

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТА РЕАБІЛІТАЦІЇ РУХОВИХ РОЗЛАДІВ ВЕРХНІХ КІНЦІВОК

Андрущенко М.А.

Науковий керівник - доц. каф. БМІ Селіванова К. Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. БМІ
м. Харків, Україна

email: marko.andrushchenko@nure.ua

This article covers the development and application of markerless limb key point detection systems based on artificial intelligence technologies, with a special focus on biomedical engineering for detecting upper limb movement disorders. The main attention is focused on the problems of speed and efficiency of real-time detection systems when using on-device models on a mobile device. As an alternative, MediaPipe Hands, developed by Google, is proposed, which demonstrates the ability to identify key points of the hand in real time, indicating the wide potential of MediaPipe for integrating various artificial intelligence algorithms in mobile applications for diagnosing and analyzing motor skills.

Сучасні безмаркерні системи детекції ключових точок кінцівок, що базуються на технологіях штучного інтелекту, відзначаються широким застосуванням у науковій спільноті [1]. Прогрес у сфері штучного інтелекту та збільшення обчислювальної потужності обладнання на сучасному етапі дозволяє не тільки виконувати комплексні завдання, які включають детекцію об'єктів спеціального інтересу, ідентифікацію ключових точок цих об'єктів та аналіз отриманих даних, але й здійснювати ці процеси в реальному часі. Така можливість сприяє реалізації неінвазивного виявлення порушень рухової активності в верхніх кінцівках шляхом фіксації аномалій у моториці, що представляє значний інтерес для області біомедичної інженерії [2].

На сьогоднішній день, асортимент обладнання, здатного виконувати зазначені завдання, є вкрай різноманітним, причому графічні процесори (GPU), які використовуються для обчислень у цих задачах, продемонстрували значне зростання продуктивності в порівнянні з їхніми аналогами 2010 року. Застосування комп'ютерів як основного обчислювального ресурсу надає дві ключові переваги, які і визначають їх застосування для цих цілей:

1. Ефективність електроспоживання дозволяє забезпечити роботу на максимальній потужності на необхідний період часу.
2. Активна система охолодження мінімізує негативний вплив від перегріву компонентів комп'ютера.

3. Великий об'єм оперативної пам'яті є критично важливим для зберігання проміжних результатів обчислень, що виконуються алгоритмами штучного інтелекту.

Паралельно з цим, більшість мобільних пристроїв не володіють вказаними перевагами, що ставить перед розробниками безмаркерних систем на основі штучного інтелекту для мобільних платформ ряд фундаментальних викликів, зумовлених обмеженнями такого роду:

1. Обмежені можливості щодо споживання електроенергії, що ускладнює виконання обчислювально вимогливих операцій на тривалій час.
2. Пасивна система охолодження, яка визначає максимально можливий час ефективної роботи компонентів при високій продуктивності.
3. Обмежений обсяг оперативної пам'яті, що вимагає особливої уваги до ефективності використання ресурсів мобільного пристрою.

Ці обмеження спонукали до розробки рішень, оптимізованих для ефективної роботи на мобільних пристроях. Прикладом такого рішення є MediaPipe Hands [3], модель, яка може ідентифікувати 21 ключову точку на людській руці в режимі реального часу. Приклади тестування її роботи наведені на рис. 1.



Рис 1. Приклади роботи MediaPipe Hands на IOS

MediaPipe Hands представляє собою компонент в рамках комплексного проекту MediaPipe, розробленого та підтримуваного корпорацією Google, що спрямований на реалізацію алгоритмів штучного інтелекту на мобільних пристроях [4]. Проект охоплює широкий спектр моделей глибокого навчання, які включають, але не обмежуються, класифікацією об'єктів, сегментацією об'єктів, детекцією ключових точок обличчя та тіла, розпізнаванням мови та класифікацією звуків. Однією з унікальних

характеристик проекту є здатність інтегрувати ці моделі у єдиний потік обробки даних, формуючи таким чином гнучкий пайплайн обробки даних. Додатково, існує можливість адаптації та модифікації цих моделей для вирішення специфічних задач з використанням спеціалізованого редактора моделей.

Таким чином, застосування технології MediaPipe дозволяє досягти високої стабільності роботи на мобільних пристроях. Дана технологія дозволяє модифікувати поведінку ШІ у рамках його можливостей для швидкого та гнучкого процесу розробки методів діагностики моторики верхніх кінцівок [5], елімінуючи потребу в повторному навчанні штучного інтелекту для кожного конкретного завдання.

Список використаних джерел:

1. Селіванова К. Г. Застосування методів комп'ютерного зору для детектування динамічних характеристик рухів людини К. Г. Селіванова // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології : тези доповідей VII Міжнар. наук.-техн. конф., 17-21 травня 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т. 1. – С. 66- 67

2. Селіванова К. Г. Використання методів комп'ютерного зору для детектування рухів рук людини під час тестування у неврології / К. Г. Селіванова // Медико-психологічні аспекти реабілітації й абілітації в епоху турбулентності. Збірник наукових праць за загальною редакцією Заслуженого лікаря України, професора О.А. Панченка. 2021. Київ. КВІЦ. 420 с.– С. 277-279.

3. Research.google. (2019). On-Device, Real-Time Hand Tracking with MediaPipe. [online] Available at: <https://blog.research.google/2019/08/on-device-real-time-hand-tracking-with.html> [Accessed 4 Mar. 2024].

GitHub. (2024). *mediapipe/docs/solutions/holistic.md at master · google/mediapipe*. [online] Available at: <https://github.com/google/mediapipe/blob/master/docs/solutions/holistic.md> [Accessed 2 Mar. 2024].

4. Селіванова К. Г. Динамічне тестування рівня розвитку дрібної моторики рук у дітей дошкільного та молодшого шкільного віку / К. Г. Селіванова, Д. О. Костін // Актуальні проблеми клінічної та технологічної медицини. Збірник наукових праць за загальною редакцією Заслуженого лікаря України, професора О.А. Панченка. 2023. Київ. – С. 182-184