



eBook for Undergraduate Education in Radiology

| Mesterséges Intelligencia a Radiológiában



Előszó

A radiológia alapképzését Európában a nemzeti rendszerek szerint biztosítják, és akadémiai intézményenként jelentősen eltérhet. Néha a radiológia területét "átfogó tudományágnak" tekintik, vagy más klinikai tudományágak, például a belgyógyászat vagy a sebészet összefüggésében tanítják.

Ez az e-könyv azzal a céllal jött létre, hogy Európa-szerte segítse az orvostanhallgatókat és az egyetemi tanárokat a radiológia egészének koherens tudományággént való megértésében és oktatásában. Tartalma az ESR alapfokú Európai Radiológiai Képzési Tantervének alapul, és összefoglalja az alapvető elemeket, amelyeket minden orvostanhallgatónak ismernie kell. Bár a képértelmezéshez szükséges specifikus radiológiai diagnosztikai készségeket nem minden hallgató sajátíthatja el, és inkább az ESR képzési tantervek posztgraduális szintjeinek céljai közé tartozik, ez az e-könyv további betekintést is tartalmaz a modern képalkotással kapcsolatban. Ennek a célja, hogy az érdeklődő egyetemi hallgató megértse a modern radiológiát, tükrözve annak multidiszciplináris jellegét, mint szervalapú specialitást.

Szeretnénk külön köszönetet mondani az ESR Oktatási Bizottsága szerzőinek és tagjainak, akik hozzájárultak ehhez az e-könyvhöz, Carlo Catalanónak, Andrea Laghinak és Palkó Andrásnak, akik kezdeményezték ezt a projektet, valamint az ESR Hivatalnak, különösen Bettina Leimbergernek és Danijel Lepirnek a projekt megvalósításában nyújtott támogatásukért.

Reméljük, hogy ez az e-könyv hasznos eszközként szolgálhat az egyetemi radiológiai egyetemi oktatásban.

Minerva Becker
ESR Education Committee Chair

Vicky Goh
ESR Undergraduate Education Subcommittee Chair

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Szerzői jog és felhasználói feltételek

Ez a mű a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 nemzetközi Licenc alatt készült.

Önnek lehetőségében áll:

Megosztás – másolja és terjessze az anyagot bármilyen médiumban vagy formátumban

A következő feltételekkel:

- Forrásmegjelölés – Meg kell adnia a megfelelő forrásmegjelölést, meg kell adnia a licencre mutató hivatkozást, és jeleznie kell, hogy történtek-e módosítások. Ezt bármilyen ésszerű módon megteheti, de nem olyan módon, amely azt sugallja, hogy a licenciadó támogatja Önt, vagy a módosított formátumot.
- Kereskedelem– Az anyagot nem használhatja kereskedelmi célokra.
- Átalakítás – Ha újramegeríti, átlakítja vagy épít az anyagra, nem terjesztheted a módosított anyagot.

Hogyan kell idézni ezt a munkát:

Európai Radiológiai Társaság, Tugba Akinci D' Antonoli, Marcio A. B. C. Rockenbach, Vera Cruz e Silva, Merel Huisman, Elmar Kotter, Emmanouil Koltsakis, Peter M. A. van Ooijen, Erik R. Ranschaert, Pinar Yilmaz (2023) eBook for Undergraduate Education in Radiology: Artificial Intelligence in Radiology. DOI 10.26044/esr-undergraduate-ebook-17

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Hyperhivatkozások



Alapkészségek



További ismeretek



Figyelmeztetés



Összehasonlítás



Kérdések



Referenciák

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



eBook for Undergraduate Education in Radiology

Mesterséges Intelligencia a Radiológiában

Szerzők

Szerkesztők

Merel Huisman
Elmar Kotter
Peter M. A. van Ooijen
Erik R. Ranschaert

Tagok

Tugba Akinci D' Antonoli
Marcio Aloisio Bezzera Cavalcanti Rockenbach
Vera Cruz e Silva
Emmanouil Koltsakis
Pinar Yilmaz

European Society of Medical Imaging Informatics (EuSoMII) Education Committee

info@eusomii.org



Fordította

Szuly Attila Szegedi Tudományegyetem Radiológiai Klinika

szuly.attila@szte.hu

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Tartalomjegyzék

- **Bevezetés**
 - Miért Kell Tanulnunk az AI-ról?
 - Az AI Rövid Története
 - Definíciók
- **A Mesterséges Intelligencia Alapjai**
 - Felügyelt Tanulás
 - Felügyelet Nélküli Tanulás
 - Megerősítő Tanulás
- **Haladó AI Témakörök**
 - Deep Learning és Alkalmazásai az Orvosi Képzésben
 - Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés
 - Adatmegosztás
 - Lehetséges Előnyök, Kockázatok és Jelenlegi Evidenciák
- **Jövőbeli Aspektusok**
 - A Radiológia Fényes Jövője az AI-el
 - Mesterséges Általános Intelligencia
 - Nagy Nyelvi Modellek
- **Összefoglalás**
- **Hivatkozások és További Irodalom**
- **Teszteld a Tudásod!**

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

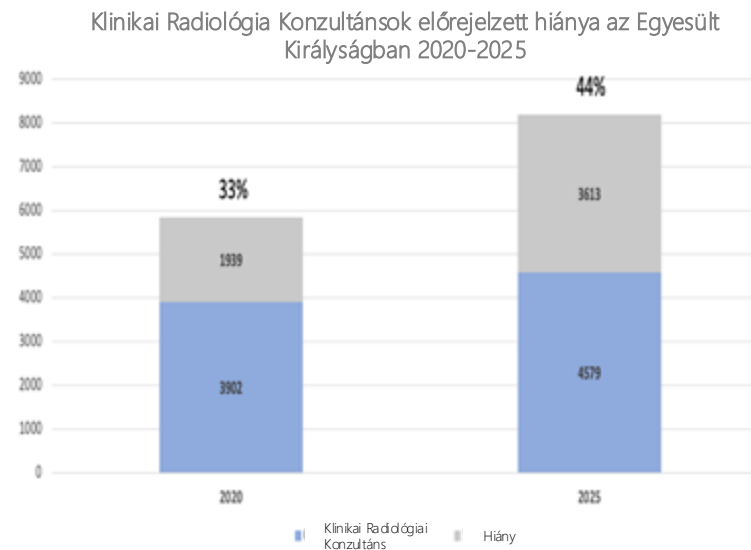
[Teszteld a Tudásod!](#)



Bevezetés | Miért Kell Tanulnunk az AI-ról?



- A mesterséges intelligencia (Artificial Intelligence, AI) gyorsan növekvő terület, amely életünk minden aspektusát befolyásolja, beleértve azt ahogy az orvoslást gyakoroljuk. Az egészségügyi dolgozóknak **lépést kell tartaniuk a digitális fejlődés ütemével** a terület előmozdítása érdekében.
- Miközben a képalkotás mennyisége és összetettsége az egekbe szökik, nő a munkaerőhiány és a radiológusok terhelése. Ennek eredményeként romlik a minőség, és növekszik a leletezésbeli lemaradás. A mesterséges intelligencia **növelheti mind a jellelezés sebességét, mind a minőségét**, miközben növeli az orvosok munkahelyi elégedettségét.
- A mesterséges intelligencia egészségügyi felhasználása **potenciális kockázatokat** rejt magában, például a nagyszámú hibát vagy a további szükségtelen költségeket. Ezért többet kell megtudnunk a mesterséges intelligenciáról annak érdekében, hogy biztonságosan és hatékonyan alkalmazhassuk az AI-eszközöket az orvostudományban.
- A következő részben többet fogunk megtudni az AI radiológiai alkalmazásairól, **de először nézzük meg az AI rövid történetét és alapvető tulajdonságait.**



A Clinical Radiology UK munkaerő-összeírásáról szóló 2020. évi jelentéséből:
<https://www.rcr.ac.uk/publication/clinical-radiology-uk-workforce-census-2020-report>

Fejezet Vázlata

- ▶ **Bevezetés**
 - ▶ Miért Kell Tanulnunk az AI-ról?

Az AI Alapjai

Haladó AI Témakörök

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

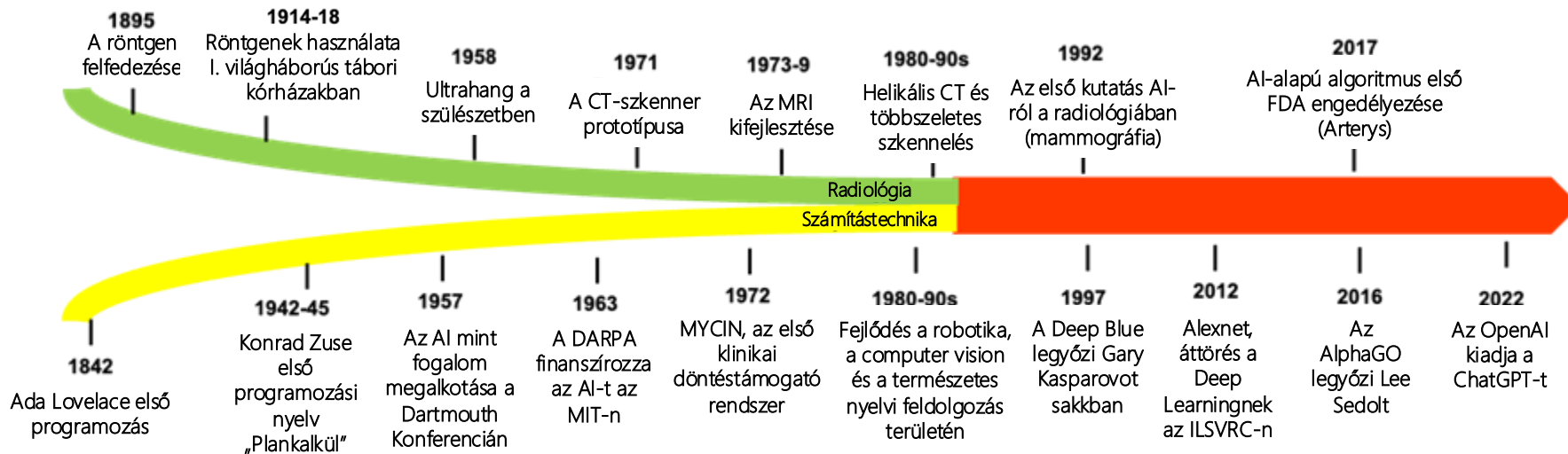
Hivatkozások és További Irodalom

Teszteld a Tudásod!



Bevezetés | Az AI Rövid Története a Radiológiában

- Ada Lovelace 1842-ben fogalmazta meg az első számítógépes programot, ami a számítástechnika születését jelentette.
- 1895-ben William Conrad Roentgen felfedezte az első röntgent, ami a radiológia mint szakterület kialakulásához vezetett.
- Krizhevsky et al., 2012-ben megnyerte az ImageNet kihívást az AlexNettel, egy Konvolúciós Neurális Hálózattal, és a Deep Learning területe iránti érdeklődés az egekbe szökött.
- Az FDA 2017-ben engedélyezte az első AI-alapú algoritmust, ami ezáltal hivatalosan is belépett a klinikai környezetbe.



Fejezet Vázlata

- ▶ **Bevezetés**
 - ▶ Az AI Rövid Története a Radiológiában

Az AI Alapjai

Haladó AI Témakörök

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

Hivatkozások és További Irodalom

Teszteld a Tudásod!



Bevezetés | Definíciók

- **Mesterséges intelligencia (Artificial Intelligence, AI):** a számítástechnika olyan megoldások létrehozására összpontosító területe, amelyek **képesek általában az emberi intelligenciához kapcsolt feladatok elvégzésére**. Ez egy tág fogalom, amely a technológiák széles skáláját öleli fel, és még egy alapvető szabályalapú modell is az AI egyik formájának tekinthető.
- **Gépi Tanulás (Machine Learning, ML):** az AI egy részhalmaza, amely az adatokból tanulni és előrejelzéseket készíteni képes algoritmusok létrehozása körül forog. Ezek az algoritmusok azonban továbbra is **emberi felügyeletre** támaszkodnak. A ML nem új fogalom az AI területén. Computer vision megoldásokhoz a hagyományos ML algoritmusok gyakran képfeldolgozást és explicit funkciókinyerést tartalmaznak.
- **Deep Learning (DL):** a ML egy eszköze, amely neurális hálózatokat használ az adatok mintáinak megismeréséhez. Az AI-n belül viszonylag új területnek számít, és az elmúlt években népszerűsége megugrott. A DL-modellek betanítása általában nagy mennyiségű adatot és számítási erőforrást igényel a neurális hálózati architektúrák összetettsége miatt. Manapság ez megvalósítható a mátrixműveletekre specializálódott grafikus kártyáknak köszönhetően

AI

ML

DL



Az AI egy gyűjtőfogalom, és számos területen sokféle formában alkalmazható.

Ebben a fejezetben elsősorban a **Deep Learning-re** összpontosítunk a képfelismerésben

Fejezet Vázlata

- ▶ **Bevezetés**
 - ▶ Definíciók

Az AI Alapjai

Haladó AI Témakörök

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

Hivatkozások és További Irodalom

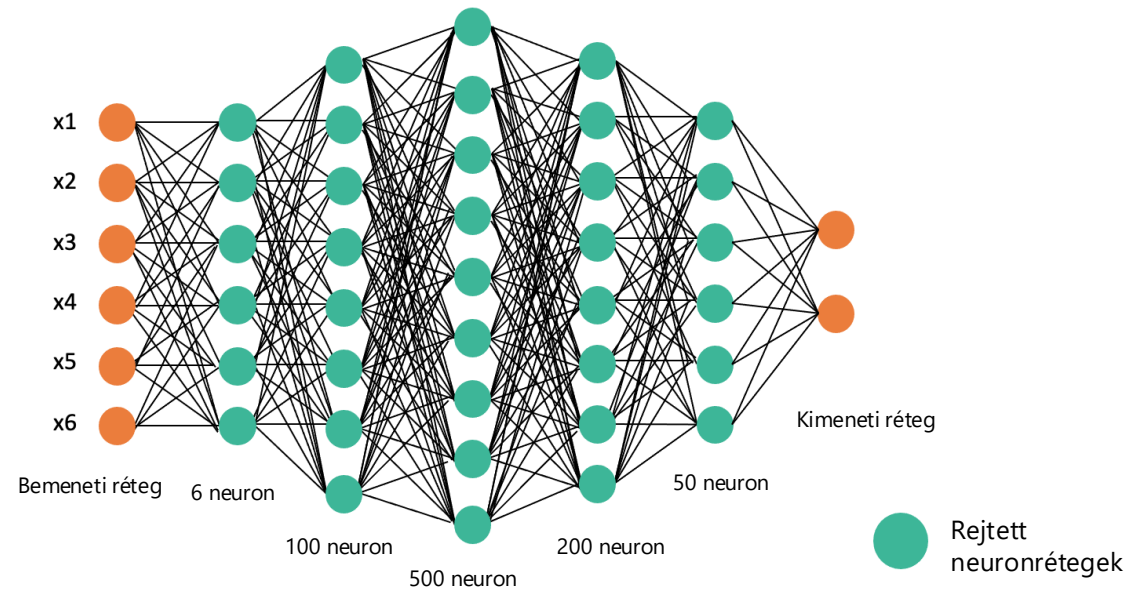
Teszteld a Tudásod!



Bevezetés | Definíciók

Mesterséges neurális hálózat (Artificial Neural Network, ANN): egyfajta gépi tanulási algoritmus, amely utánozza az emberi agy szerkezetét és működését. Több neuront tartalmaznak, amelyek hierarchikus rétegekbe szerveződnek. A bemeneti réteghez legközelebb eső rétegek felelősek a bemeneti adatok feldolgozásáért és átalakításáért a releváns jellemzők kinyerése érdekében, míg a kimeneti réteg felelős a végső kimenetért.

Mély neurális hálózat (Deep Neural Network, DNN): a neurális hálózatok egy speciális típusa, amely több közbenső rétegből (azaz rejtett rétegből) áll. Használhatók nagy mennyiségű adaton alapuló hatékony modellek betanítására.



Forrás: M. Bahi and M. Batouche, "Deep Learning for Ligand-Based Virtual Screening in Drug Discovery," doi: 10.1109/PAIS.2018.8598488

Fejezet Vázlata

- ▶ [Bevezetés](#)
 - ▶ [Definíciók](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

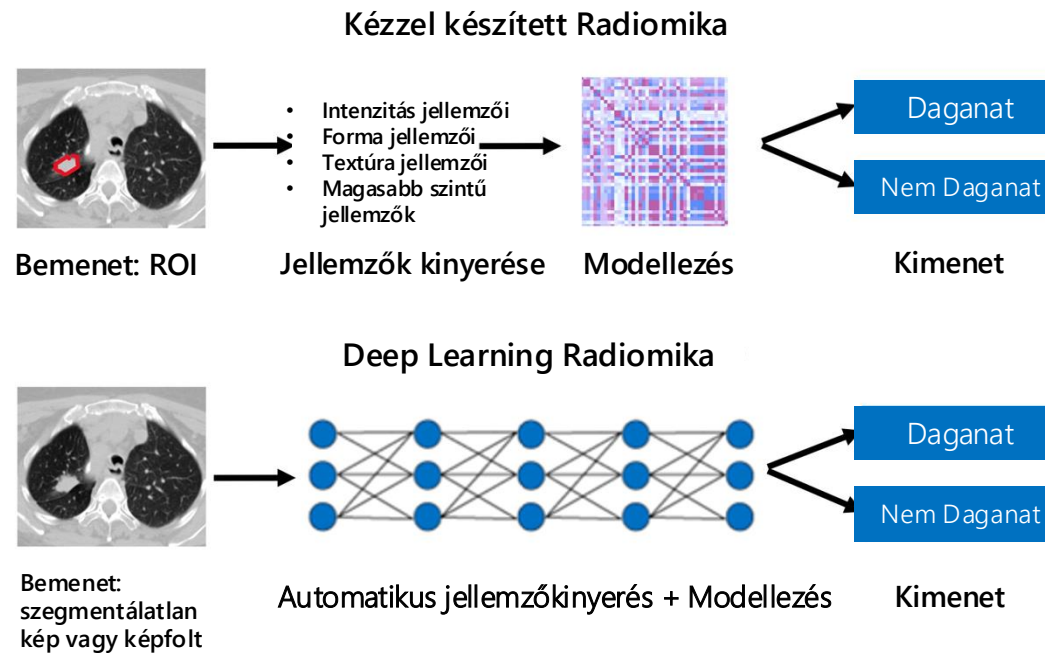
[Teszteld a Tudásod!](#)

Bevezetés | Definíciók

Radiomika: számszerűsíthető és bányászható jellemzők kinyerése orvosi képekből. Ez egy gyorsan növekvő kutatási terület, amelyet leginkább az onkológiai képalkotás területén alkalmaznak.

Jelenleg a radiomika még mindig nagyrészt csupán kutatási terület, de erőfeszítéseket tesznek annak érdekében, hogy ezeket a kutatási eredményeket a klinikai gyakorlatba is átültessék.

Attól függően, hogy kézzel készített vagy deep learning megközelítéseket használ, a radiológiai munkafolyamat magában foglalhatja a klinikai és képalkotó adatok tisztítását, a kép előfeldolgozását, a képszegmentálást, a funkciók kinyerését, a modellfejlesztést és a modell validálását.



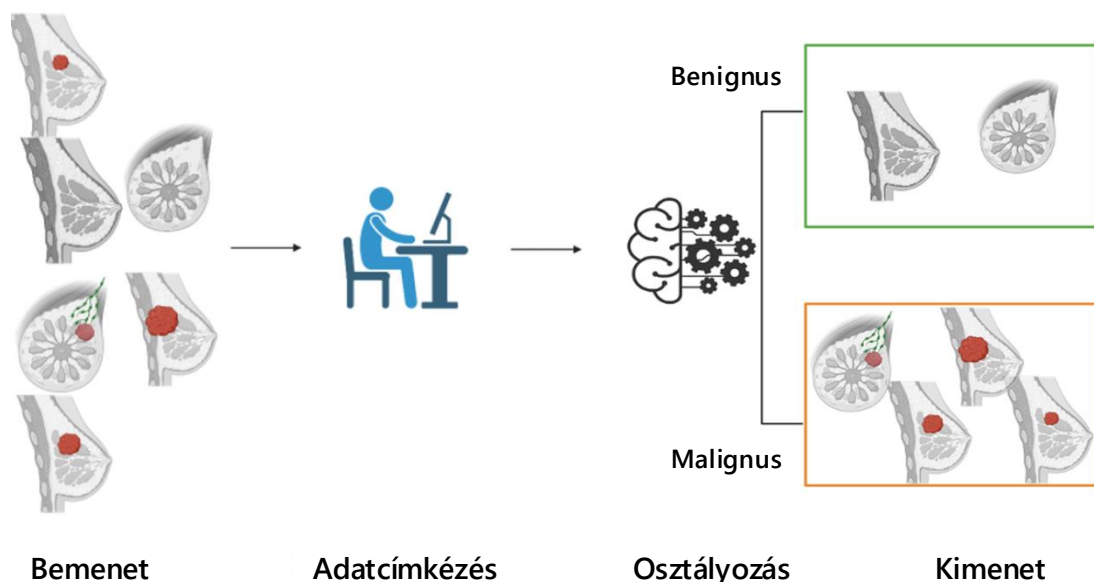
Fejezet Vázlata

- ▶ [Bevezetés](#)
 - ▶ [Definíciók](#)
- [Az AI Alapjai](#)
- [Haladó AI Témakörök](#)
- [Jövőbeli Aspektusok](#)
- [Összefoglalás](#)
- [Hivatkozások és További Irodalom](#)
- [Teszteld a Tudásod!](#)

Az AI Alapjai | Felügyelt Tanulás



A **felügyelt tanulás (Supervised Learning)** egy ML paradigma, amely **ember által címkézett** betanítási adatokat használ. Ezután a modell előrejelzi (ezt "besorolásnak" nevezzük) egy új, címkézetlen adatkészlet kimenetelét. Ez a **leggyakrabban használt technika**. A címkék lehetnek például egy **érdeklődési régió (region of interest, ROI)**, amely rosszindulatú emlődaganatra utal (lásd az alábbi képen), egy **határolókeret (bounding box)**, amely fokális léziót jelez, vagy egy **szöveges címke**, például "törés".



Gyakori felügyelt módszerek:

- **Regresszió** => megbecsüli a változók közötti kapcsolatokat
- **Döntési fa algoritmusok, DTA** (pl. véletlenszerű erdő) => a DTA-k az osztályozási és regressziós feladatokhoz használhatók; hierarchikus faszerkezetük van egy gyökércsomóponttal, ágakkal, belső csomópontokkal és levélcsomópontokkal
- **Support Vector Machine (SVM)** => osztályozási & regressziós feladatokhoz használatos; Különösen hasznosak az adatok 2 csoportba sorolásához.

Fejezet Vázlata

Bevezetés

- ▶ **Az AI Alapjai**
 - ▶ Felügyelt Tanulás

Haladó AI Témakörök

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

Hivatkozások és További Irodalom

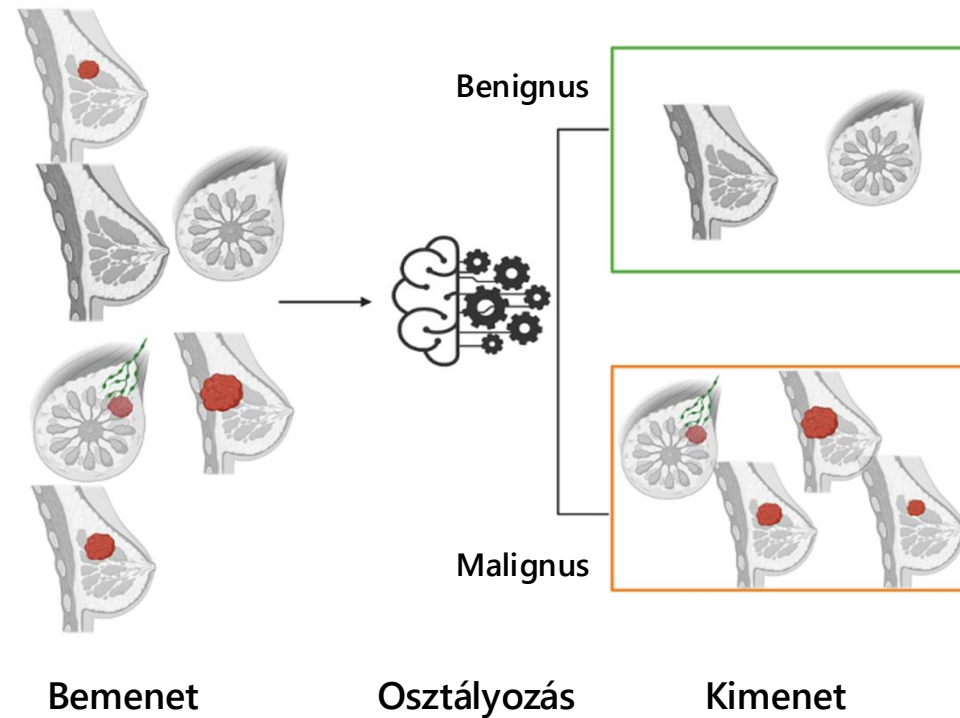
Teszteld a Tudásod!



Az AI Alapjai | Felügyelet Nélküli Tanulás



- A felügyelet nélküli tanulás (Unsupervised Learning) megkerüli a manuális adatképzést klaszterezési technikákkal, például k-means-szel.
- A modell általában nagy mennyiségű címkézetlen adatot tartalmaz, majd az adatstruktúra alapján mintákat keres.
- A felügyelet nélküli tanulást általában strukturálatlan adatok nagy halmazain használják, például új biomarkerek felfedezéséhez.
- Az orvosi képzésben gyakori példa a Generative Adversarial Network (GAN), amelyet szintetikus (=hamis) képek készítésére használnak.



Készült: BioRender.com

Fejezet Vázlata

Bevezetés

- ▶ **Az AI Alapjai**
 - ▶ Felügyelet Nélküli Tanulás

Haladó AI Témakörök

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

Hivatkozások és További Irodalom

Teszteld a Tudásod!

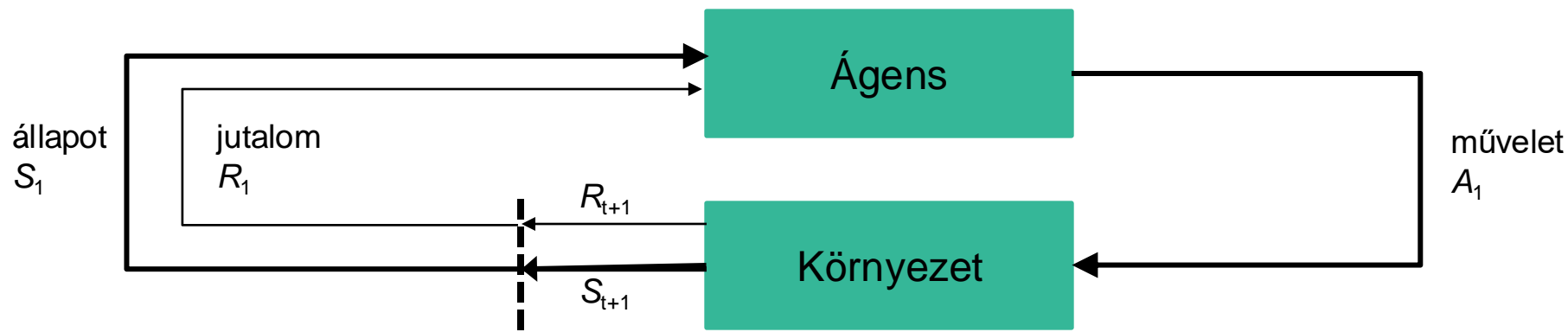


Az AI Alapjai | Megerősítő Tanulás



A megerősítő tanulás (Reinforcement Learning) jutalmakon és büntetéseken alapuló tanulási megközelítés. Az ágens kölcsönhatásba lép a környezettel azáltal, hogy érzékeli annak állapotát, és megtanulja végrehajtani a műveleteket a hosszú távú jutalmak maximalizálása érdekében.

Ezzel a megközelítéssel az ágensnek egyensúlyt kell fenntartania a jutalom és a büntetés között, próbákon és hibákon keresztül, hogy **előnyben részesítse** azokat a cselekedeteket, amelyek a legnagyobb hasznot hozzák.



Fejezet Vázlata

Bevezetés

- ▶ **Az AI Alapjai**
 - ▶ Megerősítő Tanulás

Haladó AI Témakörök

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

Hivatkozások és További Irodalom

Teszteld a Tudásod!



Shweta Bhatt képe alapján.

<https://towardsdatascience.com/reinforcement-learning-101-e24b50e1d292>



Haladó Témakörök | A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képképzésben



Az orvosi képképzés az egyik fő érdeklődési terület, ha deep learning modellek orvosi alkalmazásáról van szó. Számos példa található a különböző képképzési módokra kifejlesztett algoritmusokra (MR, CT, röntgen, ultrahang). A következő néhány dián megtalálja azokat a feladattípusokat, amelyekben már alkalmaztak mély tanulást, valamint néhány példát a modellekre:

Osztályozás: képek kategorizálására képes modell betanítása.

Példák:

- Bináris osztályozás: Normál vs. rendellenes mellkasröntgen az eltérés pontos megjelölése nélkül
- Pozitív egy adott betegségre vagy negatív (pl. az agyi MR-ek pozitív vagy negatív besorolása Alzheimer-kórra)
- Anatómiai síkok szerinti (többosztályos) osztályozás: axiális vs koronális vs szagittális

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

- ▶ [Haladó AI Témakörök](#)
 - ▶ [A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képképzésben](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Haladó Témakörök | A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képkalkotásban



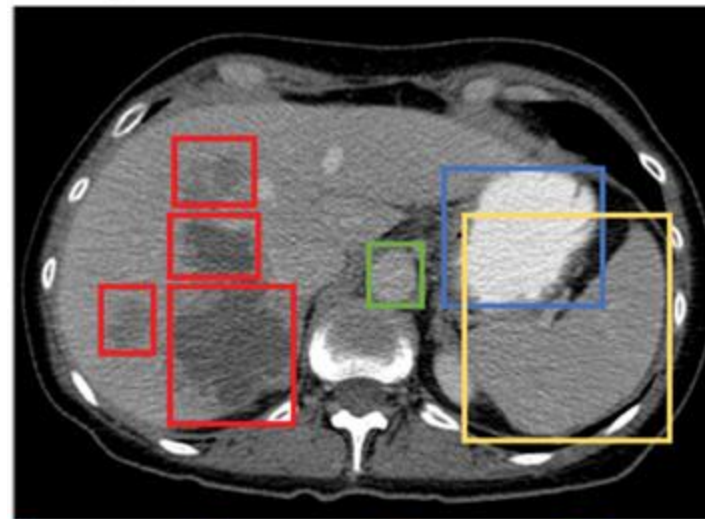
Detektálás: ezeknek az algoritmusoknak a célja anatómiai vagy patológiai „objektumok” azonosítása egy képen.

Az észlelt objektum gyakran kiemelhető **határolókeretek** használatával (lásd a képet).

Példák közé tartoznak:

- Tájékozódási pont detektálás (landmark detection) a gerincműtétek tervezéséhez röntgenen
- Tüdő nodulus kimutatása CT vizsgálaton
- Vesekő kimutatása CT vizsgálaton
- Májkárosodás kimutatása CT vizsgálattal

Objektum detektálás



□ Áttétek □ Aorta □ Gyomor □ Lép

Cheng PM. Online közzétéve: September 01, 2021
<https://doi.org/10.1148/rg.2021200210>
CC BY 4.0 licenc alatt megosztva

Fejezet Vázlata

Bevezetés

Az AI Alapjai

- ▶ Haladó AI Témakörök
 - ▶ A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képkalkotásban

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

Hivatkozások és További Irodalom

Teszteld a Tudásod!



Haladó Témakörök | A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képképzésben



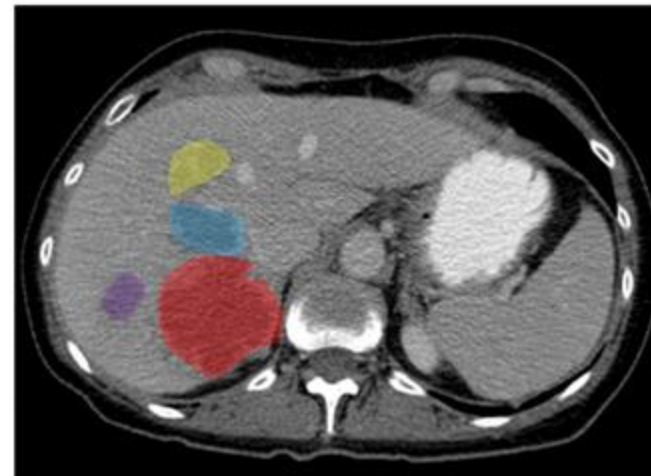
Szegmentálás: egy kép pixeleinek több régióra vagy szegmensre osztása, ahol minden szegmens egy adott tárgynak vagy osztálynak felel meg (pl. **szerv vagy eltérés**).

Általában ez az első lépés, amely következő lépésként megkönnyíti az osztályozást vagy a számszerűsítést (pl. mérés).

Ez a fajta alkalmazás a DL egyik népszerű felhasználása az orvosi képképzésben.

Példák:

- Prostatata szegmentáció MR-en
- Májszegmentáció CT-n
- Agydaganat szegmentáció MR-en
- Szív szegmentáció CTA-n
- **Tüdőtumor** szegmentáció CT-n
- Stroke szegmentáció CT/MR-en



■ Áttét 1 ■ Áttét 2 ■ Áttét 3 ■ Áttét 4

Májáttétek szegmentálása CT-vizsgálaton

Cheng PM. Online közzétéve: September 01, 2021

<https://doi.org/10.1148/rg.2021200210>

CC BY 4.0 licenc alatt megosztva

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

- ▶ [Haladó AI Témakörök](#)
 - ▶ [A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képképzésben](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Haladó Témakörök | A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képképzésben



Képjavítás: a mély tanulási modellek betaníthatók olyan feladatok elvégzésére, amelyek javítják a **képmínőséget** (vagy alacsonyabb dózissal fenntartják a képmínőséget) az orvosi képeken. Alkalmazásai többek között:

- **Zajmentesítés:** A DL algoritmusok megtanulják megkülönböztetni a zajt az alapul szolgáló jeltől. A zaj ezután eltávolítható, miközben megőrizzük a legfontosabb képképzési jellemzőket.
- **Szuperfelbontás:** A DL modellek megtanulhatják növelni a térbeli felbontást (azaz nagy felbontású képeket hozhatnak létre alacsony felbontású képekből)
- **Műtermékek eltávolítása:** a képmínőséget befolyásoló eltérések (például mozgási műtermékek, sugárkeményedés) eltávolítása.
- **Virtuális kontraszttal javított szkennelések:** A DL-modellek betaníthatók kontraszttal javított képek szimulálására nem kontrasztos vizsgálat alapján.

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

- ▶ [Haladó AI Témakörök](#)
 - ▶ [A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képképzésben](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Haladó Témakörök | A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képképzésben



Nem-értelmező felhasználási formák:

Olyan esetek [vagy](#) alkalmazások, amelyek nem rendelkeznek elsődlegesen diagnosztikai vagy prognosztikai kimenetekkel, de megkönnyítik a digitális radiológiai munkafolyamatot, a betegek ütemezésétől az eredmények közléséig (példákat lásd a következő dián). Ezek az felhasználási formák viszonylag újszerűek és többnyire még **fejlesztés alatt** állnak, de nagy lehetőségeket rejtenek [magukban](#).

Néhány gyakori példa:

- **Ütemezési támogatás:** segíthet a munkafolyamat optimalizálásában, automatizálva a vizsgálatok ütemezését és biztosítva, hogy a munkaterhelés megfelelő legyen az osztály számára.
- **Radiológiai protokollok automatizálása:** a rendelkezésre álló klinikai információk alapján az AI segíthet azonosítani az optimális képképzési protokollt, pl. hogy a hasi CT vizsgálatot IV kontraszttal vagy anélkül érdemes-e elkészíteni
- **Feladatlista rangsorolása:** egyes gépi tanulási modellek úgy vannak kialakítva, hogy azonosítsák azokat a sürgős vizsgálatokat, amelyek radiológus általi gyors értelmezést igényelnek. Így biztosíthatjuk, hogy először a kiemelt fontosságú vizsgálatokat leletezük.
- **Akasztsági protokollok:** egyes AI-eszközök segíthetnek meghatározni a radiológiai képek megjelenítésének elrendezését az adott klinikai környezetnek / vizsgálati protokollnak megfelelően

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

- ▶ [Haladó AI Témakörök](#)
 - ▶ [A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képképzésben](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)

Haladó Témakörök | A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képzésben



Képzési értéklánc | Nem-értelmező felhasználási formák

Merel Huisman ESSR 2023



Upstream

Munkafolyamat

Kereslet előrejelzése vs. személyzet száma
Páciensek felkészítése (chatbot/Általános AI)
Modalitás kiválasztása
Protokoll kiválasztása
Kontra szanyag- és dózis-csökkentés
Automatikus minőség-ellenőrzés és újraszkenelés
Utófeldolgozás
Triázolás (feladatlista)
Klinikai Információ (LLM)
Irányítás nélküli, személyre szabott navigáció
Automatizált, személyre szabott akasztási protollok



Döntéshozatal



Downstream

Jelentés | kommunikáció

Automatikus irányelvjavaslatok
Jelentések előre kitöltése
Auto-rendszerezés
Automatizált megjelenítés
Oldaliság/koordináció korrekció
Multimédiás továbbfejlesztett jelentések
Betegbarát jelentések és fordítás
Kritikus diagnózisok és utánkövetés menedzsmentje
Számlázás
Rezidensoktatás
Üzleti Információk (Irányítópultok)

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

▶ [Haladó AI Témakörök](#)

▶ A Deep Learning Alkalmazásai az Orvosi Képzésben

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)

A gyártók és a klinikusok „csőlátással” rendelkeznek az értelmező felhasználási formák irányába, míg a döntéshozatal támogatásán (azaz a diagnózis felállításán) túl számos felhasználási eset létezik.



Haladó Témakörök | Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés



Használati Forma Definiálása

- Határozza meg az algoritmus célját (pl. az alkalmazás által **megcélzott klinikai állapotot**)
- Határozza meg a klinikai állapothoz kapcsolódó beválasztási és kizárási kritériumokat
- Azonosítsa a modellfejlesztéshez szükséges **adatelemeket**

Adatkészlet Előkészítése

- Gyűjtsön a klinikai állapotra nézve **reprezentatív adatokat**
- Címkézze/ annotálja az összegyűjtött adatokat (ez az **alapigazság**, amely a modell betanításához és teszteléséhez lesz felhasználva)
- **Ossza fel** az adatkészletet betanítási, ellenőrzési és tesztelési készletekre

Modell Betanítása

- Értékelje ki, hogy milyen típusú adat-**előfeldolgozásra** lesz szükség
- Válassza ki a megfelelő modellarchitektúra- megközelítést az előző lépésekben meghatározott feladathoz
- Használja a **betanítási és ellenőrzési** készleteket a különböző megközelítésekkel betanított modellek teljesítményének értékelésére

Belső Validáció

- **Válassza ki** az ellenőrzési készlet legjobban teljesítő modelljét
- Értékelje ki a **modell teljesítményét** a független (pl. kizárásos) **tesztkészleten**
- Ez a teljesítmény a modell **általánosíthatóságának becslése** lesz (azaz hogy a modell milyen jól teljesítene egy másik adatkészletben)

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

- ▶ [Haladó AI Témakörök](#)
 - ▶ Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Haladó Témakörök | Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés



Külső Validáció

- Értékelje ki a **modell teljesítményét** külső adatokon (például más egészségügyi intézmények adatain)
- Értékelje a **modell általánosíthatóságát és reprodukálhatóságát** (azaz hasznosságát változó környezetben / populációban)
- Segít azonosítani a modell **torzítását** (pl. gyenge alcsoportteljesítmény)

Klinikai Telepítés

- A modelleket beillesztik a klinikai **munkafolyamatba**, általában egy **próbaüzem** után
- A **zökkenőmentes integráció** nem triviális, hanem kritikus
- Hatósági engedély szükséges (pl. **CE-mark**)
- A modell teljesítményén túlmutató **használhatósági tényezőket** is figyelembe kell venni (pl. hogyan és mikor, sebesség, ember-gép interakció)

Forgalomba Hozatal Utáni Megfigyelés

- A modell kimenetét **folyamatosan monitorozni** kell, hogy a klinikai paraméterek változása esetén észlelni lehessen a teljesítménycsökkenést (az úgynevezett **adatkészlet-eltolódást**)
- A modell használatával kapcsolatos **nemkívánatos eseményeket** jelenteni kell
- **Felhasználói visszajelzéseket** kell gyűjteni
- **Modellfrissítések** valósíthatók meg az esetlegesen azonosított problémák megoldása érdekében

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

- ▶ [Haladó AI Témakörök](#)
 - ▶ [Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Haladó Témakörök | Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés



Az algoritmikus teljesítményét a rendszer folyamatosan értékeli a modell betanítása során, majd a végső teljesítményt a tesztkészleten, később pedig a külső adatokon értékeli a külső validáció folyamán.

A teljesítményt mindig **több teljesítménymutató használatával** kell értékelni, hogy átfogó képet kapjon a modell erősségeiről és a gyengeségeiről. A választás a probléma típusától, a betegség előfordulásától és a klinikai kontextustól függ.

Gyakori teljesítménymutatók a DL-ben:

- **Kocka hasonlósági együttható (Dice Similarity Coefficient, DSC):** pixelalapú átfedési mérték az előrejelzett és a valós területek között szegmentálási feladatokban, 0-tól (nincs átfedés) 1-ig (tökéletes átfedés)
- **Átlagos négyzetes hiba (Mean Squared Error, MSE) / átlagos abszolút hiba (Mean Absolute Error, MAE):** a regressziós modell minőségét értékeli
- **Precizitás (Precision, =pozitív prediktív érték)*:** a valódi pozitív aránya az összes pozitív előrejelzésből, függ a prevalenciától
- **Felidézés (Recall, =szenzitivitás)*:** a valódi pozitív eredmények aránya az összes tényleges pozitív mintából, független a prevalenciától
- **Pontosság (Accuracy)*:** a helyes előrejelzések aránya az összes előrejelzéshez képest (%helyes), intuitív, de túlbecsülheti a teljesítményt
- **F1-pontszám (F1-score)*:** metrika a betegségek magabiztos előrejelzésére és észrevételére alacsony prevalenciájú környezetben, előnyben részesített a pontossággal szemben ritka betegségek esetén
- **A ROC-görbe alatti terület (Area Under Curve-Receiver Operator Characteristic, AUC-ROC):** a modelldiszkrimináció grafikus összefoglaló statisztikája, amely a többszörös besorolási küszöbértékek melletti hamis pozitív arányhoz viszonyított valódi pozitív arányként jelenik meg

*A confusion mátrixból származtatva (lásd a következő diát)

Fejezet Vázlata

Bevezetés

Az AI Alapjai

- ▶ **Haladó AI Témakörök**
 - ▶ Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

Hivatkozások és További Irodalom

Teszteld a Tudásod!



Haladó Témakörök | Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés

A confusion mátrix kritikus fontosságú a modell teljesítményének értékeléséhez az osztályozási feladatokban (pl. benignus vs. malignus lézió). Átfogó összefoglalást nyújt a modell előrejelzéseiről az alapigazság-címkékhez képest (ground truth, GT):

		Előrejelzés	
		Pozitív	Negatív
Valóság (Alapigazság)	Pozitív	Valódi pozitív (TP) Találat	Hamis negatív (FN) II. típusú hiba (téves elutasítás)
	Negatív	Hamis pozitív (FP) I. típusú hiba (téves nem elutasítás)	Valódi negatív (TN) Helyes elutasítás

A confusion mátrix alapján több teljesítménymutató is levezethető, többek között:

- Szenzitivitás: $TP / (TP + FN)$. A modell azon képességét méri, hogy helyesen azonosítja-e a pozitív eseteket (rendellenességeket) az összes tényleges pozitív esetből.
- Specificitás: $TN / (TN + FP)$. Azt méri, hogy a modell képes-e helyesen azonosítani a negatív eseteket (normál eseteket) az összes tényleges negatív esetből.

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

- ▶ [Haladó AI Témakörök](#)
 - ▶ Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Haladó Témakörök | Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés

AI a klinikai vizsgálatokban:

- A klinikai vizsgálatok centralizált képolvasásának beállításához használt AI-eszközök szintén megfelelő technikai és klinikai validálást igényelnek. Az alapigazság konzisztenciája és a populáció megfelelő reprezentációja (beleértve a betegség fenotípusait, a szkennereket és az akvizíciós protokollok változékonyságát) egyaránt elengedhetetlen ebben az esetben az algoritmusok betanításához és teszteléséhez.
- A mesterséges intelligencia támogathat/megkönnyíthet bizonyos, vizsgálattal kapcsolatos feladatokat és/vagy képelemzést, például: a betegek felvételi kritériumok szerinti kiválasztását, a feltöltött szkennelőképminőségének meghatározását és a kvantitatív képkalkuló biomarkerek értékelését, ami hírhedten csökkenti a képek címkézéséhez/olvasásához szükséges időt, ezáltal csökkentve az olvasók közötti variabilitást.



További információ: <https://www.eusomii.org/w60-validation-of-automated-image-analysis-tools-in-the-absence-of-a-ground-truth-by-marco-during/>

Fejezet Vázlata

Bevezetés

Az AI Alapjai

- ▶ **Haladó AI Témakörök**
 - ▶ Algoritmusfejlesztés, Üzembe Helyezés és Értékelés

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

Hivatkozások és További Irodalom

Teszteld a Tudásod!



Haladó Témakörök | Adatmegosztás



Az AI fejlesztése és tökéletesítése nagyrészt az algoritmus tanulási tapasztalatain alapul. Mivel az algoritmusok tanulnak az adatokból, az átfogóbb adathozzáférés elengedhetetlen a nagyobb pontossághoz és megvalósíthatósághoz, és végső soron az egészségügyi ellátás jobb kiszolgálásához.

GDPR - Általános Adatvédelmi Rendelet

2018. május 25-én hatályba lépett a GDPR. Valamennyi EU tagállamra érvényes, és a személyes adatok feldolgozására vonatkozik, beleértve (bár nem kifejezetten erre tervezték) az egészségügyi adatokat.

A GDPR kötelező érvényű törvény, és felülírja a már létező törvényeket.

Személyes adatok:
azonosított vagy
azonosítható természetes
személyre vonatkozó
bármely információ

Feldolgozás:
a személyes adatokon
végzett bármely művelet
vagy műveletek összessége

Egészségügyi adatok:
azonosított vagy
azonosítható természetes
személyre vonatkozó
bármely információ



Az azonosított vagy azonosítható természetes személy kulcsfontosságú fogalom az adatvédelem területén.



Nézze meg: <https://gdpr-info.eu/>

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

▶ [Haladó AI Témakörök](#)
▶ Adatmegosztás

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Haladó Témakörök | Adatmegosztás

Az általános adatvédelmi rendelet kiemelt fontosságú az Orvostechnikai Eszközök (Medical Devices, MD) fejlesztésében és forgalmazásában, különösen azoknál, amelyek AI-szoftvereket használnak, ahol a megfelelő adatkészletekhez való hozzáférés határozza meg teljesítményüket és a **rendeltetészerű használatnak** való megfelelést.

Az Orvostechnikai Eszközökről szóló uniós rendelet (Medical Device Regulation, MDR) 2021. május 26-tól felváltotta az Orvostechnikai Eszközökről szóló uniós irányelvet (Medical Device Directive, MDD). Szigorú szabályozási követelményeket ír elő, amelyeket teljesíteni kell, mielőtt az orvostechnikai eszközöket a klinikai gyakorlatban használni lehetne. Az Orvostechnikai Eszközökről szóló uniós rendeletek (MDR) megkövetelik a GDPR-nek való megfelelést.

Az **MDR** vonatkozik bármely műszerre, berendezésre, készülékre, szoftverre, implantátumra, reagensre, anyagra vagy egyéb cikke, amely az alábbi célokra szánt:

- betegség diagnosztizálása, megelőzése, figyelemmel kísérése, kezelése vagy enyhítése;
- anatómiai, fiziológiai vagy patológias folyamat vizsgálata, helyettesítése vagy módosítása;
- adatszolgáltatás emberi testből származó minták in vitro vizsgálata révén.

A **rendeltetészerű felhasználás** a következőket foglalja magában:

- (1) a tényleges orvosi célt;
- (2) az engedélyezett felhasználást, amely definiálja a tervezett felhasználókat és használati környezetet, a megcélzott betegcsoportot vagy testrészeket.



Az AI-alapú szoftvereszközöket orvostechnikai eszköznek tekintik, és ekként szabályozzák

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

▶ [Haladó AI Témakörök](#)
▶ [Adatmegosztás](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Haladó Témakörök | Adatmegosztás



Az adatvédelmi kockázat csökkentésére szolgáló technikák a GDPR szerint:

- **Álnevesítés** - a személyes adatok oly módon történő kezelése, amelynél további információk felhasználása nélkül többé már nem állapítható meg, hogy a személyes adat mely konkrét érintetthez vonatkozik, feltéve, hogy az ilyen további információk külön tárolódnak. Az álnevesített adatok a GDPR értelmében személyes adatnak minősülnek.
- **Anonimizálás** – **anonim** adatok az olyan adatok, amelyeket nem lehet konkrét azonosítható személlyel kapcsolatba hozni, és amelyek kívül esnek a GDPR hatályán.

Az egészségügyi ágazat konkrét esetében, ahol döntő fontosságú a nyomon követhetőség megőrzése, az álnevesítés az adatvédelem biztosításának egyik megfelelő példája.



További információ: <https://www.eusomii.org/protection-of-patient-data-in-eu-vs-us-by-erik-ranschaert-md-phd-2/>
<https://www.linkedin.com/pulse/anonymisation-now-house-cards-magali-feys>

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

▶ [Haladó AI Témakörök](#)
▶ [Adatmegosztás](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Haladó Témakörök | Adatmegosztás



Az egészségügyi adatok feldolgozására sor kerülhet:

- Ha a beteg kifejezett és egyértelmű hozzájárulását adja adatainak felhasználásához
- Amikor ez a beteg létfontosságú érdeke
- Egészségügyi célokra
- A közegészségügy területén közérdekből
- Közérdekű archiválás céljából, tudományos és történelmi kutatási célból vagy statisztikai célból
- A foglalkoztatási, szociális biztonsági és szociális védelmi jog területén

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

▶ [Haladó AI Témakörök](#)
▶ [Adatmegosztás](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



[European Society of Radiology \(ESR\). The new EU General Data Protection Regulation: what the radiologist should know. Insights Imaging. 2017 Jun;8\(3\):295-299. doi: 10.1007/s13244-017-0552-7. Epub 2017 Apr 24. PMID: 28439718; PMCID: PMC5438318.](#)



Haladó Témakörök | Lehetséges Előnyök, Kockázatok, Jelenlegi Evidenciák



A klinikai környezetben, különösen a radiológiai munkafolyamatban alkalmazott AI-felhasználás nem csak képfelismerést és döntéshozatali támogatást foglal magában (radiológus-központú), hanem az upstream és downstream eljárásokat is. A zökkenőmentes munkafolyamat érdekében az AI-algoritmusokat teljes mértékben integrálni kell a PACS-munkaállomásokba.

Néhány lehetséges **előnye** közé tartozik az időigényes feladatok automatizálása, nevezetesen:

- A munkalista optimalizálása (pl. a sürgősségi vizsgálatok elemzésének megkönnyítése) és ütemezés
- Modalitás és protokoll kiválasztása
- Képkötési idő- és sugárzási dózis-csökkentése
- Képfeldolgozás
- Lézió detektálása, mérése és osztályozása
- Jelentés és kommunikáció a klinikusok és a betegek felé
- Számlázás

Fejezet Vázlata

Bevezetés

Az AI Alapjai

- ▶ **Haladó AI Témakörök**
 - ▶ Lehetséges Előnyök, Kockázatok, Jelenlegi Evidenciák

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

Hivatkozások és További Irodalom

Teszteld a Tudásod!





Haladó Témakörök | Lehetséges Előnyök, Kockázatok, Jelenlegi Evidenciák



Egyéb, jelenleg elérhető alkalmazási formák közé tartoznak a szkenneléssel kapcsolatos automatizált folyamatok, például:

- A beteg pozicionálása az izocentrumban (CT és MRI)
- A kérdéses régió azonosítása (MRI)
- Berendezések karbantartása (CT)

Ki kell emelni, hogy az egyidejű idő- és költségmegtakarítás, a csökkentett radiológiai munkaterhelés, valamint a megnövekedett produktivitás és hatékonyság elsősorban a beteg, de a radiológus, a beutaló orvosok és általánosságban az egészségügyi rendszer számára is előnyös.

Végző soron az AI-megoldások támogathatják az olyan egészségügyi szolgáltatások lefedettségének kiterjesztését is, ahol szakemberhiány van.

Fejezet Vázlata

Bevezetés

Az AI Alapjai

- ▶ **Haladó AI Témakörök**
 - ▶ Lehetséges Előnyök, Kockázatok, Jelenlegi Evidenciák

Jövőbeli Aspektusok

Összefoglalás

Hivatkozások és További Irodalom

Teszteld a Tudásod!



[Potočník, J., Foley, S. & Thomas, E. Current and potential applications of artificial intelligence in medical imaging practice: A narrative review. J Medical Imaging Radiat Sci \(2023\) doi:10.1016/j.jmir.2023.03.033.](#)



Haladó Témakörök | Lehetséges Előnyök, Kockázatok, Jelenlegi Evidenciák



Az AI-alkalmazásaiban rejlő néhány **kockázatot** érdemes figyelembe venni, mint például:

- **Nem szándékos elfogultság**, amely potenciálisan egészségügyi egyenlőtlenségeket okozhat (pl. nem, faj, társadalmi-gazdasági helyzet);
- **Teljesítménycsökkenés** klinikai környezetben vagy bizonyos alcsoportokban
- Az algoritmus **inkonzisztens teljesítménye** az idő múlásával;
- Az egészségügyi ellátás **túlbonyolítása** és **költségek növelése** hatékonyság, valamint minőségjavulás nélkül;
- A visszatérítés hiánya (országspecifikus);
- A **forgalomba hozatal utáni megfigyelés elmulasztása** (az MDR szerint kötelező);
- **Felelősségi kérdések** (műhiba az Egyesült Államokban) a beteg végső kimenetelével kapcsolatban - ki a felelős? az AI fejlesztője? A cég, amely kereskedelmi forgalomba hozza az algoritmust? Vagy a radiológus?
- **Kibertámadások és adatszivárgás**;
- **Automatizálási torzítás** (azaz az emberek vakon követik a mesterséges intelligenciát, még akkor is, ha az rossz tanácsokat ad);
- **Technikai nyomás > klinikai igény** (azaz eszközök fejlesztése, mert lehetséges, nem pedig azért, mert szükség van rá)

Alapvető fontosságú, hogy tisztában legyünk a **tényleges klinikai problémákkal** és a mesterséges intelligencián alapuló megoldások **megfelelőségével** egy adott klinikai környezetben; a mesterséges intelligenciát eszköznek kell tekinteni, nem pedig végcélnek.



[Artificial Intelligence in Medical Imaging: Opportunities, Applications and Risks | SpringerLink](#)

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

- ▶ [Haladó AI Témakörök](#)
 - ▶ [Lehetséges Előnyök, Kockázatok, Jelenlegi Evidenciák](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Jövőbeli Aspektusok

- Jelenleg a radiológiában az AI-algoritmusok szűken fókuszáltak, és egy adott képalkotó funkciót vagy feladatot céloznak meg (úgynevezett **pontmegoldás**).
- A jövőben ez megváltozhat a mesterséges általános intelligenciával (Artificial General Intelligence, AGI), és végül az AI számos feladatot emberi szintű képességgel hajthat végre, korlátozott emberi felügyelet mellett.
- Ebben az esetben a radiológus napi feladatai drasztikusan megváltozhatnak; több időnk lenne a betegekkel való kapcsolattartásra, az összetett esetekre és a multidiszciplináris teamekre.

Szűk AI (pontmegoldás)	Általános AI
Felhasználásspecifikus/feladatra korlátozott	Általános (emberi) intelligencia feladatok végrehajtása
A programozók által biztosított fix tartományú modellek	Önmagától tanul és érvel a működési környezettel
Több ezer címkézett példából tanul	Tanul néhány példából és/vagy struktúrátlan adatokból
Reflektív feladatok megértés nélkül	Az emberi kognitív képességek teljes skálája
A tudás nem vihető át más tartományi feladatokra	Kihasználja a tudástranszfert új területekre és feladatokra
Napjaink mesterséges intelligenciája a radiológiában	A jövő mesterséges intelligenciája a radiológiában?

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

▶ [Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

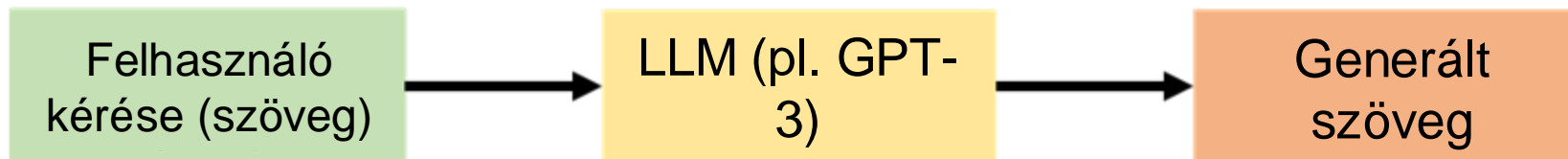
[Teszteld a Tudásod!](#)



Jövőbeli Aspektusok

Nagy Nyelvi Modellek (Large Language Model, LLM)

- Az LLM-ek mély neurális hálózatok, amelyek emberi szintű szöveg előállítására vannak kiképezve.
- A GPT (generative pretrained transformer) LLM-család jelenleg növekszik, és már az orvostudomány és a radiológia számos területén használják.
- A mai napig számos cikk jelent meg a GPT-3.5 és GPT-4 használatával, amelyek azt mutatják, hogy az LLM-ek támogathatják a mammográfiával kapcsolatos döntéshozatalt, orvosi cikkeket írhatnak, vagy radiológiai bizottsági vizsgákat tehetnek.
- Lehet, hogy a közeljövőben még több újítás érkezik, és az LLM-ek megkönnyíthetik az AGI-hoz vezető utunkat.



Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

▶ [Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Összefoglalás



- Az AI egy multidiszciplináris erőfeszítés, amelynél informatikusok, orvosi fizikusok és klinikai szakértők működnek együtt a folyamat minden lépésében, hogy klinikailag alkalmazható megoldásokat hozzanak létre.
- A gépi tanulás olyan algoritmusokat használ, amelyek képesek adatokból tanulni és előrejelzéseket készíteni, míg a deep learning a gépi tanulás részhalmaza, és mély neurális hálózatokat használ az adatok mintáinak megtanulásához.
- Számos olyan terület van, ahol a deep learning alkalmazható a radiológiában, beleértve a képalkotó és nem képalkotó felhasználási eseteket is.
- A GDPR-nek való megfelelés alapvető fontosságú: Az adatgyűjtést minimalizálni kell, és tisztességesen, világos és törvényes céllal kell az adatokat felhasználni. Nem szabad őket a szükségesnél hosszabb ideig tárolni, és megfelelő kiberbiztonsági intézkedésekkel kell őket védeni.
- Az AI alkalmazásának előnyei közé tartozik a képértelmezéshez és -feldolgozáshoz szükséges idő csökkentése, a munkalisták optimalizálása és a sugárzási dózis csökkentése.
- Az AI kockázatait és korlátait közé tartozik a teljesítménycsökkenés, a felelősségi kérdések, a kibertámadások és az adatszivárgás.
- A radiológusoknak meg kell ismerniük ezeket, és ki kell használniuk az AI-ban rejlő hatalmas potenciált a jobb betegellátás érdekében.

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

▶ [Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Hivatkozások

1. Hosny, A., Parmar, C., Quackenbush, J. et al. Artificial intelligence in radiology. Nat Rev Cancer 18, 500–510 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41568-018-0016-5>
2. Gabriel Chartrand, Phillip M. Cheng, Eugene Vorontsov, Michal Drozdal, Simon Turcotte, Christopher J. Pal, Samuel Kadoury, and An Tang. Deep Learning: A Primer for Radiologists. RadioGraphics 2017 37:7, 2113-2131. <https://doi.org/10.1148/rg.2017170077>
3. Phillip M. Cheng, Emmanuel Montagnon, Rikiya Yamashita, Ian Pan, Alexandre Cadrin-Chênevert, Francisco PerdigónRomero, Gabriel Chartrand, Samuel Kadoury, and An Tang. Deep Learning: An Update for Radiologists. RadioGraphics 2021 41:5, 1427-1445. <https://doi.org/10.1148/rg.2021200210>
4. Bradley J. Erickson, Panagiotis Korfiatis, Zeynettin Akkus, and Timothy L. Kline. Machine Learning for Medical Imaging. RadioGraphics 2017 37:2, 505-515. <https://doi.org/10.1148/rg.2017160130>
5. <https://gdpr-info.eu/>
6. European Society of Radiology (ESR). The new EU General Data Protection Regulation: what the radiologist should know. Insights Imaging. 2017 Jun;8(3):295-299. doi: 10.1007/s13244-017-0552-7. Epub 2017 Apr 24. PMID: 28439718; PMCID: PMC5438318
7. Regulation 2017/745 Recital 47, arts. 62(4)(h), 72(3), 92(4), 110(1)–(2) (EU)
8. The Future of Medical Device Regulation: Innovation and Protection (pp. 77-90). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108975452.007
9. Artificial Intelligence in Medical Imaging: Opportunities, Applications and Risks | SpringerLink
10. <https://www.linkedin.com/pulse/anonymisation-now-house-cards-magali-feys>
11. <https://www.monash.edu/research/infrastructure/mbi/research/imaging-analysis/motion-artefact-removal-in-mri>
12. <https://discourse.slicer.org/t/new-extension-fully-automatic-whole-body-ct-segmentation-in-2-minutes-using-totalsegmentator/26710>
13. A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. Advances in Neural Information Processing Systems 25, 2012.

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

▶ [Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



További Irodalom



1. Artificial Intelligence in Medical Imaging: Opportunities, Applications and Risks 1st ed. 2019 Edition by [Erik R. Ranschaert](#) (Editor), [Sergey Morozov](#) (Editor), [Paul R. Algra](#) (Editor), Springer
2. Pesapane, F., Codari, M. & Sardanelli, F. Artificial intelligence in medical imaging: threat or opportunity? Radiologists again at the forefront of innovation in medicine. Eur Radiol Exp 2, 35 (2018). <https://doi.org/10.1186/s41747-018-0061-6>
3. Mazurowski MA, Buda M, Saha A, Bashir MR. Deep learning in radiology: An overview of the concepts and a survey of the state of the art with focus on MRI. J Magn Reson Imaging. 2019 Apr;49(4):939-954. doi: 10.1002/jmri.26534. Epub 2018 Dec 21. PMID: 30575178; PMCID: PMC6483404.
4. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. Nat Rev Cancer. 2018 Aug;18(8):500-510. doi: 10.1038/s41568-018-0016-5. PMID: 29777175; PMCID: PMC6268174.
5. Kelly BS, Judge C, Bollard SM, Clifford SM, Healy GM, Aziz A, Mathur P, Islam S, Yeom KW, Lawlor A, Killeen RP. Radiology artificial intelligence: a systematic review and evaluation of methods (RAISE). Eur Radiol. 2022 Nov;32(11):7998-8007. doi: 10.1007/s00330-022-08784-6. Epub 2022 Apr 14. Erratum in: Eur Radiol. 2022 May 20; PMID: 35420305; PMCID: PMC9668941.
6. Kulkarni S, Seneviratne N, Baig MS, Khan AHA. Artificial Intelligence in Medicine: Where Are We Now? Acad Radiol. 2020 Jan;27(1):62-70. doi: 10.1016/j.acra.2019.10.001. Epub 2019 Oct 19. PMID: 31636002.

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

▶ [Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)



Teszteld a Tudásod!



1 - Mi IGAZ a Mély Neurális Hálózatokra

- Sikerük a mátrixműveletekre specializálódott jobb hardvernek (grafikus kártyáknak) köszönhető
- Mesterséges biológiai, magas szinten összekapcsolt neuronokra van szükség a működéshez
- A gépi tanulás egyetlen formája
- Szüksége van a tudás kézi kinyerésére és kódolására

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

▶ [Teszteld a Tudásod!](#)



Teszteld a Tudásod!



1 - Mi IGAZ a Mély Neurális Hálózatokra

- ✓ Sikerük a mátrixműveletekre specializálódott jobb hardvernek (grafikus kártyáknak) köszönhető
 - Mesterséges biológiai, magas szinten összekapcsolt neuronokra van szükség a működéshez
 - A gépi tanulás egyetlen formája
 - Szüksége van a tudás kézi kinyerésére és kódolására

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

▶ [Teszteld a Tudásod!](#)



Teszteld a Tudásod!



2 – A különböző Gépi Tanulási módszerek a következők::

- Előre kódolt és utókódolt tanulás
- Alulról-felfelé és felülről-lefelé irányuló tanulás
- Felügyelt tanulás, felügyelet nélküli tanulás és megerősítő tanulás
- Egylövéses tanulás és többlövéses tanulás

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

▶ [Teszteld a Tudásod!](#)



Teszteld a Tudásod!



2 – A különböző Gépi Tanulási módszerek a következők::

- Előre kódolt és utókódolt tanulás
- Alulról-felfelé és felülről-lefelé tanulás
- ✓ Felügyelt tanulás, felügyelet nélküli tanulás és megerősítő tanulás
- Eglövéses tanulás és többlövéses tanulás

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

▶ [Teszteld a Tudásod!](#)



Teszteld a Tudásod!



3 – Mi az IGAZ az adatmegosztásra:

- Az anonimizálás lehetővé teszi a biztonságos adatmegosztást és a beteg eredeti adatainak visszakövetését.
- Az álnevesített adatok a GDPR értelmében személyes adatnak minősülnek.
- Egészségügyi célokból a betegek adatai hozzájárulás nélkül is feldolgozhatók.
- A szoftver nem mindig tartozik az MDR hatálya alá.

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

▶ [Teszteld a Tudásod!](#)



Teszteld a Tudásod!



3 – Mi az IGAZ az adatmegosztásra:

- Az anonimizálás lehetővé teszi a biztonságos adatmegosztást és a beteg eredeti adatainak visszakövetését.
- ✓ Az álnevesített adatok a GDPR értelmében személyes adatnak minősülnek.
- Egészségügyi célokból a betegek adatai hozzájárulás nélkül is feldolgozhatók.
- A szoftver nem mindig tartozik az MDR hatálya alá.

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

▶ [Teszteld a Tudásod!](#)



Teszteld a Tudásod!



4 – Az Algoritmus Validálásának tekintetében az alábbiak közül melyik a megfelelő mérőszám egy szegmentálási feladat kiértékeléséhez?

- Átlagos négyzetes hiba
- Precizitás
- F1-pontszám
- Kocka hasonlósági együttható(DSC)

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

▶ [Teszteld a Tudásod!](#)



Teszteld a Tudásod!



4 - Az Algoritmus Validálásának tekintetében az alábbiak közül melyik a megfelelő mérőszám egy szegmentálási feladat kiértékeléséhez?

- Átlagos négyzetes hiba
- Precizitás
- F1-pontszám
- ✓ Kocka hasonlósági együttható(DSC)

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

▶ [Teszteld a Tudásod!](#)



Teszteld a Tudásod!



5 – Ami az Orvosi Képképzés Deep Learning Alkalmazásait illeti, egy kép több régióra való felosztása, ahol minden régió egy adott objektumnak vagy osztálynak felel meg, a következőre példa:

- Osztályozás
- Képjavítás
- Detektálás
- Szegmentálás

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

▶ [Teszteld a Tudásod!](#)



Teszteld a Tudásod!



5 – Ami az Orvosi Képképzés Deep Learning Alkalmazásait illeti, egy kép több régióra való felosztása, ahol minden régió egy adott objektumnak vagy osztálynak felel meg, a következőre példa:

- Osztályozás
- Képjavítás
- Detektálás
- ✓ Szegmentálás

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

▶ [Teszteld a Tudásod!](#)



Minden felhasznált anyag (beleértve a szellemi tulajdont és az illusztrációs elemeket) vagy a szerzőktől származik, vagy a szerzők jogosultak voltak az anyag felhasználására az alkalmazandó jogszabályok szerint, vagy átruházható licencet kaptak a szerzői jog tulajdonosától.

Fejezet Vázlata

[Bevezetés](#)

[Az AI Alapjai](#)

[Haladó AI Témakörök](#)

[Jövőbeli Aspektusok](#)

[Összefoglalás](#)

[Hivatkozások és További Irodalom](#)

[Teszteld a Tudásod!](#)