

СИСТЕМА ВВЕДЕННЯ ТЕКСТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПТИЧНОГО ТРЕКІНГУ КООРДИНАТ ЗІНИЦІ ОКА

Вінницький національний технічний університет

Анотація.

У роботі проведено дослідження та розробку системи безконтактного введення тексту на основі технології оптичного відстеження погляду. Досліджено методи комп'ютерного зору для детекції обличчя та точної локалізації зіниці ока в режимі реального часу. Запропоновано програмну реалізацію екранної клавіатури, що керується рухами очей та кліпанням, з використанням сучасних бібліотек обробки зображень та графічних інтерфейсів.

Ключові слова: оптичний трекінг, комп'ютерний зір, HCI, екранна клавіатура, Python, OpenCV, dlib, Tkinter.

Abstract.

This paper presents research and development of a contactless text input system based on optical eye-tracking technology. Computer vision methods for face detection and precise real-time localization of the pupil were investigated. A software implementation of an on-screen keyboard controlled by eye movements and blinking is proposed, utilizing modern image processing libraries and graphical user interfaces.

Keywords: optical tracking, computer vision, HCI, on-screen keyboard, Python, OpenCV, dlib, Tkinter.

Вступ

Розвиток технологій HCI (взаємодія людини-машини) відкриває нові можливості для створення інклюзивних інтерфейсів. Для користувачів з важкими порушеннями рухового апарату, традиційні засоби введення інформації є недоступними, через це розробка систем керування комп'ютером за допомогою погляду актуальною та незамінною.

Проблемою є створення доступного програмного забезпечення, здатного стабільно працювати зі стандартними веб-камерами без необхідності використання дорого вартісного обладнання. Вирішення цієї проблеми дозволить забезпечити безбар'єрну комунікацію для кола користувачів з розладами м'язової система, пропонуючи інструмент для набору тексту.

Результати дослідження

У результаті проведеного дослідження було спроектовано та реалізовано програму для відстеження координат зіниці ока та взаємодії з віртуальною клавіатурою. Систему розроблено мовою програмування Python, що забезпечує високу швидкість обробки даних та гнучкість інтеграції алгоритмів комп'ютерного зору [1].

Для захоплення та обробки відеопотоку в режимі реального часу використовується бібліотека OpenCV. Локалізація ключових точок обличчя (facial landmarks) та точне виділення області очей реалізовані за допомогою бібліотеки машинного навчання dlib. Це рішення забезпечує високу стійкість детекції навіть при зміні умов освітлення чи незначних нахилах голови. Координати центру зіниці визначаються алгоритмічно: шляхом переведення зображення ока у відтінки сірого, застосування порогової бінаризації та знаходження центроїда найтемнішої області контуру [2].

Користувачий графічний інтерфейс системи реалізовано за допомогою крос-платформного фреймворку Tkinter. Інтерфейс представляє собою спеціалізовану віртуальну клавіатуру зі збільшеними елементами керування, оптимізовану для введення тексту поглядом [3].

Процес взаємодії складається з двох етапів: калібрувальний процес (співставлення зіниць очей до конкретного області зчитування веб-камери) і разом з цим перевірка коректності зчитування сигналів моргання та сам ввід потрібного символу або службові клавіші. Введення символу відбувається шляхом вибору відповідного рядка віртуальної клавіатури та підтвердження дії за допомогою свідомого кліпання, після цього вибирається сторона (зліва, по центру чи з права) в залежності в якій стороні буде ближче добратися до конкретної клавіші [4]. Як тільки підсвічується потрібна буква чи символ користувач подвійним кліпком підтверджує дану літеру або символ, або чекає конкретний інтервал часу, без кліпань, для відміни натискання віртуальної клавіш клавіатури, при умові що користувач хотів натиснути на іншу літеру. Також в програмі передбачено стирання букв і повноцінних слів, переведення букв у верхній регістр, зміна мови вводу та предикативну система набору текстів (T9), для поліпшення і прискорення процесу введення слів [5].

Висновки

Проведене дослідження підтвердило ефективність використання зв'язки бібліотек OpenCV та dlib у середовищі Python для створення точних та доступних систем оптичного трекінгу. Розроблений прототип екранної клавіатури на базі Tkinter успішно виконує функцію альтернативного введення тексту в режимі реального часу, забезпечуючи стабільну конвертацію рухів очей у координати курсора.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на вдосконалення математичних моделей фільтрації шумів (наприклад, фільтра Калмана) для підвищення плавності руху курсора, а також на інтеграцію систем предиктивного введення тексту для пришвидшення швидкості друку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Al-Rahayfeh A., Faezipour M. Eye Gaze Detection Based on Computational Visual Perception and Facial Landmarks. Computers, Materials & Continua. 2021. Vol. 68, № 2. P. 2545–2561.
2. Shibikumar P., Sachu P., Rohith R., Vasumohan M. Eye Tracking Based Human Computer Interaction. International Journal of Creative Research Thoughts. 2023. Vol. 11, № 6. P. 516–521.
3. Kathpal K., Negi S., Sharma S. Eye Blink Oriented Chat for Specially Challenged People Using OpenCV Python. Global International Journal of Engineering Technologies. 2023. Vol. 9, № 2.
4. Cheng Y. et al. Automatic Gaze Analysis: A Survey of Deep Learning Based Approaches. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2024.
5. Eye Tracking, Usability, and User Experience: A Systematic Review / C. Hasse, C. Bruder et al. International Journal of Human–Computer Interaction. 2023.

Грицай Євгеній Віталійович - студент групи 2KI-226, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: secondivinity@gmail.com@gmail.com

Крупельницький Леонід Віталійович – канд. техн. наук, дипломований доцент, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: krup@vntu.edu.ua

Yevgenii Hritsai - a student of group 2KI-22b, faculty of information technologies and computer engineering, Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, e-mail: secondivinity@gmail.com@gmail.com

Leonid Krupelnitsky– candidate tech sciences, associate professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: krup@vntu.edu.ua