



## ADATTUDOMÁNY MESTERKÉPZÉSI SZAK (2026)

### *képzési és kimeneti követelményei*

1. **A mesterképzési szak megnevezése:** adattudomány (Data Science)
2. **A mesterképzési szakon szerezhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése:**
  - végzettségi szint: mester- (magister, master; rövidítve: MSc-) fokozat
  - szakképzettség: okleveles adattudós
  - a szakképzettség angol nyelvű megjelölése: Data Scientist
3. **Képzési terület:** informatika
4. **A mesterképzésbe történő belépésnél előzményként elfogadott szakok:**
  - 4.1. **Teljes kreditérték beszámításával vehető figyelembe** az informatika képzési területről a programtervező informatikus, a mérnökinformatikus, a gazdaságinformatikus, a természettudomány képzési területről a biotechnológia alapképzési szak.
  - 4.2. **A 9.3. pontban meghatározott kreditek teljesítésével elsősorban számításba vehető:** a természettudomány képzési területről a matematika a fizika alapképzési szak.
  - 4.3. **A 9.3. pontban meghatározott kreditek teljesítésével vehetők figyelembe továbbá** azok az alapképzési és mesterképzési szakok, illetve a felsőoktatásról szóló 1993. évi LXXX. törvény szerinti szakok, amelyeket a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek összevetése alapján a felsőoktatási intézmény kreditátviteli bizottsága elfogad.
5. **A képzési idő félévekben:** 4 félév
6. **A mesterfokozat megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma:** 120 kredit.
  - a szak orientációja: kiegyensúlyozott (40-60 százalék)
  - a diplomamunka készítéséhez rendelt kreditérték: 30 kredit;
  - a szabadon választható tantárgyakhoz rendelhető minimális kreditérték: 6 kredit;
7. **A szakképzettség képzési területek egységes osztályozási rendszere szerinti tanulmányi területi besorolása:** 481/0612
8. **A mesterképzési szak képzési célja és a szakmai kompetenciák**

A képzés célja olyan informatikai szakemberek képzése, akik képesek a különféle adattípusok sajátosságainak és a komplex adathalmazok struktúrájának megértésére, a közöttük lévő kapcsolatok felismerésére, a nyers adatok szükséges transzformációs lépéseinek alkalmazására, a következtetések levonására és a való világ folyamatainak modellezésére. Felkészültek tanulmányaik doktori képzésben történő folytatására.

### 8.1. Az elsajátítandó szakmai kompetenciák

#### 8.1.1. Az adattudós

##### a) tudása

- Ismeri az adattudomány szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, etikai, adatbiztonsági, matematikai, statisztikai fogalmakat, a programozási elveket és összefüggéseket, különösen az adattípusokat,

reprezentációkat, az átalakítási és optimalizációs eljárásokat, a többváltozós statisztika, a gépi tanulás elveit.

- Tisztában van az elemzéshez, modellezéshez használt aktuális technológiák működésével és képes azok valós körülmények között történő alkalmazására nagy mennyiségű adat esetében is.
- Ismeri a nagymennyiségű adatok tárolására, feldolgozására és vizualizációjára szolgáló technikákat, tisztában van az egyes eszközrendszerek tulajdonságaival.
- Ismeri az adattudomány főbb alkalmazási területeit, az ezekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait.
- Összefüggéseket tud teremteni az egyes adattípusok között, képes az adatok transzformációján alapuló információkinyerésre és feladatmegoldásra multidiszciplináris környezetben is.
- Az angol nyelvtudása eléri a képzéshez, az angol nyelvű szakirodalom megismeréséhez, a szakszöveg megértéshez, feldolgozásához és a szakképzettséggel ellátható szakmai feladatok elvégzéséhez, valamint a folyamatos szakmai önképzéshez szükséges szintet.
- Átfogó ismeretekkel rendelkezik az adatkezelés, elemzés, modellezés szabályozási kérdéseiről, problémáiról, beleértve a jogi és etikai vonatkozásokat is.
- Ismeri az informatikai biztonság területeit.

#### **b) képességei**

- Képes a különböző tudományágakban megjelenő komplex osztályozási, modellezési, előrejelzési problémák formalizálására, a szükséges elméleti és gyakorlati módszerek meghatározására és azok megoldására.
- Képes az előírt feladathoz tartozó nyers adat transzformációs lépéseinek megalkotására.
- Képes az adatokat kontextusba helyezve más információkkal összekapcsolni, egyesítve különböző modalitásokat.
- Ismeri az adatelemek közötti függőségi viszonyokat és az adatok strukturálhatóságát, típusait. A technológia változása esetén képes az adatelemzési stratégiát a technológiától függetleníteni.
- Képes hatékonyan együttműködni az adattudományhoz kapcsolódó, a feldolgozandó, elemzést igénylő adatokat előállító tudományterületek képviselőivel.
- Képes nagy mennyiségű adat hatékony vizualizációjára, az eredmények interpretálására.
- Képes a rutinproblémák felismerésén és megoldásán túl eredeti ötleteket felvetni.
- Szakmai irányítás mellett képes önálló tudományos kutatómunkát végezni.
- Anyanyelvén kívül legalább angol nyelven képes szóban és írásban szakmai eszmecserét folytatni, eredményeket bemutatni és értelmezni, jelentéseket készíteni, szakmai anyagokat feldolgozni.
- Munkája során vizsgálja a kutatási, fejlesztési és innovációs célok kitűzésének lehetőségét és törekszik azok megvalósítására.

#### **c) attitűdje**

- Figyelemmel kíséri az adattudomány és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint mesterséges intelligenciával kapcsolatos legújabb eredményeit és törekszik arra, hogy ezeket saját fejlődésének szolgálatába állítsa.

- Tiszteletben tartja és munkája során figyelembe veszi az övétől eltérő véleményeket, kizárólag a szakmai érvekkel történő meggyőzést tartja elfogadhatónak.
- Hitelesen képviseli szakmáját és mutatja be munkájának eredményeit.
- Elkötelezett a környezettudatos magatartás közvetítése és megvalósítása iránt.

#### **d) autonómiája és felőssége**

- Nagy figyelmet fordít feladatainak precíz elvégzésére és a határidők pontos betartására, illetve betartatására.
- Alkalmas mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként elemzői, modellezői és egyéb, az adattudománnyal kapcsolatos feladatok elvégzésére.
- Felelősséget vállal a vele együtt dolgozó vagy irányítása alatt állók munkájáért.
- Felelősen, az aktuális szabályozásnak megfelelően kezeli a rá bízott érzékeny, esetlegesen bizalmas adatokat.
- Munkáját a szakmai és tudományos etika követelményeinek maximális figyelembevételével végzi.

## **9. A mesterképzés jellemzői**

### **9.1. Szakmai jellemzők**

9.1.1. A szakképzettséghez vezető tudományágak, szakterületek, amelyekből a szak felépül:

- az adattudomány elméleti háttéréhez kapcsolódó alapismeretek (így vektorizálás/lineáris algebra, több-változós statisztika elemei, optimalizációs eljárások, a gépi tanulás alapjai) 15 – 25 kredit;
- az adattudomány gyakorlati háttéréhez kapcsolódó alapismeretek (így adatmodellek, felhő alapú számítások, informatikai biztonság, etika, tudományos számítási technikák, adatvizualizáció) 15 – 25 kredit;
- választható, az adattudomány, illetve a kapcsolódó tudományágak területén speciális kompetenciákat eredményező ismeretek 40 – 60 kredit.

### **9.2. A szakmai gyakorlat követelményei**

A szakmai gyakorlat legalább hat hét időtartamú, szakmai gyakorlólhelyen szervezett gyakorlat, melynek további követelményeit a képzés tanterve határozza meg. A szakmai gyakorlat kritérium követelmény.

A szakmai gyakorlat tárgy teljesítése előfeltétele az abszolutórium kiállításának.

<https://inf.unideb.hu/szakmai-gyakorlat>

Szakmai gyakorlatra a 2. félévtől lehet jelentkezni.

A szakmai gyakorlattal kapcsolatos eljárásrendet a Debreceni Egyetem Tanulmányi és Vizsgaszabályzat Informatikai Kari melléklete tartalmazza.

### **9.3. A 4.2. és 4.3. pontban megadott oklevéllel rendelkezők esetén a mesterképzési képzési ciklusba való belépés minimális feltételei**

9.3.1. A 4.2. pont szerinti matematika vagy fizika alapképzési szakon szerzett felsőfokú végzettségi szinttel és szakképzettséggel rendelkezők esetében a korábbi alapképzési tanulmányok alapján a mesterképzési képzési ciklusba való belépéshez szükséges minimális kreditek száma 40 kredit az alábbi területekről:

- gazdasági és humán ismeretek 5 kredit;
- informatikai ismeretek (adatszerkezetek, adatelemzés, algoritmusok, adatbázisrendszerek, programnyelvek, adatbiztonság) 35 kredit;

9.3.2. A 4.3. pont szerinti felsőfokú végzettséggel és szakképzettséggel rendelkezők esetében a korábbi alapképzési tanulmányok alapján a mesterképzési képzési ciklusba való belépéshez szükséges minimális kreditek száma 60 kredit az alábbi területekről:

- természettudományos ismeretek (kalkulus, lineáris algebra, valószínűségszámítás, statisztika, numerikus matematika) területéről 20 kredit;
- gazdasági és humán ismeretek 5 kredit;
- informatikai ismeretek (adatszerkezetek, adatelemzés, algoritmusok, adatbázisrendszerek, programnyelvek, adatbiztonság) 35 kredit.

A mesterképzésbe való felvétel feltétele, hogy a hallgató a 4.2. pont szerinti alapképzési tanulmányaiból a felsorolt területeken legalább 20, a 4.3. pont szerinti matematika és fizika alapképzési tanulmányaiból legalább 30 kredittel rendelkezzen.

A mesterképzésben a hiányzó krediteket a felsőoktatási intézmény tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint kell megszerezni.

## Debreceni Egyetem Informatikai Kar Adattudomány MSc

**Képzési forma:** nappali/levelező

**Szakfelelős:** Dr. Hajdu András ([hajdu.andras@inf.unideb.hu](mailto:hajdu.andras@inf.unideb.hu))

**Hallgatói tanácsadó:** Dr. Tóth János ([toth.janos@inf.unideb.hu](mailto:toth.janos@inf.unideb.hu))

### Képesítési követelmények

A szakon az oklevél megszerzésének általános követelményeit a Debreceni Egyetem Tanulmányi és Vizsgaszabályzata tartalmazza.

### Munkavédelem és Testnevelés

A Munkavédelem, valamint a Testnevelés tantárgyak kreditértéke 1 – 1 kredit, amelyek a szak képzési és kimeneti követelményében meghatározott, a végbizonyítvány megszerzéséhez szükséges kreditek száma fölött teljesítendőek.

### Oklevél kredit-követelmények:

Adattudomány elméleti háttéréhez kapcsolódó alapismeretek:	24 kredit
Adattudomány gyakorlati háttéréhez kapcsolódó alapismeretek:	15 kredit
Differenciált szakmai ismeretek:	45 kredit
Ebből szakmai gyakorlat:	9 kredit
Diplomamunka:	30 kredit
Szabadon választható tantárgyak:	6 kredit
<b>Összesen</b>	<b>120 kredit</b>
Informatikai szaknyelvi ismeretek	3 kredit
Munkavédelem:	1 kredit
Testnevelés – 1 félév – (csak nappali tagozaton):	1 kredit

## A diplomamunka

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez a képzése során diplomamunkát kell készítenie.

A Diplomamunka 1 és Diplomamunka 2 kötelező tárgy, a hallgató akkor veheti fel a tantárgyakat, ha:

- határidőre témát választott  
(A téma kiírójával közösen kidolgozza legalább egy, maximum két oldal terjedelemben munkatervét, amelyben ismerteti az elvégzendő munka célját, a téma kidolgozásához szükséges ismeretek körét, a munka ütemezését.)
- a választott témáját a témajelentkezés során a Tanulmányi Bizottság elfogadta
- legalább 30 kreditet szerzett

## A záróvizsga

### a) a záróvizsgára bocsátás feltételei

1. Abszolutórium megszerzése: a mester fokozathoz szükséges 120 kredit teljesítése az előírt tanterv szerint.
2. Az előírt szakmai gyakorlat teljesítése
3. A diplomamunka elkészítése, benyújtása, valamint annak elfogadása

### b) a záróvizsga menete

A záróvizsga csak szóbeli részből áll, és a szakmai ismeretek komplex összefüggései ellenőrzésére szolgál.

F. Feleletjegy. A vizsgázó két tételt húz, a Feleletjegy a két jegy egész értékre kerekített átlagából adódik. Ha valamelyik tétel jegye elégtelen, akkor a Feleletjegy elégtelen, és a záróvizsga sikertelen.

D1. A diplomamunka védése. A védés során a jelöltnek rövid előadás keretében ismertetnie kell a dolgozatát, majd válaszolnia kell a dolgozat bírálója, illetve a bizottság tagjai által feltett kérdésekre.

D2. A diplomamunka érdemjegye, amit a Záróvizsga Bizottság állapít meg a dolgozat bírálója által javasolt érdemjegy figyelembe vételével.

A záróvizsga érdemjegyének (ZV) kiszámítási módja:  $ZV = (F+D1+D2)/3$

Ha a D2 jegy elégtelen, akkor a jelölt nem bocsátható záróvizsgára.

Ha az F és D1 jegy közül bármelyik elégtelen, akkor a záróvizsga is elégtelen. Az ismételt záróvizsga során csak az elégtelennel minősített összetevőt kell megismételni.

## Oklevél minősítése

Sikeres záróvizsga esetén az alábbi eredmények átlaga alapján kerül meghatározásra:

- a) SZ: a Diplomamunka tárgyak érdemjegyének, a diplomamunka bírálatának és a záróvizsgán történő védésére kapott érdemjegyek átlaga két tizedesre kerekítve
- b) F: A záróvizsgán kapott feleletek jegyeinek átlaga egész értékre kerekítve.
- c) T: a képzés során teljesített összes kötelező és választható szakmai tárgy – kivéve a Diplomamunka 1 és Diplomamunka 2 – kredittel súlyozott átlaga két tizedesre kerekítve

Oklevél minősítése:  $(0,3*SZ+0,2*F+0,5*T)$

A fenti átlageredmény alapján az oklevél minősítését a Debreceni Egyetem Tanulmányi és Vizsgaszabályzatának 31. § (7) pontja adja meg.

## Adattudomány MSc Tantervi háló

### Adattudomány elméleti háttéréhez kapcsolódó alapismeretek, kötelező tárgyak – teljesítendő 24 kredit

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM0135-26 INMAM0135E INMAM0135L	Adatmenedzsment és adatmodellezés	6	2		2	K A		1	
INMAM0102-23 INMAM0102E INMAM0102L	A gépi tanulás alapjai	6	2		2	K A		1	
INMAM0103-23 INMAM0103E INMAM0103L	Az adattudomány statisztikai alapjai	6	2		2	K A		1	
INMAM0238-26 INMAM0238E INMAM0238L	Kísérlettervezés és oksági következtetés	6	2		2	K A		2	

### Adattudomány gyakorlati háttéréhez kapcsolódó alapismeretek, kötelező tárgyak – teljesítendő 15 kredit

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM0136-26 INMAM0136E INMAM0136L	Felhőalapú adatrendszerek	6	2		2	K A		1	
INMAM0105-23 INMAM0105L	Adatvizualizációs módszerek	3			2	G		1	
INMAM0137-26 INMAM0137L	Adataalapú alkalmazásfejlesztés	3			2	G		1	
INMAM0239-26 INMAM0239E	Adatetika és - irányítás	3	2			K		2	

### Diplomamunka – teljesítendő 30 kredit

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM0309-23 INMAM0309G	Diplomamunka 1	15				G		3	
INMAM0410-23 INMAM0410G	Diplomamunka 2	15				G		4	

## Differenciált szakmai ismeretek, választható tárgyak – teljesítendő 45 kredit

### Gépi tanulás blokk

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév*
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9906-26 INMAM9906L	Adatorientált programozás	3			2	G		1	
INMAM9940-26 INMAM9940E INMAM9940L	Természetes nyelvű feldolgozás	6	2		2	G		2	
INMAM9916-23 INMAM9916E INMAM9916L	Közösségi és technológiai hálózatok	6	2		2	K A		3	
INMAM9948-26 INMAM9948L	Generatív módszerek az adattudományban	3			2	G		3	
INMAM9924-23 INMAM9924E INMAM9924L	Ipari problémák elméleti és neurális hálós megoldása	6	2		2	G	INMAM0102	3	
INMAM9932-23 INMAM9932E INMAM9932L	Haladó gépi tanulás	6	2		2	K A	INMAM0102	4	
INMAM9941-26 INMAM9941E INMAM9941L	Megerősítő tanulás	6	2		2	G	INMAM0102	4	

### Adatintenzív rendszerek tervezése blokk

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév*
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9942-26 INMAM9942E INMAM9942L	Konténerizációs megoldások	6	2		2	G		2	
INMAM9919-23 INMAM9919E INMAM9919L	Nagykapacitású feldolgozások	6	2		2	K A		3	
INMAM9920-23 INMAM9920E INMAM9920L	Big Data rendszerek tervezése	6	2		2	K A	INMAM0136	3	
INMAM9921-23 INMAM9921L	Big Data technológiák	3			2	G		3	
INMAM9925-23 INMAM9925L	Párhuzamos számítás CUDA-val	3			2	G		3	

### Szakterület-specifikus alkalmazások blokk

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév*
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9913-23 INMAM9913L	Geometriai adatelemzés	3			2	G		2	

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév*
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9914-23 INMAM9914L	Szenzor adatok feldolgozása	3			2	G		2	
INMAM9944-26 INMAM9944L	Gazdaságtudományi adatelemzés	3			2	G		2	
INMAM9945-26 INMAM9945L	Agrárinformatikai alkalmazások	3			2	G		2	
INMAM9946-26 INMAM9946L	Társadalmi és viselkedési adatok elemzése	3			2	G		2	
INMAM9943-26 INMAM9943E INMAM9943L	Robotika és önvezető járművek	6	2		2	K A		3	

### Adatbiztonság blokk

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév*
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9901-26 INMAM9901E INMAM9901L	Információ biztonság	6	2		2	K A		1	
INMAM9926-23 INMAM9926E INMAM9926L	Kriptográfia	6	2		2	K A		3	
INMAM9927-23 INMAM9927E INMAM9927L	MI biztonság	6	2		2	G	INMAM0102	3	
INMAM9934-23 INMAM9934E INMAM9934L	Biztonságos programozás	6	2		2	G		4	

### Sztochasztika blokk

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév*
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9907-26 INMAM9907E INMAM9907L	Optimalizáció az adattudományban	6	2		2	K A		2	
INMAM9928-23 INMAM9928E INMAM9928L	Idősorok elemzése	6	2		2	K A		3	
INMAM9929-23 INMAM9929E INMAM9929L	Pénzügyi modellek	6	2		2	G		3	
INMAM9930-23 INMAM9930E INMAM9930L	Sztochasztikus adatbányászat	6	2		2	K A		3	

## MI az orvostudományban blokk

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév*
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9915-23 INMAM9915E INMAM9915L	Klinikai Big Data	6	2		2	K A		2	
INMAM9931-23 INMAM9931E INMAM9931L	Genetika és Big Data	6	2		2	K A		3	
INMAM9947-26 INMAM9947L	MI az egészség- tudományokban	3			2	G		4	

\* Az ajánlott félév időnként változhat.

## Szakmai gyakorlat

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9997-23 INMAM9997G	Szakmai gyakorlat	9				G		3	

## Szabadon választható tárgyak \* – teljesítendő 6 kredit

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				

\* „Szabadon választható” – Az Informatikai Kar által meghirdetett szakmai szabadon választható tárgyak, továbbá a Debreceni Egyetem más karai által meghirdetett intézményi szabadon választható tárgyak.

## Kritérium jellegű követelmény tárgyak – a végbizonyítvány megszerzéséhez szükséges kreditek száma fölött teljesítendő 5 kredit (levelező tagozaton 4 kredit teljesítendő)

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
	Munkavédelem	1				G	I	1	
	Testnevelés	1				G	I		
INMXM9993-23	Informatikai szaknyelvi ismeretek	3		2		G	I		

# Adattudomány MSc – Tantárgyi tematikák

## *Adattudomány elméleti háttéréhez kapcsolódó alapismeretek*

---

### ADATMENEDZSMENT ÉS ADATMODELLEZÉS

**INMAM0135-26**

**Félév:** 1

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Kötelező

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Tóth János

#### **Tantárgyleírás / tematika:**

Az adatmenedzsment szerepe az adattudományi projektekből. Az adatélelciklus áttekintése: adatok gyűjtése, tárolása, előkészítése, közzététele, archiválása és törlése. Konceptcionális adatmodellezés: entitások, attribútumok, kapcsolatok, üzleti szabályok és ER-modellezés. Logikai adatmodellezés: relációs adatmodell, kulcsok, integritási megszorítások, normalizálás és denormalizálás. Fizikai adatmodellezés: sématervezés, adattípusok, indexek, partícionálás és lekérdezés-optimalizálás. Adatintegráció és adatfeldolgozás: ETL és ELT folyamatok, pipeline-ok, kötegetelt és folyamatos feldolgozás, heterogén adatforrások integrálása. Haladó SQL: aggregációk, beágyazott lekérdezések, CTE-k, ablakfüggvények és elemzési minták. Adattárház-modellezés: csillag- és hópehelyséma, tény- és dimenziótáblák, lassan változó dimenziók. Nem relációs és félig strukturált adatok kezelése: JSON, XML, Parquet, dokumentumorientált, kulcs-érték, oszlopcsalád-alapú és gráf adatmodellek, schema-on-write és schema-on-read megközelítések. Adatminőség és metaadat-kezelés: adatprofilozás, tisztítás, validáció, adatminőségi szabályok, data lineage és verziózás. Adatmodellezés elemzési és gépi tanulási feladatokhoz: tanító, validációs és teszt adathalmazok képzése, adatszivárgás elkerülése, jellemző-előállítás alapjai. Esettanulmányok.

#### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- M. Kleppmann: Designing Data-Intensive Applications, O'Reilly Media, 2017. ISBN: 978-1-44937-332-0
- J. Reis, M. Housley: Fundamentals of Data Engineering, O'Reilly Media, 2022. ISBN: 978-1-09810-830-4
- R. Kimball, M. Ross: The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling, 3rd edition, Wiley, 2013. ISBN: 978-1-11853-080-1
- A. Silberschatz, H. F. Korth, S. Sudarshan: Database System Concepts, 7th edition, McGraw-Hill, 2019. ISBN: 978-9-39072-750-6
- DAMA International: DAMA-DMBOK: Data Management Body of Knowledge, 2nd edition, Technics Publications, 2017. ISBN: 978-1-63462-234-9

## A GÉPI TANULÁS ALAPJAI

**INMAM0102-23**

**Félév:** 1

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Kötelező

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Hajdu András

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Felügyelt- és nem felügyelt tanulás, Lineáris regresszió (egy/többváltozós), Gradiens csökkenési eljárás, Leírók normálása, Polinomiális regresszió, Normál egyenlet, Logisztikus regresszió, Két- és többosztályos osztályozás, Regularizáció (alul- és túltanulás), Regularizált lineáris és logisztikus regresszió, Neurális hálók, Backpropagation algoritmus, Numerikus gradiensenőrzés, Tanító/Teszt/Validációs adatfelbontás, Tanítási diagnosztika, Tanulási görbék (tanító adathalmaz mérete), Hibamérés és kiegyenlített osztályok, Támasztóvektor-gépek és mag-függvények alkalmazása, Klaszterezés, Klaszterek számának meghatározása, Dimenziócsökkentés, Anomália-detektálás, Normális eloszlás (egy- és többdimenziós eset), Ajánlórendszerek, Tartalom alapú ajánlás, Kollaboratív szűrés, Sztochasztikus és mini-batch gradiens csökkentés, Map-Reduce és párhuzamosítás.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- John D. Kelleher, Brian Mac Namee and Aoife D'Arcy: Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics, 2nd edition, MIT Press, 2020.
  - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016.
  - D. Conway, J.M. White: Machine Learning for Hackers, O'Reilly Media, Inc., 2012.
  - W. McKinney: Python for Data Analysis (2 ed.). O'Reilly Media, Inc. 2017.
  - Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
-

## AZ ADATTUDOMÁNY STATISZTIKAI ALAPJAI

**INMAM0103-23**

**Félév:** 1

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Kötelező

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Baran Sándor

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Többdimenziós minta és jellemzői, többdimenziós normális eloszlás. Főkomponens-analízis. Faktoranalízis. Kanonikus korrelációanalízis. Osztályozási módszerek (maximum likelihood és Bayes osztályozás, lineáris- és kvadratikus diszkriminálás, logisztikus regresszió, legközelebbi társ módszer). Klaszteranalízis (hierarchikus és k-közép klaszterezés). Többdimenziós skálázás. Tartóvektor-gépek (lineáris és nemlineáris szeparálás, a magfüggvénytrükk és alkalmazásai).

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Alan Julian Izenman: *Modern Multivariate Statistical Techniques*. Springer, 2008. ISBN: 978-0-387-78188-4
  - Brian Everitt, Torsten Hothorn: *An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R*. Springer, 2011. ISBN: 978-1-4419-9649-7
  - Neil H. Timm: *Applied Multivariate Analysis*. Springer, 2002. ISBN: 978-0-387-95347-2
  - Daniel Zelterman: *Applied Multivariate Statistics with R*. Springer, 2015. ISBN: 978-3-319-14092-6
  - Wolfgang Karl Härdle, Léopold Simar: *Applied Multivariate Statistical Analysis. Fifth Edition*. Springer, 2019. ISBN: 978-3-030-26005-7
-

## KÍSÉRLETTERVEZÉS ÉS OKSÁGI KÖVETKEZTETÉS

**INMAM0238-26**

**Félév:** 2

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Kötelező

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Hajdu András

### **Tantárgyleírás / tematika:**

A tantárgy olyan, szakterülettől függetlenül alkalmazható kísérlettervezési és oksági következtetési módszereket mutat be, amelyek az adattudomány számos területén hasonló logika szerint használhatók. Fő témái: oksági és nem oksági kapcsolatok megkülönböztetése; beavatkozások, döntések és változások hatásának becslése; kontrollcsoportok és összehasonlítható csoportok kialakítása; torzítások kezelése; megfigyeléses adatokból történő következtetés; természetes és kvázi-kísérleti helyzetek elemzése; oksági kapcsolatok gráfos ábrázolása; gépi tanulási módszerek alkalmazása hatásbecslésben. A módszerek gazdasági, egészségügyi, agrár, társadalomtudományi, környezeti, ipari és technológiai példákon keresztül kerülnek bemutatásra.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Paul R. Rosenbaum: Causal Inference. MIT Press, 2023. ISBN: 978-0-262-54519-8.
  - Jiju Antony: Design of Experiments for Engineers and Scientists, 3rd Edition. Elsevier, 2023. ISBN: 978-0-443-15173-6.
  - Stefan Wager: Causal Inference: A Statistical Learning Approach. Stanford University, 2024.
  - Macartan Humphreys, Alan M. Jacobs: Integrated Inferences: Causal Models for Qualitative and Mixed-Method Research. Cambridge University Press, 2023. ISBN: 978-1-316-76184-7.
-

## **FELHŐALAPÚ ADATRENDSZEREK**

**INMAM0136-26**

**Félév:** 1

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Kötelező

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Bérczes Tamás Márton

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Felhőinfrastruktúra szerepe adatintenzív rendszerekben. Infrastruktúra-, platform- és szoftverszolgáltatások (IaaS, PaaS, SaaS) alkalmazása adattárolási és adatfeldolgozási feladatokban. Nyilvános, privát és hibrid felhők adatkezelési szempontjai. Felhőalapú adatbázis-szolgáltatások, adattárházak, adatfolyam-kezelés és adatfeldolgozási szolgáltatások. Adattó (data lake), adattárház és lakehouse architektúrák. Adatfeldolgozási folyamatok, adatbetöltés, adattovábbítás és adattranszformáció felhőben. Felhőalapú adattárolási megoldások, hozzáférés-kezelés, adatbiztonság, monitorozás és naplózás. Skálázhatóság, rendelkezésre állás, költség- és teljesítményszempontok. Kockázatkezelés, biztonsági mentési és helyreállítási stratégiák felhőalapú adatrendszerekben.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Danil Zburivsky, Lynda Partner: Designing Cloud Data Platforms, Manning Publications, 2021.
  - Joe Reis, Matt Housley: Fundamentals of Data Engineering: Plan and Build Robust Data Systems, O'Reilly Media, 2022.
  - Rukmani Gopalan: The Cloud Data Lake: A Guide to Building Robust Cloud Data Architecture, O'Reilly Media, 2022/2023.
  - James Serra: Deciphering Data Architectures: Choosing Between a Modern Data Warehouse, Data Fabric, Data Lakehouse, and Data Mesh, O'Reilly Media, 2024.
-

## ADATVIZUALIZÁCIÓS MÓDSZEREK

**INMAM0105-23**

**Félév:** 1

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Kötelező

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kunkli Roland Imre

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Az adatvizualizáció alapvető fogalmai, kialakulásának története, a vizuális érzékelés szerepe. Adatabsztrakció, adattípusok, az adatok előkészítése a vizualizációhoz. Feladatok és célok, feladatabsztrakció. A vizualizáció tervezési folyamata. Kategorikus, numerikus, ordinális, időben változó és geográfiai adatok megjelenítési lehetőségei. Fák, gráfok és hálózatok vizualizációja. Interakció. Skálázhatóság. Animáció. Színek. Nagy mennyiségű adat megjelenítési lehetőségei. Dimenziócsökkentési technikák. A vizualizáció fontossága a feltáró adatelemzésben. Dashboard készítése. Storytelling. Az adatvizualizációt segítő korszerű függvénykönyvtárak és szoftverek megismerése.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Tamara Munzner: Visualization Analysis and Design, A K Peters/CRC Press, 2014, ISBN: 978-1466508910
  - Katy Borner, David E. Polley: Visual Insights: The Practical Guide to Making Sense of Data, The MIT Press, 2014, ISBN: 978-0262526197
  - Edward R. Tufte: The Visual Display of Quantitative Information (2nd Edition), Graphics Pr, 2001, ISBN: 978-0961392147
-

## ADATALAPÚ ALKALMAZÁSFEJLESZTÉS

**INMAM0137-26**

**Félév:** 1

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Kötelező

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Beregi-Kovács Marcell

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Adataalapú alkalmazások fejlesztési lehetőségei, alkalmazásfejlesztési eszközök szerepe adattudományi feladatok támogatásában. Kódolás nélküli és alacsony kódolású fejlesztési megközelítések (no-code, low-code), vizuális alkalmazásépítés, űrlapok, irányítópultok, belső üzleti alkalmazások és adatvezérelt prototípusok készítése. Adatkapcsolatok és alkalmazásintegrációk, adatforrások összekapcsolása, alkalmazásprogramozási felületek (API-k), csatlakozók és szolgáltatásintegrációk használata. Vizuális munkafolyamat-rendszerek, adatfeldolgozási és automatizálási folyamatok tervezése, adatok betöltése, átalakítása és továbbítása. Ügynök-alapú és MI-támogatott automatizálási lehetőségek, emberi ellenőrzést tartalmazó munkafolyamatok, adatintenzív folyamatok támogatása alkalmazásokkal. Python-alapú és MI-asszisztált fejlesztés szerepe prototípus-készítésben és egyedi adatfeldolgozási lépésekben. Alkalmazások bevezetése, jogosultságkezelése, működtetése és karbantartása adatintenzív környezetben.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Dave McComb: *The Data-Centric Revolution: Restoring Sanity to Enterprise Information Systems*, Technics Publications, 2019.
  - Kelly Goss: *Automate It with Zapier and Generative AI: Harness the Power of No-Code Workflow Automation and AI with Zapier to Increase Business Productivity*, Packt Publishing, 2023.
  - Gwendolyn Stripling, Michael Abel: *Low-Code AI: A Practical Project-Driven Introduction to Machine Learning*, O'Reilly Media, 2023.
  - Marek Kowalkiewicz: *The Economy of Algorithms: AI and the Rise of the Digital Minions*, Bristol University Press / La Trobe University Press, 2024.
-

## ADATETIKA ÉS -IRÁNYÍTÁS

**INMAM0239-26**

**Félév:** 2

**Típus:** Előadás

**Óraszám/hét:** 2+0+0

**Kredit:** 3

**Státusz:** Kötelező

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Fézer Tamás

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Az adatvédelem alapjai és fejlődése az európai jogi kultúrában. A személyes adatok köre, adatkezelők és adatfeldolgozók szerepe, GDPR-alapelvek, érintetti jogok, adatvédelmi incidens és jelentési kötelezettség. Információs szabadság és közérdekű adatok nyilvánossága. Etikai kódexek és szakmai irányelvek szerepe az adatkezelésben. Adatirányítási alapelvek, adatkezelési felelősségi körök, adatminőség, átláthatóság és elszámoltathatóság. Big Data, IoT és MI-alapú adatkezelés etikai-jogi kérdései. Felelős adatfelhasználás adatintenzív rendszerekben.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Paul Voigt, Axel von dem Bussche: The EU General Data Protection Regulation (GDPR): A Practical Guide, 2nd edition, Springer, 2024.
  - Bart Custers, Alan M. Sears, Francien Dechesne et al. (eds.): EU Personal Data Protection in Policy and Practice, T.M.C. Asser Press / Springer, 2019.
  - Beate Roessler, Dorota Mokrosinska (eds.): Social Dimensions of Privacy: Interdisciplinary Perspectives, Cambridge University Press, 2015.
  - Kord Davis, Doug Patterson: Ethics of Big Data: Balancing Risk and Innovation, 1st edition, O'Reilly Media, 2012.
-

## **ADATORIENTÁLT PROGRAMOZÁS**

**INMAM9906-26**

**Félév:** 1

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Szathmáry László

### **Tantárgyleírás / tematika:**

A tárgy célja a gépi tanulás és a mesterséges intelligencia (MI) programozásához szükséges alapismeretek ismertetése. Bemutatásra kerülnek a kapcsolódó függvénykönyvtárak és az architektúrákhoz kötődő kernel szintű futtató és fordító környezetek. A tárgy tematikája kiterjed a kapcsolódó Python, C/C++ ismeretek elsajátítására, valamint az elterjedtebb függvénykönyvtárak, eszközök megismerésére, mint a scikit-learn, NumPy, SciPy, pandas, Jupyter, Matplotlib, Dataflow, Keras, illetve a TensorFlow.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- John V. Guttag: Introduction to Computation and Programming Using Python, 2nd ed., The MIT Press, 2016
  - Wes McKinney: Python for Data Analysis, 2nd ed., O'Reilly, 2017
  - Jake VanderPlas: Python Data Science Handbook: Essential Tools for Working with Data, O'Reilly, 2016
  - Allen B. Downey: Think Python (How to Think Like a Computer Scientist), 2nd ed., O'Reilly, 2016
-

## TERMÉSZETES NYELVŰ FELDOLGOZÁS

**INMAM9940-26**

**Félév:** 2

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Hajdu András

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Szövegbeágyazások, Rekurrens neurális hálózatok szövegfeldolgozás számára, Transzformátor-alapú architektúrák (pl, ELMo, BERT, ALBERT, DistilBERT, Transformer XL, XL-Net, RoBERTa, GPT, DALL-E), Önmegfigyelés, Önfelügyelet, Szakterület-specifikus modellek, Előre betanított modellek, Szövegklaszterezés, Társalgási MI, Nevesített entitás felismerés, Kérdés-felelet technikák, Érzelemelemzés, Gépi fordítás, Összegzés, Szöveg-és zero-shot osztályozás, Következtetés és telepítés.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- D. Rothman: Transformers for Natural Language Processing, Packt Publishing, 2021.
  - S. Vajjala, B. Majumder, A. Gupta, H. Surana: Practical Natural Language Processing: A Comprehensive Guide to Building Real-World NLP Systems. O'Reilly Media, 2020.
  - H. Lane, H. Hapke, C. Howard: Natural Language Processing in Action: Understanding, analyzing, and generating text with Python, Manning, 2019.
  - L. Deng, Y. Liu: Deep Learning in Natural Language Processing, Springer, 2018.
  - Y. Goldberg, G. Hirst: Neural Network Methods in Natural Language Processing, Morgan & Claypool Publishers, 2017
-

## KÖZÖSSÉGI ÉS TECHNOLOGIAI HÁLÓZATOK

**INMAM9916-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Tomán Henrietta

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Gráfelmélet. Valószínűség. Kaszkádok. Befolyás maximalizálás. Erős és gyenge kapcsolat. Erdős – Rényi véletlen gráfok. Web gráfok és rangsor oldalak. Távolságok, metrikák és hálózati konstrukciók. Közösségi észlelés és klaszterezés. Spekrál gráfelmélet. Hálózat beágyazás. Gráf kernelek és kernel módszerek. Hatványtörvény hálózatok. Behatárolt területű hálózatok. Klasszifikáció. Járványok és pletykák. Kapcsolat előrejelzés és kapcsolódó témák.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- David Easley and Jon Kleinberg: *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World*, Cambridge University Press, 2010
  - Borko Furht (Editor): *Handbook of Social Network Technologies and Applications*, Springer, New York, April 8, 2011
  - T Cormen, C Leiserson, R Rivest, C Stein: *Introduction to Algorithms*, MIT Press, 20 Aug. 2009
-

## GENERATÍV MÓDSZEREK AZ ADATTUDOMÁNYBAN

**INMAM9948-26**

**Félév:** 3

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Bogacsovics Gergő

### **Tantárgyleírás / tematika:**

A tantárgy célja, hogy a hallgatók átfogó ismereteket szerezzenek a generatív mesterséges intelligencia korszerű módszereiről és adattudományi alkalmazási lehetőségeiről. A kurzus bemutatja a generatív modellek főbb típusait, különös tekintettel a nagy nyelvi modellekre, diffúziós modellekre és multimodális rendszerekre, valamint azok felhasználását különböző elemzési és döntéstámogatási feladatokban. A hallgatók megismerik a generatív modellek API-alapú és platformközpontú alkalmazását, a prompt engineering alapelveit, a strukturált lekérdezési technikákat, valamint a generatív MI adattudományi folyamatokba történő integrálásának lehetőségeit. A kurzus kitér a szintetikus adatelőállítás, az adatgazdagítás, az automatikus szöveg-, kép- és multimédiás tartalomgenerálás, a dokumentumfeldolgozás, valamint a szöveges adatok elemzésének gyakorlati megoldásaira. A tantárgy hangsúlyt helyez a generatív módszerek felelős és kritikus alkalmazására, beleértve a modellek megbízhatóságának, torzításainak, korlátjainak és értékelési lehetőségeinek vizsgálatát. A kurzus során a hallgatók különböző generatív eszközöket és platformokat alkalmaznak adattudományi problémák megoldására, kiemelt figyelmet fordítva az elemzési folyamatok támogatására és az alkalmazásorientált megközelítésekre.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- N. Dhamani, M. Engler: Introduction to Generative AI, 2nd Edition, Manning Publications Co., 2026.
  - O. Sanseviero, P. Cuenca, A. Passos, J. Whitaker: Hands-On Generative AI with Transformers and Diffusion Models, O'Reilly Media, Inc., 2024.
  - D. Foster: Generative Deep Learning, 2nd Edition, O'Reilly Media, Inc., 2023.
  - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016.
-

## IPARI PROBLÉMÁK ELMÉLETI ÉS NEURÁLIS HÁLÓS MEGOLDÁSA

**INMAM9924-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** INMAM0102-23 (A gépi tanulás alapjai)

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Baran Ágnes Éva

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Néhány gyakorlati probléma matematikai modelljének ismertetése, a modellek elemzése. A megoldással kapcsolatos nehézségek feltárása, a megoldáshoz használható gépi tanulási technika kiválasztása és megvalósítása.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Shubhabrata Datta, Paulo David, Machine Learning in Industry, Springer, 2021, ISBN: 978-3-030-75847-9
  - Pedro Larranaga, David Atienza, Javier Diaz-Rozo, Alberto Ogbechie, Carlos Puerto-Santana, Concha Bielza, Industrial Applications of Machine Learning, 2018, Taylor and Francis, ISBN: 9781351128384
  - Shai Shalev-Shwartz, Shai Ben-David: Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms, Cambridge University Press, 2014, Online ISBN: 9781107298019
-

## HALADÓ GÉPI TANULÁS

**INMAM9932-23**

**Félév:** 4

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** INMAM0102-23 (A gépi tanulás alapjai)

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Harangi Balázs

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Neurális hálózatok (Aktiváló függvények, Backpropagation, Stochastic gradient descent, Momentum, Optimalizátorok), Beágyazások, Dropout regularizáció, ajánló rendszerek, Konvolúciós hálók képosztályozáshoz, Konvolúciós architektúrák, Egyszerű lokalizáció regresszióként, Detektáló algoritmusok, Teljesen összekapcsolt konvolúciós hálózatok, Szemantikus és példány szegmentáció, Természetes nyelvi feldolgozás (osztályozás és szóreprezentáció, Word2Vec, nyelvi modellezés, rekurrens neurális hálózatok), Encoder-decoder gépi fordításhoz, Tanulás mély hálózatokkal (kifejezőképesség, optimalizálás, általánosítás), Többcímkezés és mintavételi stratégiák, Metrikus tanulás és hálózatok, Triplet Loss és fejlett technikák, Felügyelet nélküli tanulás, Autoencoderek, Generatív hálózatok.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- François Chollet: Deep Learning with Python, Manning, 2017.
  - Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016.
  - D. Conway, J.M. White: Machine Learning for Hackers, O'Reilly Media, Inc., 2012.
  - W. McKinney: Python for Data Analysis (2 ed.). O'Reilly Media, Inc. 2017.
-

## MEGERŐSÍTÉSES TANULÁS

**INMAM9941-26**

**Félév:** 4

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** INMAM0102-23 (A gépi tanulás alapjai)

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Harangi Balázs

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Bevezetés a megerősítéses tanulásba; A problémák formalizálása Markov-döntési folyamatokként; Kulcsfogalmak és terminológia; Állapotok és megfigyelések; Dinamikus programozás; Állapotterek; Szabályok; Determinisztikus szabályok; Sztochasztikus szabályok; Trajektóriák; Jutalmak; Az RL probléma; Értékfüggvények; Az optimális Q-függvény és az optimális művelet; Modellmentes és modellalapú RL; Szabályok optimalizálása; Q-tanulás; RL algoritmusok.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Richard S. Sutton and Andrew G. Barto: Reinforcement Learning: An Introduction, MIT Press, 2020.
  - Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016
  - Stuart Russell and Peter Norvig, Editors: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Pearson, 2020.
-

## **KONTÉNERIZÁCIÓS MEGOLDÁSOK**

**INMAM9942-26**

**Félév:** 2

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Bérczes Tamás Márton

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Bevezetés az alapfogalmakba: Konténerek és imagek; Képek és konténerek létrehozása a Dockerrel; Konténer-hálózatok - a külvilág és több konténer között; Kubernetes alapfogalmak és architektúra; A Kubernetes erőforrások, telepítések, szolgáltatások létrehozásának leírása és a konténerek futtatása a Kubernetes segítségével; Bevezetés az adatokkal való munkába a Kubernetes projektekben - különböző típusú kötetekkel; Kubernetes-hálózatok és DNS szolgáltatás felderítése; Egy Kubernetes projekt telepítése.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Scott Surovich, Marc Boorshtein: Kubernetes and Docker – An Enterprise Guide: Effectively containerize applications, integrate enterprise systems, and scale applications in your enterprise, Packt Publishing, 2020.
  - Nisarg Vasavada, Dhvani Sametriya: Cracking Containers with Docker and Kubernetes: The definitive guide to Docker, Kubernetes, and the Container Ecosystem across Cloud and on-premises, BPB Publications, 2021.
  - Brendan Burns, Joe Beda, Kelsey Hightower, Lachlan Evenson: Kubernetes: Up and Running, 3rd edition, O'Reilly Media, 2022.
  - Sean P. Kane, Karl Matthias: Docker: Up & Running, 3rd edition, O'Reilly Media, 2023.
-

## NAGYKAPACITÁSÚ FELDOLGOZÁSOK

**INMAM9919-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Gál Zoltán

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Az új feldolgozási paradigmák irányi motiváció: a felső-, illetve klaszter alapú (HPC) feldolgozás közötti különbségek ismertetése; skálázás, teljesítmény, titoktartás, biztonság, szoftver mint szolgáltatás (SaaS). Elosztott fájlrendszerek; többfelhasználós rendszerek, virtualizáció; replikáció; hibatűrés; konkurens programozás; web szolgáltatások. Adatstruktúrák és algoritmusok: elosztott adat struktúrák (pl. peer-to-peer rendszerek); programozási keretrendszerek (pl. Apache Spark, stb.); workflow nyelvek; MAP/Reduce programok tervezése és implementálása; nagymennyiségű adat kezelése; természetes nyelv feldolgozási esettanulmányok, adatfeldolgozás, gépi- és mélytanulás szuperszámítógép környezetben; végtelen streamek feletti feldolgozás. A kurzus ismerteti azon legális, társadalmi, etikai és professzionális kihívásokat.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Vladimir Voevodin, Sergey Sobolev: Supercomputing, Springer Nature Switzerland AG, pp. 540, 2022. EAN: 9783030928636
  - William Stallings: Computer Organization and Architecture, Pearson; 10 edition (21 May 2015), ISBN-13: 9781292096858
  - Piotr Luszczek, Hatem Ltaief, Hartwig Anzt: High Performance Computing, Springer Nature Switzerland AG, 2021, ISBN: 3030905381
  - Juliana Zamora: Parallel and High Performance Computing, Manning Publications, 2021, ISBN: 1617296465
-

## **BIG DATA RENDSZEREK TERVEZÉSE**

**INMAM9920-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** INMAM0136-26 (Felhőalapú adatrendszerek)

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Adamkó Attila Tamás

### **Tantárgyleírás / tematika:**

A jelenleg használt informatikai rendszerek által előállított óriási adatmennyiség mára nem csak tárolási problémákat vet fel, hanem azok feldolgozása is kihívást jelent. Ezen túlmenően, az adatok önmagukban nem mindig hordoznak értelmezhető sajátosságokat, ámde a megfelelő tisztítás és elemzés együttesen már eredményezhet új információt. Emellett, ezen nagyméretű adattömegek esetén a korábbi, jól működő algoritmusok és módszerek már feltétlen nem nyújtanak megfelelő teljesítményt vagy akár egyáltalán nem alkalmazhatóak. A tárgy során a hallgatók bevezetést nyernek a szoftver rendszerek tervezési irányelveibe, kiemelve a Big Data vonalat. Ehhez megismerik a legfontosabb módszereket, szabványokat és eszközöket, amelyek az iparban széles körben alkalmazottak. A hallgatók képesek lesznek egyszerűbb és közepesen bonyolult rendszerek architektúráinak megtervezésére, dokumentálására.

A gyakorlati részen ezen ismeretek alapján egy projektmunka elvégzése alkotja a tárgy szerves részét.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Balamurugan Balusamy, et al.: Big Data Concepts, Technology, and Architecture, Wiley, 2021
  - Sommerville: Software Engineering 10th Edition, Addison Wesley, 2015
  - Thomas Erl: Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture, Prentice Hall, 2013.
  - Evans, E., Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software, Addison Wesley, 2003
-

## BIG DATA TECHNOLÓGIÁK

**INMAM9921-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kruppa Kinga Tünde

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Big Data alapfogalmak. Nagy mennyiségű adat kezelése, tárolása. Adattisztítás fontossága. Apache Hadoop architektúra. Hadoop Distributed File System (HDFS), replikáció. Elosztott adatfeldolgozás, MapReduce paradigma. Nagy mennyiségű adat hatékony feldolgozása Spark használatával. Adatfolyamok és gráfok feldolgozása. Adatelemzés Pandas segítségével nagy mennyiségű adat esetén. Gépi tanulási módszerek és analitikai eszközök a gyakorlatban. Spark MLlib és scikit-learn használata. Valós idejű adatvizualizációs módszerek.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- T. White: Hadoop: The Definitive Guide (4th ed.). O'Reilly Media, Inc., 2015
  - J. S. Damji, B. Wenig, T. Das, D. Lee: Learning Spark. Lightning-Fast Data Analytics (2nd ed.), O'Reilly Media, Inc., 2020
  - Ian Go J. Leskovec, A. Rajaraman, J. D. Ullmann: Mining of Massive Datasets (3rd ed.), Cambridge University Press, 2020.
-

## PÁRHUZAMOS SZÁMÍTÁS CUDA-VAL

**INMAM9925-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Gál Zoltán

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Ez a CUDA programozási technikába bevezető tantárgy CUDA platform segítségével ismerteti az NVIDIA GPU-k modern lehetőségeit és számolási képességeinek előnyeit. Bemutatja a GPU architektúrát és megoldásokat kínál a leggyakoribb feldolgozási problémák GPU-val történő elvégzéséhez. Mesterséges intelligencia gyorsítást, mélytanulást és egyéb számolásigényes elemzéseket CUDA és GPU-kra épülő Parallel Computing Toolbox segítségével végzi el. NVIDIA GPU-kat Python és Matlab környezetből beépített függvények közvetlen használatát mutatja be. Több GPU asztali számítógépen, feldolgozó klasztereken, felhő végre-hajtó csomópontokon és parallel szervereken való egyidejű felhasználására ad megoldásokat. CUDA kód generálás adatközpont, felhő és beágyazott rendszerek számára CUDA Coder segítségével. NVIDIA Tensor kód előállítás nagyteljesítményű feladatok elvégzéséhez. Mesterséges intelligencia applikációk fejlesztése NVIDIA-szintű adatközpontok és céges rendszerek integrációja céljából.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Roman Trobec, Boštjan Slivnik, Patricio Bulić, Borut Robič: Introduction to Parallel Computing: rom Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms, Springer, 2018, ISBN: 978-3-319-98833-7
- Duane Storti, Mete Yurtoglu: CUDA for Engineers: An Introduction to High-Performance Parallel Computing, ISBN-13: 978-0134177410
- Tolga Soyata: GPU Parallel Program Development Using CUDA, Chapman & Hall/CRC Computational Science, ISBN-13: 978-1498750752
- Robert Robey and Yuliana Zamora: Parallel and High Performance Computing, 2021, ISBN 9781617296468

## **GEOMETRIAI ADATELEMZÉS**

**INMAM9913-23**

**Félév:** 2

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Tomán Henrietta

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Strukturált, félig strukturált és strukturálatlan adatok. Előfeldolgozás. Adatvizualizációs módszerek. Pontfelhő feldolgozása. CA, PCA, MCA. Dimenziócsökkentő eljárások és geometriai interpretációjuk. Különböző forrásból származó adatfájlok (pl. képek, videofájlok, szenzoradatok) feldolgozása. Távolság- és hasonlóságmértékek, hisztogramok. Többdimenziós alakzatok reprezentációja. Detektálás, szegmentálás, illesztés, pozíció- és orientációmeghatározás. Objektumok strukturális elemzése, megkülönböztetése és osztályozása. Sajátságkinyerés, bag-of-visual-words (BOVW). Objektumkövetés.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- W. McKinney: Python for Data Analysis (2 ed.). O'Reilly Media, Inc. 2017.
  - Anuj Srivastava, Eric P. Klassen: Functional and Shape Data Analysis (Springer Series in Statistics), Springer, reprint of the original 1st ed. 2016 edition, 2018.
  - Brigitte Le Roux, Solène Bienaise, Jean-Luc Durand: Combinatorial Inference in Geometric Data Analysis, Chapman & Hall/CRC Computer Science & Data Analysis, 1st Edition, 2019.
  - John W. Woods: Multidimensional Signal, Image, and Video Processing and Coding, Academic Press, 2nd edition, 2011.
-

## SZENZOR ADATOK FELDOLGOZÁSA

**INMAM9914-23**

**Félév:** 2

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Ujvári Balázs

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Szenzorok installálása és kalibrálása, szenzorhálózatok létrehozása, adatbányászat, adat vizualizáció, nagy sebességű adatgyűjtő rendszerek, valós idejű trigger. Lassú, környezeti paraméterek megfigyelése szenzorokkal és az adatok alapján előrejelzés készítése gépi tanulással, algoritmus validálása mérésekkel. Gyorsan változó adatok esetén az adatgyűjtés, adatfeldolgozás optimalizálása.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Richard Lyons: Understanding Digital Signal Processing, ISBN-13: 978-0137027415
  - Kazem Sohraby: Wireless Sensor Networks: Technology, Protocols, and Applications, ISBN-13: 978-0471743002
  - Ibrahim M. M. El Emary, S. Ramakrishnan: Wireless Sensor Networks: From Theory to Applications ISBN-13: 978-1138198821
-

## GAZDASÁGTUDOMÁNYI ADATELEMZÉS

**INMAM9944-26**

**Félév:** 2

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Szenderák János

### **Tantárgyleírás / tematika:**

A kurzus célja a gazdaságtudományi adatelemzés szakterületi logikájának és tipikus adatforrásainak bemutatása. A gyakorlatok során a hallgatók megismerik a vállalati, pénzügyi, marketing-, értékesítési és makrogazdasági adatok sajátosságait, a mutatószámrendszerek és kulcsteljesítmény-mutatók elemzési szerepét, valamint az üzleti kérdések adatelemzési feladattá alakításának lépéseit. A tematika kiterjed a leíró és feltáró elemzésekre, szegmentációs és előrejelzési feladatokra, idősoros és paneladatok kezelésére, kereslet-, ár- és kockázatelemzési példákra, valamint az oksági gondolkodás és kísérlettervezés üzleti alkalmazásaira. A tárgy kiemelt hangsúlyt helyez az eredmények gazdasági értelmezésére, a döntéstámogató dashboardok és riportok készítésére, továbbá az adatminőségi, adatvédelmi és etikai szempontok figyelembevételére.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with pandas, NumPy, and Jupyter. 3rd Edition. O'Reilly Media, 2022.
  - Gábor Békés – Gábor Kézdi: Data Analysis for Business, Economics, and Policy. Cambridge University Press, 2021.
  - Rob J. Hyndman – George Athanasopoulos: Forecasting: Principles and Practice. 3rd Edition. OTexts, 2021.
-

## AGRÁRINFORMATIKAI ALKALMAZÁSOK

**INMAM9945-26**

**Félév:** 2

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Bojtor Csaba

### **Tantárgyleírás / tematika:**

A kurzus célja az agrárinformatikai alkalmazások szakterületi logikájának és adatvezérelt működésének bemutatása. A gyakorlatok során a hallgatók megismerik az agrár- és élelmiszergazdasági folyamatok tipikus adatforrásait, az üzemi, térinformatikai, szenzoros és távérzékelési adatok elemzési lehetőségeit, valamint a precíziós gazdálkodást, termelés-tervezést és döntéstámogatást szolgáló alapvető módszereket. A tematika középpontjában az adat-előkészítés, az adatok kontextusba helyezése, a mutatók értelmezése, az egyszerű prediktív modellek és az eredmények szakmai interpretációja áll agrárinformatikai példákon keresztül.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with pandas, NumPy, and Jupyter. 3rd Edition. O'Reilly Media, 2022.
  - Sajid Fiaz – Muhammad Azhar Nadeem – Faheem Shehzad Baloch – Yong Suk Chung (eds.): Artificial Intelligence and Data Sciences for Precision Agriculture. Springer, 2026.
  - Pethuru Raj – N. Gayathri – G. Jasper Willsie Kathrine (eds.): Artificial Intelligence for Precision Agriculture. Routledge, 2025.
-

## TÁRSADALMI ÉS VISELKEDÉSI ADATOK ELEMZÉSE

**INMAM9946-26**

**Félév:** 2

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Sándor Márton

### **Tantárgyleírás / tematika:**

A kurzus célja a társadalmi és viselkedési adatok elemzésének szakterületi logikájának bemutatása. A gyakorlatok során a hallgatók megismerik a társadalomtudományi és viselkedéstudományi adatforrások fő típusait, így a kérdőíves, adminisztratív, kísérleti, digitális nyom-, platform- és hálózati adatokat, valamint ezek mérési, mintavételi és torzítási sajátosságait. A tematika középpontjában az adatok előkészítése, a változók és mutatók értelmezése, a leíró és prediktív elemzések, a szegmentálás, a társadalmi hálózatok és viselkedési mintázatok feltárása, továbbá az eredmények etikus, kontextusérzékeny szakmai interpretációja áll társadalmi és viselkedési példákon keresztül.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with pandas, NumPy, and Jupyter. 3rd Edition. O'Reilly Media, 2022.
  - Elena Llaudet – Kosuke Imai: Data Analysis for Social Science: A Friendly and Practical Introduction. Princeton University Press, 2023.
  - Uwe Engel – Anabel Quan-Haase – Sunny Xun Liu – Lars Lyberg (eds.): Handbook of Computational Social Science, Volume 1: Theory, Case Studies and Ethics. Routledge, 2021.
-

# ROBOTIKA ÉS ÖNVEZETŐ JÁRMŰVEK

**INMAM9943-26**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Mészáros László

## **Tantárgyleírás / tematika:**

Robotikai és autonóm járműrendszerek alapjai. Szenzorok és aktuátorok szerepe robotikai és önvezető rendszerekben. Szenzoradatok feldolgozása, szenzorintegráció és szenzorfüzió. Robotikai érzékelés: tárgyészlelés, objektumfelismerés, környezetértelmezés, helymeghatározás és térképezés. Robotok és autonóm járművek látórendszerei. Lokalizáció, navigáció, útvonaltervezés és irányítás mobil és autonóm rendszerekben. Megerősítéses tanulás, optimális irányítás és gépi tanulási módszerek alkalmazása robotikai feladatokban. Beágyazott robotirányító rendszerek, robot operációs rendszerek, mikroprocesszoros és beágyazott MI-megoldások. Szimulációs környezetek, rendszerintegráció és alkalmazásba állítás (deployment). Ember-robot interfészek, adaptív és intelligens robotok, autonóm járművek típusai és alkalmazási területei. Projektalapú gyakorlati feladatok alkalmazásorientált környezetben.

## **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Andrea L'Afflitto, Gokhan Inalhan, Hyo-Sang Shin: Control of Autonomous Aerial Vehicles, Springer, 2024.
  - Markus Maurer, Steven E. Shladover (eds.): Road Vehicle Automation 10, Springer, 2023.
  - Ishwar K. Sethi (ed.): Autonomous Vehicles and Systems: A Technological and Societal Perspective, River Publishers / Routledge, 2024.
  - Lentin Joseph, Jonathan Cacace: Mastering ROS 2 for Robotics Programming, 4th edition, Packt Publishing, 2025.
  - Jitendra Singh: Ultimate Robotics Programming with ROS 2 and Python, Orange Education, 2024.
-

## **INFORMÁCIÓBIZTONSÁG**

**INMAM9901-26**

**Félév:** 1

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Pintér-Husztai Andrea

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Alapfogalmak (CIA hármasság), A kiberbiztonság eszközei és céljai, kártékony programok és támadási technológiák, hozzáférés-szabályozás (DAC,MAC,RBAC,ABAC,CBAC), hozzáférés-szabályozás elosztott rendszerekben, hitelesítés, felhasználó hitelesítés, hitelesítés elosztott rendszerekben, nyomkövethetőség, biztonságos üzemeltetés és incidenskezelés, Monitor Analyze Plan Execute-Knowledge (MAPE-K), Rendelet, szabványok.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Awais Rashid, Howard Chivers, George Danezis, Emil Lupu, Andrew Martin, CyBok, The Cyber Security Body of Knowledge, 2019
  - William Stallings, Lawrie Brown, Computer Security, Principles and Practice, 4th Edition, 2022
  - Jason Andress, Foundations of Information Security: A Straightforward Introduction, 2019
-

# KRIPTOGRÁFIA

**INMAM9926-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Pintér-Husztai Andrea

## **Tantárgyleírás / tematika:**

Kriptográfiai alapfogalmak, Álvéletlenszám generálás, folyamtitkosítás, lineáris visszacsatolású shift regisztereken alapuló titkosítás. A modern szimmetrikus és aszimmetrikus titkosító algoritmusok tervezésének alapjai, A blokktitkosítás alkalmazásának a módjai, Padding. A diszkrét logaritmus problémán alapuló nyilvános kulcsú kriptográfiai rendszerek: Diffie-Hellmann kulcscsere és ELGamal titkosítás. A diszkrét elliptikus logaritmuson alapuló kriptográfiai rendszerek, Digitális aláírás sémák. ECDSA digitális aláírás, Haladó protokollok: TLS, nulla ismeretű protokollok.

## **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- William Stallings, *Cryptography and Network Security Principles and Practice* (7th edition), 2017
  - Buttyán Levente, Vajda István, *Kriptográfia és alkalmazásai*, Typotex, 2012.
  - Jeffrey Hoffstein, Jill Pipher and Joseph H. Silverman, *An Introduction to Mathematical Cryptography*, Springer 2014, ISBN: 978-1-4939-1711-2
  - Jonathan Katz, Yehuda Lindell, *Introduction to Modern Cryptography* (3rd edition), 2021
-

## **MI BIZTONSÁG**

**INMAM9927-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** INMAM0102-23 (A gépi tanulás alapjai)

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Kádek Tamás

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Az adattudomány és a mesterséges intelligencia eszközeinek (klaszterezési eljárások, döntési fák, mélytanulás) alkalmazása az informatikai biztonság területén. Támadás és védekezés a kiberbiztonságban. Hamis médiatartalmak, SPAM és adathalász email-ek felismerése. Rosszindulatú szoftverek, hálózati támadások és behatolás detektálás. Felhasználói hitelesítés. Biztonságos web.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Montasari R., Jahankhani H. (eds) Artificial Intelligence in Cyber Security: Impact and Implications. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications. Springer, Cham, 2021, ISBN: 978-3-030-88039-2.
  - Abaimov S., Martellini M. Machine Learning for Cyber Agents. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications. Springer, Cham, 2022, ISBN: 978-3-030-91584-1
-

## BIZTONSÁGOS PROGRAMOZÁS

**INMAM9934-23**

**Félév:** 4

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Pintér-Husztai Andrea

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Biztonságos programozás filozófiája, A biztonságos programozás tervezési elvei, Robusztus programozás, Biztonsági architektúra, Automatizálás és tesztelés, Puffertúllépés, Formázott karakterlánc-problémák, Egész számok túlcserdülése, Kivételek elfogása, Parancs beszúrás, A hibák helyes kezelésének elmulasztása, Információ-szivárgás, Versenyfeltételek, Gyenge használhatóság, Nem megfelelő frissítés, Túl sok jogosultsággal rendelkező kód végrehajtása, A tárolt adatok védelmének elmulasztása, CWE Top 25 legveszélyesebb szoftverhiba, A sebezhetősegi adatbázisok áttekintése.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Howard, Michael, and David LeBlanc. Writing secure code. Pearson Education, 2003.
  - LeBlanc, David, and John Viega. 24 deadly sins of software security: programming flaws and how to fix them. McGraw-Hill, 2010.
  - J Rice, Tony, et al. "Fundamental practices for secure software development." Software Assurance Forum for Excellence in Code (SAFECode), White Paper Third Edition. 2018.
-

**OPTIMALIZÁCIÓ AZ ADATTUDOMÁNYBAN**

**INMAM9907-26**

**Félév:** 2

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Baran Ágnes Éva

**Tantárgyleírás / tematika:**

Többváltozós függvények feltétel nélküli és feltételes szélsőértéke. Gradiens módszerek, megbízhatósági tartomány, Newton-módszer, kvázi Newton-módszerek, konjugált gradiens módszer, legkisebb négyzetek módszere, sztochasztikus optimalizálás.

**Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Jorge Nocedal, Stephen Wright, Numerical Optimization, Springer, 2006, ISBN-10: 0-387-30303-0
  - Stephen Wright, Benjamin Recht, Optimization for Data Analysis, 2022, Cambridge University Press, Online ISBN: 9781009004282
  - Shai Shalev-Shwartz, Shai Ben-David: Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms, Cambridge University Press, 2014, Online ISBN: 9781107298019
-

## **IDŐSOROK ELEMZÉSE**

**INMAM9928-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Baran Sándor

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Az idősorelemzés alapfogalmai. A trend és a szezonális komponens becslése, eltávolítása. Lineáris folyamatok, lineáris szűrés. Stacionárius folyamatok lineáris predikciója. ARMA folyamatok: stacionaritás, kauzalitás, invertálhatóság, autokorreláció- és parciális autokorreláció-függvény. Spektrálanalízis: spektrális sűrűségfüggvény, periodogram. ARMA folyamatok modellezése, Yule-Walker és maximum-likelihood becslések, információs kritériumok. Nem-stacionárius és szezonális idősor modellek: ARIMA modellek, identifikációs technikák, egységgyökök, szezonális ARIMA modellezés.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Peter J. Brockwell, Richard A. Davis: Introduction to Time Series and Forecasting. Third Edition. Springer, 2016. ISBN: 978-3-319-29852-8
  - Robert H. Shumway, David S. Stoffer: Time Series Analysis and Its Applications With R Examples. Fourth Edition. Springer, 2017. ISBN: 978-3-319-52451-1
  - Peter J. Brockwell, Richard A. Davis: Time Series: Theory and Methods. Second Edition. Springer, 1991. ISBN: 978-0-387-97429-3
-

## PÉNZÜGYI MODELLEK

**INMAM9929-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Gáll József Mihály

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Mean-variance portfólióelmélet, Capital Asset Pricing Model. Kockázati mértékek, coherens mértékek, Value at Risk, Expected Shortfall. Alapvető részvény- és eszközárak sztochasztikus modellek, derivatívák árazása. Szimulációs módszerek, pénzügyi modellek statisztikai kérdései.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Gáll József, Pap Gyula: Bevezetés a pénzügyi matematikába, Polygon kiadó, 2010.
  - John C. Hull: Opciók, határidős ügyletek és egyéb származtatott termékek, Panem—Prentice-Hall, 1999.
  - John C. Hull: options, Futures, And Other Derivatives, Edition 8, Pearson, 2012.
  - Barucci, E., Fontana, C.: Financial Markets Theory, 2nd ed., Springer, 2017.
  - Paul Glasserman: Monte Carlo Methods in Financial Engineering, Springer, 2004.
-

## SZTOCHASZTIKUS ADATBÁNYÁSZAT

**INMAM9930-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Ispány Márton

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Az adatbányászati folyamat, feltáró elemzés és elő-feldolgozás. A statisztikus döntésmélet elemei. Kernel módszer, vektorgépek, Gauss-folyamatok. Grafikus modellek, Bayes-hálók, véletlen Markov-mezők. Keverék modellek és az EM algoritmus. Mintavételi módszerek és az MCMC algoritmus. Szekvenciális adatok, Markov-láncok, rejtett Markov-modellek, lineáris dinamikus rendszerek. Ensemble és additív modellek, döntési fák, véletlen erdők. Dimenzió probléma, sztochasztikus dimenziócsökkentés.

Gyakorlaton az előadáson megismert módszerek alkalmazása adatbányászati szoftvereken illetve programkönyvtárakon (R, Python) keresztül.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Second Edition, Springer, 2009. ISBN: 978-0-387-84858-7
  - Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006. ISBN: 978-1-4939-3843-8
-

**KLINIKAI BIG DATA**

**INMAM9915-23**

**Félév:** 2

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Emri Miklós

**Tantárgyleírás / tematika:**

Klinikai adatvagyon, GDPR szabályozás az adatkezelésben, HIS rendszerek, PACS rendszerek, Labor adatbázisok, Kutatói adatbázisok, Adatgyűjtés, adatintegráció és adattisztítás, Anonimizálási módszerek, NLP szerepe a retrospektív adatgyűjtésben, Strukturált leletezés, Szabad formátumú leletek strukturálása, Orvosi képfeldolgozó szoftverek által generált adatok, Neuroradiológiai adatok, CT képfeldolgozásból származó adatok, PET képfeldolgozásból származó adatok, Proteomikai és genomikai adatok, Egészségügyi Big Data rendszerek, UDBD Health rendszer, Microsoft Azure és Databricks, UDBD Health-re épülő elemzések, Adattárház-menedzsment, BigData rendszerben végzett statisztikai elemzések, Process Mining, Differential Privacy, Prediktív modellek kutatása, Auto Machine Learning rendszerek.

***Kötelező, illetve ajánlott irodalom:***

- Pieter Kubben, Michel Dumontier, and Andre Dekker. : Fundamentals of Clinical Data Science, 2nd edition, Springer, 2019.
- Ankur Saxena, Nicolas Brault, Shazia Rashid: Big Data and Artificial Intelligence for Healthcare Applications, CRC Press, 2021.
- Wu, WT., Li, YJ., Feng, AZ. et al. Data mining in clinical big data: the frequently used databases, steps, and methodological models. Military Med Res 8, 44 (2021).
- Batko, K., Ślęzak, A. The use of Big Data Analytics in healthcare. J Big Data 9, 3 (2022).

## GENETIKA ÉS BIG DATA

**INMAM9931-23**

**Félév:** 3

**Típus:** Előadás / Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 2+0+2

**Kredit:** 6

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Kollokvium

**Tantárgyfelelős:** Dr. Balogh István

### **Tantárgyleírás / tematika:**

Genetika: Bevezetés a genetikába. A prokarióta és eukarióta genom szerveződése, kromoszómák, DNS. Transzkripció, transláció, RNS, fehérje. A génműködés szabályozása, epigenetika. A humán genom. Mendeli genetika, öröklődésmenetek. Monogénes betegségek. Daganatok genetikája, onkogének és tumorszuppresszorok. Farmakogenetika. Citogenetika, kromoszómavizsgálatok, array-CGH. Kópiaszám variációk. Molekuláris biológiai módszerek, PCR, újgenerációs szekvenálás. Mutációk és polimorfizmusok. Mutációs és populációs adatbázisok.

BigData: Bevezetés a bioinformatikába. BigData. Molekuláris és szekvencia adatbázisok, keresés az adatbázisokban. Szerkezeti bioinformatika, filogenetika. UNIX operációs rendszer, parancssorok. Hasonlóságkeresés, páronkénti illesztések. BLAST. Szekvenciaelemző programok. Transzkriptomika. Genomika: NGS, de novo genom illesztés, genom annotáció, RNA-seq, ChIP seq. Az újgenerációs szekvenálásban használt bioinformatikai módszerek. GWAS. Microarray adatok analízise. Proteomika.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Peter Turnpenny, Sian Ellard, Ruth Cleaver: Emery's Elements of Medical Genetics and Genomics, 16th Edition, Elsevier, 2020, ISBN: 9780702079665
  - Jonathan Pevsner: Bioinformatics and Functional Genomics, 3rd Edition, Wiley-Blackwell, 2015, ISBN: 9781118581780
-

## MI AZ EGÉSZSÉGTUDOMÁNYOKBAN

**INMAM9947-26**

**Félév:** 4

**Típus:** Labor gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+0+2

**Kredit:** 3

**Státusz:** Választható

**Előfeltételek:** nincs

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Harangi Balázs

### **Tantárgyleírás / tematika:**

A kurzus célja a mesterséges intelligencia egészségügyi alkalmazási lehetőségeinek bemutatása, különös tekintettel az egészségügyi adatok elemzésére, az orvosi képalkotásra, a prediktív modellezésre és a klinikai döntéstámogatásra. A gyakorlatok során a hallgatók megismerik a klinikai, képalkotó, genomikai és időfüggő adatok sajátosságait, valamint az ezek feldolgozására alkalmazható gépi tanulási és mélytanulási módszereket. A tematika kiterjed az orvosi képek klasszifikációjára és szegmentációjára, a betegségkockázat és betegséglefolyás előrejelzésére, a genomikai adatok elemzésére, valamint az MI-modellek teljesítményének értékelésére és értelmezhetőségére. A tárgy kiemelt hangsúlyt helyez az egészségügyi MI-rendszerek megbízhatóságára, az adatminőségi, adatvédelmi és etikai kérdésekre, továbbá arra, hogy a hallgatók képesek legyenek az MI-alapú eredményeket egészségügyi és klinikai szempontból értelmezni.

### **Kötelező, illetve ajánlott irodalom:**

- Bohr, A.; Memarzadeh, K. szerk.: Artificial Intelligence in Healthcare. Academic Press, 2020. ISBN: 978-0-12-818438-7.
  - Goodfellow, I.; Bengio, Y.; Courville, A.: Deep Learning. MIT Press, 2016. ISBN: 978-0-262-03561-3.
  - Chollet, F.: Deep Learning with Python. 2nd edition. Manning Publications, 2021. ISBN: 978-1-61729-686-4.
-

## *Kritérium jellegű követelmény tárgyak*

---

### **INFORMATIKAI SZAKNYELVI ISMERETEK**

**INMXM9993-23**

**Félév:** I

**Típus:** Tantermi gyakorlat

**Óraszám/hét:** 0+2+0

**Kredit:** 3

**Státusz:** Kötelező

**Előfeltételek:**

**Számonkérés:** Gyakorlati jegy

**Tantárgyfelelős:** Dr. Tóth Erzsébet

#### **Tantárgyleírás / tematika:**

Kritériumkövetelmény, a 2022/23/1. félévétől tanulmányaikat megkezdő hallgatók számára a tárgy teljesítése kötelező.

A tárgy feladata: A hallgató a kurzus során elsajátítsa az informatika angol nyelvű alapfogalmait és a rájuk épülő speciális angol nyelvű szakszókészlet elemeit az informatika területén. A hallgatók ismerjék meg behatóbban az angol nyelvű szakterminológiát a kiválasztott szakcikk feldolgozásával és megértésével.

---