



CHƯƠNG 7 – TỰ TƯƠNG QUAN

Bộ môn Kinh tế lượng – Học viện Tài chính

Nội dung

- Bản chất của hiện tượng tự tương quan
- Nguyên nhân của hiện tượng tự tương quan
- Hậu quả của hiện tượng tự tương quan
- Phương pháp phát hiện tự tương quan
- Biện pháp khắc phục hiện tượng tự tương quan
- Ví dụ

7.1. Bản chất của tự tương quan

- Hiện tượng tự tương quan là sự tương quan giữa các thành phần của chuỗi quan sát được sắp xếp theo thứ tự thời gian hoặc không gian. Hiện tượng TTQ thường xảy ra với các số liệu theo thời gian hơn so với các số liệu theo không gian.
- Xét mô hình hồi quy với số liệu theo thời gian:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_1 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + U_t \quad (1)$$

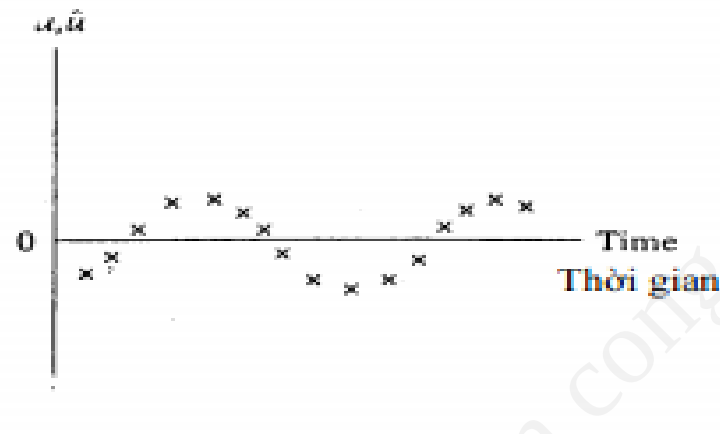
- Giả thiết của phương pháp OLS là SSNN không tương quan với nhau.

$$\text{Cov}(U_i, U_j) = 0 \quad (\forall i \neq j)$$

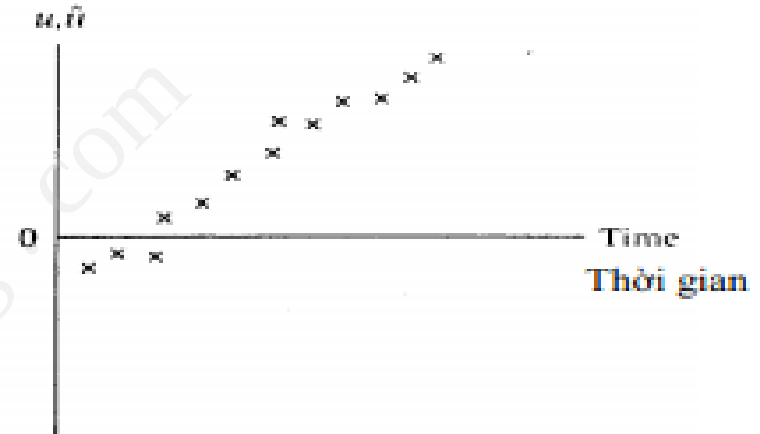
Trong thực tế giả thiết này có thể bị vi phạm. Khi đó mô hình (1) có hiện tượng tự tương quan.

$$\text{Cov}(U_i, U_j) \neq 0 \quad (i \neq j)$$

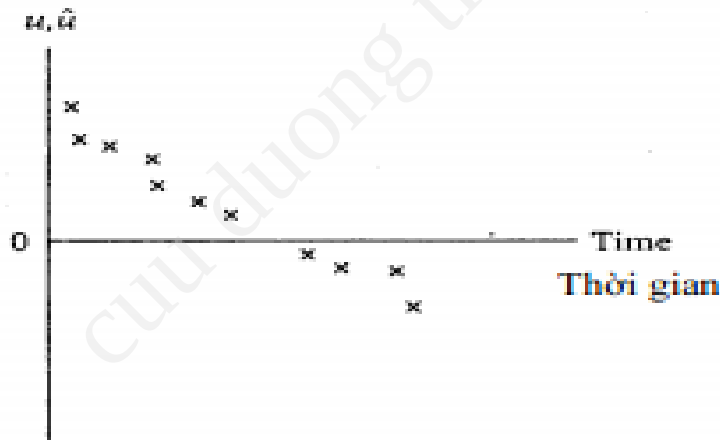
Các dạng của quan hệ tự tương quan



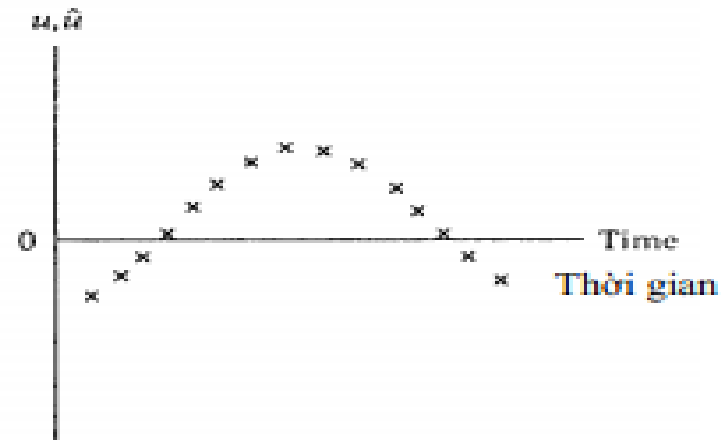
(a)



(b)



(c)



(d)

Bậc của tự tương quan

■ Tự tương quan bậc 1- AR(1) (Autoregressive Procedure)

$$U_t = \rho U_{t-1} + \varepsilon_t$$

Trong đó: ρ là hệ số tương quan bậc 1

$$\rho(U_t, U_{t-1}) = \frac{\text{Cov}(U_t, U_{t-1})}{\sigma_{U_t} \sigma_{U_{t-1}}}$$

Nếu $-1 \leq \rho < 0$ thì mô hình (1) có TTQ âm bậc 1.

Nếu $\rho = 0$ thì mô hình (1) không có TTQ bậc 1.

Nếu $0 < \rho \leq 1$ thì mô hình (1) có TTQ dương bậc 1.

Nếu $\rho = \pm 1$ thì mô hình (1) có TTQ dương/âm bậc 1 hoàn hảo.

Bậc của tự tương quan

■ Tự tương quan bậc p - AR(P)

$$U_t = \rho_1 U_{t-1} + \rho_2 U_{t-2} + \dots + \rho_p U_{t-p} + \varepsilon_t$$

Trong đó: ρ_j ($j = 1, 2, \dots, p$) là hệ số tương quan bậc j

$$\rho(U_t, U_{t-1}) = \frac{\text{Cov}(U_t, U_{t-1})}{\sigma_{U_t} \sigma_{U_{t-1}}}$$

Nếu $-1 \leq \rho_j < 0$ thì mô hình (1) có TTQ âm bậc j.

Nếu $\rho_j = 0$ thì mô hình (1) không có TTQ bậc j.

Nếu $0 < \rho_j \leq 1$ thì mô hình (1) có TTQ dương bậc j.

Nếu $\rho_j = \pm 1$ thì mô hình (1) có TTQ dương/âm bậc j hoàn hảo.

7.2. Nguyên nhân của tự tương quan

■ Nguyên nhân khách quan

- Các hiện tượng kinh tế có tính chất quán tính.
- Các hiện tượng kinh tế có tính chất mạng nhện.
- Do độ trễ của số liệu.

■ Nguyên nhân chủ quan

- Do quá trình xử lý số liệu: Tách biến, gộp biến, nội suy, ngoại suy các biến.
- Do việc lập mô hình: bỏ sót biến, chọn sai dạng hàm.

7.3. Hậu quả của tự tương quan

- Các ước lượng hồi quy thu được mất tính hiệu quả nhất.
- Phương sai UL được của các UL OLS thường là chệch.
- Các kiểm định T và F không đáng tin cậy.
- Ước lượng σ^2 bị chệch.
- Kết quả tính toán R^2 không đáng tin cậy.
- Các dự báo về khoảng tin cậy cũng mất tính chính xác.

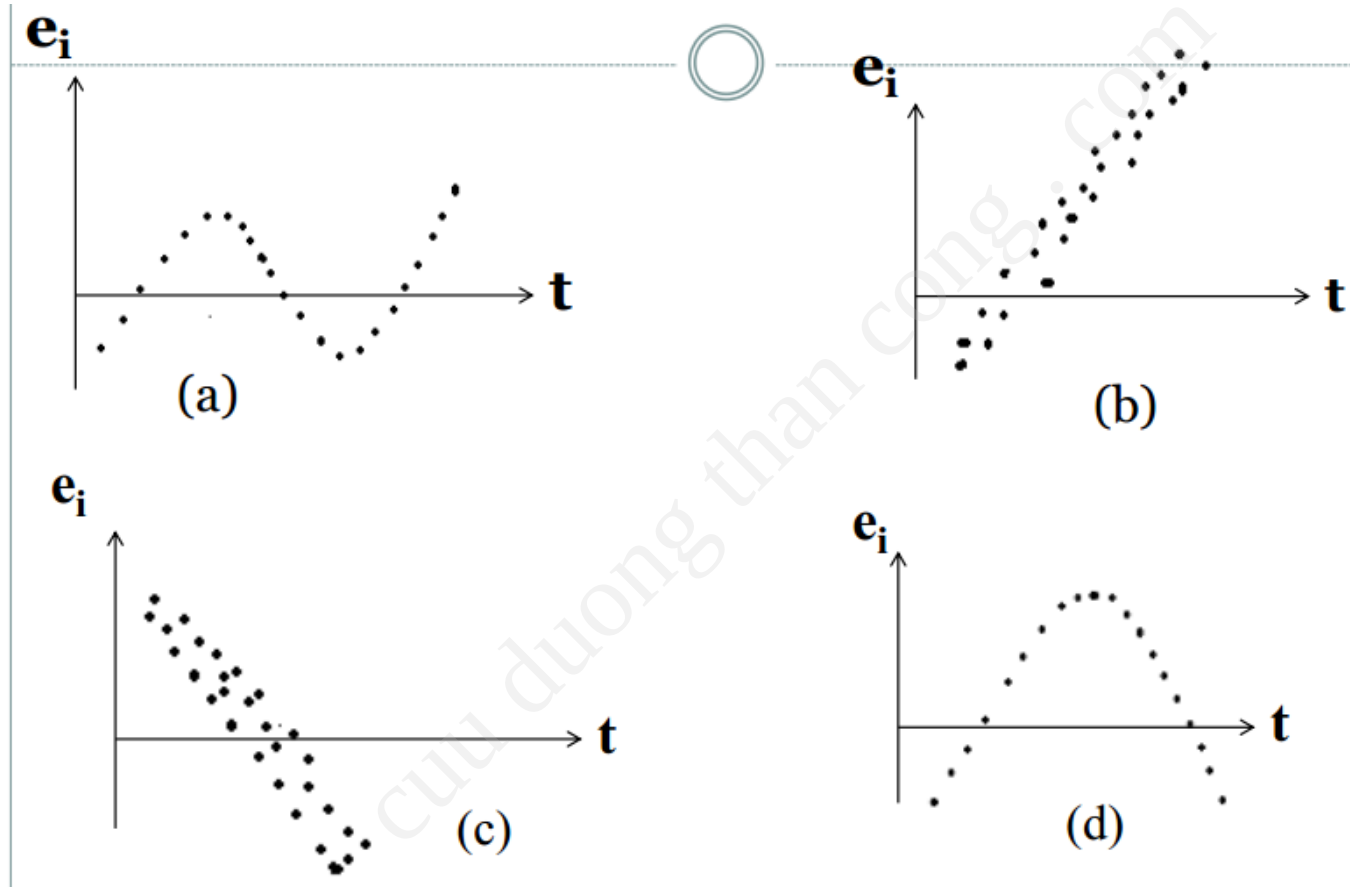
7.4. Phát hiện tự tương quan - Phương pháp đồ thị

■ Các bước thực hiện:

- Bước 1: Hồi quy mô hình (1) thu được chuỗi phần dư e_t .
- Bước 2: Vẽ đồ thị của e_t theo e_{t-1} hoặc vẽ đồ thị của e_t theo thời gian.
- Bước 3: Nhận xét về hiện tượng TTQ dựa trên đồ thị.

7.4. Phát hiện tự tương quan - Phương pháp đồ thị

- Một số hình ảnh về hiện tượng TTQ.



- Hạn chế của việc sử dụng đồ thị phân dư.

7.4. Phát hiện TTQ - Phương pháp Durbin - Watson

■ Điều kiện áp dụng:

- Kiểm định tự tương quan bậc 1 - AR(1).
- Mô hình phải có hệ số chặn.
- Biến độc lập là biến phi ngẫu nhiên.
- Mô hình không chứa biến trễ của biến phụ thuộc với tư cách là biến giải thích.
- Có nhiều hơn 15 quan sát.
- Không có quan sát bị mất trong mẫu dữ liệu.

7.4. Phát hiện TTQ - Phương pháp Durbin - Watson

■ Kiểm định Durbin - Watson

$$U_t = \rho U_{t-1} + \varepsilon_t$$

- Cặp giả thuyết:

$H_0: \rho = 0$ (MH không có tự tương quan bậc 1)

$H_1: \rho \neq 0$ (MH có tự tương quan bậc 1)

7.4. Phát hiện TTQ - Phương pháp Durbin - Watson

- Đại lượng thống kê d:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \approx 2 - 2 \frac{\sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

Ước tính trên mẫu:

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \Rightarrow d \approx 2(1 - \hat{\rho})$$

7.4. Phát hiện TTQ - Phương pháp Durbin - Watson

■ Các bước thực hiện:

- Bước 1: Tính giá trị đại lượng thống kê d
- Bước 2: Với $\alpha = 5\%$, kích thước mẫu là n , số biến giải thích $k' = k-1$, Durbin - Watson đã xây dựng bảng các giá trị cận dưới d_L (Lower), cận trên d_U (Upper) làm căn cứ kết luận. Tra bảng thống kê Durbin - Watson để có các giá trị này.
- Bước 3: Lập bảng giá trị.

Tự tương quan (+)	Không có kết luận	Không có tự tương quan	Không có kết luận	Tự tương quan (-)
0	d_L	d_U	$4-d_U$	$4-d_L$
				4

- Bước 4: Dựa trên giá trị d ước tính trên mẫu để kết luận.

7.4. Phát hiện TTQ - Phương pháp Durbin Watson

- Ví dụ: Mô hình có kết quả ước lượng sau có hiện tượng TTQ bậc nhất không?

Dependent Variable: LOG(GDP)

Method: Least Squares

Sample: 1997 2014

Included observations: 18

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	25.41532	0.369661	68.75300	0.0000
INF	0.051601	0.015176	3.400109	0.0040
LEND	-0.083982	0.036649	-2.291535	0.0368
R-squared	0.435450	Mean dependent var	24.79665	
Adjusted R-squared	0.360177	S.D. dependent var	0.332982	
S.E. of regression	0.266348	Akaike info criterion	0.342989	
Sum squared resid	1.064123	Schwarz criterion	0.491385	
Log likelihood	-0.086905	Hannan-Quinn criter.	0.363451	
F-statistic	5.784928	Durbin-Watson stat	0.552460	
Prob(F-statistic)	0.013733			

- Hạn chế của kiểm định Durbin – Watson?

7.4. Phát hiện TTQ - Phương pháp Breusch Godfrey

- Xét mô hình hồi quy:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_1 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + U_t \quad (1)$$

- Tự tương quan bậc p:

$$U_t = \rho_1 U_{t-1} + \rho_2 U_{t-2} + \dots + \rho_p U_{t-p} + \varepsilon_t$$

7.4. Phát hiện TTQ - Phương pháp Breusch Godfrey

■ Các bước thực hiện:

- Bước 1: Ước lượng mô hình (1) thu được phần dư e_t .
- Bước 2: Ước lượng mô hình sau:

$$e_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2t} + \alpha_3 X_{3t} + \dots + \alpha_k X_{kt} + \rho_1 e_{t-1} + \rho_2 e_{t-2} + \dots + \rho_p e_{t-p} + v_t$$

Thu được hệ số xác định R_1^2 .

- Bước 3: Kiểm định cặp giả thuyết

$$\begin{cases} H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0 \\ H_1: \exists \rho_j \neq 0 \ (j = 1, 2, \dots, p) \end{cases}$$

Tiêu chuẩn kiểm định khi - bình phương: $\chi^2 = (n - p)R_1^2 \sim \chi^{2(p)}$

7.4. Phát hiện TTQ - Phương pháp Breusch Godfrey

- **Ví dụ:** Sử dụng kết quả ước lượng của mô hình sau. Hãy cho biết mô hình ban đầu (ví dụ 1) có hiện tượng tự tương quan bậc 2 hay không?

Dependent Variable: RESID
Method: Least Squares
Sample: 1997 2014
Included observations: 18
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.129340	0.271181	0.476948	0.6413
INF	-0.007244	0.011172	-0.648411	0.5280
LEND	-0.004571	0.026754	-0.170853	0.8670
RESID(-1)	0.738288	0.275792	2.676974	0.0190
RESID(-2)	0.159264	0.295883	0.538269	0.5995
R-squared	0.543201	Mean dependent var		-6.64E-15
Adjusted R-squared	0.402648	S.D. dependent var		0.250191
S.E. of regression	0.193369	Akaike info criterion		-0.218301
Sum squared resid	0.486090	Schwarz criterion		0.029024
Log likelihood	6.964710	Hannan-Quinn criter.		-0.184198
F-statistic	3.864734	Durbin-Watson stat		1.626651
Prob(F-statistic)	0.027822			

7.4. Phát hiện TTQ - Phương pháp Breusch Godfrey

- **Ví dụ:** Kết quả kiểm định Breusch Godfrey từ phần mềm Eviews. Hãy cho biết mô hình ban đầu có hiện tượng tự tương quan không?

– Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	7.729468	Prob. F(2,13)	0.0061
Obs*R-squared	9.777627	Prob. Chi-Square(2)	0.0075

7.5. Biện pháp khắc phục tự tương quan

■ Trường hợp 1: Khi cấu trúc tự tương quan đã biết

- Trong trường hợp cấu trúc tự tương quan đã biết người ta dùng phương pháp sai phân tổng quát để khắc phục tự tương quan. Phương pháp này chỉ áp dụng với điều kiện các biến giải thích của mô hình đều là biến ngoại sinh chặt.
- Xét mô hình:
$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + U_t$$

Với cấu trúc TTQ:
$$U_t = \rho U_{t-1} + v_t$$

7.5. Biện pháp khắc phục tự tương quan

■ Trường hợp 1: Khi cấu trúc tự tương quan đã biết

- Phương pháp sai phân tổng quát

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + U_t$$

$$Y_{t-1} = \beta_1 + \beta_2 X_{t-1} + U_{t-1}$$

$$Y_t - \rho Y_{t-1} = \beta_1(1 - \rho) + \beta_2(X_t - \rho X_{t-1}) + (U_t - \rho U_{t-1})$$

$$\Rightarrow Y_t^* = \beta_1^* + \beta_2^* X_t^* + v_t \quad (2)$$

Thay vì UL mô hình (1) sẽ UL mô hình (2). Để thu được kết quả mô hình ban đầu cần biến đổi:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\hat{\beta}_1^*}{1 - \rho}$$

7.5. Biện pháp khắc phục tự tương quan

■ Trường hợp 2: Khi cấu trúc tự tương quan chưa biết

- Dựa vào thống kê d :

$$d \approx 2(1 - \hat{\rho}) \Rightarrow \hat{\rho} = 1 - d/2$$

$$\begin{aligned} Y_t - \hat{\rho}Y_{t-1} &= \beta_1(1 - \hat{\rho}) + \beta_2(X_t - \hat{\rho}X_{t-1}) + (U_t - \hat{\rho}U_{t-1}) \\ &\Rightarrow Y_t^* = \beta_1^* + \beta_2^*X_t^* + v_t \quad (3) \end{aligned}$$

Thay vì ước lượng mô hình (1) sẽ ước lượng mô hình (3). Để thu được kết quả mô hình ban đầu cần biến đổi:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\hat{\beta}_1^*}{1 - \hat{\rho}}$$

7.5. Biện pháp khắc phục tự tương quan

■ Trường hợp 2: Khi cấu trúc tự tương quan chưa biết

- Phương pháp lặp Cochrane- Orcutt hai bước
 - Bước 1: Ước lượng mô hình xuất phát $\Rightarrow$ thu được e_t .
 - Bước 2: Ước lượng mô hình $e_t = \rho e_{t-1} + \varepsilon_t$ thu được $\hat{\rho}$.
 - Bước 3: Thay $\hat{\rho}$ vào phương trình sai phân tổng quát.
 - Ước lượng mô hình sai phân tổng quát thu được kết quả.
 - Thực hiện phép biến đổi để thu được hệ số của mô hình ban đầu.
- Phương pháp lặp Cochrane- Orcutt nhiều bước: Tiến hành lặp đi lặp lại quá trình như phương pháp hai bước. Quá trình sẽ kết thúc khi sai lệch giữa giá trị $\hat{\rho}$ là rất nhỏ (thường nằm trong $\{0.005 ; 0.01\}$).

7.6. Ví dụ thực hành

- Nghiên cứu mối quan hệ giữa tỷ lệ lạm phát (INF) và tỷ lệ thất nghiệp (U) của Úc trên mẫu số liệu từ quý 3/1988 đến quý 4/2015.
 - Thu thập mẫu số liệu
 - Ước lượng mô hình hồi quy trên mẫu số liệu.
 - Thực hiện kiểm định hiện tượng tự tương quan của mô hình bằng các phương pháp khác nhau.
 - Lựa chọn biện pháp phù hợp nhằm khắc phục hiện tượng tự tương quan của mô hình đề xuất.