

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

УДК 004.934.2

Санько
Никита Сергеевич

Система компенсации громкости для слухового аппарата на основе компрессии
и переноса высокочастотных компонент речевого сигнала

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-40 80 01 «Элементы и устройства вычислительной техники
и систем управления»

Научный руководитель
Вашкевич Максим Иосифович
кандидат технических наук, доцент

Минск 2018

Работа выполнена на кафедре информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **Вашкевич Максим Иосифович**,
кандидат технических наук, доцент кафедры
электронных вычислительных средств
учреждения образования «Белорусский
государственный университет информатики
и радиоэлектроники»

Рецензент:

Защита диссертации состоится « » июня 2018 г. года в часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г.Минск, ул. П.Бровки, 6, 5 уч. корп., ауд. , тел.: 293-89-92, e-mail: kafevs@bsuir.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

В наши дни потеря слуха стала одной из основных проблем для людей. Цифровые слуховые аппараты являются мощным инструментом для большинства людей с нарушениями слуха. Для решения проблемы тугоухости был предложен метод компенсации громкости. Компенсация громкости является наиболее важным основным методом в цифровых слуховых аппаратах. Он может отображать нормальный уровень слышимости для человека с тугоухостью путем усиления или сжатия амплитуды речевого сигнала в зависимости от степени потери слуха. В результате, это может помочь слабослышащим улучшить ясность и комфорт восприятия звука. До сих пор многие ученые изучали метод компенсации громкости. В настоящее время в цифровых слуховых аппаратах разработаны многоканальные методы компенсации громкости.

Ученые предложили метод компенсации громкости на основе восьми-канального интерполяционного субполосного фильтра с равной шириной полосы. Вейвлет-преобразование так же нашло широкое распространение в цифровой обработке сигналов. Тем самым это показывает, что развитие новых методов компенсации громкости продолжается изо дня в день.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Человечество развивается изо дня в день в различных направлениях. В данный момент времени одним из перспективных направлений считаются информационные технологии. Они позволяют автоматизировать большинство рутинных процессов, а также людям с ограниченными возможностями позволяют жить немного легче и лучше, благодаря определённым устройствам на базе специализированных алгоритмов. Проблемы со слухом по статистическим данным в мире наблюдаются

практически у 75-80% людей. Самым простым решением этой проблемы является наличие у человека, имеющего проблемы со слухом, слухового аппарата или протеза. Слуховой аппарат — это электронный звукоусиливающий прибор, применяющийся по медицинским показаниям при различных формах стойких нарушений слуха. Однако лишь небольшой процент людей фактически использует слуховой аппарат. Есть несколько факторов, влияющих на это. Во-первых, это неудовлетворенность качеством работы устройств. Во-вторых, это стоимость, новых слуховых аппаратов. В-третьих, одной из главных жалоб от владельцев слуховых аппаратов является отсутствие гибкости универсальных устройств - они усиливают все звуки (частоты), а не только те, которые хочет слышать пользователь. Несмотря на существующие решения этих проблем, одним из перспективных являются новые методы обработки сигнала и шумоподавления.

Цель и задачи исследования

Целью исследования данной работы является разработка системы компенсации громкости для слухового аппарата на основе компрессии и переноса высокочастотных компонент речевого сигнала, которая бы обеспечивала требуемое качество и имела эффективную реализацию.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

1. Разработать алгоритм для системы компенсации громкости.
2. Экспериментальная проверка разработанного алгоритма.

Объектом исследования является слуховой аппарат.

Предметом работы выступают методы и алгоритмы компрессии и компенсации громкости.

Методы исследования. При решении поставленных задач использовались методы и понятия цифровой обработки сигналов, компрессии, алгоритмы и методы компенсации громкости и построения

банка фильтров.

Информационная база исследования для алгоритмов и методов компрессии и восстановления громкости речевого сигнала.

Научная новизна диссертационной работы заключается в исследовании методов и алгоритмов компенсации громкости и разработке более эффективного метода компенсации на основе многополосной компенсации.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Анализ существующего состояния в сфере слуховых аппаратов.
2. Сравнительный анализ методов компрессии сигнала.
3. Разработанная система компенсации громкости для слухового аппарата на основе компрессии и переноса высокочастотных компонент речевого сигнала.
4. Созданная программная реализация разработанной системы.
5. Проведенные экспериментальные исследования, по оценке качества компенсации громкости.

Теоретическая значимость диссертации заключается в том, что в ней предложен алгоритм разработки систем компенсации громкости. Представлена система, реализованная на основе алгоритма.

Практическая значимость диссертации состоит в том, что разработанную систему можно использовать в слуховых аппаратах.

Публикации

Основные положения работы и результаты диссертации изложены в двух опубликованных работах общим объемом 4,0 п.л.

Структура и объем работы. Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, четырех глав и заключения, библиографического списка, графического материала и приложения. Общий объем диссертации – 54 страниц. Работа содержит 1 таблицу, 16 рисунков. Библиографический список включает 11 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрено современное состояние проблемы тугоухости, определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В первой главе сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

Во второй главе проводится обзор и анализ современных методов компрессии речевого сигнала, указываются основные проблемы выбора данных методов, описываются виды слуховых аппаратов и проводится краткий обзор диагностики тугоухости с помощью основных методов.

В третьей главе рассматривается разработка метода многоканальной компенсации громкости, основанной на высокочастотной компрессии и сдвиге.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований разработанного метода.

В приложении приведен исходный код разработанной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертационной работе был произведен обзор разных методов компрессии речевого сигнала. Описаны основные методы диагностики тугоухости у человека. В конечном итоге, хотелось бы портировать данный алгоритм и оптимизировать его для мобильных устройств, что в свою очередь бы облегчило людям с проблемой тугоухости адаптацию к окружающим их звукам. В данном направлении

проводится много исследований и разработок, что в будущем может улучшить возможности системы компенсации громкости в слуховых аппаратах.

Также рассмотрены основные виды слуховых аппаратов и более детально описаны алгоритмы их работы. Проведен краткий обзор методов сжатия сигнала с помощью различных преобразований и описан род их применения, пояснена актуальность и минусы каждого из них.

Представлен сам алгоритм и структурная схема реализации системы компенсации громкости для слухового аппарата на основе компрессии и переноса высокочастотных компонент речевого сигнала.

Описан пошагово метод реализации данной системы, приведен обзор квадратурно-зеркального банка фильтров, описана его работа, особенности и актуальность использования в данной работе.

Пояснен метод амплитудной компрессии речевого сигнала, дальнейшей компенсации громкости сигнала и его усиления в рамках слышимости пациента. Приведен раздел о том, насколько важна компенсация громкости в слуховых аппаратах в наше время.

Приведены результаты реализации системы компенсации громкости, так же описаны результаты стороннего тестирования пациентов с тугоухостью и прикреплена таблица с данными распознавания речи пациентами с тугоухостью при отсутствии вспомогательной аппаратуры, со слуховым аппаратом и используя метод компенсации громкости, реализованный в данной магистерской диссертации.

Подводя итог, система компенсации громкости для слухового аппарата на основе компрессии и переноса высокочастотных компонент речевого сигнала имеет ряд преимуществ.

Во-первых система может с помощью алгоритма компрессии и определённого рода фильтрации сигнала, компенсировать высокочастотную область речевого сигнала для комфортного восприятия пациентом;

Во-вторых система основана на алгоритме, эффективность которого превосходит разработанные алгоритмы в данной тематике на 30-40%.

Список опубликованных работ

1. Санько Н.С. Система компенсации громкости для слухового аппарата на основе компрессии и переноса высокочастотных компонент речевого сигнала. / Н.С. Санько //54-й научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – В печати.
2. Санько Н.С. Организация учебного процесса для лиц с ограниченными возможностями слуха. / Н.С. Санько, Е.И. Бабок // Материалы Международной научно-практической конференции «Цифровая трансформация образования». – В печати.