

Časové rady: domáca úloha 2

Termín odovzdania: 17. 10. 2023 (skupina 1), 24. 10. 2023 (skupina 2)

- Úlohu vypracováva každý samostatne alebo v dvojici. Komunikácia ohľadom riešenia, zdieľanie kódu a pod. je zakázané. Pri odpísaní úlohy alebo jej časti je DÚ hodnotená 0 bodmi, a to aj pre tých, ktorí úlohu odpísali aj pre tých, ktorí ju dali odpísať.
- Zdieľať sa môže kód vypracovaný na cvičení.
- Úlohu posielajte elektronicky na adresu `beata.ulohy@gmail.com` s predmetom **CR 2023 - DU2 - priezvisko/priezviská**. Podľa neho sa maily automaticky triedia, preto tento formát treba dodržať.
- Body za DÚ dostanete mailom. V prípade, že úlohu riešite v skupine, pri odovzdávaní pošlite kópiu mailu aj ostatným členom skupiny, aby aj oni dostali informáciu o hodnotení, keď ju budem posielat' pomocou *reply all*. Ak to nespravíte, je vašou úlohou informovať kolegov o bodoch.
- Posielajte vypracovanú úlohu v pdf formáte (súvislý, dobre čitateľný text doplnený grafmi, nie iba výstupy z R so stručnými poznámkami) a použitý kód ako samostatný súbor. Alternatíva: výstup z R markdownu v html alebo pdf, s uvedením kompletného kódu. Ak v druhom prípade načítavate dáta priamo zo zadaného súboru bez jeho úpravy, nemusíte ho prikladať. Ak používate na načítanie dát upravený súbor, priložte ho k domácej úlohe (a v kóde zrušte cestu k nemu, nechate len napr. `read.csv("mojedata.csv")`).
- Každý (resp. každá skupina) pracuje s inými dátami, rezervácia dát prebieha v google dokumente <http://bit.ly/3ta0eMt> v hárku ČR mEMM - DÚ2.

Príklad 1: R procesy (4 body). Uveďte príklad stacionárneho AR(4) s nenulovou strednou hodnotou a nestacionárneho AR(4) procesu. V texte domácej úlohe pre každý z procesov uveďte:

- Predpis pre zvolený proces v tvare $x_t = \delta + \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \alpha_3 x_{t-3} + \alpha_4 x_{t-4} + u_t$ a odpovede na otázky: Korene akého polynómu počítame, aby sme zistili stacionaritu? Ako musia výjsť, aby bol proces stacionárny? Čo vyšlo?
- Grafické znázornenie koreňov v komplexnej rovine spolu s jednotkovou kružnicou.

Pre stacionárny proces:

- Uveďte jeho strednú hodnotu a spravte simuláciu jeho priebehu.
- Graficky znázorníte prvých 15 členov Woldovej reprezentácie (bez koeficientu ϕ_0 , ktorý sa vždy rovná jednej), autokorelačnej funkcie (bez hodnoty ρ_0 , ktorá sa vždy rovná jednej) a parciálnej autokorelačnej funkcie.

Príklad 2: AR procesy pre zadané dáta (6 bodov). Budeme hľadať AR model pre prvé diferencie úrokových mier a predikovať úrokové miery. Použijeme dáta na stránke cvičenia (dlhodobé úrokové miery v súbore `DATALongrates.csv`, mesačné dáta z Európskej centrálnej banky). Vyberte si jeden zo štátov, pre ktorý máme v dátach z cvičenia dostupné úrokové miery, s týmito podmienkami:

- Nie Grécko - tam sú dáta typu character kvôli jednému chýbajúcemu pozorovaniu označenému ako -, čo by bolo treba ošetrovať navyše.

- Nie Estónsko - kvôli príliš malému počtu dát.
- Pri odhadovaní modelov v časti B výjde aspoň jeden z modelov ako dobrý (treba si to teda overiť hneď po načítaní dát ešte pred vypracovaním ostatných zadaní).

Časť A: Príprava a zobrazenie dát Spravte z vašich dát časový rad, ktorý končí v decembri 2020 a začína v januári 2001, resp. neskôr, odkedy sú dáta dostupné. S výnimkou už uvedeného Estónska to však nie je taký výrazne malý počet dostupných dát.

Napište časový rozsah dát, s ktorými pracujete. Zobrazte časový priebeh úrokových mier a ich diferencií.

Časť B: AR modely

Pre diferencie úrokových mier odhadnite AR modely rádu 0 (teda model je konštanta plus biely šum, ale dá sa odhadovať v R ako `sarima(data, 0, k, 0)`), 1, 2, 3, 4, 5. Odhadujte ich tak, aby ste pomocou týchto modelov mohli predikovať úrokové miery (nie ich diferencie).

Spravte aj tabuľku, v riadkoch budú jednotlivé modely a v stĺpcoch:

- slovný komentár k výsledkom Ljung-Boxovho testu - či je na základe neho model dobrý alebo nie ,
- hodnotu Bayesovho informačného kritéria.

Za „dobrý model“ budeme považovať taký, pre ktorý sú p-hodnoty Ljung-Boxovho testu pre všetky počty korelácií od minimálneho po 24 väčšie ako 0,05. Ktoré modely vyšli ako dobré? (Požiadavka na dáta zo začiatku zadania sa vzťahuje na to, že aspoň jeden z týchto modelov výjde ako dobrý.)

Časť C: Predikcie

Vyberte z dobrých modelov z predchádzajúcej časti ten, ktorý má najnižšiu hodnotu Bayesovho informačného kritéria.

Spravte pre roky 2021 a 2022 predikcie úrokových mier (nie diferencií) pomocou tohto modelu. Zakreslite do jedného grafu farebne odlišené: priebeh dát, z ktorých sa odhadoval model (prípadne po vynechaní nejakého vhodného začiatku dát, aby bola časť s predikciami dobre viditeľná), predikované úrokové miery, intervaly spoľahlivosti pre predikcie (+/- jedna a dve štandardné odchýlky) a skutočné hodnoty úrokových mier.

Skomentujte získané výsledky¹ a zhodnoťte model².

¹Sú hodnoty systematicky vyššie alebo nižšie ako predikcie? Zmestia sa do intervalov spoľahlivosti? Ako by ste vysvetlili rozdiely? A pod.

²Považujete ho za dobrý? Prečo?