

计算物理作业 6

谢昀城 22307110070

2024 年 11 月 5 日

1 题目 1

1.1 题目描述

Detecting periodicity: Download the file called sunspots.txt Download sunspots.txt, which contains the observed number of sunspots on the Sun for each month since January 1749. Write a program to calculate the Fourier transform of the sunspot data and then make a graph of the magnitude squared $|c_k|^2$ of the Fourier coefficients as a function of k —also called the power spectrum of the sunspot signal. You should see that there is a noticeable peak in the power spectrum at a nonzero value of k . Find the approximate value of k to which the peak corresponds. What is the period of the sine wave with this value of k ?

1.2 程序描述

在本程序中，我们通过对太阳黑子强度信号进行傅里叶变换求出其频谱，然后画出频谱的平方值随频率的变化图像。并给出频率峰值对应的周期，其中 FFT 由 numpy 库中的 `numpy.fft.fft` 函数实现。注意，由于信号均为正值，因此其 FFT 会有一个直流分量，我们在计算 FFT 后将其直流分量置零。

本程序源文件为 `FFTsunspots.py`，在终端进入当前目录，使用命令 `python -u FFTsunspots.py` 运行本程序。运行时请保证 Python 第三方库 Numpy, Matplotlib 已安装。程序开发环境为 Python3.12.3，可在 Python3.8 以上版本中运行。

1.3 伪代码

1.3.1 计算周期伪代码:

Algorithm 2 Find Period

INPUT: T (Time Series), X (Number of the Sunspots)

OUTPUT: T_{peak} (Period of FFT Peak)

$X_{FFT} \leftarrow FFT(X)$

$Frequency \leftarrow FFTFrequency(X, d = \frac{1}{12})$

$X|_{frequency=0} \leftarrow 0$

▷ Remove DC Component

$f_{peak} \leftarrow Frequency[ArgMax(Norm(X_{FFT}))]$

return $1/f_{peak}$

1.4 输入输出实例

对于本程序,运行后会生成图1和图2为"FFT of sunspots.png" 和"Original Signal and Dominant Component.png" 于当前目录下, 分别为信号的 FFT 结果和峰值附近的 FFT 结果, 其中标注了峰值位置和原始信号图像和主要成分的图像。并会输出峰值的频率和周期。程序运行截图如图3所示。得到太阳黑子爆发的周期为 10.91 年

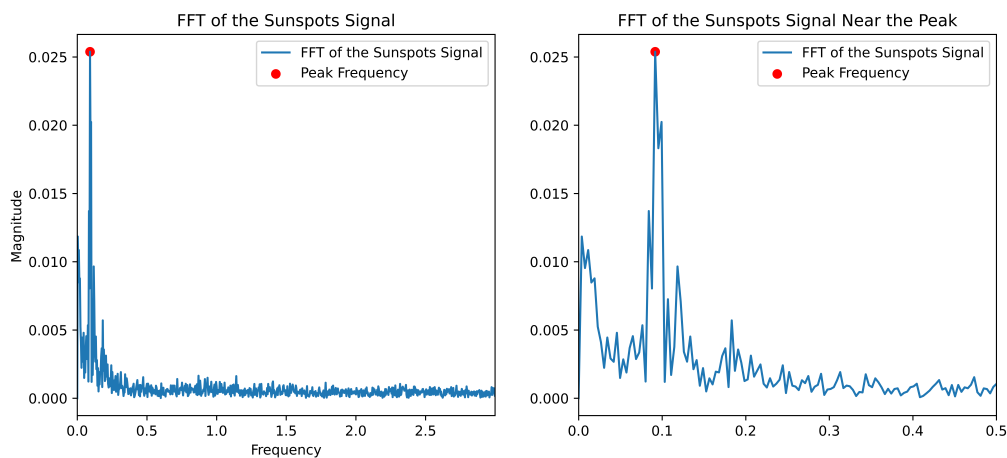


图 1: (a)sunspots 的频谱图 (b) 峰值附近的频谱图

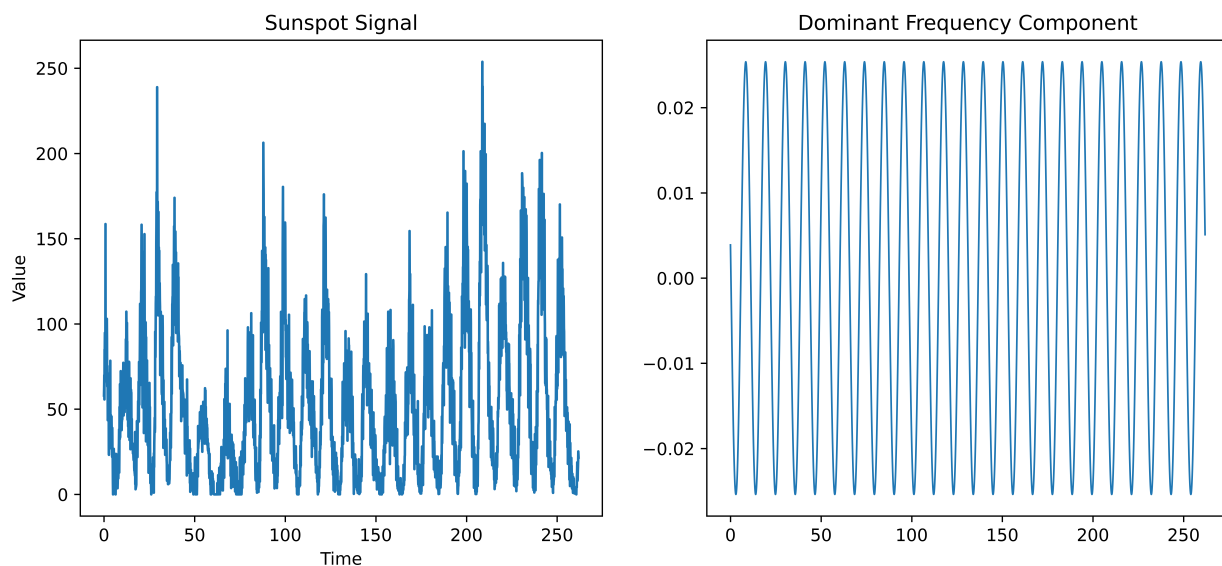


图 2: (a)sunspots 信号的图像 (b)sunspots 主要频率成分的图像

```
(base) PS C:\Users\ASUS\Desktop\计算物理基础\hw6> python -u .\FFTsunspots.py  
The dominant frequency is 0.09163 per year  
The dominant period is 10.91 years
```

图 3: 题目 1 程序运行截图