Научная статья
Original article
УДК 004.942

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПУЛЬСА ПО ВИДЕОПОТОКУ

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR MEASURING PULSE BY VIDEO STREAM

Коломыцев Александр Сергеевич, студент Балтийский федеральный университет Им. И. Канта (236041 Россия, г. Калиниград, ул. Александра невского, д. 14), тел. 8(963)268-55-54, tzhz@mail.ru
Вердиев Орхан Ровшанович, студент Балтийский федеральный университет Им. И. Канта (236041 Россия, г. Калиниград, ул. Александра невского, д. 14), тел. 8(913)039-86-98, orhan-rv@mail.ru

Kolomytsev Alexander Sergeevich, student of the Baltic Federal University. I. Kant (236041 Russia, Kaliningrad, Alexander Nevsky St., 14), tel. 8(963)268-55-54, tzhz@mail.ru
Verdiev Orkhan Rovshanovich, student of the Baltic Federal University. I. Kant (236041 Russia, Kaliningrad, Alexander Nevsky St., 14), tel. 8(913)039-86-98, orhan-rv@mail.ru

Аннотация. Для автоматизации работы по сбору физических показателей человека рассматривается возможность сбора информации о пульсе через видеопоток. В данной статье описывается процесс создания системы, которое поможет людям в сфере здравоохранения.

Annotation. To automate the work on collecting physical indicators of a person, the possibility of collecting information about the pulse through a video stream is considered. This article describes the process of creating a system that will help people in the field of healthcare.

Ключевые слова. фотоплетизмография; оксигемоглобин; волны майера; API; базы данных; система.

Keywords. photoplethysmography; oxyhemoglobin; mayer waves; API; Database; system.

Человек живет благодаря циркуляции крови в организме. В этом нам помогают кровеносные сосуды. Для анализа состояния сосудов и капилляров был разработан метод фотоплетизмография.

Метод разработанный еще в 1930 годы [5] основан на измерении оптической плотности метод непрерывной графической регистрации изменений объёма, отражающих динамику кровенаполнения сосудов исследуемых органов, части тела человека или животного. Объясним более понятно метод фотоплетизмографии основан на том принципе, что кровь поглощает свет больше, чем окружающие ткани, поэтому изменения объема крови соответственно влияют на пропускание или отражение.

Применение фотоплетизмографии включает в себя:

- мониторинг насыщения кислородом (пульсовая оксиметрия);
- частоты сердечных сокращений (ЧСС);
- частоты дыхания (ЧД);
- артериального давления;
- сердечного выброса;
- оценку вегетативных функций;
- выявление заболеваний периферических сосудов.

Для фотоплетизмографии всегда был необходимо проводить с использованием специальных источников света и, как правило, с красной и/или инфракрасной (ИК) длиной волны. Но в 2008 году было доказано, что

для проведения фотоплетизмографии не обязательно использовать особое освещение данные могут быть измерены на человеческом лице с нормальным окружающим освещением в качестве источника.

Благодаря этому исследованию стало понятно, что измерить пульс человека можно и при дневном свете, соответственно можно разработать, которая определяет частоту сердечных сокращений человека с помощью обычной веб-камеры или сетевой IP-камеры [6].

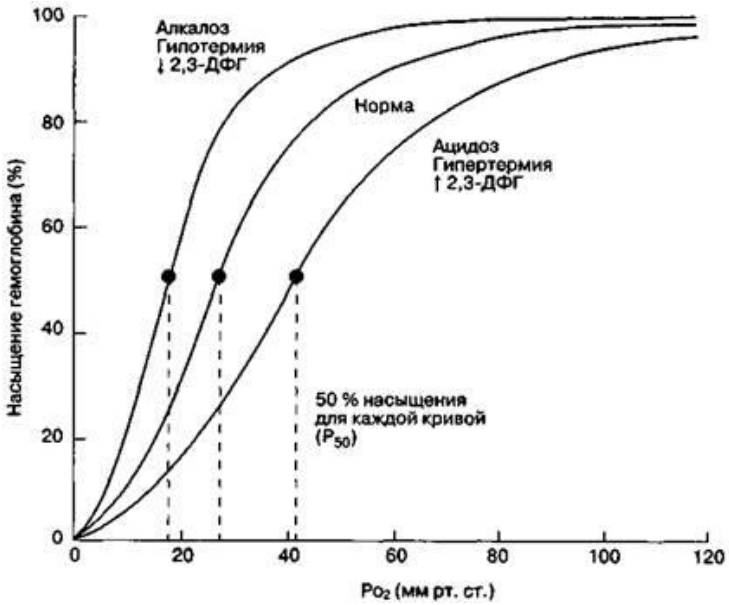
Перед началом разработки, нужно проверить действительно ли работает определение пульса через камеру.

Для проведения исследования были использованы:

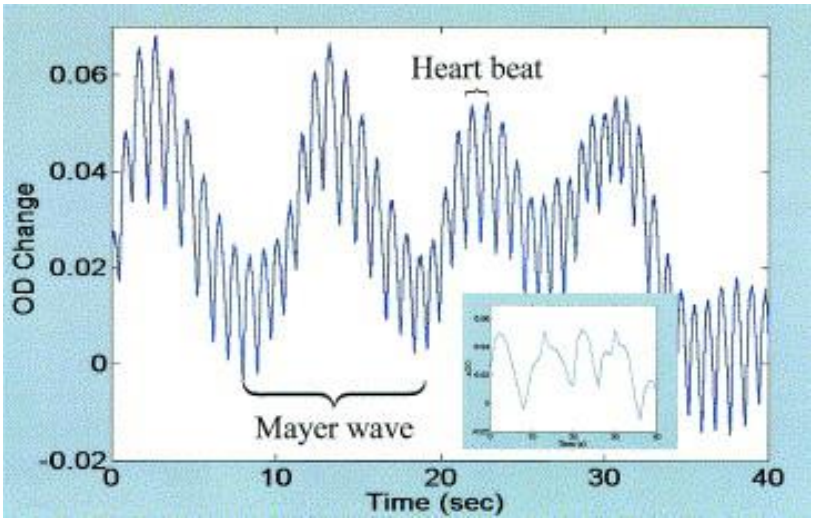
1. библиотека с открытым доступом OpenCV, которая определения местоположение лица человека, а затем изолирует область лба;
2. камера, снимающая человека в реальном времени.

Чтобы мы смогли высчитать пульс человека необходимо получать физиологические сигналы. В нашей работе мы работаем с оксигемоглобином и волнами Майера. Физиологические данные могут быть оценены, благодаря характеристикам оптического поглощения.

Оксигемоглобин - гемоглобин, соединенный с кислородом, переносит кислород от органов дыхания к тканям [1]. Кривая диссоциации оксигемоглобина смещается вправо при увеличении температуры тела, повышении содержания CO2 в крови.



Волны Майера - быстрые колебания артериального давления и сердечного ритма. У человека частота этих колебаний составляет около 0,1 Гц, то есть приблизительно шесть раз в минуту. Экспериментальные исследования показывают, что амплитуда волн Майера возрастает при активации симпатической нервной системы [3].



После оценки частоты сердечных сокращений пользователя также вычисляется изменение фазы в реальном времени, связанное с этой частотой. Это позволяет усилить сердцебиение при рендеринге кадра постобработки, в результате чего выделенное место на лбу пульсирует синхронно с собственным сердцебиением пользователя.

При проведении исследования были выявлены следующие утверждения:

Для того чтобы распознать расположение лба и считать данные с его площади, необходимо специальное положение камеры.

Второе, необходимо качественное освещение. Так как при изменении света на анализируемом участке лица во время изменения наклона головы, системе приходится начинать анализировать данный участок заново, в результате чего появляется пауза до выдачи нового результата.

После проведенного исследования был понятен результат. При хорошем освещении и минимальном шуме из-за движения стабильное сердцебиение может быть выделено за 15 секунд анализа видео потока.

Изучив языки программирования для разработки было принято решение выбрать язык Phyton по следующим причинам:

- это универсальный язык программирования;
- Python поддерживает такие парадигмы программирования, как: структурное, объектно-ориентированное, функциональное, императивное и аспектно-ориентированное.
- в языке есть динамическая типизация, автоматическое управление памятью, полная интроспекция, механизм обработки исключений, поддержка многопоточных вычислений и удобные высокоуровневые структуры данных.

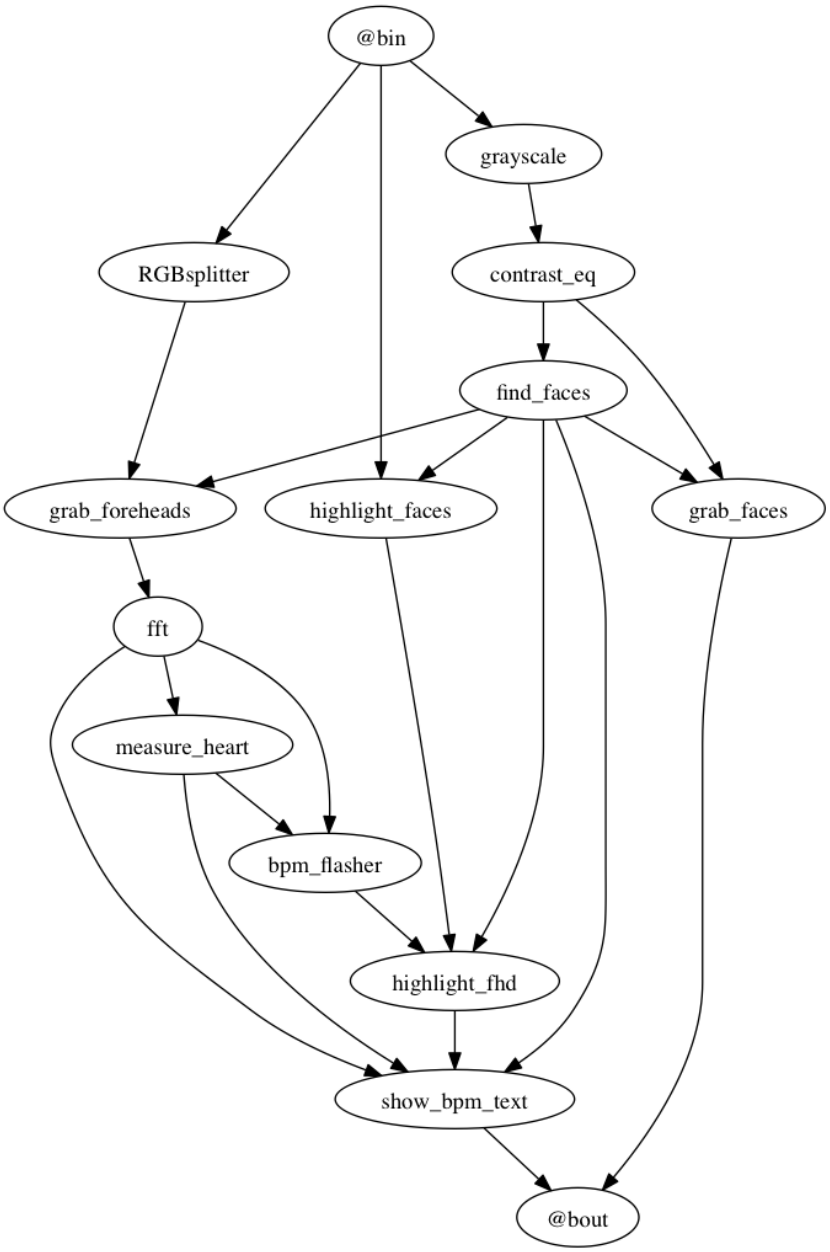
Для хранения получаемых данных была выбрана база данных SQL. В SQL есть много доступных инструментов для взаимодействия с фреймворками серверных приложений [3]. Также в ней есть библиотеки для взаимодействия с клиентской частью напрямую. Еще одним плюсом при выборе этой базы данных служит, то что она популярна при разработке и хорошо зарекомендована в различных проектах.

Взаимодействие с данными из базы данных будет реализовано благодаря API-серверу. Для того чтобы сервер работал и функционировал правильно необходимо чтобы он соответствовал REST.

Как упоминалось ранее для нашей системы использовалась библиотека OpenCV. Это открытая библиотека для работы с алгоритмами компьютерного зрения, машинным обучением и обработкой изображений [4]. Данная библиотека была выбрана по нескольким причинам:

- Большое сообщество – данную библиотеку для Python, JavaScript, Ruby и других языков программирования используют по всему миру;
- Имеет бесплатный доступ;
- OpenCV содержит в себе более 2500 инструментов и алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения.
- Высокая скорость работы.
- Возможность работы в реальном времени

Общий порядок потока данных/выполнения для обработки сигналов в реальном времени выглядит следующим образом:



Когда мы знаем какие данные нам нужны, мы можем собрать их благодаря библиотеки OpenVC. Далее в API сервер мы передаем поток видео по специальной ссылке и в специальном формате. После получения данных происходит их обработка и вычисление, а затем распознанный пульс записывается в базу данных на момент времени записи.

Данная система может быть применена не только в медицинской области при проведении обследований. Также данную систему можно внедрять в различные предприятия, для отслеживания физического состояния сотрудника и анализа его физической нагрузки.

Список литературы:

1. Проссер Л., Браун Ф., Сравнительная физиология животных, пер. с англ., М., 1967, с. 238—79; Коржуев П. А., Проблема оксигенации гемоглобина, «Успехи физиологических наук», 1973, т. 4, № 3.
2. Дейт, К. Дж. SQL и реляционная теория. Как грамотно писать код на SQL / К.Дж. Дейт. - М.: Символ-плюс, 2017. - 480 с
3. Claude Julien. The enigma of Mayer waves: Facts and models (2005).
4. Официальный сайт OpenCV// https://opencv.org/
5. А. Б. Герцман и С. Р. Спилман, "Наблюдения за импульсом объема пальца, записанным фотоэлектрически", Am. Дж. Физиол. 119, 334–335 (1937).
6. Вим Веркруйссе, Ларс О. Сваасанд и Дж. Стюарт Нельсон. Дистанционная плетизмографическая визуализация с использованием окружающего света. 2008 г., 21434-21445.
7. Кларк, Стивен Измерение удобства использования API. Доктор Добб (2004)
8. БУХАРОВ Т.А., НАФИКОВА А.Р., МИГРАНОВА Е.А. Обзор языка программирования PYTHON и его библиотек (рус.) // COLLOQUIUM-JOURNAL. — 2019.
9. Кузнецов С. Д. Основы баз данных. — 2-е изд. — М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. — 484 с
10. Дейт, Дата в базе данных: Письма 2000–2006 гг. - Апресс, 2006. - 566 с.

Reference

1. Prosser L., Brown F., Comparative animal physiology, trans. from English, M., 1967, p. 238-79; Korzhuev P. A., The problem of oxygenation of hemoglobin, "Advances in physiological sciences", 1973, vol. 4, no. 3.
2. Date, K. J. SQL and relational theory. How to write SQL code correctly / K.J. Data. - M.: Symbol-plus, 2017. - 480 s
3. Claude Julien. The enigma of Mayer waves: Facts and models (2005).

4. OpenCV official website// https://opencv.org/
5. A. B. Hertzman and C. R. Spealman, “Observations on the finger volume pulse recorded photo-electrically,” Am. J Physiol. 119, 334–335 (1937).
6. Wim Verkruysse, Lars O Svaasand, and J Stuart Nelson., Remote plethysmographic imaging using ambient light., 2008, 21434-21445.
7. Clarke, Steven Measuring API Usability. Dr. Dobb's (2004)
8. T. A. Bukharov, A. R. Nafikova, and E. A. Migranova, Acoust. Overview of the PYTHON programming language and its libraries (Russian) // COLLOQUIUM-JOURNAL. — 2019.
9. Kuznetsov S. D. Bases of databases. - 2nd ed. - M .: Internet University of Information Technologies; BINOMIAL. Knowledge Laboratory, 2007. - 484 p.
10. Date, C. J. Date on Database: Writings 2000–2006. - Apress, 2006. - 566 p.

© Коломыцев А.С., Вердиев О.Р., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №7/2022.

Для цитирования: Коломыцев А.С., Вердиев О.Р. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПУЛЬСА ПО ВИДЕОПОТОКУ // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №7/2022.