

PROJETO 1 - Física Estatística Computacional - IFSC - USP - 2024

ANÁLISE ESPECTRAL POR TRANSFORMADAS DE FOURIER

Considere o material anexo, extraído de [1]. *O objetivo do presente projeto é a introdução e a familiarização de técnicas de transformadas de Fourier como ferramentas para a análise espectral de dados.*

I - Faça um programa que calcule de forma direta (sem qualquer método de aceleração ou otimização) transformadas de Fourier discreta, assim como transformada inversa, para uma série temporal de N dados obtidos em intervalo temporal Δt . A série temporal a ser analisada será dada em um arquivo "data.in" e a resultante colocada em "data.out".

II - Teste seu programa gerando as séries:

$$y_i = a_1 \cos(\omega_1 t_i) + a_2 \sin(\omega_2 t_i), t_i = i\Delta t, i = 1, \dots, N. \quad (1)$$

Escolha:

- (a) $N = 200, \Delta t = 0.04, a_1 = 2, a_2 = 4, \omega_1 = 4\pi\text{Hz}, \omega_2 = 2.5\pi\text{Hz}$
- (b) $N = 200, \Delta t = 0.04, a_1 = 3, a_2 = 2, \omega_1 = 4\pi\text{Hz}, \omega_2 = 2.5\pi\text{Hz}$
- (c) $N = 200, \Delta t = 0.4, a_1 = 2, a_2 = 4, \omega_1 = 4\pi\text{Hz}, \omega_2 = 0.2\pi\text{Hz}$
- (d) $N = 200, \Delta t = 0.4, a_1 = 3, a_2 = 2, \omega_1 = 4\pi\text{Hz}, \omega_2 = 0.2\pi\text{Hz}$

Compare graficamente e discuta as diferenças, se houver, entre as séries: (a) e (b); (c) e (d); (a) e (c); (b) e (d).

III - Escolha agora na expressão (1) as séries:

- (e) $N = 200, \Delta t = 0.04, a_1 = 2, a_2 = 4, \omega_1 = 4\pi\text{Hz}, \omega_2 = 1.4\pi\text{Hz}$
- (f) $N = 200, \Delta t = 0.04, a_1 = 2, a_2 = 4, \omega_1 = 4.2\pi\text{Hz}, \omega_2 = 1.4\pi\text{Hz}$

Compare o comportamento espectral dos dois gráficos obtidos com aqueles das séries (a) e (c), discuta as diferenças.

IV - Tome os resultados provenientes da série (a) ("data.out") e o utilize como dado de entrada para o cálculo da transformada inversa de Fourier. Compare a série obtida com a série (a) inicialmente usada. Discuta.

V - Use os parâmetros da série (a) para $N = 50, 100, 200$ e 400 e mostre que o tempo de cálculo computacional cresce com N^2 .

Referência

[1] - Nicholas J. Giordano, *Computational Physics* (Prentice Hall, New Jersey, 1997).