

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА НА ОСНОВЕ СМАРТФОНА

Е.А. Зрюмов, П.А. Зрюмов, Р.В. Кадиров

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Статья посвящена описанию процесса разработки программного обеспечения, позволяющего с помощью видеокамеры смартфона производить измерение сердечного ритма.

Ключевые слова: смартфон, видеокамера, сердечный ритм.

На данный момент существует много способов измерения сердечного ритма человека, в том числе при помощи метода пальпации (ручного), электрокардиографа, монитора сердечного ритма или пульсометра. Для любителей активного образа жизни, и для тех, у кого нет под рукой специального устройства для слежения за пульсом, актуальным является способ измерения при помощи камеры смартфона.

Целью данной работы является разработка средства для измерения сердечного ритма на основе смартфона.

В рамках достижения этой цели на первом этапе работы было рассмотрено, что же такое сердце, исследованы его основные параметры, самым доступным для измерения является пульс.

В связи с этим был проведен аналитический обзор приборов для измерения сердечного ритма, выявлены их достоинства и недостатки (рисунок 1).

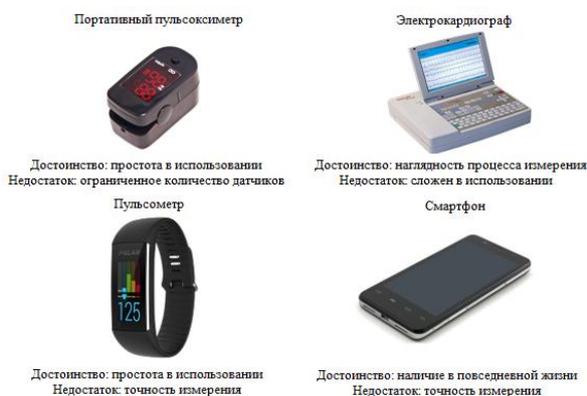


Рисунок 1 – Приборы для измерения сердечного ритма

Измерение пульса, используя смартфон, производится следующим образом: палец прикладывается к камере, включается вспышка и камера регистрирует пульсацию крови по сосудам, создаваемую биениями сердца [1].

Далее, в ходе обзора, были рассмотрены три существующих алгоритма для измерения сердечного ритма человека [2]. Информация, обрабатываемая алгоритмами, имеет вид, представленный на графике, где по оси ординат отображены средние значения красной компоненты, а по оси абсцисс порядковые номера кадров.

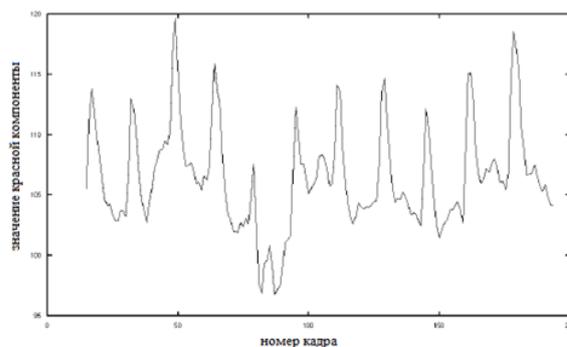


Рисунок 2 – График изменения сигнала от номера кадра при частоте пульса 112 уд/мин

В двух из трех рассмотренных алгоритмов расчет частоты сердечных сокращений ведется по формуле $n \cdot 60 / l$, где n – количество пиков, l – длина окна в секундах. В третьем рассмотренном алгоритме расчет пульса производится по формуле $\frac{\text{frame_rate} - 60}{\text{mean}}$, где frame_rate – частота кадров исходного видеофайла, mean – среднее значение разностей между соседними пиками из набора с

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2016

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА НА ОСНОВЕ СМАРТФОНА

наименьшим значением дисперсии расстояний. По похожим алгоритмам построены приложения, интерфейсы которых представлены на рисунке 3 [3, 4, 5].

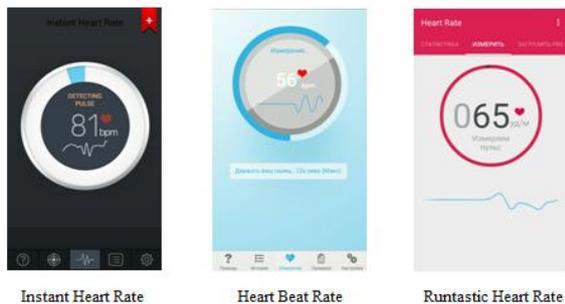


Рисунок 3 – Приложения для измерения сердечного ритма, опубликованные в Google Play маркете

Наиболее точным является Instant Heart Rate, его относительная погрешность составляет порядка 10%.

Погрешность в 10% является слишком большой для контроля над нормальной работоспособностью сердца, поэтому было разработано техническое задание на проект под названием «Измерить пульс».

Основная цель проекта – предоставить пользователям простой способ измерения сердечного ритма, требующий наличия только смартфона с камерой и вспышкой. Приложение должно обладать высокой точностью среди аналогов, а так же быть простым в обращении.

Для реализации приложения была выбрана операционная система Android, как наиболее распространенная среди пользователей смартфонов, а языком программирования Java, как наиболее адаптированный для взаимодействия с операционной системой Android. Блок-схема алгоритма по набору значений R компоненты изображения для расчета пульса приведена на рисунке 4. Отличием от уже используемых алгоритмов является не подсчет количества периодов, а анализ квазипериодов на определенном временном интервале.

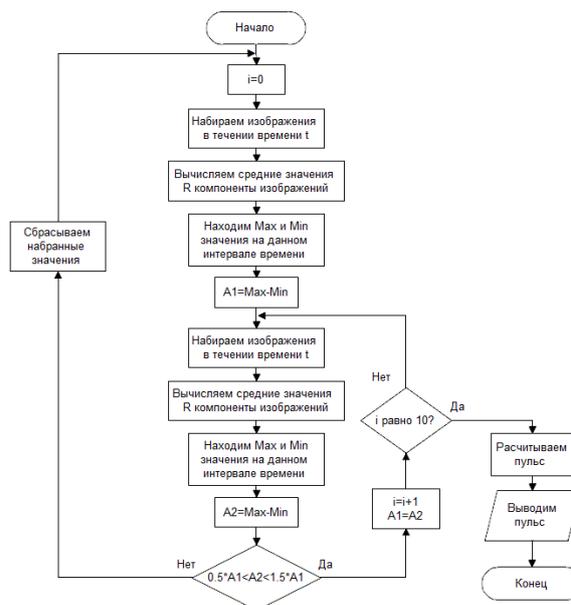


Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма по набору значений R компоненты изображения для расчета пульса



Рисунок 5 – Интерфейс разработанного приложения для ОС Android

Для реализации списка измерений пульса, отраженного в окне событий была создана реляционная база данных SQLite [6].

При проведении экспериментальных исследований по измерению пульса на интервале от 40 до 150 ударов в минуту, была получена относительная погрешность равная четырём процентам. Оценка погрешности проведена при помощи сравнения приложения с методом пальпации.

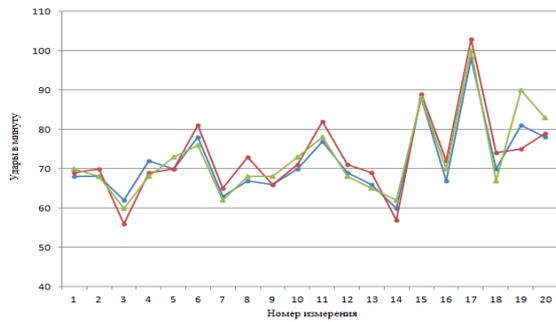


Рисунок 6 – Графики измерений: красный – при помощи смартфона, синий – метод пальпации, зеленый – при помощи смартфона (аналог)

Относительная погрешность при измерении пульса составила 4%.

Выводы

В ходе работы разработан новый алгоритм, создано приложение для измерения сердечного ритма для операционной системы Android и проведено его экспериментальное исследование. Приложение позволяет с погрешностью не более 4% измерять пульс человека, что ниже погрешности аналогичных приложений, представленных на рынке. Дальнейшим направлением по усовершенствованию приложения является его адаптация

под различные разрешения экрана смартфонов и различные разрешения видекамеры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dantu R. Measuring Vital Signs Using Smart Phones: Ph. D. thesis. University of North Texas, 2010.
2. Лаурэ, Д.А. Разработка алгоритма измерения частоты пульса человека с помощью камеры мобильного телефона / Д.А. Лаурэ, Н.С. Лагутина, И.В. Парамонов // Моделирование и анализ информационных систем. – Ярославль: Изд-во, ЯГУ, 2014. – №4. – С. 91-103.
3. Heart Beat Rate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.bio2imaging.HeartBeatRate>.
4. Instant Heart Rate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=si.modula.android.instantheartrate>.
5. Runtastic Heart Rate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.runtastic.android.heartrate.lite>.
6. Зрюмов, Е.А. Базы данных для инженеров / Е. А. Зрюмов, А. Г. Зрюмова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2010. – 131 с.

Зрюмов Евгений Александрович – к.т.н., доцент, тел.: (3852) 29-09-13, e-mail: e.zrumov@mail.ru;
Зрюмов Павел Александрович – к.т.н., доцент;
Кадилов Роман Вениаминович – бакалавр.