

Технічні науки

УДК 004.853 + 616-005

**Ле Дай Зионг**

*студент*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Ле Дай Зыонг**

*студент*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Le Dai Zyongh**

*Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Науковий керівник:**

**Носовець Олена Костянтинівна**

*кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри біомедичної кібернетики*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**СТВОРЕННЯ ДОДАТКУ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ЛЕЙКОЦИТІВ**

**СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ**

**ЛЕЙКОЦИТОВ**

**CREATION OF THE APPLICATION FOR THE CLASSIFICATION OF**

**LEUKOCYTES**

*Анотація. В статті розглянуто підхід до створення додатку для класифікації білих кров'яних тілець за допомогою згорткових нейроних*

мереж. Задача класифікації типу білих кров'яних тілець дозволяє підраховувати дані клітини, що дає можливість визначити різного роду захворювання, такі як: лейкоз, туберкульоз, різні паразитарні інфекції, та велика кількість інших.

**Ключові слова:** білі кров'яні тільця, класифікація, сегментація, згорткова нейронна мережа.

**Анотація.** В статті рассмотрен подход к созданию приложения для классификации белых кровяных телец с помощью сверточных нейронных сетей. Задача классификации типа белых кровяных телец позволяет подсчитывать данные клетки, что позволяет определить различного рода заболевания, такие как: лейкоз, туберкулез, различные паразитарные инфекции, и множество других.

**Ключевые слова:** белые кровяные тельца, классификация, сегментация, сверточная нейронная сеть.

**Summary.** The article discusses an approach to creating an application for classifying white blood cells using convolutional neural networks. The task of classifying the type of white blood cells allows you to count these cells, which allows you to determine various kinds of diseases, such as: leukemia, tuberculosis, various parasitic infections, and many others.

**Key words:** white blood cells, classification, segmentation, convolutional neural network.

**Постановка проблеми.** Клітини крові, які також називаються гемопоетичними клітинами або гематоцитами, – це клітини, що утворюються в результаті кровотворення і знаходяться в основному в крові. В основному вони включають три типи клітин крові: еритроцити (червоні кров'яні тільця), тромбоцити і лейкоцити (білі кров'яні тільця).

Еритроцитами є клітинні компоненти крові, яким бракує гемоглобіну. Вони мають ядро, здатні до рухливості та захищають організм від інфекцій та хвороб, поглинаючи в організмі сторонні матеріали та клітинне сміття, знищуючи збудників інфекції та ракові клітини або виробляючи антитіла. *Актуальною* задачею є класифікації типу білих кров'яних тілець, яких всього 5 штук: базофіли, лімфоцити, нейтрофіли, моноцити та еозинофіли. Підраховуючи дані клітини, та оброблюючи їхні мікроскопічні зображення, можна визначити різного роду захворювання, такі як: лейкоз, туберкульоз, різні паразитарні інфекції, та велика кількість інших.

*Метою* дослідження є розробка алгоритму та додатку для класифікації та сегментації лейкоцитів за допомогою методів машинного навчання та комп'ютерного зору. Її досягнення передбачає вирішення наступних завдань:

1. Аналіз літературних джерел за проблематикою дослідження.
2. Огляд області глибокого навчання для розуміння методів виконання класифікації та сегментації зображень.
3. Опис архітектури нейронної мережі для виконання дослідження.
4. Реалізація алгоритму для класифікації та сегментації лейкоцитів.

*Методи роботи:* аналіз зображень, глибоке навчання, нейронні мережі.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати виконаного дослідження дозволять впровадити систему класифікації та сегментації лейкоцитів та їх типів. Подібна система буде дуже корисною, оскільки дозволить автоматично підраховувати кількість лейкоцитів та кожного із їхніх типів, для того, щоб було простіше виконувати аналіз крові.

**Виклад основного матеріалу.** Обробка зображень є вдосконаленим прикладом оцифрування сцени та виконання деяких операцій або методом вилучення з неї корисної інформації. Класифікація зображень – це дуже

широка область обробки зображень. Класифікація – це процес забезпечення включення некласифікованих зображень до свого класу в межах певних категорій [1]. Класифікація зображень – це проблема комп'ютерного зору, яка займається великою кількістю базової інформації з таких галузей, як охорона здоров'я, сільське господарство, метеорологія та безпека. Мозок людини може легко класифікувати зображення. Але для комп'ютера це непросто, якщо зображення містить шум. Для виконання класифікаційної операції розроблені різні методи. Загальні процедури класифікації можна розділити на дві широкі категорії контрольованої класифікації на основі використовованого методу та класифікації без нагляду [2-3].

У контрольованому класі слідчий визначає однорідність подання інформаційних класів на зображенні. Ці приклади називаються навчальними ділянками. Вибір відповідних напрямків підготовки базується на знаннях класифікації аналітика. Таким чином, аналітик має спокусю контролювати класифікацію певних класів [4-5]. Класифікація без нагляду скасовує процес класифікації, що контролюється. Програми, що використовують алгоритми кластеризації, використовуються для визначення статистичних групувань або конструкцій у даних. Як правило, аналітик визначає, скільки груп або кластерів даних можна шукати. Окрім зазначення необхідної кількості класів, аналітик може також визначити відстань розділення між кластерами та параметри варіації в кожному кластері. Неперевірена класифікація не починається з наперед визначеного набору класів. Навчання під контролем надзвичайно успішне у вивченні хороших візуальних презентацій, які не лише дають хороші результати щодо завдання, за яким вони навчаються, але й переносяться на інші завдання та набори даних [6]. Вчені розробили багато методів вирішення проблеми класифікації зображень. Ці методи змагаються за досягнення досконалості в класифікації зображень. ImageNet [7, 8] – це змагання з

класифікації зображень. Дані, що підлягають обробці, та кількість категорій, що підлягають класифікації, збільшуються щороку. Конкурс, який був організований у 2012 році, став важливим етапом у класифікації зображень.

Зараз обробка зображень регулярно використовується широким колом людей, які мають доступ до цифрових камер та комп'ютерів. З мінімальними вкладеннями можна легко підвищити контраст, виявити краї, кількісно визначити інтенсивність та застосувати різноманітні математичні операції до зображень. Незважаючи на те, що ці методи можуть бути надзвичайно потужними, пересічний користувач часто цифрово маніпулює зображеннями з відмовою, рідко розуміючи основні принципи найпростіших процедур обробки зображень [9]. Хоча це може бути прийнятним для деяких людей, воно часто призводить до зображення, яке суттєво погіршується і не досягає результатів, які можна було б отримати за певних знань про основні операції системи обробки зображень.

Однією з основних проблем комп'ютерного зору є проблема класифікації зображень, яка стосується визначення присутності зорових структур у вхідному зображенні. Як відомо, класифікація зображень – це складний процес, на який може впливати багато факторів. Оскільки результати класифікації є основою для багатьох екологічних та соціально-економічних застосувань, вчені та практики докладають великих зусиль у розробці вдосконалених підходів до класифікації та методів для підвищення точності класифікації [10].

Для вирішення проблем класифікації та сегментації, було прийнято рішення використати CNN (згорткові нейронні мережі), які зараз є найпопулярнішою концепцією для побудови моделі машинного навчання, що взаємодіє із зображеннями. Запропоновані наступні архітектури CNN:

- InceptionV4 для класифікації;

- InceptionResNetV2 для класифікації;

Загалом кажучи, CNN – це глибокі нейронні мережі, що використовують згорткові шари в поєднанні з об'єднуючими шарами, які обидва використовуються для вилучення різних характеристик із вхідного зображення. Деякі архітектури згорткових нейронних мереж також мають кілька більш просунутих шарів, таких як залишковий зв'язок для Res-Nets та InceptionResNets, або конкатенація для всіх Inception-Nets.

У всіх експериментах мережа була навчена на звичайному датасеті аугментаціями. Для оцінки точності класифікатора в звичайних умовах використання, датасет був розбитий на 75/25 – навчальна і тестова вибірка відповідно. В результаті InceptionResNetV2 архітектура показала близькі до ідеалу результати в 99.2 відсотки правильних результатів

На основі класифікатора був розроблений програмний додаток з інтерфейсом для лікаря, який приймає на вхід зображення і на виході видає тип лейкоциту. Інтерфейс був зроблений за допомогою мови програмування Swift (рис 1.).

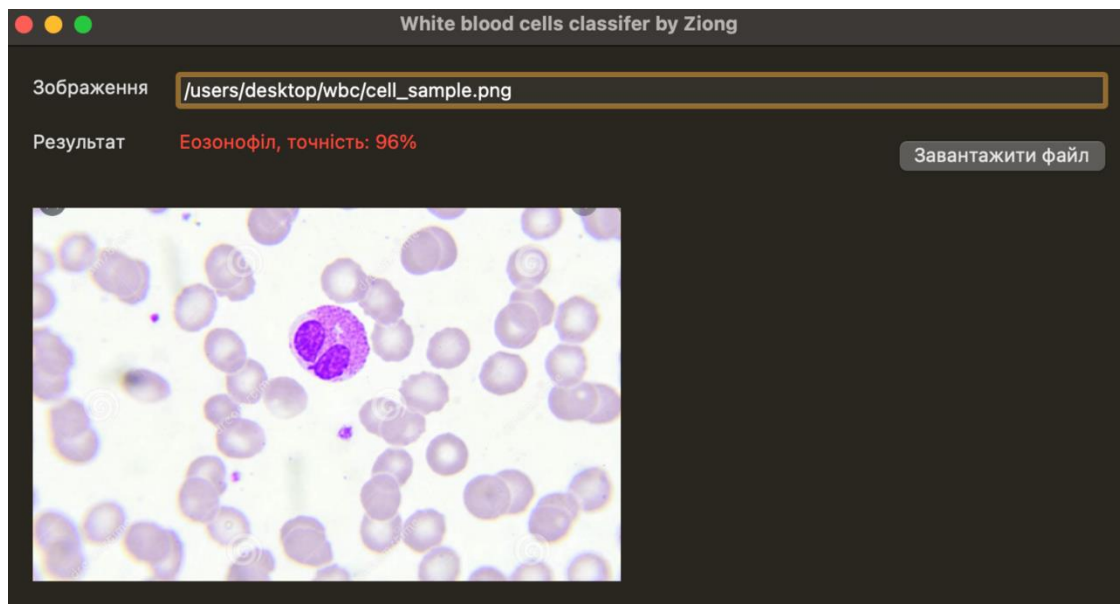


Рис. 1. Інтерфейс додатку

**Висновки.** В статті були опрацьовані літературні джерела з класифікації зображень, матеріали і методи класифікації зображень та глибинного навчання, які в подальшому використовувались в ході дослідження. Протестували найновіші архітектури згорткових нейронних мереж для класифікації зображень кров'яних тілець. InceptionResNetV2 архітектура показала найкращі результати в порівнянні з іншими архітектурами.

### Література

1. Wu H., Prasad S. Semi-Supervised Deep Learning Using Pseudo Labels for Hyperspectral Image Classification. *IEEE Transactions on Image Processing*. 2018. Vol. 27, No. 3. P. 1259–1270.
2. Rawat W., Wang Z. Deep convolutional neural networks for image classification: A comprehensive review. 2017. P. 2352–2449.
3. Roth H. R., Lu L., Liu J., et al. Improving Computer-Aided Detection Using Convolutional Neural Networks and Random View Aggregation. *IEEE Transactions on Medical Imaging*. 2016. Vol. 35, No. 5. P. 1170–1181.
4. Isin A., Ozdalili S. Cardiac arrhythmia detection using deep learning: *Procedia Computer Science*, 17. P. 268–275.
5. Ker J., Wang L., Rao J., et al. Deep Learning Applications in Medical Image Analysis. *IEEE Access*. 2017. Vol. 6. P. 9375–9379.
6. Awan A. A., Hamidouche K., Hashmi J. M., et al. S-Caffe: Co-designing MPI Runtimes and Caffe for Scalable Deep Learning on Modern GPU Clusters. *ACM SIGPLAN Notices*. 2017. Vol. 52, No. 8. P. 193–205.
7. Abadi M., Barham P., Chen J., et al. TensorFlow: A system for large-scale machine learning: *Proceedings of the 12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation, OSDI 2016*. 16. P. 265–283.

8. Cengil E., Çinar A., Güler Z. A GPU-based convolutional neural network approach for image classification: IDAP 2017 - International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium, 17.
9. Ucar A., Demir Y., Guzelis C. Moving towards in object recognition with deep learning for autonomous driving applications: Proceedings of the 2016 International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications, INISTA. 2016. 16.
10. Wang G., Li W., Zuluaga M. A., et al. Interactive Medical Image Segmentation Using Deep Learning with Image-Specific Fine Tuning. IEEE Transactions on Medical Imaging. 2018. Vol. 37, No. 7. P. 1562–1573.