

Doctoral Courses 2020-2021 II. (autumn) semester

Courses in black: only for Hungarian students

Courses in green: for all students

1. Brockhauser Sándor: Modeling Diffraction Experiments with Machine Learning I.
2. Dombi József: Fuzzy elmélet (alapjai, alkalmazása) / Fuzzy theory (and applications)
3. Farkas Richard: Intelligens ember-gép interakciók / Intelligent human-machine interactions
4. Gazdag-Tóth Boglárka, Vinkó Tamás: Advanced Optimization
5. Kelemen András: Számítógépes mérés technika a szilárd gyógyszerformák preformulációs vizsgálatánál
6. Kertész Attila: Bevezetés a Felhő és IoT rendszerekbe / Introduction to Cloud and IoT systems
7. Nyúl László: Fuzzy módszerek a képfeldolgozásban / Fuzzy techniques in image processing
8. Palágyi Kálmán: Digitális topológia és matematikai morfológia / Digital topology and mathematical morphology
9. Tóth László: Beszédfelismerés / Speech recognition
10. Vágvölgyi Sándor: Kvantumszámítás
11. Vinkó Tamás: Kriptovaluták

Brockhauser Sándor: Modeling Diffraction Experiments with Machine Learning I.

For those who have passed the course 'Simulation of Diffraction Experiments'

Topics

Diffraction method is one of the main tools in chemistry for discovering matter at atomic scale. Experiments at Xray facilities aim to follow the changes of the structure during chemical reactions or under changing environmental parameters, like pressure. An immediate feedback during the experiment assumes near-realtime data processing much quicker than solving the physics equations. Models trained by machine learning can give a quick assessment on the status of the experiment. The course reviews the main elements of the diffraction data and the physics model behind. Machine learning technics are evaluated and tested on 1D datasets from powder diffraction experiments.

Literature

Bernhard Rupp, Biomolecular Crystallography, ISBN 978-0-8153-4081-2, Garland Science, 2010.

Holton, J. et al. (2014). FEBS J. 2014 Sep; 281(18): 4046–4060. doi: 10.1111/febs.12922

Diederichs, K. (2017). Acta Crystallographica Section D V73, p4, pp. 286-293. <https://doi.org/10.1107/S2059798317000699>

Zhang, X. et al. (2019). Analytica Chemica Acta 1058, 48-57.

Kulin, M. et al. (2018). IEEE Access v6, 18484-18501. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2818794

Dombi József: Fuzzy elmélet (alapjai, alkalmazása) / Fuzzy theory (and applications)

Weekly course, in English, when foreign students attend.

Topics and literature

<http://www.inf.u-szeged.hu/~dombi/>

Farkas Richard: Intelligens ember-gép interakciók / Intelligent human-machine interactions

Online MSc course (video and reading lectures with consultation). In English, when foreign students attend. PhD students must hold a lecture in the video call.

Tematika

Ember az ember-gép interakciókban
Hardverek az ember-gép interakciókban
Mobil szenzorok
Robotok, önvezető autók
Agyszámítógép
Algoritmikus kihívások
Adaptálódás, perszonalizáció
Ajánló rendszerek
Gépi tanulás nyers adatokból
Aktív-, megerősítéses-, imitation gépi tanulás
Természetes nyelvi interfészek
Vizuális interfészek

Topics

Human in human-machine interactions
Hardware in human-machine interactions
Sensor data
Robotics, self-driving cars
Brain-computer interfaces
Algorithmic challenges
User modelling
Recommendation systems
Machine Learning from raw data
Active-, reinforcement-, imitation machine learning
Natural Language Interfaces
Visual Interfaces

Irodalom / Literature

Jacko: Human Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications (2012)

Gazdag-Tóth Boglárka, Vinkó Tamás: Advanced optimization

The course is planned to be held in traditional (offline) way. Upon request the lectures will be video-streamed.

Topics

- General introduction to linear programming
- Constraint generation
- Column generation
- Modeling tricks
- Branch-and-cut
- Branch-and-price
- Danzig-Wolfe decomposition
- Benders decomposition
- Network simplex algorithm
- Matroid theory
- Total unimodularity

Literature

Slides of the lectures will be provided.

Kelemen András: Számítógépes mérés technika a szilárd gyógyszerformák preformulációs vizsgálatainál

Tematika

1. Szilárd gyógyszerforma fogalma (tabletták, pelletek, kapszulák, filmek), felépítésük. Preformuláció fogalma, jelentősége, preformulációs vizsgálatok (préselhetőség, deformálhatóság, adhézió, duzzadás, hatóanyag kioldódás)
2. Számítógépes mérőrendszer általános felépítése mechanikai erők, elmozdulások valósidejű mérésénél (szenzorok: nyúlásmérő bélyeg, elmozdulás jeladó; analóg-digitális átalakítás: C8051F120 mikrokontroller; jelfeldolgozás: személyi számítógép)
3. A tablettázás során fellépő erők valósidejű mérés technikája, Erőgörbék grafikus megjelenítése, numerikus kiértékelése (inflexiós pontok), tablettázás energia viszonyai.
4. A deformálhatóság és az adhéziós erők valósidejű mérése. Az erő-idő görbéken a törési szakadási pontok meghatározása görbeelemző algoritmussal.
5. Duzzadási erők valósidejű mérés technikája konvencionális és polimer alapú gyógyszerformuláknál. A duzzadás karakterisztikus pontjainak megkeresésre.
6. Hatóanyag kioldódási modellek és ezek illesztése nem lineáris függvényekkel (Levenberg-Marquardt algoritmus)

Irodalom

1. G. Alderborn, C. Nyström: Pharmaceutical Powder compaction technology, Marcel Dekker Inc, 1995, ISBN 0-8247-9376-5
2. Révész Piroska: Gyógyszertechológia - Elméleti jegyzet, JATEPress, 2012
3. <https://www.mccdaq.com/pdfs/anpdf/Data-Acquisition-Handbook.pdf>
4. Kai Qian, David den Haring, Li Cao: Embedded Software Development with C, Springer Science+Business Media, LLC 2009, ISBN 978-1-4419-0605-2
5. Kelemen, András; Buchholcz, Gyula ; Sovány, Tamás ; Pintye-Hódi, Klára: Evaluation of the swelling behaviour of iota-carrageenan in monolithic matrix tablets, JOURNAL OF PHARMACEUTICAL AND BIOMEDICAL ANALYSIS 112 pp. 85-88. , 4 p. (2015)
6. András, Kelemen; Mihály, Gottnek; Géza, Regdon jr; Klára, Pintye-Hódi :New equipment for measurement of the force of adhesion of mucoadhesive films, JOURNAL OF ADHESION SCIENCE AND TECHNOLOGY 29 : 13 pp. 1360-1367. , 8 p. (2015)

Kertész Attila: Bevezetés a Felhő és IoT rendszerekbe / Introduction to Cloud and IoT systems

MSc course with extra work for PhD students. In English, when foreign students attend.

Tematika

Napjainkban a Számítási Felhők egyre nagyobb teret hódítanak az internetes szolgáltatások körében. A felhő infrastruktúra megoldások az elosztott rendszerek területén is megjelentek, és aktív kutatásokat indítottak be az egyszerű webes alkalmazások felhősítésétől a nagy számítási igényű alkalmazások támogatásáig. A legelterjedtebb felhő szolgáltatók (pl. Amazon, Google, IBM) felismerték az új technológiák, így pl. az IoT (Internet of Things - Dolgok Internete) támogatás szükségességét, és rendelkeznek is bizonyos szintű IoT alkalmazásfejlesztő megoldásokkal. Ennek ellenére a különböző megoldások együttműködtetése problémás, és a nagy számú IoT eszközt használó alkalmazások fejlesztése és vizsgálata nehézkes. Az IoT eszközök az általuk mért szenzor adatokat tipikusan egy ún. gateway (átjáró) szolgáltatáshoz küldik, amelyek feldolgozzák, összesítik, tárolják és megjelenítik azokat. Ezen rendszerek alaptulajdonságai, hogy személyes adatokkal is dolgozhatnak, így szintén fontos a felhő-alapú IoT alkalmazásokat érintő európai adatvédelmi szabályozás vizsgálata, és az IoT rendszerek szereplőinek beazonosítása adatvédelmi felelősség szempontjából.

A bemutatásra kerülő főbb témakörök:

- Számítási felhők kialakulása, fajtái, tulajdonságai
- Előzmények: párhuzamos rendszerek, elosztott rendszerek, Gridek, virtualizáció
- Üzleti Felhő megoldások, szolgáltatások, alkalmazások (MS Azure, IBM Cloud, Google Cloud)
- Akadémiai felhő megoldások bemutatása, használata
- IoT rendszerek: kialakulás, elemei, tulajdonságok
- Adatkezelés IoT-Felhő rendszerekben
- IoT-Felhő alkalmazások fejlesztése
- IoT-Felhő rendszerek szimulációja

Topics

Cloud Computing offers on-demand access to computational, infrastructure and data resources operated from a remote source. These services are offered at different Cloud deployment models ranging from the lowest infrastructure level to the highest software or application level. The most popular cloud providers have already realized the need for IoT (Internet of Things) support, and most of them provide reasonably good solutions for IoT application development (e.g. Amazon, Google, IBM). Nevertheless interoperability issues still exist, and applications managing a large number of different IoT devices are hard to develop and evaluate. Sensor data measured by IoT devices are usually sent to a so-called gateway service to process and aggregate data, then they are stored and visualized by the same or another corresponding service. Besides placing sensor data to the Cloud, the IoT systems inherently have capabilities that need to be secured with legal compliance, since sharing and combining data through clouds will increase locations and jurisdictions, where personal data resides.

The material of the course covers the following topics:

- Characterizing Cloud Computing: history, origins, types, properties

- Commercial Cloud solutions and services (MS Azure, IBM Cloud, Google Cloud)
- Academic Cloud solutions and usage
- IoT systems: origins, elements, properties
- Data management in IoT-Cloud systems
- Developing IoT-Cloud applications
- Simulating IoT-Cloud systems

Irodalom/Literature

- J. D. Dombi, A. Kertész, Innovatív felhő technológiák. Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 2015.
- A. Kertész, Characterizing cloud federation approaches. In: Cloud computing: challenges, limitations and R&D solutions. Computer communications and networks. Springer, Cham, pp. 277-296, 2014.
- J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, M. Palaniswami. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems, Volume 29, Issue 7, pp. 1645--1660, September 2013.
- T. Pflanzner, A. Kertész, A taxonomy and survey of IoT cloud applications. EAI ENDORSED TRANSACTIONS ON INTERNET OF THINGS, 3 (12), 2018.

Nyúl László: Fuzzy módszerek a képfeldolgozásban / Fuzzy techniques in image processing

Weekly MSc course with extra tasks for PhD students, in English, when foreign students attend.

Topics

Imperfection is inherently present in most image processing and image analysis problems. It may be in the image data, e.g. due to the acquisition device and process, noise, discretization artifacts, and inhomogeneity of the subject of imaging. On the other hand, in many real life image understanding applications the objectives and the expert knowledge can only be expressed in vague terms. Fuzzy set theory allows formally handling vague terms, and reasoning with degrees of truthfulness and falsehoods. Fuzzy logic is successfully applied in many fields, from control theory to pattern recognition and artificial intelligence. Expert systems, such as those in medical diagnostics also can benefit from fuzzy set theory. Fuzzy image processing is the collection of approaches that represent and process images, their segments and features as fuzzy sets. In this course we cover the basics of fuzzy set theory and fuzzy logic, and discuss, through examples, how fuzzy set representation can be applied in image processing at low-level (pixels), mid-level (image segments), and high-level (objects and scenes) tasks.

Tematika

Fuzzy halmazok, műveletek, fuzzy logika
Fuzzy halmazok tulajdonságai
Fuzzy képfeldolgozó rendszerek felépítése
Fuzzy képjavítási módszerek
Fuzzy éldetektálás és élösszekötés
Fuzzy képszegmentálás (klaszterezés, kNN, c-means)
Fuzzy összefüggőség és változatai, algoritmusai
Fuzzy összefüggőség alkalmazása orvosi képek szegmentálásában

Literature

- James C. Bezdek, James Keller, Rangu Krishnapuram, Nikhil R. Pal: Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing, Kluwer Academic Publishers, 1999.
- Scientific papers

Palágyi Kálmán: Digitális topológia és matematikai morfológia / Digital topology and mathematical morphology

Weekly course in Hungarian (Wednesday 12:00-13:30). Reading course for foreign students, with consultations.

Tematika

1. Digitális képek, szomszédságok, Jordan tétel
2. Topológiai jellemzők, lyukak 3D-ben
3. Képművelet, addíció, redukció, topológia-megőrzés, topológiai mag
4. Egyszerű pontok 2D-ben és 3D-ben
5. Topológia-megőrző párhuzamos redukciók
6. Erózió, dilatáció, nyitás, zárás, morfológiai szűrés
7. Határkivonás, régiófeltöltés, komponenskivonás, vázkijelölés
8. Hit-or-miss transzformáció, vékonyítás, vastagítás, váztisztítás, konvex burok
9. Morfológiai műveletek többszintű képeken

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

Topics

1. Digital pictures, neighborhoods, Jordan theorem
2. Topological descriptors, tunnels in 3D
3. Operators, addition, reduction, topology-preservation, topological kernels
4. Simple points in 2D and 3D
5. Topology-preserving parallel reductions
6. Erosion, dilation, opening, closing, morphological filtering
7. Boundary extraction, region filling, extraction of connected components, morphological skeletons
8. Hit-or-miss transformation, thinning, thickening, pruning, convex hull
9. Morphological operators in grey-scale images

Irodalom/Literature

- R. Klette, A. Rosenfeld: Digital geometry - Geometrical methods for digital picture analysis, Elsevier - Morgan Kaufmann Publishers, 2004.
- E.R. Dougherty, R.A. Lotufo: Hands-on morphological image processing, SPIE Press, 2003.

Tóth László: Beszédfelismerés / Speech recognition

Weekly MSc course with extra tasks for PhD students.

Tematika

1. Az emberi beszédkommunikáció fő tulajdonságai. Felismerőrendszerek képességeinek fő szempontjai.
2. Az emberi beszédkeltes hagyományos modellje.
3. A hallás működése, fő tulajdonságai.
4. Jellemzőkinyerési technikák.
5. Dinamikus idővetemítés.
6. A rejtett Markov-model (HMM) definíciója és működése.
7. HMM-ek alkalmazása a beszédfelismerésben.
8. A HMM paraméterszámának csökkentését célzó technikák, folyamatos beszéd felismerése HMM-mel.
9. Neuronhálók a beszédfelismerésben.
10. A természetes nyelvi feldolgozás fő problémái.
11. A természetes nyelvek fő statisztikai tulajdonságai.
12. Morfológiai elemzés és szófaji egyértelműsítés.
13. Sztochasztikus modellek jóságának illetve bonyolultságának mérése.
14. N-gram nyelvi modellek
15. P-CFG es fáskamra alapú módszerek a nyelvi modellezésben.

Topics

1. The basic factors of human speech communication. The main properties of automatic speech recognition systems.
2. The classic model of human speech production.
3. The main properties of human hearing.
4. Feature extraction methods for speech recognition.
5. Dynamic time warping.
6. Hidden Markov Models - the mathematics.
7. Hidden Markov Models - application to speech recognition.
8. Hidden Markov Models - sophisticated techniques for the recognition of continuous speech.
9. Neural networks in speech recognition.
10. The main issues of statistical natural language processing.
11. The main statistical properties of natural languages.
12. Morphological modeling and part-of-speech tagging.
13. Measuring the complexity and quality of stochastic language models.
14. N-gram language models.
15. P-CFG and treebank-based language modeling methods.

Irodalom/Literature

1. Huang, Acero, Hon: Spoken Language Processing, Prentice Hall, 2001
2. Dong You, Li deng: Automatic Speech Recognition - A Deep Learning Approach, Springer, 2015

Vágvölgyi Sándor: Kvantumszámítás

Szakirányos tárgy, PhD hallgatók extra feladatot kapnak: a kurzus során kijelölünk számukra egy-egy kvantum algoritmust, amit ők önállóan feldolgoznak, és a kurzuson előadnak.

Tematika

Kvantummechanikai jelenségek.

Vektortér, n-dimenziós Euklideszi vektortér, n-dimenziós Hilbert tér, tenzor szorzat, kvantum operátor, fizikai változók mérése, qbit, a qbit reprezentációja, megmérése, fizikai megvalósítása, két qbit összefonódása.

Ismeretlen kvantum állapotot nem lehet klónozni.

Kvantum kapu, Hadamard kapu, Fredkin kapu, Toffoli kapu, kvantum áramkör.

A kvantum számítógép matematikai modellje, a kvantum Turing gép.

Kvantum algoritmusok, Deutsch problémája, kvantum Fourier transzformáció, Shor algoritmus a prímtényezős felbontás megtalálására, a rejtett részcsoport megtalálása.

Kvantum teleportálás

Irodalom

Budó Ágoston, Mátrai Tibor, Kísérleti fizika III, Tankönyvkiadó, Budapest, 1980.

Mika Hirvenselo, Quantum Computing, Springer-Verlag, Berlin, 2003.

Sándor Imre, Ferenc Balázs, Quantum Computing and Communications An Engineering Approach, John Wiley & Sons, 2004.

A. Yu. Kitaev, A. H. Shen, M. N. Vyalyi, Classical and Quantum Computation, American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, USA, 2002.

Dan C. Marinescu, Gabriela M. Marinescu, Approaching Quantum Computing, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 2005.

Marx György, Kvantummechanika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1971.

Nagy Károly, Kvantum-Mechanika, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.

Neumann János, A kvantummechanika matematikai alapjai, Akadémia Kiadó, Budapest, 1980.

M. A. Nielsen, I. L. Chuang, Quantum Computing and Quantum Information, Cambridge University Press, 2000.

Colin P. Williams, Explorations in Quantum Computing, 2nd edition: Springer-Verlag 2011.

Vinkó Tamás: Kriptovaluták

MSc kurzus heti rendszerességgel, online formában. Doktoranduszoknak a többletmunka, hogy előadást kell tartaniuk kapcsolódó témakörökből.

Tematika

A kurzus bevezetést nyújt a kriptovaluták izgalmas világába, elsősorban a Blockchain technológia és az erre épülő Bitcoin rendszer tanulmányozásával. Az előadáson az elméleti alapokról lesz szó, tehát nem a programozáson lesz a fő hangsúly. Befektetési tanácsadás sem lesz.

A tárgyalt témakörök a következők:

- Bevezetés - kriptográfia és kriptovaluták
- Hogyan lesz a Bitcoin decentralizált?
- Bitcoin mechanizmusai
- Bitcoin tárolása és használata
- Bitcoin bányászat
- Alternatív bányászati feladványok
- Altcoin rendszerek

Irodalom

- A. Narayanan et al. BitCoin and Cryptocurrency Technologies, Princeton University Press, 2016, ISBN 9780691171692
- A. Antonopoulos. Mastering Bitcoin, O'Reilly, 2014. ISBN 978-1-449-37404-4
- M.Swan. Blockchain, O'Reilly, 2014. ISBN 978-1-491-92049-7