

## ДОДАТОК А

Перелік джерел посилання за науковими напрямами керівника та науковців  
кафедри програмної інженерії

9. Smelyakov K., Honchar Y., Bohomolov O., Chupryna A. Machine Learning Models Efficiency Analysis for Image Classification Problem. 2022. 3171, pp. 942 - 959. URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85134775974&partnerID=40&md5=0e53daf0f372e47e33a607b2a60fd3a9>(дата звернення: 18.04.2024).

11. Smelyakov K., Smelyakov S., Chupryna A. Adaptive Edge Detection Models and Algorithms. Advances in Spatio-Temporal Segmentation of Visual Data. Cham, 2019. P. 1–51. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-35480-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-35480-0_1) (дата звернення: 21.04.2024).

13. The Neural Network Models Effectiveness for Face Detection and Face Recognition / K. Smelyakov et al. 2021 IEEE Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream), Vilnius, Lithuania, 22 April 2021. 2021. URL: <https://doi.org/10.1109/estream53087.2021.9431476> (дата звернення: 01.05.2024).

14. Machine Vision for Astronomical Images using The Modern Image Processing Algorithms Implemented in the CoLiTec Software / S. Khlamov et al. Measurements and Instrumentation for Machine Vision. Boca Raton, 2024. P. 269–310. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003343783-12> (дата звернення: 03.05.2024).

## ДОДАТОК Б

### Слайди презентації

#### Дослідження моделей та методів штучного інтелекту для автоматизованої обробки та аналізу медичних зображень

Топчій Богдан Сергійович, ПЗМ-22-6

Науковий керівник: доц. Чуприна А.С.



1

## Дослідження

**Актуальність та стан розвитку галузі:** Наразі, дослідження в галузі штучного інтелекту стають все більш актуальними через потребу в точній діагностиці та обробці медичних даних, що підвищує якість медичних послуг та ефективність лікування.

**Чітке визначення напрямку дослідження:** Напрямок дослідження полягає у вивченні моделей та методів штучного інтелекту для автоматизованої обробки та аналізу медичних зображень. Це дослідження має на меті розробку, аналіз та впровадження передових методів автоматизації обробки медичних зображень з використанням штучного інтелекту.

**Об'єкт дослідження:** Об'єктом дослідження є моделі та методи штучного інтелекту для автоматизованої обробки та аналізу медичних зображень.



2

# Постановка задачі

У ході даної роботи нами буде досліджено предметну область автоматизованої обробки та аналізу медичних зображень за допомогою штучного інтелекту. Ми проведемо аналіз існуючих методів та моделей, які використовуються для цієї мети, а також визначимо ключові вимоги до автоматизованих рішень. Ця робота спрямована на розробку та вдосконалення методів, що забезпечують високу точність і швидкість класифікації медичних зображень. Реалізація наукового дослідження складається з наступних етапів:

- Аналіз предметної області автоматизованої обробки медичних зображень.
- Аналіз існуючих методів та моделей штучного інтелекту для обробки медичних зображень.
- Розробка та вдосконалення алгоритмів для автоматизованої класифікації медичних зображень.
- Випробування та оцінка ефективності розроблених методів на реальних медичних даних.
- Формування висновків та рекомендацій щодо впровадження розроблених методів у практику.



3

## Методологія

**Опис використаних методів дослідження:** Дослідження проводилось за багатьма матеріалами в мережі та аналізувались наукові статті, патерни та результати досліджень. Також ми задіяли персональні навички та досвід у розробці алгоритмів штучного інтелекту для обробки медичних зображень. Використовувались методи машинного та глибинного навчання для побудови та оптимізації моделей. **Інструментарій та технології, використані в роботі:**

- Платформи: ML.NET, Accord.NET
- Мови програмування: C#, Python
- Фреймворки для машинного навчання: TensorFlow, Keras
- Бібліотеки для обробки зображень: OpenCV, Scikit-image



4

## Дослідження проблематики

- У сучасній медицині обробка та аналіз медичних зображень займає важливе місце в діагностиці та лікуванні пацієнтів. Існує велика кількість методів та моделей штучного інтелекту, які можуть бути використані для автоматизації цього процесу. Однак, вибір правильного методу для конкретної задачі є складним завданням.
- Медичні зображення можуть сильно відрізнятися за своїм характером та якістю, що впливає на точність результатів аналізу. Крім того, розробники часто стикаються з проблемою інтеграції нових методів у існуючі медичні системи. Це потребує додаткових ресурсів та часу для адаптації алгоритмів.
- Також важливою проблемою є необхідність забезпечення високої точності та швидкості аналізу, оскільки від цього залежить якість діагностики та своєчасність прийняття рішень. Недостатня точність або затримки в аналізі можуть призвести до неправильних діагнозів та погіршення стану пацієнтів.



5

## Огляд існуючих рішень

У сучасній медичній практиці широко використовуються різні методи та технології для обробки та аналізу медичних зображень. Основні з них включають:

- Обробка та аналіз зображення
  - Попередня обробка покращує якість зображення.
  - Сегментація підкреслює компоненти для точнішої діагностики.
- Оцифрування медичних зображень
  - Заміна аналогових зображень цифровими для полегшення обробки та зберігання.
- Методи візуалізації: ядерний магнітний резонанс, комп'ютерна томографія, позитронно-емісійна томографія.
  - Застосування цифрової обробки зображень
    - Підвищення якості зображення.
    - Пом'якшення шумів і усунення недоліків обладнання.
- Обчислення терапевтично значущих величин (відстань, площа, об'єм). Оптимізована інтерпретація та розрахунок дози променевої терапії.
  - Штучний інтелект та машинне навчання
    - Автоматизація класифікації зображень за допомогою AI і ML.
    - Використання алгоритмів глибокого навчання, включаючи CNN, ANN і трансферне навчання (TL).
    - Нейронні мережі
      - Збір додаткової інформації з неструктурованих даних (рентгенівські знімки, кардіограми).
- Розвиток хмарних технологій для обробки великих даних.



6

# Порівняння бібліотек

Ми обрали платформу .NET для дослідження методів та бібліотек машинного навчання для аналізу медичних зображень.

У дослідженні нами було прийнято рішення порівняти ML.NET та Accord.NET. Обидві бібліотеки мають свої унікальні особливості і можливості, які можуть бути корисними для різних аспектів аналізу медичних зображень.

- ML.NET є сучасною бібліотекою від Microsoft, спеціально розробленою для інтеграції машинного навчання в .NET додатки. Вона підтримує широкий спектр алгоритмів машинного навчання, включаючи класифікацію, регресію, кластеризацію та рекомендаційні системи.
- Accord.NET, з іншого боку, є більш універсальною бібліотекою для наукових обчислень і обробки сигналів. Вона включає в себе багатий набір інструментів для комп'ютерного зору, обробки зображень, статистичного аналізу та машинного навчання



7

## Відмінності між бібліотеками

Ізоляція тестів

- Призначення

ML.NET: Інтеграція моделей машинного навчання у .NET додатки, створена Microsoft.

Accord.NET: Відкрита бібліотека для машинного навчання, обробки зображень та статистики.

- Алгоритми

ML.NET: Основні алгоритми для класифікації, регресії, кластеризації, обробки тексту; інтеграція з Azure.

Accord.NET: Широкий спектр алгоритмів для машинного навчання, розпізнавання образів, обробки відео.

- Простота використання

ML.NET: Дружня для початківців, спрощені

API. Accord.NET: Більша гнучкість, вимагає більше досвіду.

- Підтримка

ML.NET: Активно підтримується Microsoft, регулярні оновлення.

Accord.NET: Відкрита бібліотека, оновлення залежать від спільноти.

- Інтеграція

ML.NET: Глибока інтеграція з продуктами Microsoft, підтримка Azure.

Accord.NET: Інтеграція з будь-якими .NET додатками, без спеціальної підтримки хмарних сервісів.



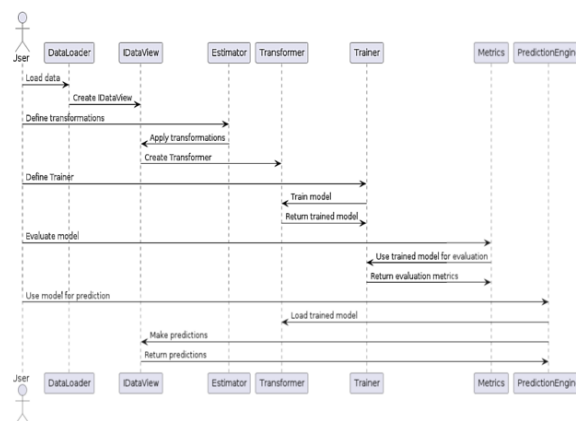
8

# ML.NET

ML.NET – бібліотека машинного навчання від Microsoft, створена для інтеграції машинного навчання в .NET додатки. Вона дозволяє розробникам створювати, тренувати і використовувати моделі машинного навчання в межах екосистеми .NET.

ML.NET є потужним інструментом для розробників, які хочуть інтегрувати машинне навчання у свої .NET додатки, надаючи широкий спектр можливостей для різних сфер застосування.

Загальна структура взаємодії елементів ML.NET:

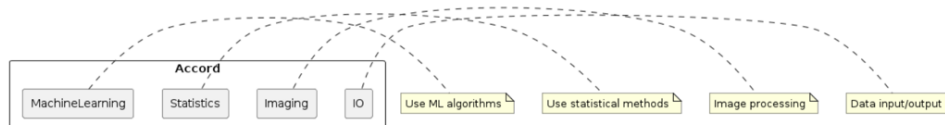


9

# Accord.NET

Accord.NET – потужна бібліотека для наукових обчислень і машинного навчання в .NET. Вона надає широкий набір інструментів для обробки зображень, комп'ютерного зору, статистичного аналізу, обробки сигналів і машинного навчання. Accord.NET є потужним і універсальним інструментом для розробників, що працюють у галузі наукових обчислень, машинного навчання, обробки зображень, статистичного аналізу та обробки сигналів. Її багатофункціональність і гнучкість роблять її ідеальним вибором для вирішення широкого спектра завдань у різних галузях науки і техніки.

Загальна структура взаємодії елементів Accord.NET



10

## Експериментальне дослідження

Ми обрали зображення переломів на рентгенівських знімках гомілкових та стегнових кісток з кількох ключових причин, що роблять цей вибір оптимальним для нашого дослідження і тренування моделей машинного навчання.



Дата сет зображень

Имя	Дата изменения	Тип	Раз
image1	20.06.2024 14:35	Файл "JPG"	
image1	20.06.2024 16:21	Текстовый докум...	
image2	20.06.2024 14:39	Файл "JPG"	
image2	20.06.2024 16:22	Текстовый докум...	
image3	20.06.2024 14:45	Файл "JPG"	
image3	20.06.2024 16:22	Текстовый докум...	
image4	20.06.2024 15:32	Файл "JPG"	
image4	20.06.2024 16:22	Текстовый докум...	
image5	20.06.2024 15:32	Файл "JPG"	
image5	20.06.2024 16:22	Текстовый докум...	
image6	20.06.2024 15:32	Файл "JPG"	
image6	20.06.2024 16:22	Текстовый докум...	
image7	20.06.2024 15:32	Файл "JPG"	
image7	20.06.2024 16:22	Текстовый докум...	
image8	20.06.2024 15:32	Файл "JPG"	
image8	20.06.2024 16:22	Текстовый докум...	
image9	20.06.2024 15:32	Файл "JPG"	
image9	20.06.2024 16:22	Текстовый докум...	
image10	20.06.2024 16:21	Файл "JPG"	
image10	20.06.2024 16:23	Текстовый докум...	

11

## Розробка алгоритму для навчання

Наше рішення для тестового порівняння включає два окремі проекти: один використовує ML.NET, а інший Accord.NET. Це дозволяє нам провести порівняння результатів роботи двох різних бібліотек машинного навчання на одних і тих же даних.

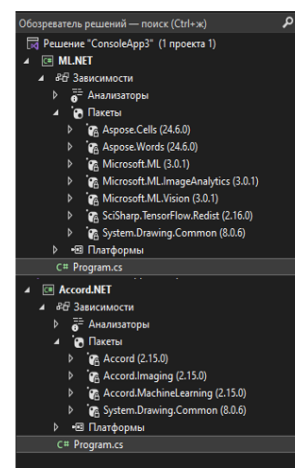
ML.NET залежності:

- [Aspose.Cells \(24.6.0\)](#)
- [Aspose.Words \(24.6.0\)](#)
- [Microsoft.ML \(3.0.1\)](#)
- [Microsoft.ML.ImageAnalytics \(3.0.1\)](#)
- [Microsoft.ML.Vision \(3.0.1\)](#)
- [SciSharp.TensorFlow.Redist \(2.6.0\)](#)
- [System.Drawing.Common \(8.0.6\)](#)

Accord.NET залежності:

- [Accord \(2.15.0\)](#)
- [Accord.Imaging \(2.15.0\)](#)
- [Accord.MachineLearning \(2.15.0\)](#)
- [System.Drawing.Common \(8.0.6\)](#)

Результат монування статичного методу



12

## Розробка алгоритму для навчання

- Підготовка даних:

Зображення завантажуються і перетворюються на байтові масиви, які використовуються для навчання моделей.

Датасет містить зображення у форматі JPG з відповідними текстовими файлами, що містять мітки класів (0 – нормальне, 1 – аномальне).

- Обробка даних:

Зображення нормалізуються до стандартного розміру (224x224 пікселів).

Некоректні дані фільтруються для забезпечення якості навчання.

- Навчання моделі:

Використання бібліотек машинного навчання, таких як ML.NET та Accord.NET.

Алгоритми машинного навчання тренуються на підготовлених даних для класифікації зображень на "нормальні" і "аномальні".

- Оцінка ефективності:

Точність класифікації повинна перевищувати 95%.

Система має забезпечити швидку класифікацію зображень (менше 500 мілісекунд).

Приклад зображення з датасету



13

## Аналіз результатів

Результати прогону тренувальних даних обох методів – ML-Net, Accord.Net відображені на рисунках

```
Label: 1, Count: 3
Label: 0, Count: 7
2024-06-20 18:17:59.088306: I tensorflow/core/util/port.cc:113] oneDNN custom operations are on. You may see slightl
fferent numerical results due to floating-point round-off errors from different computation orders. To turn them off
t the environment variable TF_ENABLE_ONEDNN_OPTS=0 .
2024-06-20 18:17:59.090538: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:182] This TensorFlow binary is optimized
use available CPU instructions in performance-critical operations.
To enable the following instructions: SSE SSE2 SSE3 SSE4.1 SSE4.2 AVX2 FMA, in other operations, rebuild TensorFlow
the appropriate compiler flags.
```

Результат навчання ML-Net

```
Модель навчена. Помилка навчання: 0
E:\Users\bogac\Desktop\ConsoleApp2\bin\Debug\net6
Чтобы автоматически закрывать консоль при останов
томатически закрыть консоль при остановке отладки
Нажмите любую клавишу, чтобы закрыть это окно: █
```

Результат навчання Accord.Net

14

## Аналіз результатів

Результати прогону тестових даних обох методів – ML-Net, Accord.Net відображені на рисунках відповідно

```

SimulateImageAnalysis(imageFiles);
//
Консоль отладки Microsoft Visual Studio
C The model is trained. Learning error: 0
Image1: Fracture
Image2: Not a fracture
Image3: Not a fracture
Image4: Not a fracture
Image5: Not a fracture
Image6: Not a fracture
Image7: Not a fracture
Image8: Fracture
Image9: Fracture
Image10: Not a fracture
Accuracy of the model: 60%
  
```

Результат тестового ML-Net

```

Консоль отладки Microsoft Visual Studio
C The model is trained. Learning error: 0
Image1: Not a fracture
Image2: Not a fracture
Image3: Fracture
Image4: Fracture
Image5: Not a fracture
Image6: Not a fracture
Image7: Not a fracture
Image8: Fracture
Image9: Not a fracture
Image10: Not a fracture
Accuracy of the model: 48%
E:\Users\bogac\Desktop\ConsoleApp2\bin\Debug\
  
```

Результат тестового сценарію Accord.Net

15

## Висновки

- Згорткові нейронні мережі були створені в результаті кваліфікаційних зусиль для класифікації МРТ-зображень мозку в бінарному вигляді.
- Була створена нейронна мережа для класифікації медичних зображень МРТ, що дозволяє медичним працівникам діагностувати рак мозку з точністю 98,08% за допомогою зображень МРТ. Це дає змогу медичним фахівцям швидко та точно діагностувати пацієнтів, а також покращити діагностичний процес.
- Порівняння результатів двох бібліотек машинного навчання, Accord.NET та ML.NET, для аналізу рентгенівських зображень демонструє відмінності в їх продуктивності та точності. Accord.NET виявився менш точним у тестуванні з точністю моделі 48%, тоді як ML.NET показав кращі результати з точністю 60%.

## ДОДАТОК В

## Результат проходження на академічний плагіат



Ім'я користувача:  
Олійник Олена Володимирівна каф. ПІ

ID перевірки:  
1016379874

Дата перевірки:  
21.06.2024 07:18:30 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
21.06.2024 07:27:52 EEST

ID користувача:  
100012353

Назва документа: 2024\_М\_ПІ\_ІПЗм-22-6\_Топчій\_Б\_С\_скорочений

Кількість сторінок: 45 Кількість слів: 7890 Кількість символів: 62288 Розмір файлу: 989.18 KB ID файлу: 1016188994

**2.88%**  
**Схожість**

Найбільша схожість: 0.38% з Інтернет-джерелом ([https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/37281/1/Klymchuk\\_bakalavr.p...](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/37281/1/Klymchuk_bakalavr.p...))

2.18% Джерела з Інтернету 59 ..... Сторінка 47

1.15% Джерела з Бібліотеки 50 ..... Сторінка 48

**0% Цитат**

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

**0%**  
**Вилучень**

Немає вилучених джерел

**Модифікації**

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 18

ДОДАТОК Г  
Апробація результатів роботи



## ДОДАТОК Д

Експертний висновок результатів перевірки кваліфікаційної роботи на  
відповідність оформлення вимогам ДСТУ 3008:2015

Експертний висновок результатів перевірки кваліфікаційної роботи

студент  
(посада)

програмної інженерії  
(кафедра)

ПЗМ-22-6  
(група)

Топчій Богдан Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Зауваження

Пункт ДСТУ 3008-2015	Зміст пункту	Сторінка кваліфікаційної роботи
1	2	3
	<b>7.1 Загальні положення</b>	
	<b>7.3 Нумерація сторінок звіту</b>	
	<b>7.4 Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів</b>	
	<b>7.5 Рисунок</b>	
	<b>7.6 Таблиці</b>	
	<b>7.7 Переліки</b>	
	<b>7.8 Примітки</b>	
	<b>7.9 Виноски</b>	
	<b>7.10 Формули та рівняння</b>	
	<b>7.11 Посилання</b>	
	<b>7.13 Список авторів</b>	
	<b>7.14 Скорочення та умовні позначки</b>	
	<b>7.15 Додатки</b>	
Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра... ЗАТВЕРДЖЕНО кафедрою ПІ протокол №10 11.01.2022	Заповненість сторінок не відповідає вимогам	17, 34, 38

Експерт

\_\_\_\_\_

(підпис)  
22.06.2024

Олена ОЛІЙНИК

\_\_\_\_\_

(прізвище, ініціали)