

УДК 004.94

## РОЗРОБКА EYE-TRACKING ОБЛАДНЯННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ОКО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ

Балихін О.В., Булас К.С.

к.т.н., доцент каф. КСУ Фомін О.О.

Одеський Національний Політехнічний Університет, УКРАЇНА

**АНОТАЦІЯ.** Запропоновано конструкцію обладнання для реєстрації руху зіниці людини у формі відеоряду. Отримані дані дозволяють будувати нелінійні динамічні моделі око-рухового апарату людини для в eye-tracking застосуваннях.

**Вступ.** У сучасному світі активно розвиваються напрями наукових і практичних досліджень, заснованих на вивченні біологічних процесів із застосуванням сучасного інформаційного обладнання, що додає актуальності цим напрямкам. Одним з таких напрямів досліджень є eye-tracking [1] – відстеження траєкторії руху ока людини із застосуванням спеціалізованого обладнання (eye-tracker).

Актуальність обраного напрямку підтверджується стрімким розвитком eye-tracking технологій та зростанням кількості розробок, представлених на ринку.

**Мета роботи** – реєстрація траєкторії руху зіниці ока людини для визначення нелінійних властивостей око-рухового апарату за допомогою розробленого eye-tracking обладнання.

**Загальна частина роботи.** Eye-tracking – це технологія, що найчастіше використовується в маркетингових дослідженнях, тестуванні usability, психології, когнітивної лінгвістики та інших напрямках [2]. Для збору даних за допомогою пристрою використовується кілька методів. Найпопулярніший – покадровий аналіз відеофайлів з подальшою обробкою. Однак, цей спосіб більш підходить для реєстрації положення зіниці, ніж для моделювання, тому не дозволяє будувати адекватні нелінійні динамічні моделі.

Принцип побудови моделей на основі відеоряду покладено в основу даної розробки. Ідея полягає в тому, що даний пристрій складається з деякого числа зовнішніх подразників (світлодіодів), на які реагує зіниця ока. При проведенні експерименту за допомогою підключеної відеокамери фіксується положення зіниці в певній кількості визначених положеннях з урахуванням зовнішніх (освітлення, час доби і т.д.) і внутрішніх (стан людини) впливів.

Запропонований в роботі eye-tracker складається з наступних елементів:

- мікропроцесорна система (МПС) Arduino Nano V3.0 AVR ATmega328P;
- блок управління (БУ) у вигляді Android-пристрою з Bluetooth-каналом передачі керуючих сигналів;
- реєструючий (відеозаписувальний) пристрій (РП);
- лазерний світлодіод, який використовується для відображення (калібрування) початкової крапки відліку (D0) на екрані РП.
- зеленого світлодіода (D0), що виступає у якості початкової крапки відліку руху зіниці;
- червоних світлодіодів (D1-D12), що виступають як подразники, на які реагує око;
- металевого кріплення, що з'єднує елементи пристрою.

Структурна схема запропонованого eye-tracker наведена на рис. 1.

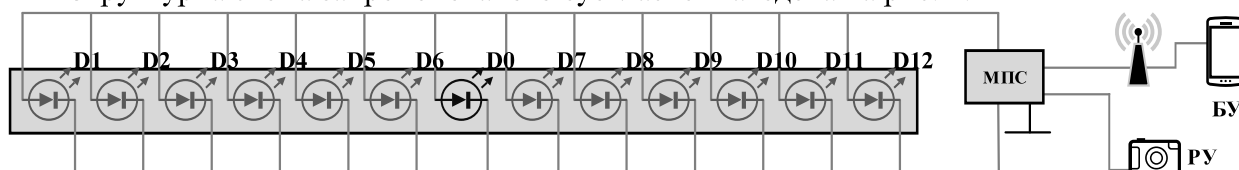


Рис. 1 – Структурна схема eye-tracker

Включення пристрою проводиться за допомогою перемикачання тумблера в режим ON. Свідченням правильності виконання дій служить загоряння червоного індикатора на корпусі

пристрою. В якості БУ виступає мобільний пристрій під управлінням ОС Android v.4.0 або вище, що підтримує бездротову технологію Bluetooth. Завдяки бездротовому зв'язку Bluetooth і програмному забезпеченню Bluetooth Electronics з окремо розробленим для управління пристроєм програмним модулем, попередньо завантаженому у БУ, проводиться підключення блоку управління безпосередньо до мікропроцесорної системи Arduino. Для проведення експериментів необхідна наявність додаткового пристрою РП (в простішому випадку – додаткового мобільного телефона з відеокамерою), який виступає в ролі відеозаписувального пристрою.

У початковому стані пристрою світлодіоди D0-D12, а також лазерний модуль (якщо він не був включений в ручному режимі до початку експерименту), знаходяться в вимкненому стані. Для проведення експериментів слід за допомогою повзунка вибрати необхідний режим роботи. Спочатку повзунок встановлено в положення D2, що відповідає виконанню найпростішої програми управління світлодіодами D0-D12 (рис.2).

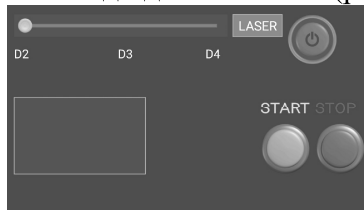


Рис. 2 – Екран модулю управління

Програмне забезпечення налаштоване таким чином, що під час проведення експерименту повторення заданого алгоритму відбувається 3 рази. Це необхідно для того, щоб зменшити рівень ймовірної похибки, а також скласти найбільш адекватну модель поведінки зіниці ока людини в однакових умовах.

При проведенні експерименту по черзі спалахують світлодіоди, зазначені за заданим алгоритмом. Після відпрацювання алгоритму пристрій переходить в стан зупинки. Світлодіоди підключаються до цифрових портів на платі за допомогою з'єднувальних дротів.

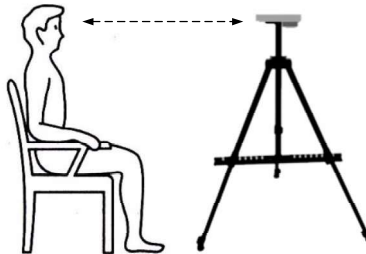


Рис. 3 – Схема проведення експерименту

При проведенні експериментів з використанням відеореєструючого пристрою обладнання розташовується на відстані 25-50 см від очей піддослідного (рис.3).

**Виводи.** Представлений пристрій eye-tracker використовується для реєстрації траєкторії руху зіниці ока з урахуванням часової складової. Завдяки запропонованому пристрою є можливість побудови адекватних нелінійних динамічних моделей око-рухового апарату людини, які може бути використаний у галузях медицини, управління, індустрії розваг тощо.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fomin O.O., V.D. Pavlenko, A.N. Fedorova, M.M. Dombrovskiy. Identification of Human Eye-Motor System Base on Volterra Model друк Herald of the National Technical University «KhPI». Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU «KhPI». – 2016. – No. 21 (1193). – P. 74 – 85.
2. Fomin O., Masri M., Pavlenko V., Fedorova A. Method and Information Technology for Constructing a Nonparametric Dynamic Model of the Oculomotor System – EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. – 2015. – №2/9(74). – С. 64-69. – DOI: 10.15587/1729-4061.2015.41448