

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ НА МОБИЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМАХ

Бессмертный Н.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Лихачев Д.С. – к.т.н., доцент

Цифровая обработка сигналов является одним из самых актуальных и развивающихся направлений в радиоэлектронике, технике, связи, мобильных устройствах и смежных областях. Обработанные сигналы могут использоваться мобильными устройствами для управления такими вещами, как безопасность, системы домашнего кинотеатра, связь и сжатие видео. Сигналы могут быть сжаты, чтобы их можно было быстро и более эффективно передавать из одного места в другое (например, телеконференция может передавать речь и видео по телефонным линиям). В связи со сложностью алгоритмов цифровой обработки сигналов оптимизация методов цифровой обработки информации на мобильные платформы является актуальной задачей.

Прогресс вычислительной техники в последние годы привел к повсеместному распространению методов цифровой обработки сигналов в большинстве областей научных исследований. Среди разнообразных применений средств вычислительной техники одно из главных мест занимают системы ЦОС, нашедшие применение при обработке данных связи, медицинской визуализации изображений, радиолокации и гидролокации, радиофизики, высококачественного воспроизведения музыки и в других приложениях. Цифровая обработка сигналов - это использование цифровой обработки, например компьютерами или более специализированными процессорами цифровых сигналов, для выполнения широкого спектра операций по обработке сигналов. Сигналы, обработанные таким образом, представляют собой последовательность чисел, которые представляют выборки непрерывной переменной в области, такой как время, пространство или частота. Сигналы также могут быть улучшены или изменены для улучшения их качества или для предоставления информации, которая не воспринимается людьми (например, эхоподавление для сотовых телефонов или медицинских изображений с компьютерным усилением). Хотя реальные сигналы могут обрабатываться в аналоговой форме, цифровая обработка сигналов обеспечивает преимущества высокой скорости и точности. Одним из базовых алгоритмов ЦОС является быстрое преобразование Фурье (БПФ). БПФ - алгоритм ускоренного вычисления дискретного преобразования Фурье, позволяющий получить результат за время, меньшее чем $O(N^2)$. Для вычисления одного спектрального отсчета требуется N операций комплексного умножения и сложения. Таким образом, вычислительная сложность алгоритма БПФ составляет $\frac{N^2}{2}$ операций комплексного умножения и сложения. Например, на современном персональном компьютере с процессором типа intel core i-7 обработка данного алгоритма не представляет никаких трудностей. Однако специфика мобильных платформ, где вычислительная мощность намного ниже чем в персональных компьютерах, данный алгоритм требуются в оптимизации под конкретные платформы и мобильные процессоры и их архитектуру.

Для сравнения времени работы алгоритма БПФ была выбрана мобильная платформа Android, в связи с её популярности у пользователей и доли рынка более 80% среди всех смартфонов. Были реализованы 2 алгоритма БПФ:

- 1) математическая модель БПФ;
- 2) оптимизированная математическая модель БПФ собственными средствами.

Для реализации алгоритма был использован синусоидальный сигнал частотой 8 кГц, разбитый на фреймы размерами 1024 отсчетов и частота дискретизации 44100 Гц. Было получено следующее время работы различных реализаций БПФ:

- 1) математическая модель БПФ – 2,65 сек;
- 2) оптимизированная математическая модель БПФ собственными средствами – 1,95 сек;

Для оптимизации алгоритма БПФ были применены методы параллельной обработки БПФ:

- 1) Одновременное выполнение арифметических действий и обращение к памяти.
- 2) Применение алгоритмов с более высокими основаниями.

Алгоритм был разбит на 4 параллельных потока и прирост производительности составил 26%.

Список использованных источников:

1. Системы обработки медиаданных : пособие / А. А. Петровский . – Минск : БГУИР, 2018. – 120 с : ил.
2. Рабинер Л, Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Пер. с англ.; Под ред. Ю. И. Александрова. - М.: Мир, 1978.
3. Петровский, А. А. Теория и применение цифровой обработки сигналов. Лабораторный практикум: пособие / А. А. Петровский, М. И. Васькевич, И. С. Азаров. — Минск : БГУИР, 2016. — 88 с.

4. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления свертки. — М.: Радио и связь, 1985.
 5. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс; пер. с англ. А.А. Бритова. — 2-е изд. — М.: БИНОМ, 2007.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРТУРБАЦИИ КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ЗАДАЧАХ ДИАГНОСТИКИ ГОЛОСА

Бурак А.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
 г. Минск, Республика Беларусь

Вашкевич М.И. — к.т.н., доцент

Рассматривается способ акустического анализа голосового сигнала, содержащий протяжный звук /a/, для определения статистической зависимости параметров джиттер и шиммер от наличия патологии в речевом аппарате.

В начале 1970-х был сконструирован и внедрен в фониатрическую практику воксфункциограф, позволяющий анализировать интенсивность звукового давления и частоту основного тона голоса. В дальнейшем данный метод получил название акустический анализ голоса (ААГ). В [1] была разработана методика автоматизированного определения голосового поля. Показатели полученные при помощи ААГ, позволили, с одной стороны, исследователям более детально описывать голосовое поле в норме и при патологии, а с другой, — дали возможность осуществлять контроль за эффективностью проводимого лечения голосовых расстройств [2]. Однако предложенные методы были весьма неудобными и крайне длительными как для врача, так и для испытуемого. В силу этих причин с развитием вычислительной техники были предложены методы акустического анализа с использованием компьютерной обработки данных [3]. Это дало ряд существенных преимуществ. В частности, стало возможным получить «среднюю фонетограмму» от нескольких испытуемых, что было необходимо для статистической обработки информации.

Важными параметрами для голосового сигнала, полученного в процессе диагностики, являются джиттер и шиммер.

Джиттер — мера пертурбации (возмущений) частоты основного тона, показывающая произвольные изменения в частоте смежных вибрационных циклов голосовых складок [4].

Шиммер — мера аналогичная джиттеру, только характеризующая пертурбации амплитуд сигнала на смежных циклах колебаний основного тона.

Существует несколько вариантов оценок параметров джиттер и шиммер. Так, локальный джиттер определяется выражением

$$Jitter_{loc} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} |T_i - T_{i+1}| \bigg/ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i \quad (1)$$

где T_i — длительность i -го периода основного тона, а N — число периодов основного тона исследуемого сигнала. Часто для оценки джиттера используют отклонение текущей длительности периода не от предыдущей, а от локально усредненного значения, которое рассчитывается на окне в 3 или 5 выборок [5]:

$$Jitter_{rap} = \frac{1}{N-2} \sum_{i=2}^{N-1} \left| T_i - \left(\frac{1}{3} \sum_{n=i-1}^{i+1} T_n \right) \right| \bigg/ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i \quad (2)$$

$$Jitter_{ppq5} = \frac{1}{N-4} \sum_{i=3}^{N-2} \left| T_i - \left(\frac{1}{5} \sum_{n=i-2}^{i+2} T_n \right) \right| \bigg/ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i \quad (3)$$

Значение параметра шиммер определяется по аналогии с джиттером, только вместо значений длины периодов T_i берутся значения амплитуды колебания на данном периоде A_i . Таким образом, формула для локального шиммера $Shimmer_{loc}$ получается из (1) путем замены T_i на A_i . По аналогии с формулами (2) и (3) существуют варианты, определяющие шиммер, как относительное отклонение амплитуды от локально-усредненного значения на интервале в L выборок:

$$Shimmer_{apqL} = \frac{1}{N-L+1} \sum_{i=1+(L-1)/2}^{N-(L-1)/2} \left| A_i - \left(\frac{1}{L} \sum_{n=i-(L-1)/2}^{i+(L-1)/2} A_n \right) \right| \bigg/ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i$$