

## Владислав Мануковский

Быстрое преобразование Фурье (БПФ, FFT — Fast Fourier Transform) Это алгоритм для быстрого вычисления \*\*дискретного преобразования Фурье (ДПФ).

1. Что такое ДПФ? Дискретное преобразование Фурье раскладывает сигнал (например, аудио, изображение, временной ряд) на сумму синусоид разных частот. Формула ДПФ для последовательности  $x_0, x_1, \dots, x_{N-1}$ :

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot e^{-i \frac{2\pi}{N} kn}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1$$

Где: -  $X_k$  — коэффициенты Фурье (амплитуды частот), -  $N$  — количество точек, -  $e^{-i \frac{2\pi}{N} kn}$  — комплексная экспонента (вращающийся фазовый множитель).

2. Проблема: ДПФ медленное Прямое вычисление ДПФ требует  $O(N^2)$  операций (для каждой из  $N$  частот — сумма по  $N$  точкам).

3. Как ускоряет БПФ? БПФ использует разделяй и властвуй и симметрию ДПФ, уменьшая сложность до  $O(N \log N)$ .

Основные идеи: - Разбиение на чётные и нечётные компоненты:

$$X_k = \sum_{m=0}^{N/2-1} x_{2m} \cdot e^{-i \frac{2\pi}{N} (2m)k} + \sum_{m=0}^{N/2-1} x_{2m+1} \cdot e^{-i \frac{2\pi}{N} (2m+1)k}$$

Это превращает одну задачу размера  $N$  в две задачи размера  $N/2$ .

- Рекурсия: Процесс повторяется, пока не останутся маленькие ДПФ (например, из 2 точек).

- Комбинирование результатов: Коэффициенты для полного ДПФ получаются из половинных результатов.

4. Где применяется БПФ? - Обработка сигналов: Аудио, радиоволны, сжатие данных (MP3, JPEG). - Телекоммуникации: Модуляция/демодуляция (OFDM в Wi-Fi, 4G/5G). - Физика и инженерия: Анализ колебаний, спектроскопия. - Машинное обучение: Быстрые свёртки (например, в нейросетях).

5. Пример работы БПФ Пусть есть сигнал из 4 точек:  $[x_0, x_1, x_2, x_3]$ . - Разбиваем на чётные  $[x_0, x_2]$  и нечётные  $[x_1, x_3]$ . - Вычисляем ДПФ для каждой половины. - Комбинируем результаты с учётом поворотных коэффициентов.

Вывод БПФ — это оптимизированный способ перейти из временной области в частотную, который работает в сотни раз быстрее прямого расчёта ДПФ.

## Ярослав Лузан

## Михаил Веселов

Соблюдаем установленные правила на моей ветке! Новые правила: не пить, не курить

## **Сергей Ушаков**

Приветствую в своей ветке. Надеюсь вам тут понравится :D qq 12345

## **Никита Кутырев**

Я великий Кут

## **Владислав Кипаренко**

Привет

## **Ян Котенко**

Я хочу пельмени со свиной

## **Яна Крапивина**

поляница

## **Лиза Хоменко**

спонсор пары - Кузиновский завод

## **Вова Хомяков**

Ибо Бог не дал нам духа робости и трусости, малодушия, угрюмости и заискивающего страха, но Он дал нам дух силы, любви, спокойствия и уравновешенности мыслей, самоконтроля и дисциплины.

## **Олеся Черняева**

по бокам конвой

## **Катя Морозова**

аттестат в крови

## **Лана Крапивина**

## **Ромиш Курбонов**

Мой дядя самых честных правил, Когда не в шутку занемог, Он уважать себя заставил И лучше выдумать не мог. Его пример другим наука; Но, боже мой, какая скука С больным сидеть и день и ночь, Не отходя ни шагу прочь! Какое низкое коварство Полуживого забавлять, Ему подушки поправлять, Печально подносить лекарство, Вздыхать и думать про себя: Когда же черт возьмет тебя!

## **Никита Ганенко**

Всем привет, меня зовут Никита, и я хотел бы рассказать о трагичной истории нашей группы, это история ужасна и страшна, я считаю, что каждый должен её услышать и запомнить для себя её итоги и сделать выводы. Это история не так проста и мне почему-то кажется что даже самый матёр литеравед не смог бы в этом разобраться, его бы поглотило отчаяние и разочарование. Но всё же я думаю выходом из данной ситуации можно было бы попробовать применить один из методов, который бы с 95—

## **Никита Шиляев**

НОРОРОРОРОРОРОРОРОРОРОРО

## **Андрей Ромахин**

## **Михаил Шляхецкий**

Подтверждаю! Дублирую подтверждение!!!!

## **Денис Медведев**

Чебурашку забрали в армию. Через два года он возвращается. Гена спрашивает: — Кем служил, Чебурашка? — Радаром.

© <https://anekdoty.ru/>

## **Александр Матвеев**

Всем привет!

## **Дмитрий Кочнев**

хакер на минималках

## **Данил Суворов**

Рассказываю что-то про себя.

## **Константин Малютин**

15к ммр

## **Владислав Козионов**

## **Артем Васькив**

Описание о себе

## **Артем Консевич**

1к ммр

## **Владимир Рыбалка**

Не бойся делать того, что не умеешь. Помни, Ковчег был построен любителем, а Титаник — профессионалами...