

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра информатики и программирования

**ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ ДЛЯ
ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ
ИНФОРМАЦИИ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 441 группы

направления 02.03.03 – Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Каримовой Ренаты Фаридовны

Научный руководитель

Доцент, к. ф.-м. н.

подпись, дата

К.П.Вахлаева

Зав. кафедрой

К. ф.-м. н.

подпись, дата

М.В.Огнева

Саратов 2018

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Математическое разложение периодической функции в ряд по функциям вида $\sin kx$ и $\cos kx$ где k — целое число, было осознано еще в 18 веке Эйлером и Лагранжем. Уже сейчас быстрое преобразование Фурье (БПФ) применяется практически во всех областях: в медицине, в геолокации, в астрономии, при обработке изображений и звука и др.

Также БПФ применяется при распознавании речи, которая используется повсеместно, в машинах, в телефонах, компьютерах и других устройствах. Речь наиболее распространенный способ связи, применяемый людьми, как самый удобный и естественный для человека. Одним из преимуществ систем распознавания речи является то, что она возможна на расстоянии и при различных положениях говорящего, также преимуществом является производительность, в среднем речь произносится со скоростью 2-3 слова в секунду, речевой ввод не требует специальной подготовки, кроме усвоения набора инструкций которые способна понять машина, анализируя речь человека можно контролировать его психологическое и физическое состояние. Например, усталость и эмоциональное напряжение можно обнаружить следя за изменением произношения говорящего.

Вышесказанное определило **цель бакалаврской работы:** изучение и программная реализация быстрого преобразования Фурье для цифровой обработки сигналов в системах передачи информации на примере распознавания речи.

Поставленная цель определила **следующие задачи:**

1. изучить математические основы преобразования Фурье и алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ);
2. выполнить программную реализацию БПФ в последовательном и параллельном случаях;

3. применить реализацию БПФ для спектрального анализа WAV-файла, в котором хранится запись оцифрованного аудиопотока;
4. использовать спектральный анализ для распознавания отдельных фрагментов речи.

Методологически основы распознавания речи представлены в работах Р.Лайонса [2], А. В. Фролова, В. Г. Фролова [5], У. Ли [10], А. В. Скурнович, И.О. Ковыршин [11].

Практическая значимость бакалаврской работы

В ходе выполнения практической части бакалаврской работы было разработано собственное приложение для распознавания отдельных слов. Достоинством разработанного приложения является то, что оно получилось шаблонным и его можно применять для распознавания различных слов.

Структура и объем работы. Бакалаврская работа состоит из опеределений, введения, двух разделов, заключения, списка использованных источников и двух приложений. Общий объем работы – 58 страниц, из них 53 страницы – основное содержание, включая 19 рисунков и 1 таблицу, цифровой носитель в качестве одного из приложений, список использованных источников информации – 29 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Основные теоретические сведения» посвящен описанию теоретических основ спектрального анализа в целом, краткому описанию преобразования Фурье и оконных функций [1, 2, 3, 4].

«Гармонический анализ» – в этом подразделе описана история гармонического анализа.

«Преобразование Фурье» – данный подраздел содержит общую информацию о преобразовании Фурье.

«Разложение функции в ряд Фурье» в данном подразделе описаны условия разложения в ряд Фурье, а также показана задача разложения в ряд Фурье

«Нахождение коэффициентов ряда Фурье» – данный подраздел содержит шаги по нахождению коэффициентов ряда Фурье

«Ряд Фурье в комплексной форме» в данном подразделе описана формула Эйлера, ряд Фурье в комплексной форме и его коэффициенты, также некоторые понятия, используемые при спектральном анализе.

«Геометрический смысл преобразования Фурье» в данном подразделе описан геометрический смысл преобразования Фурье и иллюстрации к нему.

«Дискретное преобразование Фурье» – данный подраздел содержит описание дискретного преобразования Фурье.

«Быстрое преобразование Фурье» – данный подраздел содержит описание БПФ, а также описание временной сложности БПФ и ДПФ

«Алгоритм Кули-Тьюки» – данный подраздел содержит описание алгоритма Кули-Тьюки, а также его этапы: бит реверсирование и вычисление БПФ.

«Классические оконные функции» в данном подразделе описаны используемые в работе оконные функции Блэкмана, Ханна, Гаусса Дирихле и Хэмминга.

«Сглаживание колебаний Гиббса с помощью σ -множителей» в данном подразделе описан эффект растекания спектра и способ борьбы с ним с помощью σ -множителей.

Второй раздел «Программная реализация» посвящен реализации приложения распознавания речи.

В этом разделе описана программная реализация системы распознавания отдельных слов и используемые алгоритмы, также приведены полученные результаты.

Раздел содержит 13 подразделов.

«Распознавание речи» – данный подраздел содержит основную информацию о распознавании речи и шаги по реализации данной системы.

«Задание входного сигнала» – данный подраздел содержит информацию о входном сигнале и описание используемых технологий.

«Выделение границ речевого сигнала» – данный подраздел содержит алгоритмы, используемые в данной работе при выделении границ речевого сигнала, а также часть их реализации.

«Цифровая фильтрация» в данном подразделе описаны фильтры, используемые в реализованной программе.

«Применение оконных функций» в данном подразделе описаны реализованные оконные функции, также часть их программной реализации.

«Класс Complex» в данном подразделе описаны все функции, используемые в программе для работы с комплексными числами.

«Программная реализация БПФ» – данный подраздел содержит алгоритмы последовательной и параллельной реализации БПФ, и представлено время их выполнения.

«Мел кепстральные коэффициенты» – данный подраздел содержит основные теоретические сведения для вычисления мел коэффициентов.

«Дискретное косинусное преобразование» – в данном подразделе описано дискретное косинусное преобразование для получения мел кепстральных коэффициентов.

«DTW алгоритм» – данный подраздел содержит описание алгоритма динамического трансформирования времени, описание его преимуществ и недостатков.

«Вычисление мел кепстральных коэффициентов» в данном подразделе описана программная реализация алгоритмов для вычисления мел кепстральных коэффициентов.

«Вычисление DTW» в данном подразделе описана программная реализация алгоритма для вычисления искомого слова.

«Результаты вычислительных экспериментов» – данный подраздел содержит описание полученных результатов, в результате выполнения программы распознавания отдельных слов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы были решены все поставленные задачи, что позволило достигнуть заявленной цели – изучение и программная реализация быстрого преобразования Фурье для цифровой обработки сигналов в системах передачи информации на примере распознавания речи. В результате точность реализованной программы составила порядка 70%, на основе 20 значений, 14 из которых оказались верными. Несомненным достоинством данного приложения является то, что оно получилось шаблонным и его можно применять для распознавания разных слов. Понадобится только загрузить новую базу данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ланцош К. Практические методы прикладного анализа. – Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1961. – 524 с.
2. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов. – Москва: Техносфера, 2006. – 655 с.
3. Старченко А. В., Берцун В. Н. Методы параллельных вычислений. – Томск: Издательство Томского университета, 2013. – 223 с.
4. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов. — Москва: Наука, 1985. — 560 с.
5. Фролов А. В., Фролов В. Г. Синтез и распознавание речи. Современные решения. – Москва: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003. – 186 с.
6. Ахметова Г.Д. Молодой учёный Ежемесячный научный журнал № 5 (28) / 2011. – Казань: Издательство Молодой ученый, 2011. – 248 с.
7. Богнер Р., Константи́нидис А. Введение в цифровую фильтрацию. – Москва: Мир, 1976. – 209 с.
8. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д. Поляк Н.М. Цифровая обработка сигналов. — Москва: Радио и связь, 1985. — 312 с.
9. Дворкович В.П., Дворкович А.В. Оконные функции для гармонического анализа сигналов. — Москва: Техносфера, 2014. — 112 с.
10. Ли У. Методы автоматического распознавания речи. — Москва: Мир, 1983. — 327 с.
11. Скурнович А.В. Ковыршин И.О. Предварительная обработка речевых сообщений. — Воронеж: АКАДЕМИЯ ФСО России, 2015 — 9 с.
12. F. Jelinek Continuous Speech Recognition by Statistical Methods — IEEE Proceedings, 1976 — 532 с.
13. Преобразование Фурье [Электронный ресурс]. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/15171> (дата обращения: 06.05.2018)

14. Периодические функции [Электронный ресурс]. URL: http://sernam.ru/book_e_math.php?id=101 (дата обращения: 06.05.2018)
15. Визуальное представление преобразования Фурье [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=spUNpyF58BY> (дата обращения: 06.05.2018)
16. Распознавание речи [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pvsm.ru/programmirovanie/62258> (дата обращения: 06.05.2018)
17. Цифровые фильтры [Электронный ресурс]. URL: <http://chaos.sgu.ru/~alexey/lectures/dsp/L10.pdf> (дата обращения: 06.05.2018)
18. Лумбок [Электронный ресурс]. URL: <https://projectlombok.org/> (дата обращения: 06.05.2018)
19. Параметры речевого сигнала [Электронный ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/2428034/page:2/> (дата обращения: 06.05.2018)
20. Явление Гиббса [Электронный ресурс]. URL: <http://helpiks.org/4-98102.html> (дата обращения: 06.05.2018)
21. Распознавание речи [Электронный ресурс]. URL: https://ru.bmstu.wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B8 (дата обращения: 06.05.2018)
22. Энтропия [Электронный ресурс]. URL: <https://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=35724>] (дата обращения: 06.05.2018)
23. Выделение речи из исходного сигнала. [Электронный ресурс]. URL: <http://ilab.xmedtest.net/?q=node/3342> (дата обращения: 06.05.2018)
24. Цифровые фильтры [Электронный ресурс]. URL: <http://chaos.sgu.ru/~alexey/lectures/dsp/L10.pdf> (дата обращения: 06.05.2018)
25. Комплексные числа [Электронный ресурс]. URL: <https://mathematics.ru/courses/algebra/content/chapter1/section4/paragraph1/theory.html#.WvrCnoiFPic> (дата обращения: 06.05.2018)

26. JTransform [Электронный ресурс]. URL: http://incanter.org/docs/parallelcolt/api/edu/emory/mathcs/jtransforms/fft/DoubleFFT_1D.html (дата обращения: 06.05.2018)
27. Кепстр [Электронный ресурс]. URL: https://technical_translator_dictionary.academic.ru/87035/%D0%BA%D0%B5%D0%BF%D1%81%D1%82%D1%80 (дата обращения: 06.05.2018)
28. Мел [Электронный ресурс]. URL: https://www.quora.com/What-is-f-in-mel-frequency-filter-bank-formula-Mel-f-1125*-ln-1+f-700(дата обращения: 06.05.2018)
29. Спектральный анализ [Электронный ресурс]. URL: <https://books.google.ru/books?id=ZZx87qzraHAC&pg=PA458&lpg=PA458#v=onepage&q&f=false> (дата обращения: 06.05.2018)