

Doctoral Courses 2021-2022 I. (fall) semester

Courses in black: only for Hungarian students

Courses in green: for all students

1. Vágvölgyi Sándor: Kvantumszámítás
2. **Palágyi Kálmán: Digitális topológia és matematikai morfológia / Digital topology and mathematical morphology**
3. Gazdag-Tóth Boglárka, Vinkó Tamás: Optimalizálás felsőfokon
4. Balázs Péter: Képrekonstrukció
5. **Nyúl László: Fuzzy módszerek a képfeldolgozásban / Use of Fuzzy methods in image processing**
6. **Dombi József: Fuzzy elmélet alkalmazásai / Fuzzy theory**
7. Beszédes Árpád, Ferenc Rudolf, Siket István: Objektum vezérelt rendszerek tervezése
8. **Kertész Attila: Bevezetés a Felhő és IoT rendszerekbe / Introduction to Cloud and IoT systems**
9. Vinkó Tamás: Hálózatok és lineáris algebra

1. Vágvölgyi Sándor: Kvantumszámítás (csak magyar nyelven)

kurzus felelős előadója: dr. Vágvölgyi Sándor

kurzus címe: Kvantumszámítás

kurzus angol címe: Quantum computing

szakirányos tárgy kódja: IMN254e-1

PhD kurzus kódja: IDPT104-Kvant-1

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

Ajánlott 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.

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

Weekly course in Hungarian. 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 kaufman Publishers, 2004.
- E.R. Dougherty, R.A. Lotufo: Hands-on morphological image processing, SPIE Press, 2003.

3. Gazdag-Tóth Boglárka, Vinkó Tamás: Optimalizálás felsőfokon (csak magyar nyelven)

Tematika:

Az (egészértékű) lineáris programozás, mint modellezési eszköz számos esetben hatékony megoldást és mély megértést szolgáltat gráfelméleti/hálózat kutatási problémákhoz. Az utóbbi évtizedekben számos olyan megoldási módszert javasoltak a szakirodalomban, amelyeket aztán egyre többször látni a tudományos cikkekben, alkalmazásokban. Ezen módszerek jelentős része, idő hiányában, már kimarad a kötelező és szakirányos kurzusok tematikájából. Az Optimalizálás Felsőfokon kurzus így ezt a hiányt pótolja.

Tervezett tematika:

Feltétel generálás

Oszlop generálás

Modellezési trükkök

Branch-and-cut

Branch-and-price

Danzig-Wolfe dekompozíció

Benders dekompozíció

Hálózati szimplex algoritmus

Matroidok

Totális unimodularitás

Szakirodalom:

- Jünger, Michael, et al., eds. 50 Years of integer programming 1958-2008: From the early years to the state-of-the-art. Springer Science & Business Media, 2009.

- Sierksma, Gerard, and Yori Zwols. Linear and integer optimization: theory and practice. Chapman and Hall/CRC, 2015.

A PhD hallgatóknak a félév végi (szóbeli) vizsga mellett egy szabadon választott cikkből is kell referálni.

4. Balázs Péter: Képrekonstrukció (Image Reconstruction)

MSc kurzus heti rendszerességgel (H:13:00-15:00, IR-012-3 - Irinyi 012 képfeldolgozó labor), doktoranduszoknak többletkövetelményekkel, magyar nyelven.

Tematika:

Képek, vetületek, rekonstrukció, rekonstrukciós probléma.

Vetület-szelet tétel, analitikus rekonstrukciós módszerek, konvolúciós rekonstrukció.

Algebrai rekonstrukciós technikák.

Valószínűségi módszerek.

3D rekonstrukció.

CT, SPECT, PET berendezések működési elve és az alkalmazott rekonstrukciós módszerek.

A CT ipari és egyéb alkalmazásai.

Diszkrét tomográfia és alkalmazásai.

Irodalom:

Balázs Péter: Képrekonstrukció, Typotex, 2011

G.T. Herman: Fundamentals of Computerized Tomography: Image Reconstruction from Projections, 2nd edition, Springer, 2010

G.T. Herman, A. Kuba: Discrete Tomography: Foundations, Algorithms, and Applications, Birkhauser, 1999

G.T. Herman, A. Kuba: Advances in Discrete Tomography and Its Applications, Birkhauser, 2007

A.C. Kak, M. Slaney: Principles of Computerized Tomographic Imaging, IEEE Press, New York, 1999

A. Markoe: Analytic Tomography, Cambridge University Press, 2006

5. Nyúl László: "Fuzzy módszerek a képfeldolgozásban"

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

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.

Irodalom:

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

6. Dombi József: Fuzzy elmélet alkalmazásai

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

Thematics

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

7. Beszédes Árpád, Ferenc Rudolf, Siket István: Objektum vezérelt rendszerek tervezése (Object Oriented Systems Design)

Tematika:

Objektumorientált paradigma, modellezés.

Objektumorientált analízis és tervezés.

Objektumorientált tervezési minták. Mintaleírások elemei.

Gamma-féle katalógus áttekintése. Minták közötti kapcsolatok. Minták kiválasztása és használata.

Gyártási minták részletes bemutatása.

Szerkezeti minták részletes bemutatása.

Viselkedési minták részletes bemutatása.

Egyéb tervezési minták. Ellenminták (AntiPatterns).

Unified Modeling Language használata. Modellezési tippek, trükkök.

Tipikus topológiák.

Objektumorientált rendszerek minőségének javítása. Refactoring.

Minták és ellenminták validálása valós rendszereken.

Minták és ellenminták felismerésére alkalmas algoritmusok fejlesztése.

Beazonosítás ("bad smell"-ek), végrehajtás, eszköztámogatás.

Kapcsolat folyamatokkal.

Az objektumorientáltságon túl: egyéb paradigmák.

- a szakirodalom,

Vég Csaba: Alkalmazásfejlesztés a UML szabványos jelöléseivel. Logos 2000, 1999.

T. Quatrani: Visual Modeling with Rational Rose and UML.

Addison-Wesley, 1998.

M. Fowler, K. Scott: UML Distilled, second edition. Addison-Wesley, 1999.

OMG Unified Modeling Language Specification, version 2.0. Object Management Group, 2004.

E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns Elements

of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, 1995.

E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Programtervezési minták
Újrahasznosítható elemek objektumközpontú programokhoz. Kiskapu, 2004.

M. Fowler: Refactoring - Improving the Design of Existing Code.
Addison-Wesley, 1999.

W. J. Brown, R. C. Malveau, H. W. McCormick, T. J. Mowbray:
AntiPatterns - Refactoring Software, Architectures, and Projects in
Crisis. John Wiley & Sons, 1998.

8. Kertész Attila: Bevezetés a Felhő és IoT rendszerekbe (Introduction to Cloud and IoT systems)

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 számú 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, Gridok, 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

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

Bibliography: :

- 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.

9. Vinkó Tamás: Hálózatok és lineáris algebra (magyar nyelven) ÚJ TÁRGY!

- a tárgy angol címe: Networks and linear algebra

- a tematika:

A hálózattudományt és a lineáris algebrát a szomszédsági mátrix

fogalma kapcsolja szorosan egymáshoz. Az elmúlt években egyre nagyobb

figyelmet kaptak a hálózattudományban és gráfelméletben felmerülő problémák, valamint azokra adott algoritmikus megoldások átfogalmazásai a lineáris algebra nyelvére. A kurzus célja, hogy bemutassa a gráfelméleti eredetű feladatokra a lineáris algebra számítástudományi szempontból is érdekes eszközeit, úgy mint ritka mátrixok és azok reprezentációi, mátrix-faktorizációs eljárások, különböző félgűrű struktúrák használata, eliminációs módszerek, és így tovább.

- Alapfogalmak: gráfok, mátrixok, lineáris műveletek, félgűrűk, ritka mátrix műveletek
 - Lineáris algebrai jelölések
 - Összefüggő komponensek és minimális utak
 - Ritka mátrixok részletei
 - Vektor-alapú megközelítéssel: szétválasztás keresés, erősen összefüggő komponensek, független halmazok, partícionálás
 - Gráfok generálása: egyenletesen véletlen, hatványfüggvény gráfok
 - Legrövidebb út, minimális feszítőfa lineáris algebrai leírása
 - Közöttiségi központosság lineáris algebrai leírása
 - Kronecker gráfok
 - Ritka mátrixok implementálása gráf algoritmusokhoz
- a szakirodalom:
- J Kepner and J Gilbert, eds. Graph algorithms in the language of linear algebra, SIAM, 2011.
 - J Kepner, GraphBLAS Mathematics, 2017

A PhD hallgatók számára a félév végi (szóbeli) vizsga mellett kötelező egy szabadon választott cikkből referálni.

