

1. Predpokladajte, že máte štandardný Solowov model s Cobb-Douglasovou produkčnou funkciou a rastom produktivity zvyšujúcej pracovnú silu a rastom populácie. Centrálna rovnica modelu je:

$$\hat{k}_{t+1} = \frac{1}{(1+z)(1+n)} \left[sA\hat{k}_t^\alpha + (1-\delta)\hat{k}_t \right]$$

Spotreba na efektívnu jednotku práce je:

$$\hat{c}_t = (1-s)A\hat{k}_t^\alpha$$

- (a) Odvoďte výraz pre kapitál na efektívnu jednotku práce v stálom stave.
 - (b) Použite svoju odpoveď z predchádzajúcej časti na odvodenie výrazu pre hodnotu spotreby na efektívneho pracovníka v stálom stave.
 - (c) Použite kalkulus na odvodenie výrazu pre hodnotu s , ktorá maximalizuje spotrebu v stálom stave na pracovníka. Závisí tento výraz s od hodnôt z alebo n ?
2. **Excel Úloha - Príklad** Predpokladajte, že máte štandardný Solowov model s rastom produktivity upravujúcej pracovnú silu a rastom populácie. Produkčná funkcia je Cobb-Douglas. Centrálna rovnica Solowovho modelu, vyjadrená na efektívne jednotky práce, je daná:

$$\hat{k}_{t+1} = \frac{1}{(1+z)(1+n)} \left[sA\hat{k}_t^\alpha + (1-\delta)\hat{k}_t \right]$$

Ostatné premenné modelu sú riadené rovnicami:

$$\hat{i}_t = s\hat{y}_t \tag{1}$$

$$\hat{y}_t = Af(\hat{k}_t) \tag{2}$$

$$\hat{y}_t = \hat{c}_t + \hat{i}_t \tag{3}$$

$$R_t = Af'(\hat{k}_t) \tag{4}$$

$$w_t = Z_t \left[Af(\hat{k}_t) - Af'(\hat{k}_t)\hat{k}_t \right] \tag{5}$$

- (a) Vytvorte súbor Excel. Predpokladajte, že úroveň produktivity je fixovaná na $A = 1$. Predpokladajte, že $s = 0.2$ a $\delta = 0.1$. Predpokladajte, že $\alpha = 1/3$. Nech $z = 0.02$ a $n = 0.01$. Vypočítajte číselnú hodnotu kapitálu v stálom stave na efektívnu jednotku práce.
- (b) Predpokladajte, že kapitál na pracovníka spočiatku leží v období 1 v stálom stave. Vytvorte stĺpec období od obdobia 1 do obdobia 100. Použite centrálnu rovnicu modelu na získanie hodnoty \hat{k} v období 2, za predpokladu, že \hat{k} je rovný svojmu stálemu stavu v období 1. Pokračujte v iterácii a nájdite hodnoty \hat{k} v nasledujúcich obdobiach až do obdobia 9. Čo platí o kapitáli na efektívnu jednotku práce v obdobiach 2 až 9?

- (c) V období 10 predpokladajte, že dôjde k zvýšeniu miery rastu populácie z $n = 0.01$ na $n = 0.02$. Všimnite si, že kapitál na efektívnu jednotku práce v období 10 závisí od premenných z obdobia 9 (t. j. starej, nižšej hodnoty n), aj keď bude závisieť od novej hodnoty n v období 11 a ďalej. Použite túto novú hodnotu n , existujúcu hodnotu kapitálu na efektívnu jednotku práce, ktorú ste našli pre obdobie 9, a centrálnu rovnicu modelu na výpočet hodnôt kapitálu na efektívnu jednotku práce v obdobiach 10 až 100. Vytvorte graf, ktorý ukazuje cestu kapitálu na efektívnu jednotku práce od obdobia 1 do obdobia 100.
- (d) Predpokladajte, že počiatočné úrovne N a Z v období 1 sú obe 1. To znamená, že následné úrovne Z a N sú riadené rovnicami $N_t = (1 + n)^t$ a $Z_t = (1 + z)^t$. Vytvorte stĺpce vo vašom Excel súbore na meranie úrovni N a Z v obdobiach 1 až 100.
- (e) Použite tieto úrovne Z a N a sériu \hat{k} , ktorú ste vytvorili vyššie, na vytvorenie série kapitálu na pracovníka, t. j. $k_t = \hat{k}_t Z_t$. Zoberte prirodzený logaritmus výsledného časového radu a zakreslite ho v čase.
- (f) Ako ovplyvňuje zvýšenie miery rastu populácie dynamickú cestu kapitálu na pracovníka?
3. **Excel Úloha - Príklad** Predpokladajte, že máte dve krajiny, nazvime ich 1 a 2. Každú riadi Solowov model s Cobb-Douglasovou produkčnou funkciou, ale každá krajina môže mať potenciálne rôzne hodnoty s a A . Predpokladajme, že hodnota A pre každú krajinu je v čase fixná. Centrálna rovnica modelu je:

$$k_{i,t+1} = s_i A_i k_{i,t}^\alpha + (1 - \delta) k_{i,t}, \quad i = 1, 2$$

Výstup v každej krajine je daný:

$$y_{i,t} = A_i k_{i,t}^\alpha$$

- (a) Riešte pre kapitál na pracovníka v stálom stave pre všeobecnú krajinu i (i je index rovný buď 1 alebo 2).
- (b) Použite toto riešenie na výstup na pracovníka v stálom stave v krajine i .
- (c) Použite svoje odpovede z predchádzajúcich častí na napísanie výrazu pre pomer výstupu v stálom stave v krajine 1 k krajine 2 ako funkcie príslušných mier úspor, úrovni produktivity a spoločných parametrov modelu.
- (d) Predpokladajte, že každá krajina má rovnakú hodnotu A , teda $A_1 = A_2$. Predpokladajte, že $\alpha = 1/3$ a $\delta = 0.1$. Predpokladajte, že miera úspor v krajine 1 je $s_1 = 0.2$. V Excelovom hárku vypočítajte rôzne hodnoty relatívnych výstupov v stálom stave (t.j. $\frac{y_1^*}{y_2^*}$) v rozmedzí od 1 do 5, s medzerou 0.1 medzi položkami (t.j. mali by ste vytvoriť stĺpec s hodnotami 1, 1.01, 1.02, 1.03 atď.). Pre každú hodnotu $\frac{y_1^*}{y_2^*}$ riešte pre hodnotu s_2 potrebnú na to, aby bola konzistentná s touto hodnotou. Vytvorte graf tejto hodnoty s_2 proti hodnotám $\frac{y_1^*}{y_2^*}$. Komentujte, či je pravdepodobné, že rozdiely v mierach úspor by mohli vysvetliť veľké rozdiely v relatívnych HDP.
- (e) Prepracujte túto úlohu, ale tentokrát predpokladajte, že $\alpha = 2/3$. Porovnajme grafy medzi sebou. Komentujte, ako vyššia hodnota α zvyšuje alebo nezvyšuje pravdepodobnosť, že rozdiely v mierach úspor môžu vysvetliť veľké rozdiely vo výstupe na obyvateľa.

4. **R/STATA Úloha - Empirické zadanie** Táto úloha sa zameriava na empirický odhad Solowovho modelu rastu s technologickým pokrokom pomocou nevyváženého panelu krajín Európskej únie (EÚ) v období 2005 až 2020 na základe databázy AMECO a WB. Cieľom je posúdiť dlhodobý rast a *beta*-konvergenciu medzi krajinami, pričom dôraz sa kladie na rozdiely v ľudskom kapitáli.

Zdroj dát

Dáta získajte z databázy [AMECO](#) a obsahujú HDP na obyvateľa, zásoby kapitálu, rast populácie, ľudský kapitál a ukazovatele kvality inštitúcií nájdete v databáze [Svetovej Banky](#) pre 27 krajín EÚ.

Špecifikácia modelu

Odhadujeme rozšírený Solow-Swanov model rastu podľa Mankiw, Romer a Weil (1992), ktorý zahŕňa ľudský kapitál a kvalitu inštitúcií:

$$\Delta \ln y_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln y_{ijt-1} + \beta_2 \ln k_{ijt} + \beta_3 \ln(n_{ijt} + 0.05) + \beta_4 \ln \text{Právny štát}_{jt} + \beta_5 \ln \text{Ľudský kapitál}_{jt} + \mu_j + \tau_t + u_{ijt}$$

kde:

- $\Delta \ln y_{ijt}$ je logaritmická aproximácia rastu HDP na obyvateľa pre región i v krajine j v čase t .
- y_{ijt-1} je oneskorený HDP na obyvateľa.
- k_{ijt} je zásoba kapitálu na obyvateľa.
- n_{ijt} je rast populácie.
- Sadzba rastu technologického pokroku a miera odpisov sú súčtom 0.05.
- Právny štát _{jt} vyjadruje kvalitu inštitúcií (postačuje jeden ukazovateľ, v prípade záujmu môžete redukovať počet všetkých dimenzií do jedného komponentu pomocou Analýzy hlavných komponentov (PCA)).
- Ľudský kapitál _{ijt} predstavuje zásoby ľudského kapitálu (miera terciálneho vzdelania, veková skupina 25-64)
- μ_j a τ_t sú fixné efekty krajín a času.
- u_{ijt} je náhodný člen.

Postup odhadu

- (a) Načítajte a predspracujte dáta z ARDECO a Svetovej Banky.
- (b) Vytvorte panelové premenné: HDP na obyvateľa, zásoby kapitálu, rast populácie, ľudský kapitál a kvalitu inštitúcií.
- (c) Odhadnite štandardný Solowov model rastu.
- (d) Interpretujte výsledky so zameraním na *beta*-konvergenciu medzi krajinami.