

Данные заявки

Направление заявки:

Н1. Информационные технологии

Полуфинал:

Конференция «Информационные технологии, программные продукты и телекоммуникационные системы на базе фундаментальных научных разработок».

ДАННЫЕ О ПРОЕКТЕ

Название проекта:

Электронный высокочастотный стетоскоп

Область техники:

ОТ1.2. Обработка цифровых сигналов

Приоритетное направление:

3. Информационно-телекоммуникационные системы.

Критическая технология федерального уровня:

8. Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии.

Ключевые слова:

Информационная система, автоматизированная детекция пульмонологических и кардиологических симптомов, машинное обучение, цифровая обработка сигналов.

Участие в других проектах:

- Медтех хакатон, разработка сайта-агрегатора для медицинских товаров.
- опыт python-backend developer в blockchain-стартапе
- frontend developer (react+redux) - разработка пользовательского интерфейса для платежной системы

УЧАСТНИК ПРОЕКТА

Имя, фамилия:

Родионов Александр Александр

Дата рождения:

22.03.1995

Пол:

Мужской

Почтовый индекс:

394567

Почтовый адрес:

alx1dr@gmail.com

Регион:

Город:

Воронеж

Номер телефона:

+7 951 861 96 21

Факс:

нет

Контактный email:

alx1dr@gmail.com

Учёная степень:

Бакалавр

Учёное звание:

нет

Учебное заведение:

Воронежский государственный университет

Специальность:

Место работы:

Должность:

студент, математика и компьютерные науки, 1 курс (магистратура)

Профессиональные достижения:

- Медтех хакатон, разработка сайта-агрегатора для медицинских товаров.
- опыт python-backend developer в blockchain-стартапе
- frontend developer (react+redux) - разработка пользовательского интерфейса для платежной системы

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

Цель выполнения НИР:

Создание цифрового стетоскопа, который позволяет регистрировать не только слышимый звук, но и ультразвук до 50-60 кГц.

Назначение научно-технического продукта (изделия и т.п.):

Прямое назначение - регистрация аускультативной информации, получаемой с пациента при так называемом объективном обследовании. В отличие от классических подходов звуковые феномены будут анализироваться не только в слышимом диапазоне, но и в низкочастотной части ультразвукового диапазона. Таким образом, существенно расширится информация, получаемая для анализа состояния пациента.

При решении проекта будет устранено недостаточное качество диагностики пульмонологических заболеваний, связанное с субъективизмом и недостаточным информационно-техническим обеспечением врачей первичного звена.

Научная новизна предлагаемых в проекте решений:

Будут применены новые алгоритмы обработки на основе вейвлет преобразования, машинного обучения, генетических алгоритмов.

Впервые будут получены данные об ультразвуковых феноменах у широкого спектра пульмонологических пациентов страдающих пневмониями, бронхитами, обструктивными болезнями легких, генетическими заболеваниями, вызывающими легочную патологию. Полученные феномены будут использованы для создания облачной базы данных, обеспечивающей поддержку принятия решения в задачах цифровой аускультации.

Обоснование необходимости проведения НИР:

По статистике ВОЗ(2015) 5 из 10 причин смерти в мире - это заболевания сердца и легких. В связи с этим большое значение имеет диагностика этих заболеваний.

Сегодняшняя медицинская диагностика пульмонологических заболеваний на уровне первичного звена достаточно субъективна. Субъективность обеспечивается опытом, качеством слуха и параметрами аускультативного прибора врача. Таким образом актуальным представляется объективизация и автоматизация данного типа исследований как наиболее распространенного во врачебной практике. Данный проект поможет врачам работать с более объективными численными данными нежели простое прослушивание стетоскопом.

Программно-аппаратное решение позволит анализировать и визуализировать звуковую информацию, получаемую аускультативно (выслушивая пациента) как в слышимом диапазоне, так и об ультразвуковых сигналах, которые не слышны обычным стетоскопом.

Основные технические параметры, определяющие количественные, качественные и стоимостные характеристики продукции (в сопоставлении с существующими аналогами, в т.ч. мировыми):

- Цифровой стетоскоп, позволяющий регистрировать и обрабатывать сигнал от 16 до 40кГц. (ультразвук).
- Прибор построен на базе Arduino Due (цена \$37.40) и операционного усилителя MCP6022
- кроссплатформенное ПО для устройства (Python, PyQt, pyqtgraph, Numpy, Scipy, Matplotlib, pyFFTW, pyCUDA)

Технические характеристики микрофона SWEN MK-200

- Чувствительность, дБ -60 ± 3
- Диапазон частот, Гц 50 – 16 000
- Размер микрофонного модуля, мм 9×7
- Тип разъема мини-джек Ø 3,5 мм (3 pin)
- Длина кабеля, м 1,8
- Вес, г 63

Наилучшая чувствительность данного микрофона достигается в диапазоне частот от 50 до 16000 Гц. Тем не менее, микрофон с ослаблением принимает сигнал вплоть до 40кГц. Поэтому данный микрофон подходит для данного проекта.

Для подавления шумов и лучшей передачи звука от сердца, легких и других органов к микрофону присоединяются мембрана и соединительная трубка от аналогового стетоскопа.

Технические характеристики операционного усилителя MCP6022

В качестве операционного усилителя был выбран MCP6022 от производителя Microchip. Это усилитель типа Rail-to-Rail SO-8.

SOIC или просто SO (small-outline-integrated-circuit), а также SOP (Small-Outline Package) корпус микросхем, предназначенный для поверхностного монтажа, занимающий на печатной плате на 30-50% меньше площади чем аналогичный корпус DIP, а также имеющий на 50-70% меньшую толщину. Обычно в обозначении также указывается число выводов.

Ниже приводятся параметры операционного усилителя.

- Полоса частот 10МГц
- Уровень шума 8.7 нВ/√Гц
- Количество каналов 2
- Напряжение питания 2.5В --- 5.5В
- Напряжение смещения $\approx 500 \mu V$

- Гармонические искажения 0.00053\%
- Температурный диапазон -40°C --- +85°C
- Тип корпуса SO-8

В данный усилитель встроены High-Pass и Low-Pass фильтры. High-Pass фильтрует частоты сигнала меньше 1Гц. Low-Pass фильтрует частоты выше 100кГц. Меняя конденсатор С3, можно менять частоту среза LowPass фильтра. Усиление схемы зависит от резисторов R3 и R4. На текущий момент усиление составляет порядка 100.

Технические характеристики АЦП Arduino Due

Самым оптимальным вариантом АЦП для данного проекта оказался Arduino Due. Он сочетает в себе как простоту в использовании так и возможность оцифровывать сигнал высокого качества. Максимальная частота дискретизации Arduino Due составляет 1МГц. В ходе данной работы удалось достичь максимума в 672кГц. Обычно среднее значение частоты дискретизации составляло 666кГц. Максимальное значение частоты дискретизации зависит также от производительности компьютера. Данное устройство тестировалось на MacBook Air 2014.

- Число аналоговых входов 12
- Максимальная частота дискретизации 1МГц
- Объем буфера памяти 512 KB
- Разрядность 12бит (4096 значений)
- Рабочее напряжение 3.3V
- Диапазоны входного напряжения 7-12V
- Защита по входному напряжению 6-16V
- Интерфейс USB
- Микроконтроллер AT91SAM3X8E
- Масса 36г

Конструктивные требования (включая технологические требования, требования по надежности, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту, хранению, упаковке, маркировке и транспортировке):

В случае сбоев ПО, оно переустанавливается по инструкции. Любой из элементов (arduino, микрофон, усилитель) аппаратной части заменяется аналогичным.

Требования по патентной защите (наличие патентов), существенные отличительные признаки создаваемого продукта (технологии) от имеющихся, обеспечивающие ожидаемый эффект:

Планируется зарегистрировать не менее трех программ в роспатенте. В перспективе планируется произвести зонтичное патентование проекта (несколько патентов перекрывают одну и ту же область).

КОММЕРЦИАЛИЗУЕМОСТЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Область применения:

- поликлиники
- частные клиники
- больницы
- самостоятельное использование пациентами в рамках телемедицины
- исследования в университетах, мед вузах, лабораториях

Объем внебюджетных инвестиций или собственных средств, источники средств и формы их получения, распределение по статьям затрат:

В настоящее время из собственных средств было потрачено 15 тысяч рублей. Необходимый для успешного завершения объем финансирования равен 500 тысяч рублей.

Средства будут потрачены на

- покупку и тестирование различных микрофонов
- покупку и тестирование одноплатных компьютеров (не менее 8)
- покупка радиодеталей, усилителей, фильтров

Имеющиеся аналоги:

3MTM Littmann® Electronic Stethoscope Model 3200

Технические характеристики:

- Диапазон принимаемого сигнала: 10 - 2000Гц
- Возможность записи 12ти 30-секундных звуковых дорожек
- Передача данных через Bluetooth

— Удаленная прослушка с помощью технологии 3MTMLittmannTeleSteth™ — Удаление 85% (в среднем) окружающего шума

— 24x кратное усиление сигнала — Цена - 22000 руб

— Вес-185г

Это один из самых лучших стетоскопов, существующих на рынке. Стетоскоп обеспечивает высокое качества звука, но только в нижнем диапазоне (до 2кГц). Также к плюсам нужно отнести высокое качество подавления окружающего шума. Минусом является высокая цена.

CMS-VESD SPO2 PR

Технические характеристики:

— Диапазон принимаемого сигнала для сердца: 20 - 230Гц

— Диапазон принимаемого сигнала для легких: 100 - 800Гц

— Диапазон принимаемого сигнала для сердца и легких: 20 - 800Гц — Измерение пульса: 30 - 300 ударов в минуту

— Точность измерения пульса: +- 2 уд/мин

— Диапазон измерения насыщения кислородом(SpO2,процентное содержание оксигемоглобина в артериальной крови): 70% - 100%

— Дисплей, отображающий в реальном времени звуковую волну, пульс, SpO2

— Возможность загрузки данных на компьютер через USB

— ПО для анализа данных

— Цена - 5800руб

— Вес-100г

Данный стетоскоп обладает невысокой разрешающей способностью (маленький диапазон принимаемого сигнала для сердца и легких) и невысокой ценой.

CMS-VE

Технические характеристики:

— Диапазон принимаемого сигнала для сердца: 20 - 230Гц

— Диапазон принимаемого сигнала для легких: 100 - 800Гц

— Диапазон принимаемого сигнала для сердца и легких: 20 - 800Гц

— Измерение пульса: 30 - 300 ударов в минуту

— Точность измерения пульса: +- 2 уд/мин

— Диапазон измерения насыщения кислородом(SpO2,процентное содержание оксигемоглобина в артериальной крови): 70% - 100%

— Дисплей, отображающий в реальном времени звуковую волну, пульс, SpO2

— возможность загрузки данных на компьютер через USB

— ПО для анализа данных

— Цена - 5646руб

— вес-100г

Преимуществом данного прибора является возможность записывать процентное содержание оксигемоглобина в артериальной крови (SpO2). Недостатками являются невысокая разрешающая способность 20 - 800Гц

CMS-M

Технические характеристики:

— Измерение пульса: 30 - 300 ударов в минуту

— Точность измерения пульса: +- 2 уд/мин

— Диапазон измерения насыщения кислородом(SpO2,процентное содержание оксигемоглобина в артериальной крови): 70% - 100%

— Дисплей, отображающий в реальном времени звуковую волну, пульс, SpO2

— возможность загрузки данных на компьютер через USB

— ПО для анализа данных

— Цена - 6500руб

Преимуществом данного прибора является возможность записывать процентное содержание оксигемоглобина в артериальной крови.) Недостатком является невысокая разрешающая способность 20 - 800Гц

Cardionics E-scope II

Технические характеристики:

— Диапазон 45-900Hz для звуков сердца и 50-2000Hz

— 30-ти кратное усиление сигнала по сравнению с акустическим стетоскопом.

— вход для наушников

— возможность подключиться к компьютеру через USB-кабель для визуализации сигнала

— переключатель между звуками сердца и звуками легких

— Цена - 20900руб

Преимущества данного прибора являются достаточно высокий, по сравнению с другими аналогами, диапазон принимаемого сигнала (20 - 2000Гц) и возможность подключиться к к

компьютеру для визуализации сигнала) Недостатком является высокая цена.

Thinklabs One

Технические характеристики:

- диапазон 10-1000Гц
- более чем 100кратное усиление сигнала по сравнению с акустическим стетоскопом.
- система аудио-фильтров: несколько фильтров дают возможность контролировать множество нюансов выходного сигнала
- шумоподавление
- возможность подключиться к iPhone, iPad, Android, планшету, компьютеру.
- управление устройством и запись сигнала через мобильное приложение

Преимуществом данного прибора является наличие качественных приложений под основные операционные системы (iPhone, iPad, Android, macOS, Windows) Недостатком является то что приложения с закрытым исходным кодом, что делает невозможным модификацию программного обеспечения под свои нужды.

Eko Core

Технические характеристики:

- 40-кратное усиление сигнала — Частота дискретизации 4000Гц
- Диапазон 20Гц - 2кГц
- Запись в .WAV формат
- Подключение через Bluetooth 4.0 low-energy
- Программное обеспечение для iOS, Android, Windows

Преимуществом данного прибора является беспроводная передача данных через Bluetooth и наличие приложений под основные операционные системы (iPhone, iPad, Android, macOS, Windows). Недостатком является то что приложения с закрытым исходным кодом, что делает невозможным модификацию программного обеспечения под свои нужды

Большинство перечисленных аналогов стетоскопов не имеют возможность анализировать сигнал выше 1000 Гц. Те же которые имеют - дорого стоят. Многие дешевые стетоскопы вообще нацелены на измерение пульса, а не на подробный анализ звука. Также недостатками аналогов являются программное обеспечение с закрытым исходным кодом без возможности модифицировать его для своих задач.

План реализации:

подробнее

1 квартал - разработка аппаратной части решения

- изготовление и тестирование различных усилителей
- тестирование различных микрофонов.
- подключение усилителя к микрофону
- сопряжение с микроконтроллером

2 квартал - разработка программной части решения

- модуль приема данных с устройства
- пользовательский интерфейс
- разработка возможности записи данных на диск, сжатия записанных сигналов

3 квартал - тестирование устройства

4 квартал - изучение различных математических, machine-learning моделей для анализа данных со стетоскопа

- изучение спектра сигнала с помощью FFT и Wavelet преобразований
- тестирование алгоритмов классификации изображений применимо к спектрограммам записей (logistic regression, k-means, support vector machines, deep learning)

- изучение предметной области: существующие алгоритмы классификации сигналов, тестирование этих алгоритмов

5 квартал - испытание полученного решения в поликлиниках и больницах, сбор данных с пациентов

6 квартал - обработка записанных данных

7 квартал - разработка облачных решений для автоматизированной поддержки принятия врачебных решений на основе разработанных и испытанных программно-аппаратной части

8 квартал - оптимизация математических, machine-learning моделей для анализа данных со стетоскопа

ФАЙЛЫ

Нет загруженных файлов