

Notkun tímaraðafræði í hagrannsóknum og öðrum vísindagreinum

Helgi Tómasson
helgito@hi.is
Þjóðarspejill 2024

1.nóvember 2024

Skipulag fyrirlestrar

- Hvað er tímaröð? Nokkur atriði.
- Hvað eru hagrannsóknir (econometrics)? Smávegis um sögu.
- Þróun í hagrannsóknnum og tímaraðfræðum
- Deilur frá 1970-1990
- Deilur leysast
- Kennsla í tímaraðfræðum og loftslagsumræða
- Lokaorð

Hvað er tímaröð?

- Tímaröð er röð mælinga, x_1, \dots, x_T , á random breytunum, X_1, \dots, X_T .
- Ályktunarfræðin (inference) fyrir tímaraðir er frábrugðin ályktunarfræði fyrir random-úrtök því mælingarnar eru háðar.
- Mælingar sem eru nálægt hver annarri í tíma eru tengdari en aðrar. Gert er ráð fyrir að tengsl fjari út með lengd tímabils milli mælinga (ergodicity).
- Ef álykta á um meðaltal þarf stöðugleikahugtök, stationarity og ergodicity.

Tölfræði tímaraða

- Wold (1938) gerði fræga doktorsritgerð, gefin út tvisvar, um tölfræðiaðferðir fyrir tímaraðalíkön (ARMA).
- Nemandi hans gerð aðra fræga doktorsritgerð, Whittle (1951), og síðan margar fleiri um ályktunarfræði og reikningsaðferðir við mat á tímaraðalíkönum. Ég tel hann vera upphafsmann spectral aðferðanna.
- Demand analysis, Wold (1953) tel ég vera eina af frumbókum hagrannsóknanna (econometrics).
- Ég var látinn lesa líkinafræði eftir Whittle, *Probability via Expectation*, 1971 útgáfuna, 4. útgáfa 2000.
- Aðrir þekktir doktorsnemar Herman Wold, eru Jöreskog (LISREL) og Malmquist (vístiölufræði).

Box-Jenkins, 1970

- Box & Jenkins (1970) sendu frá sér aðferðafræðibók um hvernig skuli meta hreyfimyntur í tímaröð.
- Aðferðin gekk út á að sigta kerfisbundna og sveiflukenna þætti frá og fá út „*pre-whitened*“ röð.
- Hver röð er því útskýrð með liðnum gildum af sjálfri sér og „*innovations*“.
- Ef breytu vantar í líkanið þarf sú breyta að geta skýrt út metin frávik (*innovations*).

Þróun í Ameríku

- Wold var einangraður í Svíþjóð í heimstyrjöldinni (1939-1945)
- Econometric society stofnað 1930 að miklu leyti sem stærðfræðifélag. Haavelmaa (í Ameríku) selur hagfræðigreinininni random hugsunina með „simultan-líkönum.
- Hugsunin í simultan líkönum er að mælt sé jafnvægisástand. Dæmi um einfalt simultan líkan frá 1927 er:

$$q_i^s = \alpha_0 + \alpha_1 p_i + u_i \quad \text{framboðsjafna}$$

$$q_i^d = \beta_0 + \beta_1 p_i + u_i \quad \text{eftirspurnarjafna}$$

$$q_i^d = q_i^s \quad \text{jafnvægi}$$

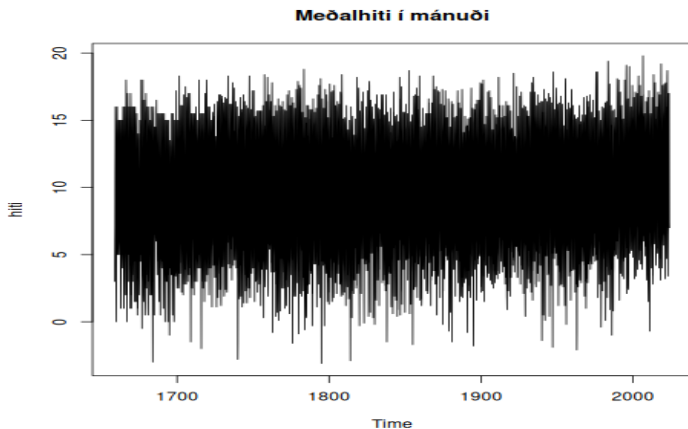
- Hér endogeneity, innribreytu-vandamál, magn fall af verði og verð fall af magn. Magn og verð ákvarðast samtímis í jafnvægi.
- Vil vita hvernig eftirspurn bregst við verði og hvernig framboð bregst svið verði.
- Leysist að hluta með instrumental-aðferðum (feðgarnir Wright).
- Þegar hagfræðingar lærðu þetta misstu menn sig og stækkuðu líkönin úr hófi fram.
- Uppsetning líkana var ákveðin af jafnvægisformum sem menn leiddu út með hagfræðiteoríum.
- Lokaregressionir höfðu gjarnan mjög hátt R^2 .
- Tölvuöldin nýbyrjuð og menn höfðu miklar væntingar.

- Yule (1926) ræddi gildirur sem myndast þegar formúlur um fylgnistuðul fyrir random-úrtök eru notað á tímaraðir.
- Lýsing Yule gengur í hagrannsóknum undir heitinu „*spurious-regression*“.
- Menn fóru að fikta með Box-Jenkins tæknina við hagraðir og frammistaða þeirra líkan lét stóru haglíkönin líta út eins og brandara.
- Tímabilið 1970-1990 einkenndist af deilum hagfræðiteoría manna og tímaraðamanna.
- Sættir nást með mönnum eins og Granger (co-integration) og Sims (Vector-Auto-Regression).

Hliðstæður við loftslagsumræðu nútímans

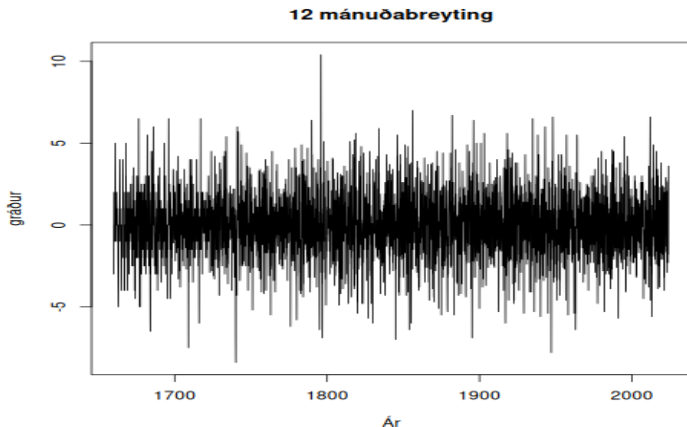
- Dagsvik & Moen (2023), t.d. síður 14-18, ræða eiginleika stórra loftslagslíkana. Ályktun þeirra er að random þættir séu vanmetnir og einföld tímaraðalíkön séu hentugri.
- Það virðist hafa hlýnað síðustu 400 ár, breytileiki og level hægbreytileg.
- Þekktur kennslubókahöfundur í tímaraðafræðum Mills hefur unnið heilmikið með veðurfræðingum.
- Til dæmis, Mosedale, Stephenson, Collins & Mills (2006), meðhöndlar NAO. NAO er eins konar Atlantshafsútgáfa af ninjo/ninja fyrirbærunum í Kyrrahafi (kennslubókardæmi). Þrýstingsmunur á Iceland-low og Asores-high skoðaður.

Talnadæmi, Box-Jenkins andi



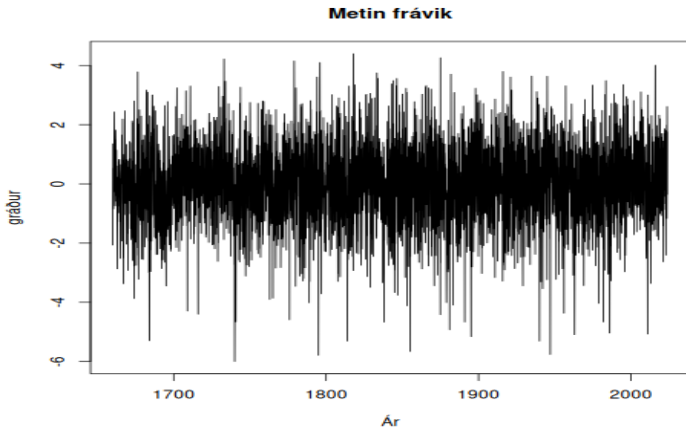
Meðalmánaðarhiti í Englandi frá janúar 1659.

Skoða diffraða röð, $\Delta_{12}y_t$, 12 mánaða breyting, frá 1660 til 2023



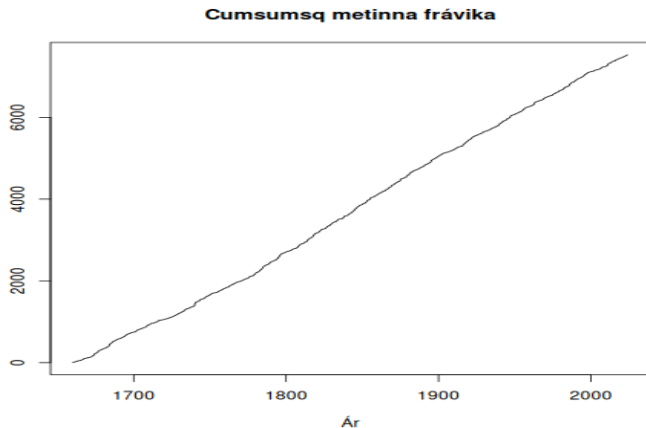
$\bar{y}=0.006$, staðalfrávik=1.9. t-gildi=0.21, Er þetta marktækt frábrugðið 0? (Marktækni varasamt hugtak).

Metin frávik (spáskekkjur), ARIMA(0,1(season),14)



Breyta sem vantar í líkanið þarf að geta skýrt þessar hreyfingar.

CUMSUMSQ metinna frávika



Ef þessi ferill er bein lína þá er það vísbending um einstdreifni (homoskedacity). Þ.e. breytileiki frávika fasti.

Eiginleikar

- Augljóslega lítið að gerast í hitamálum síðustu 400 ár. Smá hlýnun og breytileiki ekki háður tíma.
- ARIMA(p,d,q) hefur óendanlegan langtímavariáans. Líkanið hentar því ekki við langtímaspár.
- Lausn á því kann að vera „long-memory“ líkön eins og t.d. ARFIMA eða ARMA líkön með fractional-inputti.
- Eiginleikar metinna frávika svipaðir, lítið að ske og breytileiki ekki háður tíma.
- Sjá nánar um það t.d. hjá Dagsvik & Moen (2023).
- Á Þjóðarspegli 2023 ræddi ég 5000 ára vöxt Mount Campito. Virðist hafa vaxið með föstum hraða, og föstum breytileika í 5000 ár. Langar sveiflur sem virðist hægt að ná með ARFIMA líkani.

Reconstruction

- Moberg, Sonechkin, Holmgren, Datsenko & Karlén (Moberg et al.) sýna endurgerða 2000 ára röð (trjáhringir ofl.).
- Reynolds, Scourse, Halloran, Nederbragt, Wanamaker, Butler, Richardson, Heinemeier, Eiríksson, Knudsen & Hall (2016) sýna endurgerða 1000 ára röð byggða á skeljum.
- McShane & Wyner (2011) ræða tölfræðilega eiginleika svona aðferða. Stundum kemur „*hockey-stick*“-mynd, stundum ekki. Loftslagsfólk hefur tilhneigingu til að vanmeta breytileika fortíðar (sem sennilega er mikill)
- Í kennslubók (Statistical rethinking) er varað við því að meðaltöl stuðli að ýktum ímyndunum um stöðugleika.

Lokaorðs: Mills

- T.C. Mills höfundur margra kennslubóka um tímaraðar og hagrannsóknir. Meðhöfundur í ýmsum loftslagsgreinum segir: *A new climate war brewing: forecasting vs. modeling*

A new paper published today by the Global Warming Policy Foundation explains how statistical forecasting methods can provide an important contrast to climate model-based predictions of future global warming. The repeated failures of economic models to generate accurate predictions has taught many economists a healthy scepticism about the ability of their own models, regardless of how complex, to provide reliable forecasts. Statistical forecasting has proven in many cases to be a superior alternative. Like the economy, the climate is a deeply complex system that defies simple representation. Climate modelling thus faces similar problems.

Heimildir I

- Box, G. E. P. & Jenkins, G. M. (1970). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. Holden Day, San Fransisco.
- Dagsvik, J. K. & Moen, S. H. (2023). To what extent are temperature levels changing due to greenhouse gas emissions? Technical report, Statistics Norway.
- McShane, B. B. & Wyner, A. J. (2011). A statistical analysis of multiple temperature proxies: Are reconstructions of surface temperatures over the last 1000 years reliable? *The Annals of Applied Statistics*, 5(1), 5 – 44.
- Moberg, A., Sonechkin, D. M., Holmgren, K., Datsenko, N. M., & Karlén, W. Highly variable northern hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data. 433(7026), 613–617.
- Mosedale, T. J., Stephenson, D. B., Collins, M., & Mills, T. C. (2006). Granger causality of coupled climate processes: Ocean feedback on the north atlantic oscillation. *Journal of Climate*, 19(7), 1182 – 1194.

Heimildir II

- Reynolds, D. J., Scourse, J. D., Halloran, P. R., Nederbragt, A. J., Wanamaker, A. D., Butler, P. G., Richardson, C. A., Heinemeier, J., Eiríksson, J., Knudsen, K. L., & Hall, I. R. (2016). Annually resolved north atlantic marine climate over the last millennium. *Nature Communications*, 7(1), 13502.
- Whittle, P. (1951). *Hypothesis Testing in Time Series Analysis*. Almqvist & Wiksell.
- Wold, H. (1938). *A Study in the Analysis of Stationary Time Series*. Almqvist and Wiksell.
- Wold, H. (1953). *Demand Analysis: A Study in Econometrics*. Champan & Hall, London, John Wiley, New York.
- Yule, G. (1926). Why do we sometimes get nonsense-correlations between time-series? a study in sampling and the nature of time-series. *Journal of the Royal Statistical Society*, 89(1), 1–63.