

Doctoral Courses 2023/2024 spring semester

1. Vadai Gergely: Emberi dinamika leírása és modellezése / Modelling human dynamics
2. Ferenc Rudolf, Hegedűs Péter: Programming Language Processing for Code Analysis
3. Békési József: Ütemezési modellek alkalmazásai (csak magyar nyelven)
4. Farkas Richárd: A nyelvtechnológia legújabb trendjei / Recent trends in Natural Language Processing
5. Balogh János: Pakolási algoritmusok (csak magyar nyelven)
6. Pluhár András: Kombinatorikus játékok (csak magyar nyelven)
7. Jelasity Márk: A mesterséges intelligencia legújabb trendjei / Latest trends in artificial intelligence
8. Palágyi Kálmán: Vázkijelölés a képfeldolgozásban (csak magyar nyelven)
9. Dombi József: Fuzzy elmélet alkalmazásai / Applications of fuzzy theory
10. Farkas Richárd: Intelligens ember-gép interfészek / Intelligent human-computer interactions

1. Vadai Gergely: Emberi dinamika leírása és modellezése //Modelling human dynamics

Tematika:

Az olvasókurzus célja a hétköznapi emberi mozgásmintázatok leírásához és modellezéséhez szükséges ismeretanyag feldolgozása a következő könyv fejezeteiből:

M. Karsai, HH. Jo, K. Kaski, Bursty Human dynamics, Springer, 2018.

PDF: <https://arxiv.org/pdf/1803.02580.pdf>

Fejezetek:

- a hatványeloszlással jellemezhető folyamatok leírásához szükséges

matematikai apparátust (Poisson folyamat, Bursty activity, Heavy tailed eloszlások, Hatványeloszlások, Hurst exponens, korreláltság és $1/f$ zaj);

- empirikus megfigyelésekkel kapott adatelemzések eredményeit különböző folyamatok esetén (pl. mobilhívások, internetes aktivitás, mozgás stb.);
- hálózatelméleti leírás módszertanát;
- különböző modelleket, ezekkel elért eredményeket.

A hallgatóknak a könyv egyes részeit kell feldolgozni és az ismeretanyagot prezentálni. A cél a tárgyterület közös feldolgozása és megismerése, mivel a különböző részek különböző háttértudást igényelnek (idősorelemzés, jelfeldolgozás, hálózattudomány, fluktuációk leírása stb.).

Olvasókurzus néhány kontaktórával magyar, igény esetén angol nyelven.

Topics:

The aim of the course is to review the knowledge needed to describe and model everyday human motion patterns in the following chapters of this book:

M. Karsai, HH. Jo, K. Kaski, Bursty Human dynamics, Springer, 2018. PDF: <https://arxiv.org/pdf/1803.02580.pdf>

The chapters summarise:

- the mathematical apparatus needed to describe processes with power distributions (Poisson process, Bursty activity, Heavy tailed distributions, Power distributions, Hurst exponent, correlation and $1/f$ noise);
- the results of data analyses obtained from empirical observations for different processes (e.g. mobile calls, Internet activity, motion, etc.);
- methodology for network theory based descriptions;
- different models and results obtained with them.

Doctoral students will be asked to work through parts of the book and present their knowledge. The aim is to process and learn the subject area together, as the different parts require different background knowledge (time series analysis, signal processing, network theory, description of fluctuations, etc.).

Szakirodalom / Bibliography: M. Karsai, HH. Jo, K. Kaski, Bursty Human dynamics, Springer, 2018.

PDF: <https://arxiv.org/pdf/1803.02580.pdf>

Reading course with consultations in English

2. Ferenc Rudolf, Hegedűs Péter: Programming Language Processing for Code Analysis

Topics:

Natural Language Processing (NLP) uses machine learning to reveal the structure and meaning of human written text. With natural language processing applications, organizations can analyze text and extract information about people, places, and events to better understand social media sentiment and customer conversations. State-of-the-art deep learning models based on NLP achieved huge breakthroughs recently in machine translation, text generation, etc. If NLP is so successful why not use its techniques and tools for analyzing programming languages? In fact, adapting NLP techniques to program source code is a very active research area. Embedding source code using word embedding variants like word2vec to automatically extract numeric features for further machine learning (ML) applications is very popular. In the course, we will overview the most recent advancements in source code representations that aid ML based tasks, like defect prediction or vulnerability detection.

Bibliography:

- Chen, Zimin, and Martin Monperrus. "A literature study of embeddings on source code."
- Alon, Uri, et al. "code2vec: Learning distributed representations of code."
- Alon, Uri, et al. "code2seq: Generating sequences from structured representations of code."
- Bagheri Amirreza and Péter Hegedtis. A Comparison of Different Source Code Representation Methods for Vulnerability Prediction in Python

Normal course in English

3. Békési József: Ütemezési modellek alkalmazásai (csak magyar nyelven)

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

Normál kurzus magyar nyelven

4. Farkas Richárd: A nyelvtechnológia legújabb trendjei / Recent trends in Natural Language Processing

Topics

Understanding neural language models
Prompt-based applications and their limitations
Context-grounded NLP applications
Symbolic and neurosymbolic approaches
Diagnostics of NLP applications

Bibliography: Selected papers from -*ACL and EMNLP.

5. Balogh János, Békési József: Pakolási algoritmusok (csak magyar nyelven)

Leírás:

A ládapakolási feladat változatai (és a rokon pakolási feladatok) általában NP-nehéz kombinatorikus optimalizálási problémák. Emiatt ezek közelítő (approximációs) algoritmusainak vizsgálata került előtérbe a kutatásokban. A legrosszabb eset vizsgálatok esetén az ezt vizsgáló algoritmusok teljesítményének mérése offline esetben az approximációs hányados, online esetben a versenyképességi hányados segítségével történhet. Ezen teljesítménymutatók aszimptotikus változatai elterjedtek, amelyek jobban bevett módszerek, jobban utalnak az algoritmus teljesítményére a legrosszabb esetben.

Megismerünk néhány ládapakolási problémát és megoldási módszert, a feladat különböző változatait az erre adaptált algoritmusokkal, illetve néhány rokon és kitekintésként tárgyalt pakolási problémát és algoritmust. A hangsúly a ládapakolási feladatokon és az online változataikon lesz, de ennek offline változata is szóba kerül, valamint egyes rokon feladatok is: klasszikus approximációs és tipikus online feladatok, hátizsákfeladat, stb.

Tematika:

Szabási feladatok. Lineáris (egészértékű) programozási megfogalmazások.

Approximációs algoritmusok.

Online algoritmusok (tipikus online feladatok).

Ládapakolási feladatok.

Offline és online feladat.

A legrosszabb-eset viselkedés, és az algoritmusok teljesítménymutatói.

Klasszikus online ládapakolási algoritmusok és alsó korlát eredmények. First Fit, Next Fit, Best Fit, és általában az Any Fit család.

Félig online ládapakolási feladatok. First Fit decreasing (FFD).

A ládapakolás változatai és egyéb egzotikus feladatai; elemszámkorlátos pakolás, vektorpakolás, többdimenziós pakolás, változó méretű ládapakolás, ládapakolás túltöltéssel, ládafedés, fekete-fehér, kötegelt és klaszteres ládapakolás, dinamikus ládapakolás, stb. (LIB-pakolás, szcenárió alapú pakolások).

Kapcsolódó hátizsák-problémák.

Kapcsolódó ütemezési problémák; ládanyújtás (bin stretching).

Kitekintés: egyéb pakolási feladatok: Egymást követő négyzetek pakolása, háromszög-pakolás, körpakolás, számsorozatok kupacokba pakolása.

Kötelező és ajánlott irodalom:

- Bernhard Korte and Jens Vygen, Combinatorial Optimization Theory and Algorithms, ISSN 0937-5511, ISBN 978-3-662-21710-8, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2000.
- E.G. Coffman, Jr., M.R. Garey, D.S. Johnson, Approximation algorithms for bin packing: A survey, Approximation Algorithms for NP-hard problems, Boston, 1996, Chapter 2, pp. 46-93.

Magyar nyelvű kurzus

6. Pluhár András: Kombinatorikus játékok (csak magyar nyelven)

Tematika:

Nim típusú játékok, általánosított Slither, Lehman tétele
Pozíciós játékok (hex, Shannon-féle kapcsoló játék, az amőba változatai)
Párosítások, Hales-Jewett tétel, Ramsey és van der Waerden játékok
A súlyfüggvény módszer, Erdős-Selfridge tétel és általánosításai
Gráfokon értelmezett játékok, Hamilton kör, fokszám és átmérő játék
Játékok felgyorsított és újra felhasznált változatai

Irodalomjegyzék / Bibliography

Pluhár András, Kombinatorikus játékok, jegyzet,

Pluhár András, Pozíciós játékok. (in Hungarian) Szigma 3-4 (2007) 111--130

A. Pluhár, The Recycled Kaplansky's Game. Acta Cybernetica 16 (2004) 451--458.

J. Balogh, R. Martin and A. Pluhár, The diameter game. Random Structures and Algorithms Volume 35 (2009) 369--389

A. Csernenszky, R. Martin and A. Pluhár, On the Complexity of Chooser-Picker Positional Games. Integers 11 (2011)

A. London and A. Pluhár, Spanning Tree Game as Prim Would Have Played. Acta Cybernetica 23(3) (2018) 921--927.

letölthetőek: www.inf.u-szeged.hu/~pluhar oldalról

József Beck, Positional games, Combinatorics, Probability and Computing (2005) 14, 649-696.

7. 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.

8. Palágyi Kálmán: Vázkielölés a képfeldolgozásban / Skeletonization in image processing

Tematika

1. A váz meghatározásai és tulajdonságai
2. Távolságtranszformációk és algoritmusai.
3. Vázkielölés 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/>

Reading course with consultation in English.

9. Dombi József: Fuzzy elmélet alkalmazásai / Applications of 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
- Kontexsus függő halmazhoztartozási függvény
- 1. Operátorok
- Einstein
- Hamacher
- Min-max és jellemzése

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

Thematics

Set membership function

Linguistic considerations

Theoretical models

Inflation concept

Soft inequality

Context dependent set membership function

Operators

Einstein

Hamacher

Min-max and characterization

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

MSc kurzus extra teljesítéssel PhD hallgatóknak

angolul ha van legalább 1 magyarul nem tudó hallgató / available in English

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

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