

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.021

Вышемирский
Альвиан Олегович

Алгоритмы обработки сигналов для систем медицинского мониторинга

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук по
специальности 1-45 80 02 "Телекоммуникационные системы и
компьютерные сети"

Научный руководитель Борискевич
Анатолий Антонович
доктор технических наук профессор
кафедры ИКТ

Минск 2018

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время потребности в удалённом мобильном телемониторинге растут с каждым днём. Более всего ощущается недостаток мобильного мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы пациентов, Огромное количество людей, как во всем мире, так и в нашей республике, испытывают проблемы со здоровьем и не имеют возможности часто посещать врача, либо находиться под стационарным наблюдением в клинике. В подобной ситуации оказываются и люди, которые занимаются активными видами спорта, а также представители некоторых экстремальных профессий. В этом случае эффективным решением является применение устройств мобильного мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы человека, позволяющих отправлять данные наблюдений врачу посредством сети передачи данных.

Одним из важных направлений для исследования является фотоплетизмография и обработка ФПГ-сигналов для систем телемедицинского мониторинга

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель работы состоит в получении научно-обоснованного технического решения для разработки алгоритма расчёта частоты сердечных сокращений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Провести анализ существующих систем телемедицинского мониторинга.
2. Разработать алгоритм расчета частоты сердечных сокращений для систем телемедицинского мониторинга.
3. Создать модель алгоритма обработки ФПГ сигнала для систем телемедицинского мониторинга.

Объект и предмет исследования

Объект исследования – ФПГ-сигнал.

Предмет исследования – обработка ФПГ-сигнала.

Методология и методы проведенного исследования

Для решения задач диссертационной работы применялись следующие методы:

- Теоретическое исследование и анализ существующих систем телемедицинского мониторинга;
- методы математического описания и моделирование в среде MATLAB

Научная новизна и значимость полученных результатов

Разработан алгоритм обработки ФПГ-сигнала, позволяющий при наименьших вычислительных мощностях производить расчёт частоты сердечных сокращений при наличии шумов и артефактов движения, посредством использования сингулярного спектрального анализа, операции временной разности, восстановления прореженного спектра и отслеживания спектральных пиков.

Практическая полезность работы заключается в получении эффективного алгоритма обработки ФПГ-сигнала для расчёта частоты сердечных сокращений, т. к. преимущества от использования мобильных устройств в медицине в целом и телемедицине в частности просто неоспоримы. А такие приборы нуждаются в надёжном алгоритме для расчёта ЧСС.

Развитие мобильного мониторинга является одним из приоритетных направлений здравоохранения в целом и телемедицины в частности. Так как 21-й век – это век всеобщей автоматизации и оптимизации, где весомый вклад вносит развитие приборов мобильного телемониторинга и хирургии, что позволяет при наименьшем количестве врачей помогать наибольшему количеству нуждающихся в медицинской помощи.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- теоретическое исследование и анализ существующих систем телемедицинского мониторинга.

- методы анализа временных рядов: сингулярный спектральный анализ, позволяющий удалить шумы и артефакты движения, присутствующие в исходном ФПГ –сигнале; операции временной разности – получение первой и второй производной, позволяющие обозначить сердцебиение фундаментальными и гармоническими спектральными пиками более заметными, одновременно подавляя колебания случайного спектра; восстановление прореженного спектра, позволяющий еще более обозначить спектральные пики

и также дополнительно очищая сигнал от шумов, метод отслеживания спектрального пика в очищенном ФПГ –сигнале.

Апробация результатов диссертации

Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 54-ой научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов БГУИР, Минск, Беларусь, 2018 г..

Опубликованность результатов

Результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 1 печатной работе общим объемом 2 страницы, в том числе: 1 тезис доклада в сборниках конференций.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, формулируются цель и основные задачи исследуемой работы.

В первой главе производится анализ существующих систем телемедицинского мониторинга

В п.1.1 рассматривается история развития систем телемедицинского мониторинга.

В п.1.2 осуществляется обзор существующих систем телемедицинского мониторинга.

В п. 1.3 рассматриваются перспективы развития мобильных систем телемедицинского мониторинга

Выбраны алгоритмы применяемые в системах телемедицинского мониторинга в обработке сигналов для расчёта частоты сердечных сокращений.

Во второй главе рассматриваются алгоритмы обработки ФПГ-сигнала.

В п.2.1 приведен анализ с детальным описанием особенностей и возможностей ФПГ-сигнала .

В п.2.2 приведен анализ алгоритмов предварительной обработки ФПГ-сигнала, а также последующей обработки ФПГ-сигнала.

В п.2.3 осуществлена разработка алгоритма для эффективной обработки ФПГ-сигнала с расчётом частоты сердечных сокращений для

сиситем телемедицинского мониторинга.

При разработке алгоритма установлено, что наилучшие результаты базовые алгоритмы показывают при использовании их совместно, что значительно повышает эффективность системы, надёжность и вариабельность получаемых данных.

В третьей главе представлены результаты моделирования алгоритма для эффективной обработки ФПГ-сигнала с расчётом частоты сердечных сокращений для систем телемедицинского мониторинга.

Исходный сигнал сначала был предварительно обработан с использованием полосового фильтра в диапазоне от 0.4 до 5 Hz. Далее произведена обработка тремя основными алгоритмами (SSA, SSR, TDO). Далее произведена совместная обработка данных этими алгоритмами и вычисление и вывод данных о BPM при помощи SPT.

Из результатов 2-й и 3-й следует, что разработанный алгоритм является эффективным и может применяться для внедрения в различные в мобильные гаджеты.

В нашей работе показано насущная необходимость использования в повседневной жизни ФПГ-датчиков для контроля состояния сердечно-сосудистой системы человека.

В ходе исследовательской работы был разработан алгоритм эффективной обработки ФПГ-сигнала с расчётом частоты сердечных сокращений для систем телемедицинского мониторинга позволяющий выводить информации о количестве частоты сердечных сокращений.

Разработанный алгоритм, построенный на трёх базисах (сингулярный спектральный анализ, операция временной разности, восстановление прореженного спектра) и трёх шагах операции отслеживания спектрального пика (инициализация, выбор пика, проверка пика), нетребователен к вычислительным ресурсам и, поэтому, может быть реализован в любых smart-устройствах, таких как smart-часы, smart-браслеты и т. п.

Как дальнейшее развитие, использование устройства совместно с мобильным телефоном позволит оперативно передавать информацию в медицинский центр.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертационной работе.

В приложении предоставлен листинг кодов в среде Matlab.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашей работы показано насущная необходимость использования в повседневной жизни ФПГ-датчиков для контроля состояния сердечно-сосудистой системы человека.

В ходе исследовательской работы был разработан алгоритм эффективной обработки ФПГ-сигнала с расчётом частоты сердечных сокращений для систем телемедицинского мониторинга позволяющий выводить информации о количестве частоты сердечных сокращений.

Разработанный алгоритм, построенный на трёх базисах (сингулярный спектральный анализ, операция временной разности, восстановление прореженного спектра) и трёх шагах операции отслеживания спектрального пика (инициализация, выбор пика, проверка пика), нетребователен к вычислительным ресурсам и, поэтому, может быть реализован в любых smart-устройствах, таких как smart-часы, smart-браслеты и т. п.

Как дальнейшее развитие, использование устройства совместно с мобильным телефоном позволит оперативно передавать информацию в медицинский центр.

Была осуществлена программная реализация алгоритмов SSA, TDO и SSR и SPT а также блока предварительной обработки в среде Matlab.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Борискевич А. А., Вышемирский А. О. Сенсорный мониторинг состояния сердечно-сосудистой системы человека / Системы распределения мультимедийной информации: тез. докл. 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 23-26 апреля 2018 г. - Мн.: БГУИР, 2018.