

问题一：车辆路径问题

1. 问题描述

京东物流城市 A 的配送中心 B 目前平均每天为分布在本城区的 200 余个客户提供城市配送服务, 服务对象为 B2B 或者大宗商品客户, 运力资源充足, 期望综合各种因素使得综合成本(包括运输成本、等待成本和固定使用成本)最低。

其中, 车型运力样本样例:

vehicle_type_ID	vehicle_type_name	max_weight	vehicle_cnt	driving_range	unit_trans_cost	vehicle_cost
1	IVECO	2	unlimited	100000	12	200
2	TRUCK	2.5	unlimited	120000	14	300

商家派送数据样本样例:

ID	type	lng	lat	pack_total_weight	first_receive_tm	last_receive_tm
0	1	116.571614	39.792844	-	08:00	00:00
1	2	116.242043	40.072630	0.2076	09:00	12:00
2	2	116.403595	39.872945	0.05863	13:30	14:00
3	2	116.186289	40.016361	0.03645	13:00	15:00
4	2	116.508011	39.826296	0.02595	09:00	10:00
5	2	116.130997	39.825921	0.0198	11:00	13:30
6	2	116.292094	39.942186	0.02653	11:30	13:00
7	2	116.439797	39.833047	0.06097	09:00	11:00
8	2	116.508963	39.823860	0.01075	13:00	15:00
9	2	116.378689	39.795018	0.221895	09:00	12:00
10	2	116.358365	39.922532	0.025	13:00	14:00
11	2	116.373796	39.865785	0.051942	13:30	15:30
12	2	116.183008	40.161382	0.04723	13:30	15:30
13	2	116.160112	40.047810	0.692255	13:30	14:00
14	2	116.678619	39.847616	0.01055	10:00	12:00
15	2	116.226258	39.713316	0.0505	11:00	12:00
16	2	116.306948	40.099512	0.348	09:30	11:00
17	2	116.408698	39.766474	0.4524	10:00	11:00
18	2	116.333278	39.851693	0.518445	09:30	10:30
19	2	116.197001	40.113750	0.0208	13:00	14:00
20	2	116.406780	40.151046	0.0886	09:00	10:00

距离时间表样本样例:

```
ID,from_node,to_node,distance,spend_tm
0,0,1,63536,77
1,0,2,27489,33
2,0,3,62041,75
3,0,4,13365,17
4,0,5,45570,55
5,0,6,44734,54
6,0,7,19951,24
```

2. 问题假设

- 1) 车辆从配送中心出发, 服务客户后需返回配送中心, 车辆只往返一次配送中心, 发车时间为早晨 8:00 后(含), 回配送中心最晚时间为当日 24:00;
- 2) 车辆到达客户时间必须在客户要求的最晚时间前到达(含), 同时, 先于客户要求的最早到达时间则有等待成本; 车辆如果未被使用(即未访问客户)则不花费任何成本, 车辆数不限;

- 3) 配送中心出发的车辆为充满电状态，行驶途中不考虑电力不足的情况，车辆需要在其规定里程内返回配送中心；
- 4) 配送中心、客户之间的距离(m)和车辆行驶时间(min)以距离时间表（表 3）形式体现；
- 5) 每辆货车在行驶中的车载质量不超过该车型的质量限制；
- 6) 客户都要被服务，且每个客户一天只能被一辆车服务，卸货时间恒定为 0.5h，装车时间不计；
- 7) 上述等待成本的成本系数为 24 元/h；

根据上述问题描述和假设，设计算法，求解最优结果，实现总成本最小。

3. 项目要求

使用京东提供的数据库，建立数学模型，设计高效算法求解上述问题，提交课程项目报告，并在附件中提交源代码。

4. 解题思路

本问题属于运筹优化中 VRP 问题 (Vehicle Routing Problem)，带时间窗的 VRP 问题，网络中可查到相关问题资料。

首先分析问题，进行数学建模。题目要求综合成本最少，综合成本是运输成本，等待成本和固定成本的总和，即为目标函数。对于约束条件，这里有 VRP 中常见的最大容量约束 (CVRP)、时间窗口约束 (VRPTW)、混合车辆约束 (Heterogeneous Fleet VRP)。

固定成本是车辆的折旧费用，一辆车被使用就有一个固定成本，不使用则没有。运输成本与车辆的运输里程成正比。等待成本与等待时间成正比，等待时间是指从车辆发车到收车过程中在商家的等待时间 (不包括服务时间)。题目中描述所有订单的送货时间要满足要求的最早收货时间和最晚收货时间，早到要等待；所有车辆要满足要求的最早发车时间和最晚收车时间，这是时间窗口约束；路径规划方案中所有配送的车辆在运输中都不能超出车辆的载重限制和行驶最大里程限制；路径规划方案中配送的车型不唯一，并且数量不受限，这是混合车辆约束。车辆只在配送中心充电，中途不充电。

至此，建模完成，接下来调用求解工具或者设计算法 (如 metaheuristic) 去求解问题了。问题的规模大，约束复杂。大家需要多尝试，比如针对规模大的情况，可以分区规划，问题规模降低，求解的速度会加快。但有时分配不合理，解的质量就会比较差。复杂的约束要充分校验，避免出错。本题车辆数不限，仔细阅读上述题目，目标中考虑了等待成本，因此，这不仅是个路径规划问题，时间的合

理安排也能减少成本。

5. 数据说明

根据赛题介绍进行数据样本准备，要求样本数据逻辑严谨、合理，问题复杂度适中。

* 数据部分(含 GIS 经纬度坐标)：

提供 2018-04-09 日城配数据，包括 2B 或大宗、配送中心相关信息。

* 车型数据部分：

2018-04-09 日车型数据。

(1) 车型运力数据 (参考 input_vehicle_type.xlsx)

col_name	data_type	is not null	comment
vehicle_type_ID	VARCHAR	yes	主键,车型编号
vehicle_type_name	VARCHAR	yes	车型名称
max_weight	DOUBLE	yes	核定载重(t)
vehicle_cnt	INT	yes	车辆数量(台)
driving_range	INT	yes	持续里程(m)
unit_trans_cost	DOUBLE	yes	每公里运输成本(元)
vehicle_cost	INT	yes	车辆使用成本(元/天)

(2) 商家配送数据 (参考 input_node.xlsx)

col_name	data_type	is not null	comment
ID	INT	yes	主键,序号
type	TINYINT(2)	yes	类型,1代表配送中心, 2代表商家, 3代表充电站
lng	DOUBLE	yes	经度
lat	DOUBLE	yes	纬度
pack_total_weight	DOUBLE	yes	包裹总重量(t)
first_receive_tm	TIME	yes	商家最早收货时间,HH:MM
last_receive_tm	TIME	yes	商家最晚收货时间, HH:MM

(3) 距离时间表(参考 input_distance-time.txt & 距离时间数据说明.docx)

col_name	data_type	is not null	comment
ID	INT	yes	主键,序号
from_node	INT	yes	起点,0 代表配送中心, 1-1000 代表商家
to_node	INT	yes	终点,0 代表配送中心, 1-1000 代表商家
distance	INT	yes	两点间距离, 单位米, 整数。
spend_tm	INT	yes	两点间行走时间, 单位分钟, 整数。