

# **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ АНТРОПОМЕТРИЧНИХ ТОЧОК НА ЗОБРАЖЕННЯХ ГОЛОВИ**

Вінницький національний технічний університет;

## **Анотація**

У роботі розглянуто застосування методів машинного навчання для автоматичного виявлення та класифікації антропометричних точок на зображеннях голови. Досліджено підходи до попередньої обробки даних, вибору архітектури нейронних мереж та методів навчання моделей. Проаналізовано точність різних алгоритмів та їхню ефективність у завданнях біометричної ідентифікації та медичних досліджень.

**Ключові слова:** машинне навчання, глибоке навчання, антропометрія, біометрія, комп'ютерний зір.

## **Abstract**

The paper examines the application of machine learning methods for automatic detection and classification of anthropometric points on head images. Approaches to data preprocessing, neural network architecture selection, and model training methods are explored. The accuracy of various algorithms and their effectiveness in biometric identification and medical research are analyzed.

**Keywords:** machine learning, deep learning, anthropometry, biometrics, computer vision.

## **Вступ**

Визначення антропометричних точок на зображеннях голови є важливим завданням у біометричних дослідженнях, судовій медицині та медицині загалом. Традиційні методи виявлення базуються на ручній розмітці або використанні класичних алгоритмів комп'ютерного зору, що не забезпечують достатньої точності та швидкодії. Машинне навчання дозволяє автоматизувати цей процес та значно підвищити якість визначення ключових точок обличчя.

## **Результати дослідження**

Одним з основних підходів до вирішення завдання є використання згорткових нейронних мереж (CNN), які здатні ефективно витягати ознаки з зображень. Попередня обробка даних включає нормалізацію, масштабування та аугментацію, що дозволяє покращити генералізацію моделей. У дослідженні використовуються архітектури, такі як ResNet, EfficientNet та трансформерні моделі, які показують високі результати в аналізі зображень.

Методика навчання передбачає використання контрольованого навчання із попередньо розміченими наборами даних. Для покращення точності застосовуються методи донавчання (fine-tuning) на специфічних вибірках, а також техніки ансамблювання моделей. Оцінювання ефективності проводиться за метриками точності визначення ключових точок, такими як Mean Squared Error (MSE) та Normalized Mean Error (NME).

Однією з важливих складових є підбір та підготовка навчальних наборів даних. Використання великих та різноманітних вибірок дозволяє покращити здатність моделей до узагальнення та зменшити похибки при аналізі нових зображень. Популярні датасети, такі як 300W, AFLW та COFW, містять тисячі зображень з розміченими антропометричними точками, що дозволяє проводити ефективне навчання нейронних мереж.

Також варто відзначити значення гібридних моделей, які поєднують класичні методи комп'ютерного зору та глибокі нейронні мережі. Використання таких підходів дозволяє зменшити потребу у великих обчислювальних ресурсах та підвищити продуктивність алгоритмів у реальному часі. Наприклад, комбінація методів HOG (Histogram of Oriented Gradients) із глибокими нейронними мережами дозволяє ефективніше визначати ключові точки при різних умовах освітлення.

Важливим аспектом є адаптація моделей до роботи в реальних умовах, таких як варіації поз, міміки, наявність аксесуарів або перешкод на обличчі. Для цього використовуються методи доменного адаптування, що дозволяють переносити знання моделей, навчених на одних наборах даних, на інші вибірки без необхідності повного перенавчання. Це особливо корисно для біометричних систем, що працюють у різних середовищах, таких як камери спостереження або мобільні пристрої.

Практичне застосування таких моделей включає біометричну ідентифікацію особи, діагностику медичних станів та аналіз міміки. Висока точність та швидкодія алгоритмів дозволяють впроваджувати їх у реальному часі для інтеграції в мобільні та веб-застосунки. Також такі системи можуть використовуватися у криміналістиці для автоматичного аналізу зображень, що значно підвищує ефективність ідентифікаційних процесів.

### **Висновки**

Застосування методів машинного навчання для автоматичного визначення антропометричних точок дозволяє значно підвищити точність та швидкість аналізу зображень голови. Використання сучасних нейронних мереж у поєднанні з ефективними методами попередньої обробки та навчання забезпечує високі результати у біометричних та медичних застосуваннях.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. — MIT Press, 2016. — 800 p.
2. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. — Springer, 2006. — 738 p.
3. Zhang Z. Deep Learning-Based Face Analytics. — Springer, 2020. — 300 p.
4. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. — Springer, 2022. — 925 p.
5. Bronstein M., Bruna J., LeCun Y., Szlam A., Vandergheynst P. Geometric Deep Learning: Grids, Groups, Graphs, Geodesics, and Gauges. — Cambridge University Press, 2021. — 600 p.

**Мазур Вадим Вячеславович** – студент групи 5ПІ-21б, факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії Вінницький національний технічний університет, Вінниця, [vadummazyr0@gmail.com](mailto:vadummazyr0@gmail.com).

**Романюк Олександр Никифорович** — український науковець, доктор технічних наук, професор, відмінник освіти України, заслужений діяч науки і техніки України.

**Mazur V. V.** – student of group 5PI-21b, Faculty of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [vadummazyr0@gmail.com](mailto:vadummazyr0@gmail.com).

**Romaniuk Olexandr Nikiforovich** - Ukrainian scientist, Doctor of Technical Sciences, Professor, Excellence in Education of Ukraine, Honoured Worker of Science and Technology of Ukraine.