

Test de causalidad

Roberto Montero Granados

Universidad de Granada

Marzo, 2013

Introducción

La existencia de una correlación entre dos variables no implica causalidad, es decir que una variable se correlacione con otra no implica siempre que una de ellas sea la causa de las alteraciones en los valores de otra. Las causas y consecuencias se deducen de la razón que, entre otras fuentes, se puede obtener y cultivar en el estudio de la literatura científica.

Esta limitación interpretativa, que afecta a cualquier estudio de correlación, es también posible en el caso de series temporales, pero dado que disponemos de datos organizados en el tiempo, Granger (1969) fue el primero en proponer un test de causalidad, que gusta mucho a los estudiantes de Historia Económica, bajo el criterio de que el futuro no puede afectar al pasado sino, en cualquier caso podría ser al revés. De esta forma si una variable retardada está correlacionada con valores futuros de otra variable se dice que una variable es causa de la otra “según Granger”. Decir que, sólo por eso, existe causalidad no es correcto ya que, es posible que una variable retardada se correlacione espuriamente con otra variable sólo porque es un indicador adelantado y no porque exista verdaderamente causalidad (sobre todo si son series temporales no estacionarias) pero esta es una limitación que debe suplirse con la razón y la literatura y, en cualquier caso, lo que sí puede decirse es lo contrario, si no existe dicha correlación entonces la variable retardada NO CAUSA a la otra. De hecho la hipótesis nula de los test, la que se contrasta y en ocasiones podrá refutarse, es que NO existe dicha correlación. Lo que quiere decir que las alternativas que realmente se pueden probar con el test son: H_0 : que no exista dicha causalidad o, alternativamente, H_a : que no sabemos si no existe dicha causalidad.

En este sentido podemos decir que la causalidad en el sentido de Granger es una condición necesaria pero no suficiente para la existencia de verdadera causalidad.

Metodología

La literatura (Seth, 2007 entre otros) es amplia aunque no siempre suficientemente divulgativa. Oxley y Greasley (1998) defienden que el test puede realizarse en dos versiones:

a) Si las variables son estacionarias o, siendo no estacionarias, están cointegradas, en este último caso debido a la superconsistencia de la estimación, se puede correr el siguiente modelo con las variables en estado:

¿Cómo citar?: Montero. R (2013): *Test de Causalidad*. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España

$$x_t = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta_i x_{t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_j y_{t-j} + u_t \quad [1]$$

$$y_t = a + \sum_{i=1}^q b_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^r c_j x_{t-j} + v_t \quad [2]$$

Con los rezagos (m,n,q y r) que se estime “razonablemente” convenientes (normalmente de 3-5. Al final se propondrá un test de ayuda). Se pueden hacer dos contrastes, el más fácil es pasar el test de que todas las γ_j , en [1], sean conjuntamente = 0 y las c_j , en [2], sean conjuntamente = 0. En Stata se puede utilizar `testparm var` o bien `test var` (ambos son el conocido como test de Wald) después de `regress`. Otro contraste alternativo es construir dos regresiones auxiliares restringidas (se llaman restringidas porque suponemos que un grupo de parámetros son cero lo que equivale a eliminar las variables de la ecuación), en la forma:

$$x_t = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta_i x_{t-i} + u_t \quad [3]$$

$$y_t = a + \sum_{i=1}^q b_i y_{t-i} + v_t \quad [4]$$

Y calcular alguno de los estadísticos que comparan si la diferencia entre los ajustes de los modelos anidados (en este caso se refiere a restringidos y no) son significativos. Por ejemplo, el test de la verosimilitud (en Stata es `lrtest` después de dos regresiones almacenadas como `estimates store`) se construye como:

$$LR = -2 \cdot \ln \frac{L(m1)}{L(m2)} = 2 \cdot (Ll(m2) - Ll(m1)) \sim X_n^2 \text{ ó } r$$

Donde L(m1) y L(m2) es la verosimilitud del modelo restringido e irrestricto respectivamente y Ll(m1) y Ll(m2) es el logaritmo de la verosimilitud (que es parte del output de Stata tras `regress`) de modelo irrestricto y restringido y se distribuye como una Chi cuadrado con la diferencia de grados de libertad de ambos modelos (es decir el número de variables omitidas en el modelo restringido: n en el caso [1] ó r en el caso [2])

B) Otra alternativa, equivalente a la anterior pero para testar la causalidad de series temporales no estacionarias pero cointegradas en el corto plazo (conviene recordar que la cointegración permite medir la correlación en el largo – el modelo anterior - y en el corto plazo), es comprobar si existe causalidad en el sentido de Granger entre las variables en diferencias, pero dada la no estacionariedad de las series, dicha correlación ha de ser corregida mediante el modelo de corrección de errores. Los modelos a usar serán entonces:

$$\Delta x_t = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta_i \Delta x_{t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_j \Delta y_{t-j} + \delta ECM_{t-1} + u_t \quad [5]$$

$$\Delta y_t = a + \sum_{i=1}^q b_i \Delta y_{t-i} + \sum_{j=1}^r c_j \Delta x_{t-j} + d ECM_{t-1} + v_t \quad [6]$$

Donde Δ representa la primera diferencia de la variable y donde ECM_t es el mecanismo de corrección de errores, es decir los residuos estimados \widehat{u}_t de la ecuación:

$$y_t = a' + b'^{x_t} + u_t$$

A este modelo se le puede pasar el mismo test de Wald o el Lr test descrito para el caso anterior a fin de determinar la causalidad.

La elección de los retardos

Como se ha mencionado, una dificultad inherente a cualquiera de las dos versiones es determinar el número de rezagos a incluir en los modelos. El mejor consejo es utilizar la razón en función de la naturaleza temporal de los datos pero también existe herramientas estadísticas que puede ayudarnos. Así, en el caso de regresión lineal (MCO) se introducirían rezagos en tanto creciera el coeficiente de determinación (R^2) ajustado. En el caso de MCG, dicotómicos u otros una alternativa sería Utilizar Akaike Información Criterion (AIC) o Criterios de información Bayesiana (BIC) que son dos medidas usuales que comparan el ajuste (medido como verosimilitud) de distintos modelos, estén o no anidados (Akaike, 1974; Raftery, 1995; Sakamoto, Ishiguro, and Kitagawa, 1986); Schwarz, 1978; etc). Estas se definen como:

$$AIC = -2 \cdot \ln(v) + 2 \cdot k$$
$$BIC = -2 \cdot \ln(v) + \ln(N) \cdot k$$

Dónde:

$\ln(v)$ = logaritmo de la verosimilitud

k = número de parámetros estimados (variables independientes+ constante)

N = número de observaciones

El criterio de selección es que, para los mismos datos, el modelo de regresión que arroje un resultado menor en cualquiera de ambos es el mejor modelo. Este test está implementado en Stata como `estat ic` tras cualquier regresión.

En Stata, si, para estimar el modelo, se utiliza `glm`, `binreg` o `ml` también computa ambos estadísticos pero utiliza funciones algo distintas

$$AIC = \frac{-2 \cdot \ln(v) + 2 \cdot k}{N}$$
$$BIC = D - (N - k) \cdot \ln(N)$$

Donde

$\ln(v)$ = logaritmo de la verosimilitud

k = número de parámetros estimados (variables independientes+ constante)

N = número de observaciones

D = Desviación (Deviance). Es similar al concepto de razón de verosimilitudes pero a la inversa: La razón de verosimilitudes relaciona el ajuste del modelo actual con el del modelo en que sólo está la constante mientras que la Desviación relaciona el ajuste del modelo actual con el del modelo saturado (el que ajusta perfectamente porque contiene tantos parámetros a estimar como datos).

¿Cómo citar?: Montero. R (2013): *Test de Causalidad*. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España

Bibliografía

- Akaike, H. (1974). "A new look at the statistical model identification". *IEEE transactions on Automatic Control*. 19, 716-723.
- Giles, D. E. A., Giles, J. A.; McCann, E. (1993): "Causality, unit roots and export-led growth: the New Zealand experience". *Journal of International Trade and Economic Development*. 1, 195-218.
- Granger, C. W. J. (1969): "Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods". *Econometrica*. 37,424-438.
- Oxley, L; Greasley, D. (1998): "Vector autoregression, cointegration and causality: testing for causes of the British industrial revolution". *Applied Economics*. 30, 1387-1397
- Raftery, A. (1995). "Bayesian model selection in social research". *En Vol. 25 of Sociological Methodology, ed. P. V. Marsden*. 111-163. Oxford: Blackwell.
- Sakamoto, Y., M. Ishiguro, Kitagawa. G. (1986). "Akaike Information Criterion Statistics". *Reidel*. Dordrecht, The Netherlands.
- Schwarz, G. (1978). "Estimating the dimension of a model". *Annals of Statistics*. 6, 461-464.
- Seth A. (2007). "Granger causality". *Scholarpedia*, 2(7):1667.