**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра ПАО ГИС**

ОТЧЁТ

**по практической работе**

**по дисциплине «Архитектура ПО ГАС»**

**Тема: «Реализация алгоритма БПФ с помощью библиотеки fftw»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студентка гр. 5381 |  | Богданец М.А. |
| Преподаватель |  | Пуеров Г.Ю. |

Санкт-Петербург

2020

**Цель работы:**

**Задачи:**

Описать функции и структуру разработанной программы. Определить частоты сигналов из файла **ton\_signal\_2.wav** и вывести графики накопленных спектров при нескольких значениях N.

**Выполнение работы.**

Для выполнения данной лабораторной работы в операционной системе Linux была разработана программа на языке Си.

В ходе работы программы выполняется чтение значений временного ряда из файла, его дискретизация по указанным в заголовке файла параметрам и заданному в программе размеру БПФ. Для каждой порции значений выполняется БПФ. А также по каждому такту происходит накопление спектра. Полученный накопленный спектр записывается как результат программы в файл.

Реализация БПФ с помощью библиотеки fftw-3.3.9.

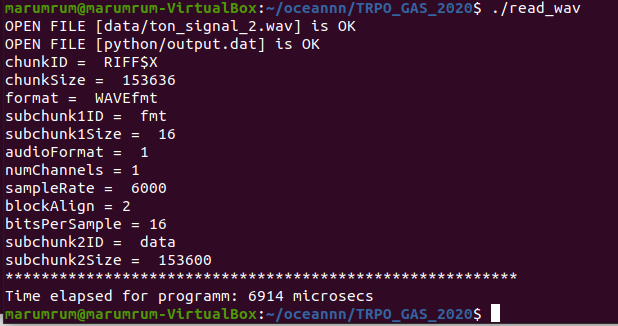
|  |
| --- |
| fftw\_plan plan; |
|  |
| plan = fftw\_plan\_dft\_r2c\_1d(N, data\_portion, out, FFTW\_ESTIMATE); |
|  |
| fftw\_execute(plan); |
|  |
| fftw\_destroy\_plan(plan); |

Для выполнения преобразования Фурье с помощью библиотеки fftw-3.3.9 необходимо сначала определить план, в который нужно записать параметры преобразования: размер БПФ, порцию обрабатываемых данных и флаги FFTW\_ESTIMATE или FFTW\_MEASURE. Затем выполнить преобразование с заданным планом и очистить план как указано выше.

Экспоненциальное накопление квадратов модулей выполняется по формуле:

,  
где - некоторый коэффициент накопления, например с=4  
 - массив квадратов модулей на текущей итерации цикла.

Результаты выполнения программы при разных размерах БПФ.



На рисунке1 представлен график спектра сигнала при N = 4096. По графику видно, что частота сигнала около 1750 Гц.

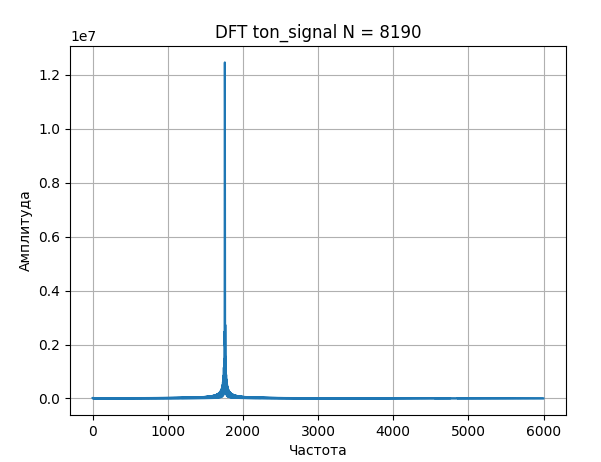


Рисунок 1 – График спектра сигнала при N = 4096

Далее представлен график спектра сигнала при N = 2048. На данном графике частота определяется 1750 Гц.

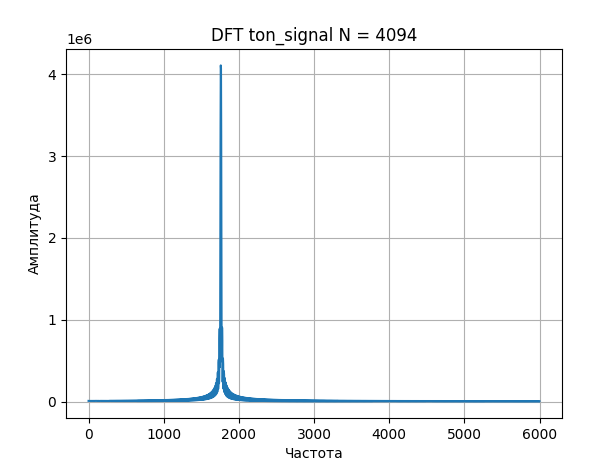


Рисунок 2 – График спектра сигнала при N=2048

Для замера производительности функции fft был использован таймер. Для разных планов были получены следующие результаты.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| K/Флаг | FFTW\_ESTIMATE | FFTW\_MEASURE |
| 1 | 6914 мкс. | 207581 мкс. |
| 2 | 5153 мкс. | 185967 мкс. |

Характеристики виртуальной машины: Ubuntu 18.04 64-bit, 1024 Мб основная память, 1 ЦП.

Поскольку, FFTW\_MEASURE дает команду FFTW запустить и измерить время выполнения нескольких FFT, чтобы найти лучший способ вычислить преобразование размера N. Этот процесс занимает некоторое время, в зависимости от вашей машины и размера преобразования. FFTW\_ESTIMATE, напротив, не выполняет никаких вычислений, а просто строит разумный план, который, вероятно, не является оптимальным. То есть если программа выполняет много преобразований одного размера и время инициализации не важно, выгоднее использовать FFTW\_MEASURE.

**Задачи**

Задача 1. Найдите ДПФ сигнала ,

Воспользуемся формулой :

*При :*

Следовательно,

*При :*

Следовательно,

*При остальных*

Задача 2. Найдите взаимосвязь между ДПФ исходного сигнала и ДПФ преобразованного сигнала

Задача 3. Найдите взаимосвязь между ДПФ исходного сигнала и ДПФ преобразованного сигнала

Следовательно, результат:

Задача 4. Используя один из алгоритмов Кули-Тьюки, найдите ДПФ исходного сигнала

Используем алгоритм Кули-Тьюки с прореживанием по времени по основанию 2. Что разделает множество компонент исходного вектора на два подмножества – четные и нечетные индексы.

Задача 5. Пусть p – простое число, . Докажите, что количество умножений при N-точечном БПФ алгоритме не превосходит , где константа C(p) зависит от p, но не зависит от n. Например, можно взять .

Для n-точечного БПФ алгоритма количество умножений вычисляется по формуле:

Поскольку БПФ приводится к p-точечному БПФ, можно записать формулу в виде:

Докажем по индукции.

База, n=2.

Верно, поскольку p – простое число.

Индуктивный переход. Предположим, что:

Тогда, для n=n+1:

Из индуктивного перехода верно, что:

Значит:

Следовательно, утверждение верно.

4096

