

# project问题陈述

请同学们自行提出一个可以通过编程解决的问题，并拟定潜在的解决方案，并在12周前与助教确定该问题和可能的解决方案。

当得到助教支持后可进行相应的问题解决。（注意：若无自选问题，课程组会在第10周提供一个备选题目。）

要求：

代码在500~1500行左右，请对问题求解的相关代码做一个合理的估算。

需要涉及的技术包括（但不仅限于）各类启发式算法、数值计算、计算几何、利用FLTK进行图形界面编程、库的使用等。

遵循课程中提到的问题求解过程，并且得到助教的支持。

我们鼓励同学们结合现实问题，进行更多的问题拓展与思考。

如果选择该备选题目，也需要与助教确认问题描述。

## 粗略的想法如下

结合要求的话，我打算写一个利用遗传算法求解旅行商问题，并且利用fltk进行可视化的C++程序。

结合海贼王，经典台词，“如果要旅行的话，你想到哪儿？”

## 问题描述

先描述用户使用的场景。打开程序，运行后出现地图，终端交互，让用户点击地图上的点来表示，然后程序使用GA算法给出最短路径，计算的过程步数在终端输出。然后在地图上画出最短路径。

- 初步目标
  - 用遗传算法求解旅行商问题（给定矩阵坐标）
  - 用fltk进行可视化
  - 用C++编程
  - 直接画出最短路径
- 进阶目标
  - 点击选点
  - 如果用户选的点数错误，不能直接退出，而是可以撤销或者继续点

# 问题描述和数学建模

## 自然语言描述

给定一系列城市和每对城市之间的距离，求解访问每座城市一次并回到起始城市的最短回路。

## 数学建模

### 已知条件

给城市编号，那么所有解构成的集合就是 $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_j, \dots, x_n, x_{n+1}\}$ ，其中 $x_1$ 和 $x_{n+1}$ 相等这样一个排列。所有城市的坐标已知，为了计算方便，可以构建两两城市之间的距离矩阵 $d$ ，其中 $d_{ij}$ 表示从城市 $i$ 到城市 $j$ 的距离。

一个简单而重要的假设是，我们认为来回的距离是相同的。

## 目标函数

$$d = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_j, \dots, x_{n+1}) = \sum_{i=1}^n d_{x_i, x_{i+1}}$$

## 新解的产生

某个个体是  $\langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_j, \dots, x_n, x_{n+1} \rangle$

通过变异产生的新个体

- $\langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_j, \dots, x_{n+1} \rangle$ , 其中  $i, j$  是随机生成的,  $i < j$ , 然后将  $x_i$  和  $x_j$  交换位置。

## 通过交叉产生的新个体

1. 选择两个父代个体,  $\langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_j, \dots, x_n, x_{n+1} \rangle$  和  $\langle y_1, y_2, y_3, \dots, y_i, \dots, y_j, \dots, y_n, y_{n+1} \rangle$
2. 选择一个随机的 $i$ 和 $j$ ,  $i < j$
3. 从 $x_i$ 到 $x_j$ 的城市编号, 然后将 $y$ 中的除了 $x_i$ 到 $x_j$ 的城市的编号依次填入 $z$ 的其它位置, 得到新的个体 $\langle z_1, z_2, z_3, \dots, z_i, \dots, z_j, \dots, z_n, z_{n+1} \rangle$ , 其中 $z_i$ 到 $z_j$ 的城市编号是从 $x_i$ 到 $x_j$ 的城市编号。

谈到输入输出（在fltk中用handle函数实现）

- 点击选点，将坐标压入city数组，并且在地图上画出来
- enter表示确认。开始计算并
  - 输出到终端
  - 开始画图（依次画出路径）

# 针对问题的讨论

稍加修改和限制，我们还可以得到更多有实际意义也更困难的问题。

- 可以实际化这个问题，比如我从上海想要经过江苏的十三个省再回上海，怎么最省时间。
- 利用实际数据并且利用python处理得到距离矩阵，传入SA\_TSP.f90里面
- 对cost的定义不单单的时间层次的，而是路途时间、票价的二元函数，这要求对目标函数进行修改。
- 来回的cost并不同，原来的无向图变成有向图。
- 在路径当中加入某些硬性要求，比如在去B城市之前一定要历经A城市，去了B城市后在一定时间内必须到达C城市，这或许要在代入解计算目标函数之前进行一定的条件判断。



## 参考

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/277404168>

## 编译和使用

```
make  
./main
```

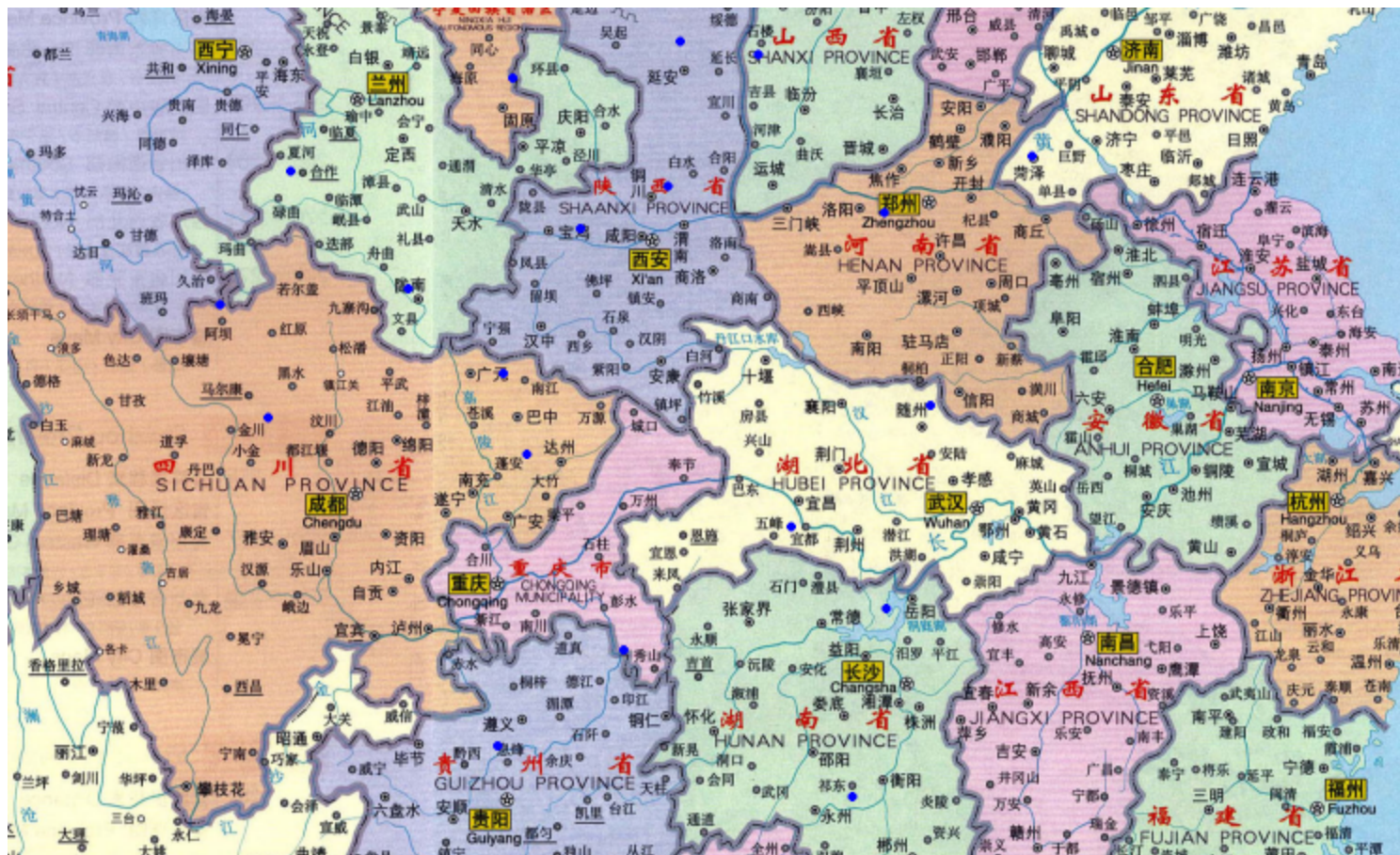
- 在途中鼠标左键点击表示选中该点
- Enter表示结束（如果城市的个数和宏定义的N不同，则会返回提醒。
- 按Backspace键来删除上一个点。

## 自测运行

## demo1 中国地图 30个点

```
当前选择的城市个数为：30  
请在地图上选取30个城市的坐标  
遗传算法的相关参数为  
种群个数：10  
迭代次数：200  
交叉率：0.75  
变异率：0.1
```

如果点击的点少于30个，如图所示

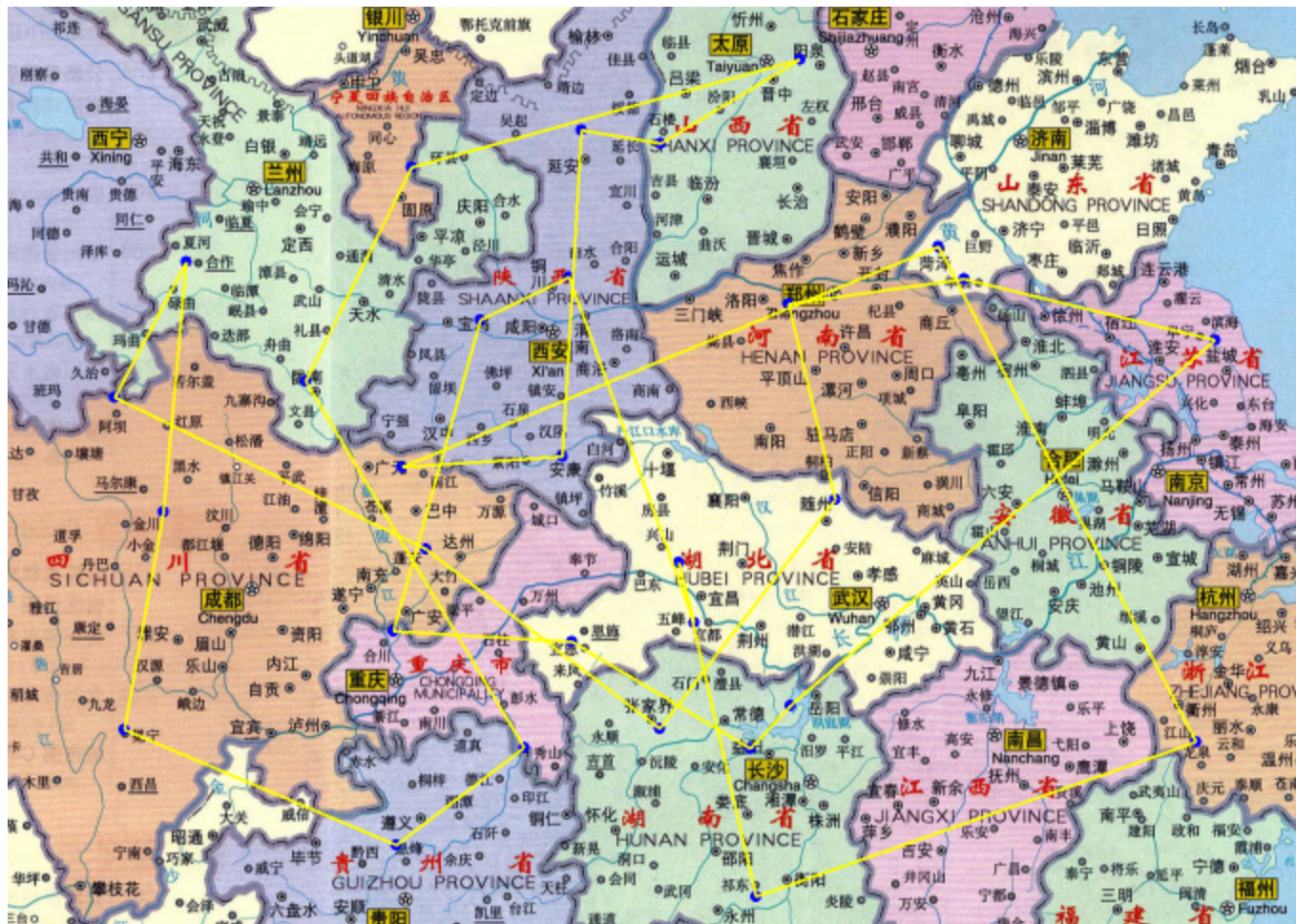


## 则会如下提示

当前选择的城市个数为：30  
请在地图上选取30个城市的坐标  
遗传算法的相关参数为  
种群个数：10  
迭代次数：200  
交叉率：0.75  
变异率：0.1  
请在地图上选取30个城市的坐标后再确认  
您当前选择的城市个数为：20



选定30个点后，按下enter键，会在终端输出最短路径的长度，以及路径的顺序，如图所示



第 199 代最优方案来自本次初始种群：

10→9→3→18→15→16→20→21→5→14→28→11→22→8→19→7→26→23→25→12→29→30→17→13→24→2→4→6→1→27→10

适应值为：8645.93

mix\_population:

```
10 9 3 18 15 16 20 21 5 14 28 11 22 8 19 7 26 23 25 12 29 30 17 13 24 2 4 6 1 27
10 9 3 18 15 16 20 21 5 14 28 11 22 8 19 7 26 23 25 12 29 30 17 13 24 2 4 6 1 27
10 9 3 18 15 16 20 21 5 14 28 11 22 8 19 7 26 23 25 12 29 30 17 13 24 2 4 6 1 27
10 9 3 18 15 16 20 21 5 14 28 11 22 8 19 7 26 23 25 12 29 30 17 13 24 2 4 6 1 27
10 9 3 18 15 16 20 21 5 14 28 11 22 8 19 7 26 23 25 12 29 30 17 13 24 2 4 6 1 27
10 9 3 18 15 16 20 21 5 14 28 11 22 8 19 7 26 23 25 12 29 30 17 13 24 2 4 6 1 27
10 9 3 18 15 16 20 21 5 14 28 11 22 8 19 7 26 23 25 12 29 30 17 13 24 2 4 6 1 27
10 9 3 18 15 16 20 21 5 14 28 11 22 8 19 7 26 23 25 12 29 30 17 13 24 2 4 6 1 27
10 24 3 18 15 16 20 21 5 14 28 11 22 8 19 7 26 23 25 12 29 30 17 13 9 2 4 6 1 27
3 28 30 29 9 2 16 23 14 24 7 5 4 6 22 25 19 15 17 8 10 12 21 27 26 11 18 1 13 20
```

最优解为：

10→9→3→18→15→16→20→21→5→14→28→11→22→8→19→7→26→23→25→12→29→30→17→13→24→2→4→6→1→27→10

最短路径为：

8645.93

## demo2 海贼王地图 10个点

其它使用方法和demo1相同，如图所示,此处仅贴出最终结果

