

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Ряд Фурье. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ.
КОРРЕЛЯЦИЯ

Руководитель

_____ Богач Н. В.

Выполнил

_____ Солдатова Е. И.
группа 33501/3

Санкт-Петербург
2018

1. Цель работы

Получить представление о спектрах телекоммуникационных сигналов.

2. Постановка задачи

- Для сигналов, построенных в лабораторной работе №1, выполните расчет преобразования Фурье. Перечислите свойства преобразования Фурье.
- С помощью функции корреляции найдите позицию синхропосылки [101] в сигнале [0001010111000010]. Получите пакет данных, если известно, что его длина составляет 8 бит без учета синхропосылки. Вычислите корреляцию прямым методом, воспользуйтесь алгоритмом быстрой корреляции, сравните время работы обоих алгоритмов.
- Быстрая корреляция.

3. Теоретическая часть

Свойства преобразования Фурье

Рассмотрим сигналы: $f(t)$ и $g(t)$. Их спектральные функции: $F(\omega)$ и $G(\omega)$ соответственно.

- Суммирование функций: линейная комбинация преобразованных равна результату преобразования линейных комбинаций.

$$\text{Если } s(t) = \alpha f(t) + \beta g(t), \text{ то } S(\omega) = \alpha F(\omega) + \beta G(\omega).$$

- Свертывание функций: произведение спектров может сказать о том, как система воздействует на сигнал.

$$h(x) = f \otimes g = \int_{-\infty}^{\infty} f(y)(x - y)dy$$

- Смещение функций: можно двигать сигнал по оси времени, это изменит его фазовый спектр на известную величину τ .
- Изменение масштаба аргумента функций: спектр исходной функции изменяется в ширине обратно пропорционально сигналу.
- Дифференцирование функций.
- Интегрирование функций.

Корреляция сигналов

Корреляция применяется для измерения степени схожести двух сигналов. Взаимная корреляция:

$$r_{12}(i) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_2(n)x_1(n+i)$$

где n - временные отсчеты, i - задержка (число отсчетов, на которые сигнал x_2 отстает от сигнала x_1).

Для сигналов конечной длительности функция взаимной корреляции определяется следующим образом:

$$r_{12}(\tau) = \frac{1}{T} \int_{-\infty}^{\infty} x_1(t)x_2(\tau+t)dt$$

Расчет корреляции можно ускорить, используя теорему о корреляции, которая формулируется так:

$$r_{12}(j) = F_D^{-1}[X_1^*(k)X_2(k)],$$

Данный подход требует выполнения двух дискретных преобразований Фурье (ДПФ) и одного обратного ДПФ. Если число элементов в последовательностях $x_1(n)$ и $x_2(n)$ достаточно велико, то быстрой корреляцией ответ будет получен быстрее, чем при расчете с помощью взаимной корреляции.

4. Ход работы

Зададим синусоидальный и прямоугольный сигналы так же, как делали это в лабораторной работе 1. Затем посмотрим их спектры.

Рассмотрим алгоритмы обычной корреляции (`xcorr`) и быстрой корреляции. Сравним время их выполнения.

Текст программы:

```
x = [ 0 0 0 1 0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 ];
y = [ 1 0 1 ];
figure;
tic;
Corrcross = xcorr(x,y);
time = toc
subplot(2,1,1)
stem(1:length(Corrcross),Corrcross);
tic;
Corrfast = ifft(fft(x).*conj(fft(y,16)));
time = toc
subplot(2,1,2)
stem(1:length(Corrfast),Corrfast);
```

Результат работы программы - на рис.1

Время осуществления корреляции:

Взаимной: 0.0011

Быстрой: 3.5244e-04

Как мы видим из времени вычисления, подсчеты с помощью быстрой корреляции производятся быстрее.

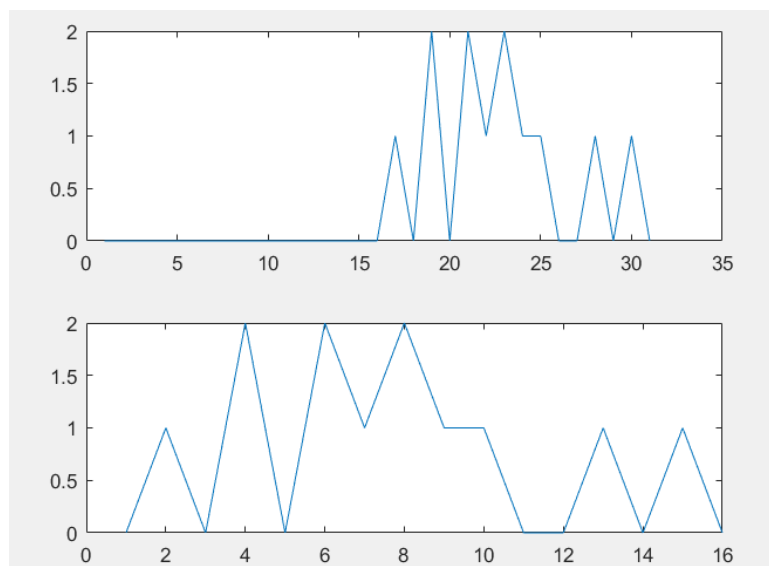


Рис. 1. Результаты корреляции.

5. Выводы

Цифровая обработка, в отличие от аналоговой, традиционно используемой во многих радиотехнических устройствах, является более дешевым способом достижения результата, обеспечивает более высокую точность, миниатюрность и технологичность устройства, температурную стабильность.

При обработке цифровых сигналов радиолокатора используются алгоритмы цифровой фильтрации и спектрального анализа (вычисление дискретного и быстрого преобразования Фурье — ДПФ и БПФ), алгоритмы корреляционного анализа, обратной свертки, специальные алгоритмы линейного предсказания.

В системах обработки звука цифровые процессоры обработки сигнала решают задачи анализа, распознавания и синтеза речи, сжатия речи в системах телекоммуникации. Для систем обработки изображений типовыми задачами являются улучшение изображений, сжатие информации для передачи и хранения, распознавание образов. При обработке цифровых звуковых сигналов используются алгоритмы цифровой фильтрации и спектрального анализа (вычисление ДПФ и БПФ), алгоритмы корреляционного анализа, обратной свертки, специальные алгоритмы линейного предсказания.