

Életfolyamatok szabályozása, mérése és analízise

PhD Alprogram

Kötelező tárgyak

Programvezető: *Prof. Dr. Bari Ferenc egyetemi tanár, professzor emeritus*

Modern információtechnológia az orvostudományban (Felelős oktató: Prof. Dr. Peták Ferenc Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet 6 kredit, 2. v. 4. szemeszter)

Életjelenségek mérése (Felelős oktató: Prof. Dr. Bari Ferenc Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet 28 óra 6 kredit 1. szemeszter)

Mérési adatfeldolgozás (Felelős oktató: Dr. Makra Péter Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet 28 óra 6 kredit 2. szemeszter)

Tantárgyleírás

A hallgatók tájékoztatása a tantárgyi követelményekről

A képzés neve:	PhD nappali képzés
Tantárgy címe:	Modern információtechnológia az orvostudományban
Kurzuskód:	EODI-ELE-01
Tantárgy célja:	Megismertetni a PhD hallgatókat az információtechnológia orvostudományi alkalmazásainak legújabb eszközeivel. A kurzus felkészíti a hallgatókat a mesterséges intelligencia iránti fokozódó igényre az egészségtudományok területén. A résztvevők előadások és számítógépes gyakorlati bemutatók keretében nyernek betekintést az MI alapfogalmaiba, élettudományi alkalmazásaiba, társadalmi és etikai vonatkozásaiba. A kurzus célja továbbá, hogy az élettudományokkal foglalkozó hallgatók széles körű alapismereteket szerezzenek az orvosi képfeldolgozás témakörében is. Ehhez kapcsolódóan a kurzus a 3D tervezés, modellezés és nyomtatás orvostudományi vonatkozásait is taglalja az intézetben rendelkezésre álló 3D-s nyomtatók használatával. A szemináriumokon a hallgatók megismerkedhetnek továbbá a legmodernebb információtechnológia megoldások, mint pl. a virtuális és kiterjesztett valóság orvostudományi felhasználásával, illetve az eHealth, mHealth és a telemedicina alkalmazásaival.

A tantárgy elvárt kimeneti követelményei (a tantárggyal kialakítandó konkrét tanulási eredmények):	Tudás A hallgató 1. átfogó ismeretekkel rendelkezik a modern információ-technológia orvostudományi és élettudományi alkalmazási területeiről; 2. érti a mesterséges intelligencia, gépi tanulás és mélytanulás alapelveit, működési mechanizmusait és tipikus alkalmazásait az orvostudományban; 3. ismeri a nagy nyelvi modellek (LLM-ek) működésének alapjait, valamint azok lehetőségeit a kutatási folyamat és az oktatás támogatásában; 4. tisztában van a mesterséges intelligencia alkalmazásának etikai, társadalmi és adatbiztonsági vonatkozásaival az egészségügyben; 5. ismeri az orvosi képfeldolgozás elméleti alapjait, a szegmentálás, regisztráció, térfogat- és távolságmérés módszereit; 6. ismeri a 3D tervezés, modellezés és nyomtatás orvosi alkalmazási lehetőségeit és technológiai korlátait; 7. ismeri a virtuális és kiterjesztett valóság (VR/AR), valamint az eHealth, mHealth és telemedicina rendszerek fő komponenseit és felhasználási területeit. Képességek A hallgató képes 1. egyszerű gépi tanulási modelleket értelmezni és alkalmazni kutatási adatok feldolgozására; 2. a mesterséges intelligencia módszertanában használt statisztikai eszközöket és algoritmusokat (pl. regresszió, klaszterezés, osztályozás) gyakorlatban használni; 3. önállóan alkalmazni nagy nyelvi modelleket (pl. ChatGPT, Gemini, Copilot) kutatási szövegek előkészítésére, adatelemzés vagy irodalomkutatás támogatására; 4. az orvosi képfeldolgozó szoftverek (pl. 3D Slicer) segítségével alapvető képi méréseket, szegmentálásokat és modellezési feladatokat elvégezni; 5. 3D modelleket létrehozni, szerkeszteni és exportálni orvosi alkalmazásokhoz, valamint azokat 3D nyomtatásra előkészíteni; 6. értelmezni és kritikusan elemezni az MI orvostudományi alkalmazásaival kapcsolatos tudományos publikációkat; 7. bemutatni és vizualizálni az információtechnológiai eszközök orvosi és kutatási hasznosítását prezentációk, poszterek vagy digitális demonstrációk formájában. Attitűd A hallgató 1. nyitott az új, digitális és mesterséges intelligencia alapú technológiák felelős és etikus alkalmazására; 2. törekszik az adatbiztonság, betegjogok és tudományos integritás tiszteletben tartására az információtechnológiai megoldások alkalmazása során; 3. igényli a technológiai újdonságok kritikus, tudományos alapokon nyugvó értékelését; 4. együttműködő attitűdöt mutat multidiszciplináris (informatikai, orvosi, mérnöki) kutatócsoportokban. Autonómia és felelősség A hallgató
--	--

	1. önállóan képes kiválasztani és alkalmazni a kutatási céljainak leginkább megfelelő információtechnológiai és MI-eszközöket; 2. felelősséggel használja az adatfeldolgozó, képfeldolgozó és modellező szoftvereket, figyelembe véve az etikai és adatvédelmi előírásokat; 3. képes saját kutatási területén az MI, képfeldolgozás, VR/AR vagy 3D nyomtatás módszertani integrációját önállóan megtervezni és kivitelezni; 4. képes az információtechnológiai megoldásokat más kutatók, klinikusok vagy hallgatók számára is bemutatni, oktatni vagy adaptálni; 5. önállóan értékeli a technológiai eszközök tudományos és társadalmi hatásait az orvostudományban.
Témakörök:	1. Az élettudományi képzés támogatása mesterséges intelligencia bevonásával (Prof. Bari Ferenc) 2. A mesterséges intelligencia potenciálja az élettudományokban, alkalmazásának társadalmi és etikai vonatkozásai (Prof. Peták Ferenc) 3. Mesterséges intelligencia, gépi- és mélytanulás, alapfogalmak és egyszerű demonstrációs példák Excelben (Dr. Tolnai József) 4. Nagy nyelvi modellek alkalmazása gépi tanulási problémák megoldására, Colab, Tensorflow gyakorlati bemutatók (Dr. Fodor Gergely) 5. A mesterséges intelligencia módszertanában alkalmazott statisztikai eszközök áttekintése, alkalmazása (Dr. Rárosi Ferenc, Szűcs Mónika) 6. Gépi tanulási módszerek alkalmazása a gyógyszerfejlesztésben - kis molekuláktól a fehérjékig (Dr. Márki Árpád, Dr. Tarjányi Tamás) 7. Egyéb kutatást segítő mesterséges intelligencia eszközök gyakorlati alkalmazása, SCITE, Writefull, Research Rabbit stb. (Dr. Tolnai József, Dr. Fodor Gergely) 8. A mesterséges intelligencia alkalmazásai az orvosi képfeldolgozásban (Dr. Nagy Attila) 9. Bevezetés a Slicer használatába. A szoftver alap működésének megismerése. Szegmentálás és regisztráció gyakorlati kivitelezése, példákkal. Térfogat, távolság, szögek mérése. Anatómiai modellek. (Dr. Nagy Attila) 10. 3D tervezés és nyomtatás orvostudományi alkalmazásai, gyakorlati bemutató (Dr. Fodor Gergely) 11. Virtuális és kiterjesztett valóság orvostudományi alkalmazásai (Dr. Fodor Gergely) 12. Bevezetés az eHealth, mHealth és a Telemedicina világába, gyakorlati bemutatók (Dr. Tolnai József) 13. Konzultáció és számonkérés
A tanulási eredmények elérését támogató módszerek:	Előadások és gyakorlati bemutatók • Az előadások célja, hogy elméleti háttérrel adjanak az orvosi információtechnológia, mesterséges intelligencia, képfeldolgozás és 3D technológiák alapfogalmaihoz. • Interaktív demonstrációk során a hallgatók megismerik a szoftverek működését (pl. TensorFlow, Google Colab, 3D Slicer, Fusion 360, ChatGPT, ResearchRabbit). • Az elméleti ismeretekhez minden esetben konkrét orvosi vagy élettudományi példák kapcsolódnak. • A hallgatók valós kutatási adatokon gyakorolják az MI-modellezés, képfeldolgozás, szegmentálás, 3D tervezés és nyomtatás lépéseit.

	Esettanulmányok és példamegoldás • Valós vagy szimulált orvosi kutatási problémák elemzése (pl. képfeldolgozási hiba, MI torzítás, adatvédelmi dilemma, diagnosztikai modell validálása). • Közös megbeszélés és megoldási javaslatok készítése multidiszciplináris szemlélettel. • A hallgatók így nemcsak technológiai, hanem etikai és tudományos szempontból is reflektálnak az MI alkalmazásaira. Önálló kutatás és irodalomfeldolgozás • A hallgatók önállóan keresnek és elemeznek legfrissebb tudományos publikációkat az MI, VR, 3D nyomtatás és telemedicina témakörében (pl. Scopus, PubMed, Scite). • Az irodalomkutatás eredményeit rövid szóbeli vagy írásos beszámoló formájában mutatják be. • Az oktató reflektív visszajelzést ad a források minőségére és a tudományos érvelésre. Digitális tanulási környezet használata • Coospace és Office 365 platformokon történő dokumentum-megosztás, közös szerkesztés és feladatleadás. • eduID-alapú hozzáférés nemzetközi kutatási adatbázisokhoz. • Online eszközök (AI-chatbotok, ChatGPT, ResearchRabbit stb.) kontrollált és reflektív alkalmazása.
Az elvárt tanulási eredmények elsajátításának ellenőrzése:	1. A tantárgy teljesítésének feltételei: Évközi tanulmányi követelmények • aktív részvétel az előadásokon és a szemináriumokon • az évközi írásbeli feladatok és a vizsgadolgozat önálló elkészítése, és határidőre történő beküldése 2. A tanulmányi teljesítmény értékelése: A félév teljesítményét 1-5-ig gyakorlati jeggyel minősítjük. Az ötfokozatú gyakorlati jegy értéke az órai munka, a félévközi és a félév végén beadott feladatok eredményétől függően alakul. A vizsgán megszerezhető maximális pontszám: 100 pont A vizsgajegy megállapítása az alábbi táblázat szerint történik: • 0 – 49 pont: 1 • 50 – 62 pont: 2 • 63 – 73 pont: 3 • 74 – 84 pont: 4 • 85 – 100 pont: 5
Kötelező irodalom:	• Megosztott oktatási segédletek • A kurzus egészét tematikailag átfogó és korszerű irodalom nem áll rendelkezésre, az egyes résztémák vonatkozásában ajánlható szakkönyvek pedig meghaladják a kurzus szintjét. A szakkönyvek hozzáférhetősége is időről időre változik.
Ajánlott irodalom:	• Saját készítésű, órán kiosztott oktatási segédletek • Saját fejlesztésű e-learning tananyagok

Tantárgyleírás

A hallgatók tájékoztatása a tantárgyi követelményekről

Képzés neve: PhD nappali képzés
Tantárgy címe: Életjelenségek mérése
Tantárgy kódja: EODI-ELE-02
Tanév/félév: 2025/26 1. szemeszter
Oktató neve és elérhetősége: Prof. Dr. Bari Ferenc bari.ferenc@med.u-szeged.hu
A tanóra típusa: előadás /szeminárium/gyakorlat/labor Előadás esetén a vizsgaidőszakban kötelező vizsgát hirdetni a Neptun-ban.
A tantárgy heti óraszám: 2
Tantárgy kreditértéke: 6
Számonkérés módja: kollokvium, gyakorlati jegy, egyéb: <u>ötfokozatú beszámoló</u>
Előfeltételek (a tantárgy céljainak és követelményeinek eléréséhez szükséges, előzetesen elvárt tanulási eredmények vagy teljesített tantárgy): Nincs
Tantárgy célja: A hallgatót megismertetni a biológiai jellegű jelek feldolgozási technikáival, a biopotenciálok mérésével, a különféle elektródatípusok fajtáival, alkalmazásaikkal. A pontos mérésekhez fontossá válik az elektromos zajszűrés hatékony technikáinak elsajátítása, megismerése. A mai orvosi gyakorlatban egyre fontosabbá válik, hogy a létfontosságú szervek működéséről egyre pontosabb eszközökkel és mérési technikával gyorsan és hatékonyan lehessen pontos állapot felmérést végezni, majd ennek nyomán beavatkozni. A fiatal kutatóknak alaposan ismerniük kell az EEG, az spektroszkópiai készülékek, az ultrahang diagnosztika mérési lehetőségeit. A keringési folyamatok, a mozgás-és a légzés vizsgálatának új eszközei és mérési módszereinek alapos ismerete nélkülözhetetlenek a mai orvoslásban és kutatási tevékenységben. A kurzus célja ezeknek a minél alaposabb elsajátítása.
A tantárgy elvárt kimeneti követelményei (a tantárggyal kialakítandó konkrét tanulási eredmények): A tantárgy kimeneti követelményeit (táblázatos formában vagy folyóírással) a CS színtérben a „Követelmények” mezőben kell rögzíteni.

Tematika:

Méréselmélet

Biológiai eredetű jelek feldolgozása

A jel/zaj viszony javítása

digitalizálás

mintavételezés

Biopotenciálok eredete, elektródok biopotenciálok mérésére

Elektródok modellezése

Elektródpolarizáció

Elektródtípusok (makroelektródok)

Mikroelektródok

Biopotenciálok erősítése

bemeneti ellenállások, differenciál erősítők

Elektromos jelek és zavarok

zajszűrés. Mintavételezés

A szív elektromos aktivitásának vizsgálata

Elektroenkefalográfia, EEG

Érzékelők és jelátalakítók az orvostechikában

.Analóg-digitál átalakítók elva biopotenciálok és megoldások

A fényelnyelés törvényei

Spektroszkópiai készülékek

Pulzus-véroxigénszint mérő

Az ultrahang diagnosztikai alkalmazása

Az ultrahang diagnosztikai alkalmazása

Vérnyomás és véráramlás mérése

A vérnyomást befolyásoló tényezők

Közvetlen vérnyomásmérési módszerek

Közvetett vérnyomásmérési módszerek

Véráramlás- és perctérfogatmérés

Mozgásanalízis

Eszközök emberi mozgások analíziséhez Mozgásanalízis alkalmazása az orvosi gyakorlatban Légzés vizsgálata áramlási sebesség és ki/belélegzett térfogat mérése Légzésmechanikai jellemzők mérése
A tanulási eredmények elérését támogató módszerek:
Az elvárt tanulási eredmények elsajátításának ellenőrzése: Az elvárt tanulási eredmények elsajátításának ellenőrzésének leírását a CS szintérben a „Követelmények” mezőben kell rögzíteni.
Kötelező irodalom: Jobbágy Ákos, Varga Sándor: Orvosbiológiai mérés technika, 2013 Szakirodalmi feldolgozás a megbeszéltek szerint
Ajánlott irodalom: -

Tantárgyleírás

A hallgatók tájékoztatása a tantárgyi követelményekről

Képzés neve: PhD nappali képzés
Tantárgy címe: Mérési adatfeldolgozás
Tantárgy kódja: EODI-ELE-03
Tanév/félév: 1. szemeszter
Oktató neve és elérhetősége (e-mail): Dr. Makra Péter makra.peter@med.u-szeged.hu
A tanóra típusa: <u>előadás</u> /szeminárium/gyakorlat
A tantárgy heti óraszám: 2
Tantárgy kreditértéke: 6

Számonkérés módja: kollokvium, gyakorlati jegy, egyéb: írásos teszt beszámoló (ötfokozatú)

Előfeltételek (a tantárgy céljainak és követelményeinek eléréséhez szükséges, előzetesen elvárt tanulási eredmények vagy teljesített tantárgy):

Tantárgy célja:

Az élettudományi kutatómunka egyre bővülő jelföldolgozási eszköztárra támaszkodik. Míg az egyes jelföldolgozási módszerek matematikai szigorúságú ismerete nem lehet reális és értelmes elvárás az e téren dolgozó kutatóval szemben, a kutatómunka és az egyes szakterületek közti kommunikáció hatékonyságát nagyban megnöveli, ha az élettudomány művelői fölhasználói szintű ismeretekkel bírnak az egyes problémákra alkalmazandó jelföldolgozási módszerekről. A kurzus célja, hogy megmutassa a legelterjedtebb jelföldolgozási eljárások alkalmazási körét, előnyeit és hátrányait, esetleges korlátait és buktatóit, ezáltal alkalmassá tegye az élettudománnyal foglalkozó kutatót arra, hogy kutatása jelföldolgozási vonatkozásait fölismerje és ezáltal a problémák megoldására a leghatékonyabb, legmegfelelőbb módszert választhassa.

A tantárgy elvárt kimeneti követelményei (a tantárggyal kialakítandó konkrét tanulási eredmények):

A kurzus elvégzése után a hallgató

- képes értelmezni a főbb jelföldolgozási módszereket leíró matematikai formalizmust;
- ismeri az egyes módszerek alkalmazhatóságát meghatározó föltételek (linearitás, stacionaritás, stb.) jelentését;
- kialakította a jelenségek frekvenciatartománybeli leírásának értelmezéséhez szükséges szemléletet;
- képes kiolvasni a releváns információt egy spektrumból;
- ismeri a főbb integráltranszformációk alkalmazási körét és a köztük lévő kapcsolatot;
- képes követni a jelek tulajdonságainak időbeli változásait spektrogramok segítségével;
- képes a rendszerek tulajdonságait átviteli függvényük ismeretében értelmezni;
- ismeri a különböző szűrők alkalmazásának körét és technikai limitációit;
- képes a jelenségek frekvenciafüggő dinamikájára következtetni az impedanciából;
- következtetni tud a jelek közti hasonlóságra és késleltetésre a keresztkorrelációból;

- ismeri a frekvenciatartománybeli lehetőségeket a jelek közti kapcsolat leírására;
- elsajátította a digitális jelek leírásához szükséges diszkrét szemléletmódot;
- kapcsolatot képes teremteni a folytonos jelekre értelmezett definíciók és azok diszkrét megfelelői között;
- fölismeri a hibás digitalizálásból származó artefaktumokat és tudja, hogyan kerülje el azokat;
- képes sztochasztikus jeleket is leírni a megfelelő jellemzőkkel;
- ismeri az álvéletlenszám-generátorok működési elvét és jósági tényezőit;
- ismeri a Monte Carlo-módszerek nyújtotta lehetőségeket.

Témakörök:

1. Matematikai alapismeretek. Komplex számok. Kalkulus: differenciálás és integrálás alkalmazási köre, formalizmusa, szabályai. Differenciálegyenletek értelmezése és diszkrét közelítése.
2. Jelek és rendszerek. Jelek fogalma. Folytonos és diszkrét, determinisztikus és sztochasztikus jelek. Rendszerek értelmezése és leírása. Linearitás, stacionaritás, kauzalitás, időinvariancia.
3. Jelek időtartománybeli leírása és kezelése. Átlag, effektív érték. Simítás, mozgóátlag.
4. Spektrális elemzés. A Fourier-analízis háttere és alkalmazásai. Diszkrét Fourier-transzformáció, gyors Fourier-transzformáció. Parseval-tétel. Teljesítménysűrűség-spektrum.
5. Jeltranszformációk. Laplace-transzformáció, z-transzformáció, Hilbert-transzformáció, ezek kapcsolata a Fourier-transzformációval.
6. Időfüggő spektrális elemzés. Ablakozott Fourier-transzformáció. Wavelet-elemzés.
7. Rendszerek leírása az átviteli függvény segítségével. Szűrés, szűrők átviteli függvénye.
8. Impedancia. Az impedancia alkalmazása váltóáramú hálózatok és áramlási tulajdonságok leírására.
9. Jelek közti kapcsolat leírása időtartományban és frekvenciatartományban. Autokorreláció és keresztkorreláció. Keresztteljesítménysűrűség-spektrum. Wiener-Hincsin-tétel.
10. Analógból digitálisba. Mintavételi tétel. Aliasing.
11. Véletlen jelek leírása. Eloszlásfüggvény, sűrűségfüggvény, várható érték. Álvéletlen jelek generálása és fölhasználása: pseudo-véletlenszám-generátorok, dithering, Monte Carlo-módszerek.

A tanulási eredmények elérését támogató módszerek:

A tanítási és tanulástámogató módszereket a CS színtérben a „Tematika” mezőben kell rögzíteni.

Az elvárt tanulási eredmények elsajátításának ellenőrzése:

- az értékelés alapja számítógépes tesztvizsga a vizsgaidőszakban;
- nincsenek félévközi számonkérések;
- nincs a vizsgára bocsájthatóságnak föltétele

A vizsga tervezett menete:

- 25 kérdés a Coospace rendszerben;
- kérdéstípusok: egyszerű és többszörös választás, számjegyes kérdés.
- értékelés
 - 0–50%: elégtelen (1)
 - 51–60%: elégséges (2)
 - 61–70%: közepes (3)
 - 71–80%: jó (4)
 - 81%–: jeles (5)

Kötelező irodalom:

–

Ajánlott irodalom:

- Alan V Oppenheim – Ronald W Schafer: *Discrete-time signal processing. Third edition.* Pearson, Harlow, 2014. ISBN 10: 1-292-02572-7, ISBN 13: 978-1-292-02572-8
- John G Proakis – Dimitris G Manolakis: *Digital signal processing. Fourth edition.* Pearson – Prentice–Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2007. ISBN-13: 9780131873742
- Lawrence R Rabiner – Bernard Gold: *Theory and application of digital signal processing.* Prentice–Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1975. ISBN-10: 0139141014, ISBN-13: 978-0139141010