

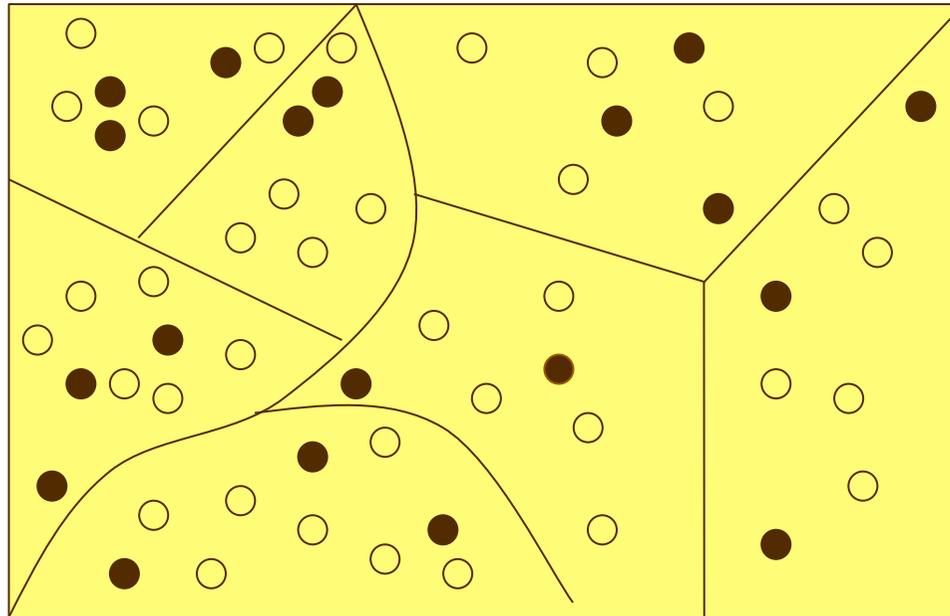
Modelos Lineales Jerárquicos usando STATA

Delfino Vargas
El Colegio de México
María Merino
Instituto Tecnológico Autónomo de México

Introducción

- Es frecuente encontrar en la práctica una estructura natural de anidamiento de los datos
- Por ejemplo, los alumnos están anidados en una escuela. Las enfermeras están anidadas en hospitales. Los individuos están anidados en regiones geográficas. Personas en el tiempo.
- Los modelos de regresión tradicionales no se pueden utilizar ya que violan el supuesto de independencia.
- Es decir, dos alumnos que estén en la misma escuela comparten el mismo efecto y son dependientes. Los datos que presentan una estructura de anidamiento deben ser tratados de manera especial.
- Los modelos lineales jerárquicos (modelos multiniveles, o modelos lineales mixtos) resuelven esta dificultad.

Introducción



Ejemplo de anidamiento de unidades de nivel 1 (micro) en agregados de nivel 2 (macro).

Modelos con 2-niveles

- *Nivel 1*

Unidades Nivel Micro

Unidades de
Enfermería

Estudiantes

Ciudadanos

Mediciones

- *Nivel 2*

Unidades Nivel Macro

Hospital

Escuelas

Países

Persona/Tiempo

Objetivo

- Presentar el modelo lineal jerárquico que representa adecuadamente la estructura de anidamiento natural de las observaciones.
- En particular, se utiliza el modelo lineal jerárquico (o multiniveles) para representar adecuadamente el problema de ranking.
- Recalcar la importancia de modelar adecuadamente los datos usando los modelos multiniveles.

Modelo de Lineal Jerárquico con Efectos Aleatorios

Nivel-1	$y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}x_i + \varepsilon_{ij}$	} Variables individuales
Nivel-2	$\beta_{0j} = \alpha_0 + \gamma_0 w_i + \xi_{0j}$ $\beta_{1j} = \alpha_1 + \gamma_1 w_i + \xi_{1j}$	} Variables nivel agregado

En este modelo mixto el intercepto y las pendientes son las variables aleatorias

Modelo Multinivel

$$y_{ij} = \alpha_0 + \gamma_0 w_i + \alpha_1 x_i + \gamma_1 w_i x_i + \zeta_{0j} + \zeta_{1j} x_i + \varepsilon_{ij}$$



Parte fija



Parte aleatoria

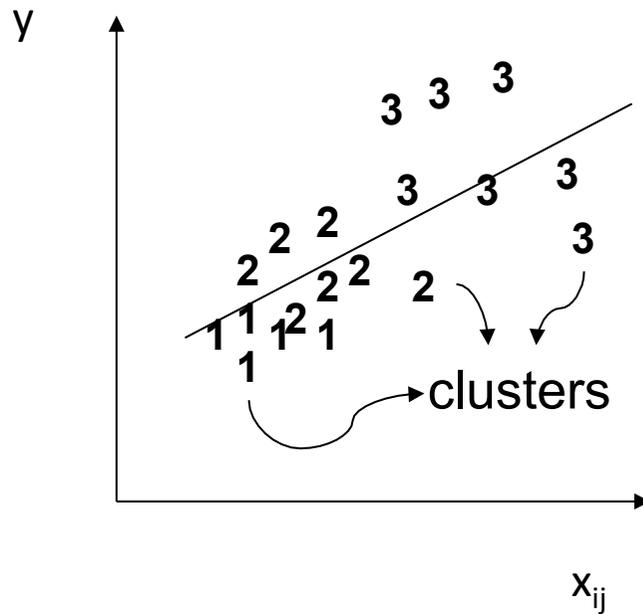
```
. gllamm y w x int_wx, i(country) adapt
```

O bien

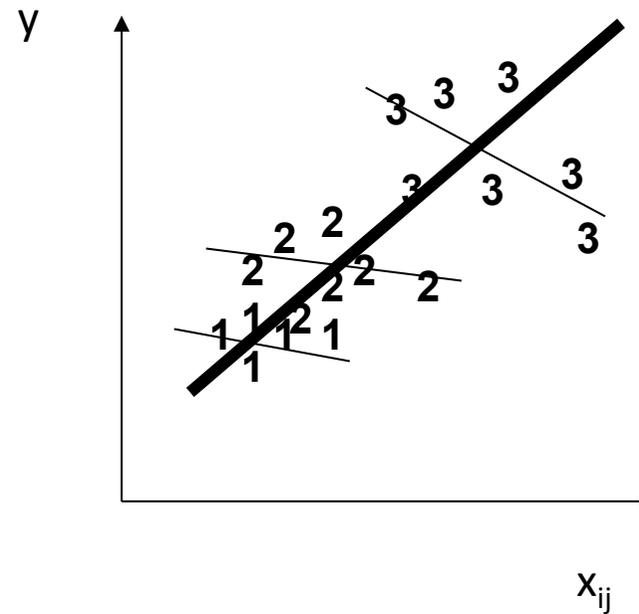
```
. xtmixed y w x int_wx || country: , cov(un)
```

Representación Grafica

Regresión por mínimos cuadrados



Regresión mixta vía MV



Modelo Lineal Jerárquico para Ranking

Nivel-1

$$Globalización_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}VarsInd_i + \varepsilon_{ij} \quad \left. \vphantom{Globalización_{ij}} \right\} \text{V. Ind.}$$

Nivel-2

$$\left. \begin{aligned} \beta_{0j} &= \alpha_{00} + \alpha_{01}PIB_i + \alpha_{02}EXPORT_i + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \alpha_{10} + \alpha_{11}PIB_i + \alpha_{12}EXPORT_i + u_{1j} \end{aligned} \right\} \text{V. agr.}$$

Globalización = Percepción de la globalización

VARIND=Variables individuales

PIB=Producto Interno Bruto

DESRG=Exportaciones

Modelo Jerárquico Completo

Nivel 1: Vars. Individuales: género, edad, computadora, ingreso, educación

Nivel 2: Vars. País: Globalización Económica y Cultural

Nivel-1

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1i} + \beta_{2j}X_{2i} + \beta_{3j}X_{3i} + \beta_{4j}X_{4i} + \beta_{5j}X_{5i} + \varepsilon_{ij}$$

Nivel-2

$$\beta_{0j} = \alpha_{00} + \alpha_{01}Z_{1i} + \alpha_{02}Z_{2i} + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \alpha_{10} + \alpha_{11}Z_{1i} + \alpha_{12}Z_{2i} + u_{1j}$$

$$\beta_{2j} = \alpha_{20} + \alpha_{21}Z_{1i} + \alpha_{22}Z_{2i} + u_{2j}$$

$$\beta_{3j} = \alpha_{30} + \alpha_{31}Z_{1i} + \alpha_{32}Z_{2i} + u_{3j}$$

$$\beta_{4j} = \alpha_{40} + \alpha_{41}Z_{1i} + \alpha_{42}Z_{2i} + u_{4j}$$

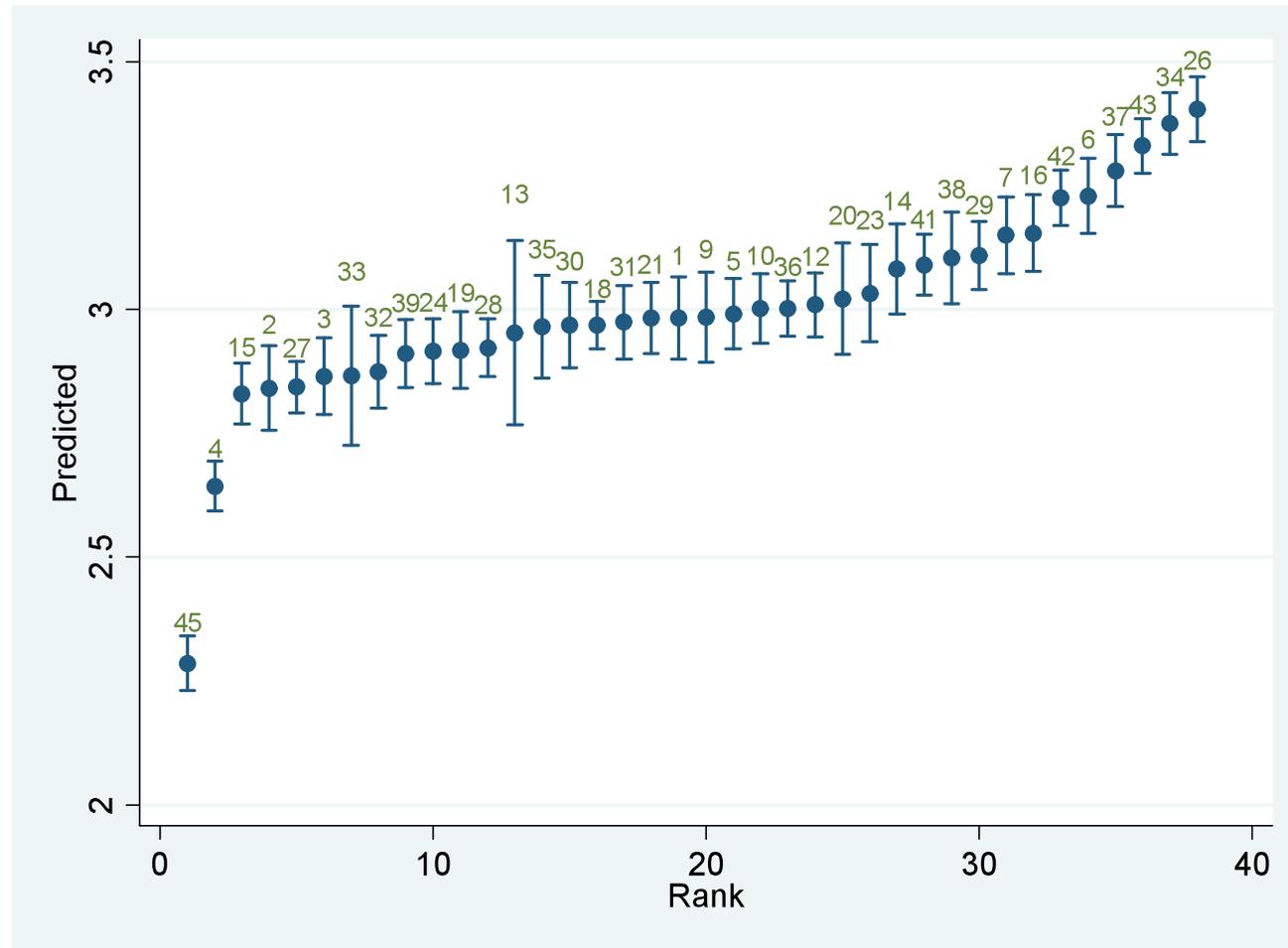
$$\beta_{5j} = \alpha_{50} + \alpha_{51}Z_{1i} + \alpha_{52}Z_{2i} + u_{5j}$$

Datos

Datos provenientes de la Encuesta “Pew Global Attitudes Project”, Washington D.C, incluye 38,000 personas de 44 países levantada en 2002

- Variable de respuesta
 - Combinación de 7 variables relacionadas con globalización (e.g. lo que piensa de que su país haga negocios con otros países, fácil comunicación, acceso a películas, música, TV de otros países, estar más conectados, si la globalización es algo bueno).
- Nivel -1 (individual)
 - Genero, edad, ve canales internacionales, computadora en casa, ingreso, educación .
- Nivel -2 (país)
 - Poder de compra, Producto Interno Bruto Nominal, Crecimiento del PIB real, Educación Terciaria, Crecimiento, Usuarios de Internet

Ordenamiento de Países Usando Modelos Lineales Jerárquicos



Country Rankings Based on HLM

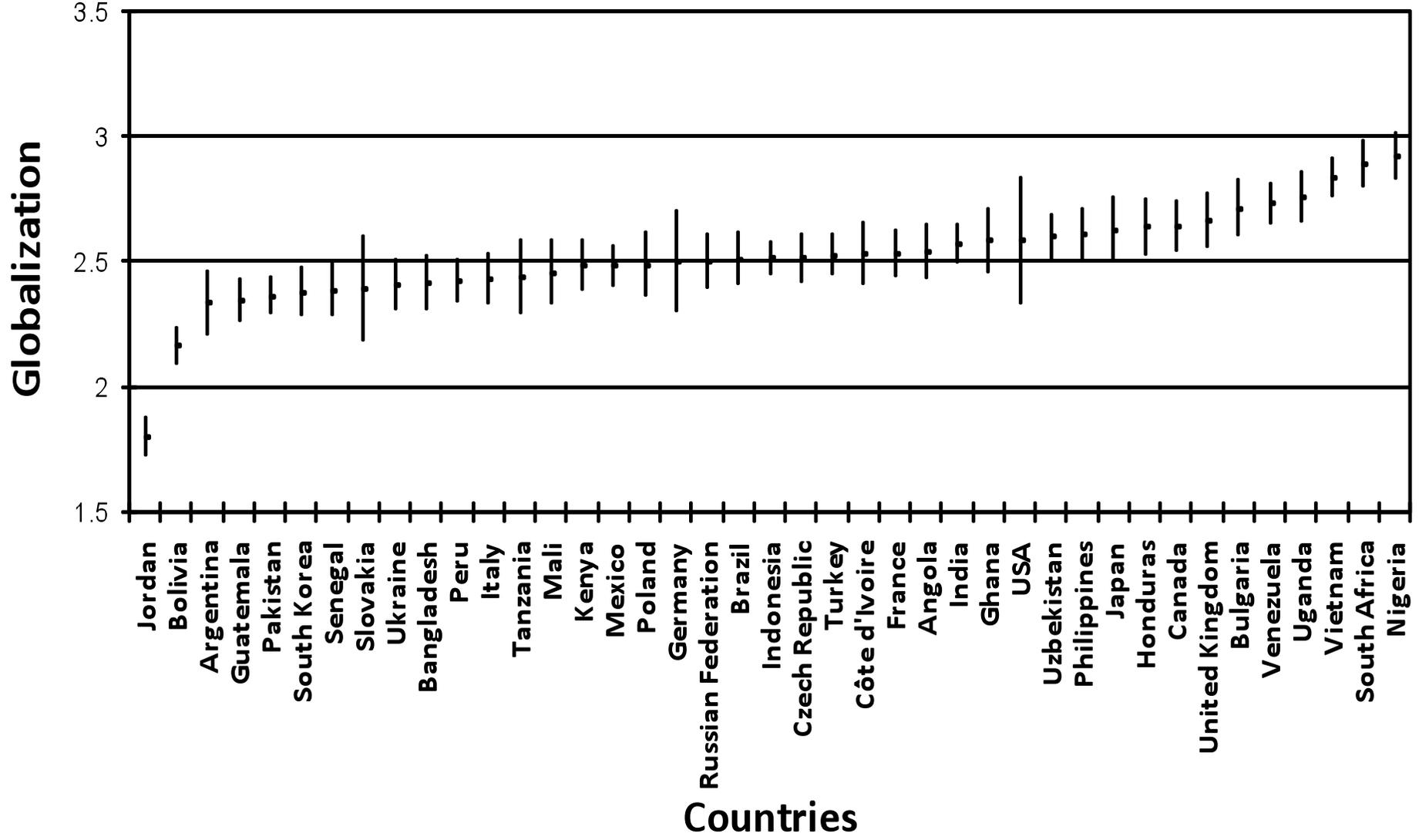


Table 1. Hierarchical linear models ML estimates for globalization data

Parameter	Reduced Model	Parameter	Reduced Model
Fixed Effects	2.516***	View International	0.087***
Constant	(.076)		(0.016)
Ecoglobal	-0.034*	Cultural Global	0.005*
	(.015)		(0.003)
Cultural Global	-.057***	Income	0.036***
	(.011)		(0.007)
Gender	0.030*	Cultural Global	0.002*
	(0.015)		(0.001)
Cultural Global	0.006**	Education	0.058***
	(0.002)		(0.008)
Age	-0.002**	Ecoglobal	0.014***
	(0.001)		(0.002)
Cultural Global	0.0002*	Cultural Global	0.003*
	(0.0001)		(0.001)
		Propensity	0.302***
			(0.033)
Variance Components			
Country Level (τ_{01})	0.037		
	(.008)		
Individual Level	.2038		
(τ_{00})	(.002)		
-2 × Log Likelihood	23,764.5		

Note: table entries are maximum likelihood estimates with standard errors in parenthesis

* $p < 0.5$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

Conclusiones

- Uno de las aplicaciones de los modelos lineales mixtos es en la obtención de rankings
- Los ordenamientos usualmente se presentan sin ajustar y producen resultados inconsistentes.
- La justificación de usar modelos jerárquicos radica en la estructura de anidamiento.