



1. Meerwaldt R., Graaff R., Oomen P. H. N. et al, Simple non-invasive assessment of advanced glycation endproduct accumulation // Diabetologia 2004, v. 47, 1324 – 1330.

2. Mulder D.J., van Haelst P.L., Graaff R., et al. Skin autofluorescence is elevated in acute myocardial infarction and is associated with the one-year incidence of major adverse cardiac events // Netherlands Heart Journal 2009 v. 17(4), 162 – 168.

3. Папаян Г.В., Петрищев Н.Н., Крылова Е.В. и др. Метод оценки биологического возраста кожи с помощью флуоресцентного мультиспектрального видеодерматоскопа // Оптический журнал, 2010, т. 77, № 2, с. 60 – 67.

4. Kornilin D.V., Grishanov V.N., Zakharov V.P., Burkov D.S. Portable fluorescence meter with reference backscattering channel. Proc. SPIE, 2016; 9961. 99610C: 1-8. doi:10.1117/12.2237135.

5. Павловская Т.А., С#. Программирование на языке высокого уровня. Учебник для вузов. СПб. Питер, 2009. - 432 с: ил.

6. Петри А., Сэбин К. Наглядная медицинская статистика. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 172 с.

З.М. Гизатуллин, А.О. Архипов

ОРИГИНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НОСИМОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

(Казанский национальный исследовательский технический
университет имени А.Н. Туполева – КАИ)

В настоящее время носимая электроника (смартфоны, планшеты, умные часы, фитнес браслеты и т.п.) получили широчайшее распространение. При этом, еще более быстрее расширяется их функциональность, которая в основном обеспечивается за счет большого количества разных встроенных датчиков.

Целью данной работы является анализ возможностей встроенных в носимые электронные средства датчиков и выработка предложений по их оригинальному применению для мониторинга параметров здоровья человека.

Наиболее распространенными датчиками, встроенными в носимую электронику являются: акселерометр, гироскоп, датчик сердцебиения [1, 2].

Акселерометры измеряют ускорение устройства – вес на единицу массы по отношению к силе тяготения Земли на уровне моря. Существует множество типов акселерометров: оптические, магнитно-индукционные, лазерные и др. Современные портативные устройства обычно оснащаются акселерометрами на основе микроэлектронных механических систем (МЭМС).

Характеристики акселерометров:

- количество осей: количество осей ускорения в евклидовом пространстве, по которым акселерометр измеряет ускорение. Для двухмерного позиционирования достаточно двух осей; акселерометр выдает значения ускорения по



осям x и y . Для трехмерного позиционирования нужны три оси; акселерометр выдает значения ускорения по осям x , y и z ;

- максимальный диапазон: диапазон между максимальным и минимальным измеряемыми значениями ускорения. Обычно это ± 2 g, ± 4 g, ± 6 g или даже ± 24 g;
- чувствительность: насколько сильно изменяется выходной сигнал акселерометра при заданном изменении ускорения;
- частота дискретизации выходных данных: частота замеров ускорения;
- диапазон рабочих температур: при какой температуре акселерометр может выдавать достоверные данные. Для МЭМС акселерометров, используемых в портативных устройствах, диапазон рабочих температур обычно составляет от -40 до $+85$ градусов по Цельсию.

Современные MEMS-гироскопы устроены идентично акселерометрам. В них значения ускорений по осям пересчитываются в значения углов поворота – конструкция примерно та же, но на выходе другая величина [3]. Гироскоп измеряет угловую скорость и вращательное движение, могут быть механическими и оптическими. Единицей измерения является рад/с.

Технические характеристики МЭМС-гироскопов:

- диапазон(от ± 50 град/с до ± 20000 град/с);
- чувствительность: насколько сильно изменяется выходной сигнал;
- тип выхода (аналоговый, постоянный);
- частота дискретизации данных;
- погрешность измерения;
- рабочая температура(от -40 до 105 градусов по Цельсию).

Многие современные устройства имеют датчик измерения пульса, или же датчик сердцебиения, устройство которого может различаться [4]. Оптический – это самый распространённый способ измерения пульса с точки зрения массового применения. Сужение и расширение сосуда под действием артериальной пульсации кровотока вызывают соответствующее изменение амплитуды сигнала, получаемого с выхода фотоприемника. Самые первые устройства были применены в клинике и измеряли пульс с пальца в режиме просвета или отражения. Форма пульсовой кривой повторяет реограмму.

Возможности представленных выше датчиков далеко не исчерпываются только теми задачами, которые уже решаются на сегодняшний день. Концептуально рассмотрим возможное их оригинальное применение.

Стандартный датчик для измерения пульса можно применить для измерения насыщенности кислородом крови, так называемой пульсоксиметрии [4]. Стандартный пульсоксиметр имеет периферический датчик, в котором находится источник света двух длин волн – 660 нм («красный») и 940 нм («инфракрасный»). Степень поглощения зависит от того, насколько гемоглобин крови насыщен кислородом (каждая молекула Hb способна присоединить максимум 4 молекулы кислорода). Фотодетектором регистрируются изменения цвета крови в зависимости от этого показателя. То есть, стоит только лишь изменить длину



волны обычного пульсометра и можно измерить насыщенность крови кислородом. Это важно для выявления таких болезней как: анестезиология; хроническая обструктивная болезнь лёгких; саркоидоз; туберкулёз [5]. Так же от насыщенности крови кислородом зависит работоспособность человека.

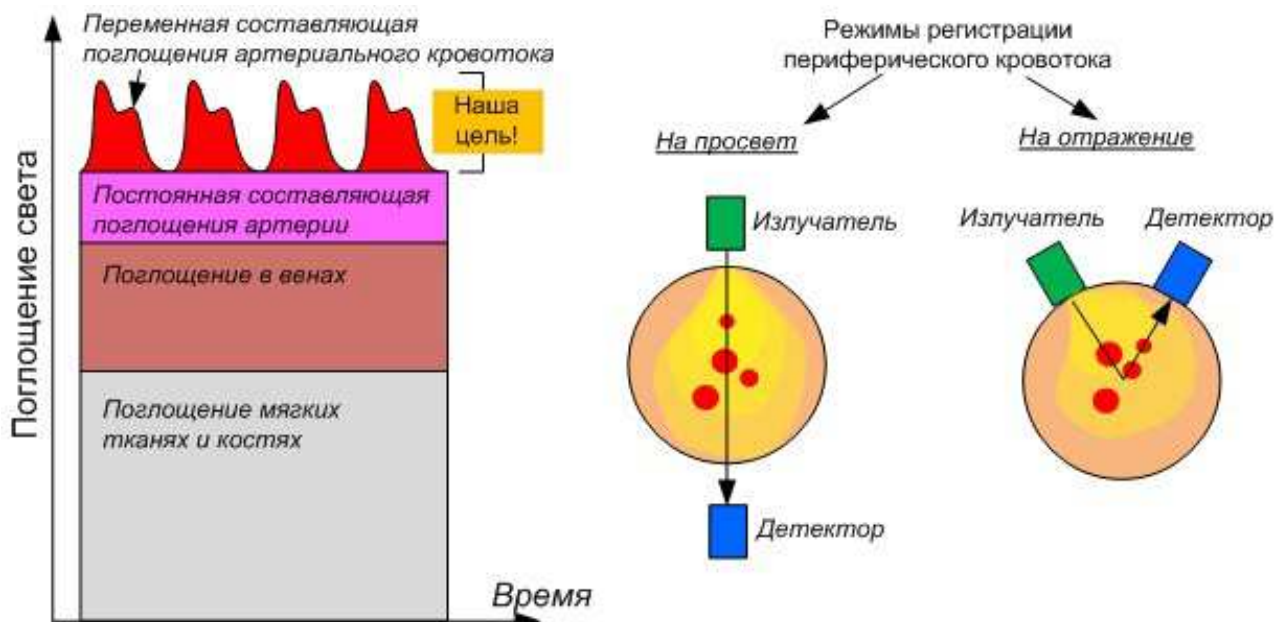


Рис. 1. Оптический принцип измерения пульса

Если встроенный в портативное устройство датчик позволяет работать в инфракрасном диапазоне, то данный световой диапазон позволяет «просвечивать» человеческое тело в 10 раз глубже, чем в случае с обычным датчиком. В результате с помощью такого датчика можно измерять уровень воды в организме человека, что является важным параметром для сохранения здоровья.

С помощью обычного датчика сердцебиения также можно измерять и уровень стресса человека, ведь пульс повышается при наличии страха, тревоги, испуга и других эмоциональных переживаний. Встроенные в браслеты датчики, например прикрепленные на ногу маленького ребенка, могут оповещать родителей по смартфону о движении ребенка во время сна, что важно для его здоровья.

Возможно применение указанных датчиков при занятии спортом с помощью спортивного инвентаря с использованием гироскопа и акселерометра. Например, футбольный мяч, запоминающий траекторию полета, весло для гребли, запоминающее движение весла и т.п. Чехол для смартфона с собственным акселерометром и устройством, действующим по принципу подушки безопасности, позволяет сохранить дорогое устройство при падении.

Таким образом, это далеко не исчерпывающий список возможных оригинальных применений встроенных датчиков носимой портативной электроники, позволяющий существенно расширить их возможности для мониторинга параметров здоровья человека.



Литература

1. Виглеб Г. Датчики. Устройство и применение. Москва. Издательство «Мир», 1989.
2. Использование акселерометра в Metro-приложениях Windows 8* и пример обработки постукивания. <https://software.intel.com/ru-ru/articles/using-accelerometer-in-windows-8-metro-style-app-and-a-case-study-of-tap-detection>.
3. MEMS: микроэлектромеханические системы, часть 1. <https://3dnews.ru/600098>
4. Как умные часы, спортивные трекеры и прочие гаджеты измеряют пульс? Часть 1. https://geektimes.ru/company/darta_systems/blog/246856/
5. Александрович Ю.С., Гордеев В.И., Пшениснов К.В. Неотложная педиатрия. Учебное пособие. – СпецЛит, 2010.

Н.С. Давыдов

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЩЕГО СТАНДАРТНОГО СЕГМЕНТА ЭКГ-СИГНАЛА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева)

В современном мире задача комплексной диагностики организма является крайне актуальной задачей. Для диагностики сердечно-сосудистых заболеваний используются различные методы, основанные на применении различных преобразований и приведении сигнала к виду, в котором его удобно анализировать и обрабатывать. В данной работе предлагается новый метод приведения сигнала к приемлемому для обработки виду, который заключается в вычислении общего сегмента для всего сигнала. Вычисление общего сегмента основано на приведении каждого сегмента к стандартному виду и усреднении полученного набора. В процессе разработки был использован метод выделения R-зубцов ЭКГ-сигнала, основывающийся на применении преобразования Гильберта и полосового фильтра.

Первым шагом в приведении сегмента к стандартному виду является нормализация амплитуды и её перенос в интервал от нуля до единицы. Изначально сегмент сигнала имеет максимум и минимум, отличающиеся от требуемых и находящиеся в интервале $[-1;1]$. Для сдвига сегмента требуется вычесть минимальное его значение из каждого отсчёта сигнала:

$$f_j^1 = f_{ji} - \min(f_j), \quad i = \overline{1, N},$$

где N – количество отсчётов в j -ом сегменте, f_j – вектор исходных значений сегмента, $\min(f_j)$ – минимальное значение в j -ого сегмента, f_j^1 – смещённый j -ый сегмент.