Конюхов Владислав Дмитрович, аспірант

Інститут проблем машинобудування – ім. А.М. Підгорного, Харків

ORCID: 0009-0007-0256-1388

**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАННЬ ЗА ДОПОМОГОЮ КАРДІОТОРАКАЛЬНОГО ІНДЕКСУ**

**Вступ.** Кардіоторакальний індекс - це відношення між найбільшим поперечним розміром серця та найбільшим поперечним розміром грудної клітки виміряне на рентгенограмі грудної клітки [1]. Пороговим значенням у обчисленні індексу є 0.5. Нормальні значення перебувають у діапазоні від 0.42 до 0.50, їх слід представляти не у відсотках, а у вигляді відносини. Значення понад 0.5 слід вважати збільшенням серця. Однак це твердження не завжди вірне і може збільшувати кількість хибно-позитивних результатів, особливо у людей, які страждають на ожиріння або людей похилого віку [2]. Формула для обчислення кардіоторакального індексу виглядає так:

$$CTR= \frac{Dh}{Dc}$$

де *CTR* - кардіоторакальний індекс, *Dh* - це поперечний розмір серця, а *Dc* - поперечний розмір грудної клітки.

**Навчання нейронних мереж.** Для поставленого завдання - сегментації легень і серця потрібно правильно підібрати дані, отриманий набір повинен являти собою різноманітні форми серця та легень, і враховувати різні відмінності в анатомії серед пацієнтів. Для навчання різних моделей було зібрано базу знімків, отриманих з загальнодоступного джерела [3]. Джерело включало рентгенівські знімки і маски з анотованими легенями. Було відібрано 132 знімки, після чого на вже наявних масках легень було домальовано клас серця. Навчальна вибірка складалася із 122 зображень, а тестова із 10. Для виконання завдання сегментації було обрано дві нейронні мережі - Mobilenet\_Unet та Mobilenet\_Segnet.

Для виміру точності сегментації використовувався Середній Перетин над Об’єднанням (Mean IoU). Ця метрика є варіацією коефіцієнта Жакарра, який є добре відомим вимірюванням подібності між двома множинами. Mean IoU обчислюється як середнє значення IoU за всіма класами:

$$Mean IoU=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{n}IoU\_{i}$$

де *n* - кількість класів.

**Застосування ансамблю нейронних мереж.** Основною ідеєю покращення точності сегментації зображення є використання ансамблю нейронних мереж. Що саме включає в себе використання декількох нейронних мереж, в даному випадку Mobilenet\_Segnet та Mobilenet\_Unet. Для цього була запропонована ідея використати ансамбль із 100 нейронних мереж, який складається з 50 мереж Mobilenet\_Segnet та 50 мереж Mobilenet\_Unet.

**Визначення кардіоторакального індексу.** Після успішного отримання зображень передбачень, на наступному етапі потрібно провести автоматичне вимірювання кардіоторакального індексу. Для порівняння ручного вимірювання та автоматичного використовувалась наступна формула:

$$Acc=\left(1-\left|\frac{a-q}{q}\right|\right)\*100$$

де *a* - ручний замір, *q* - автоматичний замір.

*Таблиця 1. Значення ручного та автоматичних вимірювань*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва варіанту | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ручне | 0.46 | 0.42 | 0.41 | 0.43 | 0.39 | 0.39 | 0.49 | 0.42 | 0.47 | 0.40 |
| M\_Seg | 0.53 | 0.44 | 0.40 | 0.41 | 0.42 | 0.44 | 0.47 | 0.43 | 0.43 | 0.41 |
| M\_Unet | 0.51 | 0.46 | 0.41 | 0.41 | 0.47 | 0.42 | 0.47 | 0.46 | 0.49 | 0.47 |
| 100 M\_Seg + M\_Unet | 0.50 | 0.42 | 0.41 | 0.42 | 0.42 | 0.39 | 0.46 | 0.42 | 0.45 | 0.40 |

Результати вимірювань з таблиці 1 дають інформацію про кожний тестовий знімок. Якщо підрахувати середню точність для кожного алгоритму то ми бачимо, що з самостійних мереж найкращим результатом є Mobilenet\_Segnet з точністю - 93.80%, а запропонований алгоритм ансамблювання отримав результат - 97.15%, що на 3.35% краще за самостійну мережу.

**Висновки.** Застосування методів ансамблювання нейронних мереж для покращення визначення кардіоторакального індексу представляє значну перевагу та перспективи для поліпшення автоматизації та точності. Використання ансамблю нейронних мереж для поліпшення точності автоматичного вимірювання кардіоторакального індексу продемонструвало свою перевагу над консервативними методами. Завдяки ансамблю із 100 мереж покращення склало - 3.35%.

**Література**

1. Truszkiewicz K, Poręba R, Gać P. Radiological Cardiothoracic Ratio in Evidence-Based Medicine. J Clin Med. 2021 May 8;10(9):2016. doi: 10.3390/jcm10092016. PMID: 34066783; PMCID: PMC8125954.
2. Hada Y. [Cardiothoracic ratio]. J Cardiol. 1995 Jul;26(1):51-4. Japanese. PMID: 7666345.
3. Jaeger S, Candemir S, Antani S, Wáng YX, Lu PX, Thoma G. Two public chest X-ray datasets for computer-aided screening of pulmonary diseases. Quant Imaging Med Surg. 2014 Dec;4(6):475-7. doi: 10.3978/j.issn.2223-4292.2014.11.20. PMID: 25525580; PMCID: PMC4256233.