

Tárgyleírás

Tárgy neve: Statisztikai Jelfeldolgozás Ea + Gy / Statistics for signal processing L+Pr.

Tárgyfelelős neve: Dr. Kovács Péter

Tárgyfelelős tudományos fokozata: PhD, habilitált egyetemi docens

Tárgyfelelős MAB szerinti akkreditációs státusza: AT

Az oktatás célja: A kurzus célja, hogy megismertesse a hallgatókkal a legelterjedtebb statisztikus jelfeldolgozási módszereket, különösen tekintettel az adattudományban használt becslésméleti és hipotézisvizsgálati eljárásokra.

tudás:

- Ismeri az adattudomány szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, etikai, adatbiztonsági, matematikai, statisztikai fogalmakat, a programozási elveket és összefüggéseket, különösen az adattípusokat, reprezentációkat, az átalakítási és optimalizációs eljárásokat, a többváltozós statisztika, a gépi tanulás elveit.
- Ismeri az adattudomány főbb alkalmazási területeit, az ezekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait.

képesség:

- Képes a különböző tudományágakban megjelenő komplex osztályozási, modellezési, előrejelzési problémák formalizálására, a szükséges elméleti és gyakorlati módszerek meghatározására és azok megoldására.
- Képes az adatokat kontextusba helyezve más információkkal összekapcsolni, egyesítve különböző modalitásokat.
- Ismeri az adatelemek közötti függőségi viszonyokat és az adatok strukturálhatóságát, típusait. A technológia változása esetén képes az adatelemzési stratégiát a technológiától függetleníteni.
- Képes hatékonyan együttműködni az adattudományhoz kapcsolódó, a feldolgozandó, elemzést igénylő adatokat előállító tudományterületek képviselőivel.
- Képes a rutinproblémák felismerésén és megoldásán túl eredeti ötleteket felvetni.

attitűd:

- Tiszteletben tartja és munkája során figyelembe veszi az övétől eltérő véleményeket, kizárólag a szakmai érvekkel történő meggyőzést tartja elfogadhatónak.
- Hitelesen képviseli szakmáját és mutatja be munkájának eredményeit.

autonómia, felelősség:

- Alkalmas mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként elemzői, modellezői és egyéb, az adattudománnyal kapcsolatos feladatok elvégzésére.
- Munkáját a szakmai és tudományos etika követelményeinek maximális figyelembevételével végzi.

Az oktatás tartalma:

- Alapvető statisztikai fogalmak: valószínűségi változók, eloszlás és sűrűségfüggvények, várható érték, feltételes várható érték, feltételes/együttes eloszlás, korreláció, kovariancia mátrix, illetve ezek többváltozós statisztikai megfelelői.

- Hipotézisvizsgálat: célja, eszközei, tesztek megbízhatóságának jellemzése (első- és másodfajú hiba), nemparaméteres és paraméteres próbák
- Statisztikus jelmodellezés: stochasztikus folyamatok, stacionárius/gyengén stacionárius idősorok, ergodikus idősorok, spektrum fogalma, zajtípusok, lineáris időinvariáns rendszerek modellezése.
- Becsléstudomány és alkalmazásai a jelfeldolgozásban:
 - i. Alapfogalmak: torzítatlan, hatásos és konzisztens becslések, Fisher információ, Cramer-Rao egyenlőtlenség.
 - ii. Klasszikus becslési módszerek: lineáris, legjobb lineáris torzítatlan (BLUE), maximális valószínűség (ML), és legkisebb négyzetes becslések (LS) ismertetése konkrét jelfeldolgozási feladatokon keresztül (pl. DC jelszint becslése, távolságbecslés radar jelekben, frekvencia azonosítás, stb). • Bayesi eljárások: maximum a posteriori valószínűség (MAP), MMSE/LMMSE becslések és alkalmazásaik a telekommunikációban.
 - iii. Bayes eljárások: maximum a posteriori valószínűség (MAP), MMSE/LMMSE becslések és alkalmazásaik a telekommunikációban.
- Szűrők: Wiener és legkisebb négyzetes szűrők, adaptív szűrők (LMS, RLS), Kalman szűrők, illetve kapcsolódó alkalmazásaik a rendszer azonosításban, zajcsökkentésben, stb.

A számonkérés és értékelés rendszere:

Az ismeretellenőrzésben alkalmazandó további (*sajátos*) módok¹ (*ha vannak*):

A kurzus összevont és folyamatos számonkérésű, azaz egyetlen jegy születik a félév végén, ami gyakorlati jegy. A félév során egy projekt munkát kell a hallgatóknak beadniuk és egy sikeres vizsgát kell tenniük az elméleti részből. A projekt munkák különböző nehézségi szintű feladatokból állnak, amelyek megoldása a labor gyakorlatokon vett anyagokra épül, az elméleti számonkérés pedig a legfontosabb tanult statisztikus jelfeldolgozási módszereket, azok mélyebb megértését kívánják ellenőrizni.

Irodalom: [csak magyar nyelvű képzés tárgya esetén töltendő]

- S. Kay, Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I: Estimation Theory, Prentice-Hall, 1993.
- S. Kay, Intuitive Probability and Random Processes using MATLAB , Springer, 2005.
- G . Manolakis , V.K. Ingle, S.M. Kogon , Statistical and Adaptive Signal Processing , Artech House, 2005.

Az oktatás célja angolul / Aim of the subject:

The aim of this course is to introduce the fundamentals of statistical signal processing approaches, focusing on estimation theory, hypothesis testing and their modern applications in data science.

Knowledge

- Data scientists know the concepts of data analysis, ethics, data security, mathematics, statistics, the programming principles and contexts – in particular, data types, representations, transformation and optimisation procedures, as well as the principles of

¹ pl. essetanyagok, témakidolgozások, dolgozatok, esszék, üzleti, szervezési tervek stb. bekérése

multivariate statistics and machine learning – which are required to innovate and conduct research in data science.

- They know the main application areas of data science, the challenges associated and the possible solutions, as well as the limitations of the application of the related techniques.

Abilities:

- They are able to formalise complex classification, modelling and forecasting problems in various scientific disciplines, identify the necessary theoretical and practical methods and solve them.
- They are able to put data into context and correlate with other information, thereby combining different modalities.
- They know the dependencies between data elements as well as the structurability and types of data. When technology changes, they are able to detach data analysis strategies from technology.
- They can effectively collaborate with representatives of other data science-related disciplines who produce the data to be processed and analysed.
- Besides identifying and solving routine challenges, they are able to propose original ideas.

Attitude:

- While working, they respect and take into account opinions different from their own and consider that only professional arguments are acceptable.
- They represent their profession and present the results of their work authentically.

Autonomy, responsibility:

- They are able to perform analytical, modelling and other tasks related to data science, both individually and as a member or leader of a team.
- They perform their work with the utmost respect for professional and scientific ethics.

Az oktatás tartalma angolul / Major topics:

Major topics include:

- Basics of statistics: random variables, distributions, probability functions, expectation, conditional expectation, conditional/joint probability distributions, correlation, covariance matrix, and their extensions in multivariate statistics.
- Hypothesis testing: goals, mathematical tools, performance guarantees of decision processes (Type I-II errors), non-parametric and parametric tests.
- Statistical signal modeling: stochastic processes, stationary/weakly stationary time series, ergodicity, power spectral density, noise modeling, linear time-invariant systems.
- Estimation theory and its applications in signal processing:
 - Basics: biased, unbiased, and consistent estimators, Fisher information, Cramer-Rao lower bound.
 - Classical estimation methods: overview of principal estimation approaches, such as linear, and the best linear unbiased estimator (BLUE), maximum likelihood (ML), and least squares (LS) estimators, apply the theory to actual signal

processing problems (e.g., DC level estimation, range estimation in radar, frequency identification).

- Bayesian estimation: maximum a posteriori (MAP), minimum mean square error (MMSE), and linear MMSE estimators, and their applications in telecommunication.

Filtering: Wiener and least squares filters, adaptive filters (LMS, RMS), Kalman filters, and their applications in system identification, and noise cancellation.

A számonkérés és értékelés rendszere angolul / Requirements and evaluation:

Assessments on this course include an individual projectwork and one written examination. For projectwork, students are assigned to several smaller (programming) tasks dealing with various topics in statistical signal processing. Tasks have various levels of difficulties – easier ones can be solved by direct application of the concepts discussed during the laboratory practices, while more difficult ones require some additional investigative efforts. The examination assesses the knowledge of various concepts and results discussed at the lectures, with additional emphasis on the in-depth understanding of these topics regarding estimation theory and signal processing.

Irodalom / Literature: [csak angol nyelvű képzés tárgya esetén töltendő / in case the language of the subject is ONLY English]

- S. Kay, Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I: Estimation Theory, Prentice-Hall, 1993.
- S. Kay, Intuitive Probability and Random Processes using MATLAB, Springer, 2005.
- G. Manolakis, V.K. Ingle, S.M. Kogon, Statistical and Adaptive Signal Processing, Artech House, 2005.

KITÖLTÉSI ÚTMUTATÓ (végleges tárgyleírásból törlendő):

1. **Tárgy neve:** az tantervi táblázattal teljes mértékben megegyezően
2. **Tárgyfelelős neve:** a tantervi táblázattal teljes mértékben megegyezően
3. **Tárgyfelelős tudományos fokozata (ld. MAB):** PhD, DLA, CSc, DSc, akadémikus
4. **Tárgyfelelős MAB szerinti akkreditációs státusza, vagyis a felsőoktatási intézményhez (FOI) tartozás státusza (ld. MAB):** AT / AR / AE / V

az egyes betűk jelentésének magyarázata:

A: akkreditációs célból az adott FOI-nak nyilatkozatot tett oktató, aki az Nftv. 26. §-ának (3) bekezdése szerint kizárólag az adott felsőoktatási intézményt jelölte meg annak, amelyben figyelembe veendő a működési feltételek vizsgálatában;

V: vendégoktató, aki más FOI-nek írt alá, vagy sehol sem tett „kizárólagossági” nyilatkozatot;

T: teljes munkaidőben, határozott vagy határozatlan idejű munkaviszonyban, közalkalmazotti jogviszonyban, ill. ezekkel azonos elbírálás alá eső jogviszonyban;

R: részmunkaidőben, határozott vagy határozatlan idejű munkaviszonyban, közalkalmazotti jogviszonyban, ill. ezekkel azonos elbírálás alá eső jogviszonyban;

E: egyéb módon, pl. megbízási szerződéssel alkalmazott, vagy prof. emeritus

5. **Az oktatás célja:** Az előírt szakmai kompetenciáknak, kompetencia-elemeknek (tudás, képesség, attitűd, autonómia, felelősség) tömör leírása. Részben a szak KKK szerinti

kompetencia mondatai, részben a tárgyhoz kapcsolódó konkrét kompetenciák megfogalmazása.

- 6. Az oktatás tartalma:** Az elsajátítandó ismeretanyag tömör leírása
- 7. A számonkérés és értékelés rendszere:** a tantervi táblázatban szereplő követelménnyel szinkronban
- 8. Irodalom:** 2-5 kötelező és/vagy ajánlott irodalom
- 9. Az oktatás célja angolul:** Az előírt szakmai kompetenciáknak, kompetencia-elemeknek (tudás, képesség, attitűd, autonómia, felelősség) tömör leírása
- 10. Az oktatás tartalma angolul:** Az elsajátítandó ismeretanyag tömör leírása
- 11. A számonkérés és értékelés rendszere angolul:** a tantervi táblázatban szereplő követelménnyel szinkronban