

ΠΑΝΕΛ – Μέρος Β'
(εκτός Wooldridge)

Γιατί Πάνελ;

1. Τα δεδομένα πάνελ δίνουν τη δυνατότητα
 - Να ληφθεί υπόψη η ετερογένεια μεταξύ οικονομικών μονάδων
 - Να εξετασθούν τόσο οι στατικές όσο και οι δυναμικές αλληλοεξαρτήσεις

2. Ιδιαίτερη σημασία στα διεθνή οικονομικά:
 1. Παγκοσμιοποίηση σημαίνει ότι τα shocks διαχέονται ταχύτατα και οι εθνικές οικονομίες, γεωγραφικές περιοχές, τομείς παραγωγής δεν μπορούν πλέον να εξετάζονται χωριστά.
 2. Σε αυτήν την νέα παγκόσμια τάξη εξακολουθεί να υπάρχει μεγάλη ετερογένεια μεταξύ των οικονομικών μονάδων.

Πλεονεκτήματα Δεδομένων Πάνελ

- Έναντι διαστρωματικών στοιχείων:
 - Αντιμετώπιση ενδογένειας λόγω παρουσίας μη παρατηρήσιμων διαχρονικά σταθερών μεταβλητών (unobserved individual heterogeneity) που είναι συσχετισμένες με τις παρατηρήσιμες ερμηνευτικές μεταβλητές
 - Μοντελοποίηση δυναμικής συμπεριφοράς οικ. Μονάδας
 - Ετερογένεια συντελεστών παλινδρόμησης σε επίπεδο οικ. μονάδας
- Έναντι χρονολογικών σειρών:
 - Ομοιογένεια συμπεριφοράς μεταξύ οικ. μονάδων
 - Στατιστική επαγωγή ακόμα κι αν η χρονική διάσταση είναι μικρή
 - Στατικές και δυναμικές αλληλεξαρτήσεις μεταξύ οικ. μονάδων

Επιγραμματική Παρουσίαση

1. Βασική Ορολογία
 - Παραδείγματα
2. Στατικά Υποδείγματα
 - Pooled Models
 - One-Way Models
 - Two-Way Models
 - Variable-Coefficient Models
3. Δυναμικά Υποδείγματα
 - Μικρό T
 - Μεγάλο T
4. Μη Στάσιμα Δεδομένα
 - Unit root and cointegration tests
 - Spurious panel regression

1. Βασική Ορολογία

Για N μονάδες (cross-sections) και T περιόδους (periods or waves) παρατηρούμε:

$$(Y_{it}, X_{it,1}, X_{it,2}, \dots, X_{it,k})$$

$i=1, \dots, N$: η διατρωματική (cross-sectional) διάσταση.

$t=1, \dots, T$: η χρονική (temporal) διάσταση.

- Το αποτέλεσμα είναι ένα πάνελ διαστάσεων $N \times T = n$.

1. Βασική Ορολογία

- Τυπικά έχουμε
 - ισορροπημένο πάνελ (balanced panel) (T ίδιο για όλα τα i) και
 - ίδια συχνότητα παρατηρήσεων.
- Μικρο-οικονομικά Πάνελ: $N \gg T$
- Μακρο-οικονομικά Πάνελ: $N \approx T$
- $X_{it,j}$ μπορεί να είναι μόνο individual-specific π.χ. η εκπαίδευση ενός εργαζομένου, ή μόνο time-specific, π.χ. συναλλαγματική ισοτιμία E/\$ για χώρα EMU.

Παραδείγματα

- Y_{it} : μισθός άνδρα i το έτος t , $1 \leq i \leq 545$, $t=1981-1987$ ($N=545$ και $T=7$)
 X_{it} : εκπαίδευση, προϋπηρεσία, οικογενειακή κατάσταση, μέλος εργατικού σωματείου, φυλή (άσπρος, μαύρος, ισπανόφωνος).
- Y_{it} : ετήσια πραγματική επένδυση επιχείρησης $1 \leq i \leq 10$, για τα έτη 1935-1954 ($N=10$ and $T=20$)
 X_{it} : η πραγματική αξία εταιρίας και πραγματική αξία κεφαλαίου
- Y_{it} : πραγματικό ΑΕΠ για χώρα i της Λατινικής Αμερικής, $1 \leq i \leq 8$, $t=1960-1992$ ($N=8$ και $T=33$).
 X_{it} : Population, Real Investment share of GDP, Real Government share of GDP, Exchange Rate with U.S. dollar, Measure of Openness
- Y_{it} : πραγματικό ΑΕΠ για μια OECD χώρα, $1 \leq i \leq 18$, $t=1980-2009$. ($N=18$ and $T=30$)
 X_{it} : Gross savings to GDP, population growth, secondary education, Total dependency ratio (nonworking-age / working age), Trade openness (imports + exports / GDP), Inflation, Liquid liabilities (broad money) to GDP, indicators for banking crises

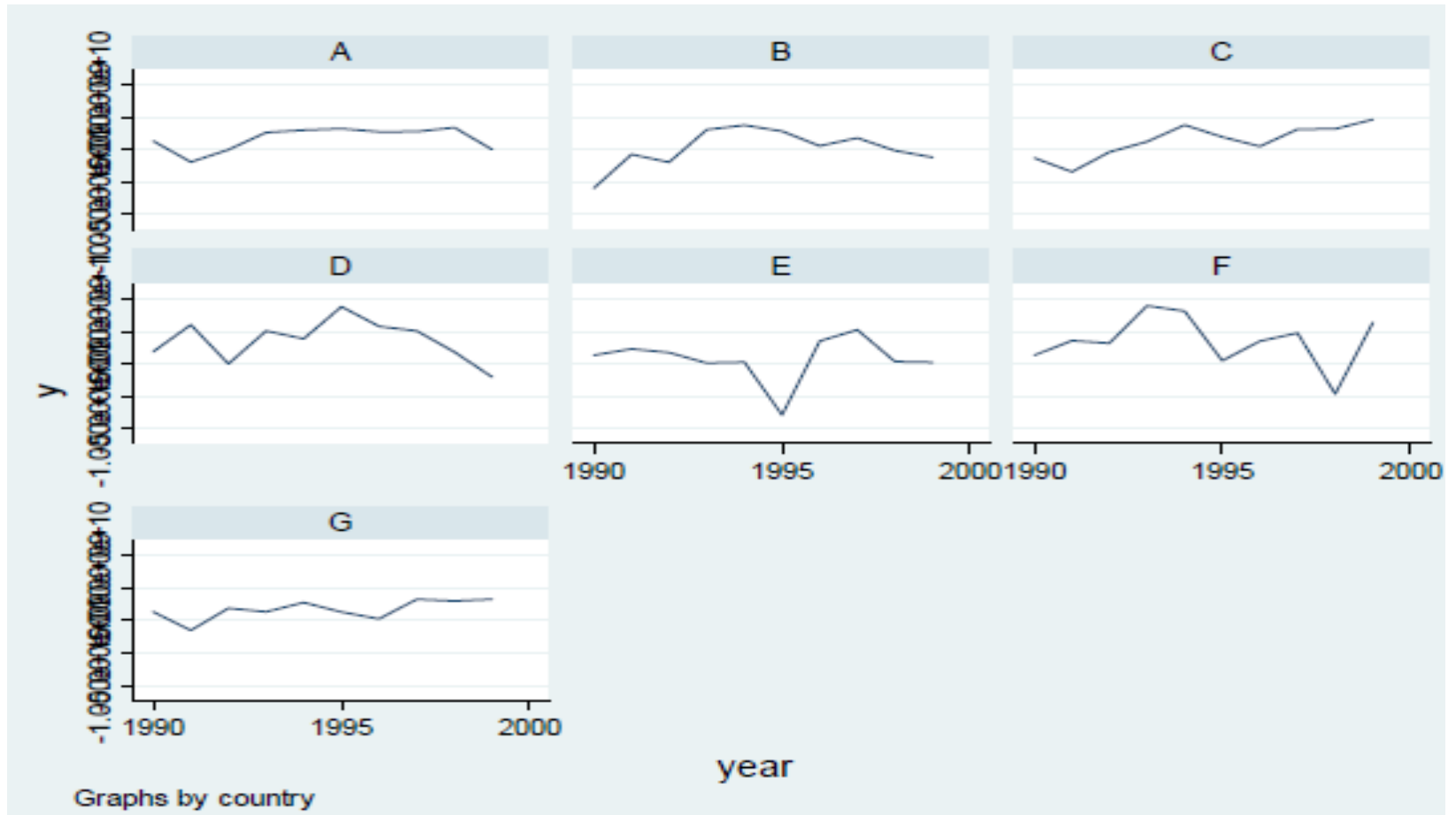
Πάνελ Δεδομένα σε μορφή LONG

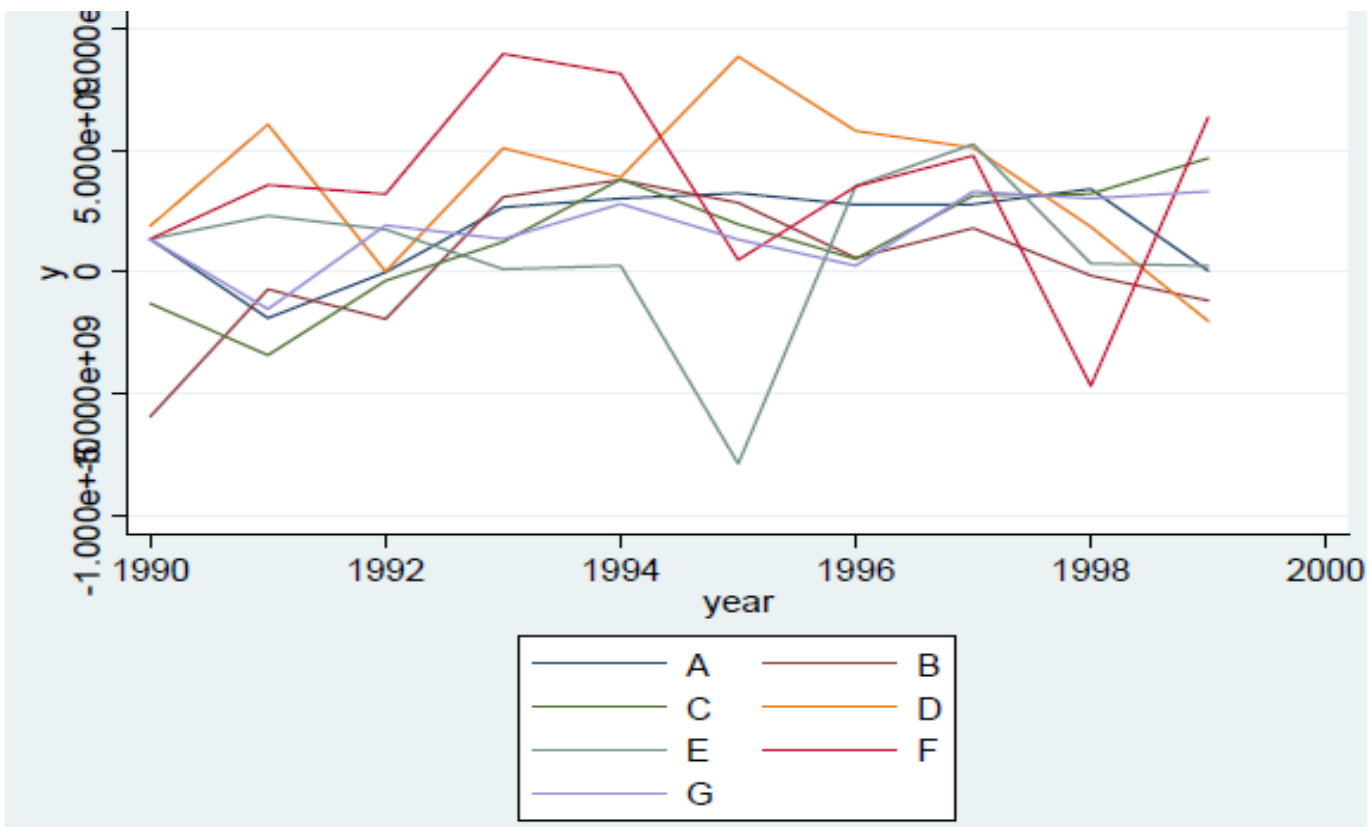
country	year	Y	X1	X2	X3
1	2000	6.0	7.8	5.8	1.3
1	2001	4.6	0.6	7.9	7.8
1	2002	9.4	2.1	5.4	1.1
2	2000	9.1	1.3	6.7	4.1
2	2001	8.3	0.9	6.6	5.0
2	2002	0.6	9.8	0.4	7.2
3	2000	9.1	0.2	2.6	6.4
3	2001	4.8	5.9	3.2	6.4
3	2002	9.1	5.2	6.9	2.1

Πάνελ Δεδομένα σε μορφή WIDE

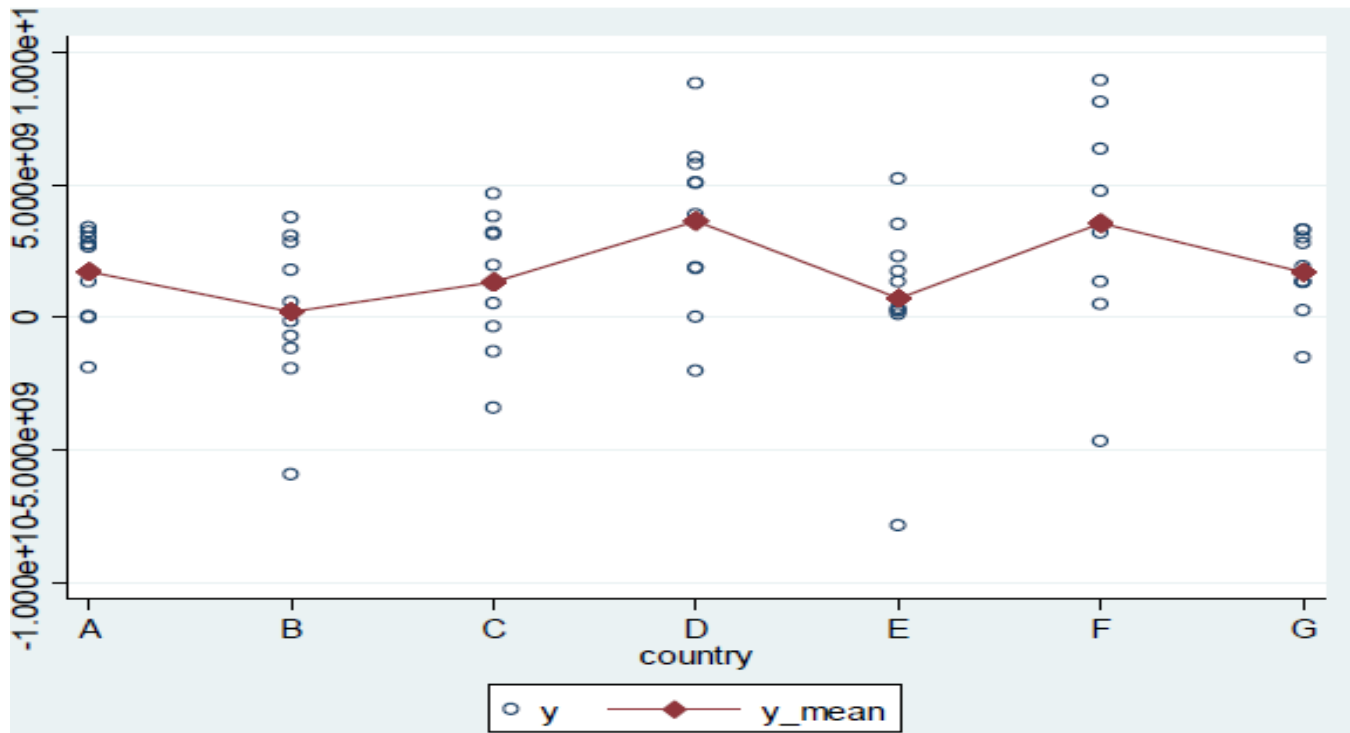
Unit	y_90	x1_90	x2_90	x3_90	y_1991	x1_91	x2_91	x3_91
A	1.3	.28	-1.1	.28	-1.9	.32	-.95	.49
B	-5.9	-0.08	1.4	0.02	-7.1	.11	1.6	.26
C	-1.3	1.3	-1.3	.2	-3.4	1.2	-1.3	.28
D	1.9	-.31	1.7	.65	6.0	.36	2.1	1.1
E	1.3	.45	1.7	.6	2.3	.42	1.7	.79
F	1.3	-.57	-.35	1.3	3.6	.16	-.46	.33
G	1.3	.94	-1.5	1.5	-1.5	1.1	-1.5	1.4

Διερευνώντας τα Δεδομένα Γραφικά

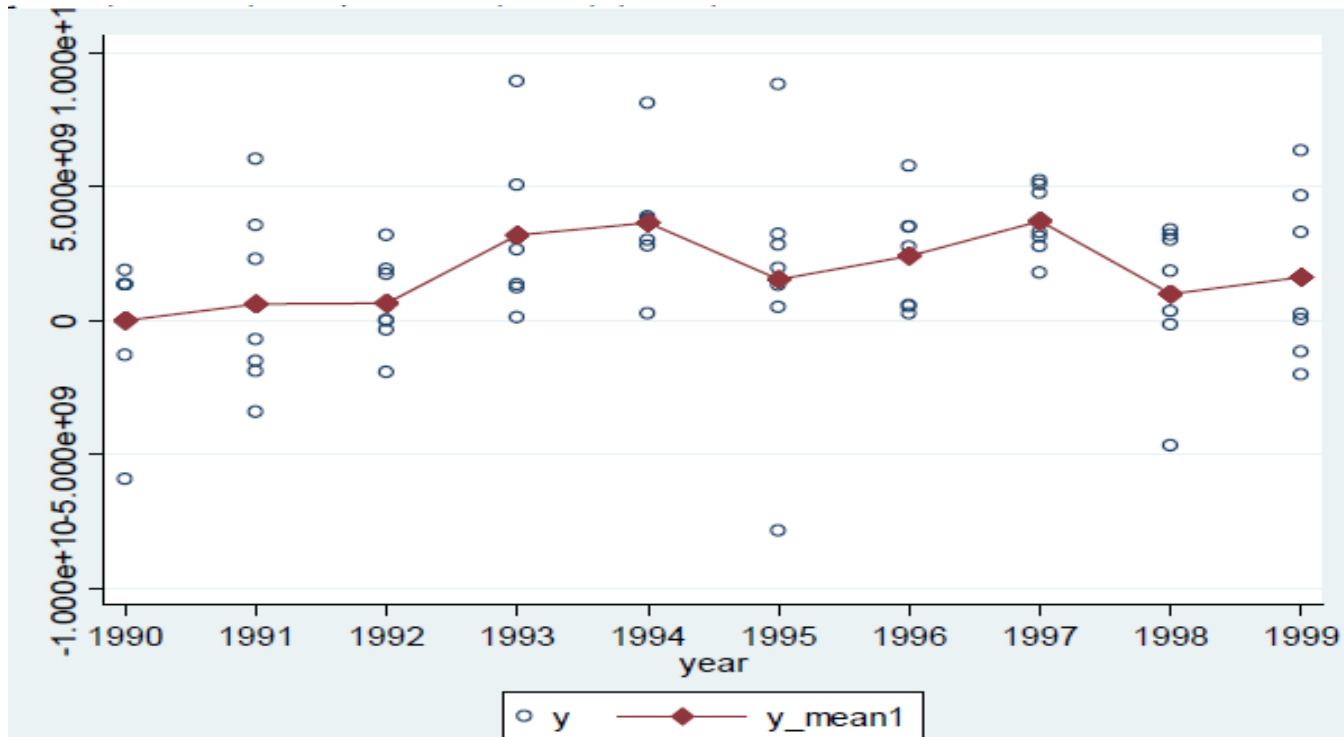




Ετερογένεια μεταξύ Χωρών



Διαχρονική Ετερογένεια



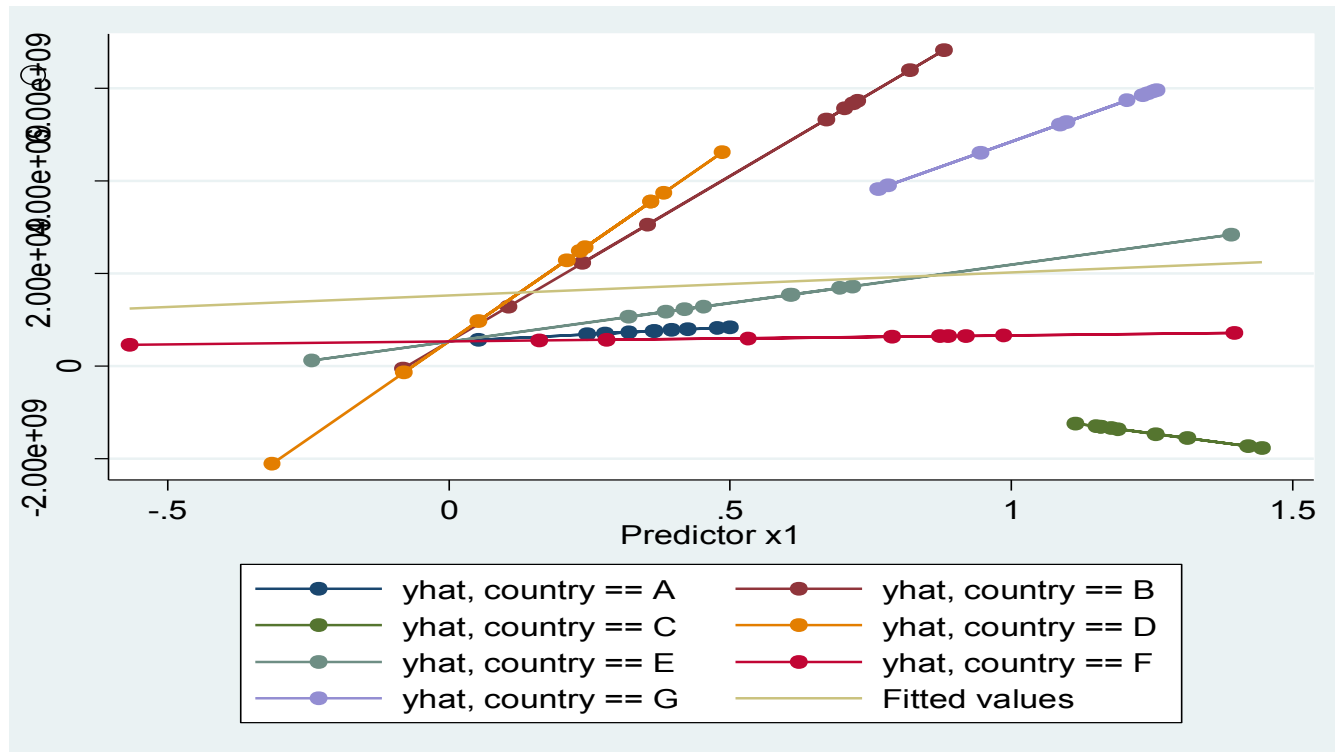
Απλή Παλινδρόμηση Y στο X_1
 $b=4.95$; $t=0.64$; $p\text{-value}=0.527$; $R^2=0.006$



Παλινδρομήσεις ανά Χώρα

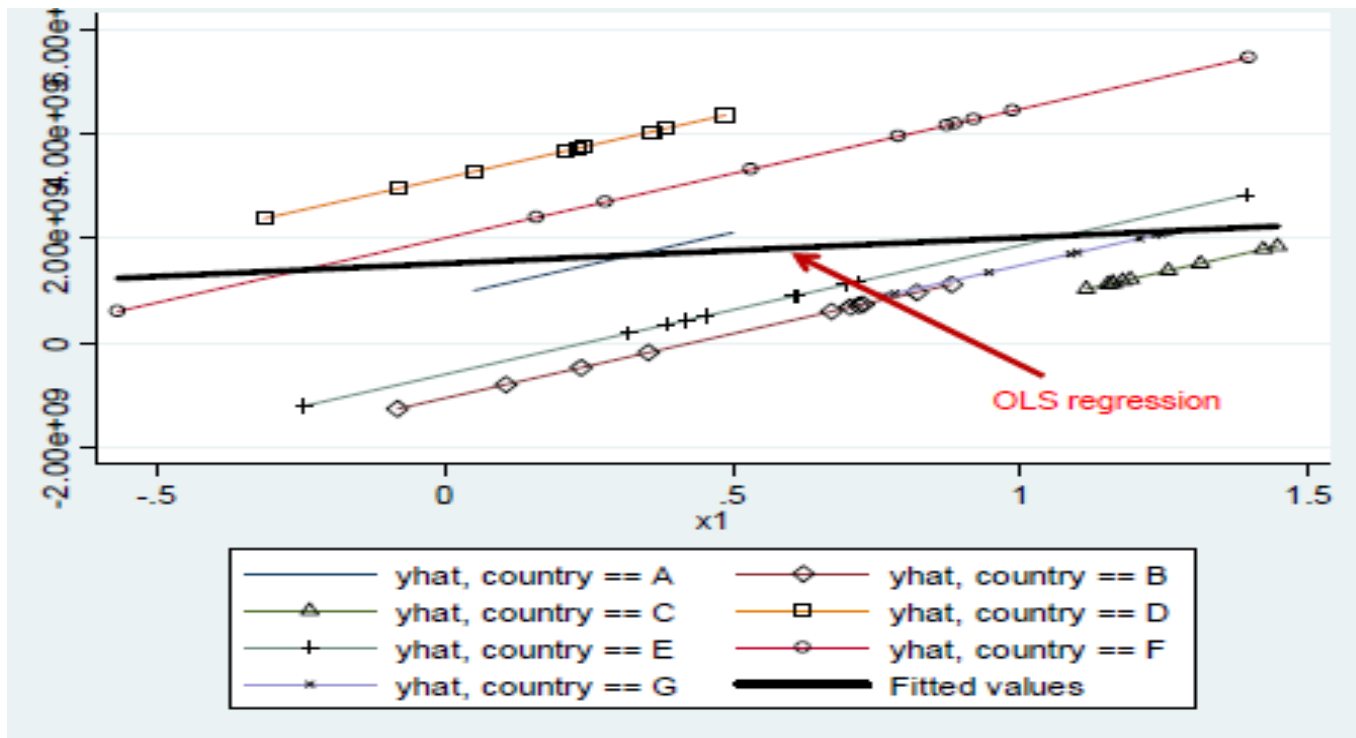
	<i>B</i>	<i>se</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>
• A	6.22	4.87	0.13	0.901
• B	7.14	1.76	4.07	0.004
• C	-1.59	7.5	-0.21	0.839
• D	8.39	3.61	2.33	0.048
• E	1.66	2.93	0.57	0.587
• F	1.30	2.54	0.05	0.960
• G	1.30	2.54	0.05	0.960

Fitted Lines per Country



Παλινδρόμηση με Ψευδομεταβλητές Χωρών= Σταθερές Επιδράσεις (Fixed Effects)

$b=2.43$; $t=2.24$, $p\text{-value}=0.029$; $R^2=22.76$



ΘΕΩΡΙΑ: Μέρος 1^ο

Στατικά Γραμμικά Υποδείγματα Παλινδρόμησης

- a. Pooled Model
- b. One-Way Models
- c. Two-Way Models
- d. Variable Coefficient Models

1. Ομαδοποιημένο Μοντέλο (Pooled Model)

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it,1} + \beta_2 X_{it,2} + \dots + u_{it}$$

Κλασικές υποθέσεις:

- ◇ Αυστηρή εξωγένεια : $E(u_{it} | X) = 0$ (όπου το X περιέχει όλες τις μεταβλητές για όλα τα άτομα και όλες τις χρονικές περιόδους)
- ◇ Διαστρωματική και διαχρονική ομοσκεδαστικότητα: $Var(u_{it} | X) = \sigma^2$ σταθερή για όλα τα i,t
- ◇ Διαστρωματική και διαχρονική μη-συσχέτιση: $Cov(u_{it}, u_{js}) = 0$ για όλα τα $i,j(=1,\dots,N)$ και όλα τα $t,s(=1,\dots,T)$

Ομαδοποιημένα Ελάχιστα Τετράγωνα (Pooled Ordinary Least Squares - POLS)

$$b_{POLS} = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (X_{it} - \bar{X})'(X_{it} - \bar{X}) \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (X_{it} - \bar{X})'(Y_{it} - \bar{Y}) \right]$$

Όπου $\bar{X} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T X_{it}$ και $\bar{Y} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T Y_{it}$

Κάτω από τις κλασικές υποθέσεις είναι $\Pr(|b_j - \beta_j| > \varepsilon) \rightarrow 0$

◇ Συνεπής (Consistent), δηλ.

καθώς $n \rightarrow \infty$, δηλ. είτε $N \rightarrow \infty$ είτε $T \rightarrow \infty$, είτε και N και $T \rightarrow \infty$.

◇ Αποτελεσματικός (Efficient), δηλ. έχει τη μικρότερη διακύμανση μεταξύ όλων των γραμμικών αμερόληπτων εκτιμητριών (BLU).

Με Stacking

$$Y_i = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ Y_{i2} \\ \dots \\ Y_{iT} \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_N \end{bmatrix} \quad X_i = \begin{bmatrix} X_{i1,1} & X_{i1,2} & \dots & X_{i1,k} \\ X_{i2,1} & X_{i2,2} & \dots & X_{i2,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{iT,1} & X_{iT,2} & \dots & X_{iT,k} \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_N \end{bmatrix} \quad u_i = \begin{bmatrix} u_{i1} \\ u_{i2} \\ \dots \\ u_{iT} \end{bmatrix} \quad u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_N \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_k \end{bmatrix}$$

Το μοντέλο γράφεται: $Y = X\beta + u$

όπου u και Y είναι $(n \times 1)$ διανύσματα, και X είναι $(n \times (k+1))$ μήτρα με την πρώτη στήλη μια στήλη άσων.

Ο εκτιμητής POLS γράφεται: $b = (X'X)^{-1} X'Y$

και είναι συνεπής και BLU αν ισχύουν οι κλασικές υποθέσεις:

$$E(u | X) = 0 \quad \text{και} \quad \Omega = E(uu' | X) = \sigma^2 I_n$$

Παραβίαση Κλασικών Υποθέσεων

Ποιες οι επιπτώσεις στον POLS αν τα σφάλματα είναι ετεροσκεδαστικά ή συσχετισμένα;

Ο POLS είναι γενικά συνεπής (αν και όχι πλέον αποτελεσματικός) και μπορεί ακόμη να χρησιμοποιηθεί (δεν είναι καν κακή ιδέα), εφόσον χρησιμοποιήσουμε ανθεκτικά (robust) τυπικά σφάλματα

Π.χ. Στα πάνελ μπορούμε να έχουμε:

- ◇ Διαστρωματική ετεροσκεδαστικότητα (cross section heteroskedasticity)
- ◇ Διαστρωματική συσχέτιση (cross section correlation)
- ◇ Διαχρονική ετεροσκεδαστικότητα και αυτοσυσχέτιση (Temporal heteroskedasticity and serial correlation)

POLS με Robust VCE

Διαλέγουμε ως μέθοδο εκτίμησης της μήτρας διακυμάνσεων συνδιακυμάνσεων (Variance-Covariance Estimator – VCE):

- White cross-section, αν πιστεύουμε ότι έχουμε μόνο διαστρωματική ετεροσκεδαστικότητα – $T \gg N$
- White period, αν πιστεύουμε ότι έχουμε διαχρονική ετεροσκεδαστικότητα – $N \gg T$

Προχωρημένες μέθοδοι (εκτός ύλης):

- Cross-section SUR, αν πιστεύουμε ότι έχουμε διαστρωματική ετεροσκεδαστικότητα και συσχέτιση μεταξύ των μονάδων (clustering by period) – $T \gg N$
- Period SUR, αν πιστεύουμε ότι έχουμε διαχρονική ετεροσκεδαστικότητα και συσχέτιση (clustering by cross section) – $N \gg T$

Παράδειγμα: Εξίσωση Επενδύσεων (Grunfeld)

$$I_{it} = \beta_0 + \beta_1 F_{it} + \beta_2 K_{it} + u_{it}$$

I= επενδύσεις, F= αξία εταιρίας, K= Αξία κεφαλαίου, N=10, T=20 (1935-1954)

POLS

VCE Est. Method	b_1	b_2
	0.116	0.231
Usual	(0.006)	(0.026)
White CS	(0.008)	(0.038)
White Period	(0.015)	(0.081)
CS SUR (PCSE)	(0.007)	(0.028)
Period SUR (PCSE)	(0.019)	(0.065)

Γενικευμένο Γραμμικό Υπόδειγμα: Generalized Linear Model

$$Y = X\beta + u$$

$$E(u | X) = 0$$

$$\Omega = E(uu' | X) \neq \sigma^2 \cdot I_n$$

όπου
αλλά

Κάθε στοιχείο της $(n \times n)$ συμμετρικής μήτρας Ω είναι η συνδιακύμανση:

$$\text{cov}(u_{it}, u_{js}) = E(u_{it}u_{js})$$

Αν είμαστε πρόθυμοι να κάνουμε συγκεκριμένες υποθέσεις για τις διάφορες συνδιακυμάνσεις μπορούμε να τρέξουμε Γενικευμένα Ελάχιστα Τετράγωνα (Generalized Least Squares)

Γενικευμένα Ελάχιστα Τετράγωνα -Generalized Least Squares (GLS)

$$b_{GLS} = (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} Y$$

- GLS είναι BLU αν η εξειδίκευση του Ω είναι σωστή.
- Θα πρέπει όμως πρώτα να εκτιμήσουμε τη μήτρα Ω δηλ. να κάνουμε Feasible GLS (FGLS).
- Με $n \times (n+1)/2$ αγνώστους στην Ω , πρέπει να κάνουμε κάποιες υποθέσεις για τη δομή της προκειμένου να την εκτιμήσουμε με συνέπεια. Οι υποθέσεις που θα είμαστε διατεθειμένοι να κάνουμε εξαρτώνται από το αν $T \gg N$ ή $N \gg T$ ή $T \approx N$.

Δυνατές Παραμετροποιήσεις του Ω

- (i) Cross-section heteroskedasticity (Cross Section Weights), αν $T \gg N$

$$E(u_{it}u_{it} | X) = Var(u_{it}) = \sigma_{ii}$$

- (ii) Period heteroskedasticity (Period Weights), αν $N \gg T$

$$E(u_{it}u_{it} | X) = \sigma_{tt}$$

- (iii) Cross-section heteroskedasticity and contemporaneous correlation (Cross Section SUR), αν $T \gg N$

$$E(u_{it}u_{jt} | X) = \sigma_{ij}$$

- (iv) Period heteroskedasticity and serial correlation (Period SUR), αν $N \gg T$

$$E(u_{it}u_{js} | X) = \sigma_{ts}$$

Παράδειγμα: Εξίσωση Επενδύσεων (Grunfeld)

$$I_{it} = \beta_0 + \beta_1 F_{it} + \beta_2 K_{it} + u_{it}$$

I= επενδύσεις, F= αξία εταιρίας, K= Αξία κεφαλαίου, N=10, T=20 (1935-1954)

	F	K	
POLS	0.116 (0.006)	0.231 (0.026)	
GLS - CS Weights	0.112 (0.005)	0.154 (0.011)	
GLS – CS SUR	0.113 (0.002)	0.223 (0.006)	
GLS – Period Weights	0.112 (0.005)	0.184 (0.026)	
GLS - Period SUR	N/A	N/A	(T>N)

2.ONE-WAY PANEL MODELS

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it,1} + \beta_2 X_{it,2} + \dots + \alpha_i + u_{it}$$

- α_i Σταθερές Επιδράσεις (Fixed Effects)
- u_i Τυχαίες Επιδράσεις (Random Effects)
- Τυπικά κάνουμε τις κλασικές υποθέσεις: αυστηρή εξωγένεια των X ως προς τα u , ομοσκεδαστικότητα και μη αυτοσυσχέτιση των u

2.1. Σταθερές Επιδράσεις (Fixed Effects)

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it,1} + \beta_2 X_{it,2} + \dots + \alpha_i + u_{it}$$

- Εκτιμούμε τα α_i ως σταθερούς όρους μαζί με τα β (Fixed Effects)
- Ισοδυναμεί με το να κάνουμε OLS με N ψευδομεταβλητές (Least Squares Dummy Variables – LSDV)
- Ισοδυναμεί με το να κάνουμε OLS με τις μεταβλητές εκφρασμένες σε αποκλίσεις από τους διαχρονικούς μέσους (deviations from time means = within transformation)

όπου

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Y_{it} \qquad Y_{it} - \bar{Y}_i$$

Εκτιμητής Σταθερών Επιδράσεων (Fixed Effects) ή Εκτιμητής Εντός (Within)

Ο Within εκτιμητής είναι OLS στις within διαφορές

$$b_{FE} = b_W = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (X_{it} - \bar{X}_i)'(X_{it} - \bar{X}_i) \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (X_{it} - \bar{X}_i)'(Y_{it} - \bar{Y}_i) \right]$$

- Ο εκτιμητής Within κάτω από τις κλασικές υποθέσεις είναι
 - Συνεπής ακόμα κι αν μόνο το N είναι μεγάλο
 - Αποτελεσματικός

Παράδειγμα: Εξίσωση Επενδύσεων (Grunfeld)

$$I_{it} = \beta_0 + \beta_1 F_{it} + \beta_2 K_{it} + \alpha_i + f_t + u_{it}$$

Dependent Variable: I?

Method: Pooled Least Squares

Date: 11/21/14 Time: 10:43

Sample: 1935 1954

Included observations: 20

Cross-sections included: 10

Total pool (balanced) observations: 200

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-58.74394	12.45369	-4.716990	0.0000
F?	0.110124	0.011857	9.287901	0.0000
K?	0.310065	0.017355	17.86656	0.0000

Fixed Effects (Cross)

AR—C	-55.87287
CH--C	30.93464
D--C	52.17610
GE—C	-176.8279
GM—C	-11.55278
GY—C	-28.47833
IB--C	35.58264
UO—	-7.809534
US—C	160.6498
WH--C	1.198282

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.944073	Mean Dep. Var.	145.9583
Adjusted R-squared	0.940800	S.D. Dep. Var.	216.8753
S.E. of regression	52.76797	AIC	10.82781
Sum squared resid	523478.1	SIC	11.02571
Log likelihood	-1070.781	HQ	10.90790
F-statistic	288.4996	DW	0.716733
Prob(F-statistic)	0.000000		

Dependent Variable: I?
 Method: Pooled Least Squares
 Date: 11/23/14 Time: 13:29
 Sample: 1935 1954
 Included observations: 20
 Cross-sections included: 10
 Total pool (balanced) observations: 200

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-58.74394	12.45369	-4.716990	0.0000
F?	0.110124	0.011857	9.287901	0.0000
K?	0.310065	0.017355	17.86656	0.0000
Fixed Effects (Cross)				
AR--C	-55.87287			
CH--C	30.93464			
DM--C	52.17610			
GE--C	-176.8279			
GM--C	-11.55278			
GY--C	-28.47833			
IB--C	35.58264			
UO--C	-7.809534			
US--C	160.6498			
WH--C	1.198282			

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.944073	Mean dependent var	145.9583
Adjusted R-squared	0.940800	S.D. dependent var	216.8753
S.E. of regression	52.76797	Akaike info criterion	10.82781
Sum squared resid	523478.1	Schwarz criterion	11.02571
Log likelihood	-1070.781	Hannan-Quinn criter.	10.90790
F-statistic	288.4996	Durbin-Watson stat	0.716733
Prob(F-statistic)	0.000000		

Άλλοι Εκτιμητές Σταθερών Επιδράσεων

- Ο μετασχηματισμός Within εξαφανίζει τα
- Μπορούμε επίσης να εξαφανίσουμε τα α_i παίρνοντας
 - πρώτες διαφορές (first differences), προτιμάται από τον Within όταν τα σφάλματα έχουν μοναδιαία ρίζα.
 - Προχωρημένο: αποκλίσεις από τους μελλοντικούς διαχρονικούς μέσους (*forward orthogonal deviations*)
- Ο εκτιμητής πρώτων διαφορών (OLS στις πρώτες διαφορές) προτιμάται από τον Within όταν τα σφάλματα έχουν μοναδιαία ρίζα.
- Μειονεκτήματα Fixed Effects
 - Με μικρό T δεν μπορούμε να εκτιμήσουμε με συνέπεια τα individual effects ούτε τους συντελεστές διαχρονικά σταθερών μεταβλητών
 - Με μικρό T δεν μπορούμε να κάνουμε συνεπείς προβλέψεις.

2.2. Τυχαίες Επιδράσεις (Random Effects)

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it,1} + \beta_2 X_{it,2} + \dots + \alpha_i + u_{it}$$

Υποθέτουμε ότι τα α_i είναι μέρος σύνθετου (composite) σφάλματος:

◇ Αυστηρή εξωγένεια : $E(u_{it} + \alpha_i | X) = 0$

◇ Διαστρωματική και διαχρονική ομοσκεδαστικότητα: $Var(u_{it} + \alpha_i) = \sigma_u^2 + \sigma_a^2$

◇ Μηδενική Διαστρωματική συσχέτιση: $Cov(u_{it} + \alpha_i, u_{js} + \alpha_j) = 0$

◇ Ίση **διαχρονική συσχέτιση**: $Cov(u_{it} + \alpha_i, u_{is} + \alpha_i) = \sigma_a^2$

Ουσιαστικά είναι ένα γενικευμένο γραμμικό μοντέλο. Μπορεί να εκτιμηθεί με OLS αλλά GLS είναι πιο αποτελεσματική από OLS.

Εκτιμητής Τυχαίων Επιδράσεων (Random Effects)

- Είναι GLS κάτω από τις συγκεκριμένες υποθέσεις για το Ω
- Ισοδυναμεί με OLS με τις μεταβλητές εκφρασμένες σε οιονεί-διαφορές από τους διαχρονικούς μέσους (quasi-within)

$$b_{RE} = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (X_{it} - \lambda \bar{X}_i)' (X_{it} - \lambda \bar{X}_i) \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (X_{it} - \lambda \bar{X}_i)' (Y_{it} - \lambda \bar{Y}_i) \right]$$

όπου

$$\lambda = 1 - \sqrt{\frac{\sigma_u^2}{T\sigma_\alpha^2 + \sigma_u^2}}$$

- Είναι συνεπής και αποτελεσματικός AN ισχύουν οι υποθέσεις, και ειδικά
- Για μεγάλο T , $b_W \rightarrow b_{RE}$ $E(a_i | X) = 0$
- Μειονεκτήματα RE
 - Ασυνεπής αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ a και X
 - Αναποτελεσματικός αν οι υποθέσεις για το Ω είναι λάθος

Dependent Variable: I?
 Method: Pooled EGLS (Cross-section random effects)
 Date: 11/23/14 Time: 13:34
 Sample: 1935 1954
 Included observations: 20
 Cross-sections included: 10
 Total pool (balanced) observations: 200
 Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-57.83441	28.88930	-2.001932	0.0467
F?	0.109781	0.010489	10.46615	0.0000
K?	0.308113	0.017175	17.93989	0.0000
Random Effects (Cross)				
AR--C	-54.67901			
CH--C	29.91198			
DM--C	50.31444			
GE--C	-172.8958			
GM--C	-9.524296			
GY--C	-28.13935			
IB--C	34.34613			
UO--C	-7.897758			
US--C	157.8910			
WH--C	0.672638			
Effects Specification				
			S.D.	Rho
Cross-section random			84.20095	0.7180
Idiosyncratic random			52.76797	0.2820
Weighted Statistics				
R-squared	0.769503	Mean dependent var	20.25556	
Adjusted R-squared	0.767163	S.D. dependent var	109.3928	
S.E. of regression	52.78556	Sum squared resid	548904.1	
F-statistic	328.8369	Durbin-Watson stat	0.682684	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.803304	Mean dependent var	145.9583	
Sum squared resid	1841062.	Durbin-Watson stat	0.203539	

Παράδειγμα: Εξίσωση Επενδύσεων (Grunfeld)

$$I_{it} = \beta_0 + \beta_1 F_{it} + \beta_2 K_{it} + \alpha_i + u_{it}$$

I= επενδύσεις, F= αξία εταιρίας, K= Αξία κεφαλαίου, N=10, T=20 (1935-1954)

	POLS	FE	RE
F	0.116 (0.006)	0.110 (0.012)	0.110 (0.011)
K	0.231 (0.026)	0.310 (0.017)	0.308 (0.017)

$$\rho = \frac{\sigma_\alpha^2}{\sigma_\alpha^2 + \sigma_u^2}$$

0.718

Παράδειγμα: Εξίσωση Μισθών (Wooldridge, 14.4)

$$LWage_{it} = \beta_0 + \beta_1 Educ_{it} + \beta_2 Black_{it} + \beta_3 Hisp_{it} + \beta_4 Exper_{it} + \beta_5 Exper_{it}^2 + \beta_6 Marr_{it} + \beta_7 Uni_{it} + \alpha_i + u_{it}$$

N=545 (Ανδρες)

T=8 (1980-1987)

Εξαρτημένη μεταβλητή: $\log(wage)$			
Ανεξάρτητες μεταβλητές	Ομαδοποιημένα ελάχιστα τετράγωνα	Τυχαίες επιδράσεις	Σταθερές επιδράσεις
<i>educ</i>	.091 (.005)	.092 (.011)	————
<i>black</i>	-.139 (.024)	-.139 (.048)	————
<i>hispan</i>	.016 (.021)	.022 (.043)	————
<i>exper</i>	.067 (.014)	.106 (.015)	————
<i>exper²</i>	-.0024 (.0008)	-.0047 (.0007)	-.0052 (.0007)
<i>married</i>	.108 (.016)	.064 (.017)	.047 (.018)
<i>union</i>	.182 (.017)	.106 (.018)	.080 (.019)

Έλεγχοι Υποθέσεων

1. Το Pool or not to Pool?

- Μπορούμε να ελέγξουμε την ομοιογένεια των σταθερών των N παλινδρομήσεων με ένα Chow test

$$F = \frac{SSR_R - SSR_U}{SSR_U} \cdot \frac{(N-1)(K+1)}{N(T-1)}$$

όπου SSR_R το άθροισμα τετραγωνικών καταλοίπων της pooled παλινδρόμησης και SSR_U το άθροισμα τετραγωνικών καταλοίπων της within παλινδρόμησης

- Προχωρημένο*: Μπορούμε να ελέγξουμε την ομοιογένεια των σταθερών και των κλίσεων των N παλινδρομήσεων πάλι με ένα Chow test

$$F = \frac{SSR_R - SSR_U}{SSR_U} \cdot \frac{T(N-(K+1))}{(T-1)(K+1)}$$

όπου πάλι SSR_R το άθροισμα τετραγωνικών καταλοίπων της pooled παλινδρόμησης και SSR_U το άθροισμα τετραγωνικών καταλοίπων της Cross section SUR παλινδρόμησης

2. Fixed Effects or Random Effects?

Θέλουμε να ελέγξουμε την βασική υπόθεση των RE αν τα a_i είναι ασυσχέτιστα με τα X :

$$H_0 : E(a_i | X) = 0$$

Κάνουμε έναν έλεγχο Hausman που εξετάζει αν η διαφορά των εκτιμητών FE και RE είναι στατιστικά σημαντική.

$$H = (b_{FE} - b_{RE})' [Var(b_{FE}) - Var(b_{RE})]^{-1} (b_{FE} - b_{RE}) \sim \chi^2(\dim(b_{FE}))$$

Αν είναι στατιστικά διαφορετική του μηδενός τότε απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση και η RE εκτιμήτρια είναι ασυνεπής.

Παράδειγμα: Εξίσωση Επενδύσεων

- Το Pool or not to Pool?
Απορρίπτουμε τη μηδενική ότι $\alpha_i = 0$ για όλα τα i .
Άρα ο POLS είναι ασυνεπής.
- Fixed Effects or Random Effects?
Απορρίπτουμε τη μηδενική ότι τα α είναι ασυσχέτιστα με τα X .
Άρα RE ασυνεπής.

Redundant Fixed Effects Tests			
Pool: AA			
Test cross-section fixed effects			
Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	49.176625	(9,188)	0.0000
Cross-section Chi-square	242.042668	9	0.0000

Correlated Random Effects - Hausman Test			
Pool: AA			
Test cross-section random effects			
Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	2.131366	2	0.3445

ΠΡΟΣΟΧΗ: Όλα τα τεστ θεωρούν ότι οι κλασικές υποθέσεις ισχύουν. Αν δεν ισχύουν πρέπει να τροποποιήσουμε τους ελέγχους κατάλληλα.

3. TWO-WAY MODELS

3.1. Fixed Effects Model

Έχουμε τόσο individual-specific όσο και time-specific effects:

$$Y_{it} = X_{it}\beta + a_i + f_t + u_{it}$$

- Ο FE εκτιμητής είναι OLS με τις μεταβλητές μετασχηματισμένες ως

όπου $\bar{Y}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_{it}$

$$Y_{it} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_t + \bar{\bar{Y}}$$

- Ισοδυναμεί με OLS αν εκτιμήσουμε τις κοινές κλίσεις β μαζί με τα N individual effects και τα T time effects ως σταθερές.
- Αν το πραγματικό μοντέλο είναι two-way και εμείς το εκτιμήσουμε ως one-way, τότε ο Within είναι ασυνεπής.

3.2. Random Effects Model

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it,1} + \beta_2 X_{it,2} + \dots + \alpha_i + f_t + u_{it}$$

Υποθέτουμε ότι τα α_i και τα \mathcal{X} είναι τυχαίες μεταβλητές

◇ Αυστηρή εξωγένεια : $E(u_{it} + a_{it} + f_t | X) = 0$

◇ Διαστρωματική και διαχρονική ομοσκεδαστικότητα:

$$Var(u_{it} + a_i + f_t) = \sigma_u^2 + \sigma_a^2 + \sigma_f^2$$

◇ Ίση διαστρωματική συσχέτιση: $Cov(u_{it} + a_i + f_t, u_{jt} + a_j + f_t) = \sigma_f^2$

◇ Ίση διαχρονική συσχέτιση: $Cov(u_{it} + a_i + f_t, u_{is} + a_i + f_s) = \sigma_a^2$

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it,1} + \beta_2 X_{it,2} + \dots + \alpha_i + f_t + u_{it}$$

- Ουσιαστικά είναι ένα γενικευμένο γραμμικό μοντέλο.
- Μπορεί να εκτιμηθεί με OLS αλλά GLS πιο αποτελεσματική από OLS.
- RE στο μοντέλο αυτό είναι GLS και συνίσταται σε OLS πάνω σε κατάλληλα μετασχηματισμένες μεταβλητές

$$\tilde{Y}_{it} = Y_{it} - \lambda_1 \bar{Y}_i - \lambda_2 \bar{Y}_t + \lambda_3 \bar{\bar{Y}}$$

Παράδειγμα: Εξίσωση Επενδύσεων (Grunfeld)

$$I_{it} = \beta_0 + \beta_1 F_{it} + \beta_2 K_{it} + \alpha_i + f_t + u_{it}$$

I= επενδύσεις, F= αξία εταιρίας, K= Αξία κεφαλαίου, N=10, T=20 (1935-1954)

	POLS	FE	RE	FE-3way	RE-3way
F	0.116 (0.006)	0.110 (0.012)	0.110 (0.011)	0.118 (0.014)	0.110 (0.011)
K	0.231 (0.026)	0.310 (0.017)	0.308 (0.017)	0.358 (0.023)	0.308 (0.017)
		0.718		0.762	
				0.000	

Έλεγχοι Υποθέσεων

1. To pool or not to pool?

Redundant Fixed Effects Tests			
Pool: AA			
Test cross-section and period fixed effects			
Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	52.362355	(9,169)	0.0000
Cross-section Chi-square	266.395500	9	0.0000
Period F	1.403241	(19,169)	0.1309
Period Chi-square	29.297556	19	0.0614
Cross-Section/Period F	17.403146	(28,169)	0.0000
Cross-Section/Period Chi-square	271.340224	28	0.0000

2. Hausman Test

Correlated Random Effects - Hausman Test			
Pool: AA			
Test cross-section and period random effects			
Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	0.000000	2	1.0000
Period random	11.681234	2	0.0029
Cross-section and period random	13.460061	2	0.0012

* Cross-section test variance is invalid. Hausman statistic set to zero.
** WARNING: estimated period random effects variance is zero.

Εφαρμογές

1. Επίδραση συναλλαγματικής ισοτιμίας στο ρυθμό ανάπτυξης Χωρών Λατινικής Αμερικής (N=8, T=30)
2. Επίδραση δημοσίου χρέους στο ρυθμό ανάπτυξης χωρών ΟΟΣΑ (N=18, T=30)
3. Πρόβλεψη Συναλλαγματικών Ισοτιμιών (N=15, T=220)

1. Επίδραση συναλλαγματικής ισοτιμίας στο ρυθμό ανάπτυξης

For 8 Latin American countries we want to explain Real GDP per capital growth rate as a function of:

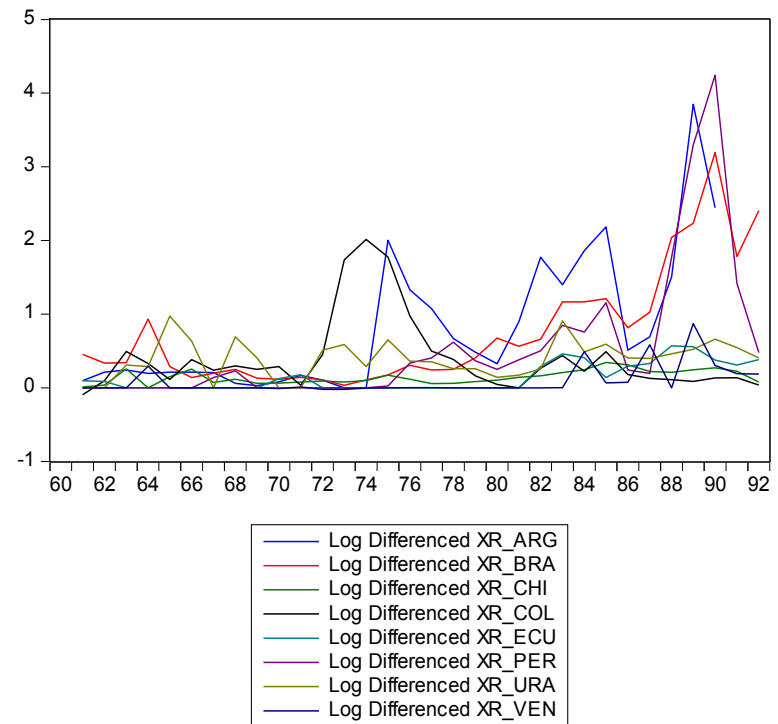
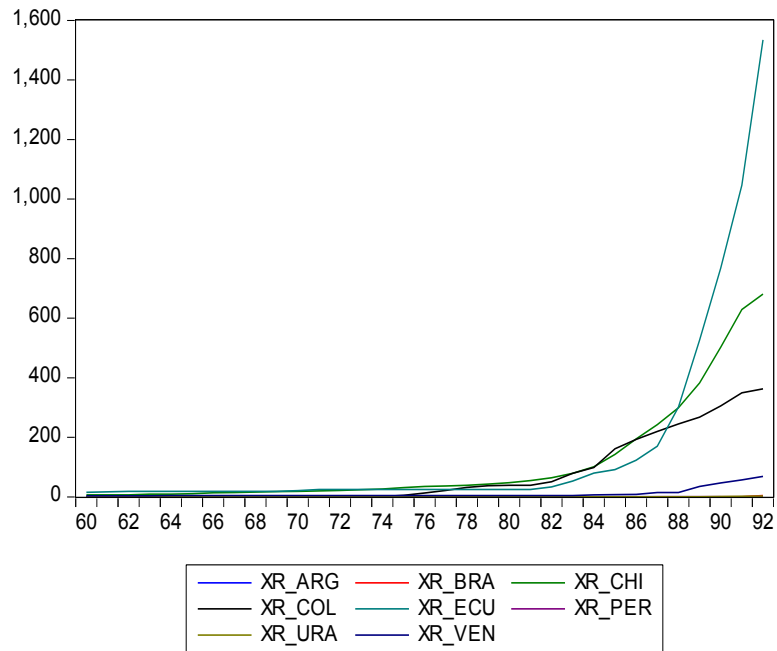
- Population in 1000's (Pop)
- Real Investment share of GDP, in % (I)
- Real Government share of GDP, in % (G)
- Exchange Rate with U.S. dollar (XR)
- Measure of Openness of the Economy (Open)

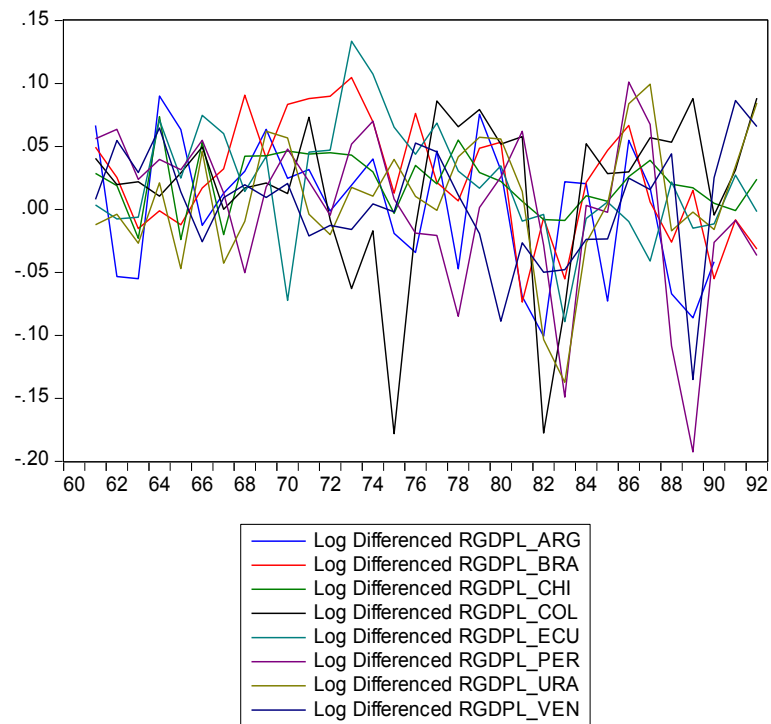
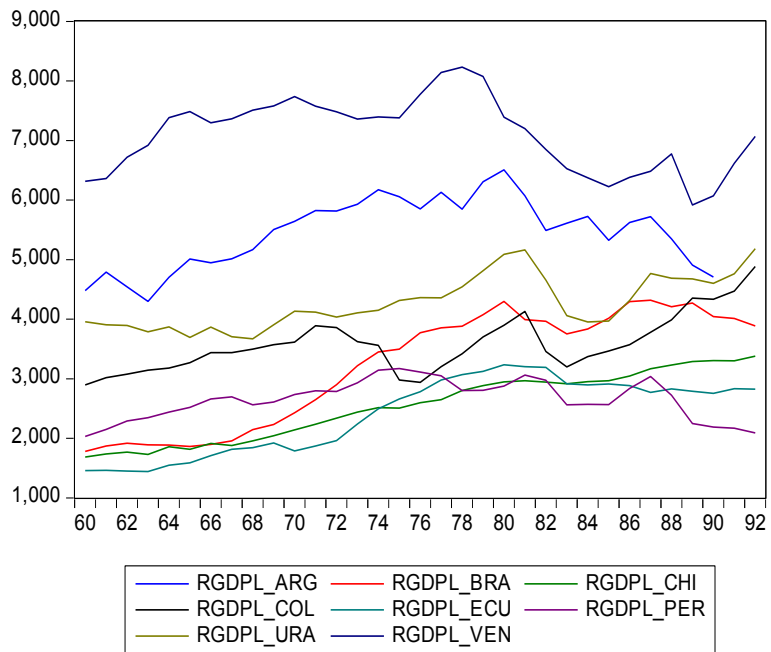
We will focus on XRs.

Steps of Econometric Analysis

- Create a “pool” object in Eviews (‘/Object/New object’). Give it a name and define the cross-section identifiers. These identifiers are those parts of the names of the series identifying the cross-section (`_arg`, `_bra`, `_chi`, `_col`, `_ecu`, `_per`, `_ura`, `_ven`)
- Open the XR-variables as a group and make a plot of them. They are growing exponentially. Compute them in log-difference, using the PoolGenr menu of the pool object and ‘logdifXR?=dlog(XR?)’. The ? will be substituted by every cross-section identifier. Plot the transformed variables. Do the same for the pop-variables: ‘logdifpop?=dlog(pop?)’
- Open the RGDP-variables as a group and make a plot of them. Compute the growth rate using the PoolGenr menu of the pool object and ‘gr_rgdpl?=dlog(rgdpl?)’.

Data Construction/Exploration





Panel Statistics

Variable		Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
gr_rgdpc	overall	.0115421	.0512329	-.1925054	.1335311	N = 240
	between		.0110367	-.0013084	.0273458	n = 8
	within		.0501775	-.1834605	.1238265	T = 30
g	overall	14.10484	4.189893	3.9	27.7	N = 248
	between		3.85505	10.69032	21.77419	n = 8
	within		2.121041	7.314516	20.03065	T = 31
i	overall	17.68347	4.345206	8.2	30	N = 248
	between		2.776923	12.80323	21.99677	n = 8
	within		3.479384	8.218952	29.91895	T = 31
open	overall	32.33395	13.465	10.44	67.28	N = 248
	between		12.09574	14.51226	45.71806	n = 8
	within		7.264246	14.94395	57.67395	T = 31
gr_pop	overall	.0216917	.0088232	.0003543	.0607405	N = 240
	between		.008176	.0066029	.0324371	n = 8
	within		.0043718	-.0001159	.0584998	T = 30
gr_xr	overall	.3969239	.6348571	-.0953102	4.242658	N = 240
	between		.2672924	.0880383	.8273633	n = 8
	within		.5833244	-.4304394	4.114396	T = 30

Brazil Growth Regression

Estimate the regression model per country, e.g. for Brazil, using ‘/Quick/Estimate equation’ and specifying in Eviews the equation:

dlog(rgdp bra) c g_bra i_bra
 open_bra dlog(pop_bra)
 dlog(xr_bra)

Dependent Variable: DLOG(RGDPL_BRA)				
Method: Least Squares				
Date: 11/24/14 Time: 20:04				
Sample (adjusted): 1961 1992				
Included observations: 32 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.149422	0.153727	0.971992	0.3400
G_BRA	0.003286	0.007141	0.460196	0.6492
I_BRA	0.001363	0.003269	0.417046	0.6801
OPEN_BRA	-0.001729	0.003510	-0.492550	0.6265
DLOG(POP_BRA)	-5.343172	3.306637	-1.615893	0.1182
DLOG(XR_BRA)	-0.048905	0.019824	-2.466985	0.0205
R-squared	0.404163	Mean dependent var	0.024399	
Adjusted R-squared	0.289579	S.D. dependent var	0.046314	
S.E. of regression	0.039036	Akaike info criterion	-3.481297	
Sum squared resid	0.039619	Schwarz criterion	-3.206472	
Log likelihood	61.70076	Hannan-Quinn criter.	-3.390201	
F-statistic	3.527220	Durbin-Watson stat	1.693302	
Prob(F-statistic)	0.014451			

Chile Growth Regression

The results for Chile are quite different:

- G significant
- DLOG(POP) significant
- DLOG(XR) insignificant

Dependent Variable: DLOG(RGDPL_CHI)				
Method: Least Squares				
Date: 11/24/14 Time: 23:27				
Sample (adjusted): 1961 1992				
Included observations: 32 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.005871	0.068343	0.085899	0.9322
G_CHI	-0.011180	0.003284	-3.404788	0.0022
I_CHI	0.004541	0.002736	1.659648	0.1090
OPEN_CHI	0.003602	0.001215	2.964999	0.0064
DLOG(POP_CHI)	-1.175221	0.387309	-3.034328	0.0054
DLOG(XR_CHI)	-0.024112	0.042985	-0.560942	0.5796
R-squared	0.566483	Mean dependent var	0.021735	
Adjusted R-squared	0.483114	S.D. dependent var	0.024153	
S.E. of regression	0.017365	Akaike info criterion	-5.101351	
Sum squared resid	0.007840	Schwarz criterion	-4.826526	
Log likelihood	87.62162	Hannan-Quinn criter.	-5.010254	
F-statistic	6.794903	Durbin-Watson stat	1.681017	
Prob(F-statistic)	0.000357			

Pooled Growth Regression

Pool the data of all countries,
to increase the sample size.
Use, within the pooled object,
'/Estimate', and specify:

dependent variable=dlog(rgdp?);
common coefficients=c g? i?
open? dlog(pop?) dlog(xr?)

Dependent Variable: DLOG(RGDPL?) Method: Pooled Least Squares Date: 11/24/14 Time: 19:56 Sample (adjusted): 1961 1992 Included observations: 32 after adjustments Cross-sections included: 8 Total pool (unbalanced) observations: 254				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.035786	0.015950	2.243564	0.0257
G?	-0.001029	0.000824	-1.248634	0.2130
I?	0.001761	0.000738	2.386403	0.0178
OPEN?	-0.000264	0.000242	-1.089488	0.2770
DLOG(POP?)	-0.759367	0.376296	-2.018006	0.0447
DLOG(XR?)	-0.036643	0.004830	-7.586907	0.0000
R-squared	0.232486	Mean dependent var	0.012300	
Adjusted R-squared	0.217012	S.D. dependent var	0.050825	
S.E. of regression	0.044974	Akaike info criterion	-3.342147	
Sum squared resid	0.501609	Schwarz criterion	-3.258588	
Log likelihood	430.4527	Hannan-Quinn criter.	-3.308532	
F-statistic	15.02423	Durbin-Watson stat	1.559736	
Prob(F-statistic)	0.000000			

POLS & Country-Specific Regressions

VARIABLES	POLS	ARG	BRA	CHI	COL	ECU	PER	URA	VEN
g	-0.000783 (0.000841)	-0.00216 (0.00564)	0.00520 (0.00784)	-0.0121*** (0.00417)	-0.0114* (0.00572)	-0.00601 (0.00386)	-0.00940 (0.0101)	-0.00145 (0.00775)	-0.00871 (0.00772)
i	0.00183** (0.000765)	0.00396 (0.00529)	0.000661 (0.00351)	0.00442 (0.00294)	-0.0117*** (0.00353)	-0.00292 (0.00264)	0.00354 (0.00296)	-0.000507 (0.00267)	0.00128 (0.00201)
open	-0.000459* (0.000259)	-0.00868* (0.00493)	-0.00147 (0.00363)	0.00364*** (0.00125)	0.000963 (0.00116)	0.00232** *	-0.00222 (0.00217)	0.000559 (0.00258)	0.00126 (0.00147)
gr_pop	-0.615 (0.388)	-7.350 (9.378)	-6.765* (3.943)	-1.217*** (0.405)	1.737 (6.336)	6.168 (5.235)	-0.308 (4.959)	-3.005 (3.908)	-1.121 (4.004)
gr_xr	-0.0376*** (0.00500)	-0.0281** (0.0135)	-0.0540** (0.0220)	-0.0112 (0.0501)	-0.0549** (0.0230)	-0.192*** (0.0515)	-0.0372** (0.0143)	-0.0604 (0.0488)	-0.0343 (0.0469)
Observations	240	30	30	30	30	30	30	30	30
R-squared	0.241	0.466	0.375	0.573	0.529	0.564	0.458	0.094	0.264

Pooled OLS with Robust VCE

Dependent Variable: DLOG(RGDPL?)
 Method: Pooled Least Squares
 Date: 11/24/14 Time: 22:15
 Sample (adjusted): 1961 1992
 Included observations: 32 after adjustments
 Cross-sections included: 8
 Total pool (unbalanced) observations: 254
 Cross-section SUR (PCSE) standard errors & covariance (d.f. corrected)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.035786	0.015441	2.317657	0.0213
G?	-0.001029	0.000855	-1.202972	0.2301
I?	0.001761	0.000783	2.249661	0.0253
OPEN?	-0.000264	0.000283	-0.930104	0.3532
DLOG(POP?)	-0.759367	0.365993	-2.074814	0.0390
DLOG(XR?)	-0.036643	0.005458	-6.713423	0.0000

Dependent Variable: DLOG(RGDPL?)
 Method: Pooled Least Squares
 Date: 11/24/14 Time: 22:17
 Sample (adjusted): 1961 1992
 Included observations: 32 after adjustments
 Cross-sections included: 8
 Total pool (unbalanced) observations: 254
 Period SUR (PCSE) standard errors & covariance (d.f. corrected)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.035786	0.016988	2.106530	0.0362
G?	-0.001029	0.000918	-1.120423	0.2636
I?	0.001761	0.000783	2.250223	0.0253
OPEN?	-0.000264	0.000240	-1.097193	0.2736
DLOG(POP?)	-0.759367	0.416874	-1.821574	0.0697
DLOG(XR?)	-0.036643	0.004443	-8.247859	0.0000

GLS: Cross Section Weights:

With large T, we may allow for cross-sectional heteroskedasticity.

Dependent Variable: DLOG(RGDPL?)				
Method: Pooled EGLS (Cross-section weights)				
Date: 11/24/14 Time: 22:02				
Sample (adjusted): 1961 1992				
Included observations: 32 after adjustments				
Cross-sections included: 8				
Total pool (unbalanced) observations: 254				
Linear estimation after one-step weighting matrix				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.039877	0.014216	2.805000	0.0054
G?	-0.001822	0.000864	-2.107991	0.0360
I?	0.002221	0.000704	3.153784	0.0018
OPEN?	-0.000145	0.000240	-0.603079	0.5470
DLOG(POP?)	-0.994425	0.301097	-3.302677	0.0011
DLOG(XR?)	-0.035385	0.004644	-7.619468	0.0000

GLS: Cross Section SUR

With large T , we may allow for both cross-sectional heteroskedasticity and cross sectional correlation.

Here $N \ll T$ so it doesn't make sense to do GLS allowing for serial dependence and heteroskedasticity

Dependent Variable: DLOG(RGDPL?)				
Method: Pooled EGLS (Cross-section SUR)				
Date: 11/24/14 Time: 22:07				
Sample (adjusted): 1961 1992				
Included observations: 32 after adjustments				
Cross-sections included: 8				
Total pool (unbalanced) observations: 254				
Linear estimation after one-step weighting matrix				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.025236	0.011731	2.151241	0.0324
G?	-0.001510	0.000738	-2.046998	0.0417
I?	0.002699	0.000605	4.462069	0.0000
OPEN?	-0.000164	0.000235	-0.698234	0.4857
DLOG(POP?)	-0.919455	0.236768	-3.883366	0.0001
DLOG(XR?)	-0.032974	0.004417	-7.466080	0.0000

GLS with various error structures

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
VARIABLES	GLS-H	GLS-CSC	GLS-Corr I	GLS-AR1	GLS-PSAR1
g	-0.00163* (0.000879)	-0.000936 (0.000755)	-0.000783 (0.000831)	-0.000958 (0.000966)	-0.00100 (0.000948)
i	0.00227*** (0.000723)	0.00260*** (0.000588)	0.00183** (0.000755)	0.00179** (0.000846)	0.00145* (0.000882)
open	-0.000335 (0.000252)	-0.000416* (0.000240)	-0.000459* (0.000256)	-0.000439 (0.000296)	-0.000280 (0.000307)
gr_pop	-0.913*** (0.310)	-0.824*** (0.231)	-0.615 (0.383)	-0.702 (0.427)	-0.632 (0.465)
gr_xr	-0.0366*** (0.00484)	-0.0370*** (0.00459)	-0.0376*** (0.00494)	-0.0378*** (0.00541)	-0.0384*** (0.00504)
Observations	240	240	240	240	240
Number of country	8	8	8	8	8

2-Way FE Model (FE=Within)

Pooling the data ignores the fact that the data originate from different countries.

Dummy variables for the different countries need to be added.

This can be done by specifying the constant term as a ‘cross section specific coefficient’ in Regressors and AR() Terms.

We obtain the same results if we specify “Fixed Effects” in Estimation Method.

Dependent Variable: DLOG(RGDPL?)				
Method: Pooled Least Squares				
Date: 11/24/14 Time: 20:13				
Sample (adjusted): 1961 1992				
Included observations: 32 after adjustments				
Cross-sections included: 8				
Total pool (unbalanced) observations: 254				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.077477	0.033420	2.318275	0.0213
G?	-0.003223	0.001343	-2.399076	0.0172
I?	0.000397	0.000847	0.468801	0.6396
OPEN?	0.000403	0.000378	1.066017	0.2875
DLOG(POP?)	-1.069659	0.688856	-1.552805	0.1218
DLOG(XR?)	-0.041192	0.005193	-7.932462	0.0000
Fixed Effects (Cross)				
_ARG--C	-0.003955			
_BRA--C	0.026530			
_CHI--C	-0.005913			
_COL--C	0.018431			
_ECU--C	0.005125			
_PER--C	0.003936			
_URA--C	-0.019991			
_VEN--C	-0.024409			
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.281469	Mean dependent var	0.012300	
Adjusted R-squared	0.245692	S.D. dependent var	0.050825	
S.E. of regression	0.044142	Akaike info criterion	-3.352977	
Sum squared resid	0.469596	Schwarz criterion	-3.171933	
Log likelihood	438.8281	Hannan-Quinn criter.	-3.280145	
F-statistic	7.867220	Durbin-Watson stat	1.643752	
Prob(F-statistic)	0.000000			

To pool or not to pool?

Test whether all country effects are equal ('View/Fixed-Random Effects Testing/Redundant Fixed Effects – LR Test). The country effects are called the fixed effects, and if there are significantly different then there is unobserved heterogeneity.

Redundant Fixed Effects Tests			
Pool: LATIN8			
Test cross-section fixed effects			
Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	2.347041	(7,241)	0.0246
Cross-section Chi-square	16.750829	7	0.0191

Cross-Section-Varying Coefficients

The fixed effect panel data model assumes that the effect of all variables is the same for all countries.

We can relax this assumption, e.g. for openness, by specifying OPEN? as a “cross section Specific coefficient” in Regressors and AR() Terms.

Dependent Variable: DLOG(RGDPL?)				
Method: Pooled Least Squares				
Date: 11/24/14 Time: 20:31				
Sample (adjusted): 1961 1992				
Included observations: 32 after adjustments				
Cross-sections included: 8				
Total pool (unbalanced) observations: 254				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
G?	-0.004860	0.001562	-3.111529	0.0021
I?	0.000226	0.000857	0.263650	0.7923
DLOG(POP?)	-1.059559	0.735383	-1.440826	0.1510
DLOG(XR?)	-0.040721	0.005462	-7.455690	0.0000
_ARG--C	0.183933	0.068154	2.698801	0.0075
_BRA--C	0.183358	0.061050	3.003434	0.0030
_CHI--C	0.054658	0.079515	0.687393	0.4925
_COL--C	0.149369	0.054116	2.760182	0.0062
_ECU--C	0.103463	0.057682	1.793671	0.0742
_PER--C	0.160013	0.059224	2.701814	0.0074
_URA--C	0.032715	0.036780	0.889487	0.3747
_VEN--C	-0.002256	0.065884	-0.034245	0.9727
_ARG--OPEN_ARG	-0.005900	0.004345	-1.357789	0.1758
_BRA--OPEN_BRA	-0.003253	0.002740	-1.187171	0.2364
_CHI--OPEN_CHI	0.001729	0.002385	0.725075	0.4691
_COL--OPEN_COL	3.81E-05	0.000591	0.064421	0.9487
_ECU--OPEN_ECU	0.000615	0.000760	0.809067	0.4193
_PER--OPEN_PER	-0.001081	0.001365	-0.791845	0.4293
_URA--OPEN_URA	0.001806	0.001051	1.718949	0.0869
_VEN--OPEN_VEN	0.002063	0.001253	1.646015	0.1011
R-squared	0.307286	Mean dependent var	0.012300	
Adjusted R-squared	0.251040	S.D. dependent var	0.050825	
S.E. of regression	0.043985	Akaike info criterion	-3.334450	
Sum squared resid	0.452724	Schwarz criterion	-3.055920	
Log likelihood	443.4752	Hannan-Quinn criter.	-3.222401	
F-statistic	5.463244	Durbin-Watson stat	1.659585	
Prob(F-statistic)	0.000000			

2-way RE Model

There appears to be little random effects variation ($\rho=.0076$). Testing for RE vs. FE ('View/Fixed-Random Effects Testing/Correlated Random Effects – Hausman Test):

Correlated Random Effects - Hausman Test			
Pool: LATIN8			
Test cross-section random effects			
Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	12.541844	5	0.0281

Dependent Variable: DLOG(RGDPL?)				
Method: Pooled EGLS (Cross-section random effects)				
Date: 11/24/14 Time: 21:31				
Sample (adjusted): 1961 1992				
Included observations: 32 after adjustments				
Cross-sections included: 8				
Total pool (unbalanced) observations: 254				
Swamy and Arora estimator of component variances				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.039094	0.016872	2.317051	0.0213
G?	-0.001214	0.000851	-1.425956	0.1551
I?	0.001638	0.000739	2.217020	0.0275
OPEN?	-0.000196	0.000249	-0.788350	0.4312
DLOG(POP?)	-0.787222	0.391940	-2.008526	0.0457
DLOG(XR?)	-0.036981	0.004790	-7.720959	0.0000
Random Effects (Cross)				
_ARG--C	-0.001186			
_BRA--C	0.003448			
_CHI--C	5.39E-05			
_COL--C	0.001463			
_ECU--C	0.000455			
_PER--C	-0.000159			
_URA--C	-0.001562			
_VEN--C	-0.002513			
Effects Specification			S.D.	Rho
Cross-section random			0.003863	0.0076
Idiosyncratic random			0.044142	0.9924

2-way FE

We may estimate the model with individual (cross section) as well as time (period) fixed effects and do F-tests:

Dependent Variable: DLOG(RGDPL?)				
Method: Pooled Least Squares				
Date: 11/24/14 Time: 21:17				
Sample (adjusted): 1961 1992				
Included observations: 32 after adjustments				
Cross-sections included: 8				
Total pool (unbalanced) observations: 254				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.021718	0.034943	0.621536	0.5349
G?	-0.001556	0.001313	-1.184775	0.2374
I?	0.001353	0.000900	1.503340	0.1343
OPEN?	0.000374	0.000464	0.807831	0.4201
DLOG(POP?)	-0.430762	0.813112	-0.529769	0.5968
DLOG(XR?)	-0.034982	0.006047	-5.785150	0.0000
Redundant Fixed Effects Tests				
Pool: LATIN8				
Test cross-section and period fixed effects				
Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.	
Cross-section F	1.600842	(7,210)	0.1366	
Cross-section Chi-square	13.204544	7	0.0673	
Period F	2.547078	(31,210)	0.0000	
Period Chi-square	81.071387	31	0.0000	
Cross-Section/Period F	2.596267	(38,210)	0.0000	
Cross-Section/Period Chi-square	97.822217	38	0.0000	

Various FE and RE estimators (Static&Dynamic Specifications)

VARIABLES	(1) POLS	(2) FE	(3) RE	(4) FE-3	(5) FE-AR	(6) RE-AR	(7) FE-Dyn	(8) POLS-Dyn
lgr_rgdp							0.0662 (0.0669)	0.113* (0.0665)
g	-0.000783 (0.000841)	-0.00392*** (0.00144)	-0.000783 (0.000841)	-0.00238* (0.00140)	-0.00473*** (0.00172)	-0.000964 (0.000983)	-0.00413*** (0.00150)	-0.000803 (0.000867)
i	0.00183** (0.000765)	0.000523 (0.000866)	0.00183** (0.000765)	0.00137 (0.000918)	0.000504 (0.000988)	0.00179** (0.000860)	0.000318 (0.000901)	0.00143* (0.000808)
open	-0.000459* (0.000259)	0.000283 (0.000406)	-0.000459* (0.000259)	0.000257 (0.000496)	0.000143 (0.000480)	-0.000438 (0.000301)	0.000252 (0.000418)	-0.000352 (0.000270)
gr_pop	-0.615 (0.388)	-0.981 (0.717)	-0.615 (0.388)	-0.519 (0.825)	-1.320* (0.746)	-0.706 (0.434)	-1.067 (0.741)	-0.600 (0.400)
gr_xr	-0.0376*** (0.00500)	-0.0411*** (0.00531)	-0.0376*** (0.00500)	-0.0350*** (0.00621)	-0.0406*** (0.00592)	-0.0378*** (0.00549)	-0.0386*** (0.00576)	-0.0341*** (0.00546)
Observations	240	240	240	240	232	240	232	232
R-squared	0.241	0.265		0.468			0.267	0.249
Number of country		8	8	8	8	8	8	
rho_AR					0.192	0.192		

Summarizing

- There appears to be country-specific unobserved heterogeneity in the growth regression considered.
- The coefficient on XR increases by 15% when we allow for country-specific fixed effects. When we allow for both country and time specific effects it is the only statistically significant variable.
- The coefficient on Investment Share and Population Growth lose statistical significance.
- The coefficient on G (government share) becomes statistically significant.
- While the RE specification seems to be rejected, a joint Baltagi-Wu test for RE and serial correlation rejects the null (10.86 Pr>chi2(2) = 0.0044)

2. Επίδραση χρέους στο ρυθμό ανάπτυξης (Cecchetti et al., 2011)

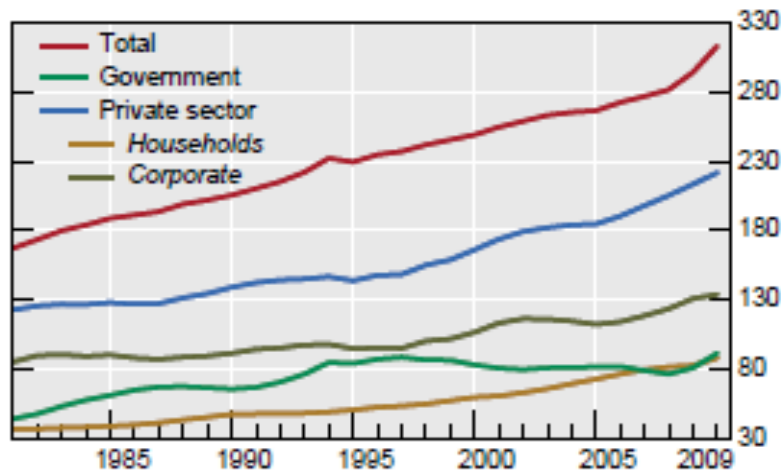
For 18 OECD countries we want to study the effect of public debt on the 5yr RGDP growth rate during a period of 30 years (1980-2009).

- Up to a point debt is good:
 - Smoothing of consumption, investment and production
 - Smoothing of taxes
 - Capital deepening and improved allocative efficiency
- But too much debt may be bad
 - Debt overhang
 - Financial crises

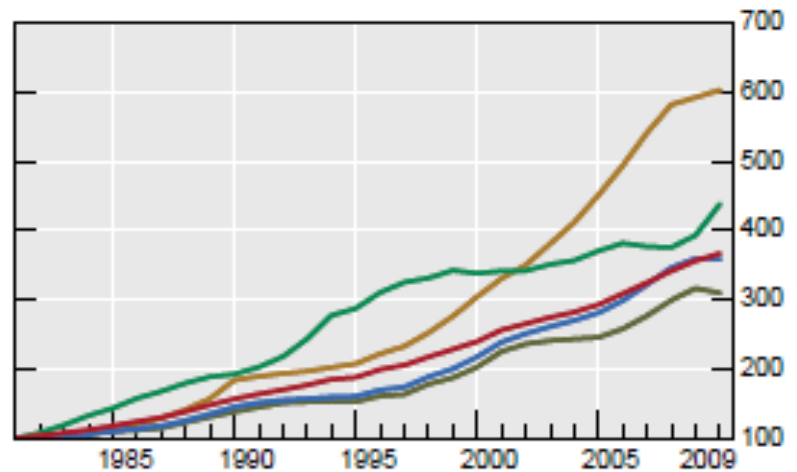
Εξέλιξη συνολικού χρέους

Non-financial sector debt

As a percentage of GDP¹



Real levels, deflated by consumer prices²



¹ Simple averages for 18 OECD economies.

² Rebased to 1980 = 100; simple average of 16 OECD economies, including the United States.

Basic Growth Regression

where $\bar{g}_{i,t+1,t+k} = \rho \log RGDP_{it} + X_{it}\beta + \alpha_i + f_t + u_t$

and X is: $\bar{g}_{i,t+1,t+5} = \frac{1}{5} (\log RGDP_{it+k} - \log RGDP_{it})$

- Population growth (GRO_POP)
- National Gross Savings as percentage of real GDP (NGS)
- Schooling in years (SCHOOL)
- Measure of Trade Openness (OPEN)
- Consumer Price Inflation Rate (CPI)
- Dependency Ratio – nonworking age/working age (DEP)
- Liquid Liabilities (broad money) as share of real GDP (LLGDP)
- Banking Crisis (CRISIS)
- Public (Government) Debt (DEBTGOVR)

POLS

- Public debt does not seem to affect growth
- Schooling, inflation and ratio of working/nonworking population affect growth
- $\rho = -0.039$ implies a 0.8 ($= -\log(.961)/5 * 100$) rate of convergence

Dependent Variable: G5				
Method: Panel Least Squares				
Date: 11/27/14 Time: 12:54				
Sample (adjusted): 1986 2009				
Periods included: 24				
Cross-sections included: 18				
Total panel (balanced) observations: 432				
Period SUR (PCSE) standard errors & covariance (d.f. corrected)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
NGS_(-5)	0.030098	0.024521	1.227422	0.2203
GRO_POP(-5)	-0.067940	0.230929	-0.294202	0.7687
SCHOOL_(-5)	0.273970	0.080030	3.423348	0.0007
LRGDP100(-5)	-0.039435	0.007290	-5.409284	0.0000
OPENC_(-5)	0.002446	0.003669	0.666636	0.5054
CPI_(-5)	-0.092353	0.027416	-3.368533	0.0008
DEP_(-5)	0.065378	0.031531	2.073482	0.0387
LLGDP_(-5)	-0.200321	0.285365	-0.701981	0.4831
CRISIS_(-5)	-0.011655	0.265813	-0.043845	0.9650
DEBTGOVR_(-5)	0.042671	0.370418	0.115197	0.9083
C	36.12458	6.919327	5.220823	0.0000
R-squared	0.205767	Mean dependent var	2.020752	
Adjusted R-squared	0.186901	S.D. dependent var	1.166802	
S.E. of regression	1.052129	Akaike info criterion	2.964641	
Sum squared resid	466.0363	Schwarz criterion	3.068235	
Log likelihood	-629.3625	Hannan-Quinn criter.	3.005540	
F-statistic	10.90710	Durbin-Watson stat	0.367984	
Prob(F-statistic)	0.000000			

3way FE

- Now debt seems to matter: a 1% increase in debt decreases the rate of growth by 1.16%.
- Schooling, dependency ratio and inflation continue to matter.
- ρ now implies a rate of convergence of 4.2% (implies that the 8 Latin American countries will catch up with each other in 25 years.)

Dependent Variable: G5				
Method: Panel Least Squares				
Date: 11/27/14 Time: 12:45				
Sample (adjusted): 1986 2009				
Periods included: 24				
Cross-sections included: 18				
Total panel (balanced) observations: 432				
Period SUR (PCSE) standard errors & covariance (d.f. corrected)				
WARNING: estimated coefficient covariance matrix is of reduced rank				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
NGS_(-5)	0.048455	0.034520	1.403676	0.1612
GRO_POP(-5)	-0.270830	0.284591	-0.951645	0.3419
SCHOOL_(-5)	0.511330	0.200941	2.544680	0.0113
LRGDP100(-5)	-0.185715	0.022345	-8.311308	0.0000
OPENC_(-5)	0.025733	0.016348	1.574065	0.1163
CPI_(-5)	-0.053865	0.028950	-1.860635	0.0636
DEP_(-5)	-0.161617	0.053568	-3.017060	0.0027
LLGDP_(-5)	0.194590	0.362526	0.536763	0.5917
CRISIS_(-5)	-0.285851	0.199574	-1.432306	0.1529
DEBTGOVR_(-5)	-1.161531	0.666939	-1.741586	0.0824
C	192.5941	23.87812	8.065716	0.0000
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
Period fixed (dummy variables)				
R-squared	0.709676	Mean dependent var	2.020752	
Adjusted R-squared	0.671575	S.D. dependent var	1.166802	
S.E. of regression	0.668675	Akaike info criterion	2.143448	
Sum squared resid	170.3552	Schwarz criterion	2.623748	
Log likelihood	-411.9848	Hannan-Quinn criter.	2.333069	
F-statistic	18.62649	Durbin-Watson stat	0.316812	
Prob(F-statistic)	0.000000			

To pool or not to pool?

F-Tests reject the null that there are no country or period-specific fixed effects (i.e. the pooled model is rejected)

Redundant Fixed Effects Tests			
Equation: G5_FTEST			
Test cross-section and period fixed effects			
Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	21.441249	(17,381)	0.0000
Cross-section Chi-square	289.983204	17	0.0000
Period F	14.733634	(23,381)	0.0000
Period Chi-square	274.871339	23	0.0000
Cross-Section/Period F	16.532298	(40,381)	0.0000
Cross-Section/Period Chi-square	434.755274	40	0.0000

Fixed Effects or Random Effects? (Hausman test)

Cross-section random effects test equation:
 Dependent Variable: G5
 Method: Panel Least Squares
 Date: 11/27/14 Time: 17:47
 Sample (adjusted): 1986 2009
 Periods included: 24
 Cross-sections included: 18
 Total panel (balanced) observations: 432

The null that unobservable country effects are uncorrelated with observable covariates is rejected



Do not use RE!

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	81.32205	5.677061	14.32467	0.0000
NGS_(-5)	0.006324	0.019808	0.319252	0.7497
GRO_POP(-5)	-0.078117	0.192799	-0.405173	0.6856
SCHOOL_(-5)	0.777852	0.115441	6.738099	0.0000
LRGDP100(-5)	-0.086997	0.005875	-14.80740	0.0000
OPENC_(-5)	0.054954	0.007901	6.955390	0.0000
CPI_(-5)	-0.088692	0.020287	-4.371823	0.0000
DEP_(-5)	-0.036246	0.028995	-1.250103	0.2120
LLGDP_(-5)	0.473282	0.270432	1.750092	0.0809
CRISIS_(-5)	-0.166941	0.136978	-1.218745	0.2237
DEBTGOVR_(-5)	0.797822	0.300751	2.652766	0.0083

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.451452	Mean dependent var	2.020752
Adjusted R-squared	0.414791	S.D. dependent var	1.166802
S.E. of regression	0.892591	Akaike info criterion	2.673243
Sum squared resid	321.8746	Schwarz criterion	2.936937
Log likelihood	-549.4205	Hannan-Quinn criter.	2.777348
F-statistic	12.31442	Durbin-Watson stat	0.502683
Prob(F-statistic)	0.000000		

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	156.225750	10	0.0000

Dynamic Model

- There appears to be significant autocorrelation in the rate of growth series.
- Statistical inference changes!
Now debt, dependency ratio are insignificant but savings and openness are significant.

Dependent Variable: G5				
Method: Panel Generalized Method of Moments				
Transformation: First Differences				
Date: 11/28/14 Time: 13:11				
Sample (adjusted): 1987 2009				
Periods included: 23				
Cross-sections included: 18				
Total panel (balanced) observations: 414				
Difference specification instrument weighting matrix				
White period standard errors & covariance (d.f. corrected)				
Instrument specification: @DYN(G5,-2,-5)				
Constant added to instrument list				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
G5(-1)	0.524549	0.066106	7.934918	0.0000
NGS (-5)	-0.144887	0.035042	-4.134697	0.0000
GRO POP(-5)	0.434868	0.416655	1.043712	0.2972
SCHOOL_(-5)	1.000795	0.268469	3.727786	0.0002
LRGDP100(-5)	-0.059540	0.011178	-5.326656	0.0000
OPENC_(-5)	0.032660	0.018026	1.811805	0.0708
CPI (-5)	0.000103	0.027053	0.003816	0.9970
DEP_(-5)	0.111190	0.108523	1.024576	0.3062
LLGDP_(-5)	0.428356	0.494252	0.866675	0.3866
CRISIS (-5)	0.161493	0.217681	0.741880	0.4586
DEBTGOVR_(-5)	0.685714	1.011780	0.677731	0.4983
Effects Specification				
Cross-section fixed (first differences)				
Mean dependent var	-0.060718	S.D. dependent var	0.651149	
S.E. of regression	0.565278	Sum squared resid	128.7744	
J-statistic	282.6006	Instrument rank	86	
Prob(J-statistic)	0.000000			

However, the results are very unstable. The estimates depend on how many instruments (lags) we use.

Dependent Variable: G5				
Method: Panel Generalized Method of Moments				
Transformation: First Differences				
Date: 11/28/14 Time: 13:12				
Sample (adjusted): 1987 2009				
Periods included: 23				
Cross-sections included: 18				
Total panel (balanced) observations: 414				
Difference specification instrument weighting matrix				
White period standard errors & covariance (d.f. corrected)				
Instrument specification: @DYN(G5,-2)				
Constant added to instrument list				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
G5(-1)	0.815194	0.048952	16.65286	0.0000
NGS (-5)	-0.074573	0.022982	-3.244791	0.0013
GRO POP(-5)	0.149597	0.209431	0.714300	0.4755
SCHOOL_(-5)	0.897966	0.269304	3.334397	0.0009
LRGDP100(-5)	-0.035513	0.011072	-3.207320	0.0014
OPENC_(-5)	0.002958	0.009875	0.299593	0.7646
CPI (-5)	0.040484	0.024518	1.651163	0.0995
DEP_(-5)	0.010373	0.051040	0.203226	0.8391
LLGDP_(-5)	0.032447	0.197864	0.163988	0.8698
CRISIS (-5)	0.188668	0.124477	1.515683	0.1304
DEBTGOVR_(-5)	-0.253791	0.394313	-0.643629	0.5202
Effects Specification				
Cross-section fixed (first differences)				
Mean dependent var	-0.060718	S.D. dependent var	0.651149	
S.E. of regression	0.552583	Sum squared resid	123.0552	
J-statistic	586.0916	Instrument rank	261	
Prob(J-statistic)	0.000000			

Summarizing

- There is country- and period-specific unobserved heterogeneity in the growth regression considered.
- In all specifications Schooling is both economically and statistically significant: An additional year of schooling increases rate of growth by approx. 0.25%-1% depending on the specification we use.
- In static FE specifications Public Debt affects growth negatively. Not so in dynamic model.
- But in dynamic models, inference becomes tricky!

3. Πρόβλεψη Συναλλαγματικών Ισοτιμιών

There are a few models out there:

- Interest rate differentials
- Inflation differential
- Taylor rule
- Monetary model

None is doing better than RW in predicting FX.

Single Time Series Analysis

Looking at the E/\$ exchange rate by itself, it seems that the interest rate differential does not have any predictive power

Dependent Variable: DLOG(FX_EU)				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/14 Time: 12:25				
Sample: 1995M10 2014M02				
Included observations: 221				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
I_EU(-1)-I_US(-1)	-0.001279	0.001472	-0.869376	0.3856
C	-0.000515	0.002000	-0.257510	0.7970
R-squared	0.003439	Mean dependent var	-0.000175	
Adjusted R-squared	-0.001111	S.D. dependent var	0.029135	
S.E. of regression	0.029151	Akaike info criterion	-4.223650	
Sum squared resid	0.186101	Schwarz criterion	-4.192898	
Log likelihood	468.7134	Hannan-Quinn criter.	-4.211233	
F-statistic	0.755814	Durbin-Watson stat	1.950953	
Prob(F-statistic)	0.385594			

POLS

Pooling 15 exchange rates indicates otherwise...

The effect is statistically very significant albeit small in magnitude

Dependent Variable: DS_ Method: Panel Least Squares Date: 11/28/14 Time: 10:12 Sample (adjusted): 1995M11 2014M02 Periods included: 220 Cross-sections included: 15 Total panel (unbalanced) observations: 3273				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000210	0.000577	-0.364626	0.7154
X1SPR_(-1)	0.000472	4.06E-05	11.61489	0.0000
R-squared	0.039609	Mean dependent var	0.001898	
Adjusted R-squared	0.039316	S.D. dependent var	0.031954	
S.E. of regression	0.031319	Akaike info criterion	-4.088559	
Sum squared resid	3.208503	Schwarz criterion	-4.084835	
Log likelihood	6692.926	Hannan-Quinn criter.	-4.087225	
F-statistic	134.9057	Durbin-Watson stat	1.542520	
Prob(F-statistic)	0.000000			

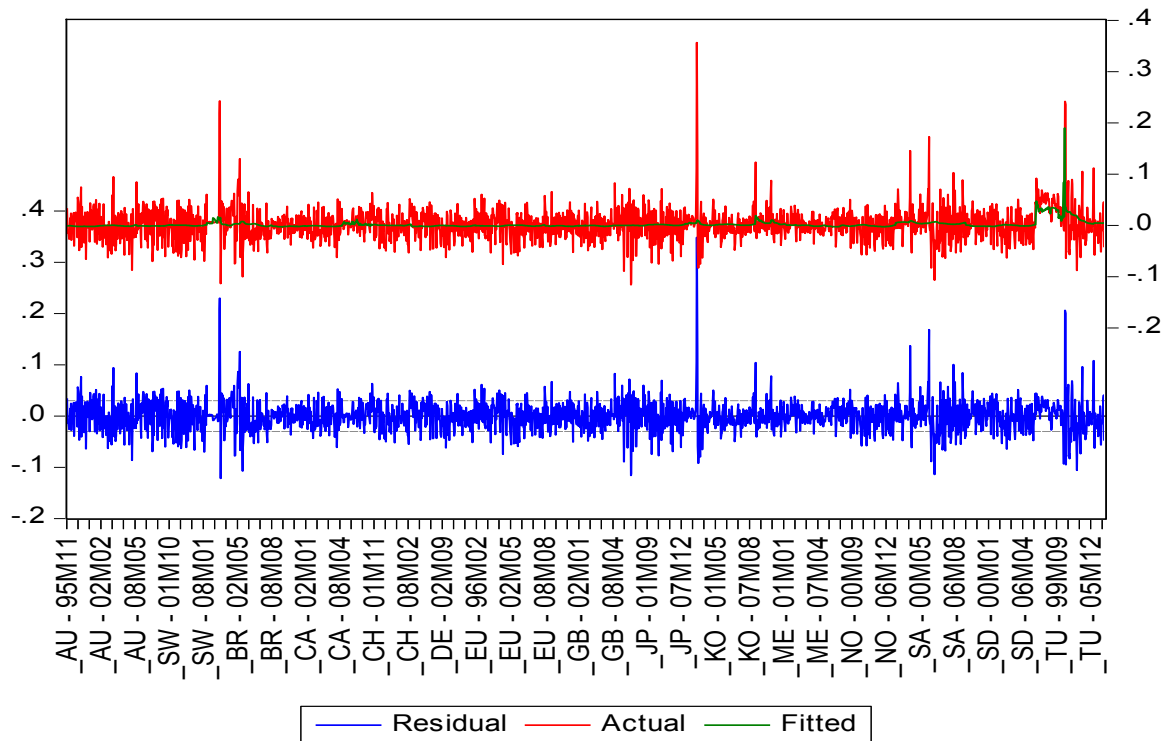
Fixed Effects

This result is supported by the FE model, although there does not appear to be any unobserved heterogeneity.

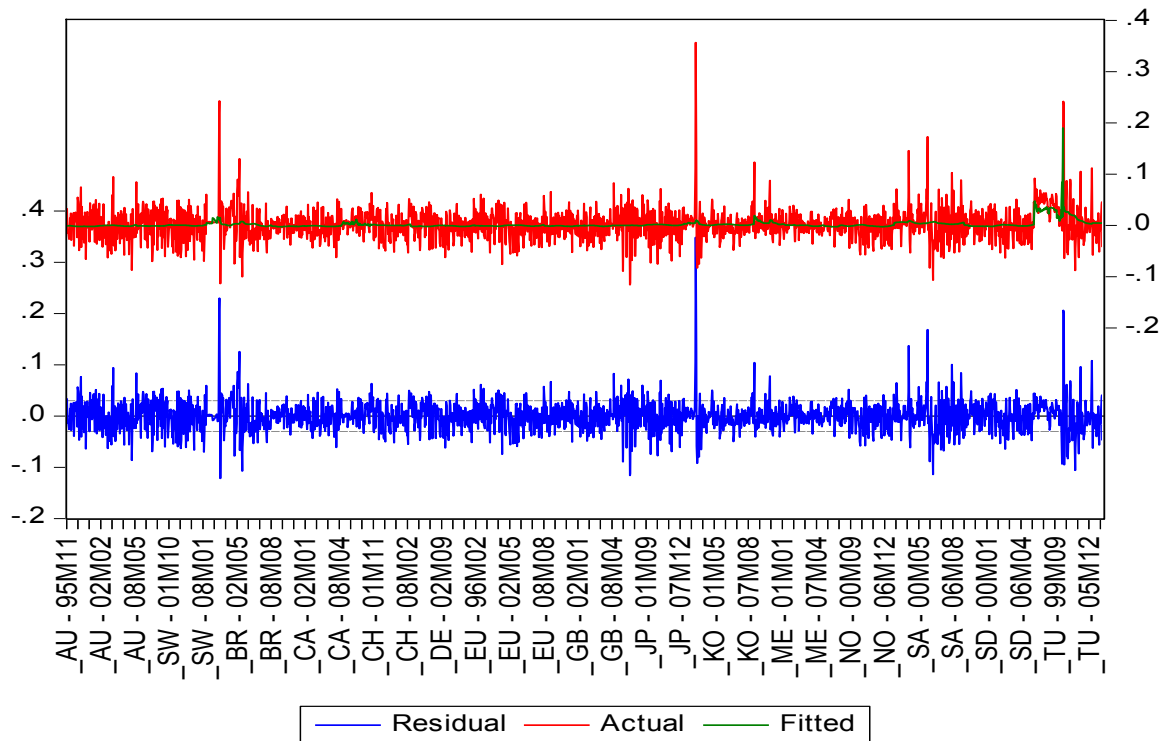
Redundant Fixed Effects Tests			
Equation: FIXED			
Test cross-section fixed effects			
Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	0.313091	(14,3257)	0.9926
Cross-section Chi-square	4.401846	14	0.9925

Dependent Variable: DS_				
Method: Panel Least Squares				
Date: 11/25/14 Time: 23:16				
Sample (adjusted): 1995M11 2014M02				
Periods included: 220				
Cross-sections included: 15				
Total panel (unbalanced) observations: 3273				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000123	0.000598	-0.206395	0.8365
X1SPR_(-1)	0.000452	5.34E-05	8.464178	0.0000
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.040900	Mean dependent var	0.001898	
Adjusted R-squared	0.036483	S.D. dependent var	0.031954	
S.E. of regression	0.031365	Akaike info criterion	-4.081349	
Sum squared resid	3.204190	Schwarz criterion	-4.051561	
Log likelihood	6695.127	Hannan-Quinn criter.	-4.070682	
F-statistic	9.259487	Durbin-Watson stat	1.543160	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Forecasting 2008m09-2014m02 (POLs)



Forecasting 2008m09-2014m02 (FE)



Summarizing

- There appears to be explanatory power in the interest rate differential when pooling FX series.
- Obviously this does not tell the whole story about what is the best way to forecast FX!