

MODERN
RADIOLOGY
eBook

Штучний інтелект в Радіології

ESR EUROPEAN SOCIETY
OF RADIOLOGY



/ Передмова

Сучасна радіологія – це безкоштовний освітній онлайн-ресурс із радіології від Європейського товариства радіології (*European Society of Radiology*, ESR). Назва цієї другої, оновленої версії відображає нову дидактичну концепцію електронної книги ESR – лаконічне поєднання тексту, зображень і схем, доповнених клінічними випадками, тестуванням, висновками, списком літератури та посиланнями для швидкого переходу між різними розділами – органоспецифічними та технічними.

Розділи Сучасної радіології створені за участю понад 100 визнаних європейських експертів і охоплюють як загальнотехнічні, так і клінічні аспекти візуалізації. Новий графічний стиль з Асклепієм у модних окулярах символізує поєднання класичного навчання медицини із сучасністю.

Хоча початкова версія **електронної книги ESR** була створена для здобувачів додипломної освіти – з метою надання базових знань студентам-медикам та їхнім викладачам, – з часом її зміст розширився й включає поглиблені матеріали. Як результат, **Сучасна Радіологія** також охоплює теми післядипломної освіти згідно з **Європейською**

навчальною програмою з радіології (*European Training Curriculum for Radiology*), покриваючи потреби інтернів. Окрім цього, книга враховує відгуки медичних фахівців з усього світу, які прагнуть оновити свої знання у конкретних галузях медичної візуалізації й уже оцінили глибину та чіткість викладу у цьому електронному посібнику як на базовому, так і на поглибленому рівнях.

Висловлюю щиру подяку всім авторам, які присвятили свій час і знання цьому некомерційному волонтерському проєкту, а також Карло Каталано, Андреа Лагі та Андрашу Палько – ініціаторам створення електронної книги ESR, – та Офісу ESR за технічну й адміністративну підтримку.

Сучасна Радіологія втілює дух співпраці та непохитну відданість цій захопливій медичній дисципліні, яка є незамінною у сучасній медичній допомозі пацієнту.

Сподіваюся, цей **освітній** ресурс стимулюватиме цікавість і критичне мислення, сприяючи глибокому усвідомленню мистецтва та науки радіології в Європі та за її межами.

Мінерва Беккер, редактор

Професор радіології, Женевський університет,
Швейцарія

/ **Штучний
інтелект в
Радіології**

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Авторські права і умови використання

Ця робота ліцензована [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Ви маєте право:

ділитися, копіювати і перерозподіляти матеріал у будь-якому середовищі та форматі

За наступних умов:

- / **ДОСТОВІРНІСТЬ** – Ви повинні надати відповідне Література, на автора, вказати Література на ліцензію та повідомити, якщо були внесені зміни. Ви можете зробити це будь-яким правомірним способом, але не створити враження, що ліцензіар підтримує вас або ваш спосіб використання.
- / **НЕКОМЕРЦІЙНІСТЬ** – Ви не можете використовувати цей матеріал з комерційною метою.
- / **БЕЗ ПОХІДНИХ РОБІТ** – Якщо Ви змінюєте матеріал чи берете його за основу, Ви не маєте права розповсюджувати модифікований матеріал.

Як цитувати:

European Society of Radiology,
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
(2024) ESR Modern Radiology eBook:

- / Штучний інтелект в Радіології.
DOI 10.26044/esr-modern-radiology-08

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Позначення

<=> КЛЮЧОВІ ДАНІ

<!=> УВАГА

<↑> ПОСИЛАННЯ

>=< ДОДАТКОВІ ДАНІ

>|< ПОРІВНЯННЯ

<∞> ЛІТЕРАТУРА

<?> ЗАПИТАННЯ

/ Штучний
інтелект в
Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

Штучний інтелект в Радіології

АВТОРИ

Редактори: Merel Huisman | Марел Гуйсман / Elmar Kotter | Елмар Коттер Peter /
M. A. van Ooijen | Петер ван Ойджен / Erik R. Ranschaert | Ерік Раншаерт

Учасники: Tugba Akinci D' Antonoli | Тугба і Д'Антонолі / Marcio Aloisio Bezzera Cavalcanti Rockenbach | Марціо
Рокенбах / Vera Cruz e Silva | Вера Сілва / Emmanouil Koltsakis | Емануїл Колцакіс /
Pinar Yilmaz | Пінар Уїлмаз

ІНСТИТУЦІЯ

Освітній комітет Європейського товариства медичної візуалізації (EuSoMII).

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<↑> ПОСИЛАННЯ

info@eusomii.org

/ Переклад виконали

Цей розділ є перекладом електронної книги Сучасна радіологія.

НАЗВА ОРИГІНАЛУ:

Ai in Radiology

АВТОР ПЕРЕКЛАДУ:

Катерина Бербець | Kateryna Berbets, MD

Центри МРТ, КТ і рентген діагностики «М24» | MRI, CT and X-ray diagnostic centers «M24»

РЕДАКТОРИ:

Соломія Білик | Solomiia Bilyk, Data Science Specialist, Eleks

проф. Уляна Підвальна | Prof. Uliana Pidvalna

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького |
Danylo Halytsky Lviv National Medical University

КООРДИНАЦІЯ ПРОЄКТУ:

д.м.н. Уляна Підвальна, Україно-Польський Центр Серця «Львів»,
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

ЗА ПІДТРИМКИ:

Асоціації радіологів України

СЛОВО ВІД КООРДИНАТОРА:

Цей проєкт – вияв поваги до рідної мови та прагнення
послугуватися нею у професійному зростанні.



/ Штучний
інтелект в
Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<↑> ПОСИЛАННЯ

kateberbets@gmail.com

hatalyak.s@gmail.com

pidvalna_uliana@meduniv.lviv.ua

/ План розділу

/ Вступ

- / Чому варто вивчати штучний інтелект (AI)?
- / Коротка історія AI
- / Визначення

/ Основи штучного інтелекту

- / Навчання з вчителем
- / Навчання без вчителя
- / Навчання з підкріпленням

/ Поглиблені теми в штучному інтелекті

- / глибоке навчання та його застосування в медичній діагностиці
- / Розробка, впровадження та оцінка алгоритмів
- / Обмін даними
- / Можливі переваги, ризики та доступні докази

/ Майбутні аспекти

- / Яскраве майбутнє радіології з AI
- / Штучний загальний інтелект
- / Великі мовні моделі

/ Основні тези

/ Література

/ Тестування

/ Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Вступ

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Чому варто вивчати штучний інтелект (AI)?

/ Штучний інтелект в Радіології

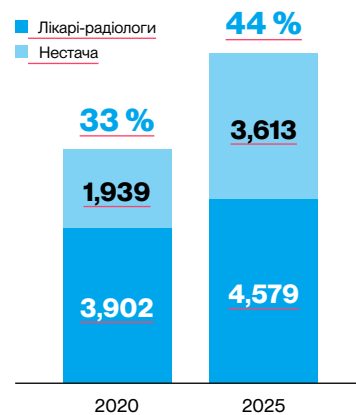
/ Штучний інтелект (Artificial intelligence, AI) швидко розвивається і впливає на всі аспекти нашого життя, зокрема на медицину. Медичні працівники повинні слідкувати за темпами цифрового розвитку для впровадження.

/ У час, коли обсяги та складність медичних зображень зростають, спостерігається зростання нестачі спеціалістів та збільшення навантаження на радіологів. Як наслідок, погіршується якість, натомість кількість протоколів зростає. AI може підвищити як швидкість, так і якість протоколів, водночас покращуючи задоволеність лікарів від роботи.

/ Використання AI в медицині також несе потенційні ризики, такі як велика кількість помилок або додаткові непотрібні витрати. Тому важливо вивчати AI, щоб безпечно та ефективно впроваджувати його інструменти в медичну практику.

/ Далі ми детальніше розглянемо застосування AI в радіології, але спочатку ознайомся з короткою історією та основними поняттями про AI.

Прогнозована нестача консультантів з клінічної радіології у Великобританії на 2020-2025 рр.



<> ЛІТЕРАТУРА

Адаптовано зі звіту працівників в Клінічній радіології Великої Британії, 2020
<https://www.rcr.ac.uk/publication/clinical-radiology-uk-workforce-census-2020-report>

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

/ Чому варто вивчати штучний інтелект (AI)

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

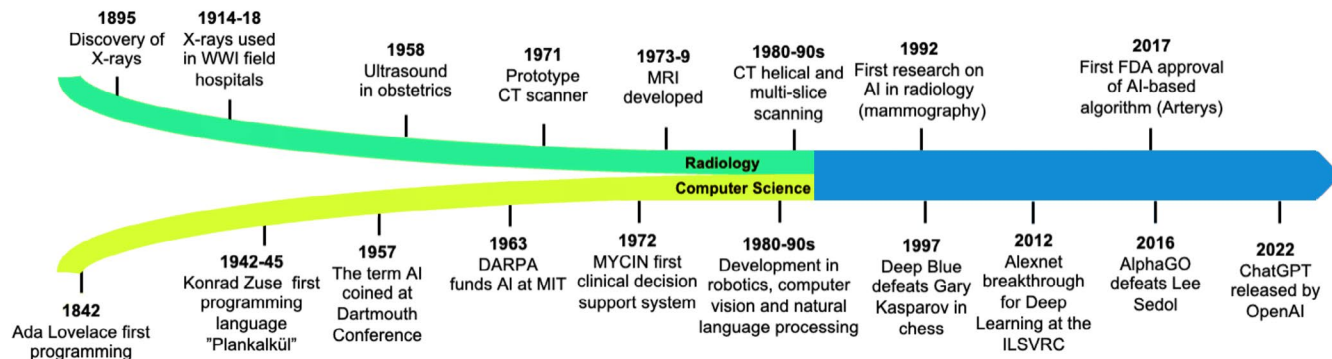
Тестування

/ Коротка історія AI в радіології

- / Ада Лавлейс у 1842 р. концептуалізувала перше програмування, що стало початком комп'ютерних наук.
- / У 1895 р. Вільям Конрад Рентген відкрив X-промені, що призвело до виникнення радіології як спеціальності.
- / У 2012 р. Кріжевський та інші здобули перемогу в змаганні ImageNet, застосувавши AlexNet,

згорткову нейронну мережу [convolutional neural network], що спричинило стрімке зростання в галузі Глибокого навчання [Deep Learning].

- / Перший алгоритм на базі AI отримав схвалення FDA в 2017 р. та офіційно ввійшов у клінічну практику.



<> ЛІТЕРАТУРА

/ Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

- / Коротка історія штучного інтелекту (AI) в радіології

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Визначення

>|< ПОРІВНЯННЯ

**Штучний
інтелект в
Радіології**

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

/ Визначення

Основи штучного
інтелектуПоглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

- / **Штучний інтелект (Artificial Intelligence, AI):** це галузь комп'ютерних наук, яка зосереджена на створенні рішень, здатних виконувати завдання, зазвичай пов'язані з людським інтелектом. Це широке поняття, яке охоплює різноманітні технології і навіть базова модель на основі правил може вважатися формою AI.
- / **Машинне навчання (Machine Learning, ML):** є підгрупою AI, яка зосереджена на створенні алгоритмів, здатних навчатися на основі даних і робити прогнози. Однак, ці алгоритми все ще потребують контролю людиною. ML не є новою концепцією в галузі AI. У комп'ютерному баченні, традиційні алгоритми машинного навчання часто включають обробку зображень та явне виокремлення ознак.

- / **Глибоке навчання (Deep Learning, DL):** є підгрупою машинного навчання (ML), яка використовує нейронні мережі для вивчення закономірностей даних. Це відносно нова галузь в AI, яка зазнала значного зростання популярності в останні роки. Навчання моделі DL зазвичай вимагає великих обсягів даних і обчислювальних ресурсів через складність архітектур нейронних мереж. Сьогодні це стало можливим завдяки графічним процесорам, спеціалізованим на матричних операціях.

<!=> УВАГА

AI є загальним терміном і може застосовуватися до багатьох областей у багатьох формах.

У цьому розділі ми зосередимося в основному на **Глибокому навчанні в розпізнаванні зображень**.

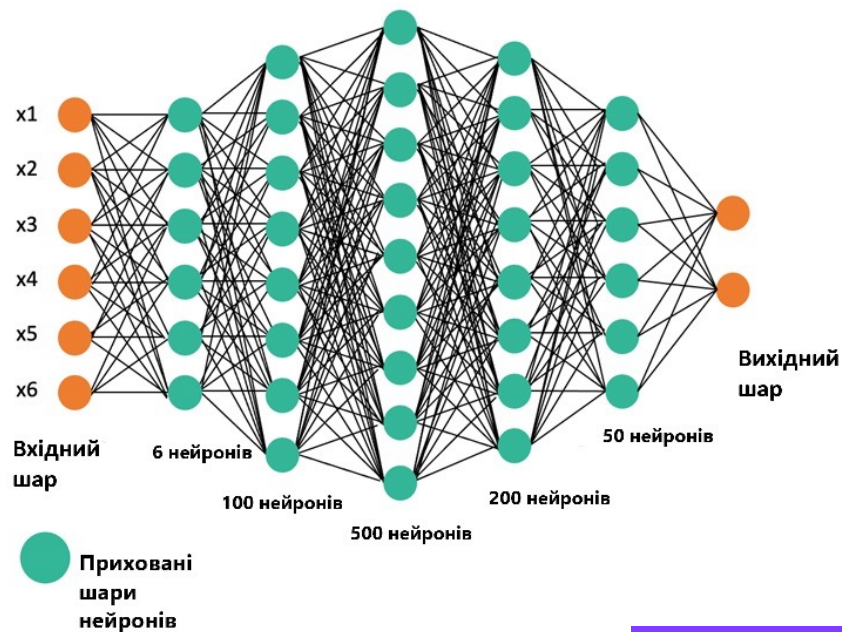
AI

ML

DL

>< ПОРІВНЯННЯ

- / **Штучна нейронна мережа (Artificial Neural Network, ANN)** - це обчислювальна модель у машинному навчанні, що імітує структуру та функції людського мозку. Вона складається з множинних нейронів, організованих у ієрархічні шари. Шари, найближчі до вхідного шару, відповідають за обробку та трансформацію вхідних даних для виділення релевантних ознак, тоді як вихідний шар відповідає за фінальний результат.
- / **Глибока нейронна мережа (Deep neural network, DNN):** це специфічний тип нейронної мережі, що складається з кількох проміжних шарів (тобто прихованих шарів). Вони можуть використовуватися для навчання потужних моделей на основі великих обсягів даних.



<∞> ЛІТЕРАТУРА

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

Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

/ Визначення

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

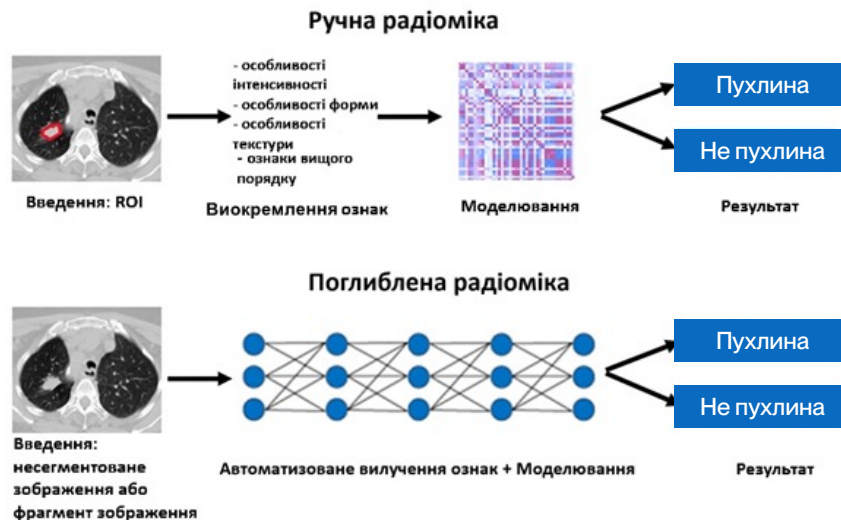
Література

Тестування

Радіоміка (Radiomics): це процес виділення кількісних та корисних ознак з медичних зображень. Це дослідницька галузь, що швидко розвивається і в основному застосовується у візуалізації онкології.

На сьогодні радіоміка все ще залишається переважно сферою досліджень, зі спробами впровадження результатів у клінічну практику.

Залежно від того, чи використовуються підходи з ручним створенням ознак, чи методами глибокого навчання, робочий процес радіоміки може включати підготовку клінічних даних та зображень, попередню обробку зображень, сегментацію зображень, виокремлення ознак, створення моделей та їх валідацію.



ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

/ Визначення

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

**Основи штучного
інтелекту**

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

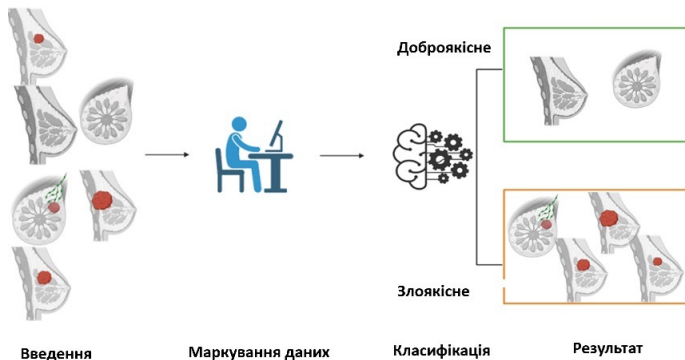
Тестування

/ Основи штучного інтелекту

/ Навчання з вчителем

Навчання з вчителем (Supervised Learning, супервізією) – це парадигма машинного навчання, яка використовує навчальні дані, промарковані людиною (human-labelled training data). Потім модель робить прогнози (це називається «класифікація») щодо нових, непромаркованих даних. Це найпоширеніша техніка.

Мітками можуть бути, для прикладу: область інтересу (region of interest, ROI), що свідчить про злоякісну пухлину молочної залози (див. рисунок), обмежувальна рамка (bounding box), що вказує на вогнище ураження або текстове позначення, як от «перелом».



Створено BioRender.com

>»< ДОДАТКОВІ ДАНІ

Існує два основних типи проблем, які вирішують за допомогою навчання з вчителем:

- / **Регресія** → передбачення безперервних числових значень;
- / **Класифікація** → присвоєння даним певної категорії.

До загальних алгоритмів належать:

- / Лінійна регресія - для регресії.
- / Логістична регресія - для класифікації.
- / Алгоритми дерев рішень, DTA (наприклад, random forest) => DTA використовуються для завдань класифікації та регресії; вони мають ієрархічну деревоподібну структуру з кореневим вузлом, гілками, внутрішніми вузлами та листовими вузлами.
- / Support Vector Machine (SVM) → використовуються для завдань класифікації та регресії, особливо корисні для класифікації даних на 2 групи.

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

/ Навчання з вчителем

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

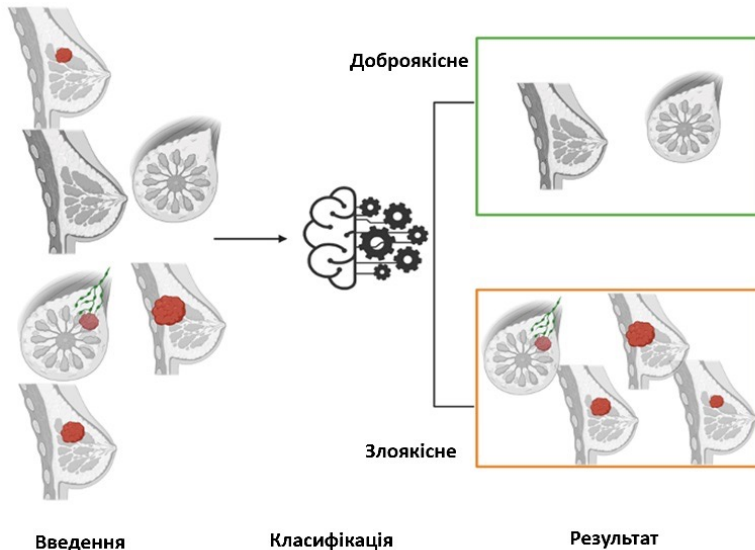
Основні тези

Література

Тестування

/ Навчання без вчителя

- / Навчання без вчителя обходить необхідність ручного позначення даних за допомогою методів кластеризації, таких як k-середніх.
- / Модель зазвичай отримує велику кількість непромаркованих даних (unlabelled data), знаходить закономірності на основі структури цих даних.
- / Навчання без вчителя зазвичай використовується для великих наборів неструктурованих даних, Н: для виявлення нових біомаркерів.
- / У медичній візуалізації поширеним прикладом є Генеративна змагальна мережа (Generative Adversarial Network, GAN), яка використовується для створення синтетичних (=штучних) зображень



/ Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

/ Навчання без вчителя

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

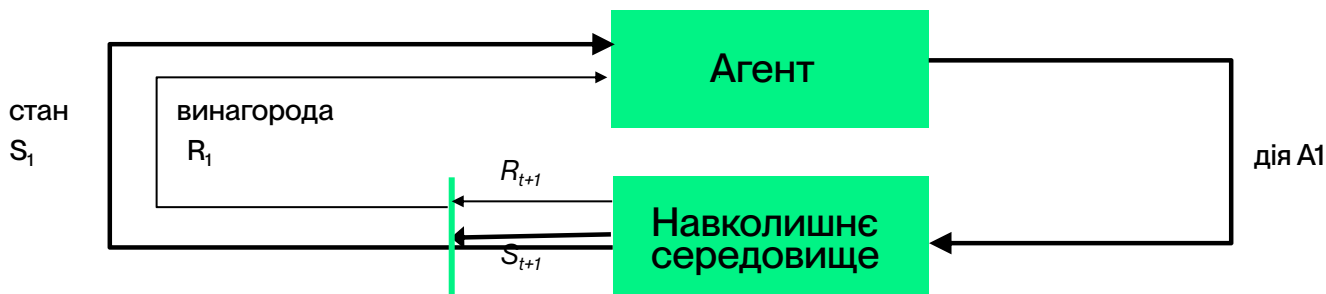
Тестування

/ Навчання з підкріпленням

Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning)

– це підхід до навчання, заснований на винагородах і покараннях. Агент взаємодіє з середовищем, визначаючи його стан і навчається виконувати дії для максимізації довготермінових винагород.

У цьому підході агент має підтримувати баланс між винагородою і покаранням, використовуючи методи проб і помилок, щоб **віддавати перевагу** тим діям, які принесуть найбільшу користь.



<∞> ЛІТЕРАТУРА

Adapted from the image by Shweta Bhatt.

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

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

/ Навчання з підкріпленням

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

**Поглиблені теми в
штучному інтелекті**

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Застосування Глибокого навчання (DL) у медичній візуалізації

Медична візуалізація є однією з основних галузей, яку цікавить розробка моделей глибокого навчання для впровадження. Багато прикладів алгоритмів можна знайти для різних методів візуалізації (МРТ, КТ, X-променеве, ультразвук). Далі подано типи завдань з використанням глибокого навчання та деякими моделями:

Класифікація: навчити модель, здатну класифікувати зображення.

Приклади:

- / Бінарна класифікація: зображення норми проти патології на X-променевому зображенні органів грудної клітки без уточнення патології.
- / Класифікація анатомічних площин (багатокласова): аксіальна проти корональної проти сагітальної.
- / Позитивна ознака проти Негативної ознаки для конкретного захворювання (Н: класифікація зображень МРТ мозку на позитивну чи негативну ознаку при хворобі Альцгеймера).

/ **Штучний інтелект в Радіології**

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Програми глибокого навчання в медичній візуалізації

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

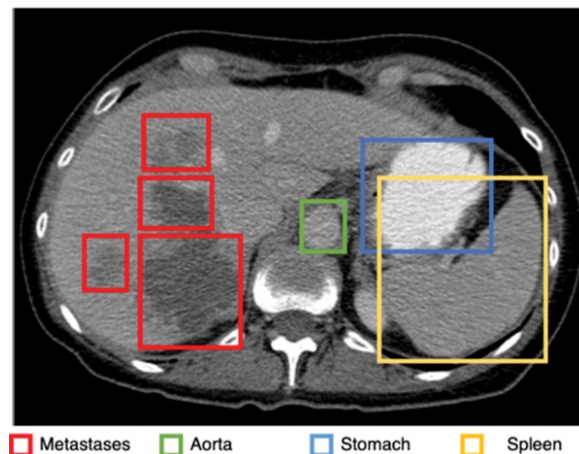
Виявлення (Detection): метою цих алгоритмів є ідентифікація анатомічних або патологічних «об'єктів» на зображенні.

Часто виявлений об'єкт можна підкреслити за допомогою **обмежувальних рамок** (див. рисунок).

Приклади включають:

- / Виявлення орієнтирів для планування хірургічних втручань на хребті на X-променевих зображеннях
- / Виявлення вузлів у легенях на КТ
- / Виявлення конкрементів у нирках на КТ
- / Виявлення уражень печінки на КТ

Object detection



<∞> ЛІТЕРАТУРА

Cheng PM. Published Online:
September 01, 2021

<https://doi.org/10.1148/rg.2021200210>
CC BY 4.0 license

/ **Штучний
інтелект в
Радіології**

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

**Поглиблені теми в
штучному інтелекті**

/ Програми
глибокого навчання
в медичній
візуалізації

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

Сегментація (Segmentation): завдання полягає у поділі пікселів зображення на кілька областей або сегментів, де кожен сегмент відповідає певному об'єкту або класу (Н: органу або патології).

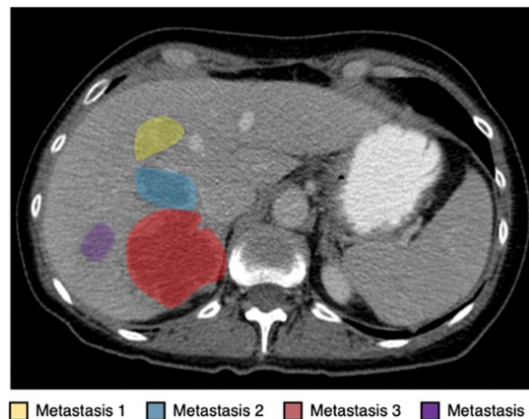
Зазвичай це перший крок, який забезпечує можливість подальшої класифікації або кількісної оцінки (Н: вимірювання).

Цей тип завдань один із поширених випадків користування глибокого навчання у медичній візуалізації.

Приклади:

- / Сегментація простати на МРТ
- / Сегментація печінки на КТ
- / Сегментація пухлини мозку на МРТ
- / Сегментація серця на КТ ангіографії
- / Сегментація пухлини легень на КТ
- / Сегментація інсульту на КТ/МРТ

Сегментація метастазів печінки на КТ



<∞> ЛІТЕРАТУРА

Cheng PM. Published Online:
September 01, 2021

<https://doi.org/10.1148/rq.2021200210>
Shared under a CC BY 4.0 license

/ Штучний
інтелект в
Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

/ Програми
глибокого навчання
в медичній
візуалізації

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

Покращення зображень: моделей глибокого навчання можна навчити виконувати завдання, які покращують якість зображень (або зберігають якість зображень при нижчій дозі).

Застосування включають:

- / **Зменшення шуму:** алгоритми глибокого навчання можуть навчитися відрізняти шум від основного сигналу. Шум можна видалити, зберігаючи при цьому найважливіші характеристики зображення.
- / **Видалення артефактів:** видалення артефактів, які впливають на якість зображення (таких як артефакти руху та посилення X-променя).
- / **Супер-роздільна здатність:** моделі глибокого навчання можуть навчитися збільшувати просторову роздільну здатність (тобто створювати зображення високої роздільної здатності зі зображень низької роздільної здатності).
- / **Віртуальні сканування з контрастом:** алгоритми глибокого навчання можна навчити симулювати контрастно-підсилені зображення на основі дослідження без контрасту.



ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

- / Програми глибокого навчання в медичній візуалізації

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

Неінтерпретаційне використання:

Це випадки **або** застосування, які не мають діагностичних або прогностичних первинних результатів, але сприяють цифровому радіологічному робочому процесу, від планування пацієнтів до повідомлення результатів (див. наступний слайд для прикладів). Ці застосування є відносно новими і переважно все ще знаходяться на етапі розробки, проте **ВОНИ** мають великий потенціал.

Деякі поширені приклади:

- / **Підтримка при плануванні обстежень:** сприяння в оптимізації робочого процесу, автоматизуючи планування обстежень і забезпечуючи відповідне навантаження у відділенні.
- / **Автоматизація радіологічних протоколів:** на основі доступної клінічної інформації AI визначити оптимальний протокол, Н: чи проводити КТ черевної порожнини з чи без контрастування.
- / **Пріоритезація робочих списків:** деякі моделі ML створені для виявлення ургентних випадків для

невідкладної інтерпретації радіологом. Таким чином, ми можемо найперше розпочати аналіз та опис обстеження з високим пріоритетом.

- / **Протоколи відображення:** деякі інструменти AI можуть допомогти визначити макет, за яким радіологічні зображення відображаються відповідно до конкретної клініки/протоколу дослідження.



ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

- / Програми глибокого навчання в медичній візуалізації

Майбутні аспекти

Основні тези

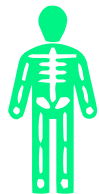
Література

Тестування

Постачальники та клініцисти часто мають «вузьке бачення» (“tunnel vision”) та зосереджуються лише на використанні в інтерпретації, тоді як існує безліч інших варіантів, які виходять за межі допомоги в прийнятті рішень (тобто за межі постановки діагнозу).

Поглиблені теми | Програми глибокого навчання у медичній візуалізації

Merel Huisman ESSR 2023



Вихідний робочий процес

- / Прогнозування попиту vs кадрове забезпечення
- / Оптимізація планування
- / Підготовка пацієнта (чат-бот/GenAI)
- / Вибір модальності
- / Вибір протоколу
- / Контрастна речовина та зменшення дози
- / Автоматичний контроль якості та повторне сканування
- / Постобробка
- / Сортування (робочий список)
- / Клінічна інформація (LLM's)
- / Персоналізована навігація
- / Автоматизовані персоналізовані протоколи



Особа, яка приймає рішення



Подальша Звітність | Спілкування

- / Автоматичні рекомендації настанов
- / Попереднє заповнення звітів
- / Автоструктурування
- / Автоматизоване представлення
- / Корекція латеральності/віку/статі
- / Розширені мультимедійні звіти
- / Звіти та переклад
- / Критичні висновки та подальше спостереження
- / Виставлення рахунків
- / Резидентська освіта
- / Бізнес-аналітика (інформаційні панелі)

Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Програми глибокого навчання в медичній візуалізації

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Розробка, розвиток та оцінка алгоритму

>|< ПОРІВНЯННЯ

Сценарій використання. Визначення

- / Визначення мети алгоритму (тобто клінічний стан, на який буде націлена програма).
- / Визначення критеріїв включення/виключення, пов'язаних з клінічним станом.
- / Визначення компонентів даних, необхідних для розробки моделі.

> Набір даних. Підготовка

- / Збір даних, які є репрезентативними для клінічного стану.
- / Маркування / анотація зібраних даних (це є істинні значення, які будуть використані для навчання та тестування моделі).
- / Розділення набору даних на навчальну, валідаційну (перевірка) та тестову вибірки.

> Модель. Навчання

- / Оцінка, який тип обробки даних буде потрібен.
- / Вибір відповідного підходу до побудови моделі для завдання, визначеного в попередніх кроках.
- / Використання навчального та валідаційного наборів для оцінки результативності моделей, навчених за різними підходами.

> Внутрішня перевірка

- / Вибір моделі з найкращою результативністю на валідаційному наборі.
- / Оцінка результативності моделі на незалежному (тобто контрольному) тестовому наборі.
- / Ця результативність буде приблизним показником здатності моделі до узагальнення (тобто, наскільки добре модель працюватиме на новому наборі даних).

> Зовнішня перевірка

- / Оцінка результативності моделі на зовнішніх даних (Н: даних з інших медичних установ)
- / Оцінка узагальнення і відтворювання моделі (тобто корисність у різних умовах / популяціях).
- / Допомога у виявленні упереженості (bias) моделі (Н: низька результативність у певних підгрупах).

> Клінічне впровадження

- / Моделі впроваджуються у клінічну роботу зазвичай після пробного тестування (pilot).
- / Бездоганна інтеграція не є тривіальною, але критично важливою.
- / Необхідний нормативний дозвіл (наприклад, CE-mark).
- / Фактори для зручності використання, які виходять за межі результативності моделі, також повинні враховуватися (Н: як і коли, швидкість, взаємодія людини з машиною).

> Спостереження після реалізації

- / Вихідні дані моделі слід постійно моніторити, щоб виявити зниження результативності у випадку зміни клінічних параметрів (це зсув даних).
- / Небажані події, пов'язані з використанням моделі, повинні бути задокументовані.
- / Слід збирати відгуки користувачів.
- / Оновлення моделі можуть бути впроваджені для вирішення будь-яких виявлених проблем.

/ Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Розробка, розвиток та оцінка алгоритму

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

Результативність алгоритму постійно оцінюється під час навчання моделі, згодом остаточна результативність перевіряється на тестовому наборі, далі – на зовнішніх даних під час зовнішньої валідації.

Оцінка результативності завжди повинна здійснюватися за допомогою кількох показників для всебічної оцінки її переваг і недоліків. Вибір показників залежить від типу проблеми, поширеності захворювання та клінічного контексту.

Поширені показники результативності ML:

- / **Коефіцієнт подібності Дайса (Dice similarity coefficient):** ступінь перекриття пікселів між передбачуваними та істинними областями в завданнях сегментації, яка варіюється від 0 (немає перекриття) до 1 (ідеальне перекриття).
- / **Середньоквадратична похибка (Mean squared error, MSE) / Середня абсолютна похибка (Mean absolute error, MAE):** оцінює якість регресійної моделі.
- / **Влучність (Прецизійність, Precision) (= прогностична значущість позитивного результату | positive predictive value)*:** частка правильно визначених позитивних зразків серед усіх передбачених як позитивні, залежить від поширеності.
- / **Повнота (Recall) (=чутливість | sensitivity)*:** частка правильно визначених позитивних зразків серед усіх фактично позитивних зразків, не залежить від поширеності.
- / **Точність (Accuracy)*:** частка правильних передбачень серед усіх зроблених передбачень (% правильних), інтуїтивна, але може завищувати **результативність**.
- / **F1-оцінка (score):** метрика для впевненого виявлення та недопущення пропуску захворювання за умов низької поширеності, вважається кращим показником, ніж точність, у випадку рідкісних захворювань.
- / **Площа під кривою ROC (Area under the ROC curve, AUC-ROC):** Графічний показник здатності моделі розрізняти класи, побудований шляхом зіставлення показника правильно визначених позитивних випадків до показника неправильно визначених негативних випадків при різних порогах класифікації.

*Виведено з матриці невідповідностей (див. наступний слайд).

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Розробка, розвиток та оцінка алгоритму

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

Матриця невідповідностей має вирішальне значення для оцінки результативності моделі в завданнях класифікації (наприклад, доброякісне проти злоякісного ураження). Вона надає вичерпний підсумок прогнозів моделі порівняно з істинними значеннями міток (фактичний клас):

		Прогнозоване значення	
		ПОЗИТИВНЕ	НЕГАТИВНЕ
Дійсне значення (істинне)	ПОЗИТИВНЕ	Істинно позитивне (TP) Влучання	Помилковий негативний результат (FN) Тип II помилки (пропущення)
	НЕГАТИВНЕ	Помилковий позитивний результат (FP) Тип I помилки (помилкове оповіщення)	Істинно негативне (TN) Правильне відхилення

На основі матриці невідповідностей можна отримати кілька показників результативності, зокрема:

- / **Чутливість:** $TP / (TP + FN)$. Вимірює здатність моделі правильно виявляти позитивні випадки (аномалії) серед усіх фактичних позитивних випадків.
- / **Специфічність:** $TN / (TN + FP)$. Вимірює здатність моделі правильно виявляти негативні випадки (нормальні випадки) серед усіх фактичних негативних випадків.

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Розробка, розвиток та оцінка алгоритму

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

Штучний інтелект (AI) в клінічних випробуваннях:

- / Інструменти штучного інтелекту, що використовуються в умовах централізованого зчитування зображень для клінічних випробувань, також потребують належної технічної та клінічної валідації. Достовірність істинних міток та репрезентативність вибірки(включаючи варіативність фенотипів захворювання, сканерів і протоколів отримання зображень) є однаково важливими в цьому контексті для навчання та тестування алгоритмів.
- / Штучний інтелект може підтримувати та полегшувати виконання деяких завдань, пов'язаних із випробуваннями, та/або аналізом зображень, таких як: відбір пацієнтів відповідно до критеріїв включення, оцінка якості зображення з завантажених сканів та оцінка кількісних біомаркерів зображень, що також призводить до помітного зменшення часу анотування/читання зображень і зниження варіативності між рецензентами.

Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

- / Розробка, розвиток та оцінка алгоритму

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<∞> ЛІТЕРАТУРА

Подивіться для отримання додаткової інформації:

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

/ Обмін даними

Розвиток і вдосконалення штучного інтелекту значною мірою ґрунтується на навчальному досвіді алгоритмів. Оскільки алгоритми навчаються на даних, більш широкий доступ до даних є критично важливим для покращення точності та впровадження, а в кінцевому рахунку – для надання кращих послуг у сфері охорони здоров'я.

GDPR - General Data Protection Regulation (Загальний регламент захисту даних)

5 травня 2018 року набрав чинності Загальний регламент захисту даних (GDPR). Він застосовується до всіх країн - членів Європейського Союзу і стосується обробки персональних даних, включаючи (хоча і не спеціально розроблені для цього) дані, що стосуються здоров'я.

GDPR є обов'язковим законом і скасовує раніше існуючі закони.

ПЕРСОНАЛЬНІ ДАНІ:

будь-яка інформація, що стосується фізичної особи, яку ідентифіковано чи можна ідентифікувати

ОБРОБКА:

будь-яка операція або набір операцій, які виконуються з персональними даними

ДАНІ ПРО ЗДОРОВ'Я:

будь-яка інформація, що стосується фізичної особи, яку ідентифіковано чи можна ідентифікувати

<!=> УВАГА

Фізична особа, яку ідентифіковано чи можна ідентифікувати є ключовим поняттям у справі захисту даних.

<∞> ЛІТЕРАТУРА



Подивіться:
<https://gdpr-info.eu/>

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Обмін даними

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

Особливе значення GDPR має в розробці та комерціалізації медичних пристроїв, зокрема тих, що використовують програмне забезпечення на основі штучного інтелекту, де доступ до відповідних наборів даних визначає їх продуктивність і відповідність передбаченому використанню.

Директиву Європейського Союзу щодо медичних пристроїв (Medical Device Directive, MDD) було змінено на Регламент Європейського Союзу про медичні пристрої (Medical Device Regulation, MDR) з 26 травня 2021 року. Він встановлює суворі регуляторні вимоги, які необхідно виконати перед тим, як використовувати медичні пристрої в клінічній практиці. Medical Device Regulation (MDR) **вимагає дотримання вимог GDPR.**

<!> УВАГА

Програмні засоби на основі штучного інтелекту розглядаються як медичний пристрій і регулюються як такі.

MDR застосовується до інструментів, апаратів, приладів, програмного забезпечення, імплантатів, реагентів, матеріалів або інших виробів для будь-якого з наступного:

- / діагностика, профілактика, моніторинг, лікування або полегшення захворювання;
- / дослідження, заміна або модифікація анатомічного, фізіологічного або патологічного процесу;
- / надання даних шляхом дослідження in vitro зразків, отриманих з людського тіла.

Використання за призначенням включає:

- (1) власне лікувальне призначення;
- (2) дозволене використання, що розуміється як визначення передбачуваних користувачів і середовища використання, цільової групи пацієнтів або частин тіла.

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Обмін даними

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

Техніки для зменшення ризиків захисту даних відповідно до GDPR:

/ **Псевдонімізація** — це обробка персональних даних таким чином, що ці дані більше не можуть бути пов'язані з конкретною особою без використання додаткової інформації, за умови, що така додаткова інформація зберігається окремо. Псевдонімізовані дані вважаються персональними даними відповідно до GDPR.

/ **Анонімізація** — це анонімні дані, які не можуть бути пов'язані з конкретною ідентифікованою особою і не підпадають під дію GDPR.

У конкретному випадку сектора охорони здоров'я, де важливо зберігати простежуваність, псевдонімізація є прикладом відповідного заходу захисту даних.

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Обмін даними

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<∞> ЛІТЕРАТУРА

Подивіться для отримання додаткової інформації:

<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>

Дані про здоров'я можуть оброблятися:

- / Коли пацієнт надає явну та однозначну згоду на використання своїх даних
- / Для архівування в публічних цілях: наукових або історичних досліджень, або для статистичних даних
- / Коли це відповідає життєвим інтересам пацієнта
- / У сфері трудового права, соціального забезпечення та соціального захисту
- / Для медичних цілей
- / Для публічного інтересу в сфері охорони здоров'я



ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Обмін даними

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<∞> ЛІТЕРАТУРА

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.

/ Можливі вигоди, ризики, наявні докази

Застосування штучного інтелекту в клінічних умовах, зокрема в робочому процесі радіології, охоплює не лише розпізнавання зображень та підтримку прийняття рішень (зосереджуючись на радіологах), але й попередні та подальші процедури. Для забезпечення безперебійного робочого процесу алгоритми штучного інтелекту повинні бути повністю інтегровані в робочі станції PACS.

Деякі можливі переваги включають автоматизацію трудомістких завдань, а саме в:

- / Оптимізації списку робіт (наприклад, полегшення аналізу екстрених обстежень) та плануванні
- / Обробці зображень
- / Виборі модальності та протоколу
- / Виявленні, вимірюванні та градації уражень
- / Зменшенні часу отримання зображень та дози радіації
- / Складанні звітів та комунікації з клініцистами і пацієнтами
- / Виставлення рахунків

/ Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

/ Можливі вигоди, ризики, наявні докази

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<∞> ЛІТЕРАТУРА

Інші доступні сучасні застосування включають автоматизовані процеси, пов'язані зі скануванням, такі як:

- / Позиціонування пацієнта в ізоцентрі (КТ та МРТ)
- / Ідентифікація ділянки інтересу (МРТ)
- / Обслуговування обладнання (КТ)

Важливо зазначити, що одночасне зменшення часу та витрат, поєднане зі зниженням навантаження на радіолога та підвищенням продуктивності й ефективності, в першу чергу йде на користь пацієнта, а також радіолога, направляючих лікарів та систему охорони здоров'я в цілому.

Врешті-решт, рішення на основі штучного інтелекту можуть також підтримати розширення охоплення медичних послуг у районах, де спостерігається нестача спеціалістів.

Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

- / Можливі вигоди, ризики, наявні докази

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<∞> ЛІТЕРАТУРА

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.

Деякі невід'ємні **ризики** потрібно враховувати при використанні програм штучного інтелекту, такі як:

- / **Ненавмисна упередженість**, яка може викликати диспропорції в охороні здоров'я (наприклад, за статевою, расовою ознакою чи соціально-економічним статусом);
- / **Зниження результативності** в клінічних умовах або в певних підгрупах;
- / **Непослідовність** у роботі алгоритму з часом;
- / **Ускладнення системи охорони здоров'я** та додаткові витрати без підвищення результативності чи якості;
- / Відсутність компенсації (в залежності від країни);
- / **Провал постмаркетингового моніторингу** (обов'язковий відповідно до MDR);
- / **Питання відповідальності** (аспект медичної халатності в Сполучених Штатах) щодо остаточного результату для пацієнта — хто несе відповідальність? Розробник AI? Компанія, що комерціалізує алгоритм? Чи радіолог?
- / **Кібернапади та витік даних**;
- / **Упередженість автоматизації** (тобто люди слідує порадам AI бездумно, навіть якщо він дає неправильні рекомендації);
- / **Технічний поштовх > клінічний попит** (тобто розробка інструментів лише тому, що це можливо, а не тому, що це необхідно).

Важливо усвідомлювати актуальні клінічні проблеми та доцільність рішень на основі штучного інтелекту в конкретному клінічному контексті; розглядати AI як засіб, а не як кінцеву мету.

Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

- / Можливі вигоди, ризики, наявні докази

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<» ЛІТЕРАТУРА

Artificial Intelligence in Medical Imaging: Opportunities, Applications and Risks | SpringerLink

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Майбутні аспекти

/ Майбутні аспекти

- / Наразі алгоритми штучного інтелекту в радіології мають вузьку спеціалізацію, націлюючись на конкретну особливість зображення або завдання (так звані "точкові рішення").
- / У майбутньому це може змінитися з появою штучного загального інтелекту (AGI), і в результаті AI зможе виконувати багато завдань на рівні з людським, з обмеженим наглядом з боку людини.
- / У такому випадку щоденні завдання радіолога можуть зазнати радикальних змін; у нас з'явиться більше часу для спілкування з пацієнтами, розгляду складних випадків та участі в багатопрофільних командних зустрічах.

ВУЗЬКИЙ AI (ТОЧКОВЕ РІШЕННЯ)	ЗАГАЛЬНИЙ AI
Застосування специфічного/ обмеженого завдання	Виконує загальні (людські) інтелектуальні завдання
Фіксовані моделі домену, надані програмістами	Самостійно навчається та робить логічні висновки в межах свого середовища
Вчиться на тисячах позначених прикладів	Вчиться на кількох прикладах та/або на неструктурованих даних
Рефлексивні завдання без усвідомлення	Повний спектр когнітивних здібностей людини
Знання не переносяться на інші завдання домену	Використовує передачу знань до нових доменів і завдань
Сьогоднішній AI в радіології	Майбутній AI в радіології?

/ Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

- Вступ
- Основи штучного інтелекту
- Поглиблені теми в штучному інтелекті
- Майбутні аспекти**
- Основні тези
- Література
- Тестування

Великі мовні моделі – Large language models (LLM)

- / LLMs це глибокі нейронні мережі, що навчені генерувати тексти на рівні людини.
- / Сімейство LLMs на основі GPT (generative pretrained transformer – генеративний попередньо навчений трансформер) наразі набирає популярність і вже використовується в багатьох сферах медицини та радіології.
- / На сьогодні опубліковано кілька статей, у яких використовуються GPT-3.5 і GPT-4, що демонструють, що LLMs можуть підтримувати прийняття рішень у маммографії, писати медичні статті або складати іспити з радіології.
- / У найближчому майбутньому можна очікувати ще більше досягнень, і LLMs можуть сприяти нашому шляху до штучного загального інтелекту (AGI).

Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування



/ Основні тези

- / Штучний інтелект є багатодисциплінарною справою, де комп'ютерні науковці, медичні фізики та клінічні експерти співпрацюють на всіх етапах процесу, щоб досягти клінічно придатних рішень.
- / Машинне навчання використовує алгоритми, здатні навчатися на даних і робити прогнози, тоді як глибоке навчання є підпунктом машинного навчання і використовує глибокі нейронні мережі для виявлення закономірностей у даних.
- / Існує широкий спектр сфер, де глибоке навчання може бути застосоване в радіології, включаючи випадки, пов'язані як із зображеннями, так і без них.
- / Дотримання вимог GDPR є фундаментальним: збір даних має бути мінімізований і використовуватися чесно, з чіткою та законною метою. Дані не повинні зберігатися довше, ніж це необхідно, і мають бути захищені відповідними заходами кібербезпеки.
- / Переваги впровадження штучного інтелекту включають скорочення часу інтерпретації

та обробки зображень, оптимізацію списків робіт і зменшення дози радіації.

- / Ризики та обмеження штучного інтелекту включають зниження результативності, питання відповідальності, кібернапади та витік даних.
- / Радіологи повинні ознайомитися з цими аспектами та скористатися цим величезним потенціалом для покращення роботи з пацієнтами.

/ Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Література

/ Штучний інтелект в Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

- / 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>
- / 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>
- / Phillip M. Cheng, Emmanuel Montagnon, Rikiya Yamashita, Ian Pan, Alexandre Cadrin-Chênevert, Francisco Perdigon Romero, 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>
- / 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>
- / <https://gdpr-info.eu/>
- / 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
- / Regulation 2017/745 Recital 47, arts. 62(4)(h), 72(3), 92(4), 110(1)–(2) (EU).
- / The Future of Medical Device Regulation: Innovation and Protection (pp. 77–90). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108975452.007
- / Artificial Intelligence in Medical Imaging: Opportunities, Applications and Risks | SpringerLink.
- / <https://www.linkedin.com/pulse/anonymisation-now-house-cards-magali-feys>
- / <https://www.monash.edu/researchinfrastructure/mbi/research/imaging-analysis/motion-artefact-removal-in-mri>
- / <https://discourse.slicer.org/t/new-extension-fully-automatic-whole-body-ct-segmentation-in-2-minutes-using-totalsegmentator/26710>
- / A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in Neural Information Processing Systems* 25, 2012.

/ Подальше використання

/ Штучний
інтелект в
Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

- / 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.
Aug;18(8):500-510. doi: 10.1038/s41568-018-0016-5. PMID: 29777175; PMCID: PMC6268174.
- / 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.
- / 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>
- / 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.
- / 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.
- / Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. Nat Rev Cancer. 2018

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Тестування

/ Тестування



<?> ЗАПИТАННЯ

1

Що ПРАВДА про глибокі нейронні мережі

- ☐ Їх успіх зумовлений покращеним апаратним забезпеченням (графічними картами), спеціалізованим на матричних операціях.
- ☐ Для роботи потрібні штучні біологічні нейрони з високим рівнем взаємозв'язку.
- ☐ Вони є єдиною формою машинного навчання.
- ☐ Вимагає ручного виділення та кодування знань.

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Тестування



ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<?> ВІДПОВІДЬ

1

Що ПРАВДА про глибокі нейронні мережі

- Їх успіх зумовлений покращеним апаратним забезпеченням (графічними картами), спеціалізованим на матричних операціях.
- Для роботи потрібні штучні біологічні нейрони з високим рівнем взаємозв'язку.
- Вони є єдиною формою машинного навчання.
- Вимагає ручного виділення та кодування знань.

/ Тестування



ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<?> ЗАПИТАННЯ

2

Різні методи машинного навчання:

- ☐ Передкодувальне та післякодувальне навчання.
- ☐ Навчання знизу вгору та зверху вниз.
- ☐ Навчання з вчителем, Навчання без вчителя та навчання з підкріпленням.
- ☐ Навчання за один раз та навчання з кількома спробами.

/ Тестування



<?> ВІДПОВІДЬ

2

Різні методи машинного навчання:

- ☐ Передкодувальне та післякодувальне навчання.
- ☐ Навчання знизу вгору та зверху вниз.
- ☒ Навчання з вчителем, Навчання без вчителя та навчання з підкріпленням.
- ☐ Навчання за один раз та навчання з кількома спробами.

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Тестування



ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

<?> ЗАПИТАННЯ

3

Що ПРАВДА щодо обміну даними:

- ☐ Анонімізація дозволяє безпечний обмін даними та відстеження до вхідних даних пацієнта.
- ☐ Псевдонімізовані дані вважаються персональними даними відповідно до GDPR.
- ☐ Для медичних цілей дані пацієнтів можуть оброблятися без згоди.
- ☐ Програмне забезпечення не завжди підпадає під дію MDR

/ Тестування

<?> ЗАПИТАННЯ

3

Що ПРАВДА щодо обміну даними:

- ☐ Анонімізація дозволяє безпечний обмін даними та відстеження до вхідних даних пацієнта.
- ☒ Псевдонімізовані дані вважаються персональними даними відповідно до GDPR.
- ☐ Для медичних цілей дані пацієнтів можуть оброблятися без згоди.
- ☐ Програмне забезпечення не завжди підпадає під дію MDR.

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Тестування

<?> ЗАПИТАННЯ

4

Щодо оцінки алгоритму, який із наведених нижче показників є придатним для оцінки завдання сегментації?

- ☐ Середньоквадратична похибка
- ☐ Точність
- ☐ F1-метрика
- ☐ Коефіцієнт подібності Дайса

/ Штучний
інтелект в
Радіології

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Тестування

<?> ВІДПОВІДЬ

4

Щодо оцінки алгоритму, який із наведених нижче показників є придатним для оцінки завдання сегментації?

- ☐ Середньоквадратична похибка
- ☐ Точність
- ☐ F1-метрика
- ☒ Коефіцієнт подібності Дайса

**Штучний
інтелект в
Радіології**

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного
інтелекту

Поглиблені теми в
штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Тестування

<?> ЗАПИТАННЯ

5

Щодо застосування глибокого навчання в медичній візуалізації, поділ зображення на кілька областей, де кожна область відповідає певному об'єкту або класу, є прикладом:

- ☐ Класифікація
- ☐ Покращення зображення
- ☐ Виявлення
- ☐ Сегментація

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

/ Тестування

<?> ВІДПОВІДЬ

5

Щодо застосування глибокого навчання в медичній візуалізації, поділ зображення на кілька областей, де кожна область відповідає певному об'єкту або класу, є прикладом:

- ☐ Класифікація
- ☐ Покращення зображення
- ☐ Виявлення
- ☒ Сегментація

ПЛАН РОЗДІЛУ:

Вступ

Основи штучного інтелекту

Поглиблені теми в штучному інтелекті

Майбутні аспекти

Основні тези

Література

Тестування

