

Teme diplomskih radova 2023./2024.

Danijel Grahovac

Slobodne teme

1. Python u podatkovnoj znanosti

U radu treba opisati funkcionalnosti Pythona u okviru tema podatkovne znanosti, posebno pakete NumPy, Pandas, Scipy, scikit-learn i statsmodels. Rad treba imati oblik priručnika za početnike u korištenju Pythona u podatkovnoj znanosti.

Osnovna literatura:

- [1] A Whirlwind Tour of Python by Jake VanderPlas (O'Reilly). Copyright 2016 O'Reilly Media <https://jakevdp.github.io/WhirlwindTourOfPython/>
- [2] VanderPlas, J. (2016). Python data science handbook: Essential tools for working with data. " O'Reilly Media, Inc.". <https://jakevdp.github.io/PythonDataScienceHandbook/index.html>
- [3] Grus, J. (2019). Data science from scratch: first principles with python. O'Reilly Media.
- [4] Müller, A. C., & Guido, S. (2016). Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists. " O'Reilly Media, Inc."
- [5] Géron, A. (2022). Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. " O'Reilly Media, Inc."

2. Procjena efektivnog reprodukcijskog broja

U radu treba detaljno i objektivno predstaviti različite metode procjene efektivnog reprodukcijskog broja zarazne bolesti. Treba opisati dostupne procedure, analizirati na primjerima, objasniti prednosti i nedostatke metoda te ilustrirati na podacima o epidemiji SARS-Cov-2 virusa.

Osnovna literatura:

- [1] Wallinga, J., Teunis, P. (2004). Different epidemic curves for severe acute respiratory syndrome reveal similar impacts of control measures. *American Journal of epidemiology*, 160(6), 509-516.
- [2] Cauchemez, S., Boëlle, P. Y., Donnelly, C. A., Ferguson, N. M., Thomas, G., Leung, G. M., ... Valleron, A. J. (2006). Real-time estimates in early detection of SARS. *Emerging infectious diseases*, 12(1), 110.
- [3] Cori, A., Ferguson, N. M., Fraser, C., Cauchemez, S. (2013). A new framework and software to estimate time-varying reproduction numbers during epidemics. *American journal of epidemiology*, 178(9), 1505-1512.
- [4] Thompson, R. N., Stockwin, J. E., van Gaalen, R. D., Polonsky, J. A., Kamvar, Z. N., Demarsh, P. A., ... Cori, A. (2019). Improved inference of time-varying reproduction numbers during infectious disease outbreaks. *Epidemics*, 29, 100356.
- [5] Obadia, T., Haneef, R., Boëlle, P. Y. (2012). The R0 package: a toolbox to estimate reproduction numbers for epidemic outbreaks. *BMC medical informatics and decision making*, 12(1), 1-9.

- [6] Fraser, C. (2007). Estimating individual and household reproduction numbers in an emerging epidemic. *PloS one*, 2(8), e758.

3. Dekompozicije vremenskih nizova

Dekompozicijom se vremenski niz rastavlja na komponente koje predstavljaju različite obrasce u kretanju niza. Obično se razlikuju tri vrste obrazaca: trend, sezonalnost i ciklusi. U radu treba opisati metode dekompozicije vremenskih nizova počevši od klasičnih metoda pomičnih prosjeka, službenih metoda statističkih agencija te STL metode. Sve treba ilustrirati na konkretnim primjerima u R-u.

Osnovna literatura:

- [1] Cleveland, R. B., Cleveland, W. S., McRae, J. E., & Terpenning, I. (1990). STL: A seasonal-trend decomposition. *J. Off. Stat.*, 6(1), 3-73.
- [2] Dagum, E. B., & Bianconcini, S. (2016). *Seasonal adjustment methods and real time trend-cycle estimation*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer International Publishing.
- [3] Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2021) *Forecasting: principles and practice*, 3rd edition, OTexts: Melbourne, Australia. <https://otexts.com/fpp3/>

4. Metode eksponencijalnog zaglađivanja

Metode eksponencijalnog zaglađivanja (*exponential smoothing*) su klasa metoda za predviđanje vremenskih nizova. Najjednostavnija metoda je težinski prosjek prošlih vrijednosti pri čemu noviji podaci imaju veće težine. Druge metode mogu obuhvatiti trendove i sezonalne efekte. U radu treba opisati metode i njihova svojstva te sve ilustrirati na praktičnim primjerima.

Osnovna literatura:

- [1] Hyndman, R., Koehler, A. B., Ord, J. K., & Snyder, R. D. (2008). *Forecasting with exponential smoothing: the state space approach*. Springer Science & Business Media.
- [2] Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2021) *Forecasting: principles and practice*, 3rd edition, OTexts: Melbourne, Australia. <https://otexts.com/fpp3/>
- [3] Gardner Jr, E. S. (1985). Exponential smoothing: The state of the art. *Journal of forecasting*, 4(1), 1-28.
- [4] Gardner Jr, E. S. (2006). Exponential smoothing: The state of the art—Part II. *International journal of forecasting*, 22(4), 637-666.
- [5] De Livera, A. M., Hyndman, R. J., & Snyder, R. D. (2011). Forecasting time series with complex seasonal patterns using exponential smoothing. *Journal of the American statistical association*, 106(496), 1513-1527.

Osim navedenih, teme je moguće definirati i po dogovoru u ovisnosti o osobnim interesima studenta.

Dodijeljene teme

1. Generalizirane hiperbolične distribucije i primjene

Generalizirane hiperbolične distribucije su klasa distribucija koja obuhvaća mnoštvo drugih klasičnih distribucija. U radu bi trebalo definirati te distribucije, objasniti povezanost s drugim distribucijama, ilustrirati gustoće i predstaviti neke primjene (posebno u financijama), te usporediti s drugim distribucijama. Treba predstaviti i usko vezane inverzne Gaussove distribucije.

- [1] Sato, K.I., Barndorff-Nielsen, O.E., Resnick, S., Mikosch, T. (eds.) - Lévy Processes Theory and Applications-Birkhäuser Basel (2001)
- [2] Hammerstein - Generalized hyperbolic distributions 2010 PhD thesis
- [3] Eberlein, E., Hammerstein, E.A.V. Generalized hyperbolic and inverse Gaussian distributions: limiting cases and approximation of processes. Seminar on stochastic analysis, random fields and applications IV. Birkhäuser, Basel, 2004.
- [4] Barndorff-Nielsen, O. (1977). Exponentially decreasing distributions for the logarithm of particle size. Proceedings of the Royal Society of London. A. Mathematical and Physical Sciences, 353(1674), 401-419. 1977

2. Model procjene kapitalne imovine (CAPM)

CAPM model koristi se za vrednovanje vrijednosnica ili portfelja. U radu treba opisati pretpostavke modela i pokazati primjene modela u stvarnim uvjetima. Isto tako treba diskutirati i matematički izvod modela.

Osnovna literatura:

- [1] Sharpe, W. F., Alexander, G. J., & Bailey, J. (1995). Investments prentice hall. Englewood Cliffs, New Jersey, 7632.
- [2] Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2009). Modern portfolio theory and investment analysis. John Wiley & Sons.
- [3] Koller, T., Goedhart, M., & Wessels, D. (2010). Valuation: measuring and managing the value of companies (Vol. 499). John Wiley and Sons.
- [4] Kim, D., & Francis, J. C. (2013). Modern portfolio theory: Foundations, analysis, and new developments. John Wiley & Sons.

3. Hausdorffova dimenzija i fraktalni skupovi —

Hausdorffova dimenzija generalizira koncept dimenzije na necjelobrojne vrijednosti. Skupovi čija Hausdorffova dimenzija nije prirodan broj nazivaju se fraktali. U radu treba napraviti pregled pojma Hausdorffove dimenzije i svojstava. Navesti primjere fraktalnih skupova i izračunati njihove Hausdorffove dimenzije. Posebnu pozornost dati stohastički generiranim primjerima, primjerice trajektorije Brownovog gibanja. Diskutirati primjere fraktala koje susrećemo u prirodi.

Osnovna literatura:

- [1] Falconer, K. J. Fractal geometry: mathematical foundations and applications. John Wiley Sons, (2004)
- [2] Falconer, K. J. Fractals: A very short introduction. Oxford University Press, (2013)
- [3] Mandelbrot, B. The fractal geometry of nature. (1983)

4. Teorija pouzdanosti

U radu treba predstaviti osnovne probleme teorije pouzdanosti te najčešće korištene modele.

5. Zakoni ponovljenog logaritma —

U radu treba predstaviti zakone ponovljenog logaritma, osnovne verzije i proširenja. Glavne tvrdnje treba dokazati i ilustrirati.

Osnovna literatura:

- [1] Gut, A. (2013). Probability: a graduate course (Vol. 75). Springer Science Business Media.
- [2] Sarapa, N. (1987). Teorija vjerojatnosti.
- [3] Billingsley, P. (2008). Probability and measure. John Wiley & Sons.

Teme završnih radova 2022./2023.

Slobodne teme

1. Stabilne distribucije

U radu treba definirati stabilne distribucije, što je moguće učiniti na nekoliko načina, a zatim pokazati ekvivalentnost definicija. Treba pokazati osnovna svojstva i navesti primjenu.

Osnovna literatura:

- [1] Samorodnitsky, G., Taqqu, M. S. Stable non-Gaussian random processes: stochastic models with infinite variance. CRC press, (1994)
- [2] Gut, A. Probability: a graduate course. Springer Science & Business Media, (2012)
- [3] Durrett, R. Probability: theory and examples. Cambridge university press, (2010)

2. Distribucije s teškim repovima i primjene

U radu treba definirati distribucije s teškim repovima, navesti primjere te primjene ovakvih distribucija.

Osnovna literatura:

- [1] Embrechts, Paul, Claudia Klüppelberg, and Thomas Mikosch. Modelling extremal events: for insurance and finance. Vol. 33. Springer Science & Business Media, 2013.
- [2] Resnick, Sidney I. Heavy-tail phenomena: probabilistic and statistical modeling. Springer Science & Business Media, 2007.

3. Granično ponašanje maksimuma

U radu treba opisati granične teoreme za parcijalne maksimume niza slučajnih varijabli.

Osnovna literatura:

- [1] Embrechts, Paul, Claudia Klüppelberg, and Thomas Mikosch. Modelling extremal events: for insurance and finance. Vol. 33. Springer Science & Business Media, 2013.
- [2] Resnick, Sidney I. Heavy-tail phenomena: probabilistic and statistical modeling. Springer Science & Business Media, 2007.

4. Karakteristične funkcije

U radu treba definirati karakteristične funkcije slučajnih varijabli, navesti njihova svojstva i ilustrirati primjenu.

Osnovna literatura:

- [1] Samorodnitsky, G., Taqqu, M. S. Stable non-Gaussian random processes: stochastic models with infinite variance. CRC press, (1994)
- [2] Gut, A. Probability: a graduate course. Springer Science & Business Media, (2012)
- [3] Durrett, R. Probability: theory and examples. Cambridge university press, (2010)

5. Paradoksi uvjetne vjerojatnosti

U radu treba obraditi nekoliko paradoksa u kojima središnju ulogu imaju uvjetne vjerojatnosti kao što su primjerice: paradoks Bertrandove kutije, paradoks dječaka ili djevojčice, problem tri zatvorenika,

Osnovna literatura:

[1] Székely, Gábor J. Paradoxes in probability theory and mathematical statistics. 1986.

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_paradoxes#Probability