

# Doctoral Courses

## 2022-2023 I. (fall) semester

Courses in black: only for Hungarian students

**Courses in green: for all students**

### **Nyúl László: Fuzzy módszerek a képfeldolgozásban / Fuzzy Methods in Image Processing**

#### **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 / 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.
- Szakmai folyóirat cikkek / Scientific papers

## 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 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.

## 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

- 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: Fuzzy systems, Modeling and Control, Kluwer Academic Pub., 1998
- Miko Sato, Yoshiharu Sato, Lakhmi C. Jain: Fuzzy Clustering Models and Applications

## **Dombi József: Fuzzy logika, többtényezős döntési eszközök, interpretálható neurális hálózatok / Fuzzy logic, multicriteria decision tools, explainable neural networks**

### **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)



## Kató Zoltán: Computer vision

### Tematika

A kurzus célja a számítógépes látás elméletének és gyakorlatának megismertetése a hallgatókkal. A számítógépes látás az emberi látás azon funkcióit valósítja meg, amelyek a retinai kép elemzését végzik. Ezek elsősorban a képi tartalom értelmezésére irányulnak: a látott képből következtet az objektumok 3D alakjára (felületrekonstrukció), az objektumok térbeli elhelyezkedésére, egymáshoz való viszonyára (mélységi információ kinyerése), illetve több, időben egymást követő képből a mozgás érzékelése és a mozgó objektumok követése.

- Bevezetés - az emberi és a számítógépes látás kapcsolata
- A látás modelljei (Marr, Gestalt szabályok)
- Kamera geometria, 3D -> 2D leképezés paraméterei
- Felületrekonstrukció egyetlen kép segítségével 1.: árnyalat alapú módszerek
- Felületrekonstrukció egyetlen kép segítségével 2.: textúra alapú módszerek
- Mozgás mérése, Optical Flow kiszámítása
- A mozgás mint tranzformáció: Parametrikus mozgás modellek
- Mozgáskövetés
- Video mozaikok
- Sztereo látás, epipolár geometria, Essential Matrix, Fundamental Matrix
- 3D rekonstrukció egy képpárból
- 3D rekonstrukció több képpárból
- Fotometriai sztereo, mozgás alapú rekonstrukció
- 3D rekonstrukció és virtuális nézetek generálása

A gyakorlatok anyaga az előadáson elhangzott algoritmusok gyakorlati alkalmazása.

### Szakirodalom

A kurzus anyagának megértéséhez az alábbi szakirodalom ajánlott:

- [Kató Zoltán, Czúni László: Számítógépes látás, Typotex Kiadó, 2011.](#)
- [R. I. Hartley and A. Zisserman, \*Multiple View Geometry in Computer Vision\*. Cambridge University Press, 2004.](#)
- [Yi Ma, Stefano Soatto, Jana Kosecka, and Shankar Sastry, \*An Invitation to 3-D Vision\*. Springer Verlag, 2003.](#)
- [Olivier Faugeras, \*Three Dimensional Computer Vision: A Geometric Viewpoint\*. MIT Press, 1996.](#)
- David Marr, *Vision*. Freeman Publishers, 1982

A legfrisebb tudományos eredmények is folyamatosan bekerülnek a kurzus anyagába. Ezek az alábbi folyóiratokban jelennek meg:

- [IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence](#)
- [International Journal of Computer Vision](#)
- [IEEE Transactions on Image Processing](#)

Online segédanyagok, könyvek, jegyzetek, amelyek a kurzus anyagának megértését segítik:

- [Marc Pollefeys, \*Visual 3D Modeling from Images\*. Tutorial Notes, University of North Carolina - Chapel Hill, USA, 2002. \(pdf\)](#)
- [Mubarak Shah, \*Fundamentals of Computer Vision\*. University of Central Florida, Orlando, USA, 1997.](#)
- [William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, and Brian P. Flannery: \*Numerical Recipes in C\*. Cambridge University Press, 2002.](#)
- [Stan Birchfield: \*An Introduction to Projective Geometry \(for computer vision\)\*. Stanford University, USA, 1998. \(pdf\)](#)

## **Gazdag-Tóth Boglárka, Vinkó Tamás: Optimalizálás felsőfokon**

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.

## Vinkó Tamás: Hálózatok és lineáris algebra

### 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: széltében keresés, erősen összefüggő komponensek, független halmazok, partíciónálás
- 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

### 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.

## **Mingesz Róbert: Szoftver definiált rádiófrekvenciás eszközök és alkalmazásaik**

### **Tematika**

RF jelfeldolgozás és mérés technika alapjai

Szoftver definiált rádiófrekvenciás eszközök (SDR)

LabVIEW Communications toolkit használata

Az NI USRP platform felépítése, használata

Különböző RF modulációs technikák elmélete és megvalósítása

Valós idejű RF jelfeldolgozás, RF HIL rendszerek

## Gingl Zoltán: Zajok és fluktuációk fizikai rendszerekben

### A témáról

Mivel a véletlenszerű jelenségek előfordulását a természet alapvető sajátosságának tekinthetjük, kitüntetett szerepük van a fizikában és más tudományterületeken is. Az igen széles körben előforduló véletlen fluktuációkat gyakran az információszerzést gátló tényezőként tartják számon, a modern tudományos módszereknek köszönhetően azonban ma már információforrásként is használhatók. A zaj elnevezés alatt fizikában nem az akusztikus zajt értjük, hanem sokkal általánosabban a jelekben előforduló véletlenszerű ingadozásokat nevezzük így. A zajelemzési módszerek nagyon hatékonyá váltak a modern digitális jelfeldolgozási módszereknek köszönhetően, és a zajkutatók eredményeit sikerrel alkalmazzák más területeken is, például a telekommunikációban és orvostudományban is.

### Tematika/tételsor

1. Általánosságban a zajokról, kutatásukról, alkalmazási lehetőségekről
2. Matematikai leírás, valószínűségelméleti alapok, mennyiségek. Időtartománybeli és spektrális leírás
3. Zajok mérése. Analóg és digitális mérési módszerek. Információszerzés és zajcsökkentési módszerek
4. A zajok osztályozása különböző tulajdonságaik, fizikai modelljeik alapján. Termikus zaj,  $1/f$  zaj és más fontosabb zajtípusok.
5. Zajok modellezése. Analóg modellezési módszerek. Zajok előállítása analóg módszerekkel. Numerikus módszerek: pszeudovéletlen számok, zajgenerálás, Monte-Carlo-szimulációk. Differenciálegyenletek numerikus megoldása
6. Zajok információforrásként. Véletlen gerjesztések, korrelációs sebességmérés. Fluktuációk orvosi jelekben: EKG-, vérnyomás- és légzésjel, időtartománybeli statisztikai analízis, frekvenciatartománybeli analízis, a szívritmus és a vérnyomás összefüggései, diagnosztikai alkalmazások
7. Sztochasztikus rezonancia. A sztochasztikus rezonancia fogalma. A jel-zaj viszony definíciói. Sztochasztikus rezonancia az éghajlatváltozásokban. A kettős potenciálvölgy általánosított modellje. Sztochasztikus rezonancia biológiai rendszerekben. Jel-zaj viszony erősítés sztochasztikus rezonanciával
8. *Dithering*. A fogalom eredete. Digitalizálási alkalmazások. Képmegjelenítési alkalmazások
9. Zaj által segített gázdetektálás (*Fluctuation Enhanced Sensing*). (Zajok keletkezése a gázszenzorokban, alacsony zajú erősítők, PCA)
10. Az  $1/f$  zaj tulajdonságai
11. Zajok további alkalmazásai

### Referenciák, segédanyagok

- [részletes tartalomjegyzék, letölthető dokumentumok](#)
- [magyar nyelvű jegyzet](#)
- [a zajcsoport publikációi a témában](#)

- A zajok modellezése
  - [Kivetített változat](#)
  - [Nyomtatható változat](#)
- Zajok információforrásként
  - [Kivetített változat](#)
  - [Nyomtatható változat](#)
- Sztochasztikus rezonancia
  - [Kivetített változat](#)
  - [Nyomtatható változat](#)
- Dithering
  - [Kivetített változat](#)
  - [Nyomtatható változat](#)
- További előadások
  - [Noise.mr.1.ppt](#)
  - [Noise.mr.2.ppt](#)
  - [Noise.mr.3.ppt](#)
  - [Noise.mr.4.ppt](#)

## Vágvölgyi Sándor: Kvantumszámítás

### 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.

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



## Beszédes Árpád, Gergely Tamás: MI Rendszerek Tesztelése / AI Systems Testing

### Tematika

- MI alapok: áttekintés, minőségi jellemzők, gépi tanulás, az adat, funkcionális teljesítmény mérése, neurális háló
- MI alapú rendszerek tesztelése
- Minőségi jellemzők tesztelése
- Módszerek MI alapú rendszerek tesztelésére
- Tesztkörnyezetek
- MI használata a tesztelésben

### Topics

- AI basics: overview, quality characteristics, machine learning, the data, measuring functional performance, neural networks
- Testing AI-based systems
- Testing quality characteristics
- Methods for testing AI-based systems
- Test environments
- Using AI in testing

### Szakirodalom/ Literature:

- International Software Testing Qualifications Board: Certified Tester AI Testing (CT-AI) Syllabus Version 1.0. 2021. October 1.

<https://www.istqb.org/certifications/artificial-intelligence-tester>

- Riccio, V. et al, Testing Machine Learning based Systems: A Systematic Mapping.

Empirical Software Engineering, 25, pages 5193–5254 (2020).

- Harman, The Role of Artificial Intelligence in Software Engineering.

In First International Workshop on Realizing AI Synergies in Software Engineering (RAISE), pp. 1-6. IEEE, June 2012.

## **Kelemen András, Kiss Ádám: HAM rádió ismeretek és alkalmazásai**

### **Leírás:**

Napjaink állandó részét képezik a vezeték nélküli és kommunikációs rendszerek, azonban ez nem volt mindig így. A rádiózás feltalálása után egy világméretű közösség fektette le a ma használt technológiák alapjait a fizikai törvények és saját talányosságuk alapján. A részben technológiai történeti, részben teljes áttekintést nyújtó tárgy célja a rádiózási ismeretek és készségek átadása, valamint az átlag polgárok számára nem elérhető lehetőségek bemutatása. A tárgy teljesítése esetén egy plusz vizsgával (az NMHH-nál) nemzetközi rádióamatőr engedély szerezhető.

A tárgy első hét hete döntően elméleti ismeretek elsajátításáról szól, míg a második fele döntően gyakorlati elemekkel foglalkozik.

### **Tematika:**

Maxwell egyenletek, elektromágneses hullámok, hullámterjedés, rezgőkör, antenna, antennatípusok, modulációk (AM, FM), rádióadó és vevő felépítése, Szűrő-körök, teljesítményillesztés, erősítők, szuperheterodin elv, digitális modulációk, szoftverrádiók, műholdvételek, mérés technika, rádióamatőr jogi és forgalmazási ismeretek

## Horváth Tamás: Válogatott fejezetek az adattudomány területéről / Selected Topics of Data Science

Block course between 2022.10.10. - 2022.10.14.

### Topics

#### 1. computational learning theory

- the online mistake bound model
- the PAC model

#### 2. data streams

- the Bloom Filter
- the Misra-Gries algorithm
- the Lossy Counting algorithm
- the Count-Min Sketch
- the Flajolet-Martin algorithm
- the AMS Sketch
- graph streams

#### 3. nearest neighbor search

- exact and approximate nearest neighbor search
- dimensionality reduction: The Johnson-Lindenstrauss theorem
- locality sensitive hashing
- document deduplication

#### 4. the Erdős-Rényi random graph model (tentative)

### Literature

- N. Alon, Y. Matias, and M. Szegedy: The Space Complexity of Approximating the Frequency Moments. *Journal of Computer and System Sciences*, 58, 137--147, 1999.
- A. Blum, J. Hopcroft, and R. Kannan: *Foundations of Data Science*. Cambridge University Press, 2020.
- S. Dasgupta and A. Gupta: An elementary proof of a theorem of Johnson and Lindenstrauss. *Random Structures and Algorithms* 22(1):60-65, 2003.
- S. Har-Peled, P. Indyk, and R. Motwani: Approximate Nearest Neighbor: Towards Removing the Curse of Dimensionality. *Theory Comput.* 8(1): 321-350, 2012.
- M.J. Kearns and U. Vazirani: *An Introduction to Computational Learning Theory*. MIT Press, 1994.
- J. Leskovec, A. Rajaraman, and J.D. Ullman: *Mining of Massive Datasets*. Cambridge University Press, 2014.

- A. McGregor: Graph stream algorithms: A survey. SIGMOD Rec. 43(1): 9--20, 2014.
- M. Mitzenmacher and E. Upfal: Probability and Computing: Randomized Algorithms and Probabilistic Analysis. Cambridge University Press, 2005.

## Milos Stojakovic: Positional games

Block course between 2022.10.10. - 2022.10.13.

### Topics

Our goal is to introduce some basic concepts and notions, and in particular two most popular types of Positional games. Maker-Breaker, and Avoider-Enforcer games. The biased games and a the concept of threshold bias will be thoroughly described, with examples of standard positional games, like Connectivity Game, Perfect Matching Game, Hamiltonicity Game and Fixed Graph Game.

### Literature

<http://www.math.tau.ac.il/~krivelev/teaching/PosGames/PG.html>