

Программное обеспечение для регистрации движения глаз

Я. Ю. Миняйло¹, А. Ю. Комаровский², А. Х. Крымшамхалов³

Разработано программное обеспечение для детектирования зрачка на видеозаписи движения глаз. Реализовано два метода: детектирование кругов и детектирование эллипсов. Реализован метод калибровки по размеру радужки.

Ключевые слова: видеоокулограф, распознавания положения зрачка, вертикального и горизонтального смещения зрачка, библиотеки компьютерного зрения OpenCV.

1. Введение

Изучение реакции глаз в ответ на различные внешние стимулы, такие как движение головы, оптокинетическая стимуляция, гальваническая стимуляция, лежит в основе построения моделей вестибулоокулярного рефлекса [4]. Для отслеживания движений глаз чаще всего используется видеоокулограф [5]. Большинство систем видеоокулографии имеют встроенное программное обеспечение, которое по видеозаписи движения глаз определяет вертикальное, горизонтальное и торсионное вращения глаза. Однако встроенные алгоритмы бывают недостаточно точными.

Работа посвящена созданию программного обеспечения для вычисления вертикального и горизонтального смещения зрачка глаза. Торсионное вращение глаза – вращение вокруг зрительной оси, в данной работе не учитывается.

2. Основные понятия и формулировка результата

Способ детектирования изменения положения зрачка основан на анализе изображения глаза с помощью библиотеки компьютерного зрения

¹Миняйло Яна Юрьевна — аспирантка факультета космических исследований МГУ им. Ломоносова, e-mail: minyailo_yana@mail.ru.

Minyaylo Yana Yurevna — graduate student, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Space Research.

²Комаровский Александр Юрьевич — студент 4 курса факультета космических исследований МГУ имени М. В. Ломоносова, e-mail: alexfeed1407@gmail.com.

Komarovskiy Aleksandr Yurevich — forth year student, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Space Research.

³Крымшамхалов Ахмат Хамзатович — студент 4 курса факультета космических исследований МГУ имени М. В. Ломоносова, e-mail: akhmatkrym@gmail.com.

Krymshamkhalov Akhmat Khamzatovich — forth year student, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Space Research.

OpenCV. Видеоизображение, получаемое с камеры окулографа, передается на компьютер, где отображается графически, сохраняется и анализируется.

Для распознавания положения зрачка глаза на каждом кадре видеоряда используются методы библиотеки компьютерного зрения OpenCV [2, 6]. Зрачок человека в норме круглый, и для его распознавания применяется градиентный метод Хафа (Hough gradient method). Первым шагом детектирования является обнаружение границ объектов на изображении. Оператор Собеля дает оценку амплитуды и направления вектора градиента в каждой точке. Путем движения в направлении вектора градиента определяется усредненное положение центра. Путем варьирования вдоль третьего параметра (радиуса окружности) определяется значение радиуса. Для минимизации ошибки определения координат центра круга и его радиуса при анализе изображения. Также для уменьшения ложного детектирования круглых объектов производится настройка яркости и контрастности изображения. В норме, глаз человека может поворачиваться на достаточно большие углы. Из-за чего иногда круглый зрачок проецируется на плоскость матрицы камеры как эллипс. Исходя из этого была выбрана функция поиска контуров на изображении (`findContours`), а затем функция `fitEllipse`, которая позволяет детектировать эллипсы [3]. По полученным координатам центра зрачка, строятся графики изменения положения зрачка относительно первоначального положения. Для сглаживания графиков движения зрачка используется фильтр Калмана, позволяющий фильтровать ошибки, возникающие из-за возможной неточности нахождения центра зрачка [1].

Для пересчета получаемых координат глаза в угол поворота в программном обеспечении реализована ручная калибровка диаметра радужки [4]. Диаметр радужки неизменен и равен 12 миллиметров. Отмечая на первом кадре ручную границы радужки, мы можем пересчитать пиксели изображения в миллиметры. А затем смещения по вертикали и горизонтали из миллиметров в градусы, считая радиус глазного яблока постоянным.

В результате проделанной работы создано программное обеспечение, которое на данном этапе позволяет определять угол поворота глаза в вертикальной и горизонтальной плоскости.

Список литературы

- [1] Andrews A., Mohinder S. Grewal, "Kalman Filtering: Theory and Applications", 1985, 600.
- [2] Bradski G., Kaehler A., "Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library", *O'Reilly Media*, 2017, 1024.

- [3] Pillingworth J., Kittler J., Yuen H., “Ellipse detection using the Hough transform”, 1988, 265.
- [4] Kaspransky R.R., Kruchinina A.P., Minyaylo Y.Y., “Model of the extraocular muscles control by information from vestibular system”, *Biomechanics 2020 International Conference of the Polish Society of Biomechaniks*, 2021, 82-83.
- [5] Барабанщиков В. А., Жегалло, А. В., “Методы регистрации движений глаз: теория и практика”, *Электронный журнал «Психологическая наука и образование»*, **5** (2010), 241-251.
- [6] *Документация к библиотеке компьютерного зрения OpenCV: официальный сайт.*, 2021

CSoftware for registering eye movement

Minyaylo Y. Y., Komarovskiy A. Y., Krymshamkhalov A. K.

Software for the pupil detection on the video recording of eye movement has been developed. Two methods are implemented: circle detection and ellipse detection. The method of calibration by the size of the iris is implemented.

Keywords: video oculograph, recognition of pupil position, vertical and horizontal pupil displacement, OpenCV computer vision libraries.

References

- [1] Andrews A., Mohinder S. Grewal, “Kalman Filtering: Theory and Applications”, 1985, 600
- [2] Bradski G., Kaehler A., “Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library”, *O’Reilly Media*, 2017, 1024
- [3] Pillingworth J., Kittler J., Yuen H., “Ellipse detection using the Hough transform”, 1988, 265
- [4] Kaspransky R.R., Kruchinina A.P., Minyaylo Y.Y., “Model of the extraocular muscles control by information from vestibular system”, *Biomechanics 2020 International Conference of the Polish Society of Biomechaniks*, 2021, 82-83
- [5] Barabanshchikov V. A., Zhegallo, A.V., “Methods of registering eye movements: theory and practice”, *Electronic journal "Psychological science and education"*, **5** (2010), 241-251 (In Russian)
- [6] *Documentation for the OpenCV Computer vision library: official website.*, 2021 (In Russian)