

运筹学建模与算法 大作业实验报告

文件说明

- main.cpp
主程序文件，修改最开始的ShipNum为20、40、80或160即可运行使用
- data文件夹
存放了港口、船只的信息
- result文件夹
存放了各个船只数量对应的搜索结果文件和可视化结果图片

问题建模

建立调度表

由于每个船的到达时刻是固定的，因而到达时刻各个港口的深度也是固定的，从而我们可以对每个船只进行遍历，找到它可以停靠的所有港口，这保证了每个船进入港口时不会搁浅。而若船只的离开时间不满足深度的条件，则可以将离开时间往后延迟使得船只在离开时不搁浅。例如在船只数量为20时调度表如下所示：

```
18 17 0 1 2 3 4 6 7 8 9 10 12 13 14 15 16 17 19
12 4 8 12 13 14
14 12 0 2 4 6 8 9 10 12 13 14 16 17
10 12 0 2 4 6 8 9 10 12 13 14 16 17
11 18 0 1 2 3 4 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 19
0 18 0 1 2 3 4 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 19
7 3 8 13 14
9 14 0 1 2 4 6 7 8 9 10 12 13 14 16 17
17 3 8 13 14
19 1 8
3 10 0 2 4 6 8 9 12 13 14 16
1 10 0 2 4 6 8 9 10 12 16 17
16 5 0 2 8 9 12
4 7 0 2 4 8 9 12 16
6 1 8
8 9 0 2 4 6 8 9 10 12 16
13 10 0 2 4 6 8 9 10 12 16 17
15 15 0 2 3 4 6 7 8 9 10 11 12 15 16 17 19
5 2 8 12
2 18 0 1 2 3 4 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 19
```

其中第一个数表示船只序号（0-19），第二个数表示可停靠港口数量，之后有一系列可停靠的港口编号。

综上所述，调度表实现了以下功能：

- 一个解满足所有要求当且仅当这个解是调度表所有解构成集合的一个元素。
- 调度表产生的所有解就是所有可行解，因此包含最优解。

暴力搜索

由上可知，既然调度表产生的所有解就是所有可行解，那么我们自然可以遍历所有解来获取到最优解，但遍历次数为 $\prod_{i=1}^n p_i$ ，其中 n 为船只数量， p_i 是第 i 只船可停靠的港口数，即使 n 取20，算法的时间复杂度依然不可接受，因此暴力搜索并不是很好的解决方法。

启发式搜索

由于暴力搜索会出现时间爆炸的问题，我决定采取启发式搜索来得到相对较好的解，搜索优先级如下：

- 1. 优先调度到达时间早的船只
- 2. 对于步骤1中的船只，优先使用可停靠港口中下一次服务时间早的港口
- 3. 对于步骤2中得到的所有港口，优先使用目前使用次数最少的港口
- 4. 若步骤3结束后仍然存在多个待选港口，则随机选择一个

实践表明，这样的启发式规则对于大数据取得了比较好的结果，且还有进一步优化的空间。

退火算法

根据老师课堂所讲的知识，我尝试使用退火算法对启发式搜索进行优化，具体而言，其实现细节是有一定概率让某个船只选择它可停靠港口的另外一个港口，或者交换某两个船只的调度顺序，其它实现与实例代码一致。

计算总等待时间与正确性检验

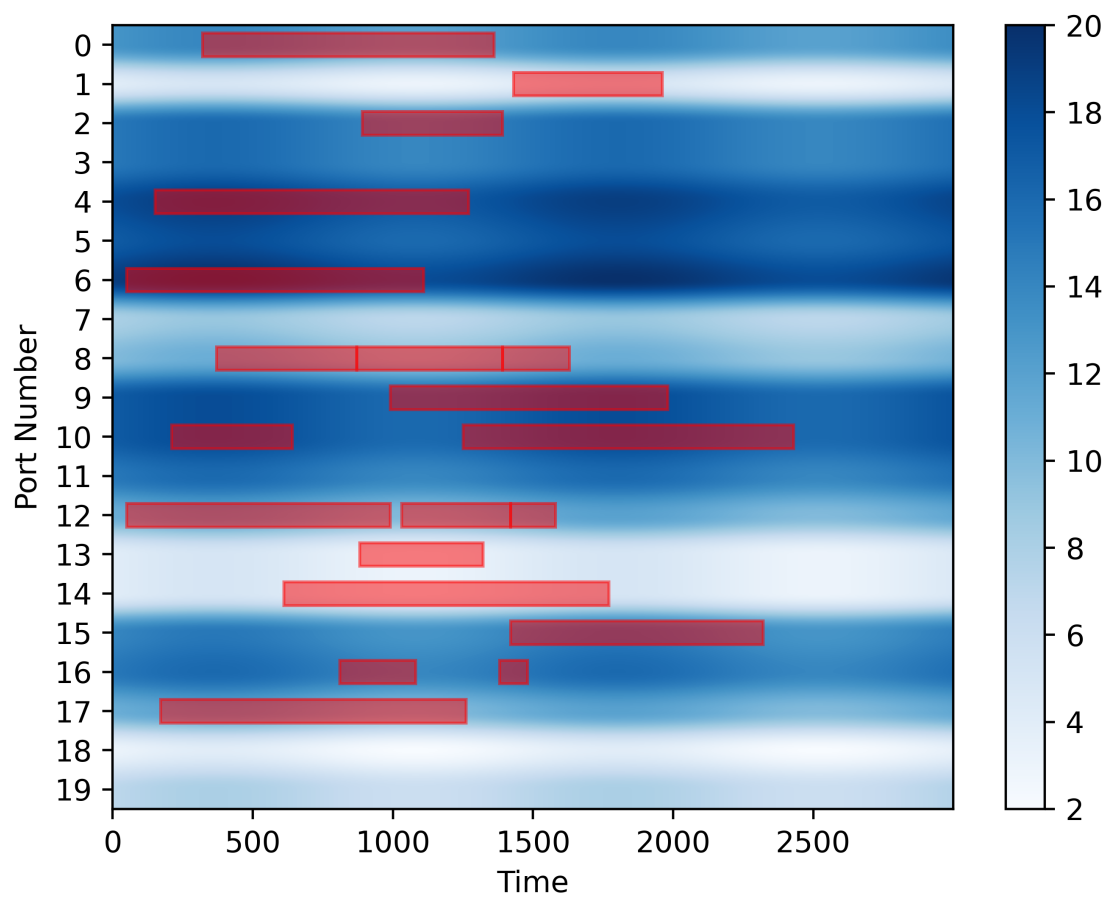
在主程序的check函数中，程序计算出来给出解的总等待时间，并返回给调用函数。其具体实现原理是：由于调度表已经保证了目前解中，每个船只在港口的宽度足够，到达时间不会搁浅，因此只要再保证其离开时间不搁浅即可。那么如果离开时间在正常调度下会搁浅，我们就可以通过计算反三角函数找到最近涨潮的时间，在该时刻离开港口即可，对应的卸货时间也进行顺延。程序在最后还会对所有调度结果进行检查，确保满足所有调度要求，不会出现任何冲突结果。

运行结果

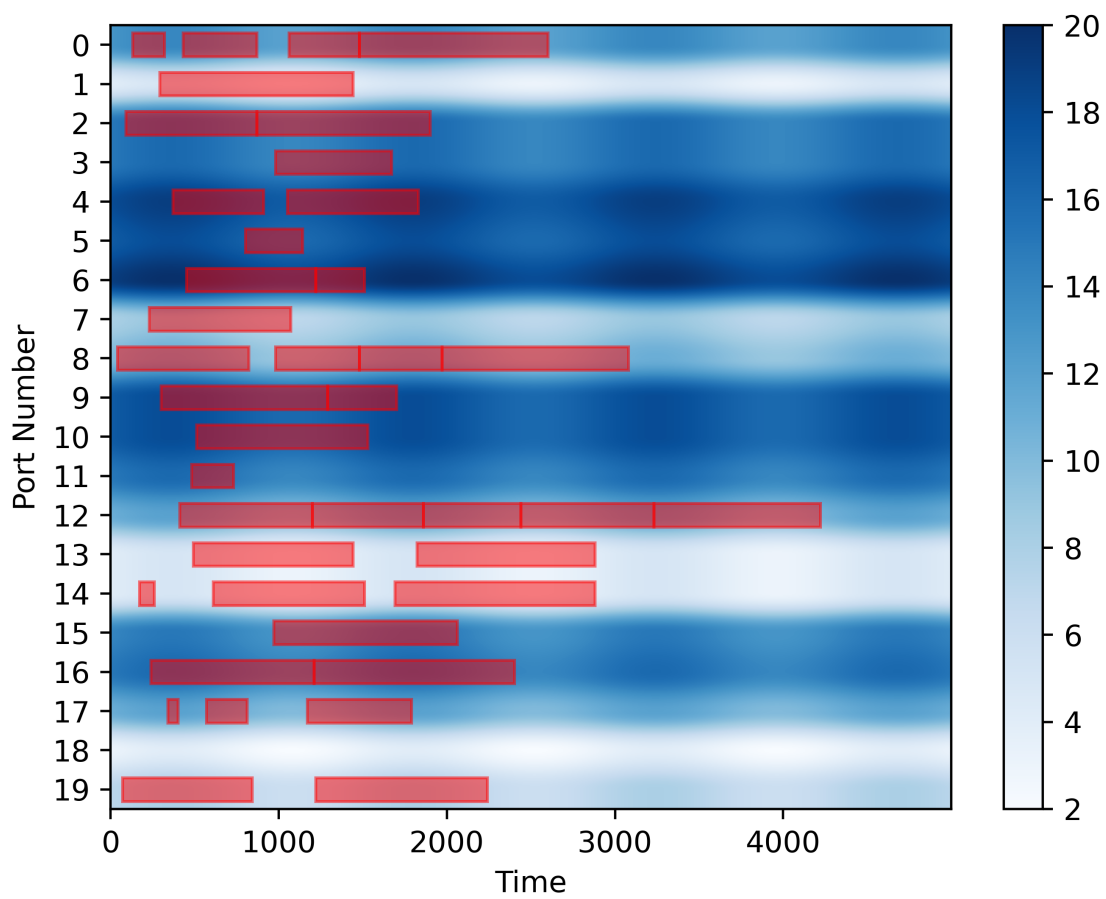
船只数量	暴力搜索	启发式搜索	退火
20	$+\infty$	14071	14071
40	$+\infty$	39633	36524
80	$+\infty$	83084	78568
160	$+\infty$	426067	410736

可视化结果展示

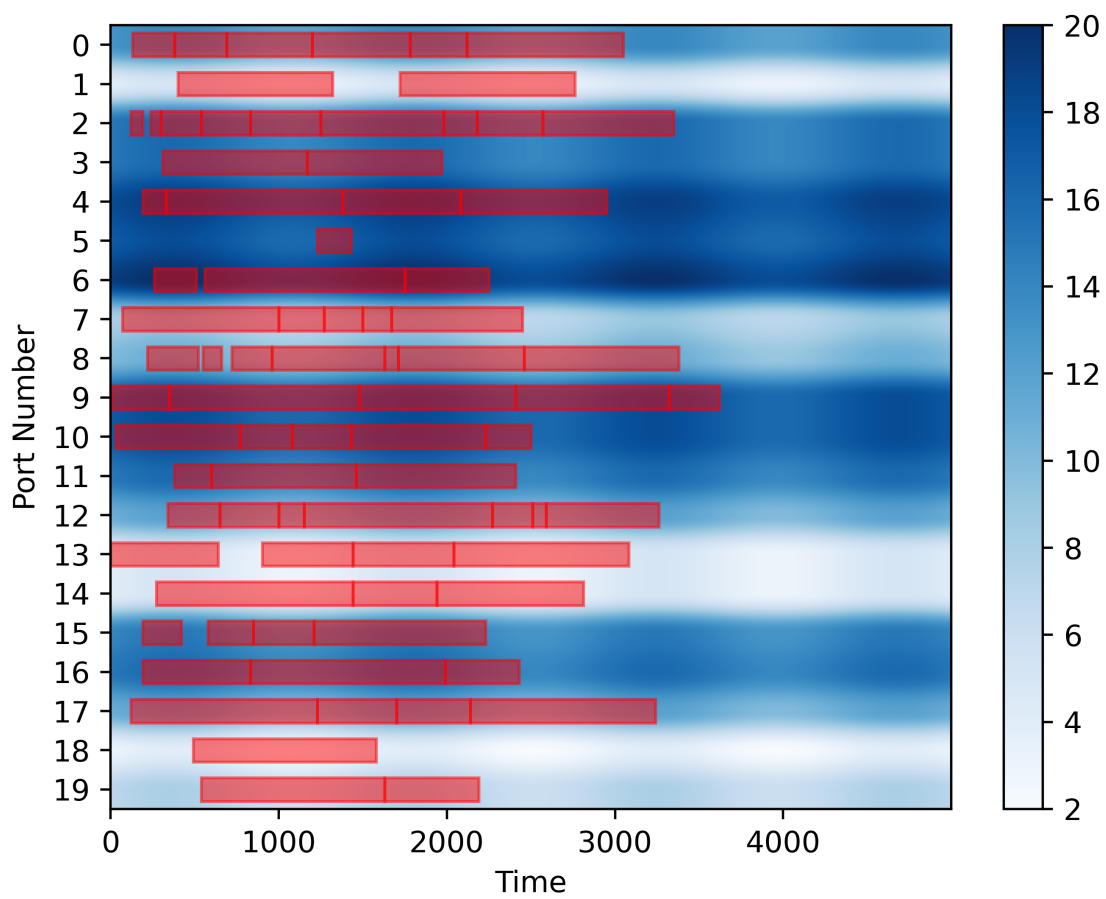
Ship=20



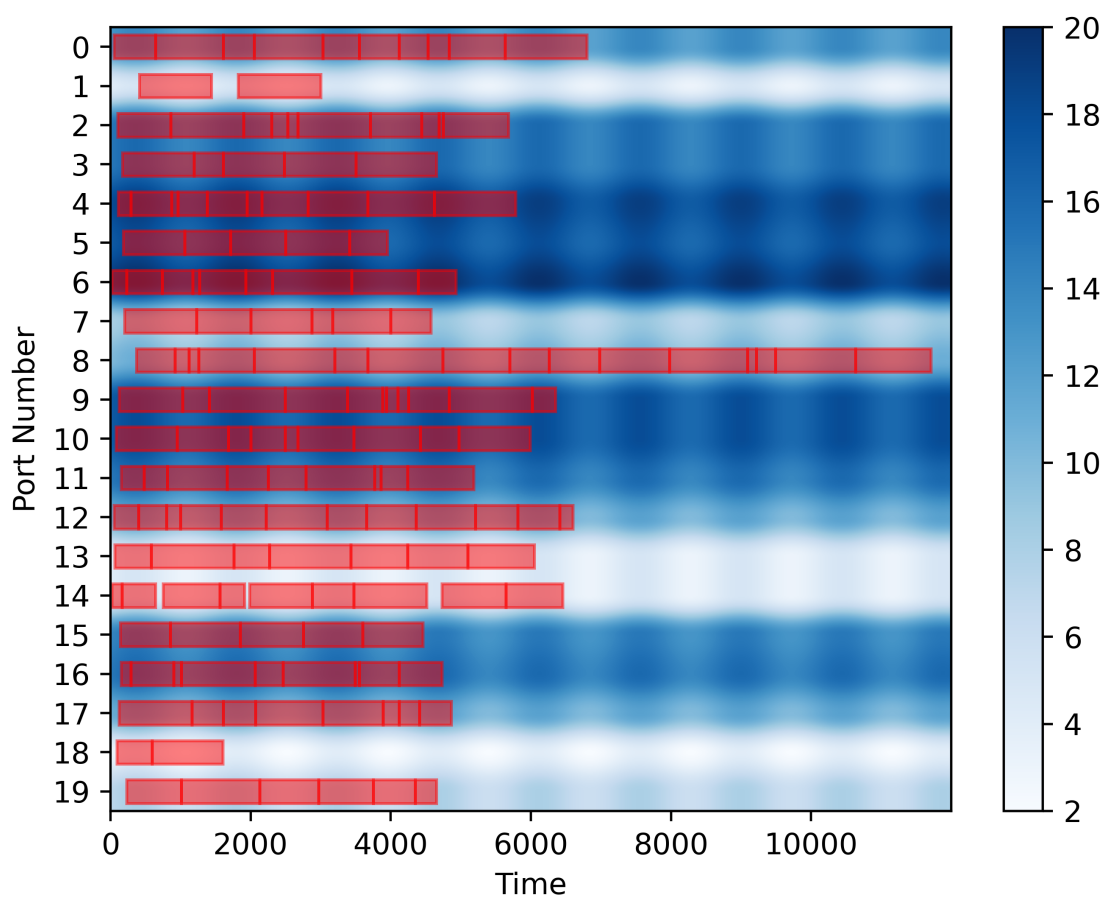
Ship=40



Ship=80



Ship=160



图片中每个红色矩形表示一艘船在对应港口从开始卸货到离开港口的时间，其中较明显的红线是前一艘船的离开时刻与后一艘船开始卸货时刻一致而产生的，调度结果没有产生冲突。