Econometria
Tema 7: Autocorrelació

Ramon Alemany

Grau Estadística UB-UPC

Curs 2017-18

Presentació

1. Bibliografia
2. Definició i causes
3. Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG
4. Detecció de l'autocorrelació

Bibliografia

- GREENE, W. (1999)
  Análisis econométrico. 3a Ed.
  Capítol 13

- WOOLDRIDGE, J. (2009)
  Introducción a la Econometría. Un enfoque moderno. 4a Ed.
  Capítol 12

- STOCK, J. & WATSON, M. (2012)
  Introducción a la Econometría. 3a Ed.
  Capítol 18

Definició i causes

1. Definició d'Autocorrelació

- Hi ha autocorrelació quan els elements del terme de pertorbació estan correlacionats entre ells: al llarg del temps o entre els individus
- Els elements de la diagonal principal de la matriu de variàncies i covariàncies del terme de pertorbació són iguals entre sí, però els elements que hi ha fora de la diagonal són diferents de zero
- Habitualment apareix quan es treballa amb sèries temporals

Definició i causes

$$Y = X\beta + \mathsf{U} \qquad \mathsf{E}(\mathsf{U}_i, \mathsf{U}_j) \neq 0$$

$$\mathsf{Var}(\mathsf{U}) = \mathsf{E}(\mathsf{UU}') = \sigma^2\Omega = \sigma^2 \begin{bmatrix} 1 & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1N} \\ \gamma_{21} & 1 & \dots & \gamma_{2N} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \gamma_{1N} & \gamma_{2N} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathsf{E}(\mathsf{U}_i, \mathsf{U}_j) = \sigma^2\gamma_{ij} \qquad \text{amb } \gamma_{ij} \neq 0$$

Definició i causes

Punt de partida:

Estructura d'autocorrelació "senzilla"

Esquema autoregressiu de primer ordre $\longrightarrow \quad AR(1)$

$$Y = X\beta + \mathrm{U} \qquad \text{amb } \; t = 1, 2, \ldots, T$$

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \qquad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2 I_T) \quad \mid \rho \mid < 1$$

$$\Omega = f(\rho)$$

Per poder aplicar MQG necessitarem obtenir una estimació de ρ. (MQGF: $\hat{\Omega} = f(\hat{\rho})$).

Definició i causes

2. Causes de l'autocorrelació

(més habitual en sèries temporals)

- Existència de cicles i tendències
- Omissió de variables rellevants
- Relacions no lineals entre les variables
- Relacions dinàmiques (variable endògena retardada com a explicativa)

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

3. Estimació amb autocorrelació

a) **Estimadors MQO**

- Propietats
- Presència de l'endògena retardada com a explicativa.

b) **Estimadors MQG**

- Ω coneguda
- Ω desconeguda
  - Mètode de Cochrane-Orcutt
  - Mètode de Prais-Winsten
  - Mètode de Durbin

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Estimadors MQO

Propietats $\hat{\beta}_{\textsf{MQO}}$

- No esbiaixats (amb excepció important)
- Consistents
- <u>INEFICIENTS</u>

$$\text{Var}(\hat{\beta}_{\text{MQO}}) = \sigma_u^2 (X'X)^{-1} X' \, \Omega \, X (X'X)^{-1} \geq \sigma_u^2 (X'X)^{-1}$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Estimadors MQO

L'estimador $\hat{\beta}_{\text{MQO}}$ serà ESBIAIXAT si la variable endògena retardada està com explicativa del model.

$$Y = X\beta + u \qquad \text{amb} \;\; t = 1, 2, \ldots, T$$

$$\textbf{AR(1)} \quad u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \qquad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2 I_T) \quad \mid \rho \mid < 1$$

$$\text{Cov}(Y_{t-1}, u_t) = \text{E}(Y_{t-1}, \rho u_{t-1} + \varepsilon_t) = \rho \text{E}(Y_{t-1}, u_{t-1}) \neq 0$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Estimadors MQG

Amb Ω coneguda

- 1a alternativa: transformació del model

$$\begin{array}{c} Y = X\beta + \mathsf{U} \\ \mathsf{U} \sim N(0, \sigma^2\Omega) \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} Y^* = X^*\beta + \mathsf{U}^* \\ \mathsf{U}^* \sim N(0, \sigma^2 I) \end{array} \qquad \begin{array}{c} Y^* = \mathsf{T}Y \\ X^* = \mathsf{T}X \\ \mathsf{U}^* = \mathsf{TU} \end{array}$$

$$\hat{\beta}_{\mathsf{MQG}} = (X^{*\prime}X^*)^{-1}(X^{*\prime}Y^*)$$

- 2a alternativa: estimació directa

$$\hat{\beta}_{\mathsf{MQG}} = (X'\Omega^{-1}X)^{-1}(X'\Omega^{-1}Y)$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Esquema autoregressiu d'ordre 1 AR(1)

$$Y = X\beta + u \qquad \text{amb} \;\; t = 1, 2, \ldots, T$$

$$\textbf{AR(1)} \quad u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \qquad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2 I_T) \quad \mid \rho \mid < 1$$

$$\begin{aligned}
\mathrm{Var}(u_t) = \gamma_0 = \mathrm{E}\left[u_t^2\right] \; &= \mathrm{E}\left[\rho u_{t-1} + \varepsilon_t\right]^2 = \\
&= \mathrm{E}\left[\rho^2 u_{t-1}^2 + 2\rho\varepsilon_t u_{t-1} + \varepsilon_t^2\right] = \\
&= \rho^2 \mathrm{E}\left[u_{t-1}^2\right] + 2\rho \mathrm{E}\left[\varepsilon_t u_{t-1}\right] + \mathrm{E}\left[\varepsilon_t^2\right] = \\
&= \rho^2 \gamma_0 + 2\rho \mathrm{E}\left[\varepsilon_t u_{t-1}\right] + \sigma_\varepsilon^2
\end{aligned}$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Esquema autoregressiu d'ordre 1 AR(1)

$$\begin{array}{ccccc} u_{t-1} & \longrightarrow & u_t & \longrightarrow & u_{t+1} \\ \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\ \varepsilon_{t-1} & & \varepsilon_t & & \varepsilon_{t+1} \end{array}$$

Per tant:

$$\mathrm{E}\left[\varepsilon_t u_{t-1}\right] = 0$$

$$\gamma_0 = \rho^2\gamma_0 + 2\rho \mathrm{E}\left[\underset{0}{\cancel{\varepsilon_t u_{t-1}}}\right] + \sigma_\varepsilon^2 = \rho^2\gamma_0 + \sigma_\varepsilon^2$$

$$\mathrm{Var}(u_t) = \gamma_0 = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\rho^2}$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Esquema autoregressiu d'ordre 1 AR(1)

$$\mathrm{Cov}(u_t, u_{t-1}) = \gamma_1 = \mathrm{E}\left[u_t, u_{t-1}\right] = \mathrm{E}\left[(\rho u_{t-1} + \varepsilon_t), u_{t-1}\right] =$$

$$= \mathrm{E}\left[\rho u_{t-1}^2 + \varepsilon_t u_{t-1}\right] = \rho \mathrm{E}\left[u_{t-1}^2\right] + \mathrm{E}\left[\cancel{\varepsilon_t u_{t-1}}\right]_{0} =$$

$$= \rho \mathrm{E}\left[\rho u_{t-1}^2\right] = \rho \gamma_0$$

$$\gamma_1 = \rho \gamma_0$$

$$\mathrm{Cov}(u_t, u_{t-2}) = \gamma_2 = \mathrm{E}\left[u_t, u_{t-2}\right] = \mathrm{E}\left[(\rho u_{t-1} + \varepsilon_t), u_{t-2}\right] =$$

$$= \rho \mathrm{E}\left[u_{t-1} u_{t-2}\right] + \mathrm{E}\left[\varepsilon_t u_{t-2}\right] = \rho \mathrm{E}\left[(\rho u_{t-2} + \varepsilon_{t-1}) u_{t-2}\right] =$$

$$= \rho^2 \mathrm{E}\left[u_{t-2}^2\right] + \rho \mathrm{E}\left[\cancel{\varepsilon_{t-1} u_{t-2}}\right]_{0} = \rho^2 \gamma_0$$

$$\gamma_2 = \rho^2 \gamma_0$$

$$\vdots$$

$$\gamma_k = \rho^k \gamma_0$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Esquema autoregressiu d'ordre 1 AR(1)

Així doncs, si el model és:

$$Y = X\beta + u \qquad \text{amb } \ t = 1, 2, \ldots, T$$

$$\textbf{AR(1)} \quad u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \qquad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2 I_T) \quad \mid \rho \mid < 1$$

Aleshores,

$$\text{Var}(U) = \text{E}(UU') = \sigma^2 \Omega$$

$$\text{Var}(u_t) = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\rho^2} \qquad \text{Cov}(u_t, u_{t-k}) = \text{Cov}(u_{t-k}, u_t) = \rho^k \sigma_u^2$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Esquema autoregressiu d'ordre 1 AR(1)

$$\mathsf{E}(UU') = \sigma^2\Omega = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1-\rho^2}\begin{bmatrix} 1 & \rho & \rho^2 & \rho^3 & \dots & \rho^{T-1} \\ \rho & 1 & \rho & \rho^2 & \dots & \rho^{T-2} \\ \rho^2 & \rho & 1 & \rho & \dots & \rho^{T-3} \\ \rho^3 & \rho^2 & \rho & 1 & \dots & \rho^{T-4} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & & \\ \rho^{T-1} & \rho^{T-2} & \rho^{T-3} & \rho^{T-4} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Omega = \begin{bmatrix} 1 & \rho & \rho^2 & \rho^3 & \dots & \rho^{T-1} \\ \rho & 1 & \rho & \rho^2 & \dots & \rho^{T-2} \\ \rho^2 & \rho & 1 & \rho & \dots & \rho^{T-3} \\ \rho^3 & \rho^2 & \rho & 1 & \dots & \rho^{T-4} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & & \\ \rho^{T-1} & \rho^{T-2} & \rho^{T-3} & \rho^{T-4} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Esquema autoregressiu d'ordre 1 AR(1)

$$\Omega^{-1} = \frac{1}{1-\rho^2}\begin{bmatrix} 1 & -\rho & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -\rho & 1+\rho^2 & -\rho & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -\rho & 1+\rho^2 & -\rho & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\rho & 1+\rho^2 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1+\rho^2 & -\rho \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & -\rho & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Omega^{-1} = T'T \qquad T = \begin{bmatrix} \sqrt{1-\rho^2} & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -\rho & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -\rho & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\rho & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & -\rho & 1 \end{bmatrix}$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Esquema autoregressiu d'ordre 1 AR(1)

$$Y^* = TY = \begin{bmatrix} \sqrt{1-\rho^2}Y_1 \\ Y_2 - \rho Y_1 \\ \vdots \\ Y_T - \rho Y_{T-1} \end{bmatrix} \quad X^* = TX = \begin{bmatrix} \sqrt{1-\rho^2}X_1 \\ X_2 - \rho X_1 \\ \vdots \\ X_T - \rho X_{T-1} \end{bmatrix}$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Esquema autoregressiu d'ordre 1 AR(1)

Transfomació del model: Quasi-diferències

$$\left.\begin{aligned} Y^* &= TY = Y_t - \rho Y_{t-1} \\ X^* &= TX = X_t - \rho X_{t-1} \\ U^* &= TU = U_t - \rho U_{t-1} \end{aligned}\right\}$$

Excepte per la primera observació

$$Y_1^* = \sqrt{1-\rho^2}Y_1$$

$$X_1^* = \sqrt{1-\rho^2}X_1$$

Si omitim la primera observació, el model transformat equivaldria a un model en "quasi-diferències":

$$(Y_t - \rho Y_{t-1}) = (X_t - \rho X_{t-1})\beta + (U_t - \rho U_{t-1}) \quad \text{amb} \quad t = 2, 3, \ldots, T$$

Si N és gran aleshores no és important ometre la primera observació.

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Estimadors MQGF

Amb Ω desconeguda

$$\left.\begin{array}{c} Y = X\beta + \mathsf{U} \\ U_t = \rho U_{t-1} + \varepsilon_t \end{array}\right\} \longrightarrow \quad \Omega = f(\rho)$$

$$\hat{\rho} \quad \longrightarrow \quad \hat{\Omega}(\hat{\rho}) \quad \longrightarrow \quad \hat{\beta}_{\text{MQGF}}$$

Alternatives d'estimació del paràmetre ρ:

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=1}^{T} e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^{T} e_t^2}$$

$$\begin{array}{c} e_t = \rho e_{t-1} + \varepsilon_t \\ \downarrow \\ \hat{\rho}_{\text{MQO}} \end{array}$$

$$\hat{\rho} = 1 - \frac{DW}{2}$$

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Mètode de Cochrane-Orcutt

Procediment de Cochrane-Orcutt

1. S'estima per MQO el model original: $Y_t = X_t\beta + U_t$
2. S'obtenen els residus e_t
3. S'obté $\hat{\rho}$ per qualsevol dels mètodes proposats anteriorment
4. S'estima per MQO el model de regressió:

$$(y_t - \hat{\rho}y_{t-1}) = \beta_0(1-\hat{\rho}) + \beta_1(x_{1,t} - \hat{\rho}x_{1,t-1}) + \ldots + \beta_k(x_{k,t} - \hat{\rho}x_{k,t-1}) + (u_t - \hat{\rho}u_{t-1})$$

5. Es guarden les estimacions de $\hat{\beta}$ i es torna a l'etapa 2 fins que el procediment iteratiu convergeixi.

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Mètode de Prais-Winsten

Procediment de Prais-Winsten

1. S'estima per MQO el model original: $Y_t = X_t\beta + U_t$
2. S'obtenen els residus e_t
3. S'obté $\hat{\rho}$ per qualsevol dels mètodes proposats anteriorment
4. S'estima per MQO el model de regressió:

$$\sqrt{1-\hat{\rho}^2}y_1 = \beta_0\sqrt{1-\hat{\rho}^2} + \beta_1\sqrt{1-\hat{\rho}^2}x_{1,1} + \ldots + \beta_k\sqrt{1-\hat{\rho}^2}x_{k,1} + \sqrt{1-\hat{\rho}^2}u_1 \quad t = 1$$

$$(y_t - \hat{\rho}y_{t-1}) = \beta_0(1-\hat{\rho}) + \beta_1(x_{1,t} - \hat{\rho}x_{1,t-1}) + \ldots + \beta_k(x_{k,t} - \hat{\rho}x_{k,t-1}) + (u_t - \hat{\rho}u_{t-1}) \quad t = 2, 3, \ldots T$$

5. Es guarden les estimacions de $\hat{\beta}$ i es torna a l'etapa 2 fins que el procediment iteratiu convergeixi.

Estimació amb autocorrelació: MQO versus MQG

Mètode de Durbin

Procediment de Durbin

1. S'estima per MQO la regressió auxiliar:

$$y_t = \rho y_{t-1} + \alpha_0 + \alpha_{11} x_{1,t} + \alpha_{12} x_{1,t-1} + \ldots + \alpha_{k1} x_{k,t} + \alpha_{k2} x_{k,t-1} + u_t$$

2. A partir d'aquest model, s'obté $\hat{\rho}$
3. Amb aquest valor, s'estima el següent model:

$$(y_t - \hat{\rho} y_{t-1}) = \beta_0 (1 - \hat{\rho}) + \beta_1 (x_{1,t} - \hat{\rho} x_{1,t-1}) + \ldots + \beta_k (x_{k,t} - \hat{\rho} x_{k,t-1}) + (u_t - \hat{\rho} u_{t-1})$$

4. Etapa 5 de Cochrane-Orcutt

Detecció de l'autocorrelació

3.Detecció de l'autocorrelació

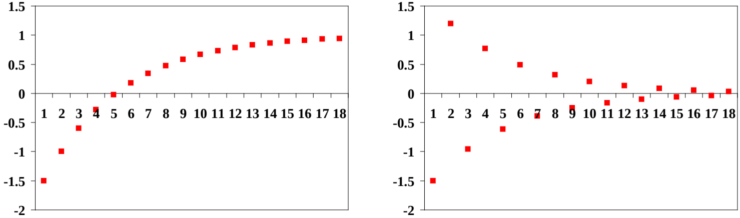
1. Mètodes gràfics
2. Contrastos
    - Contrast de Durbin-Watson
    - Contrast de H de Durbin
    - Contrast de Breusch-Godfrey

Detecció de l'autocorrelació

Mètodes gràfics

Mètodes gràfics

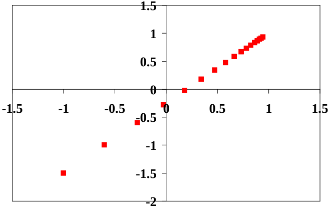
Consisteix en fer un gràfic d'evolució dels residus al llarg del temps i/o un gràfic de dispersió entre els residus i els residus retardats, i observar si hi ha algun tipus de relació.



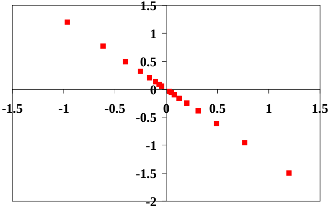
$AR(1)$ amb $\rho > 0$ $AR(1)$ amb $\rho < 0$

Detecció de l'autocorrelació

Mètodes gràfics



$AR(1)$ amb $\rho > 0$



$AR(1)$ amb $\rho < 0$

Detecció de l'autocorrelació

Contrastos d'autocorrelació

Contrastos d'autocorrelació

- La finalitat principal consisteix a identificar la presència d'autocorrelació al terme pertorbació del model
- Tots els contrastos amb que treballarem es fonamenten en analitzar el comportament dels residus MQO, i les seves H_0 i H_A es poden resumir com:
  - H_0: no autocorrelació $\mathsf{E}(\mathsf{U}_i, \mathsf{U}_j) = 0$
  - H_A: autocorrelació $\mathsf{E}(\mathsf{U}_i, \mathsf{U}_j) \neq 0$

Detecció de l'autocorrelació

Contrast de Durbin-Watson

Contrast de Durbin-Watson

- H_0: no autocorrelació
- H_A: autocorrelació $AR(1)$ $\quad u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \quad \begin{cases} \rho > 0 \\ \rho < 0 \end{cases}$

Fases del contrast:

1. Estimar $Y = X\beta + \text{U}$ per MQO
2. Obtenir els residus e_t
3. Es calcula l'estadístic de prova:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^{T}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{T} e_t^2}$$

Detecció de l'autocorrelació

Contrast de Durbin-Watson

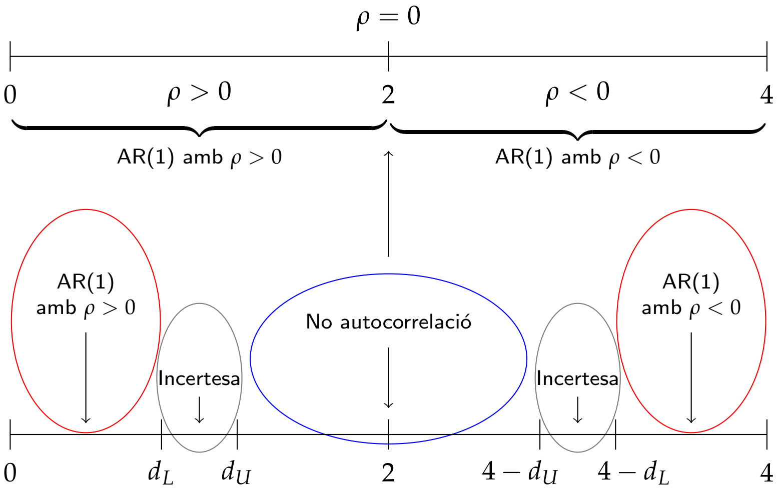
$$DW = \frac{\sum_{t=2}^{T}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{T} e_t^2} = \frac{\sum_{t=2}^{T} e_t^2 + \sum_{t=2}^{T} e_{t-1}^2 - 2\sum_{t=2}^{T} e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^{T} e_t^2} =$$

$$\cong \frac{2\left(\sum_{t=2}^{T} e_t^2 - \sum_{t=2}^{T} e_t e_{t-1}\right)}{\sum_{t=1}^{T} e_t^2} = 2\left(1 - \frac{\sum_{t=2}^{T} e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^{T} e_t^2}\right) = 2(1-\rho)$$

Si $DW \cong 2(1-\rho)$ com $-1 \leq \rho \leq 1$, aleshores $0 \leq DW \leq 4$.

Detecció de l'autocorrelació

Contrast de Durbin-Watson



Detecció de l'autocorrelació

Contrast de Durbin-Watson

Característiques i limitacions

- Només serveix per a contrastar la hipòtesi que el terme de pertorbació està autocorrelacionat segons un AR(1).
- d_L i d_U només són vàlids si hi ha un terme independent al model original.
- Presenta zones d'incertesa
- Només és vàlid si tots els regressors són deterministes, és a dir, no seria vàlid si una de les explicatives és la variable endògena retardada h de Durbin).

Detecció de l'autocorrelació

Contrast h Durbin

Contrast h Durbin

- H_0: no autocorrelació
- H_A: autocorrelació $AR(1)$ $\quad u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon \quad \begin{cases} \rho > 0 \\ \rho < 0 \end{cases}$

Fases del contrast:

1. Estimar per MQO el model original:

$$y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \ldots + \beta_k X_{kt} + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \ldots + \alpha_r y_{t-r} + u_t$$

2. Es calcula l'estadístic de prova:

$$h = \hat{\rho}\sqrt{\frac{T}{1 - T\text{Var}(\hat{\alpha}_1)}} = \left(1 - \frac{DW}{2}\right)\sqrt{\frac{T}{1 - T\text{Var}(\hat{\alpha}_1)}} \sim N(0,1)$$

Detecció de l'autocorrelació

Contrast h Durbin

Característiques i limitacions

- Només és vàlid assimptòticament.
- Si $T\text{Var}(\hat{\alpha}_1) > 1$ aleshores $\rightarrow$ Mètode alternatiu:

1. Estimar per MQO el model original i obtenir els residus e_t.
2. S'estima per MQO la regressió auxiliar:

$$\begin{aligned} e_t &= \delta_1 + \delta_2 X_{2t} + \ldots + \delta_k X_{kt} + \\ &+ \delta_{k+1} y_{t-1} + \delta_{k+2} y_{t-2} + \ldots + \delta_{k+r} y_{t-r} + \\ &+ \delta_{k+r+1}\, e_{t-1} + \nu_t \end{aligned}$$

3. Es realitza un contrast t-Student de significació individual del paràmetre δ_{k+r+1} i si és rebutja la hipòtesi nul·la de que és igual a zero, aleshores es rebutja la no autocorrelació.

Detecció de l'autocorrelació

Contrast de Breusch-Godfrey

Contrast de Breusch-Godfrey

Esquema més general d'autocorrelació

- H_0: no autocorrelació
- H_A: autocorrelació segons $AR(p)$

$$u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + \ldots + \rho_p u_{t-p} + \varepsilon_t$$

És a dir,

- H_0: $\rho_1 = \rho_2 = \ldots = \rho_p = 0$
- H_A: $\exists\, \rho_j \neq 0$

Detecció de l'autocorrelació

Contrast de Breusch-Godfrey

Fases del contrast:

1. Estimar per MQO el model original i obtenir els residus e_t
2. S'estima per MQO la regressió auxiliar:

   $e_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \ldots + \beta_k X_{kt} + \delta_1 e_{t-1} + \delta_2 e_{t-2} + \ldots + \delta_p e_{t-p} + \nu_t$

   i es calcula el R^2.
3. Es calcula l'estadístic de prova:

$$BG = TR^2 \sim \chi^2_p$$

Limitacions:

- Només és vàlid assimptòticament.
- Com es determina P?

Econometria
Tema 7: Autocorrelació

Ramon Alemany

Grau Estadística UB-UPC

Curs 2017-18