoạn)

	Tĩnh	Động
Thông tin đầy đủ	Nash equilibrium (NE)	Subgame Perfect Nash Equilibrium (SPNE)
Thông tin không đầy đủ	Bayesian Nash Equilibrium (BNE)	Perfect Bayesian Equilibrium (PBE)

Trò chơi tĩnh với thông tin đầy đủ

- Ra quyết định đồng thời
- Mục tiêu của mỗi người là tối đa hóa kết quả (lợi nhuận, độ thỏa dụng, ...) của mình.

1. Trình bày trò chơi

The diagram illustrates a game matrix with the following components and labels:

- Hành động (action)**: Points to the row and column headers.
- Kết quả (payoff)**: Points to the numerical values in the cells.
- Người khác**: Points to the column headers.
- Bạn**: Points to the row headers.
- Mã trận kết quả (payoff matrix)**: Points to the entire matrix.
- Kết cục (outcome)**: Points to the pairs of numbers in the cells.

	Xe riêng	Xe khách
Xe riêng	<u>1</u> , <u>1</u>	<u>3</u> , 0
Xe khách	0, <u>3</u>	2, 2

Payoff matrix còn được dịch sang tiếng Việt bằng nhiều thuật ngữ khác nhau, như ma trận thưởng phạt hay ma trận lợi ích.

Trò chơi được biểu diễn dưới dạng chuẩn tắc

- **Ví dụ 1:** *Thế lưỡng nan của người tù*

Giáp

Át

Khai

Không khai

Khai

Không khai

-3, -3

0, -6

-6, 0

-1, -1

Trò chơi được biểu diễn dưới dạng chuẩn tắc

- **Ví dụ 1:** *Thế lưỡng nan của người tù*

		Giáp	
		Khai	Không khai
Át	Khai	<u>-3</u> , <u>-3</u>	<u>0</u> , -6
	Không khai	-6, <u>0</u>	-1, -1

2. Cách giải trò chơi

Khái niệm cơ bản

- Chiến lược áp đảo (strictly dominant strategy)

Một chiến lược mà *luôn đem đến kết quả tốt hơn tất cả các chiến lược khác* cho một người chơi, bất kể những người chơi khác thực hiện chiến lược nào.

- Chiến lược bị áp đảo (strictly dominated strategy)

Một chiến lược mà *luôn đem đến kết quả tệ hơn ít nhất một chiến lược khác* cho một người chơi, bất kể những người chơi khác thực hiện chiến lược nào.

- Người chơi duy lý sẽ không chọn chiến lược bị áp đảo.

2.1 Cân bằng chiến lược áp đảo

- Nếu tất cả người chơi đều có một chiến lược áp đảo, thì trò chơi có một **cân bằng chiến lược áp đảo**.

Ví dụ: (Khai, Khai) trong *Thế lưỡng nan của người tù*

Giáp

		Khai	Không khai
Át	Khai	<u>-3</u> , <u>-3</u>	<u>0</u> , -6
	Không khai	-6, <u>0</u>	-1, -1

2.1 Cân bằng chiến lược áp đảo

- Nếu tất cả người chơi đều có một chiến lược ưu thế, thì trò chơi có một **cân bằng chiến lược áp đảo**.

Ví dụ: (Khai, Khai) trong *Thế lưỡng nan của người tù*

		Giáp	
		Khai	Không khai
Át	Khai	<u>-3</u> , <u>-3</u>	<u>0</u> , -6
	Không khai	-6, <u>0</u>	-1, -1

2.2 Lần lượt loại trừ chiến lược bị áp đảo

Các bước tìm cân bằng của trò chơi

1. Loại trừ một chiến lược bị áp đảo (tuyệt đối) của một người chơi
2. Viết lại trò chơi thu gọn
3. Lặp lại bước (1) và (2) đến khi mỗi người chơi chỉ còn một chiến lược tồn tại.

2.2 Lần lượt loại trừ chiến lược bị áp đảo

- *Ví dụ 2:*

		Người Chơi 2		
		Trái	Giữa	Phải
Người Chơi 1	Lên	1, 0	1, 2	0, 1
	Xuống	0, 3	0, 1	2, 0

- Chiến lược **áp đảo** của mỗi người chơi?
- Chiến lược **bị áp đảo** của mỗi người chơi?

2.2 Lần lượt loại trừ chiến lược bị áp đảo (tt)

Ví dụ 2 (tt)

- Loại trừ chiến lược bị áp đảo: Phải (Người Chơi 2)
- Tiếp tục tìm chiến lược bị áp đảo của mỗi người chơi?

		Người Chơi 2	
		Trái	Giữa
Người Chơi 1	Lên	1, 0	1, 2
	Xuống	0, 3	0, 1

2.2 Lần lượt loại trừ chiến lược bị áp đảo (tt)

Ví dụ 2 (tt)

- Loại trừ tiếp một chiến lược bị áp đảo: *Xuống* (Người Chơi 1)
 - Tiếp tục tìm chiến lược bị áp đảo của mỗi người chơi?
 - Chiến lược còn tồn tại: (Lên, Giữa)
- cân bằng của trò chơi

		Người Chơi 2	
		Trái	Giữa
Người Chơi 1	Lên	1, 0	1, 2
	Xuống	0, 1	0, 0

2.2 Lần lượt loại trừ chiến lược bị áp đảo (tt)

- **Lưu ý:**

- Chỉ loại trừ chiến lược bị áp đảo tuyệt đối (strictly dominated strategy).
- Khi loại trừ chiến lược bị áp đảo tương đối (weakly dominated strategy), cân bằng của trò chơi phụ thuộc vào thứ tự mà chiến lược bị áp đảo bị loại trừ.

- **Ví dụ 3:**

		Người Chơi 2		
		X	Y	Z
Người Chơi 1	A	2, 2	2, 2	1, 1
	B	1, 1	3, 2	3, 2

2.2 Lần lượt loại trừ chiến lược bị áp đảo (tt)

- *Ví dụ 4: Điều hâu – bồ câu*

1 \ 2 DH BC	DH	BC
DH	0, 0	3, 1
BC	1, 3	2, 2

- *Hạn chế:*

Không áp dụng được khi cả hai người chơi không có chiến lược bị áp đảo.

2.3. Cân bằng Nash

- **Thế cân bằng Nash:** một tập hợp các chiến lược mà trong đó mỗi người chơi nghĩ rằng mình đang thực hiện **phản ứng tốt nhất** (best response) khi đã biết các hành động của những người chơi khác.
 - **Không người chơi nào có động cơ di chuyển khỏi điểm cân bằng Nash** - tập hợp chiến lược ổn định về mặt chiến lược (strategically stable) và tự chế tài (self-enforcing).
 - Một trò chơi có thể có một cân bằng Nash duy nhất, không có cân bằng Nash thuần túy, hoặc vài cân bằng Nash.
 - Cân bằng chiến lược áp đảo là một trường hợp đặc biệt của cân bằng Nash

2.3. Cân bằng Nash (tt)

- **Ví dụ 4 (tt):** *Xác định cân bằng Nash?*

1 \ 2	DH	BC
DH	0, 0	3, 1
BC	1, 3	2, 2

Điều hâu – Bò câu

2.3. Cân bằng Nash (tt)

- **Ví dụ 4 (tt):** *Xác định cân bằng Nash?*

1 \ 2	DH	BC
DH	0, 0	<u>3</u> , <u>1</u>
BC	<u>1</u> , <u>3</u>	2, 2

Điều hâu – Bồ câu

2.3 Cân bằng Nash (tt)

Dùng mô hình toán:

- Trò chơi dạng chuẩn tắc $G = \{S_1, S_2, \dots, S_n; u_1, u_2, \dots, u_n\}$
trong đó: S_i là không gian chiến lược của người chơi i
 u_i là hàm thỏa dụng/lợi ích của người chơi i
- Tổ hợp chiến lược $(s^*_1, s^*_2, \dots, s^*_n)$ là một cân bằng Nash nếu với mỗi người chơi i : $u_i(s^*_i, s^*_{-i}) \geq u_i(s_i, s^*_{-i})$
- Mỗi người chơi i sẽ:
 - **Dự báo** ứng xử của những người chơi khác s^*_{-i}
 - **Chọn** phản ứng tốt nhất s^*_i dựa trên dự báo này
 s^*_i là nghiệm của bài toán tối ưu: $\max_{s_i \in S_i} u_i(s_i, s^*_{-i})$

3. Ứng dụng của trò chơi

3.1 *Độc quyền song phương Cournot*

Nhắc lại:

- Có hai đối thủ cạnh tranh
- Sản phẩm đồng nhất
- Mỗi hãng sẽ đưa ra quyết định dựa trên quyết định của đối thủ.
- **Biến chiến lược là sản lượng (q)**

3.1 Độc quyền song phương Cournot (tt)

Hai công ty *đồng thời* chọn mức sản lượng $q_i \geq 0$

- Tổng cung thị trường: $Q = q_1 + q_2$
- Cầu thị trường: $P(Q) = a - Q = a - (q_1 + q_2) \quad (Q \leq a)$
- $MC_1 = MC_2 = c; AC_1 = AC_2 = c$
- $C(q_i) = c \cdot q_i$ (với $c < a$)

Xác định cân bằng Nash.

3.1 Độc quyền song phương Cournot (tt)

Bài toán dạng chuẩn tắc:

- Số người chơi: 2
- Không gian chiến lược: $S_i = [0, a]$
- Kết quả:
 - $\pi_1(q_1, q_2) = q_1(P - c) = q_1(a - (q_1 + q_2) - c)$
 - $\pi_2(q_1, q_2) = q_2(P - c) = q_2(a - (q_1 + q_2) - c)$

Giải bài toán:

$$\max_{q_i} \pi_i(q_i, q_{-i}^*)$$

$$\rightarrow (q_1^*, q_2^*) = ?$$

3.1 Độc quyền song phương Cournot (tt)

Giải bài toán: $\max_{q_i} \pi_i(q_i, q_{-i}^*)$

Công ty 1:

$$\max_{q_1} \pi_1(q_1, q_2^*) = q_1(a - q_1 - q_2^* - c)$$

$$\frac{d\pi_1}{dq_1} = a - 2q_1 - q_2^* - c = 0 \Rightarrow q_1 = \frac{a - c - q_2^*}{2} \quad (1)$$

Công ty 2: $\max_{q_2} \pi_2(q_1^*, q_2) = q_2(a - q_1^* - q_2 - c)$

$$\text{Tương tự: } q_2 = \frac{a - c - q_1^*}{2} \quad (2)$$

$$(1) \text{ và } (2) \Rightarrow q_1^* = q_2^* = \frac{a - c}{3}$$

$$\Rightarrow \pi_1^* = \pi_2^* = \frac{(a - c)^2}{9}$$

3.1 Độc quyền song phương Cournot (tt)

Trường hợp hai công ty cấu kết:

$$\max_{Q_m} \pi(Q_m) = Q_m(a - Q_m - c)$$

F.O.C

$$\frac{d\pi}{dQ} = a - 2Q_m - c = 0 \Rightarrow Q_m = \frac{a - c}{2} \quad (1)$$

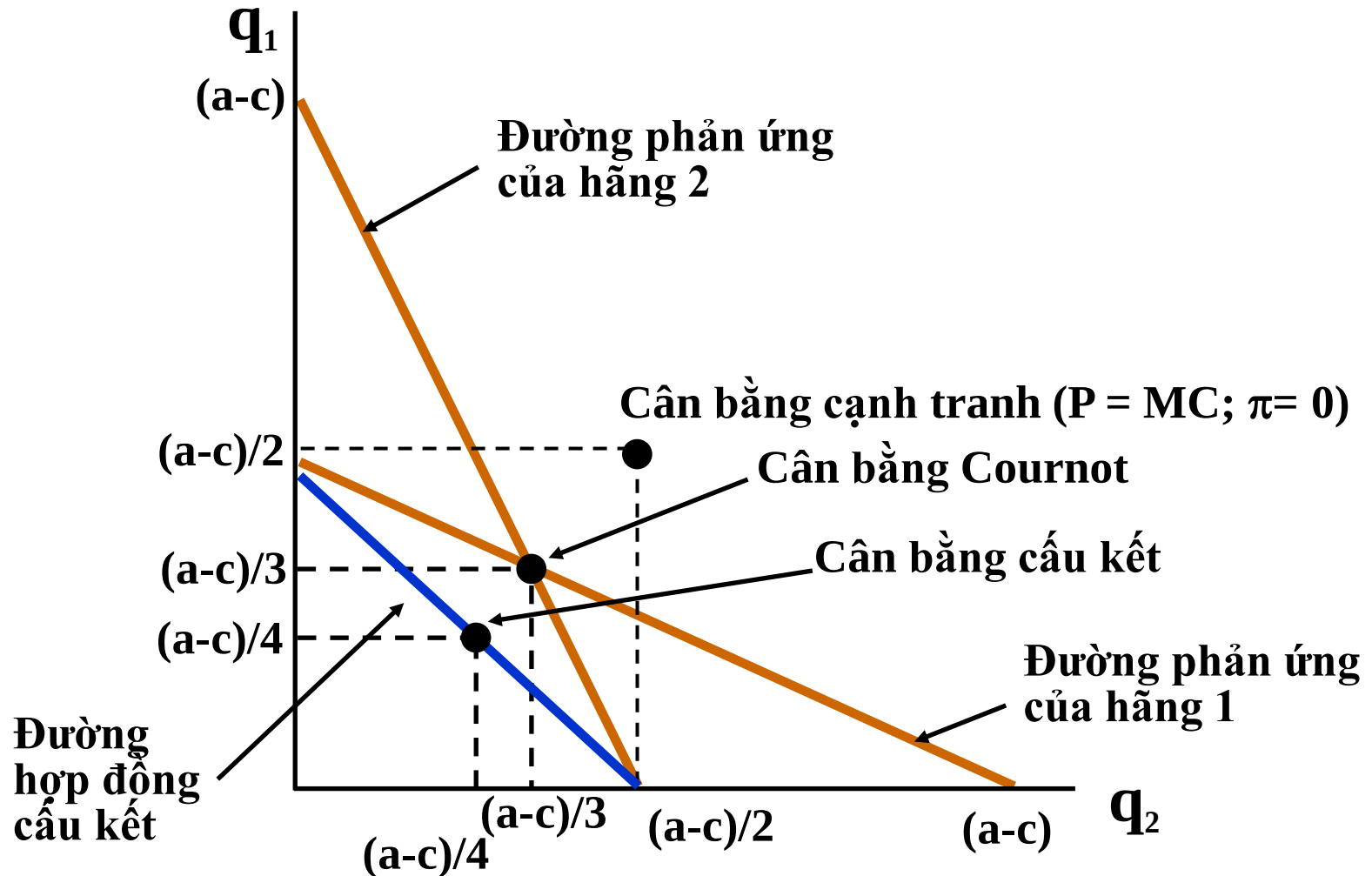
$$\Rightarrow q_{m1}^* = q_{m2}^* = \frac{a - c}{4}$$

$$\Rightarrow \pi_{m1}^* = \pi_{m2}^* = \frac{(a - c)^2}{8} > \frac{(a - c)^2}{9} = \pi_1^* = \pi_2^*$$

➔ *Lợi nhuận tăng nhờ cấu kết: hạn chế sản lượng, chia sẻ lợi nhuận độc quyền*

➔ *Cân bằng có ổn định và tự chế tài không?*

Nhắc lại: So sánh cạnh tranh và cầu kết



3. Ứng dụng của trò chơi

3.2 Độc quyền song phương Bertrand

- Tương tự Cournot, nhưng **biến chiến lược là mức giá** (p).

Hai công ty *đồng thời* chọn mức giá $p_i \geq 0$

- Tổng cung thị trường: $Q = q_1 + q_2$
- Cầu thị trường đối với công ty i :

$$q_i(p_i, p_{-i}) = a - p_i + bp_{-i} \quad (\text{với } 0 < b < 2)$$

- $MC_1 = MC_2 = c$; $AC_1 = AC_2 = c$
- $C(q_i) = c \cdot q_i$ (với $c < a$)

Xác định cân bằng Nash (p_1^*, p_2^*).

3.2 Độc quyền song phương Bertrand (tt)

Bài toán dạng chuẩn tắc:

- Số người chơi: 2
- Không gian chiến lược: $S_i = [0, +\infty)$
- Kết quả:
 - $\pi_1(p_1, p_2) = q_1(p_1 - c) = (a - p_1 + bp_2)(p_1 - c)$
 - $\pi_2(p_1, p_2) = q_2(p_2 - c) = (a - p_2 + bp_1)(p_2 - c)$

Giải bài toán:

$$\max_{p_i} \pi_i(p_i, p_{-i}^*)$$

$$\Rightarrow (p_1^*, p_2^*) = ?$$

3. Ứng dụng của trò chơi

3.3 Ngoại tác và hàng hóa công

- **Ví dụ 5: “Cha chung không ai khóc”**

n hộ gia đình cùng chẵn thả dê (g_i) trên 1 đồng cỏ. Khi $G = \sum_{i=1}^n g_i$ đủ lớn, $\uparrow g_i \rightarrow \downarrow v(G)$ với $v(G)$ là lợi ích trung bình từ việc chẵn thả dê

Bài toán dạng chuẩn tắc:

- Số người chơi: n
- Không gian chiến lược: $S_i = [0, Gmax]$
- Kết quả: $v_i = g_i v(g_i + g_{-i}) - c g_i$

Giải bài toán: $\max_{g_i} v_i(g_i, g_{-i}^)$*

$\rightarrow NE: (g_1^*, g_2^*, \dots, g_n^*) = ?$

3.3 Ngoại tác và hàng hóa công (tt)

- Ví dụ 5: “Cha chung không ai khóc” (tt)

Giải bài toán: $\max_{g_i} v_i(g_i, g_{-i}^*) = g_i v(g_i + g_{-i}) - c g_i$

Kết quả từ điều kiện tối ưu của n hộ gia đình:

$$G^* = \sum_{i=1}^n g_i^* : v(G^*) + \frac{1}{n} G^* v'(G^*) - c = 0$$

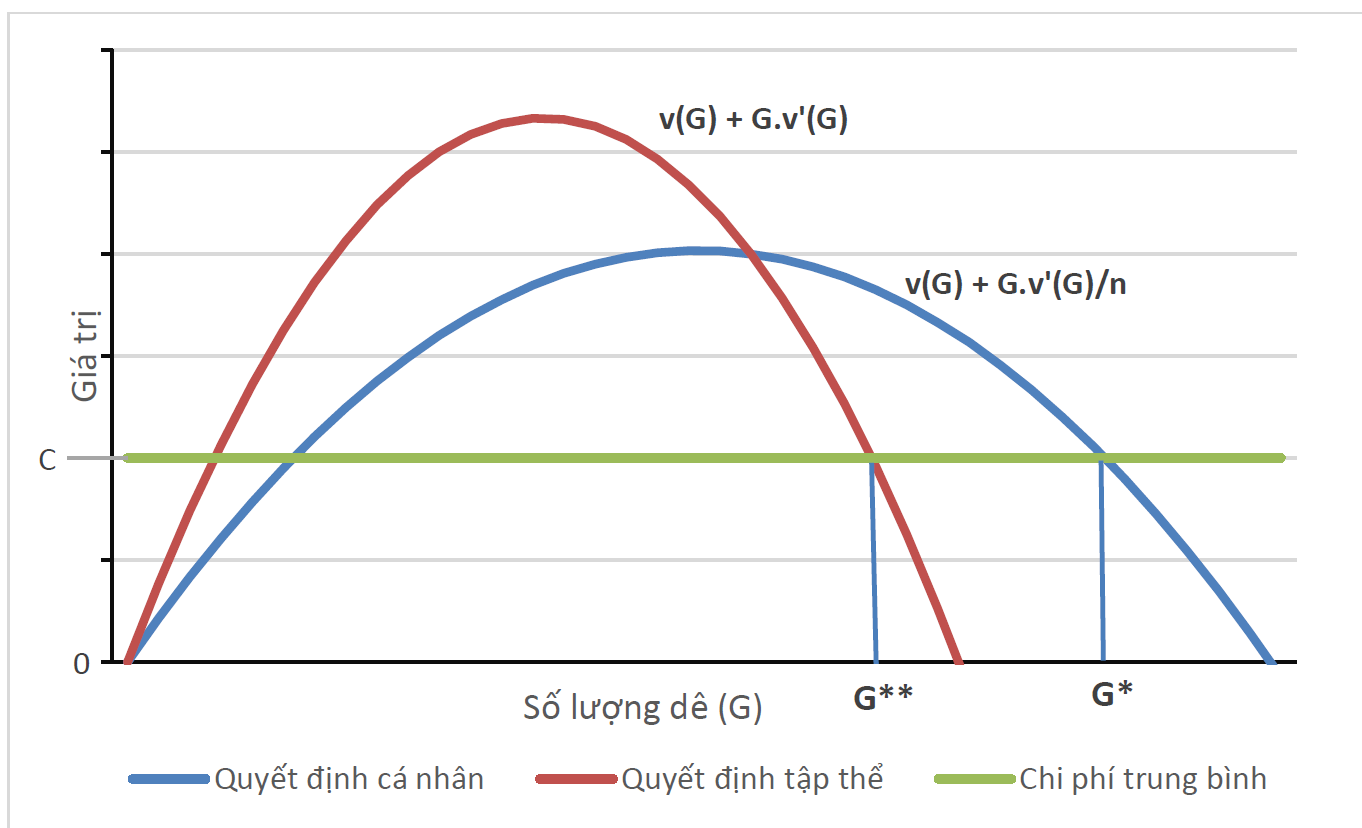
Trường hợp cả làng ra quyết định chung:

$$\max_G (G v(G) - c G)$$

$$G^{**} : v(G^{**}) + G^{**} v'(G^{**}) - c = 0$$

3.3 Ngoại tác và hàng hóa công (tt)

- Ví dụ 5: “Cha chung không ai khóc” (tt)



Nguồn: Ghi chú bài giảng của Vũ Thành Tự Anh

4. Mở rộng: Chiến lược hỗn hợp

- Một số trò chơi có nhiều thể cân bằng (điều hâu – bò câu) hoặc không có cân bằng với chiến lược thuần túy (kết hợp đồng xu).
- Cần xem xét kết hợp ngẫu nhiên các hành động để dự báo kết cục của trò chơi.
- Người chơi kết hợp ngẫu nhiên các chiến lược để đối phương không thể dự báo:
 - Giao và đỡ bóng trong tennis
 - Chiến tranh
 - Người nộp thuế và Cục Thuế
 - v.v.

4. Mở rộng: Chiến lược hỗn hợp (tt)

Nhắc lại khái niệm:

- **Chiến lược thuần túy (pure strategy):** người chơi đưa ra một lựa chọn hay một hành động đặc thù.

Ví dụ: (100%) Xe riêng

- **Chiến lược hỗn hợp (mixed strategy):** người chơi đưa ngẫu nhiên trong hai hay nhiều hành động khả thi, dựa trên một xác suất được lựa chọn trước.

Ví dụ: $\frac{1}{2}$ Trái + $\frac{1}{2}$ Phải

4. Mở rộng: Chiến lược hỗn hợp (tt)

Ví dụ 6: Kết hợp đồng xu

		q	$1-q$
r	Odd Even	Ngửa	Sấp
	Ngửa	1, -1	-1, 1
	Sấp	-1, 1	1, -1
$1-r$			

- Cân bằng Nash (NE)?
- Không có NE thuần túy
- Mỗi người chơi phải *đoán* hành động của đối phương.

→ NE với chiến lược hỗn hợp: $q^* = ?$, $r^* = ?$

4. Mở rộng: Chiến lược hỗn hợp (tt)

Ví dụ 6: Kết hợp đồng xu (tt)

		q	$1-q$
		Ngửa	Sấp
r	Ngửa	1, -1	-1, 1
	Sấp	-1, 1	1, -1

Kết quả kỳ vọng:

Even

- Ngửa:

$$q \cdot 1 + (1-q) \cdot (-1) = 2q - 1$$

- Sấp:

$$q \cdot (-1) + (1-q) \cdot 1 = -2q + 1$$

Odd

- Ngửa:

$$r \cdot (-1) + (1-r) \cdot 1 = -2r + 1$$

- Sấp:

$$r \cdot 1 + (1-r) \cdot (-1) = 2r - 1$$

4. Mở rộng: Chiến lược hỗn hợp (tt)

Ví dụ 6: Kết hợp đồng xu (tt)

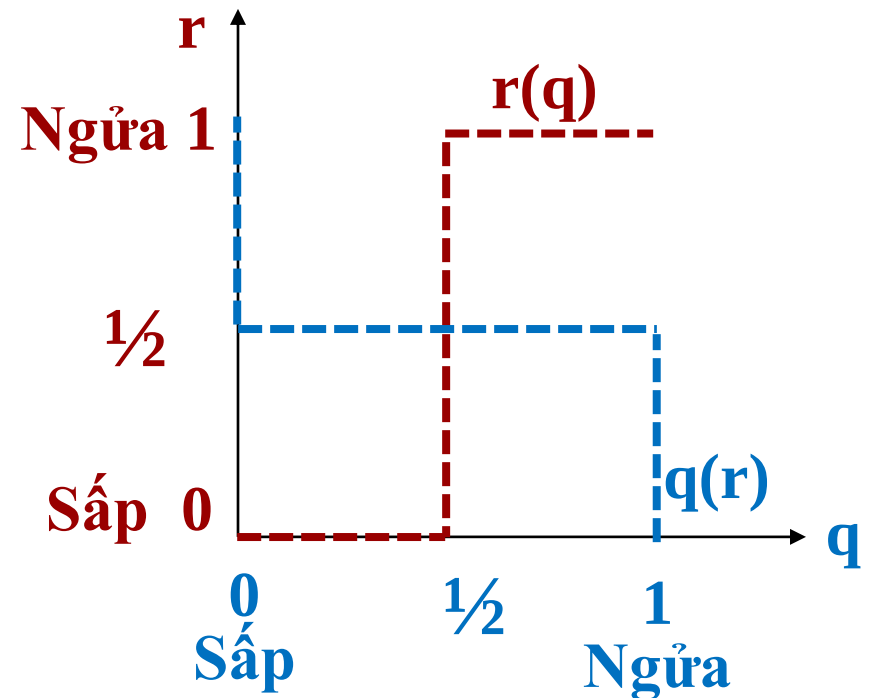
Phản ứng tốt nhất:

Even

- *Ngửa* nếu $2q - 1 > -2q + 1$,
hay $q > \frac{1}{2}$
- *Sấp* nếu $q < \frac{1}{2}$
- *Bằng quan* nếu $q = \frac{1}{2}$

Odd

- *Ngửa* nếu $-2r + 1 > 2r - 1$,
hay $r < \frac{1}{2}$
- *Sấp* nếu $r > \frac{1}{2}$
- *Bằng quan* nếu $r = \frac{1}{2}$



$r(q)$ và $q(r)$ là đường *phản hồi tốt nhất* của Even và Odd
(best-response correspondence)

4. Mở rộng: Chiến lược hỗn hợp (tt)

- Cân bằng Nash (NE) hỗn hợp:

(q^*, r^*) mà tại đó $r^* = r(q^*)$ và $q^* = q(r^*)$

- Ví dụ 6: Kết hợp đồng xu (tt)

NE hỗn hợp: $(r^*=1/2, q^*=1/2)$

Sự tồn tại của cân bằng Nash (NE):

Mọi trò chơi với số lượng người chơi *xác định*, mỗi người chơi có một số lượng chiến lược thuần túy *xác định* sẽ có ít nhất một cân bằng Nash (có thể là cân bằng Nash hỗn hợp).