

并行上机作业 3 Report

陈伟

1901110037

1 问题重述

计算 Mandelbrot Set 的面积

. Mandelbrot Set:

$$M = \{c \in \mathbf{C} : \exists s \in \mathbf{R}^+, \forall n \in \mathbf{N}, |P_c^n(0)| \leq s\}, P_c : z \rightarrow z^2 + c.$$

要求:

数院机器, MPI 或 OpenMP 并行, 8 个核;

用墙钟时间函数完整计时 (从程序开始到结束);

提交时间: 2019 年 11 月 28 日 24 点前发给助教。

计分方式:

正确性: 误差小于 5×10^{-5} , 否则无效;

性能: 时间越短分数越高, 超过 5 分钟不得分。

思路提示:

模型: 迭代上界 $s = 2$, 大于 2 则逃逸;

算法: Monte Carlo 法、grid search 法;

实现: 减小搜索区域, 提高负载平衡, 降低任务额外开销等。

2 并行策略

先做网格剖分, 再采用动态分配的方式去计算每个小区域上的面积. 在每个小区域上用自适应加密的方式.

3 区间积分方法

对每个小方块, 考虑取其中的 n 个点, 分别对每个点迭代判断是否属于该集合, 记一共有集合中的点为 k , 同时设置一个上限 M 与下限 m . 当 $m < K < M$ 时, 就判定该网格需要继续加密, 否则不用加密. 并以 $S = \frac{k}{N} h_x h_y$ 作为该区域的近似面积. 同时为需要加密时, 提高迭代上限以保证能充分判断区域中的点是否落在该集合中. 为防止无限加密, 设置 h_{min} , 当 h_x, h_y 小于 h_{min} 时不再加密.

并以 $S = \frac{k}{N}h_xh_y$ 作为该区域的面积. 同时为防止迭代次数太多, 设置最大迭代上限, 当迭代上限达最大迭代上限时, 再细分时不再提高迭代上限.

4 数值结果

设置区域为 $[-2, 1] \times [-1.5, 1.5]$, 再去 x, y 方向分别剖分 1000 份, 设置初始迭代上限为 1536, 最大迭代上限为 50000, 得到的结果如下

```
1  Number of threads = 8
2  Mandelbrot Areas is 1.506591885
3  Areas is approximately is 1.506587079
4  Error is 4.80570e-06
5  Wall clock time = 3.265371
```

同时由于原集合是分形, 随着网格加密或者迭代上限的提高, 并不能取得好的逼近结果. 一些例子在"data.txt" 中.