

ОТЗЫВ

официального оппонента Кочегурова Александра Ивановича на диссертацию Костелей Яны Валерьевны «Методика обработки и анализа акустического сигнала сердечно-сосудистой системы плода», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 — Теоретические основы информатики

Актуальность работы

Диссертационная работа Костелей Яны Валерьевны направлена на решение задачи построения алгоритмов расчета частоты сердечных сокращений плода на основании акустического сигнала сердечно-сосудистой системы плода для создания средств мониторинга за его состоянием.

Разработка новых средств диагностики в области здравоохранения является одним из перспективных направлений. Адаптация существующих и реализация новых решений, способствующих внедрению удаленных телемедицинских технологий, является, несомненно, актуальной задачей. В свою очередь, наблюдение за здоровьем матери и ребенка в период беременности посредством пассивной технологии – акустики – может являться хорошим аналогом существующим решениям. Автором обосновываются трудности обработки такого типа сигналов, заключающиеся в сложности проводящей звук системы – организма матери, поэтому актуальность работы связана с формированием алгоритмов, позволяющих обрабатывать такой тип сигналов. Кроме этого, заявлена разработка механизмов, которые позволят проводить исследования вне медицинского учреждения и без их сопровождения медицинским персоналом, когда задача врачей будет сведена к получению результатов исследований и их интерпретации.

Цель работы сформулирована соискателем как разработка вычислительных алгоритмов обработки и анализа фонокардиограмм плода с целью формирования кардиоинтервалограммы и расчета параметров оценки ее качества в условиях регистрации сигнала мобильным устройством.

Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа Костелей Я.В. представляет собой 170 страниц рукописного текста, среди которых объем основной части составляет 117 страниц, включая 8 таблиц и 57 иллюстраций. Работа содержит введение, три главы и заключение. В десяти приложениях представлены дополнительные таблицы с результатами экспериментов для каждого защищаемого положения, иллюстрации графиков, описание экспериментальных данных, акты внедрения и свидетельства о государственной регистрации программ. Список источников состоит из 155 наименований.

Автореферат Костелей Я.В. состоит из 20 значимых страниц. Содержание автореферата соответствует диссертационному исследованию. Оформление диссертации и автореферата проведено по требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Во введении соискателем изложены актуальность темы, цель и задачи диссертационной работы. Приведены основные результаты научно-квалификационной работы и сформулированы научная новизна, теоретическая ценность и практическая значимость полученных результатов, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен литературный обзор научных работ, посвященных направлению фильтрации, обработки и анализа фонокардиограмм. Соискателем в результате анализа источников и имеющихся у него наборов данных сформулированы свойства и особенности акустического сигнала сердцебиений плода, проанализированы основанные методы обработки такого типа сигналов и сформулированы их недостатки. Приведено описание доступных репозиторий экспериментальных данных и связанных с ними проблем, влияющих на развитие направления. Рассмотрены основные методы оценки состояния плода по графику частоты его сердечных сокращений, на которые должны опираться разрабатываемые в диссертации алгоритмы.

Вторая глава посвящена детальному и последовательному описанию разработанных алгоритмов. Каждый алгоритм предназначен для отдельного этапа обработки и анализа акустического сигнала сердцебиений плода — выделения отдельных звуков, подобным сердечным тонам, определения наличия и оценки качества сигнала сердцебиений на сегментах фонокардиограммы, построения итогового графика частоты сердечных сокращений плода.

В третьей главе рассматривается экспериментальная часть исследований. Автором для каждого эксперимента приводится описание используемых наборов данных для анализа и сравнения полученных результатов с существующими решениями, а также излагаются цели и способы оценки их сопоставления. Формулируются выводы по согласованию полученных результатов с результатами аналогичных алгоритмов и методов.

В заключении представлены основные результаты проведенного исследования и сформулированы выводы по проделанной работе.

Достоверность и новизна полученных результатов

Научная новизна результатов диссертационной работы обуславливается разработкой автором трех новых алгоритмов:

– алгоритм определения интервалов появления подобных тонам сердца звуков на фонокардиограмме, отличающийся от существующих методов повышенной точностью детектирования сигналов в условиях изменения их амплитуды. Точность достигается тем, что проводится выделение только значимых по длительности, последовательности возникновения и выраженности амплитуды звуков относительно фонового акустического сигнала при отсутствии необходимости подбора динамического уровня пороговой сегментации.

– потоковый алгоритм определения сердцебиений на акустическом сигнале, отличающийся возможностью распознавания моментов возникновения сердцебиений на акустическом сигнале при наличии одного или обоих типов тонов сердца, а также позволяющий оценивать его соответствие требованиям проведения мониторинга состояния плода на основании следующих параметров: частоты сердечных сокращений, амплитуды и выраженности полезного сигнала.

– алгоритм построения кардиоинтервалограммы плода на основе фонокардиограммы, отличающийся тем, что позволяет получить результат в условиях низко- и высокоамплитудных помех, потери сигнала сердцебиений плода и изменения качества сигнала, что реализует альтернативный подход мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы плода на основании мобильных устройств, стоимость которых на порядок ниже аналогов.

Достоверность полученных результатов подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями и их сравнительным анализом с аналогами, корректностью постановки задачи и непротиворечивостью с выводами других научных работ.

Теоретическая и практическая значимость полученных соискателем результатов

Теоретическая значимость результатов, полученных в процессе выполнения диссертационного исследования автором работы, состоит в развитии методов обработки и анализа фонокардиограмм, обеспечивающих работоспособность в условиях различных помех.

Практическая значимость научной работы обуславливается их использованием при выполнении обязательств по проекту, поддержанному Российским фондом фундаментальных исследований (18-31-20012 мол_а_вед), а также их внедрением в коммерческий продукт компании ООО «Диагностика +» (акт внедрения от 02.09.2021 г.)

Результаты, представленные в диссертационной работе, могут быть использованы для построения систем мобильного мониторинга состояния плода и матери.

Замечания по диссертационной работе

Имеются следующие замечания к диссертационному исследованию:

1) для разработки потокового алгоритма определения сердцебиений плода (раздел 2.4. работы) автор активно использует аппарат корреляционного анализа, в рамках которого вычисляет функции корреляции между различными участками одной записи. Эти функции определены в работе как автокорреляционные функции, что, на мой взгляд, не совсем корректно, так как для них не выполняются основные свойства автокорреляции. Правильно здесь говорить о взаимной корреляции, либо просто корреляции;

2) в работе рассматриваются классические задачи выделения полезных сигналов и измерения их параметров применительно к предметной области исследований диссертанта. Однако, таких общепринятых количественных оценок, как например, вероятности ошибок первого и второго рода при обнаружении сигналов, смещения и дисперсии оценок временного положения сигнала в зависимости от отношения сигнал-шум в работе не приводится, хотя приводится достаточно много других количественных оценок, подтверждающих эффективность разработанных алгоритмов;

3) на мой взгляд, было бы интересно дополнить исследования анализом сигналов в частотной области. Например, в разделе 2.4. выполнить дискретное преобразование Фурье от корреляционных функций и провести анализ полученных взаимных фазовых спектров для уточнения временного положения сигналов;

4) в экспериментальных исследованиях (раздел 3.1.), на основе которых производится численная оценка алгоритма определения интервалов появления подобных тонам сердца звуков, используются фонокардиограммы и электрокардиограммы человека, но тема диссертационной работы – обработка и анализ фонокардиограммы плода;

5) при оформлении работы допущен ряд мелких недочетов, так например, на рисунках 15, 20, 21 диссертационной работы и рисунке 1 автореферата не проставлены оси, на странице 9 автореферата не указан индекс, по которому производится суммирование.

Отмеченные недостатки не снижают качество исследования и не влияют на полученные конечные результаты и положительную оценку диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа Костелей Яны Валерьевны является самостоятельно выполненной завершенной научно-квалификационной работой, характеризующейся


актуальностью, новизной и достоверностью результатов, обоснованностью выводов. Основные положения диссертационного исследования изложены в достаточном количестве публикаций, среди которых 4 опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК, 5 – в научных изданиях, индексируемых в Scopus, 10 – тезисах международных конференций. Все представленные на защиту результаты получены автором лично и обсуждались на научных конференциях и семинарах.

Диссертационная работа «Методика обработки и анализа акустического сигнала сердечно-сосудистой системы плода» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявленным к кандидатским диссертациям, а ее автор, Костелей Яна Валерьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 — Теоретические основы информатики.

Официальный оппонент:

Доцент отделения информационных технологий инженерной школы информационных технологий и робототехники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», кандидат технических наук, доцент.

Кочегуров Александр Иванович


«15.08.2022 г.

Кандидатская диссертация защищена по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Адрес: Россия, 634050, Томская область, г.Томск, пр.Ленина, 30.

Телефон: +7 (3822) 606-140.

E-mail: kaicc@tpu.ru.

Подпись Кочегурова Александра Ивановича удостоверяю

Проректор по науке и трансферу технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»



 / Л.Г. Суших/