

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ЗІНИЦІ У ПРОСТОРІ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет;

<sup>2</sup> КЗ «ПОДІЛЬСЬКИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЛІЦЕЙ ДЛЯ ОБДАРОВАНОЇ МОЛОДІ»

### *Анотація*

*Розглянуто неінвазійні методи визначення положення зіниці у просторі, що базуються на вимірювання видимих властивостей ока, а саме зіниці, при використанні спрямованого джерела світла. Методи передбачають аналіз зображення руху очей.*

**Ключові слова:** зіниця, око, положення, простір, координати, eye-tracking.

### *Abstract*

*Non-invasive methods to determine position of the pupil, based on measuring visible properties of the pupil and direct light source are considered. The methods involve the analysis of the image of eye movement.*

**Keywords:** pupil, eye, position, space, coordinates, eye-tracking.

### Вступ

Відомо, що до 95% інформації про оточення людина отримує через зорове сприйняття шляхом аналізу зображення, і тому такий вид інформації є максимально ефективним для управління. Технологія управління зором використовується для того, щоб люди з обмеженими можливостями могли використовувати сучасні засоби і технології для спілкування, навчання і роботи з цифровими пристроями. Така система може допомогти людині у оптимізації методів управління та контролю.

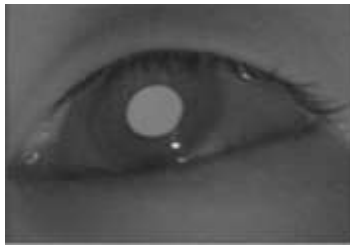
Для визначення положення зіниці використовуються два типи методів моніторингу руху очей: вимірювання положення зіниці локально відповідно до базових точок лица, вимірювання положення зіниці в просторі.

### Результати дослідження

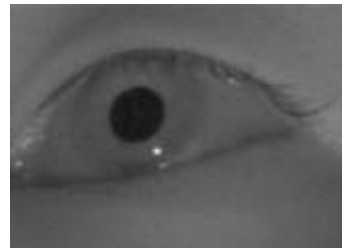
Так звані неінвазійні eye-tracker, як правило, покладаються на вимірювання видимих властивостей ока, наприклад, зіниці, межі райдужної оболонки, склери або відбиття рогівки близько розташованого, спрямованого джерела світла [1]. Такі методи передбачають аналіз зображення руху очей. Наявність апаратного забезпечення для швидкої обробки зображень полегшило розробку системних точок зору на основі відео в реальному часі.

Найбільш широко використовувани відео-трекери (eye-tracker) для очей. Камера фокусується на одному або обох очах і реєструє рух очей, коли глядач дивиться на якийсь подразнювач [2]. Більшість сучасних трекерів використовують центр зіниці та інфрачервоне або ближнє інфрачервоне неколімоване світло для створення відблисків рогівки. Вектор між центром зіниці та відбиттями рогівки ока можна використовувати для обчислення точки зору на поверхні або напрямку погляду. Проста процедура калібрування, як правило, необхідна перед тим, як користуватись засобом відслідковування.

Використовуються два загальних типи інфрачервоних та ближніх-інфрачервоних методів відстеження очей: яскраві зіниці та темні зіниці [3]. Відмінність полягає у розташуванні джерела освітлення щодо камери. При розташуванні джерела світла на оптичній осі, око діє як світловідбивач, оскільки світло відбивається від сітківки, створюючи яскравий ефект зіниці, подібний до ефекту червоних очей на фотографіях (див. рис. 1а), у випадку коли джерело освітлення зміщене від оптичної осі, то зіниця здається темною так, як відбиття від сітківки спрямоване в сторону від приймача (див рис. 1б).



а)



б)

Рисунок 1 – Зображення зіниці ока:

- а) – яскрава зіниця;
- б) – темна зіниця.

Інший, менш використовуваний метод, відомий як пасивне світло (див. рис. 2). Він використовує видиме світло для освітлення.

Інша проблема цього методу полягає в тому, що контраст зіниці менший, ніж у методах активного освітлення, тому для обчислення вектору використовується центр райдужки. Обчислення повинні бути проведені з виявленням меж райдужки і білої склери (відстеження лімбів). Це представляє ще одну проблему для вертикальних рухів очей через непрохідність повік.

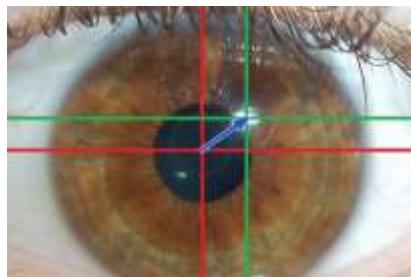


Рисунок 2 – Метод пасивне світло

## Висновки

Розглянуто властивості методів визначення положення зіниці, визначено основні переваги методів. Яскрава зіниця створює більш контрастне зображення райдужної оболонки і зіниці, забезпечуючи більш надійне відстеження очей з усією пігментацією райдужної оболонки, і значно зменшує перешкоди, спричинені віями та іншими затемнюючими характеристиками. Це також дозволяє відстежувати в умовах освітлення, від повної темряви до дуже яскравої освітленості. Використання пасивного освітлення може викликати відволікання користувачів, що приводить до зменшення точності вимірювання. Обчислення координат центра зіниці є більш трудомісткими так, як вимагають врахування значної кількості обмежень

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Eye-tracking [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Eye\\_tracking](https://en.wikipedia.org/wiki/Eye_tracking)
2. Що таке технологія eye-tracking і навіщо вона потрібна? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.imena.ua/blog/eye-tracking-technology/>
3. Eye Tracking Methodology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/220695136\\_Eye\\_Tracking\\_Methodology\\_Theory\\_and\\_Practice](https://www.researchgate.net/publication/220695136_Eye_Tracking_Methodology_Theory_and_Practice)

**Рейда Микола Олександрович** — канд. техн. наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [reyda@vntu.edu.ua](mailto:reyda@vntu.edu.ua)

Науковий керівник: **Майданюк Володимир Павлович** — канд. техн. наук, доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Рейда Микола Олександрович** — учень 10М-1 класу, КЗ «ПОДІЛЬСЬКИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЛЦЕЙ ДЛЯ ОБДАРОВАНОЇ МОЛОДІ», Вінниця, e-mail: [okashnik48@gmauk.com](mailto:okashnik48@gmauk.com)

**Oleksandr Reyda** - PhD, Associate Professor of Software department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, reyda@vntu.edu.ua

**Supervisor: Volodymyr Maidanyuk** - Ph.D. Associate Professor of Software department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Mykola Reyda** - student of 10M-1 class, KZ "PODILSKIY SCIENTIFIC AND TECHNICAL LYCEUM FOR GIFTED YOUTH", Vinnytsia, e-mail: okashnik48@gmauk.com