测试文档

1. 测试范围

测试了第一周所需的功能1（查询路线站点）、功能2（查询两点间最短路径）、功能3（查询最短遍历路径），第二周所需功能（图形界面展示地铁路线、展示移动路径），第三周所需功能1（支持新加路线），功能2（切换不同城市），功能3（大站快车），功能4（路线运行时间限制），第四周所需功能（网页版移植）。

1. 测试环境

开发环境（windows 10/11 + visual studio 2019 Debug）、生产环境（windows 10/11 Release）

1. 测试方案

首先对于各个功能函数、在写完之后编写对应函数的测试用例，并对每个函数进行单独的白盒测试，主要使用语句覆盖方法，使得每条语句都被执行到，并检测有无错误情况。

之后对于每个写完的功能进行集成测试。这部分使用黑盒测试，首先划分输入的等价类，之后对于每个等价类，编写测试样例并进行测试。用以检测是否存在功能完成不佳问题。

1. 测试执行情况

在测试中，顺利找出了程序的多个bug，并且对bug逐个进行解决。

如：

1. 程序运行模拟退火时、某次迭代时所产生的当前点和下一点是同一点。这种情况只会在当前点的所有邻居都曾经被访问过时出现。  
   原因：在生成随机数时，如果刚好生成了最大的一个，加上浮点误差，就会导致在循环内没有任一点满足成为下一点的条件。此时由于在上一次迭代中给下一点所赋的当前点的值没有受到改变，所以当前点的下一点还是当前点，产生bug。  
   解决：给当前迭代在随机选取下一点之前给下一点进行初始赋值，赋值为某一未曾到达的点。
2. 在输出时发现只能输出表示长度的数字，但是无法输出之后表示路径的汉字。  
   原因：在生成输出的时候，采用了不同的字符编码。当某个与控制台字符编码不同的字符被输出的时候，就会使控制台无法显示剩余的文字。而不同的字符刚好是作为起点直接被输入的路线第一个字符，导致所有路线都无法输出。  
   解决：在生成输出的路径时，不使用用户直接从控制台中输出的字符串，而是使用从文件中读取的字符编码相同的字符串。
3. 加入路线运营时间限制功能之后，在GUI中不再显示最后一条路线的路径，但是仍然会显示最后一条路径上的站点。在两个城市的地铁路线图上都出现了此问题。  
   原因：修改输入文件时，把对路线名字符串赋值的操作从循环条件处移入了循环类。此语句同时还会增加路线总条数变量。因为while循环条件比循环体总是多执行一次，所以在更新后路线总条数的增加次数会减少一，这会导致所加入的最后一条线不被正常显示和计算。但是因为点总数不受影响，所以站点仍会正常绘制。  
   解决：在读入环节修改路线总条数变量，使之等于正确的总路线条数。
4. 在加入路线运营时间限制功能之后，计算全图遍历功能出现死循环。  
   原因：计算全图遍历时由于某些站点所在路线已经不再运营，故永远不可抵达。此时尝试寻找抵达所有站点路线的程序无法完成目标，无法终止。  
   解决：修改计算全图遍历功能时的目标站点数量，排除无法到达的站点，只遍历此时可抵达的站点。

等。

1. 测试总结

测试中发现，大部分问题的来源都是由于前后功能的不一致。在加入新功能的时候，进行的修改会影响到之前的功能。这引起了重视，想要解决这个问题产生的bug，应该在程序开始编写之前就进行完整的需求分析，严禁在编写过程中进行需求变更。为了防止需要进行需求变更的情况，应该对各个部分进行封装，减少暴露，提高内聚性，减少耦合性。使程序能够稳定面对各种修改。