

Programming Assignment 3

应之未 521030910376

2023/3/29

一、实验内容和过程概述

1. 按定义通过 for 循环计算 DFT 的代码如下：

% 使用 for 循环计算 DFT

```
for k = 0:N-1
```

```
    for n = 0:N-1
```

```
        X(k+1) = X(k+1) + x(n+1) * exp(-1j * 2 * pi * k * n / N);
```

```
    end
```

```
end
```

2. 使用矩阵形式计算 DFT 的代码如下：

% 使用矩阵运算计算 DFT

```
W = exp(-1j*2*pi*(0:N-1)'*(0:N-1)/N);
```

```
X = W * x';
```

3. 使用 FFT 函数计算 DFT 的代码如下：

% 使用 fft 函数计算 DFT

```
X = fft(x);
```

4. 在 GPU 上使用 FFT 函数计算 DFT 的代码如下：

% 使用 fft 函数计算 DFT，并使用 GPU 加速

```
X = fft(gpuArray(x));
```

5. 只需逐个产生一定长度的随机数组 x，将其分别通过上述函数计算 DFT，并使用 profile on 和 profile off 函数计算运行时间即可。

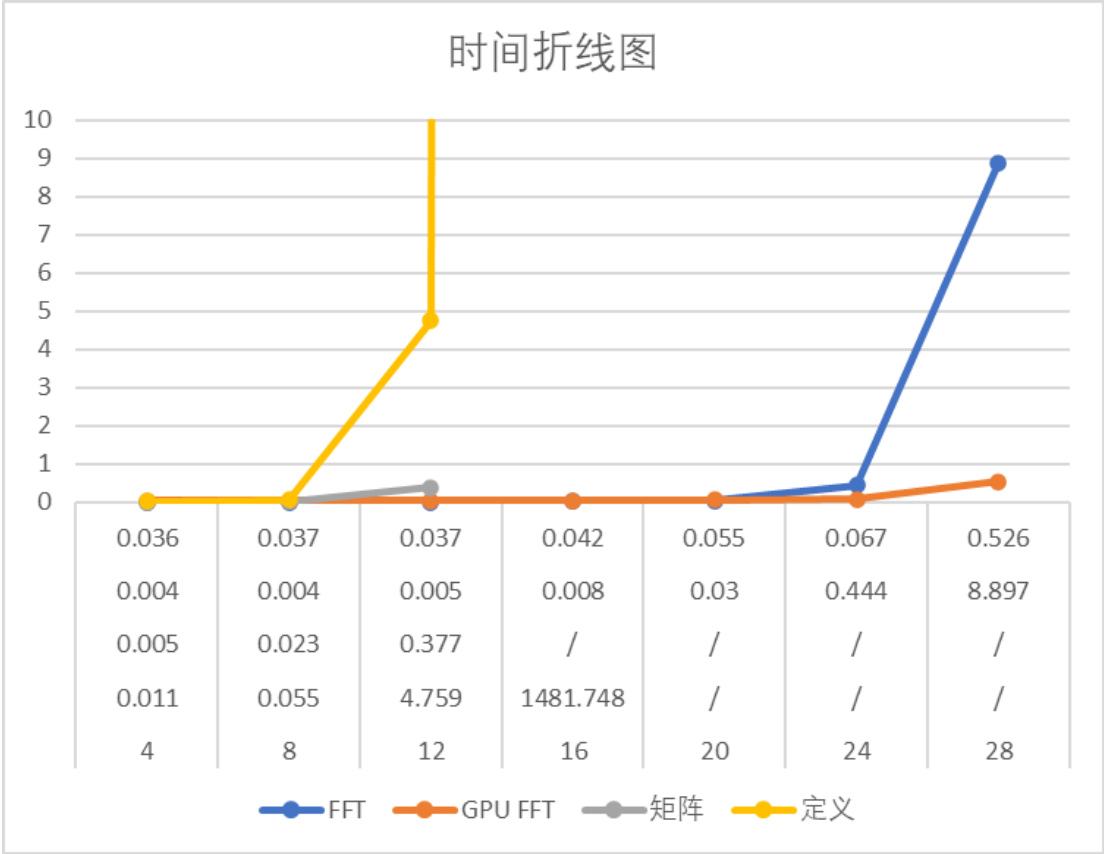
二、实验结果及说明

指数	4	8	12	16	20	24	28
定义	0.011	0.055	4.759	1481.748	/	/	/
矩阵	0.005	0.023	0.377	/	/	/	/
FFT	0.004	0.004	0.005	0.008	0.030	0.444	8.897
GPU FFT	0.036	0.037	0.037	0.042	0.055	0.067	0.526

对表格中数据的说明：

- 当随机序列长度达到 2^{16} 数量级时，DFT 对应的矩阵 W 已经无法正常产生；
- 当随机序列长度达到 2^{20} 数量级时，按照定义计算 DFT 的时间过长，因此在本实验中我截止于 2^{16} 数量级。
- 当随机序列长度达到 2^{32} 数量级时，两个运行环境均内存不足。错误信息如下：
请求的 1x4294967296(32.0GB)数组超过预设的最大数组大小(15.7GB)。这可能会导致 MATLAB 无响应。(CPU)/Maximum variable size allowed on the device is exceeded.(GPU)

三、时间折线图（每次实验结果的图片均打包在“时间结果截图”文件夹中）



四、实验结果分析：

1. 当数据量较小时，按定义计算、使用矩阵计算和使用 FFT 计算的时间并无明显差异，均小于在 GPU 上运算需要的时间。
2. 随着数据量的增大，未经过代码优化的按定义计算的运算时间上升非常快（直接冲出图表了），而使用矩阵计算也明显劣于经过优化的 FFT 算法。
3. 当数据量继续增大时，GPU 的计算速度远远快于 CPU 的运算。