

Domáca úloha 4 (termín odovzdania: 12. 12. 2022)

Odovzdáva sa na mail `beata.ulohy@gmail.com` s predmetom **ČR 2022 PMS - DU4 - meno** - komentovaný kód aj spísané výsledky. Tie doplňte výstupmi z R-ka tak, aby sa vaše tvrdenia dali skontrolovať bez spúšťania kódu (ten je len na kontrolu).

Načítajte dáta `du3.Rdata` do R-ka pomocou `load("du3.Rdata")`. Každý časový rad zodpovedá jednému výmennému kurzu s eurom, napr. USD by bol výmenný kurz EUR/USD. Budeme pracovať s modelmi navrhnutými v tretej domácej úlohe, ktoré sme používali aj v škole (skript s modelmi je na webe).

- **(5 bodov)** Ukážte, že aj pre výmenné kurzy PLN, JPY, KRW je ARIMA(0,1,1) dobrý model. Vysvetlite ACF rezíduí a Ljung-Boxov test z výstupu z funkcie `sarima` - aká hypotéza sa testuje (presne, nielen napríklad „či sú rezíduá nekorelované“ - treba špecifikovať, o aké konkrétne korelácie ide), ako sa spočíta testovacia štatistika, kritická hodnota a pre aké hodnoty štatistiky sa hypotéza zamieta. Napíšte, čo výjde pre tieto modely.
- **(5 bodov)** Porovnajte ARIMA(0,1,1) s pôvodne navrhnutými modelmi na základe Bayesovho informačného kritéria.
- **(10 bodov / 5 bodov pri použití dvojitého cyklu)** Pre všetky výmenné kurzy budeme v nasledujúcich výpočtoch používať ARIMA(0,1,1) model, t.j. MA(1) model pre prvé diferencie. Vypočítajte maticu vzdialeností jednotlivých MA modelov nie pomocou konečného počtu členov $AR(\infty)$ reprezentácie, ale pomocou presného vzťahu odvodeného na cvičení.

Treba teda vytvoriť maticu, pričom jednou možnosťou je vytvoriť ju v dvojitom cykle, pričom prechádzame maticu po jednotlivých prvkoch a vkladáme do nej hodnoty. Dá sa to však aj efektívnejšie. Naštudujte si použitie funkcie `outer`¹ a vytvorte pomocou nej a funkcie definujúcej vzdialenosť dvoch MA(1) modelov maticu vzdialeností.

Príklad použitia funkcie `outer`: Vytvoríme maticu **A** rozmeru 3×3 s prvkami $a_{ij} = (i+1)^{j-1}$.

```
> f <- function(a, b) (a + 1)^(b - 1)
> x <- c(1, 2, 3)
> A <- outer(x, x, f)
> A
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  1    2   4
[2,]  1    3   9
[3,]  1    4  16
```

- **(5 bodov)** Použite získanú maticu vzdialeností ako vstup do funkcie `hclust` (s defaultnými parametrami). Zobrazte a skomentujte získané zhlukovanie.

Matica použitá ako vstup do `hclust` musí byť typu `dist` (vzdialenosť), čo dosiahneme funkciou `as.dist`². Napríklad, ak by sme v matici **M** mali vzdialenosti bodov pravouhlého trojuholníka so stranami 3, 4, 5 a chceli by sme ich zhlukovať, spravili by sme:

```
> M
      [,1] [,2] [,3]
[1,]  0    3   4
[2,]  3    0   5
[3,]  4    5   0
> hc <- hclust(as.dist(M))
```

¹<https://www.rdocumentation.org/packages/base/versions/3.6.2/topics/outer>

²<https://www.rdocumentation.org/packages/stats/versions/3.6.2/topics/dist>