



ADATTUDOMÁNY MESTERKÉPZÉSI SZAK

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 területéről a programtervező informatikus, a mérnökinformatikus, a gazdaságinformatikus, a természettudomány képzési területéről a biotechnológia alapképzési szak.
 - 4.2. **A 9.3. pontban meghatározott kreditek teljesítésével elsősorban számításba vehető:** a természettudomány képzési területéről 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 gyakorláshelyen szervezett gyakorlat, melynek további követelményeit a képzés tanterve határozza meg. A szakmai gyakorlat kritérium követelmény.

A szakmai gyakorlat tárgy teljesítése előfeltétele az abszolutórium kiállításának.

A szakmai gyakorlatot kezdeményezheti a hallgató, vagy önéletrajz leadása esetén a Kar is javasolhat helyet.

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)

Hallgatói tanácsadó: Dr. Tóth János (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
Összesen	120 kredit
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 két tizedesre 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 két tizedesre 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				
INMAM0101-23 INMAM0101E INMAM0101L	Információ biztonság	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
INMAM0207-23 INMAM0207E INMAM0207L	Optimalizáció az adattudományban	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				
INMAM0104-23 INMAM0104E INMAM0104L	Felhőalapú számítástechnika	6	2		2	K A			1
INMAM0105-23 INMAM0105L	Adatvizualizációs módszerek	3			2	G			1
INMAM0106-23 INMAM0106L	Adatorientált programozás	3			2	G			1
INMAM0208-23 INMAM0208E	Adatetika	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

Haladó gépi tanulás blokk

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9911-23 INMAM9911E INMAM9911L	Haladó természetes nyelvű feldolgozás	6	2		2	G			2
INMAM9916-23 INMAM9916E INMAM9916L	Közösségi és technológiai hálózatok	6	2		2	K A			3
INMAM9917-23 INMAM9917L	Modern mélytanulási keretrendszerek	3			2	G	INMAM0106		3
INMAM9918-23 INMAM9918L	Generatív módszertanok	3			2	G			3
INMAM9932-23 INMAM9932E INMAM9932L	Haladó gépi tanulás	6	2		2	K A	INMAM0102		4
INMAM9933-23 INMAM9933E INMAM9933L	Haladó megerősítéses tanulás	6	2		2	G	INMAM0102		4

Gépi tanulással kapcsolatos rendszerek tervezése blokk

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9912-23 INMAM9912E INMAM9912L	Docker és Kubernetes az ML-ben	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	INMAM0104		3
INMAM9921-23 INMAM9921L	Big Data technológiák	3			2	G	INMAM0106		3

Mesterséges intelligencia az iparban 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
INMAM9914-23 INMAM9914L	Szenzor adatok feldolgozása	3			2	G			2
INMAM9922-23 INMAM9922E INMAM9922L	Haladó robotika	6	2		2	K A			3

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9923-23 INMAM9923E INMAM9923L	Önvezető autók	6	2		2	G			3
INMAM9924-23 INMAM9924E INMAM9924L	Ipari problémák elméleti és neurális hálós megoldása	6	2		2	G	INMAM0102		3
INMAM9925-23 INMAM9925L	Párhuzamos számítás CUDA-val	3			2	G			3

Adatbiztonság blokk

Tárgykód / Kurzuskód	Tantárgynév	Kre- dit	Heti óraszám			Szám- mon- kérés	Előfeltételek	Peri- ódus	Aján- lott félév
			elm.	gyakorlat					
				tant.	labor				
INMAM9926-23 INMAM9926E INMAM9926L	Kriptográfia	6	2		2	K A			3
INMAM9927-23 INMAM9927E INMAM9927L	MI biztonság	6	2		2	G	INMAM0101 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				
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

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			Szá- 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 - ké- r- és	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				G		I	

Adattudomány MSc

Tantárgyi tematikák

Adattudomány elméleti háttéréhez kapcsolódó alapismeretek

INFORMÁCIÓ BIZTONSÁG

INMAM0101-23

Félév: 1

Típus: Előadás / Labor gyakorlat

Óraszám/hét: 2+0+2

Kredit: 6

Státusz: Kötelező

Előfeltételek: nincs

Számonkérés: Kollokvium

Tantárgyfelelős: Dr. Pintér-Husztai Andrea

Tantárgyleírás / tematika:

Alapfogalmak (CIA hármas), 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), Rendeletek, 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
-

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 gradiensellenőrzés, 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
-

OPTIMALIZÁCIÓ AZ ADATTUDOMÁNYBAN

INMAM0207-23

Félév: 2

Típus: Előadás / Labor gyakorlat

Óraszám/hét: 2+0+2

Kredit: 6

Státusz: Kötelező

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
-

FELHŐALAPÚ SZÁMÍTÁSTECHNIKA

INMAM0104-23

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:

A felhőinfrastruktúra leírása; az IaaS, PaaS és SaaS megkülönböztetése, Felhőalapú számítástechnika típusai közötti különbségek bemutatása (nyilvános, privát, helyhez kötött, hibrid);

A felhőkörnyezet megbízhatóságának, rendelkezésre állásának, skálázhatóságának ismertetése; A felhős alkalmazások és rendszerek költségeinek bemutatása, elemzése; A felhős környezetben a rendelkezésre állási mérőszámok ismertetése; A nyilvános, a privát és a hibrid felhőalapú alkalmazások megvalósítása közötti különbségek áttekintése; Virtuális környezet létrehozása (virtuális gépek, virtuális hálózat, adattárolás);

A működési költségek kezelése; A lehetséges kockázatok és katasztrófa-forgatókönyvek azonosítása;

Helyszíni és külső biztonsági mentési stratégia kialakítása; A felhőalapú rendszerek felügyelete; A felhőbiztonság kezelése.

Kötelező, illetve ajánlott irodalom:

- Erl Thomas, Puttini Ricardo, Mahmood Zaigham : Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture
- Kris Jamsa: Cloud Computing: SaaS, PaaS, IaaS, Virtualization, Business Models, Mobile, Security and More
- George Prestonship: Amazon Web Services and Microsoft Azure Bundle: AWS and Azure Explained for Beginners: API, Cloud Computing for Data Storage, Machine Learning, Security, Networking and More!

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
-

ADATORIENTÁLT PROGRAMOZÁS

INMAM0106-23

Félév: 1

Típus: Labor gyakorlat

Óraszám/hét: 0+0+2

Kredit: 3

Státusz: Kötelező

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
-

ADATETIKA

INMAM0208-23

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 elmélete és fejlődése az európai jogi kultúrában. A személyes adatok köre. Adatkezelők és adat-feldolgozók. A GDPR alapelvei. Az adatalany jogai. Adatvédelmi incidens, jelentési kötelezettség, vizsgálat, a nemzeti adatvédelmi hatóságok szerepe. A személyes adatok védelméhez fűződő jog megsértésének jogkövetkezményei. ePrivacy az Európai Unióban. Az etikai kódexek szerepe az adatvédelemben. Az információszabadság és a közérdekű adatok nyilvánossága. Az EUB adatvédelemhez kapcsolódó esetjoga. Az adatvédelem és az etika összefüggései. Big Data: etikai és jogi kérdések. IoT: etikai és jogi kérdések.

Kötelező, illetve ajánlott irodalom:

- Besemer, Leo: Privacy and data protection based on the GDPR: Understanding the General Data Protection Regulation, Van Haren Publishing, 2020, ISBN 978-9401806763
 - Kennedy, Gwen: Data Privacy Law: A Practical Guide to the GDPR, Bowker, 2019, ISBN 978-0999512722
 - Richterich, Annika: The Big Data Agenda: Data Ethics and Critical Data Studies, University of Westminster Press, 2018, ISBN 978-1911534976
-

HALADÓ TERMÉSZETES NYELVŰ FELDOLGOZÁS

INMAM9911-23

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, Érzelemelemezés, 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. Tornai Róbert

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
-

MODERN MÉLYTANULÁSI KERETRENDSZEREK

INMAM9917-23

Félév: 3

Típus: Labor gyakorlat

Óraszám/hét: 0+0+2

Kredit: 3

Státusz: Választható

Előfeltételek: INMAM0106-23 (Adatorientált programozás)

Számonkérés: Gyakorlati jegy

Tantárgyfelelős: Dr. Aradi Bernadett

Tantárgyleírás / tematika:

A mélytanulás legnépszerűbb keretrendszereinek megismerése és használata. Előrecsatolt, konvolúciós és rekurrens hálózatok megvalósítása TensorFlow, Keras és PyTorch szoftverkönyvtárak segítségével Pythonban.

Kötelező, illetve ajánlott irodalom:

- A. Géron: Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 2nd Edition. O'Reilly Media, 2019. ISBN: 978-1-492-03264-9.
 - I. Pointer: Programming PyTorch for Deep Learning: Creating and Deploying Deep Learning Applications. O'Reilly Media, 2019. ISBN: 978-1-492-04535-9.
 - J. Patterson, A. Gibson: Deep Learning: A Practitioner's Approach. O'Reilly Media, 2017. ISBN: 978-1-491-91425-0.
 - S. Pattanayak: Pro Deep Learning with TensorFlow: A Mathematical Approach to Advanced Artificial Intelligence in Python. Apress, 2017. ISBN: 978-1-484-23095-4.
-

GENERATÍV MÓDSZERTANOK

INMAM9918-23

Félév: 3

Típus: Labor gyakorlat

Óraszám/hét: 0+0+2

Kredit: 3

Státusz: Választható

Előfeltételek: nincs

Számonkérés: Gyakorlati jegy

Tantárgyfelelős: Dr. Kovács László

Tantárgyleírás / tematika:

A tantárgy célja, hogy a hallgatók mély ismereteket szerezzenek a generatív módszertanok kötődő korszerű elméleti módszerekbe és technológiai megvalósításokba. A szükséges szoftveres, hardveres eszközrendszerek segítségével a hallgatók a generatív módszertanok komponenseinek elméleti és gyakorlati háttereiről, PyTorch környezetben az alapvető generatív hálózatokról, fejlett konvolúciós rétegeket is alkalmazó DCGAN-ról, a GAN vezérléséről és feltételes GAN-ok létrehozásáról. A kurzus segítségével a hallgatók gyakorlatorientált formában tanulnak a fejlett GAN programozásáról, úgy mint adataugmentáció, személyes adatok védelme, vagy a GAN-alkalmazások kérdőívekben történő alkalmazása. A kurzus kiemelt figyelmet fordít az összetett megoldásokra, beleértve a generatív modellek összehasonlíthatóság, a valósághűség és diverzifikáltság mérésének megvalósítását, a bias detektálását, vagy a különböző stílustransfer technikák megvalósítását (Pix2Pix, CycleGAN, StyleGAN). A hallgatók előre leegyeztetett projektfeladatokon dolgoznak a generatív módszertanok alkalmazásainak területein belül.

Kötelező, illetve ajánlott irodalom:

- Jakub Langr and Vladimir Bok: GANs in Action, Manning, 2019.
 - David Foster: Generative Deep Learning, Oreilly, 2019
 - Kailash Ahirwar: Generative Adversarial Networks Projects, Packt, 2019
 - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016.
 - Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th US ed., Pearson, 2020
-

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), Többcímkezési 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.
-

HALADÓ MEGERŐSÍTÉSES TANULÁS

INMAM9933-23

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; Jutalomak; 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.
-

DOCKER ÉS KUBERNETES AZ ML-BEN

INMAM9912-23

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. ISBN: 978-1839213403
- Steve D. Pountol: DOCKER & KUBERNETES (2 BOOKS IN 1): The Ultimate Guide to Know Everything You Need About Containerizing Your Applications
- 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. ISBN: 978-9391030797

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: INMAM0104-23 (Felhőalapú számítástechnika)

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: INMAM0106-23 (Adatorientált programozás)

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.
-

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
 - Ibrahiem M. M. El Emary, S. Ramakrishnan Wireless Sensor Networks: From Theory to Applications ISBN-13: 978-1138198821
-

HALADÓ ROBOTIKA

INMAM9922-23

Félév: 3

Típus: Előadás / Labor gyakorlat

Óraszám/hét: 2+0+2

Kredit: 6

Státusz: Választható

Előfeltételek: nincs

Számonkérés: Kollokvium

Tantárgyfelelős: Dr. Oniga István László

Tantárgyleírás / tematika:

Haladó robotika alapjai. Szenzorok és aktuátorok a robotikában. Érzékelés a robotikában (tárgyak észlelése, felismerése, vizsgálata, helymeghatározás és térképezés). Robotok látórendszerei. Robot lokalizáció és navigáció. Megerősítő tanulás és optimális irányítás a robotikában. Beágyazott robot irányítórendszerek. Robot operációs rendszerek. Mobil és autonóm robotok. Ember-robot interfészek. Mesterséges intelligencia alkalmazása a robotikában. Adaptív robotok. Intelligens robot típusok és alkalmazásaik.

Kötelező, illetve ajánlott irodalom:

- Bruno Siciliano, Oussama Khatib: Springer Handbook of Robotics, Springer Science & Business Media, 2008. ISBN: 978-3-540-30301-5
 - Peter Corke: Robotics, Vision and Control Fundamental Algorithms in MATLAB, Second edition, Springer International Publishing, 2017. ISBN 978-3-319-54412-0
 - Francis X. Govers: Artificial Intelligence for Robotics. Packt Publishing Ltd, 2018. ISBN: 978-1-78883-544-2
 - Dudás L.: Alkalmazott mesterséges intelligencia, 2011, Digitális tankönyvtár, <https://gyires.inf.unideb.hu/KMITT/co1/>
 - Steven M. LaValle: Planning Algorithms. Cambridge University Pres, 2006. ISBN: 978-0521862059
-

ÖNVEZETŐ AUTÓK

INMAM9923-23

Félév: 3

Típus: Előadás / Labor gyakorlat

Óraszám/hét: 2+0+2

Kredit: 6

Státusz: Választható

Előfeltételek: nincs

Számonkérés: Gyakorlati jegy

Tantárgyfelelős: Dr. Kovács László

Tantárgyleírás / tematika:

A tantárgy célja, hogy a hallgatók mély ismereteket szerezzenek az önvezető járművekhez kötődő korszerű elméleti módszerekbe és technológiai megvalósításokba. A szükséges szoftveres, hardveres eszközrendszerek segítségével a hallgatók a különböző szenzoradatok feldolgozásait végző fejlett adatfeldolgozás, gépi tanuló és mesterséges intelligencia módszerek elméleti és gyakorlati hátteréről tanulnak. A kurzus segítségével a hallgatók gyakorlatorientált formában tanulnak a beágyazott mesterséges intelligencia mikroprocesszorok fejlett programozásáról, szimulációról. A kurzus kiemelt figyelmet fordít az összetett megoldásokra, beleértve a szenzorintegrációt, szenzorfüziót, fejlett lokalizációs technológiákat, optimalizációt, rendszerintegrációt és összetett útvonal-tervezést és irányítást. A hallgatók előre leegyeztetett projektfeladatokon deployment eljárás keretein belül alkalmazásorientált környezetben dolgoznak.

Kötelező, illetve ajánlott irodalom:

- Abdelaziz Bensrhair, Thierry Bapin: From AI to Autonomous and Connected Vehicles: Advanced Driver-Assistance Systems (ADAS), Wiley, 2021
 - Shaoshan Liu: Engineering Autonomous Vehicles and Robots: The DragonFly Modular-based Approach, Wiley, 2020
 - Francois Chollet: Deep Learning with Python, Manning Publications, 2017
 - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016
 - Sensing and Control for Autonomous Vehicles – Applications to Land, Water and Air Vehicles, SPRINGER, 2017
-

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
-

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: from 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
-

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

INMAM9927-17

Félév: 3

Típus: Előadás / Labor gyakorlat

Óraszám/hét: 2+0+2

Kredit: 6

Státusz: Választható

Előfeltételek: INMAM0101-23 (Információ biztonság) és
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: 0+0+2

Kredit: 3

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 túlcsoordulása, 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 sebezhetőségi 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.
-

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 tumorsuppresszorok. 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
-