

Óbudai Egyetem
Neumann János Informatikai Kar



KÉPZÉSI PROGRAM

**Mesterségesintelligencia-informatikus MSc
képzési program**

Budapest, 2026. szeptember 1.

MESTERSÉGESINTELLIGENCIA-INFORMATIKUS SZAK TANTERVE

1. Képzési cél:

A mesterségesintelligencia-informatikus mesterképzés célja olyan magas szintű elméleti és gyakorlati ismeretekkel rendelkező szakemberek képzése, akik képesek a korszerű mesterségesintelligencia-módszerek és -rendszerek működésének mély megértésére, tervezésére, megvalósítására, értékelésére és ipari környezetben történő alkalmazására. A képzés a mesterséges intelligencia teljes életciklusát átfogó szemlélet kialakítására törekszik: a végzett hallgatók képesek az adatok előkészítésétől, a modellek megtervezésétől, tanításától és validációjától kezdve azok rendszerbe integrálásán, telepítésén és üzemeltetésén keresztül a működés monitorozására, karbantartására, továbbfejlesztésére, szükség esetén lecserélésére és újratervezésére is. A képzés így nem kizárólag egyes algoritmusok vagy eszközök használatára, hanem komplex mesterségesintelligencia-megoldások önálló létrehozására és hosszú távú kezelésére készít fel.

A mesterséges intelligencia rendkívül gyorsan fejlődő terület, amelyen az aktuálisan alkalmazott modellek, technológiák és fejlesztőeszközök rövid idő alatt jelentősen megváltozhatnak. A képzési program ezért kiemelt jelentőséget tulajdonít az időtálló elméleti alapok megszerzésének. A matematikai és statisztikai ismeretek, az algoritmikus gondolkodás, az adatkezelés, a gépi tanulás és a mély gépi tanulás olyan alapot teremtenek, amelyre a hallgatók a későbbiekben új módszereket és technológiákat is önállóan képesek építeni.

A hallgatók a gépi és mély gépi tanulás mellett megismerkednek többek között a megerősítéses tanulás, a természetes nyelvfeldolgozás és a nagy nyelvi modellek, a generatív mesterséges intelligencia, a gépi látás, a multimodális rendszerek, a robotikai és megtestesült mesterséges intelligencia, valamint az ágensalapú rendszerek módszereivel. A képzésben az aktuális technológiai irányok bemutatása tudatosan kapcsolódik az őket megalapozó tartós elméleti tudáshoz, ezáltal biztosítva, hogy a végzett hallgatók a mesterséges intelligencia jövőbeni fejlődési irányaihoz is alkalmazkodni tudjanak.

A képzés gyakorlatorientált szemléletű, az elméleti ismeretek elsajátítása rendszeresen gyakorlati implementációs feladatokkal, kísérletekkel, projektmunkával és összetett problémák megoldásával egészül ki. A gyakorlati projektmunka ezáltal nem kiegészítő eleme, hanem a képzési program egyik meghatározó része.

A közös elméleti és szakmai alapokra építve a hallgatók a harmadik félévben, érdeklődésüknek és tervezett szakmai vagy kutatási irányuknak megfelelően, két differenciált tanulmányi sáv közül választhatnak. A sávok a közös mesterségesintelligencia-kompetenciák eltérő területeken történő, célzott elmélyítését szolgálják. Mindkét sáv 12 kredit értékű, és egy-egy olyan szakmai fókuszot biztosít, amely a jelenlegi ipari alkalmazásokban és a korszerű kutatás-fejlesztésben egyaránt jelentős szerepet tölt be.

Az "*A sáv - Adatközpontú prediktív rendszerek*" az adatintenzív, prediktív és tudományos mesterséges intelligencia megoldásokra, valamint az ezek megvalósításához szükséges skálázható számítási és gépi tanulási rendszerekre helyez további hangsúlyt. A hallgatók összetett strukturált és strukturálatlan tudományos adatok modellezésével, tér-időbeli és szimulációvezérelt módszerekkel, gráfneurális hálózatokkal és tudományos reprezentációtanulással foglalkoznak. Ezzel párhuzamosan megismerik a nagyméretű adat- és modellközpontú gépi tanulási rendszerek kialakításának kérdéseit, az elosztott tanítási munkafolyamatokat, a kísérlet- és verziómenedzsmentet, valamint az adat-, modell- és számítási komplexitás közötti rendszerszintű kompromisszumokat. A sáv egyaránt felkészít adatintenzív ipari MI-rendszerek fejlesztésére és tudományos, kutatásorientált mesterségesintelligencia-feladatok megoldására.

A "*B sáv - Multimodális és ágensalapú MI rendszerek*" a többféle információforrást együttesen feldolgozó, interaktív és autonóm mesterségesintelligencia-rendszerekre helyez további hangsúlyt. A hallgatók megismerkednek a kép-, videó- és szövegalapú információk együttes modellezésével, a látás-nyelvi rendszerekkel, keresztmodális reprezentációkkal és multimodális interakcióval. Erre építve sajátítják el a korszerű ágensalapú megközelítések, az eszközhasználó ágensek, az egy- és többágenses rendszerek, a munkafolyamat-automatizálás, valamint a döntéstámogatás és az ember-MI együttműködés módszereit. A sáv olyan rendszerek megértésére és létrehozására készít fel, amelyek nem kizárólag információt dolgoznak fel, hanem komplex feladatok megoldása során tervezni, együttműködni és külső eszközökkel interakcióba lépni is képesek.

Mindkét sáv meghatározó eleme az *Integrált MI projekt*, amelyben a hallgatók a választott szakmai irányhoz kapcsolódó, teljes életciklust átfogó mesterségesintelligencia-megoldást valósítanak meg. A projekt során az adatok beszerzésétől és előkészítésétől a modellfejlesztésen és kiértékelésen keresztül egészen a rendszerszintű integrációig vagy gyakorlati alkalmazásig jutnak el. Kiemelt szerepet kap a reprodukálhatóság, a verziókezelte fejlesztés, a dokumentáció és az előre meghatározott mérési protokollokon alapuló szigorú kiértékelés. Az integrált projekt a közös alapozás és a választott szakmai fókusz gyakorlati összekapcsolását szolgálja, és egyben természetes átmenetet képezhet a diplomamunka felé: a megfelelően megválasztott és kidolgozott projekt továbbfejleszhető teljes diplomamunkává.

A képzés fontos célja továbbá, hogy a hallgatók megbízható, biztonságos, átlátható és emberközpontú mesterségesintelligencia-rendszereket legyenek képesek létrehozni. Ennek érdekében a tanterv részét képezik a megmagyarázható mesterséges intelligencia, az ember-gép interakció és kognitív rendszerek, valamint a mesterséges intelligencia etikai, jogi és auditálási kérdései. A hallgatók így megismerik az algoritmikus torzítás, a magyarázhatóság, a bizalom, az emberi felügyelet, a felelősség és a szabályozási megfelelés kérdéseit is. Ezek az ismeretek a mesterséges intelligencia ipari, közigazgatási vagy más, különösen érzékeny alkalmazási területein a szakmai kompetencia szerves részét jelentik.

2. A mesterképzés végzett hallgatói felkészültek komplex mesterségesintelligencia-rendszerek fejlesztési, alkalmazási és üzemeltetési feladatainak önálló ellátására, ipari és kutatás-fejlesztési projektekből való részvételre, valamint megfelelő szakmai tapasztalattal ilyen projektek szakmai koordinációjára is. A megszerzett elméleti tudás, kutatási szemlélet és önálló problémamegoldó képesség egyúttal szilárd alapot biztosít a doktori (PhD) tanulmányok megkezdéséhez, így a képzés mind az ipari, mind a kutatás-fejlesztési és akadémiai életút irányába továbblépési lehetőséget nyújt. **Az elsajátítandó szakmai kompetenciák:**

a) tudása

- ismeri a mesterséges intelligencia szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, matematikai, statisztikai, etikai fogalmakat, különösen a gépi tanulás, mély gépi tanulás, megerősítéses tanulás, generatív modellek, multi-ágens rendszerek, kogníció, emberi együttműködés területein, amelyek megalapozzák az élethosszig tartó tanulást és a tudásadaptációt a változó ipari környezetekben;
- kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről, tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt, továbbá ismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében;

- magas szintű ismereteket szerez a mesterséges intelligencia főbb alkalmazási területein, mint felismerő, ajánló, generáló, kisegítő és hasonló rendszerek, ismeri az ezen területekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait, megfelelő tudással rendelkezik új módszerek kidolgozására és a modern módszerek implementálására, alkalmazására;
- elsajátítja az olyan szoftverfejlesztési folyamatok és technológiák mesterszintű alkalmazását, amelyek a mesterségesintelligencia-módszerek megbízható és hatékony létrehozását, üzembe helyezését, karbantartását és bővítését célozzák ipari környezetben, ezzel lefedve a szoftverek teljes életciklusát;
- tudatában van az emberi kommunikáció, érzékelés, viselkedés és gondolkodás alapelveinek, és ennek megfelelően ismeri a mesterséges intelligencia nyújtotta lehetőségeket a hatékony és természetes ember-gép interakciós rendszerek megvalósításához;
- ismereteket szerez a megmagyarázható és biztonságos mesterséges intelligencia fejlesztésének módszereiről és lehetőségeiről, egyes módszerek előnyeiről és hátrányairól, amely lehetővé teszi a mesterséges intelligencia alkalmazását biztonságkritikus rendszerek esetén is;
- az angol nyelvtudása eléri a képzéshez, az angol nyelvű szakirodalom megismeréséhez, a szakszöveg megértéséhez, feldolgozásához és a szakképzettséggel ellátható szakmai feladatok elvégzéséhez, valamint a folyamatos szakmai önképzéshez szükséges szintet;
- tisztában van a mesterségesintelligencia-alapú szoftverekhez, adatok kezeléséhez és autonóm rendszerek témaköréhez kapcsolódó alapvető jogi ismeretekkel és törvényekkel;
- ismeri a mesterséges intelligencia azon módszereit, amelyek segítik az etikus használatot és az előítéletesség leküzdését, továbbá az ember-centrikus mesterséges intelligencia céljait és módszertanát.

b) képességei

- képes a mesterségesintelligencia-megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására, továbbá a mesterségesintelligencia-rendszereket érintő különféle adat-/kiber-/etikai/üzemeltetési biztonsági kihívásokat felismerni és értékelni, valamint a biztonságos rendszertervezés alapelveinek alkalmazására;
- képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, a feladatok tudományterület szerinti elkülönítésére és a megoldás megtervezésére;
- képes a mesterséges intelligencia területéhez szorosan kapcsolódó felismerő, ajánló, generáló és kisegítő rutinfeladatokat felismerni és elvégezni, amelyek lehetővé teszik a gyors alkalmazásfejlesztést és prototípusgyártást;
- képes az előírt feladathoz tartozó nyers adatok előkészítő feladatait, mint adatgyűjtés, adatelőkészítés, adatelemzés, adatfeldolgozás, adatrepresentáció feladatkörét átlátni és szükség esetén elvégezni;
- képes a mesterséges intelligencia felhasználásával támogatni a szoftverfejlesztési életciklust, figyelembe véve a létesítés, betanítás, üzemeltetés, bővítés, fejlesztési, lecserélési és kivezetési lehetőségeket;
- képes speciális igényeket kielégítő fejlődő, gondolkodó személyre szabó és kooperációt segítő rendszerek kifejlesztésére, munkája megfelel az erkölcsi és ipari megbízhatósági kritériumoknak, valamint a hatályos jogszabályi kereteknek;
- képes hatékonyan együttműködni a mesterséges intelligencia széles felhasználói körével, mind az előkészítési, mind az alkalmazási lehetőségek és módszerek terén, speciális területen (pl. az egészségügyi, pénzügyi, ipari, oktatási vagy szolgáltatás szektorokban) is képes alkalmazni a megszerzett tudást;
- képes az eredmények könnyen értelmezhető interpretálására szöveges, vizuális és verbális módon is; képes személyre szabható rendszerek megvalósítására, így segítve az átláthatóságot és többrétű felhasználhatóságot, anyanyelvén kívül legalább angol nyelven képes szóban és

írásban szakmai eszmecserét folytatni, eredményeket bemutatni és értelmezni, jelentéseket készíteni, szakmai anyagokat feldolgozni, prezentálni;

- egyénileg képes a tudását kiterjeszteni még nem látott feladatokra a korábbi tapasztalatai alapján a már ismert módszerek segítségével, képes kutatási fejlesztési és innovációs irányok felismerésére, ahhoz kapcsolódó mérőszámok meghatározására és azok végrehajtására, megfelelő kutatói háttér mellett.

c) attitűdje

- figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó legújabb eredményeit és törekszik arra, hogy ezeket saját fejlődésének szolgálatába állítsa;
- tiszteltben 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 és fenntartható magatartás közvetítése és megvalósítása iránt;
- elkötelezett a mesterséges intelligencia etikus használata, az előítéletek leküzdése iránt az ember-centrikus mesterséges intelligencia célkitűzéseinek megfelelően.

d) autonómiája és felelőssége

- nagy figyelmet fordít feladatainak precíz elvégzésére és a határidők pontos betartására, illetve betartatására;
- önállóan végzi el mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként rutin felismerő, ajánló, generáló és kiegészítő rendszer tervezési feladatait;
- felelősséget vállal a vele együtt dolgozók 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.

3. Képzési idő:

- nappali tagozaton: 4 félév, min. 1106 kontaktóra
- levelező tagozaton: 4 félév, min. 395 kontaktóra

4. Megszerezhető kreditek száma: 120 kredit

5. A mesterképzési szakon szerezhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése:

A mesterképzési szak megnevezése: mesterséges intelligencia informatikus
Artificial Intelligence
Végzettségi szint: mesterfokozat (magister, master, rövidítve: MSc)
Szakképzettség: okleveles mesterséges intelligencia informatikus
Szakképzettség angol nyelvű megjelölése: Master in Artificial Intelligence

6. A képzés főbb területei:

	Kredit pont
Matematikai és természettudományi ismeretek	16
Informatika és mesterséges intelligencia törzsanyag	25

A mesterséges intelligenciához kapcsolódó speciális kompetenciát eredményező ismeretek	43
<i>Ebből differenciált szakmai ismeretek</i>	<i>12</i>
Szabadon választható	6
Diplomamunka	30
	120

7. Szakmai gyakorlat:

A szakmai gyakorlat kritériumkövetelmény. A szakmai gyakorlat egyéni vagy csoportmunkában erre alkalmas szervezetnél vagy a felsőoktatási intézmény gyakorlóhelyén teljesítendő, összességében legalább 6 hétig tartó (240 igazolt munkaórát tartalmazó) projektsztruktúrájú gyakorlat.

8. Nyelvi követelmények:

Az oklevél kiadásának feltétele:

A mesterfokozat megszerzéséhez valamennyi munkarendben tanulmányokat folytató hallgató számára a belső nyelvi követelmény teljesítése kötelező. A belső nyelvi követelmény teljesítése nem feltétele az abszolutórium megszerzésének és a záróvizsga letételének, azonban az oklevél kiadásának feltétele.

9. A képzés formái:

- a) nappali
- b) levelező

10. A képzés helye:

Óbudai Egyetem Neumann János Informatikai Kar, 1034 Budapest, Bécsi út 96/b

11. Szakfelelős:

Dr. habil. Kertész Gábor, egyetemi docens

12. Az ismeretek ellenőrzése:

- a) évközi jegy
- b) vizsga
- c) záróvizsga

13. A záróvizsgára bocsátás feltételei:

- a) végbizonyítvány (abszolutórium) megszerzése
- b) a bíráló által elfogadott diplomamunka
- c) a tantervben előírt 120 kredit teljesítése
- d) az előírt szakmai gyakorlat teljesítése

A záróvizsgára bocsátás feltétele a végbizonyítvány megszerzése. Végbizonyítványt a felsőoktatási intézmény annak a hallgatónak állít ki, aki a tantervben előírt tanulmányi és vizsgakövetelményeket és az előírt szakmai gyakorlatot – a diplomamunka elkészítése kivételével – teljesítette, és az előírt krediteket megszerezte.

14. A záróvizsga részei:

A záróvizsga a diplomamunka védéséből és a tantervben előírt tárgyakból tett írásbeli vagy szóbeli vizsgákból áll.

15. A záróvizsga eredményének (Z) számítási módja:

A diplomamunkára és a záróvizsga írásbeli vagy szóbeli részére kapott érdemjegyek – a vizsgatárgyak számát figyelembe vevő – átlaga az alábbiak szerint:

$$Z = (SZD + Z1 + Z2 + \dots + Zm) / (1 + m).$$

16. Oklevél kiadásának feltétele:

- a) sikeres záróvizsga
- b) belső nyelvi követelmény teljesítése

17. Hatálybalépés ideje: 2026. szeptember 1.

Prof. Dr. Eigner György
dékán s. k.

MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYOS ALAPISMERETEK

Tárgy neve: Valószínűesszámitás és matematikai statisztika		NEPTUN-kód: NBXVM0HMLF	Óraszám: levelező:10 ea + 5 tgy + 0 lab
Kredit: 4 Követelmény: vizsgajegy		Előkövetelmény: -	
Tantárgyfelelős: Dr. Kárász Péter	Beosztás: egyetemi docens	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Biomatika és Alkalmazott Mesterséges Intelligencia Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Vizsga - A hallgatók a szorgalmi időszak végén, illetve a vizsgaidőszakban egy labor vizsga és egy elméleti vizsga keretében adnak számot a tudásukról.			
Kompetenciák			
a. Tudása: Ismeri a mesterséges intelligencia szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, matematikai, statisztikai, etikai fogalmakat, különösen a gépi tanulás, mély gépi tanulás, megerősítéses tanulás, generatív modellek, multi-ágens rendszerek, kogníció, emberi együttműködés területein, amelyek megalapozzák az élethosszig tartó tanulást és a tudásadaptációt a változó ipari környezetekben.			
b. Képességei: Képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, feladatok tudomány terület szerinti elkülönítésére, és a megoldás megtervezésére.			
Ismeretanyag leírása:			
A tárgy célja: a hallgatók valószínűesszámitási és matematikai statisztikai ismereteinek elmélyítése és a gyakorlati alkalmazásokban való alapvető jártasság megszerzése. Tematika: Kolmogorov-féle valószínűségi mező, teljes valószínűség tétele, Bayes-tétel, valószínűségi változók és jellemzőik, eloszlásfüggvény, várható érték, szórásnégyzet, eloszlások transzformáltjai (generátor- és karakterisztikus függvény, Laplace transzformált). Valószínűségi változók együttes jellemzése, többdimenziós eloszlások, függetlenség, kovarianciamátrix. Feltételes várható érték általános fogalma, teljes várható érték tétele, konvergencia fogalmak, Borel-Cantelli-lemma, nagy számok erős és gyenge törvényei, független tagú sorok, centrális határeloszlás- tételek. Statisztikai mező, minta, statisztika, rendezett minta, empirikus eloszlásfüggvény, Glivenko-Cantelli-tétel. Torzítatlan, hatásos és konzisztens becslés, nevezetes statisztikák. Becslési módszerek, maximum-likelihood-becslés, momentum-módszer, legkisebb négyzetek módszere. Statisztikai hipotézisek vizsgálata, kondenciaintervallumok, Neyman-Pearson lemma, paraméteres próbák és nemparaméteres próbák.			
Szakirodalom			
- Mogyoródi J., Somogyi Á., Valószínűesszámitás I.II., Tankönyvkiadó, 1990 - Mogyoródi J., Michaletzky Gy. (Szerk.), Matematikai statisztika, Egyetemi jegyzet, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1995 - Bolla M., Krámlí A., Statisztikai következtetések elmélete, TYPOTEX, 2005 - Móri T., Szeidl L., Zempléni A., Matematikai statisztika példatár, ELTE Eötvös Kiadó, 1997 - Feller, W., Bevezetés a valószínűesszámitásba és alkalmazásaiba, Műszaki Könyvkiadó, 1978 - Shiryaev, A.N., Probability, Springer, 1995			

- Zolotarev, V.M., Modern Theory of Summation of Random Variables, VSP, 1997

Tárgy neve: Algoritmusok, adatszerkezetek és diszkrét optimalizálás*		NEPTUN-kód: NSXAA1HMLF	Óraszám: levelező:15 ea + 0 tgy + 10 lab
Kredit: 5 Követelmény: vizsga		Előkövetelmény: -	
Tantárgyfelelős: Prof. Dr. Szénási Sándor	Beosztás: egyetemi tanár	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Szoftvertervezés és -fejlesztés Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Vizsga - A számonkérés a kurzus során zárthelyi dolgozatok és beadandó feladatok, a kurzus végén szóbeli vizsga formájában történik.			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Elsajátítja az olyan szoftverfejlesztési folyamatok és technológiák mester szintű alkalmazását, amelyek a mesterséges intelligencia módszerek megbízható és hatékony létrehozását, üzembe helyezését, karbantartását és bővítését célozzák ipari környezetben, ezzel lefedve a szoftverek teljes életciklusát. - Az angol nyelvtudása eléri a képzéshez, az angol nyelvű szakirodalom megismeréséhez, a szakszöveg megértéséhez, feldolgozásához és a szakképzettséggel ellátható szakmai feladatok elvégzéséhez, valamint a folyamatos szakmai önképzéshez szükséges szintet.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a mesterséges intelligencia felhasználásával támogatni a szoftverfejlesztési életciklust, figyelembe véve a létesítés, betanítás, üzemeltetés, bővítés, fejlesztési, lecserélési és kivezetési lehetőségeket.			
Ismeretanyag leírása:			
A tárgy célja a hallgatók megismertetése az alapvető algoritmusokkal az optimalizálás és problémamegoldás területén, a legelterjedtebb adatszerkezetekkel és a napjainkban is használt programozási paradigmákkal. A tárgy fontosabb elemei: Rekurzió; Oszd meg és uralkodj; Mohó algoritmusok és dinamikus programozás; Visszalépéses keresés; Optimalizálás; Láncolt lista; Bináris keresőfa; Gráfok és gráfalgoritmusok; Hasító táblázat; B-fa; Kupac; Funkcionális és logikai programozás; Kód optimalizálás.			
Szakirodalom			
- Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest, Cliord Stein: Új Algoritmusok, Scholar Kiadó 2003, ISBN: 9639193909 - Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest, Cliord Stein: Introduction to Algorithms, MIT Press 2009, ISBN-13: 978- 0262033848 - Szénási Sándor: Algoritmusok, adatszerkezetek II., Óbudai Egyetem, Budapest, 2020			

Tárgy neve: Statisztikai tanulás és a gépi tanulás alapjai		NEPTUN-kód: NKXST1HMLF	Óraszám: levelező:5 ea + 5 tgy + 10 lab
Kredit: 5		Előkövetelmény: -	
Követelmény: vizsga			
Tantárgyfelelős: Dr. habil. Dineva Adrienn	Beosztás: egyetemi docens	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Kiberfizikai Rendszerek Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Vizsga - A hallgatók a kurzus során zárthelyi dolgozat és beadandó feladat, illetve a vizsgaidőszakban egy írásbeli vizsga keretében adnak számot a tudásukról.			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Ismeri a mesterséges intelligencia szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, matematikai, statisztikai, etikai fogalmakat, különösen a gépi tanulás, mély gépi tanulás, megerősítéses tanulás, generatív modellek, multi-ágens rendszerek, kogníció, emberi együttműködés területein, amelyek megalapozzák az élethosszig tartó tanulást és a tudásadaptációt a változó ipari környezetekben. - Kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről. Tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt. Továbbá megismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében. - 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;			
b. Képességei: Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására.			
d. Autonómiája és felelőssége: Nagy figyelmet fordít feladatainak precíz elvégzésére és a határidők pontos betartására, illetve betartatására.			
Ismeretanyag leírása:			
Statisztikai tanulás alapelvei. Adat előfeldolgozás technikái. A gépi tanulás alapjai. Nem felügyelt tanulás: klaszterező eljárások. Felügyelt tanulás nominális osztálycímkék predikciójára: osztályozás. Felügyelt tanulás folytonos kimeneti változók predikciójára: regresszió. Modellválasztás. Jellemzőkiválasztás. Alapvető technikák (1R, Naïve Bayes, Covering algoritmusok), Bayes hálók, k-NN, Induktív tanulás és döntési fák, szupport vektor gépek, Random Forests, együttes tanuló modellek. Megerősítéses tanulás. Modellek teljesítményének értékelése. Minősítés és hibamértékek, keresztkiértékelés. Torzítás-variancia dilemma. AutoML.			
Szakirodalom			

- Hastie, Trevor, Robert Tibshirani, J. H. Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd ed. New York: Springer, 2009
- Mitchell, T.M. and Tom, M., Machine Learning McGraw-Hill, New York, 1997
- Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006
- Aurelien Geron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems (2nd. ed.). O'Reilly Media, Inc., 2019

Tárgy neve: Testnevelés I.		NEPTUN-kód: OTTESI1MLF	Óraszám: levelező:0 ea + 5 tgy + 0 lab
Kredit: 1 Követelmény: háromfokozatú értékelés		Előkövetelmény:	
Tantárgyfelelős: Hiervarter Ákos	Beosztás: testnevelő tanár	Kar és intézet neve: Testnevelési és Sport Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások:			
Kompetenciák			
A testnevelés minden kompetencia elsajátításához indirekt módon hozzájárul, javítva a hallgatók általános tanulási készségeit.			
Ismeretanyag leírása:			
Oktatási cél: A testnevelés során a hallgatók adott sportág általános követelményei szerinti mozgáskultúrát végeznek el, valamint elsajátítják az adott sportág alapvető szabályait.			
Szakirodalom			

Tárgy neve: Testnevelés II.		NEPTUN-kód: OTTESI2MLF	Óraszám: levelező:0 ea + 5 tgy + 0 lab
Kredit: 1 Követelmény: háromfokozatú értékelés		Előkövetelmény:	
Tantárgyfelelős: Hiervarter Ákos	Beosztás: testnevelő tanár	Kar és intézet neve: Testnevelési és Sport Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások:			
Kompetenciák			
A testnevelés minden kompetencia elsajátításához indirekt módon hozzájárul, javítva a hallgatók általános tanulási készségeit.			
Ismeretanyag leírása:			
Oktatási cél: A testnevelés során a hallgatók adott sportág általános követelményei szerinti mozgáskultúrát végeznek el, valamint elsajátítják az adott sportág alapvető szabályait.			
Szakirodalom			

INFORMATIKA ÉS MESTERSÉGES INTELLIGENCIA TÖRZSANYAG

Tárgy neve: Mély gépi tanulás alapjai		NEPTUN-kód: NSXMG0HMLF	Óraszám: levelező:5 ea + 5 tgy+ 10 lab
Kredit: 4		Előkövetelmény:	
Követelmény: vizsga		- Statisztikai tanulás és a gépi tanulás alapjai	
Tantárgyfelelős: Prof. Dr. Szénási Sándor	Beosztás: egyetemi tanár	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Szoftvertervezés és -fejlesztés Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Vizsga - A hallgatók a kurzus során zárthelyi dolgozat és beadandó feladat, illetve a vizsgaidőszakban egy írásbeli vizsga keretében adnak számot a tudásukról.			
Kompetenciák			
a. Tudása - Ismeri a mesterséges intelligencia szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, matematikai, statisztikai, etikai fogalmakat, különösen a gépi tanulás, mély gépi tanulás, megerősítéses tanulás, generatív modellek, multi-ágens rendszerek, kogníció, emberi együttműködés területein, amelyek megalapozzák az élethosszig tartó tanulást és a tudásadaptációt a változó ipari környezetekben. - Kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről. Tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt. Továbbá megismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében. - 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.			
b. Képességei - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, feladatok tudomány terület szerinti elkülönítésére, és a megoldás megtervezésére. - Képes az eredmények könnyen értelmezhető interpretálására szöveges, vizuális és verbális módon is. Képes személyre szabható rendszerek megvalósítására, így segítve az átláthatóságot és többrejtű felhasználhatóságot. - Anyanyelvén kívül legalább angol nyelven képes szóban és írásban szakmai eszmecserét folytatni, eredményeket bemutatni és értelmezni, jelentéseket készíteni, szakmai anyagokat feldolgozni, prezentálni.			
d. Autonómiája és felelőssége Alkalmas mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként rutin felismerő, ajánló, generáló és kisegítő rendszer tervezési feladatainak elvégzésére.			
Ismeretanyag leírása:			

Elemi perceptron felépítése, szeparáló képessége, többretegű perceptron. Neurális architektúrák. Neurális hálók approximációs képessége. Mélytanuló hálók tanulása. Konvolúciós neurális háló és alkalmazásuk a képfeldolgozásban (pl. osztályozás, szegmentáció). Rekurrens Neurális Hálózatok és szekvenciális időfüggő hálózatok. Mélytanulás a természetes nyelvfeldolgozásban. Generatív hálók alapjai és alkalmazásuk. Mély megerősítéses tanulás. Gyakorlati szemléletű projektkomponensek és esettanulmányok korszerű technikák alkalmazásával (pl. konvolúciós hálók, autoencoder háló, gráf neurális hálózatok).

Szakirodalom

- I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press Ltd, november 2016
- W. Linfei, P. Cui, J. Pei (Eds.), Graph Neural Net- works: Foundations, Frontiers, and Applications, 1st Ed., Springer Nature, 2022
- O. Hasmik, Deep Neural Network Applications, CRC Press Inc., 2022
- A.L. Caterini, D.E. Chang (Eds.), Deep Neural Networks in a Mathematical Framework, Springer Nature, 2018

Tárgy neve: Önfelügyelt és generatív tanulás		NEPTUN-kód: NSXOG0HMLF	Óraszám: levelező:10 ea + 0 tgy + 10 lab
Kredit: 4 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: - Statisztikai tanulás és a gépi tanulás alapjai	
Tantárgyfelelős: Prof. Dr. Szénási Sándor	Beosztás: egyetemi tanár	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Szoftvertervezés és -fejlesztés Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: • Évközi jegy			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről. Tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt. Továbbá megismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében. - Magas szintű ismereteket szerez a mesterséges intelligencia főbb alkalmazási területein, mint felismerő, ajánló-, generáló-, kisegítő- és hasonló rendszerek. Megismeri az ezen területekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait. Megfelelő tudással rendelkezik új módszerek kidolgozására, és a modern módszerek implementálására, alkalmazására. - 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.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, feladatok tudomány terület szerinti elkülönítésére, és a megoldás megtervezésére. - Képes a mesterséges intelligencia területéhez szorosan kapcsolódó felismerő, ajánló, generáló és kisegítő rutinfeladatokat felismerni és elvégezni, amelyek lehetővé teszik a gyors alkalmazásfejlesztést és prototípus gyártást.			
c. Attitűdje: - Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó legújabb eredményeit, és törekszik arra, hogy ezeket saját fejlődésének szolgálatába állítsa.			
d. Autonómiája és felelőssége: - Munkáját a szakmai és tudományos etika követelményeinek maximális figyelembevételével végzi.			

<i>Ismeretanyag leírása:</i>
A tárgy a korszerű reprezentációtanulási módszereket mutatja be, különös tekintettel a kontrasztív tanulásra, az autoregresszív önfelügyelt tanulásra, a maszkolt rekonstrukcióra és az autoenkóder alapú megközelítésekre. A hallgatók megismerik az autoenkóderek fontosabb változatait, köztük a variációs autoenkódereket (VAE) és a vektor-kvantált variációs autoenkódereket (VQ-VAE), valamint a generatív adverzariális hálózatokat és a diffúziós generatív modelleket. A tárgy kitér a gráfneurális hálózatokra, így a GCN, GAT és üzenettovábbításra alapuló architektúrákra is. Kiemelt szerepet kapnak a nyelvspecifikus alkalmazásokon túlmutató alapmodellek, valamint a kevésmintás és nullamintás tanulás, továbbá a következtetési időben történő skálázás és adaptáció kérdései.
<i>Szakirodalom</i>
• Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press Ltd, 2016 D. • Foster, Generative deep learning, O'Reilly Media, 2022

Tárgy neve: Adatbázis és Big Data technológiák		NEPTUN-kód: NKXAB1HMLF	Óraszám: levelező:10 ea + 0 tgy + 10 lab
Kredit: 5 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: -	
Tantárgyfelelős: Dr. habil Fleiner Rita	Beosztás: egyetemi docens	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar; Kiberfizikai Rendszerek intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy - A hallgatók zárthelyi dolgozat keretében a kurzus során elhangzott ismeretanyag alapján, elméleti és gyakorlati feladatokon keresztül adnak számot az elsajátított tudásukról.			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Elsajátítja az olyan szoftverfejlesztési folyamatok és technológiák mester szintű alkalmazását, amelyek a mesterséges intelligencia módszerek megbízható és hatékony létrehozását, üzembe helyezését, karbantartását és bővítését célozzák ipari környezetben, ezzel lefedve a szoftverek teljes életciklusát. - 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.			
b. Képességei: Képes az előírt feladathoz tartozó nyers adatok előkészítő feladatait, mint adatgyűjtés, adatelőkészítés, adatelemzés, adatfeldolgozás, adatrepresentáció feladatkörét átlátni és szükség esetén elvégezni.			
Ismeretanyag leírása:			
A tárgy keretében a hallgatók megismerkednek az adatbázis-kezelő rendszerek és Big Data rendszerek elvi alapjaival, megvalósításával, az adatbázis tervezés folyamatával, továbbá korszerű adatkezelési módszerekkel, a Big Data fogalomkörhöz kapcsolódó fogalmakkal, technológiákkal. A képzés célja továbbá a relációs és NoSQL adatbáziskezelő-rendszerek elméletének gyakorlati alkalmazása konkrét kliens-szerver típusú adatbázis-kezelő rendszerek használatán keresztül.			
Szakirodalom			
- Guy Harrison: Next Generation Databases - NoSQL, NewSQL, and Big Data, Apress, 2015, ISBN 978-1-4842-330-8 - Zoiner Tejada: Mastering Azure Analytics, O'Reilly, 2017, ISBN 978-1491956656			

Tárgy neve: Felhőalapú architektúrák és szolgáltatás-menedzsment		NEPTUN-kód: NKXFA1HMLF	Óraszám: levelező:10 ea + 0 tgy + 10 lab
Kredit: 4 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: -	
Tantárgyfelelős: Prof. Dr. Lovas Róbert	Beosztás: egyetemi tanár	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Kiberfizikai Rendszerek intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy - A hallgatók egy zárthelyi dolgozat és egy féléves projektfeladat elvégzésével és bemutatásával adnak számot tudásukról.			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Elsajátítja az olyan szoftverfejlesztési folyamatok és technológiák mester szintű alkalmazását, amelyek a mesterséges intelligencia módszerek megbízható és hatékony létrehozását, üzembe helyezését, karbantartását és bővítését célozzák ipari környezetben, ezzel lefedve a szoftverek teljes életciklusát. - 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.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia rendszereket érintő különféle adat/kiber/etikai/üzemeltetési biztonsági kihívásokat felismerni és értékelni, valamint képes a biztonságos rendszertervezés alapelveinek alkalmazására. - Képes a mesterséges intelligencia felhasználásával támogatni a szoftverfejlesztési életciklust, figyelembe véve a létesítés, betanítás, üzemeltetés, bővítés, fejlesztési, lecserélési és kivezetési lehetőségeket.			
Ismeretanyag leírása:			
A tárgy a felhőalapú számítási architektúrákat és szolgáltatási modelleket mutatja be, beleértve az IaaS, PaaS, SaaS megoldásokat és a menedzselt MI szolgáltatásokat. A témakörök közé tartozik a virtualizáció, a konténerizáció, a Docker-alapú alkalmazáscsomagolás, a Kubernetes alapjai és a konténer-orchesztráció. A tárgy foglalkozik a felhőalapú adattárolási megoldásokkal, a hálózatkezeléssel, az identitás- és hozzáféréskezeléssel, valamint az alapvető felhőbiztonsági kérdésekkel. Bemutatásra kerülnek az adatintenzív és MI alkalmazásokhoz kapcsolódó skálázható felhőarchitektúrák, beleértve a gépi tanulási modellek telepítését, a kötegelt és online következtetési munkafolyamatokat, a GPU-támogatott infrastruktúrát, az automatikus skálázást, a monitorozást és a megbízhatósági szempontokat. A gyakorlati laborfeladatok konténerizált MI szolgáltatások felhőalapú telepítésére fókuszálnak, beleértve az LLM-alapú alkalmazásokat is.			
Szakirodalom			
- Jerrey D. Ullman; Jennifer Widom: Adatbázisrendszerek Alapvetés (2. kiadás), Panem, 2009. Budapest, ISBN: 9635454815 - Elmasri, R., Navathe, S. B.: Fundamentals of Database Systems 7th Edition, ISBN: 978-0133970777 - Alex Holmes: Hadoop In Practice, 2nd Edition, September 2014, ISBN 978-1-617-29222-4			

- Dirk deRoos, Paul C. Zikopoulos, Roman B. Melnyk PhD, Bruce Brown, Rafael Coss: Hadoop for Dummies, 2014 John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN 978-1-118-65220-6

Tárgy neve: Mesterséges intelligencia rendszerek fejlesztése és üzemeltetése (AI DevOps)		NEPTUN-kód: NKXFU1HMLF	Óraszám: levelező:5 ea + 5 tgy + 10 lab
Kredit: 4 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: - Felhőalapú architektúrák és szolgáltatásmenedzsment	
Tantárgyfelelős: Prof. Dr. Lovas Róbert	Beosztás: egyetemi tanár	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Kiberfizikai Rendszerek intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy - félévközi zárthelyi dolgozatok			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Elsajátítja az olyan szoftverfejlesztési folyamatok és technológiák mester szintű alkalmazását, amelyek a mesterséges intelligencia módszerek megbízható és hatékony létrehozását, üzembe helyezését, karbantartását és bővítését célozzák ipari környezetben, ezzel lefedve a szoftverek teljes életciklusát. - Az angol nyelvtudása eléri a képzéshez, az angol nyelvű szakirodalom megismeréséhez, a szakszöveg megértéséhez, feldolgozásához és a szakképzettséggel ellátható szakmai feladatok elvégzéséhez, valamint a folyamatos szakmai önképzéshez szükséges szintet. - Tisztában van a mesterséges intelligencia alapú szoftverekhez, adatok kezeléséhez és autonóm rendszerek témaköréhez kapcsolódó alapvető jogi ismeretekkel és törvényekkel.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a mesterséges intelligencia rendszereket érintő különféle adat/kiber/etikai/üzemeltetési biztonsági kihívásokat felismerni és értékelni, valamint képes a biztonságos rendszertervezés alapelveinek alkalmazására. - Képes a mesterséges intelligencia felhasználásával támogatni a szoftverfejlesztési életciklust, figyelembe véve a létesítés, betanítás, üzemeltetés, bővítés, fejlesztési, lecserélési és kivezetési lehetőségeket.			
d. Autonómiája és felelőssége: - Nagy figyelmet fordít feladatainak precíz elvégzésére és a határidők pontos betartására, illetve betartatására. - Felelősen, az aktuális szabályozásnak megfelelően kezeli a rá bízott érzékeny, esetlegesen bizalmas adatokat.			
Ismeretanyag leírása:			
A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek a mesterséges intelligencia rendszerek fejlesztésének, telepítésének és üzemeltetésének teljes életciklusával. A kurzus lefedi az MLOps és MLSecOps alapelveit, a verziókezelés, konténerizáció (Docker), folyamatos integráció (CI/CD), modell- és adatszolgáltatás (MLflow, DVC), felhőalapú környezetek és a biztonságos üzemeltetés témaköreit. A hallgatók gyakorlati projekt keretében saját AI-pipeline-t alakítanak ki, és megismerik az etikus, nyomon követhető és újratéríthető mesterséges intelligencia rendszerek fejlesztési módszertanát.			
Szakirodalom			

- Treveil, M., Omont, N., Stenac, C., Lefevre, K., Phan, D., Zentici, J., ... & Heidmann, L. (2020). Introducing MLOps. O'Reilly Media.
- Hulten, G. (2019). Building Intelligent Systems: An Introduction to Machine Learning Engineering.

Tárgy neve: Nagy teljesítményű számítások és hatékony mesterséges intelligencia		NEPTUN-kód: NKXHM1HMLF	Óraszám: levelező:10 ea + 0 tgy + 10 lab
Kredit: 4 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: Mesterséges intelligencia rendszerek fejlesztése és üzemeltetése (AI DevOps)	
Tantárgyfelelős: Prof. Dr. Lovas Róbert	Beosztás: egyetemi tanár	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Kiberfizikai Rendszerek intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Elsajátítja az olyan szoftverfejlesztési folyamatok és technológiák mester szintű alkalmazását, amelyek a mesterséges intelligencia módszerek megbízható és hatékony létrehozását, üzembe helyezését, karbantartását és bővítését célozzák ipari környezetben, ezzel lefedve a szoftverek teljes életciklusát. - Ismereteket szerez a megmagyarázható és biztonságos mesterséges intelligencia fejlesztésének módszereiről és lehetőségeiről, egyes módszerek előnyeiről és hátrányairól, amely lehetővé teszi a mesterséges intelligencia alkalmazását biztonság kritikus rendszerek esetén is. - Az angol nyelvtudása eléri a képzéshez, az angol nyelvű szakirodalom megismeréséhez, a szakszöveg megértéséhez, feldolgozásához és a szakképzettséggel ellátható szakmai feladatok elvégzéséhez, valamint a folyamatos szakmai önképzéshez szükséges szintet. - Tisztában van a mesterséges intelligencia alapú szoftverekhez, adatok kezeléséhez és autonóm rendszerek témaköréhez kapcsolódó alapvető jogi ismeretekkel és törvényekkel.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a mesterséges intelligencia rendszereket érintő különféle adat/kiber/etikai/üzemeltetési biztonsági kihívásokat felismerni és értékelni, valamint képes a biztonságos rendszertervezés alapelveinek alkalmazására. - Képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, feladatok tudomány terület szerinti elkülönítésére, és a megoldás megtervezésére. - Képes az előírt feladathoz tartozó nyers adatok előkészítő feladatait, mint adatgyűjtés, adatelőkészítés, adatelemzés, adatfeldolgozás, adatrepresentáció feladatkörét átlátni és szükség esetén elvégezni. - Képes a mesterséges intelligencia felhasználásával támogatni a szoftverfejlesztési életciklust, figyelembe véve a létesítés, betanítás, üzemeltetés, bővítés, fejlesztési, lecserélési és kivezetési lehetőségeket. - Képes hatékonyan együttműködni a mesterséges intelligencia széles felhasználói körével, mind az előkészítési, mind az alkalmazási lehetőségek és módszerek terén. Speciális területen is képes alkalmazni a megszerzett tudást, pl. az egészségügyi, pénzügyi, ipari, oktatási vagy szolgáltatás szektorokban.			

- Anyanyelvén kívül legalább angol nyelven képes szóban és írásban szakmai eszmecsere-t folytatni, eredményeket bemutatni és értelmezni, jelentéseket készíteni, szakmai anyagokat feldolgozni, prezentálni.

c. Attitűdje:

- Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó legújabb eredményeit, és törekszik arra, hogy ezeket saját fejlődésének szolgálatába állítsa.

d. Autonómiája és felelőssége:

- Nagy figyelmet fordít feladatainak precíz elvégzésére és a határidők pontos betartására, illetve betartatására.

Ismeretanyag leírása:

A tárgy a nagy teljesítményű számítások alapjait mutatja be a gépi tanulási és mélytanulási feladatok szempontjából. A témakörök között szerepelnek a vektorizációs alapelvek, a GPU-architektúrák, a CUDA alapjai, valamint a PyTorch mélyebb, gyakorlatorientált használata. A tárgy foglalkozik a számítási és memóriaigény elemzésével, a korszerű optimalizációs technikákkal, a memóriahatékony tanítással és finomhangolással, beleértve a LoRA-alapú megoldásokat, továbbá a nagy neurális hálózatok kvantálásával és tudásdesztillációjával. Bemutatásra kerülnek a párhuzamos feldolgozás alapelvei, például az Amdahl-törvény, az adat-, tenzor- és pipeline-párhuzamosítás, a DDP és FSDP módszerek, a szinkronizációs stratégiák, a gyorsítótárazási mechanizmusok, valamint a skálázhatóságot támogató architekturális megoldások, például a figyelmi mechanizmusok változatai és a mixture-of-experts modellek.

Szakirodalom

- W. W. Hwu, D. B. Kirk, I. El Hajj, Programming massively parallel processors, Morgan Kaufmann, 2023
- Sze, V., Chen, Y. H., Yang, T. J., & Emer, J. S. (2020). Efficient processing of deep neural networks (Vol. 51). San Rafael: Morgan & Claypool Publishers

**MESTERSÉGES INTELLIGENCIÁHOZ KAPCSOLÓDÓ SPECIÁLIS
KOMPETENCIÁT EREDMÉNYEZŐ ISMERETEK**

Tárgy neve: Mesterséges intelligencia etikai, jogi és auditálási kérdései		NEPTUN-kód: NBXJA1HMLF	Óraszám: levelező:10 ea + 5 tgy + 0 lab
Kredit: 5 Követelmény: vizsga		Előkövetelmény: -	
Tantárgyfelelős: Prof. Dr. Dulf Éva	Beosztás: egyetemi tanár	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Biomatika és Alkalmazott Mesterséges Intelligencia Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Vizsga			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Ismereteket szerez a megmagyarázható és biztonságos mesterséges intelligencia fejlesztésének módszereiről és lehetőségeiről, egyes módszerek előnyeiről és hátrányairól, amely lehetővé teszi a mesterséges intelligencia alkalmazását biztonság kritikus rendszerek esetén is. - Az angol nyelvtudása eléri a képzéshez, az angol nyelvű szakirodalom megismeréséhez, a szakszöveg megértéséhez, feldolgozásához és a szakképzettséggel ellátható szakmai feladatok elvégzéséhez, valamint a folyamatos szakmai önképzéshez szükséges szintet. - Tisztában van a mesterséges intelligencia alapú szoftverekhez, adatok kezeléséhez és autonóm rendszerek témaköréhez kapcsolódó alapvető jogi ismeretekkel és törvényekkel. - Ismeri a mesterséges intelligencia azon módszereit, amelyek segítik az etikus használatot és az előítéletesség leküzdését, továbbá az ember-centrikus mesterséges intelligencia céljait és módszertanát.			
c. Attitűdje: - Elkötelezett a környezettudatos és fenntartható magatartás közvetítése és megvalósítása iránt. - Elkötelezett a mesterséges intelligencia etikus használata, az előítéletesség leküzdése iránt az ember-centrikus mesterséges intelligencia célkitűzéseinek megfelelően.			
d. Autonómiája és felelőssége: - Felelősséget vállal a vele együtt dolgozók 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.			
Ismeretanyag leírása:			
A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek a mesterséges intelligencia fejlesztésének és alkalmazásának etikai, jogi és társadalmi vonatkozásaival. A kurzus áttekinti az MI-rendszerekhez kapcsolódó alapvető jogszabályokat (pl. EU AI Act, GDPR), valamint az etikus tervezés és az előítéletmentes modellek kialakításának elveit. Bemutatásra kerülnek az átláthatóság, a felelősség, az emberközpontú megközelítés és az algoritmikus torzítás kérdései.			
Szakirodalom			

- EU Artificial Intelligence Act
- Floridi L. The Ethics of Artificial Intelligence: Principles, Challenges, and Opportunities. Springer. 2023

Tárgy neve: Megmagyarázható Mesterséges Intelligencia (XAI)		NEPTUN-kód: NBXMM1HMLF	Óraszám: levelező: 10 ea + 0 tgy + 5 lab
Kredit: 4 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: -	
Tantárgyfelelős: Prof. Dr. Dulf Éva	Beosztás: egyetemi tanár	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Biomatika és Alkalmazott Mesterséges Intelligencia Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Magas szintű ismereteket szerez a mesterséges intelligencia főbb alkalmazási területein, mint felismerő, ajánló-, generáló-, kiegészítő- és hasonló rendszerek. Megismeri az ezen területekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait. Megfelelő tudással rendelkezik új módszerek kidolgozására, és a modern módszerek implementálására, alkalmazására. - Tudatában van az emberi kommunikáció, érzékelés, viselkedés és gondolkodás alapelveinek, és ennek megfelelően ismeri a mesterséges intelligencia nyújtotta lehetőségeket a hatékony és természetes ember-gép interakciós rendszerek megvalósításához, amelyek a technológia széleskörű felhasználását biztosítják. - Ismereteket szerez a megmagyarázható és biztonságos mesterséges intelligencia fejlesztésének módszereiről és lehetőségeiről, egyes módszerek előnyeiről és hátrányairól, amely lehetővé teszi a mesterséges intelligencia alkalmazását biztonság kritikus rendszerek esetén 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.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia rendszereket érintő különféle adat/kiber/etikai/üzemeltetési biztonsági kihívásokat felismerni és értékelni, valamint képes a biztonságos rendszertervezés alapelveinek alkalmazására. - Képes az eredmények könnyen értelmezhető interpretálására szöveges, vizuális és verbális módon is. Képes személyre szabható rendszerek megvalósítására, így segítve az átláthatóságot és többrétű felhasználhatóságot.			
Ismeretanyag leírása:			
A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek a mesterséges intelligencia modellek átláthatóságát és értelmezhetőségét biztosító módszerekkel és technológiákkal. A kurzus áttekinti a megmagyarázható mesterséges intelligencia (XAI) elméleti alapjait, valamint a legfontosabb modellfüggetlen és modell-specifikus megközelítéseket (LIME, SHAP, stb.). Bemutatásra kerülnek az értelmezhetőség, bizalom, megbízhatóság és elszámoltathatóság szempontjai, valamint az XAI szerepe az etikus és biztonságkritikus rendszerekben. A hallgatók gyakorlati példákon keresztül értékelik különböző modellek döntéseit és vizualizációs módszereit.			

<i>Szakirodalom</i>
• Molnar, C. (2020). Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable. • Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards a rigorous science of interpretable machine learning. arXiv preprint arXiv:1702.08608.

Tárgy neve: Mesterséges intelligencia alkalmazások a robotika területén		NEPTUN-kód: NBXAR1HMLF	Óraszám: levelező: 5 ea + 0 tgy + 15 lab
Kredit: 4 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: - Mély gépi tanulás alapjai	
Tantárgyfelelős: Prof. Dr. Galambos Péter	Beosztás: egyetemi tanár	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar; Biomatika és Alkalmazott Mesterséges Intelligencia Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Magas szintű ismereteket szerez a mesterséges intelligencia főbb alkalmazási területein, mint felismerő, ajánló-, generáló-, kisegítő- és hasonló rendszerek. Megismeri az ezen területekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait. Megfelelő tudással rendelkezik új módszerek kidolgozására, és a modern módszerek implementálására, alkalmazására. - Tudatában van az emberi kommunikáció, érzékelés, viselkedés és gondolkodás alapelveinek, és ennek megfelelően ismeri a mesterséges intelligencia nyújtotta lehetőségeket a hatékony és természetes ember-gép interakciós rendszerek megvalósításához, amelyek a technológia széleskörű felhasználását biztosítják. - 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.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a mesterséges intelligencia területéhez szorosan kapcsolódó felismerő, ajánló, generáló és kisegítő rutinfeladatokat felismerni és elvégezni, amelyek lehetővé teszik a gyors alkalmazásfejlesztést és prototípus gyártást.			
d. Autonómiája és felelőssége: Alkalmas mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként rutin felismerő, ajánló, generáló és kisegítő rendszer tervezési feladatainak elvégzésére.			
Ismeretanyag leírása:			
A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek a mesterséges intelligencia robotikai alkalmazásaival, különös tekintettel az érzékelésre, döntéshozásra és mozgástervezésre. A kurzus áttekinti a gépi látás és szenzorfüzió módszereit, a megerősítéses tanulás és az autonóm viselkedés kialakításának alapjait, valamint az Edge és beágyazott AI technológiákat. A hallgatók betekintést nyernek a megtestesült mesterséges intelligencia (embodied AI) koncepciójába és a humán–robot interakció elveibe, továbbá gyakorlati projektek keretében önállóan fejlesztenek intelligens robotikai rendszereket.			
Szakirodalom			
- Siciliano, B., & Khatib, O. (Eds.). (2016). Springer Handbook of Robotics. Springer. - Thrun, Sebastian, Wolfram Burgard, and Dieter Fox. "Probabilistic Robotics." (2005).			

Tárgy neve: Ember-gép interakció és kognitív rendszerek		NEPTUN-kód: NBXEG1HMLF	Óraszám: levelező: 10 ea + 0 tgy + 5 lab
Kredit: 4 Követelmény: vizsga		Előkövetelmény: -	
Tantárgyfelelős: Prof. Dr. Dulf Éva	Beosztás: egyetemi tanár	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Biomatika és Alkalmazott Mesterséges Intelligencia Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Vizsga			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Tudatában van az emberi kommunikáció, érzékelés, viselkedés és gondolkodás alapelveinek, és ennek megfelelően ismeri a mesterséges intelligencia nyújtotta lehetőségeket a hatékony és természetes ember-gép interakciós rendszerek megvalósításához, amelyek a technológia széleskörű felhasználását biztosítják. - 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. - Ismeri a mesterséges intelligencia azon módszereit, amelyek segítik az etikus használatot és az előítéletesség leküzdését, továbbá az ember-centrikus mesterséges intelligencia céljait és módszertanát.			
b. Képességei: - Képes speciális igényeket kielégítő fejlődő, gondolkodó személyre szabó és kooperációt segítő rendszerek kifejlesztésére. Munkájával képes megfelelni az erkölcsi és ipari megbízhatósági kritériumoknak, valamint a hatályos jogszabályi kereteknek. - Képes hatékonyan együttműködni a mesterséges intelligencia széles felhasználói körével, mind az előkészítési, mind az alkalmazási lehetőségek és módszerek terén. Speciális területen is képes alkalmazni a megszerzett tudást, pl. az egészségügyi, pénzügyi, ipari, oktatási vagy szolgáltatás szektorokban. - Képes az eredmények könnyen értelmezhető interpretálására szöveges, vizuális és verbális módon is. Képes személyre szabható rendszerek megvalósítására, így segítve az átláthatóságot és többértékű felhasználhatóságot.			
c. Attitűdje: - 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 mesterséges intelligencia etikus használata, az előítéletesség leküzdése iránt az ember-centrikus mesterséges intelligencia célkitűzéseinek megfelelően.			
d. Autonómiája és felelőssége: Felelősséget vállal a vele együtt dolgozók vagy irányítása alatt állók munkájáért.			
Ismeretanyag leírása:			

A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek az ember és a mesterséges intelligencia közötti interakció alapelveivel, valamint az emberközpontú MI-rendszerek tervezésének és értékelésének módszereivel. A kurzus során bemutatásra kerülnek a bizalom, átláthatóság, magyarázhatóság, torzítás, etika, ügynök alapú és kevert-kezdemenyezésű rendszerek, valamint az emberi kogníció és érzékelés szerepe az MI-ben.

Szakirodalom

- Schneiderman B. (2022) Human-centered AI.
- Amershi S. et al (2019) Guidelines for HumanAI Interaction.

Tárgy neve: Prediktív üzleti adatmodellezés és kiértékelés		NEPTUN-kód: NSXPU1HMLF	Óraszám: levelező:10 ea + 0 tgy + 10 lab
Kredit: 5 Követelmény: vizsga		Előkövetelmény: - Algoritmusok, adatszerkezetek és diszkrét optimalizálás*	
Tantárgyfelelős: Dr. habil. Kertész Gábor	Beosztás: egyetemi docens	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Szoftvertervezés és -fejlesztés Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: • Vizsga			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről. Tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt. Továbbá megismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében. - Magas szintű ismereteket szerez a mesterséges intelligencia főbb alkalmazási területein, mint felismerő, ajánló-, generáló-, kisegítő- és hasonló rendszerek. Megismeri az ezen területekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait. Megfelelő tudással rendelkezik új módszerek kidolgozására, és a modern módszerek implementálására, alkalmazására. - Elsajátítja az olyan szoftverfejlesztési folyamatok és technológiák mester szintű alkalmazását, amelyek a mesterséges intelligencia módszerek megbízható és hatékony létrehozását, üzembe helyezését, karbantartását és bővítését célozzák ipari környezetben, ezzel lefedve a szoftverek teljes életciklusát.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, feladatok tudomány terület szerinti elkülönítésére, és a megoldás megtervezésére. - Képes az előírt feladathoz tartozó nyers adatok előkészítő feladatait, mint adatgyűjtés, adatelőkészítés, adatelemzés, adatfeldolgozás, adatrepresentáció feladatkörét átlátni és szükség esetén elvégezni. - Képes hatékonyan együttműködni a mesterséges intelligencia széles felhasználói körével, mind az előkészítési, mind az alkalmazási lehetőségek és módszerek terén. Speciális területen is képes alkalmazni a megszerzett tudást, pl. az egészségügyi, pénzügyi, ipari, oktatási vagy szolgáltatás szektorokban.			
c. Attitűdje: - Hitelesen képviseli szakmáját és mutatja be munkájának eredményeit.			
d. Autonómiája és felelőssége:			

- | |
|--|
| - Munkáját a szakmai és tudományos etika követelményeinek maximális figyelembevételével végzi. |
|--|

<i>Ismeretanyag leírása:</i>

A tárgy az üzleti célú táblázatos és idősoros adatok modellezési és elemzési módszereit mutatja be. A hallgatók megismerik az előrejelzés, prognosztizálás és anomáliadetektálás klasszikus statisztikai és gépi tanulási megközelítéseit, valamint a strukturált és szekvenciális adatokhoz kapcsolódó korszerű mélytanulási technikákat. Kiemelt figyelmet kapnak a táblázatos és idősoros adatokra alkalmazható, alapmodell-jellegű újabb megoldások, valamint ezek üzleti környezetben való alkalmazhatósága. A tárgy témái közé tartozik a jellemzőreprezentáció, az időbeli függőségek kezelése, a modellválasztás és a modellek kiértékelése, továbbá a hagyományos és mélytanulás-alapú megközelítések gyakorlati kompromisszumainak vizsgálata valós üzleti és ipari környezetben. A tárgy emellett foglalkozik a kísérlettervezéssel, a validációs stratégiákkal, az adatszivárgás problémájával, az osztályozási, regressziós, előrejelzési és anomáliadetektálási teljesítménymutatókkal, a robusztussági vizsgálatokkal, a modellek összehasonlításával és a prediktív modellezési folyamatok reprodukálhatóságával.

<i>Szakirodalom</i>

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• James et al., An Introduction to Statistical Learning, Springer, 2023• Hyndman, Rob J., and George Athanasopoulos. Forecasting: principles and practice. OTexts, 2018 |
|--|

Tárgy neve: Természetes szövegfeldolgozás nagy nyelvi modellekkel		NEPTUN-kód: NSXTS1HMLF	Óraszám: levelező:10 ea + 0 tgy + 10 lab
Kredit: 5 Követelmény: vizsga		Előkövetelmény: - Algoritmusok, adatszerkezetek és diszkrét optimalizálás*	
Tantárgyfelelős: Dr. habil. Kertész Gábor	Beosztás: egyetemi docens	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Szoftvertervezés és -fejlesztés Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: • Vizsga			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről. Tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt. Továbbá megismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében. - Magas szintű ismereteket szerez a mesterséges intelligencia főbb alkalmazási területein, mint felismerő, ajánló-, generáló-, kiegészítő- és hasonló rendszerek. Megismeri az ezen területekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait. Megfelelő tudással rendelkezik új módszerek kidolgozására, és a modern módszerek implementálására, alkalmazására. - Az angol nyelvtudása eléri a képzéshez, az angol nyelvű szakirodalom megismeréséhez, a szakszöveg megértéséhez, feldolgozásához és a szakképzettséggel ellátható szakmai feladatok elvégzéséhez, valamint a folyamatos szakmai önképzéshez szükséges szintet.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a mesterséges intelligencia területéhez szorosan kapcsolódó felismerő, ajánló, generáló és kiegészítő rutinfeladatokat felismerni és elvégezni, amelyek lehetővé teszik a gyors alkalmazásfejlesztést és prototípus gyártást. - Anyanyelvén kívül legalább angol nyelven képes szóban és írásban szakmai eszmecserét folytatni, eredményeket bemutatni és értelmezni, jelentéseket készíteni, szakmai anyagokat feldolgozni, prezentálni.			
c. Attitűdje: - Elkötelezett a környezettudatos és fenntartható magatartás közvetítése és megvalósítása iránt.			
d. Autonómiája és felelőssége: - Alkalmas mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként rutin felismerő, ajánló, generáló és kiegészítő rendszer tervezési feladatainak elvégzésére.			
Ismeretanyag leírása:			

A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek a természetes nyelvfeldolgozás (NLP) alapfogalmaival és modern, mélytanuláson alapuló módszereivel. A kurzus során bemutatásra kerülnek a klasszikus módszerek (Bag-of-Words, TF-IDF, Bayes-i szövegklasszifikáció), majd a neurális hálózatokon alapuló nyelvi reprezentációk, szóbeágyazások és a transzformer-architektúrák (BERT, GPT). A hallgatók megismerkednek a szövegklasszifikáció, a generatív szövegalkotás és a nyelvi modellek alkalmazásának módszereivel, valamint gyakorlati példákon keresztül saját projekteket valósítanak meg.
<i>Szakirodalom</i>
• Jurafsky, D., Martin, J. H. (2023). Speech and Language Processing (3rd ed., draft) • Goldberg, Y. (2017). Neural Network Methods for Natural Language Processing. Morgan & Claypool

Tárgy neve: Korszerű mesterséges intelligencia technológiák		NEPTUN-kód: NSXKM1HMLF	Óraszám: levelező:10 ea + 0 tgy + 10 lab
Kredit: 4		Előkövetelmény:	
Követelmény: évközi jegy		- Önfelügyelt és generatív tanulás	
Tantárgyfelelős: Dr. habil. Kertész Gábor	Beosztás: egyetemi docens	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Szoftvertervezés és -fejlesztés Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: • Évközi jegy			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Ismeri a mesterséges intelligencia szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, matematikai, statisztikai, etikai fogalmakat, különösen a gépi tanulás, mély gépi tanulás, megerősítéses tanulás, generatív modellek, multi-ágens rendszerek, kogníció, emberi együttműködés területein, amelyek megalapozzák az élethosszig tartó tanulást és a tudásadaptációt a változó ipari környezetekben. - Kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről. Tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt. Továbbá megismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében. - Az angol nyelvtudása eléri a képzéshez, az angol nyelvű szakirodalom megismeréséhez, a szakszöveg megértéséhez, feldolgozásához és a szakképzettséggel ellátható szakmai feladatok elvégzéséhez, valamint a folyamatos szakmai önképzéshez szükséges szintet.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, feladatok tudomány terület szerinti elkülönítésére, és a megoldás megtervezésére. - Anyanyelvén kívül legalább angol nyelven képes szóban és írásban szakmai eszmecserét folytatni, eredményeket bemutatni és értelmezni, jelentéseket készíteni, szakmai anyagokat feldolgozni, prezentálni. - Egyénileg képes a tudását kiterjeszteni még nem látott feladatokra a korábbi tapasztalatai alapján a már ismert módszerek segítségével. Képes kutatási fejlesztési és innovációs irányok felismerésére, ahhoz kapcsolódó mérföldkövek meghatározására és azok végrehajtására, megfelelő kutatói háttér mellett.			
c. Attitűdje: - Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó legújabb eredményeit, és törekszik arra, hogy ezeket saját fejlődésének szolgálatába állítsa.			

- Elkötelezett a környezettudatos és fenntartható magatartás közvetítése és megvalósítása iránt.

d. Autonómiája és felelőssége:

- Alkalmas mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként rutin felismerő, ajánló, generáló és kisegítő rendszer tervezési feladatainak elvégzésére.

Ismeretanyag leírása:

A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek a mesterséges intelligencia legújabb technológiai irányjaival és kutatási trendjeivel. A kurzus áttekinti a modern neurális architektúrákat, a többmódusú és interaktív rendszerek működését, valamint a mesterséges intelligens ágensek, a beágyazott és megtestesült (embodied) AI fejlesztéseit. Külön hangsúlyt kapnak az autonóm rendszerek, valamint az általános mesterséges intelligencia (AGI) elméleti és technológiai megközelítései. A hallgatók kutatási publikációk feldolgozásán keresztül ismerik meg a legfrissebb megoldásokat és kihívásokat.

Szakirodalom

- Shan, R. (2025). AI That Learns, Thinks, and Acts: The Next Frontier of Generative AI. *Computer*, 58(10), 28-39.
- Russell S. J. (2019). *Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control*.

„A” SÁV - ADATKÖZPONTÚ PREDIKTÍV RENDSZEREK

Tárgy neve: Adatvezérelt tudományos adatmodellezés		NEPTUN-kód: NSXAT1HMLF	Óraszám: levelező: 10 ea + 0 tgy + 15 lab
Kredit: 4 Követelmény: vizsga		Előkövetelmény: - Prediktív üzleti adatmodellezés és kiértékelés	
Tantárgyfelelős: Dr. Hajnal Ákos	Beosztás: egyetemi adjunktus	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Szoftvertervezés és -fejlesztés Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: • Vizsga			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Ismeri a mesterséges intelligencia szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, matematikai, statisztikai, etikai fogalmakat, különösen a gépi tanulás, mély gépi tanulás, megerősítéses tanulás, generatív modellek, multi-ágens rendszerek, kogníció, emberi együttműködés területein, amelyek megalapozzák az élethosszig tartó tanulást és a tudásadaptációt a változó ipari környezetekben. - Kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről. Tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt. Továbbá megismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében. - Magas szintű ismereteket szerez a mesterséges intelligencia főbb alkalmazási területein, mint felismerő, ajánló-, generáló-, kiegészítő- és hasonló rendszerek. Megismeri az ezen területekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait. Megfelelő tudással rendelkezik új módszerek kidolgozására, és a modern módszerek implementálására, alkalmazására.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, feladatok tudomány terület szerinti elkülönítésére, és a megoldás megtervezésére. - Képes a mesterséges intelligencia területéhez szorosan kapcsolódó felismerő, ajánló, generáló és kiegészítő rutinfeladatokat felismerni és elvégezni, amelyek lehetővé teszik a gyors alkalmazásfejlesztést és prototípus gyártást. - Képes speciális igényeket kielégítő fejlődő, gondolkodó személyre szabó és kooperációt segítő rendszerek kifejlesztésére. Munkájával képes megfelelni az erkölcsi és ipari megbízhatósági kritériumoknak, valamint a hatályos jogszabályi kereteknek. - Képes hatékonyan együttműködni a mesterséges intelligencia széles felhasználói körével, mind az előkészítési, mind az alkalmazási lehetőségek és módszerek terén. Speciális területen is képes alkalmazni a megszerzett tudást, pl. az egészségügyi, pénzügyi, ipari, oktatási vagy szolgáltatás szektorokban.			
c. Attitűdje:			

- Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó legújabb eredményeit, és törekszik arra, hogy ezeket saját fejlődésének szolgálatába állítsa.
- Hitelesen képviseli szakmáját és mutatja be munkájának eredményeit.

Ismeretanyag leírása:

A tárgy a komplex tudományos adatok modellezésére alkalmazható számítási és gépi tanulási megközelítéseket mutatja be. A kurzus strukturált és strukturálatlan tudományos adatokkal foglalkozik, többek között földrendszer- és klímamodellezési, időjárás-előrejelzési, molekuláris és fehérjeszerkezet-modellezési, valamint hálózatalapú tudományos problémákon keresztül. A témakörök közé tartozik a tér-időbeli modellezés, a szimulációvezérelt adatelemzés, a gráfneurális hálózatok és a tudományos struktúrák reprezentációtanulása. A tárgy hangsúlyozza a szakterületi tudás és az adatvezérelt modellek integrációját, valamint a skálázhatóság, az általánosítás és a kiértékelés tudományos és kutatóorientált alkalmazásokban jelentkező kihívásait.

Szakirodalom

- Brunton, Steven L., and J. Nathan Kutz. Data-driven science and engineering: Machine learning, dynamical systems, and control. Cambridge University Press, 2022.
- Kutz, Jose Nathan. Data-driven modeling & scientific computation: methods for complex systems & big data. OUP Oxford, 2013.
- Hamilton, William L. Graph representation learning. Morgan & Claypool Publishers, 2020.

Tárgy neve: Skálázható MI rendszerek és infrastruktúra		NEPTUN-kód: NSXSM1HMLF	Óraszám: levelező:10 ea + 0 tgy + 15 lab
Kredit: 4		Előkövetelmény: - Prediktív üzleti adatmodellezés és kiértékelés	
Tantárgyfelelős: Dr. Hajnal Ákos	Beosztás: egyetemi adjunktus	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Szoftvertervezés és -fejlesztés Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: • Évközi jegy			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Ismeri a mesterséges intelligencia szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, matematikai, statisztikai, etikai fogalmakat, különösen a gépi tanulás, mély gépi tanulás, megerősítéses tanulás, generatív modellek, multi-ágens rendszerek, kogníció, emberi együttműködés területein, amelyek megalapozzák az élethosszig tartó tanulást és a tudásadaptációt a változó ipari környezetekben. - Kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről. Tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt. Továbbá megismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében. - Magas szintű ismereteket szerez a mesterséges intelligencia főbb alkalmazási területein, mint felismerő, ajánló-, generáló-, kisegítő- és hasonló rendszerek. Megismeri az ezen területekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait. Megfelelő tudással rendelkezik új módszerek kidolgozására, és a modern módszerek implementálására, alkalmazására. - Elsajátítja az olyan szoftverfejlesztési folyamatok és technológiák mester szintű alkalmazását, amelyek a mesterséges intelligencia módszerek megbízható és hatékony létrehozását, üzembe helyezését, karbantartását és bővítését célozzák ipari környezetben, ezzel lefedve a szoftverek teljes életciklusát.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, feladatok tudomány terület szerinti elkülönítésére, és a megoldás megtervezésére. - Képes a mesterséges intelligencia területéhez szorosan kapcsolódó felismerő, ajánló, generáló és kisegítő rutinfeladatokat felismerni és elvégezni, amelyek lehetővé teszik a gyors alkalmazásfejlesztést és prototípus gyártást. - Képes speciális igényeket kielégítő fejlődő, gondolkodó személyre szabó és kooperációt segítő rendszerek kifejlesztésére. Munkájával képes megfelelni az erkölcsi és ipari megbízhatósági kritériumoknak, valamint a hatályos jogszabályi kereteknek.			

- Képes hatékonyan együttműködni a mesterséges intelligencia széles felhasználói körével, mind az előkészítési, mind az alkalmazási lehetőségek és módszerek terén. Speciális területen is képes alkalmazni a megszerzett tudást, pl. az egészségügyi, pénzügyi, ipari, oktatási vagy szolgáltatás szektorokban.

c. Attitűdje:

- Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó legújabb eredményeit, és törekszik arra, hogy ezeket saját fejlődésének szolgálatába állítsa.
- Hitelesen képviseli szakmáját és mutatja be munkájának eredményeit.

Ismeretanyag leírása:

A tárgy a skálázható és reprodukálható adat- és modellközpontú gépi tanulási rendszerek kialakításának alapelveit mutatja be. Foglalkozik a nagyméretű és heterogén adathalmazokhoz kapcsolódó adatfolyamokkal, a jellemzőreprezentáció munkafolyamatokkal, valamint az adatfeldolgozás és a modelltanítási folyamatok integrációjával. A témakörök közé tartozik a kísérletmenedzsment, az adatok és modellek verziókezelése, az elosztott tanítási munkafolyamatok, valamint a modellek tanításának és kiértékelésének skálázható szervezése. A tárgy kiemeli az adat-, számítási és modellkomplexitás közötti rendszerszintű kompromisszumokat, továbbá a robusztus és skálázható MI-modellfejlesztés gyakorlati tervezési mintáit.

Szakirodalom

- Kleppmann, Martin. "Designing data-intensive applications.", O'Reilly, (2019).
- Huyen, Chip. Designing machine learning systems. " O'Reilly Media, Inc.", 2022.

Tárgy neve: Integrált MI projekt		NEPTUN-kód: NSXIMAHMLF	Óraszám: levelező:0 ea + 0 tgy + 25 lab
Kredit: 4 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: - Prediktív üzleti adatmodellezés és kiértékelés	
Tantárgyfelelős: Dr. Hajnal Ákos	Beosztás: egyetemi adjunktus	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Szoftvertervezés és -fejlesztés Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy			
Kompetenciák			
b. Képességei: - Képes az eredmények könnyen értelmezhető interpretálására szöveges, vizuális és verbális módon is. Képes személyre szabható rendszerek megvalósítására, így segítve az átláthatóságot és többrétű felhasználhatóságot. - Egyénileg képes a tudását kiterjeszteni még nem látott feladatokra a korábbi tapasztalatai alapján a már ismert módszerek segítségével. Képes kutatási fejlesztési és innovációs irányok felismerésére, ahhoz kapcsolódó mérföldkövek meghatározására és azok végrehajtására, megfelelő kutatói háttér mellett.			
c. Attitűdje: - Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó 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.			
d. Autonómiája és felelőssége: - Nagy figyelmet fordít feladatainak precíz elvégzésére és a határidők pontos betartására, illetve betartatására. - Alkalmas mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként rutin felismerő, ajánló, generáló és kiegészítő rendszer tervezési feladatainak elvégzésére. - Munkáját a szakmai és tudományos etika követelményeinek maximális figyelembevételével végzi.			
Ismeretanyag leírása:			
A tárgy lehetőséget biztosít a hallgatók számára, hogy választott sávhoz illeszkedő, teljes életciklust átfogó alkalmazott MI megoldást fejlesszenek. A projektek a teljes folyamatot lefedik az adatok beszerzésétől és előkészítésétől a modellfejlesztésen és kiértékelésen át a rendszerszintű integrációig vagy alkalmazásig. Kiemelt szerepet kap a reprodukálhatóság, a dokumentáció és a szigorú kiértékelés, beleértve az írásos beszámolót, a verziókezelte kódtárat és az előre meghatározott mérési protokollokat. A projektmunka továbbfejleszthető teljes diplomamunkává is.			
Szakirodalom			



„B” SÁV - MULTIMODÁLIS ÉS ÁGENSALAPÚ MI RENDSZEREK

Tárgy neve Multimodális feldolgozás		NEPTUN-kód: NBXML1HMLF	Óraszám: levelező: 10 ea + 0 tgy + 15 lab
Kredit: 4 Követelmény: vizsga		Előkövetelmény: - Természetes szövegfeldolgozás nagy nyelvi modellekkel	
Tantárgyfelelős: Dr. Dénes-Fazakas Lehel	Beosztás: egyetemi adjunktus	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Biomatika és Alkalmazott Mesterséges Intelligencia Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Vizsga			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Ismeri a mesterséges intelligencia szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, matematikai, statisztikai, etikai fogalmakat, különösen a gépi tanulás, mély gépi tanulás, megerősítéses tanulás, generatív modellek, multi-ágens rendszerek, kogníció, emberi együttműködés területein, amelyek megalapozzák az élethosszig tartó tanulást és a tudásadaptációt a változó ipari környezetekben. - Kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről. Tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt. Továbbá megismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében. - Magas szintű ismereteket szerez a mesterséges intelligencia főbb alkalmazási területein, mint felismerő, ajánló-, generáló-, kiegészítő- és hasonló rendszerek. Megismeri az ezen területekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait. Megfelelő tudással rendelkezik új módszerek kidolgozására, és a modern módszerek implementálására, alkalmazására.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, feladatok tudomány terület szerinti elkülönítésére, és a megoldás megtervezésére. - Képes a mesterséges intelligencia területéhez szorosan kapcsolódó felismerő, ajánló, generáló és kiegészítő rutinfeladatokat felismerni és elvégezni, amelyek lehetővé teszik a gyors alkalmazásfejlesztést és prototípus gyártást. - Képes speciális igényeket kielégítő fejlődő, gondolkodó személyre szabó és kooperációt segítő rendszerek kifejlesztésére. Munkájával képes megfelelni az erkölcsi és ipari megbízhatósági kritériumoknak, valamint a hatályos jogszabályi kereteknek. - Képes hatékonyan együttműködni a mesterséges intelligencia széles felhasználói körével, mind az előkészítési, mind az alkalmazási lehetőségek és módszerek terén.			

Speciális területen is képes alkalmazni a megszerzett tudást, pl. az egészségügyi, pénzügyi, ipari, oktatási vagy szolgáltatás szektorokban.
c. Attitűdje: - Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó legújabb eredményeit, és törekszik arra, hogy ezeket saját fejlődésének szolgálatába állítsa. - Hitelesen képviseli szakmáját és mutatja be munkájának eredményeit.
<i>Ismeretanyag leírása:</i> A tárgy a képet, videót és szöveget kombináló multimodális adatok feldolgozásának és modellezésének módszereit mutatja be. A kurzus foglalkozik a modalitások közötti reprezentációtanulással és illesztéssel, különös tekintettel a látás-nyelvi modellekre, amelyek megértési, következtetési és keresési feladatokban alkalmazhatók. A témakörök közé tartozik a kép-szöveg és videó-szöveg modellezés, a multimodális promptolás és kondicionálás, a keresztmodális beágyazási terek, valamint a nyelvi reprezentációk vizuális és időbeli kontextushoz való kapcsolása. A tárgy alkalmazott multimodális feldolgozási folyamatokra és olyan felhasználási esetekre fókuszál, amelyek a korszerű észlelési, információelérési és ember–MI interakciós rendszerekhez kapcsolódnak.
<i>Szakirodalom</i> • Alammur, Jay, and Maarten Grootendorst. Hands-on large language models: language understanding and generation. " O'Reilly Media, Inc.", 2024. • Baltrušaitis, Tadas, Chaitanya Ahuja, and Louis-Philippe Morency. "Multimodal machine learning: A survey and taxonomy." IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence 41.2 (2018): 423-443. • Liang, Paul Pu, Amir Zadeh, and Louis-Philippe Morency. "Foundations & trends in multimodal machine learning: Principles, challenges, and open questions." ACM computing surveys 56.10 (2024): 1-42.

Tárgy neve Automatizálás és ágensalapú rendszerek		NEPTUN-kód: NBXAA1HMLF	Óraszám: levelező: 10 ea + 0 tgy + 15 lab
Kredit: 4 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: - Természetes szövegfeldolgozás nagy nyelvi modellekkel	
Tantárgyfelelős: Dr. Dénes-Fazakas Lehel	Beosztás: egyetemi adjunktus	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Biomatika és Alkalmazott Mesterséges Intelligencia Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Ismeri a mesterséges intelligencia szakterületének innovatív, kutatói szintű műveléséhez szükséges adatelemzési, matematikai, statisztikai, etikai fogalmakat, különösen a gépi tanulás, mély gépi tanulás, megerősítéses tanulás, generatív modellek, multi-ágens rendszerek, kogníció, emberi együttműködés területein, amelyek megalapozzák az élethosszig tartó tanulást és a tudásadaptációt a változó ipari környezetekben. - Kimagasló ismeretekkel rendelkezik a mesterséges intelligencia aktuális fogalmairól, módszereiről és elméleteiről. Tudatában van a különböző peremfeltételek (mint valós körülmények, nagy mennyiségű adat, emberek specifikus támogatására kifejlesztett alkalmazások) modellezésre és tanításra gyakorolt hatásaival, amelyek segítik a különböző ipari, közigazgatási és egyéb szereplőkkel való kommunikációt. Továbbá megismeri a társterületek, szükség szerint választott határterületek alapvető fogalmait az iparral és a társadalom egyéb szegmenseivel való hatékony együttműködés érdekében. - Magas szintű ismereteket szerez a mesterséges intelligencia főbb alkalmazási területein, mint felismerő, ajánló-, generáló-, kiegészítő- és hasonló rendszerek. Megismeri az ezen területekhez kötődő problémákat és a megoldási lehetőségek főbb irányait, a kapcsolódó technikák alkalmazási korlátait. Megfelelő tudással rendelkezik új módszerek kidolgozására, és a modern módszerek implementálására, alkalmazására. - Elsajátítja az olyan szoftverfejlesztési folyamatok és technológiák mester szintű alkalmazását, amelyek a mesterséges intelligencia módszerek megbízható és hatékony létrehozását, üzembe helyezését, karbantartását és bővítését célozzák ipari környezetben, ezzel lefedve a szoftverek teljes életciklusát.			
b. Képességei: - Képes a mesterséges intelligencia megoldások, modellek tervezésére, implementálására, analízisére, validációjára, értékelésére, a működésük átlátására. - Képes a különböző ipari környezetekben és egyes tudományágakban megjelenő komplex feladatok értelmezésére, felbontására az ismert módszerek mentén, feladatok tudomány terület szerinti elkülönítésére, és a megoldás megtervezésére. - Képes a mesterséges intelligencia területéhez szorosan kapcsolódó felismerő, ajánló, generáló és kiegészítő rutinfeladatokat felismerni és elvégezni, amelyek lehetővé teszik a gyors alkalmazásfejlesztést és prototípus gyártást.			

- Képes speciális igényeket kielégítő fejlődő, gondolkodó személyre szabó és kooperációt segítő rendszerek kifejlesztésére. Munkájával képes megfelelni az erkölcsi és ipari megbízhatósági kritériumoknak, valamint a hatályos jogszabályi kereteknek. - Képes hatékonyan együttműködni a mesterséges intelligencia széles felhasználói körével, mind az előkészítési, mind az alkalmazási lehetőségek és módszerek terén. Speciális területen is képes alkalmazni a megszerzett tudást, pl. az egészségügyi, pénzügyi, ipari, oktatási vagy szolgáltatás szektorokban.
c. Attitűdje: - Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó legújabb eredményeit, és törekszik arra, hogy ezeket saját fejlődésének szolgálatába állítsa. - Hitelesen képviseli szakmáját és mutatja be munkájának eredményeit.
<i>Ismeretanyag leírása:</i> A tárgy a korszerű nyelvi modellekre épülő automatizálási és ágensalapú mesterséges intelligencia rendszerek alapelveit és architektúráit mutatja be. A témakörök közé tartoznak a következtetési technikák, például a chain-of-thought jellegű megközelítések, a strukturált következtetés és a szerepalapú interakció, valamint az ágensalapú paradigmák, köztük a ReAct-szerű következtetés, az eszközhasználó ágensek és az újonnan megjelenő ágensprotokollok. A tárgy foglalkozik az egyágenses és többágenses rendszerekkel, a munkafolyamat-automatizálással és a döntéstámogató architektúrákkal. Kiemelt hangsúlyt kap az ágensalapú MI rendszerek tervezése, kiértékelése és integrációja valós feladatokban, különösen a tervezés, koordináció és ember–MI együttműködés területén.
<i>Szakirodalom</i> • Huyen, Chip. AI engineering: Building applications with foundation models. "O'Reilly Media, Inc.", 2024. • Alto, Valentina. Building LLM Powered Applications: Create intelligent apps and agents with large language models. Packt Publishing Ltd, 2024.

Tárgy neve Integrált MI projekt		NEPTUN-kód: NBXIMBHMLF	Óraszám: levelező:0 ea + 0 tgy + 25 lab
Kredit: 4 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: - Természetes szövegfeldolgozás nagy nyelvi modellekkel	
Tantárgyfelelős: Dr. Dénes-Fazakas Lehel	Beosztás: egyetemi adjunktus	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Biomatika és Alkalmazott Mesterséges Intelligencia Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy			
Kompetenciák			
b. Képességei: - Képes az eredmények könnyen értelmezhető interpretálására szöveges, vizuális és verbális módon is. Képes személyre szabható rendszerek megvalósítására, így segítve az átláthatóságot és többrejtű felhasználhatóságot. - Egyénileg képes a tudását kiterjeszteni még nem látott feladatokra a korábbi tapasztalatai alapján a már ismert módszerek segítségével. Képes kutatási fejlesztési és innovációs irányok felismerésére, ahhoz kapcsolódó mérföldkövek meghatározására és azok végrehajtására, megfelelő kutatói háttér mellett.			
c. Attitűdje: - Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó 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.			
d. Autonómiaja és felelőssége: - Nagy figyelmet fordít feladatainak precíz elvégzésére és a határidők pontos betartására, illetve betartatására. - Alkalmas mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként rutin felismerő, ajánló, generáló és kiegészítő rendszer tervezési feladatainak elvégzésére. Munkáját a szakmai és tudományos etika követelményeinek maximális figyelembevételével végzi.			
Ismeretanyag leírása:			
A tárgy lehetőséget biztosít a hallgatók számára, hogy választott sávhoz illeszkedő, teljes életciklust átfogó alkalmazott MI megoldást fejlesszenek. A projektek a teljes folyamatot lefedik az adatok beszerzésétől és előkészítésétől a modellfejlesztésen és kiértékelésen át a rendszerszintű integrációig vagy alkalmazásig. Kiemelt szerepet kap a reprodukálhatóság, a dokumentáció és a szigorú kiértékelés, beleértve az írásos beszámolót, a verziókezelt kódtárat és az előre meghatározott mérési protokollokat. A projektmunka továbbfejleszthető teljes diplomamunkává is.			
Szakirodalom			

--

DIPLOMAMUNKA

Tárgy neve: Diplomamunka I.		NEPTUN-kód: NNDDM4HMLF	Óraszám: levelező: ea + tgy + lab
Kredit: 10 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: - Mély gépi tanulás alapjai	
Tantárgyfelelős: Dr. habil. Kertész Gábor	Beosztás: egyetemi docens	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Dékáni Hivatal	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy - A hallgatók a választott téma elméleti háttérének és irodalomkutatásának dokumentálását követően minikonferencia formájában mutatják be előrehaladásukat.			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Tudatában van az emberi kommunikáció, érzékelés, viselkedés és gondolkodás alapelveinek, és ennek megfelelően ismeri a mesterséges intelligencia nyújtotta lehetőségeket a hatékony és természetes ember-gép interakciós rendszerek megvalósításához, amelyek a technológia széleskörű felhasználását biztosítják. - Ismereteket szerez a megmagyarázható és biztonságos mesterséges intelligencia fejlesztésének módszereiről és lehetőségeiről, egyes módszerek előnyeiről és hátrányairól, amely lehetővé teszi a mesterséges intelligencia alkalmazását biztonság kritikus rendszerek esetén is.			
b. Képességei: Egyénileg képes a tudását kiterjeszteni még nem látott feladatokra a korábbi tapasztalatai alapján a már ismert módszerek segítségével. Képes kutatási fejlesztési és innovációs irányok felismerésére, ahhoz kapcsolódó mérföldkövek meghatározására és azok végrehajtására, megfelelő kutatói háttér mellett.			
c. Attitűdje: - Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó 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.			
d. Autonómiája és felelőssége: - Nagy figyelmet fordít feladatainak precíz elvégzésére és a határidők pontos betartására, illetve betartatására. - Alkalmas mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként rutin felismerő, ajánló, generáló és kiegészítő rendszer tervezési feladatainak elvégzésére. - Felelősséget vállal a vele együtt dolgozók vagy irányítása alatt állók munkájáért. - Felelősen, az aktuális szabályozásnak megfelelően kezeli a rá bízott érzékeny, esetlegesen bizalmas adatokat.			
Ismeretanyag leírása:			

A diplomamunka készítésének a célja, hogy a hallgató tanulmányi ideje végén önállóan oldjon meg egy összetett feladatot, s ezzel bizonyítsa, hogy a képzési célokban megfogalmazott követelményeknek megfelelő szakmai ismeretekkel és jártassággal rendelkezik. A diplomamunka lehetőséget ad a hallgatónak az önálló alkotó tevékenységre, továbbá arra, hogy szakterületének egyes részei közötti lényeges összefüggésekről, valamint az ezekkel kapcsolatos gyakorlati műszaki-gazdasági követelményekről bemutassa ismereteit.

Szakirodalom

Mindenkor hatályos kari diplomamunka készítési útmutató.

Tárgy neve: Diplomamunka II.		NEPTUN-kód: NNDDM5HMLF	Óraszám: levelező: ea + tgy + lab
Kredit: 20 Követelmény: évközi jegy		Előkövetelmény: - Diplomamunka I.	
Tantárgyfelelős: Dr. habil. Kertész Gábor	Beosztás: egyetemi docens	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Dékáni Hivatal	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Évközi jegy - A hallgatók a választott téma elméleti hátterének és irodalomkutatásának dokumentálását követően minikonferencia formájában mutatják be előrehaladásukat.			
Kompetenciák			
a. Tudása: - Tudatában van az emberi kommunikáció, érzékelés, viselkedés és gondolkodás alapelveinek, és ennek megfelelően ismeri a mesterséges intelligencia nyújtotta lehetőségeket a hatékony és természetes ember-gép interakciós rendszerek megvalósításához, amelyek a technológia széleskörű felhasználását biztosítják. - Ismereteket szerez a megmagyarázható és biztonságos mesterséges intelligencia fejlesztésének módszereiről és lehetőségeiről, egyes módszerek előnyeiről és hátrányairól, amely lehetővé teszi a mesterséges intelligencia alkalmazását biztonság kritikus rendszerek esetén is.			
b. Képességei: Egyénileg képes a tudását kiterjeszteni még nem látott feladatokra a korábbi tapasztalatai alapján a már ismert módszerek segítségével. Képes kutatási fejlesztési és innovációs irányok felismerésére, ahhoz kapcsolódó mérföldkövek meghatározására és azok végrehajtására, megfelelő kutatói háttér mellett.			
c. Attitűdje: - Figyelemmel kíséri a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó szakterületek elsősorban matematikai, statisztikai, informatikai vonatkozású, valamint speciális területéhez kapcsolódó 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.			
d. Autonómiája és felelőssége: - Nagy figyelmet fordít feladatainak precíz elvégzésére és a határidők pontos betartására, illetve betartatására. - Alkalmas mind egyénileg, mind pedig egy csoport tagjaként vagy vezetőjeként rutin felismerő, ajánló, generáló és kiegészítő rendszer tervezési feladatainak elvégzésére. - Felelősséget vállal a vele együtt dolgozók vagy irányítása alatt állók munkájáért. - Felelősen, az aktuális szabályozásnak megfelelően kezeli a rá bízott érzékeny, esetlegesen bizalmas adatokat.			
Ismeretanyag leírása:			

A diplomamunka készítésének a célja, hogy a hallgató tanulmányi ideje végén önállóan oldjon meg egy összetett feladatot, s ezzel bizonyítsa, hogy a képzési célokban megfogalmazott követelményeknek megfelelő szakmai ismeretekkel és jártassággal rendelkezik. A diplomamunka lehetőséget ad a hallgatónak az önálló alkotó tevékenységre, továbbá arra, hogy szakterületének egyes részei közötti lényeges összefüggésekről, valamint az ezekkel kapcsolatos gyakorlati műszaki-gazdasági követelményekről bemutassa ismereteit.

Szakirodalom

Mindenkor hatályos kari diplomamunka készítési útmutató.

KRITÉRIUMTÁRGYAK

Tárgy neve: Patronálás		NEPTUN-kód: NDIPT1HMLF	Óraszám: levelező: 0 ea + 5 tgy + 0 lab
Kredit: 0 Követelmény: Aláírás		Előkövetelmény: -	
Tantárgyfelelős: Sájevicsné Dr. habil. Sági Johanna	Beosztás: egyetemi docens	Kar és intézet neve: Neumann János Informatikai Kar Biomatika és Alkalmazott Mesterséges Intelligencia Intézet	
Értékelési és ellenőrzési eljárások: Aláírás - az aláírás megszerzésének feltétele a foglalkozásokon való részvétel a TVSZ szabályozásának megfelelően.			
Kompetenciák			
Ismeretanyag leírása: A hallgató ismerje meg az egyetem felépítésével, az egyetemi élettel kapcsolatos tudnivalókat, legyen képes ügyeinek tudatos, önálló intézésére. Az egyetemi élethez szükséges dokumentumok (pl. TVSZ, JUTTÉR, stb.) ismerete, ösztöndíjak és egyéb juttatások, hallgatók által fizetendő díjak, hallgatói ügyintézővel kapcsolatos ismeretek. Hallgatói érdekképviselő. Tananyag, tantervi háló, mintatanterv, előkövetelmény, kritérium-tárgyak, szabadon és kötelezően választható tárgyak, KMOOC rendszer, nyelvi követelmények. Számonkérés módjai, zárthelyik, vizsgák, vizsgajelentkezés, évközi jegy. Szakirányok, szakirányválasztás. Szakdolgozat és diplomamunka. Az egyetemen elérhető szolgáltatások, nyílt labor, könyvtár, pszichológus, hallgatói közösségi központok. Könyvtárhasználati ismeretek, elektronikus adatbázisok. A Neptun, Moodle és Teams rendszerek ismerete. Kooperatív képzés. Erasmus képzés. Tudományos diákkörrel kapcsolatos ismeretek, demonstrátori program. Közösségi programok.			
Szakirodalom			
Moodle rendszerbe feltöltött anyagok.			