Gravitiationsgleichungen schätzen

Internationaler Handel II

Julian Hinz

11.05.2020

Letzte Woche

- Strukturelles Gravitationsmodell: erklärt bilaterales Handelsvolumen als Funktion exogener und endogener Modellvariablen

  $\rightarrow$ Marktgrößen, bilaterale Handelskosten, und multilaterale Handelskosten

- Wichtiger Unterschied zur naiven Gravitationsgleichung: mikrofundierte multilaterale Resistenzterme

- Vielzahl von Mikrofundierungen generiert strukturelle Gravitationsgleichung

Diese Woche

- Schätzverfahren für die strukturelle Gravitationsgleichung

  $\rightarrow$ iterative Methoden, relative/normalisierte Handelsströme, fixe Effekte

- Herausforderungen bei der Schätzung von Handelsströmen

  $\rightarrow$ Unbeobachtbare Charakteristika, Nullen, Heteroskedastizität

Gravity-Koeffizienten

Meta Analyse von Head und Mayer (2014)

	All Gravity				Structural Gravity			
Estimates:	**Median**	**Mean**	**s.d.**	**#**	**Median**	**Mean**	**s.d.**	**#**
Origin GDP	.97	.98	.42	700	.86	.74	.45	31
Destination GDP	.85	.84	.28	671	.67	.58	.41	29
Distance	−.89	−.93	.4	1835	−1.14	−1.1	.41	328
Contiguity	.49	.53	.57	1066	.52	.66	.65	266
Common language	.49	.54	.44	680	.33	.39	.29	205
Colonial link	.91	.92	.61	147	.84	.75	.49	60
RTA/FTA	.47	.59	.5	257	.28	.36	.42	108
EU	.23	.14	.56	329	.19	.16	.5	26
NAFTA	.39	.43	.67	94	.53	.76	.64	17
Common currency	.87	.79	.48	104	.98	.86	.39	37
Home	1.93	1.96	1.28	279	1.55	1.9	1.68	71

Notes: The number of estimates is 2508, obtained from 159 papers. Structural gravity refers here to some use of country fixed effects or ratio-type method.

Gravity-Koeffizienten

Vereinfachte Schätzgleichung für Gravitationsmodell

$$\log X_{ij} = \ldots + \beta_{\text{Distanz}} \log \text{Distanz}_{ij} + \beta_{\text{FTA}} \text{FTA}_{ij} + \beta_{\text{Zoll}} \tau_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

mit $\tau_{ij} \equiv \log(1 + \text{Zoll}_{ij})$, so dass $\beta_{\text{Zoll}} = 1 - \sigma$

Interpretation

- Handelsvolumeneffekt einer kontinuierlichen Variable:

  1 prozentige Änderung der Variable $\rightarrow$ β-prozentige Änderung im Handel

  $\rightarrow$ Beispiel für $\beta_{\text{Distanz}} = -1$: 10% größere Distanz führt zu 10% weniger Handel

Interpretation

- Handelsvolumeneffekt einer Indikatorvariable:

  Änderung der Indikatorvariable $\rightarrow$ $\exp(\beta) - 1 \times 100$-prozentige Änderung im Handel

  $\rightarrow$ Beispiel für $\beta_{\text{FTA}} = 0.76$: FTA führ zu $(\exp(\beta_{\text{FTA}}) - 1) \times 100$ = 114% mehr Handel

Interpretation

- Berechnung des Zolläquivalents:

  Änderung der Indikatorvariable $\rightarrow$ $(\exp(\beta_{\text{FTA}}/\beta_{\text{Zoll}}) - 1) \times$ 100-prozentiger Zoll

  $\rightarrow$ Beispiel für $\beta_{\text{FTA}} = 0.76$ und $\sigma = 5$: FTA entspricht 17,3-prozentiger Zollsenkung

Schätzverfahren

Schätzung der strukturellen Gravitationsgleichung

Strukturelles Gravitationsmodell

$$X_{ij} = \frac{Y_i}{\Omega_i} \frac{E_j}{\Phi_j}_{M_j} \phi_{ij},$$

mit Ω_i und Φ_j als sogenannte “multilaterale Resistenzterme”

$$\Omega_i = \sum_j M_j \phi_{ij} = \sum_j \frac{E_j}{\Phi_j} \phi_{ij}$$

$$\text{und} \quad \Phi_j = \sum_i S_i \phi_{ij} = \sum_i \frac{Y_i}{\Omega_i} \phi_{ij}$$

$\rightarrow$ nicht beobachtbare, nicht lineare Funktionen von Y_i, E_j und ϕ_{ij}

Iterative Schätzung

Iterativer Schätzprozess zur Identifizierung von Ω_i und Φ_j:

1. Starte mit $\Omega_i \stackrel{!}{=} 1$ und $\Phi_j \stackrel{!}{=} 1$ und schätze ϕ_{ij}
2. Berechne die neuen Werte für Ω_i und Φ_j
3. Schätze ϕ_{ij} nochmals mit Ω_i und P_j als Kontrollvariablen
4. …

Iterative Schätzung

$\rightarrow$ Pro: Handelsschaffende Effekte von Y_i und E_j identifizierbar

$\rightarrow$ Contra: "Zeitintensiver" Iterationsprozess

Schätzung relativer und normierter Handelsströme: Head-Ries Index

Head-Ries Index (Head und Ries, 2001):

$$\frac{X_{ij}}{X_{ii}}\frac{X_{ji}}{X_{jj}} = \left(\frac{t_{ij}}{t_{ii}}\frac{t_{ji}}{t_{jj}}\right)^{1-\sigma}$$

$$\Rightarrow \quad \sqrt{\frac{X_{ij}}{X_{ii}}\frac{X_{ji}}{X_{jj}}} = \widehat{t_{ij}^{1-\sigma}} = \widehat{t_{ji}^{1-\sigma}},$$

unter der Annahme $t_{ij} = t_{ji}$ and $t_{ii} = t_{jj} = 1$.

Schätzung relativer und normierter Handelsströme: Head-Ries Index

→ Pro: Ex- und Importeur-spezifische Variation kürzt sich heraus

→ Contra: Intra-nationale Handelsdaten werden benötigt

Schätzung relativer und normierter Handelsströme: Tetrads

Tetrads, d.h. Normalisierung mit Referenzexporteur und Referenzimporteur (Romalis, Hallak, 2007, 2006):

$$\frac{X_{ij}}{X_{kj}} \frac{X_{k\ell}}{X_{i\ell}} = \left(\frac{t_{ij}}{t_{kj}} \frac{t_{k\ell}}{t_{i\ell}} \right)^{1-\sigma}$$

- $\rightarrow$ Pro: Ex- und Importeur-spezifische Variation kürz sich heraus
- $\rightarrow$ Contra: Gravity-Variablen müssen auch “getetradet” werden
- $\rightarrow$ Contra: Arbiträre Auswahl von Referenzländern

Schätzung relativer und normierter Handelsströme: Kreis

Kreis-Normalisierung (Caliendo und Parro, 2015):

$$\frac{X_{ij}}{X_{jk}}\frac{X_{kj}}{X_{ki}}\frac{X_{ik}}{X_{ji}} = \left(\frac{(1+t_{ij})}{(1+t_{jk})}\frac{(1+t_{kj})}{(1+t_{ki})}\frac{(1+t_{ik})}{(1+t_{ji})}\right)^{\varepsilon}$$

unter der Annahme dass $\phi_{ij} = \left((1+t_{ij})\, d_{ij}^{\delta}\right)^{\epsilon}$ und $d_{ij} = d_{ji}$

Schätzung relativer und normierter Handelsströme: Kreis

- $\rightarrow$ Pro: Nutzt Asymetrien in Protektionismus zur Identifikation
- $\rightarrow$ Contra: Starke Annahmen von $d_{ij} = d_{ji}$
- $\rightarrow$ Contra: Arbiträre Auswahl von Referenzländern

Schätzung mit fixen Effekten

Schätzung unter Verwendung von Indikatorvariablen:

$$X_{ij} = \underbrace{\frac{Y_i}{\Omega_i}}_{\mathbf{D}_i} \underbrace{\frac{X_j}{\Phi_j}}_{\mathbf{D}_j} \phi_{ij}$$

mit Ex- und Importeur-spezifischen Dummy-Vektoren $\mathbf{D}_i$ und $\mathbf{D}_j \; \forall \, i, j$

$$\mathbf{D}_i = \begin{cases} 1 & \text{wenn} \quad i = \text{Exporteur} \\ 0 & \text{wenn} \quad i \neq \text{Exporteur} \end{cases} \quad \& \quad \mathbf{D}_j = \begin{cases} 1 & \text{wenn}\, j = \text{Importeur} \\ 0 & \text{wenn}\, j \neq \text{Importeur} \end{cases}$$

Schätzung mit fixen Effekten

- → Pro: Absorbieren gesamte Ex- und Importeur-spezifische Variation
- → Contra: Absorbieren gesamte Ex- und Importeur-spezifische Variation
- → Pro: Kontrollieren für Hub-Effekte (Hongkong oder Rotterdam)

Herausforderungen

Unbeobachtbare bilaterale Charakteristika und Endogenität

- Problem 1: Unbekannte / unbeobachtbare Einflussfaktoren auf Handel

  $\rightarrow$ Distanz, Sprache, aber vielleicht auch viel Migration? Oder ähnlicher “Geschmack”?

- Problem 2: Endogenität

  $\rightarrow$ FTA zwischen Ländern, die viel handeln!

Unbeobachtbare bilaterale Charakteristika und Endogenität

Idee: Schätzung im Panel, d.h. mit Zeitdimension (Baier und Bergstrand, 2007)

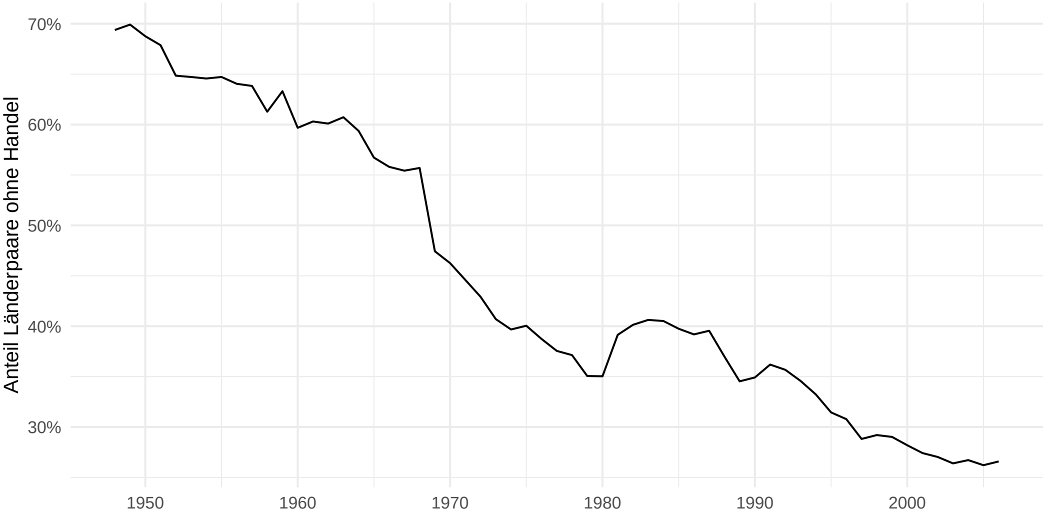
$$X_{ijt} = \underbrace{\frac{Y_{it}}{\Omega_i}}_{\mathbf{D}_{it}} \underbrace{\frac{X_{jt}}{\Phi_{jt}}}_{\mathbf{D}_{jt}} \phi_{ijt}$$

wird geschätzt als $\log X_{ijt} = \mathbf{D}_{it} + \mathbf{D}_{jt} + \mathbf{D}_{ij} + \beta_{\text{FTA}}\text{FTA}_{ijt} + \ldots + \epsilon_{ijt}$

- Exporteur-, Importeur- und bilateraler fixer Effekt

$\rightarrow$ "Schluckt" bilaterale zeitinvariante Variablen: Distanz, Sprache, …

Nullen in der Außenhandelsstatistik



Nullen in der Außenhandelsstatistik

- Außenhandelsstatistiken weisen für viele Länderpaare Handelsvolumen von 0 aus
  - $\rightarrow$ Prohibitive Handelskosten: Nicht jedes Land handelt mit jedem anderen Land
  - $\rightarrow$ fehlerhafte Daten: Messuntergrenze, Rundungsfehler, fehlende Daten
- je disaggregierter, desto mehr Nullen
  - $\rightarrow$ auf Firmeneben noch viel mehr Nullen!

Nullen in der Außenhandelsstatistik

Problematik bei log-linearisierter OLS-Schätzung:

- Beobachtungen mit $X_{ij} = 0$ werden ignoriert ($\log X_{ij} \to -\infty$)

Lösungsansatz:

- Schätzung der Gravitationsgleichung in multiplikativer Form mittels GLM

Schätzgleichung für Gravitationsmodell

$$X_{ij} = \exp\left(\mathbf{D}_i + \mathbf{D}_j + \zeta_1(\log t_{ij}^{1-\sigma})\right) + \varepsilon_{ij}$$

$$= \exp\left(\mathbf{z}'_{ij}\zeta\right) + \varepsilon_{ij}$$

ist in log-linearisierter Form

$$\log X_{ij} = \mathbf{z}'_{ij}\zeta + \log \eta_{ij} \quad \text{mit} \quad \eta_{ij} \equiv 1 + \varepsilon_{ij} / \exp\left(\mathbf{z}'_{ij}\zeta\right)$$

Heteroskedastizität

Kann mit OLS geschätzt werden

- falls $\log X_{ni}$ existiert (d.h. $X_{ij} > 0$ wird benötigt)
- falls $E\left[\log \eta_{ij} \middle| \mathbf{z}_{ij}\right]$ unabhängig von $\mathbf{z}_{ni}$

  $\rightarrow$ Homoskedastizität

Alternative:

$$X_{ij} = \exp\left(\mathbf{z}'_{ij}\zeta\right) + \varepsilon_{ij}$$

mit GLM schätzen!

Schätzung mit GLM

- Schätzung mit Poisson Pseudo Maximum Likelihood (PPML) de-facto standard
- hohe Dimensionalität inzwischen kein Problem mehr

  $\rightarrow$ u.a. glmhdfe, alpaca (Amrei Stammann, HHU)
- Poisson FE haben strukturelle Interpretation: Multilaterale Resistanzterme

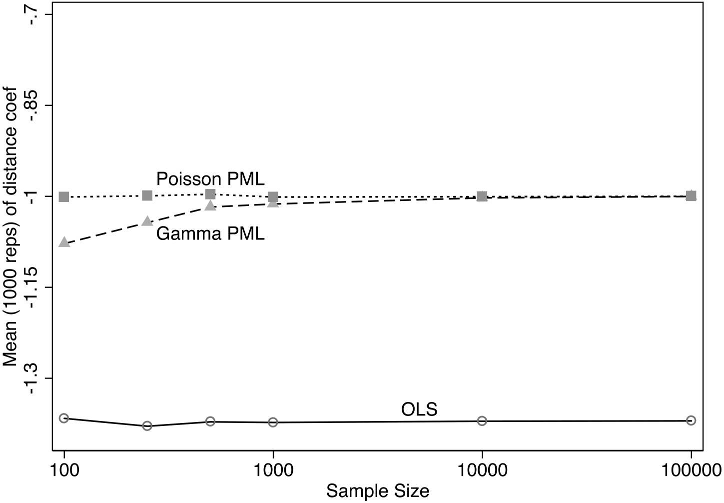
Monte Carlo Simulation

- datengenerierender Prozess gegeben durch

$$X_i = \exp\left(-1 \cdot \log \mathrm{Dist}_i + 0.5 \cdot \mathrm{FTA}_i + \sigma_i \times u_i\right)$$

- u_i standard-normalverteilter pseudo-randomisierten Term
- Heteroskedastizität: Verhältnis arithmetischem Mittel und Varianz σ_i konstant

Monte Carlo Simulation



Vergleich verschiedener Schätzansätze

1. OLS ohne multilaterale Resistenzterme
2. OLS mit fixen Exporteur- und Importeur-spezifischen Effekten
3. OLS mit fixen Exporteur-, Importeur-spezifischen, und bilateralen Effekten
4. PPML mit fixen Exporteur-, Importeur-spezifischen, und bilateralen Effekten

	(1) OLS	*(2) OLS FE*	*(3) OLS FE*	*(4) PPML FE*
Constant	-5.793^{***}			
	(0.040)			
log(GDP origin)	0.872^{***}			
	(0.001)			
log(GDP destination)	0.705^{***}			
	(0.001)			
log(Distance)	-1.029^{***}	-1.269^{***}		
	(0.004)	(0.004)		
Common border	0.681^{***}	0.444^{***}		
	(0.019)	(0.015)		
Former colony	1.787^{***}	1.266^{***}		
	(0.020)	(0.016)		
Common language	0.392^{***}	0.560^{***}		
	(0.009)	(0.008)		
FTA	0.563^{***}	0.607^{***}	0.455^{***}	0.299^{***}
	(0.016)	(0.013)	(0.014)	(0.001)
Common currency	0.760^{***}	0.942^{***}	0.307^{***}	0.011^{***}
	(0.026)	(0.019)	(0.024)	(0.001)
Observations	624,145	709,573	709,573	1112930
(Pseudo-) R^2	0.523	0.707	0.853	0.988

Zusammenfassung

- Interpretation von Gravity-Koeffizienten
- Konsistente Schätzung
- Vergleich der Ergebnisse aus verschiedenen Schätzverfahren

Gravitiationsgleichungen schätzen

Internationaler Handel II

Julian Hinz

11.05.2020