

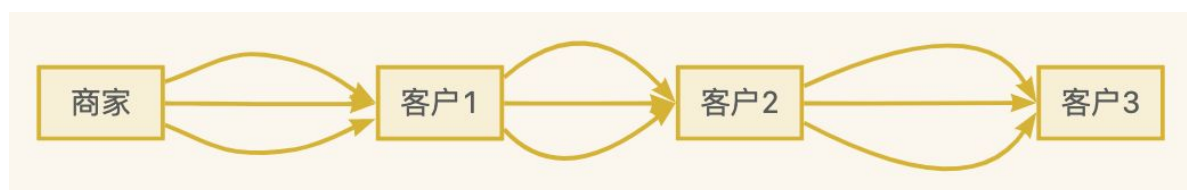
任务名称：组合路径求解算法的实现

任务描述

求解一个为平台工作的司机选择配送路径的问题。

司机的一次配送过程包括以顺序的方式配送n个客户地点（客户1、客户2, ... 客户n）。

司机从商家出发前往第1个客户地点有m条候选路径，同样地，司机从第i个客户地点前往第i+1个客户地点也有m条候选路径，如下图所示。



请你为司机的一次配送过程（包括n个客户地点）的每个客户地点都选择一条路径，得到由n条路径构成的配送方案。要求在给定的时间限制内完成配送，并使得配送的成本尽可能低。详情如下：

每条路径的属性包括3个相互独立的维度：路径距离值、路径费用值、路径耗时值。

配送方案的路径组合需要满足的约束条件为总耗时不超过给定的时间限制，即：

$$\sum_{i=1}^n q_{i,time} \leq C$$

优化目标是综合成本最小（路径距离值、路径费用值），成本的具体计算公式如下：

$$\text{Minimize } F(\text{sol}) = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n q_{i,\text{dis}}}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n q_{i,\text{cost}}}{n} \right\}$$

针对上述问题，请实现多种算法策略求解，设计实验验证算法效果，通过图和表展现实验结果，并对实验结果进行分析。

提交内容

1. 源代码

- 所有代码文件和实验运行数据。
- 代码需包含注释，便于阅读和理解。

2. 项目报告

- 格式：Markdown或者latex
- 内容包括：

- 问题分析及数据生成逻辑说明`
- 问题求解的算法实现
- 实验结果与分析

评分细则

针对给出的约束及优化目标，设计数据规模，解释数据生成逻辑（占比20%）

算法的设计与实现（占比80%）

- 考察所实现算法的数量及算法所涵盖的策略类别（策略类别包括：精确算法、启发式算法、机器学习和强化学习类算法等）；
- 考察算法效果情况，能够从**有效性、高效性、稳定性或其他**方面设计实验方案；
 - 有效性：算法得到的解够不够好；
 - 高效性：能否在尽可能短的时间内求得较优的解；
 - 稳定性：算法在多次运行下能给出变化较小的结果。
- **实验结果的展现及分析**，提供清晰直观的图表对比实验结果，给出实验结果的分析，能够得出合理结论；

额外加分项（占比 20%）

关于路径成本这一属性，在商业行为的参与下，可能会出现一些更复杂的情况。请考虑下面提出的附加条件，按照上述要求，设计算法，生成用例并进行实验。

某些原本互相独立的路径在同时被选择时，会获得价格上的优惠，我们称之为路径的“组合优惠”。如：当同时选择路径a和路径b时，二者的总行驶费用不是a费用和b费用的简单相加，而是会在此基础上降低一定数额。

考虑使用如下结构化的语言来描述“组合优惠”：

```
qc(int customer_1, int route_1, int customer_2, int route_2) = int discount;
```

即：通往 customer_1 的某路径 route_1，与通往 customer_2 的某路径 route_2 之间存在“组合优惠”，当所设计的行程安排同时包含了这两条路径时，行驶成本会在两条路径的行驶成本之和的基础上加上 discount (discount < 0)。举例如下：

- qc(N1,1, N2,2) = -314
- qc(N2,1, N3,2) = -240
- qc(N1,4, N4,2) = -310

举例说明：

客户地点 1(N1) 的候选路径 1 的费用值为 \$300，客户地点 2(N2) 的候选路径 2 的费用值为 \$400，而当同时选择了这两条路径时，它们的总报价优惠了 \$314，即二者实际总报价为 \$386。

客户地点 2(N2) 的候选路径 1 的费用值 \$500.00, 客户地点 3(N3) 的候选路径 2 的费用值 \$300.00, 而当同时选择了这两条路径时, 它们的总报价优惠了 \$240, 即二者实际总报价为 \$560。

注意:

1. 单个“组合优惠”仅会涉及2条路径, 即不存在由3条或更多路径构成的组合;
2. 某条路径最多仅能出现在1个“组合优惠”中, 即路径a不可以既能与路径b组合, 又能与路径c组合, 否则可能出现注意1中的错误情况;
3. “组合优惠”中的两条路径不一定在空间上相连。如上面所举例3: qc(N1,4,N4,2), 通往 N1 的第 4 号路径并不与通往 N4 的第 2 号路径相连;
4. 关于数据的设置, 请在考虑现实合理性的基础上酌情处理。