

Doctoral Courses 2021-2022 II. (spring) semester

Courses in black: only for Hungarian students

Courses in green: for all students

1. **Jelasiy Márk: Robusztus gépi tanulás / Robust machine learning**
2. **Békési József: Ütemezési modellek alkalmazásai / Applications of scheduling models**
3. **Dombi József: Fuzzy logika, többtényezős döntési eszközök, interpretálható neurális hálózatok / Fuzzy logic, multicriteria decision tools, explainable neural networks**
4. **Bilicki Vilmos, Jánki Zoltán: Okosóra, Okostelefon és OkosTV – Apple Swift alapú alkalmazás / Smartwatch, Smartphone, and SmartTV – Apple Swift based application development**
5. **Dombi József: Intelligens vizualizációs eljárások / Intelligent visualization**
6. **Jelasiy Márk: A mesterséges intelligencia legújabb trendjei / Latest trends in artificial intelligence**
7. **Palágyi Kálmán: Vázkijelölés a képfeldolgozásban / Skeletonization in image processing**
8. **Vinkó Tamás: Network science**
9. **Dombi József: Fuzzy elmélet / Fuzzy theory**
10. **Csendes Tibor: Global Optimization**
11. **Farkas Richárd: Intelligens ember-gép interfészek / Intelligent human-computer interactions**

1. Jelascity Márk: Robusztus gépi tanulás

Tematika

1. bevezetés, motiváció
2. magas dimenziós terek paradox viselkedése
3. támadások (gradiens alapú, gradiens nélküli, black/white box, stb)
4. védekezés (adversarial training, stb)
5. robusztusság kiértékelési módszertana
6. formális verifikáció
7. randomized smoothing
8. kapcsolatok az interpretálhatósággal
9. kapcsolatok augmentációs technikákkal
10. robusztusság out-of-distribution példák
11. universal adversarial attacks and applications
12. data poisoning, backdoors

Szakirodalom

A tematikát lefedő szakcikk, amelyek a terület fejlődésének függvényében folyamatosan változhatnak. Néhány alap cikk, ami biztosan a tematika része:

1. Christian Szegedy, Wojciech Zaremba, Ilya Sutskever, Joan Bruna, Dumitru Erhan, Ian J. Goodfellow, and Rob Fergus. [Intriguing properties of neural networks](#). In 2nd International Conference on Learning Representations (ICLR), 2014.
2. Anh Nguyen, Jason Yosinski, and Jeff Clune. [Deep neural networks are easily fooled: High confidence predictions for unrecognizable images](#). Technical Report 1412.1897, arxiv.org, 2014.
3. Aleksander Madry, Aleksandar Makelov, Ludwig Schmidt, Dimitris Tsipras, and Adrian Vladu. [Towards deep learning models resistant to adversarial attacks](#). In International Conference on Learning Representations, 2018
4. Yanpei Liu, Xinyun Chen, Chang Liu, and Dawn Song. [Delving into transferable adversarial examples and black-box attacks](#). In 5th International Conference on Learning Representations, ICLR 2017, Toulon, France, April 24-26, 2017, Conference Track Proceedings, 2017
5. Jeremy M. Cohen, Elan Rosenfeld, and J. Zico Kolter. [Certified adversarial robustness via randomized smoothing](#). In Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning, ICML 2019, 9-15 June 2019, Long Beach, California, USA, pages 1310–1320, 2019.
6. Seyed-Mohsen Moosavi-Dezfooli, Alhussein Fawzi, and Pascal Frossard. [Deepfool: A simple and accurate method to fool deep neural networks](#). In The IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pages 2574–2582, June 2016.

7. Andrew Ilyas, Shibani Santurkar, Dimitris Tsipras, Logan Engstrom, Brandon Tran, and Aleksander Madry. [Adversarial examples are not bugs, they are features](#). In H. Wallach, H. Larochelle, A. Beygelzimer, F. d'Alché-Buc, E. Fox, and R. Garnett, editors, Advances in Neural Information Processing Systems 32, pages 125–136. Curran Associates, Inc., 2019.
8. Wieland Brendel, Jonas Rauber, and Matthias Bethge. [Decision-based adversarial attacks: Reliable attacks against black-box machine learning models](#). In International Conference on Learning Representations, 2018.
9. Leslie Rice, Eric Wong, and J. Zico Kolter. [Overfitting in adversarially robust deep learning](#). In Proceedings of the 37th International Conference on Machine Learning, ICML 2020, 13-18 July 2020, Virtual Event, volume 119 of Proceedings of Machine Learning Research, pages 8093–8104. PMLR, 2020.
10. Guy Katz, Clark Barrett, David L. Dill, Kyle Julian, and Mykel J. Kochenderfer. [Reluplex: An efficient smt solver for verifying deep neural networks](#). In Rupak Majumdar and Viktor Kunčák, editors, Computer Aided Verification, pages 97–117, Cham, 2017. Springer International Publishing.

2. Békési József: Ütemezési modellek alkalmazásai

Tematika

1. A járműütemezési feladat (VSP)
2. Az egydepós járműütemezési feladat (SDVSP) matematikai modellje
3. A többdepós járműütemezési feladat (MDVSP) matematikai modellje
4. Kapcsolatalapú többtermékes hálózati modell
5. Idő-tér hálózati modell
6. Halmazpartícionálási modell
7. Heurisztikus megoldó módszerek
8. Járművezető-ütemezési feladat (CSP)
9. Modellek és algoritmusok a járművezető-ütemezési feladatra
10. Integrált jármű- és vezető-ütemezési feladat (VCSP)
11. Modellek és algoritmusok az integrált járművezető-ütemezési feladatra
12. Járatervező (VRP) modellek.
13. Többszemponútú döntések.
14. Újraütemezés, újraoptimalizálás.

Szakirodalom

Dennis Huisman: Integrated and Dynamic Vehicle and Crew Scheduling, Tinbergen Institute Research Series 325, 2004, ISBN 90 5170 764 9

D, Vigo, P. Toth, editors The vehicle routing problem, SIAM 2001, ISBN:0-89871-498-2

3. Dombi József: Fuzzy logika, többtényezős döntési eszközök, interpretálható neurális hálózatok / Fuzzy logic, multicriteria decision tools, explainable neural network

Reading course.

Tematika

I. A nilpotens fuzzy logika elemei

Konjunkció

Diszjunkció

Negáció

Implikációk

Ekvivalencia

Módosító szavak és a halmazhoztartozási függvény

II. Döntési operátorok

Aggregatív operátor

Preferencia operátor

III. Tanulás és neurális hálózatok

Squashing függvény

Tanulási szabályok

Interpretálható neurális hálózatok

Irodalom: Dombi József, Csiszár Orsolya: Explainable Neural Networks Based on Fuzzy Logic and Multi-criteria Decision Tools, Springer International Publishing, (2021)

Topics

I. Elements of nilpotent fuzzy logic

Conjunction

Disjunction

Negation

Implications

Equivalences

Modifiers and membership functions

II. Decision Operators

Aggregativ operator

Preference operator

III. Learning and neural networks

Squashing function

Learning rules

Interpretable neural network

Literature: Dombi József, Csiszár Orsolya: Explainable Neural Networks Based on Fuzzy Logic and Multi-criteria Decision Tools, Springer International Publishing, (2021)

4. Bilicki Vilmos, Jáнки Zoltán: Okosóra, Okosóra, Okostelefon és OkosTV – Apple Swift alapú alkalmazás / Smartwatch, Smartphone, and Smart TV – Apple Swift based application development

Weekly course both in Hungarian and English. With extra work for PhD students.

Tematika

Követelmények ismertetése, Swift programozási nyelv bemutatása
Swift programozás alapjai I.
Swift programozás alapjai II.
Swift programozás alapjai III.
MVC modell
View elemek
Több MVC modell együttes alkalmazása, navigáció
Felhasználói interakciók
Alkalmazások életciklusa
Adatbázis műveletek
Alkalmazás készítése okosórára
Alkalmazás készítése okosTV-re
Mini alkalmazás I.
Mini alkalmazás II.
Mini alkalmazás III.

Topics

Swift basics I.
Swift basics II.
Swift basics III.
MVC
View elements
Using multiple MVC
User interaction
Life cycle of the application
Database operations
Implementing application for smart watch

Irodalomjegyzék / Bibliography

<https://developer.apple.com/documentation/>

5. Dombi József: Intelligens vizualizációs eljárások / Intelligent visualization

Weekly course in Hungarian with extra work for PhD students. Reading course in English.

Tematika

Bevezetés (történelmi áttekintés, az emberi látás és információ vizualizáció, alkalmazási lehetőségek)

Vizualizáció mint parallel számítás

Az élővilág szemei

Robotszem: éldetektálás szem rezgetéssel

Vizuális nyelv szavai

A vizuális nyelvtan és mondat

Statisztikai vizualizáció Vizualizáció: Mi, Mit

Statisztikai vizualizáció: Milyen

Statisztikai vizualizáció: Hogyan

Statisztikai vizualizáció: Hol

Vektor vizualizáció: Andrew függvény

Vektor vizualizáció: Chernoff arc

Vektor vizualizáció: Korhonen ház

DataScope koncepció

Eloszlás függvényértelmezések

Adat animáció

Összefüggés vizualizáció

Mozgó Struktúra megjelenítések és hiperbolikus leképezések

Színek

Információtömörítés

Színes képek lekérdezése

Topics

Visualization as a parallel processing

Different constructions of the eye

Microvibration using for edge detection

Words of visual languages

The grammar of visualization and sentences

Seeing in more than 3 D

Seeing by ultra sound

Vision of the insects and the colour of the flowers

The vision of the eagles

Optical illusions (impossible fork, Herman grid, wall of the coffee house, impossible objects: Penrose triangle, Esher's waterfall, Kanizsa's explanation of illusions, Ames room,)

Andrew function

Chernoff face

Corhonen house

Distribution functions modelling contex dependence

Data animation

The concept of the DataScope

Hiperbolic mapping
Colors
Data ink and graphical redesign
Visualization of the train timetable
Optimal compressing of the information
Queries in the visual world
Meaning of the paintings

Irodalomjegyzék / Bibliography

Julesz Béla: Dialógusok az észlelésről, Typotex, 2000
Kovács I., Szamarasz V. Z.: Látás, nyelv, emlékezet, Typotex, 2006
W. J. Bowman: Graphic communication. John Wiley, 1968
Tufte, E. R.: The Visual Display of Quantitative Information, 2nd edition. Graphic Press, 1991
Chaomei Chen: Information visualisation and virtual environments, Springer 1999
Dara Scope user manual
Spence, R.: Information Visualization. Addison-Wesley, 2001
Ware, C.: Information Visualization: Perception for Design, 2nd edition. Morgan Kaufmann
W.Basalaj: Proximity visualisation of abstract data, 2001

6. Jelasity Márk: A mesterséges intelligencia legújabb trendjei / Latest trends in artificial intelligence

Weekly course, in English, when foreign students attend.

Tematika

A kurzus tematikáját olyan cikkek fogják adni, amelyek az elmúlt 1-2 évben jelentek meg, és máris látható, hogy jelentős hatást gyakorolnak a kutatási irányokra. Elsősorban a gépi tanulás különböző algoritmusai és alkalmazásai jelentik jelenleg az ilyen irányokat. Feldolgozunk elméleti cikkeket is (pl adversarial tanulás, interpretálhatóság) illetve alkalmazásokat, mint szemantikai reprezentációk, jelfeldolgozás, stb.

Formátumát tekintve egy-egy cikket feldolgozó szeminárium lesz minden alkalom, ahol mindenki feldolgozza a cikket, de mindig van egy kijelölt előadó. A cikkek listáját folyamatosan állítom össze a félév során.

Topics

The course is based on research papers that were published in the last 1-2 years and that have already made a large impact. We will discuss machine learning algorithms and applications from a theoretical point of view (adversarial learning, interpretability) as well as from an application point of view (semantic representations, signal processing, etc).

As for the format, we will discuss one paper each time. Everyone is supposed to read and understand each paper but we will have an assigned presenter as well. The list of papers will be compiled continuously during the semester.

7. Palágyi Kálmán: Vázkijelölés a képfeldolgozásban / Skeletonization in image processing

Weekly course in Hungarian. Reading course with consultation in English.

Tematika

1. A váz meghatározásai és tulajdonságai
2. Távolságtranszformációk és algoritmusai.
3. Vázkijelölés távolságtranszformációval
4. A Voronoi és a Delaunay felbontás és algoritmusai
5. A Voronoi váz
6. Vékonyítás mint topológia-megőrző redukció
7. Vékonyító algoritmusok 2D-ben és 3D-ben
8. A 2D és a 3D váz alkalmazásai

A speciálkollégiumhoz képest a doktoranduszok számára többletkövetelmény, hogy be kell számolniuk egy a kiadott cikkgyűjtemény egy szabadon választott eleméről.

Topics

1. Skeleton as a region-based shape feature
2. Distance transform and linear-time distance mapping
3. Distance-based skeletonization
4. Voronoi diagram and Delaunay tessellation
5. Voronoi-skeleton
6. Thinning as an iterative object reduction
7. Thinning algorithms in 2D and 3D
8. Applications

Irodalomjegyzék / Bibliography

T.Y. Kong, A. Rosenfeld (eds.): Topological Algorithms for Digital Image Processing, Machine Intelligence and Pattern Recognition 19, North-Holland, 1996.

C.Y. Suen, P.S.P. Wang (eds.): Thinning methodologies for pattern recognition, Series in Machine Perception and Artificial Intelligence 8, World Scientific, 1994.

R. Klette, A. Rosenfeld: Digital geometry - Geometric methods for digital picture analysis, Morgan Kaufmann Publisher, 2004.

The Voronoi Web Site: <http://www.voronoi.com/>

8. Vinkó Tamás: Network science

Weekly course, in English.

Topics

Introduction, definitions
Mathematics of networks
Metrics, centrality
Structure of networks, degree distribution
Random networks
Models of network formation
Percolation
Optimization models

Bibliography

Mark Newman: Networks - An Introduction, Oxford University Press, 2010

9. Dombi József: Fuzzy elmélet / Fuzzy theory

Tematika

Bevezető előadások:

A mesterséges intelligencia kihívásai.

A tanuló algoritmusok alapvető összefüggései

Az alakfelismerés és a tanulás összekapcsolása.

A fuzzy elmélet szükségessége

1. Halmazhoztartozási függvény

- Nyelvészeti megfontolások
- Tudományelméleti modellek
- Inflation koncepció
- Soft inequality
- Kontexus függő halmazhoztartozási függvény
 - 1. Operátorok
- Einstein
- Hamacher
- Min-max és jellemzése
- Dombi

1. Negáció alakja neutrális értékkel + Trillas
2. DeMorgan azonosság szükséges és elégséges feltétele
3. Neutrális értéktől független DeMorgan azonosság
4. Szigorú monoton operátorok
5. Asszociatív függvényegyenlet és a rendezett csoportok
6. Multiplikatív és additív Pliant koncepció
7. Soft lekérdezések
8. Implikáció
9. Reziduális implikáció és Modus Ponens
10. Súlyozás: „ $x + y - xy$ súlyozása”

- Biszimmetrikus egyenlet

1. Aggregáció

- Aggregáció és neurális hálózat kapcsolata

1. Multiplikatív hasznosság és konjunktív, diszjunktív operátorok
2. Fuzzyság mértéke
3. Fuzzy control:

- Tagaki-Sugeno modell

- Mamdani modell

Topics

Set membership function

Linguistic considerations

Theoretical models

Inflation concept

Soft inequality

Context dependent set membership function

Operators

Einstein

Hamacher

Min-max and characterization

Dombi

Shape of negation with neural values + Trilas

Strict monotone operators

Associative function equation and ordered groups

Multiplicative and Additive Pliant Concept

Soft queries

Implication

Residual implication and Modus Ponens

Weighting: "weighting $x + y - xy$ "

Bisymmetric equation

Aggregation

Relationship between aggregation and neural network

Multiplicative utility and conjunctive, disjunctive operators

Degree of Fuzzy

Bibliography:

- Kóczy L., Tikk D., Fuzzy rendszerek, Typotex Kft, 2000
- Borgulya István, Neurális hálók és fuzzy-rendszerek, Dialóg Campus Kiadó, 1998
- Retter Gyula, Fuzzy, neurális, genetikus és kaotikus rendszerek, Akadémia Kiadó, 2006
- George J. Klir, Bo Yuan: Fuzzy sets and fuzzy logic, Theory and Applications, Prentice Hall, 1995
- J. Fodor, M. Rubens: Fuzzy Preference Modelling and Multicriteria Decision Support, Kluwer Academic Pub., 1994
- Hung T. Nguyen, Michio Sugeno: Fuzzs systems, Modeling and Control, Kluwer Academic Pub., 1998
- Miko Sato, Yoshiharu Sato, Lakhmi C. Jain: Fuzzy Clustering Models and Applications

10. Csendes Tibor: Global Optimization (online)

Motivation, real life global optimization problems, theoretical questions related to GO, reliable solutions, the global optimization problem, problem subclasses, minima and extremal points, classes of global optimization methods, optimization with tolerances, automatic differentiation, its complexity, penalty function, barrier functions, interval arithmetic and its properties, inclusion functions, their properties, implementation of interval methods, interval B&B methods, interval Newton step, Excel solver for nonlinear optimization, Intlab package for Matlab, interval optimization package, clustering multistart global optimization, simplification of global optimization problems, nonlinear transformations.

Bibliography

Bazaraa, M.S., H.D. Sherali, and C.M. Shetty: Nonlinear Programming — Theory and Algorithms, Wiley, 1993.

Bomze, I.M., T. Csendes, R. Horst, and P.M. Pardalos (eds.): Developments in Global Optimization. Kluwer, Dordrecht, 1997.

Csendes, T.: Introduction to Global Optimization. Lecture notes in Hungarian, in preparation, www.inf.u-szeged.hu/~csendes/go.pdf. English language slides at [...goslides.pdf](#)

Dixon, L.C.W., G.P. Szegő (eds.): Towards Global Optimisation. North-Holland, Amsterdam, 1974. Dixon, L.C.W., G.P. Szegő (eds.): Towards Global Optimisation 2. North-Holland, Amsterdam, 1978.

Gill, P. E., W. Murray, M.H. Wright: Practical Optimization. Academic Press, London, 1981.

Hansen, E.: Global Optimization Using Interval Analysis. Marcel Dekker, New York, 1992.

Horst, R., P.M. Pardalos, and N.V. Thoai: Introduction to Global Optimization, Kluwer, Dordrecht, 1995.

R. Baker Kearfott: Rigorous Global search: Continuous Problems. Kluwer, Dordrecht, 1996

Pintér, J.D.: Global Optimization in Action, Kluwer, Dordrecht, 1996.

Ratschek, H., J. Rokne: Computer Methods for the Range of Functions. Ellis Horwood, Chichester, 1984.

Ratschek, H., J. Rokne: New Computer Methods for Global Optimization. Ellis Horwood, Chichester, 1988.

Törn, A., A. Zilinskas: Global Optimization. (Lecture Notes in Computer Science No. 350, G. Goos and J. Hartmanis, Eds.) Springer, Berlin, 1989.

11. Farkas Richárd: **Intelligens ember-gép interfészek / Intelligent human-computer interactions**

Weekly course, in English, when foreign students attend. With extra work for PhD students.

Topics:

- Introduction to Human-Computer Interactions
- Human cognitive processes in HCI
- User experience design
- Sensor-based intelligent systems
- User adaptation
- Recommender Systems
- Conversational AI
- Visual Interfaces
- Human-centric AI, explainable AI
- Security and privacy issues in smart systems

Bibliography: Jacko: Human Computer Interaction Handbook. Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications, Third Edition, CRC Press. 2012