

出租车合乘业务系统设计

摘要

出租车合乘是缓解我国日益严峻的交通拥堵问题的重要手段。为高效解决出租车合乘问题，本文综合考虑出租车车辆总数、乘客等待时长、车辆运输总里程数三个指标，建立了优化这三个指标的数学模型。

首先，基于 Pan Kratz 提出一种分组编码的遗传算法，设计和实现了解决该多目标优化问题的分组编码遗传算法模型。通过对所有乘客的起止点进行编号，采用乘客出行起止点编号作为染色体编码的基本单元，优化的目的是在乘客时间延误尽可能小的情况下，最小化系统成本，即 $\min f(x) = fic(x) + disc(x)$ 。其中 $fic(x)$ 为派遣车辆的固定成本， $disc(x)$ 为车辆运行过程中的运输成本。再结合遗传操作的基本步骤，即初始种群生成、选择、交叉和变异，设计针对不同世代染色体的竞争机制，优化了种群整体的适应度。

其次，结合合乘方案与长沙市出租车收费标准，设计出租车合乘业务系统的收费模型。在不考虑起步价、昼夜价格差异、空驶费、低速计时收费的简化前提下，计价方式可总结为每公里收费 2 元（不足一公里按一公里计算），以乘客一和乘客二合乘出租车为例，且乘客一先下车、乘客二后下车时，计费方式的数学模型中包含 $p(x_1)$ 乘客一需要缴纳的车费， $p(x_2)$ 乘客二需要缴纳的车费两个因变量，与 $s(x_1)$ 合乘路段的距离， $s(x_2)$ 乘客二单独乘坐路段的距离两个自变量。将 $p_0 = 2$ 带入式并化简可得合乘计价的一个可行方案，即乘客一付出： $p(x_1) = 1.2 * s(x_1)$ ，乘客二付出： $p(x_2) = 1.2 * s(x_1) + 2 * s(x_2)$ 。

最后，在某城市某日某时刻 3 分钟之内的打车需求数据上对模型和算法进行了实验验证，且允许 667 辆出租车中部分出租车空驶。通过计算模拟，得出本模型下的合乘发生率与合乘利润率，与不进行合乘的情况进行对比分析，得到改进后增加的合乘效益。

在模型的与推广方面，在本文中，为了方便计算做了一些较为苛刻的假设，如不考虑空驶费等。这些限制条件使得我们的模型适用范围较小，而若使用分段函数进行表示，则可以更好的解决这个问题。另一方面，本文的计价模型中仅考虑了两人合乘的情况，若增加三人合乘的情况将使模型实用度更高，增加结果可信度。

关键词：出租车合乘 多目标优化 分组编码 遗传算法

一、 问题重述

为设计出使得司机和乘客同时满意的合成业务系统，本文模拟了城市中的乘客和出租车司机在理想城市中的分布，并通过建立数学模型的方法研究了以下问题：

- (1) 设计了相应的算法，以设计出更为高效的合成方案，使得在方案设计中需要使用出租车较少的前提下，让乘客等待的时间最短。
- (2) 因传统计费方式在合乘方案中并不能生效，为了让我们所设计的方案实用性更高，我们设计出与合成方案相匹配的计费方式，尽可能使得司机收入最大化与乘客付出最小化。
- (3) 在模拟的理想城市中，根据题目给出的实时空驶出租车位置信息和打车需求，试图根据我们设计的方案给出一个乘车方案，使得乘客等待时间最少、动用的出租车最少。

二、问题背景与分析

2.1 问题背景

2.1.1 当下出租车模式的问题

现如今我国环境污染较为严重，而出租车在带给乘客优质服务的同时也带来了一系列的问题：出租车资源与需求分布不均，高需求地段出租车供不应求而低需求地段出租车的空驶率却很高；出租车无法实现满载导致的资源浪费，大量的不满载甚至空驶使得尾气排放较重，加剧了空气污染。

2.1.2 合乘模式的优势

出租车的合乘模式不仅可以有效降低出租车的高需求路段出租车的需求压力，还能有效提高出租车的载客率，降低乘客的乘车成本的同时为司机提供更高的收入，达到双赢的效果。

2.1.3 设计的合乘模式的优势

随着信息技术的飞速发展，大数据时代的到来，网络逐渐地走进了千家万户，在滴滴打车之类的出行软件盛行，便于司机乘客共享信息。相比于二十年前的时代，现如今司机可以更方便的获取乘客出行需求信息，为合乘业务提供了方便。

2.1.4 合成模式的需求

合乘所涉及的主体有司机、乘客和调度公司，合乘业务可持续性的根本保障是利润和成本考量^[1]，调度公司需要从合乘业务中降低成本，用最少的出租车完成运输任务；司机需要从合乘业务中在较小的消耗下获得更多利润；乘客则从合乘中获得乘车费用降低的好处。

此外，从乘客角度考虑，减少等待时间和绕行时间也需要在合乘规划时重点考虑。而提高司机利润，降低乘车费用，减少绕行时间都最终与出租车跑的里程数直接相关，如果里程数越少，则司机开销越少，这也意味着绕路少。最

终归纳起来，合乘问题可归纳为：出租车最少化，乘客等待时间最少化和出租车总里程数最少化。

2.2 问题分析

2.2.1 问题一分析

问题一要求设计满足乘客等待时间较短的前提下所需出租车数量最少的算法，这是一个典型的优化问题，我们试图从乘客等待时间的降低，出租车数量的减少，出租车行驶路程最少三个角度对其进行优化。对于多目标优化的问题，遗传算法显然不失为一妙计，因此本文选择运用遗传算法对本问题进行分析求解。为避免在算法进行过程中产生过多的无效解浪费运算时间，本文合理运用了 Pan Kratz 提出一种分组编码的遗传算法设计和实现了解决该优化问题的分组编码遗传算法。

2.2.2 问题二分析

问题二要求我们根据问题一提出的方案给出一种合理的计费方式。由于不同城市经济发展状况不同，因此不同城市的出租车计价方式有较大差异，一概而论显然不能满足所有城市的需求。我们需要选择一个城市作为参考，本文选择参照长沙市出租车计费方式，结合我们的合乘方案给出一个较为合理的计价方式，可以同时使得司机收入高于非合乘时的收入，乘客支出低于非合乘时得支出的计价方式。

2.2.3 问题三分析

问题三给出了一系列的乘客及出租车实时位置的信息，要求我们基于我们在问题一中给出的合乘方案设计一个切实可行的合成方案。我们不妨继续利用遗传算法对多目标进行优化，在本文中优化项目有三：出租车最少化，乘客等待时间最少化和出租车总里程数最少化。

三、问题假设及符号说明

3.1 问题假设

在出租车合乘业务系统设计的问题基础上，考虑到理想城市的环境下，我们做出如下假设：

- (1) 假设出租车不存在起步价。
- (2) 不计算出租车乘客上下车所用的时间成本。
- (3) 假设行驶过程中匀速且不受交通信号灯的影响。
- (4) 假设出租车到乘客指定地点乘客即上下车，即不考虑乘客延误的时间成本。
- (5) 假设所有出租车行驶速度均相等
- (6) 不考虑乘车路程较长时加收的空驶费
- (7) 不考虑夜间白天乘车费用差异问题

3.2 符号说明

为了叙述的准确和解题的方便,对于本文中使用到的相关符号进行统一规范,表示如下:

符号	说明
c_{ij}	出租车从 i 到 j 的费用
e_i 、 h_i 、 l_i	时间窗参数
q_i	节点载客量变化值
$\min f(x)$	出租车运营总成本
$\text{fic}(x)$	派遣车辆的固定成本
$\text{disc}(x)$	车辆运行过程中的运输成本
p_0	单独乘坐出租车每公里价格
$p(x_1)$	乘客一需要缴纳的车费
$p(x_2)$	乘客二需要缴纳的车费
$s(x_1)$	乘客合乘的路程
$s(x_2)$	乘客二单独乘坐的路程

四. 模型的建立与求解

4.1 分组编码的遗传算法

4.1.1 模型的说明

多代竞争的分组编码遗传算法

为方便处理出行起终点的成对约束这一条件,考虑到需求服务的节点是成对出现的,可以预见常规的编码方式和遗传操作会产生大量的无效解。因此我们采用分组编码的遗传算法,此算法可以有效的避免算法过程中出现的不合理节点排序^[2]。

分组编码的方式能够在不破坏原有可行路径的基础上更加方便的对染色体实施交叉与变异操作,因此可以在整个运算过程中始终保证所有给可行性。在此基础上,本文设计了针对不同世代染色体的竞争机制,优化了种群整体的适应度。多带竞争的遗传算法在省城自带后,并不直接生成子代种群,而是将父代与自带混合,根据适应度从中挑选染色体组成下一代种群。这样,充分保证了种群始终想着更有的方向进化,加快了算法的收敛速度。主要步骤如下:

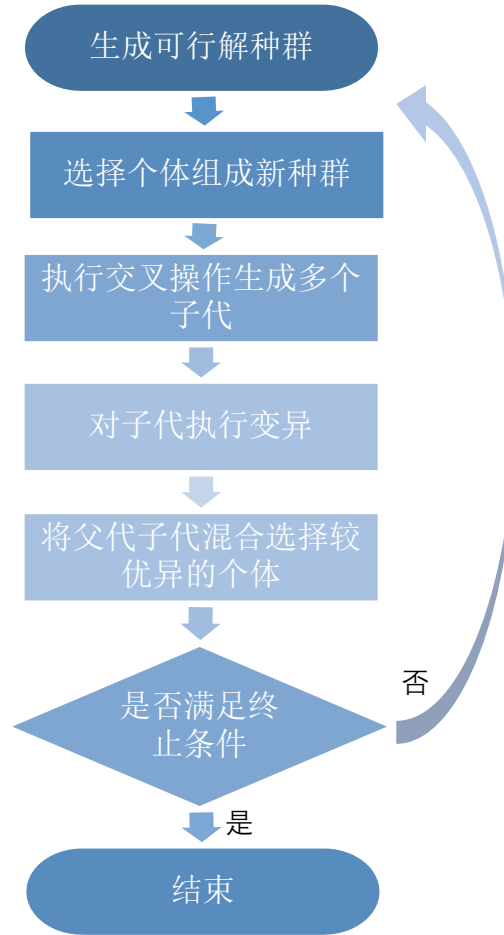


图1 多代竞争的分组编码遗传算法流程图

- (1) 生成可行解种群。
- (2) 选择个体组成新种群。
- (3) 执行交叉操作生成多个子代。
- (4) 对子代执行变异。
- (5) 将父代子代混合选择较优异的个体。
- (6) 若满足终止条件则结束，否则返回 (2)。

4.1.2 染色体编码解码解码

考虑到本模型的解是访问乘客点的顺序的集合，在染色体的编码方式上我们选择通过对所有乘客的起止点进行编号，采用乘客出行起止点编号作为染色体编码的基本单元。在形成路径时，为分割属于不同车辆的服务点，在每车辆到达的第一个地点编码前加整数1作为标志位，因此，在对地点进行编号是要注意至少从2开始（2，3，…，n）。得到的染色体形式如表所示

...	车辆 1	车辆 2	车辆三	...
...	1 3 6	1 2 9	1 4 5	...

上述路境内的出行点成对出现，一组乘客的起点和终点必然属于同一条车辆路径。并且子路径内的点是有序的，改变这些点的顺序会对接产生改变，而不同车辆路径之间是无序的，改变车辆路径的排列顺序不改变接的值。

同时，对每个节点的编号对应一组属性值，包括节点的时间窗参数 e_i 、 h_i 、 l_i ，以及节点处载客量的变化值 q_i 。对于标志位 1，在算法运行中可以作为超级节点，时间窗范围为 $(0, \infty)$ ，载重量变化为 0，且该节点与其他所有节点的距离值为 0。

而解码是编码的逆运算，在进行算法实现的过程中，需要通过解码来计算相应的目标函数的值，以及解是否满足模型的约束条件。

4.1.3 适应度计算

在自然界进化的进程中，“优胜劣汰”是不变的法则，生物物种对于自然的适应能力决定了其在自然界中生存的机会。遗传算法采用适应度来度量个体对于环境的适应能力，个体的适应度越大，就有越大的机会被筛选到下一代。

根据合乘路径优化模型的目标函数以及惩罚函数，可知优化的目的是在乘客时间延误尽可能小的情况下，最小化系统成本，即：

$$\min f(x) = fic(x) + disc(x) \quad (1)$$

其中 $fic(x)$ 为派遣车辆的固定成本， $disc(x)$ 为车辆运行过程中的运输成本。

4.1.4 遗传算子的设计

遗传操作主要包括初始种群生成、选择、交叉和变异。我们按步骤依次进行：

(1) 初始种群的生成

遗传算法是基于种群的搜索方法，因此算法的初始解不能是单独的解，而是一系列解组成的种群。

遗传算法的初始种群通常采取随机生成的方法，但是，由于出租车合乘问题中的用户出行起止点有严格的先后访问顺序，采用随机生成的方法会生成大量的无效解，降低算法的运算速度。因此，本文将通过初始化路径后插入起止点对的方法，生成一系列可行的车辆路径，作为算法的初始种群^[3]。

具体步骤如下：

- ① 建立一条新的初始路径，分别以编号为 1 的标志位作为路径的起始和终点；
- ② 从乘客需求点对中选择一对点 i, j ，尝试将 i 点从第二位开始插入初始路径，若符合时间窗条件和容量限制，则 i 点插入成功。若直至路径的最后一位仍无法插入 i 点，则跳到④。
- ③ 若 i 点插入成功，则从 i 点插入位置的后一位开始尝试插入 j 点，若符合约束限制，则 j 点插入成功。
- ④ 选择一对新的起止点对，跳到②。直至所有点对都已尝试插入后，跳到①。
- ⑤ 若所有点都已插入到路径中，则初始种群生成完成。

(2) 选择算子

选择算子是模拟自然界优胜劣汰的自然选择机理，选择种群中适应度高的染色体进入下一步遗传操作，是保证种群整体适应度不断提高的关键算子。由于算法的种群个体均为问题的可行解，因此有必要进行保优操作，在选择的过程中保证种群中的最优解必然进入下一代，以提高算法的收敛速度。

选择机制采用轮盘赌的常规机制，该算子是一种随机选取的方法，适应度

越大的个体被选中的可能性越高，在遗传算法的轮盘赌选择中，通过计算累计概率使各个染色体的值共同组成一个 0 到 1 的区域，由产生的随机数决定所选区域。

具体执行步骤如下：

①计算各个染色体的适应 f_i ；

②计算种群中染色体适应度的总和 $\sum f_i$ ；

③计算种群中各个染色体被选中的概率 $p_i = \frac{f_i}{\sum f_i}$

④计算种群中各个染色体的累积选中概率 $q_i = \sum_{j=1}^i p_j$

⑤产生一个[0, 1]之间的随机数，根据该随机数所处累积概率的区间，选择该区间代表的染色体进入子代。

(4) 交叉算子

交叉算子的思想是模仿自然界中的遗传进化过程，通过亲代染色体的交叉重组产生子代。子代有很大机会集成了双亲的优良特性，成为适应度更高的个体。

本文采用基于路径分段的交叉算子，保证在交叉过程中解的可行性。交叉的步骤如下：

①选择两条染色体作为父代，分别随机选中两个父代中一段完整的车辆路径

②将选中的片段进行交换，生成两个子代，同时将交换后染色体中出现重复的点对标记出来

③将重复的点对从非交换路径中删除，根据车辆合乘路径模型，从一条路径中删除点对并不会影响路径的可行性。同时，统计子代染色体中由于交换片段而产生的遗失的点对，重新按照之前的插入步骤插入到染色体中。

采用这样的操作过程，交叉后的子代染色体仍然为可行解，且保留了双亲的大部分优良特性。

(5) 变异算子

变异算子模拟的是遗传学中染色体变异，即子代出现与父母不同的表现型。变异的意義一方面在于可以加强算法的局部搜索能力，在搜索已经达到可行解邻近区域时，通过变异算子进行局部调整，可以加速向最优解靠拢。

常见的变异操作包括单点变异，换位变异等。在这里，我们采用局部寻优的方法对染色体进行变异。变异的步骤如下：

①随机选择待变异染色体中的一条车辆路径

②对该路径进行优化，列举出此路径中点对的所有组合形式

③如果所有组合形式中最优的并非当前路径，则将该路径变异为组合中最优的路径

④如果原路径即为所有组合形式中的最优路径，则将原路径分解为点对，插入到原染色体中

4.2 计费模型

4.2.1 模型准备

长沙市出租车收费标准^[4]基本内容如下：

为缓解出租车运营成本增加的压力，完善我市出租车计价结构，促进出租车行业健康发展，经成本监审和听证，报经市政府同意，对我市城区出租车计价结构作适当调整。现将有关事项通知如下：

（1）营运价格：

1、起步价：白天起步 2 公里 8 元，夜间（22:00—次日 5:30）2 公里内 10 元；本次计价结构调整中的起步价不再含有 0.5 元燃油附加费，今后如天然气价格上涨到一定水平时，采取运价表外，加收天然气附加费的方式缓解燃料价格上涨，具体办法将另行制定。

2、车公里价：白天 2 公里以上续程单价每公里为 2.0 元，夜间（22:00—次日 5:30）2 公里以上续程单价每公里为 2.4 元。本计价器将按化零为整的等价计费方式跳表，即每记满 1 元跳表一次。

（2）低速计时收费：

在时速 12 公里/小时（含 12 公里/小时）以下，累计每满 2 分钟计费 1 元，停车等候计费纳入低速计时收费，即乘客要求途中停车等候，累计每满 2 分钟计费 1 元。

（3）空驶费：

以乘客乘车地点为起点，凡单程载客 13 公里以上，从 13 公里开始，车公里价按公里运价的 50%加收空驶费，乘客回程仍乘坐同一辆车返回时，不得收取空驶费；

（4）明码标价：

1、客运出租汽车要按规定统一使用由市价格监督检查局监制的不干胶明码标价签。

2、计价器计费结构已做调整的出租车按照本次出台的计费方式执行；计价器计费结构未做调整的出租车暂按原有计费方式执行。计价器计费结构调整工作于 2015 年 4 月 15 日前完成。

（5）即时电召服务费：

3 元/次，即时电召是指乘客从约车到用车在 1 小时内完成的电话召车业务。

（6）加强监管：

此次调整后所产生的收益，原则上主要用于驾驶员。主管部门将严格监管出租车企业擅自或变相提高出租车租赁金标准的行为。

所有客运出租汽车须按规定实行明码标价，对于计价器计费结构已做调整的出租车按照本次出台的计费方式执行；计价器计费结构未做调整的出租车暂按原有计费方式执行。计价器计费结构调整工作于 2015 年 4 月 15 日前完成。

（7）鉴于长沙县出租车已由长沙市客运管理部门统一管理，因此，按照有关要求，长沙县将与长沙市出租车执行同一计价标准。

4.2.2 数据处理

由于本文不考虑起步价、昼夜价格差异、空驶费、低速计时收费，因此计价方式可总结为每公里收费2元(不足一公里按一公里计算)即单公里价格 $p_0 = 2$ 。

4.2.3 模型的建立

根据江西试行出租车合乘计价方式^[5]，结合长沙市出租车计价方式以及我们的合成方案我们给出计价模型：

下为乘客一和乘客二合乘出租车，我们不妨认乘客一先下车、乘客二后下车的计费方式的数学模型

$$p(x_1) = 0.6 * s(x_1) * p_0 \quad (2)$$

$$p(x_2) = 0.6 * s(x_1) * p_0 + s(x_2) * p_0 \quad (3)$$

其中 $p(x_1)$ 表示乘客一需要缴纳的车费， $p(x_2)$ 表示乘客二需要缴纳的车费， $s(x_1)$ 表示合乘路段的距离(单位：公里) $s(x_2)$ 表示乘客二单独乘坐路段的距离(单位：公里)

4.2.4 模型的求解

将 $p_0 = 2$ 带入(2)(3)式并化简可得合乘计价的一个可行方案即乘客一付出：

$$p(x_1) = 1.2 * s(x_1) \quad (4)$$

乘客二付出：

$$p(x_2) = 1.2 * s(x_1) + 2 * s(x_2) \quad (5)$$

4.3 合乘模型

4.2.1 模型准备

为更为直观的看出乘客需求以及空驶出租车的分布，我们绘制散点图如下：

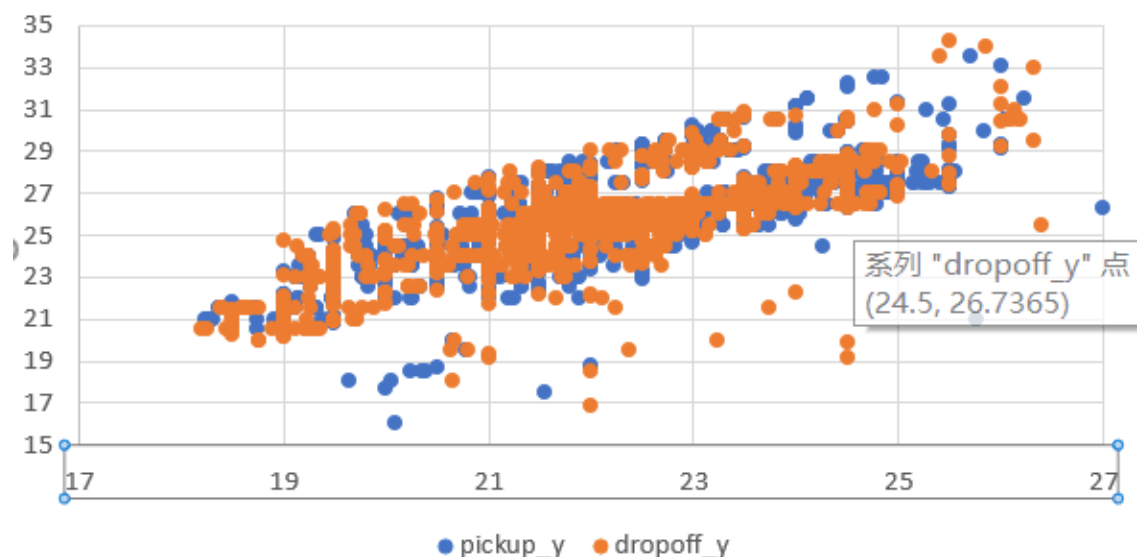


图2 该城市某日某时刻3分钟内打车需求位置示意图

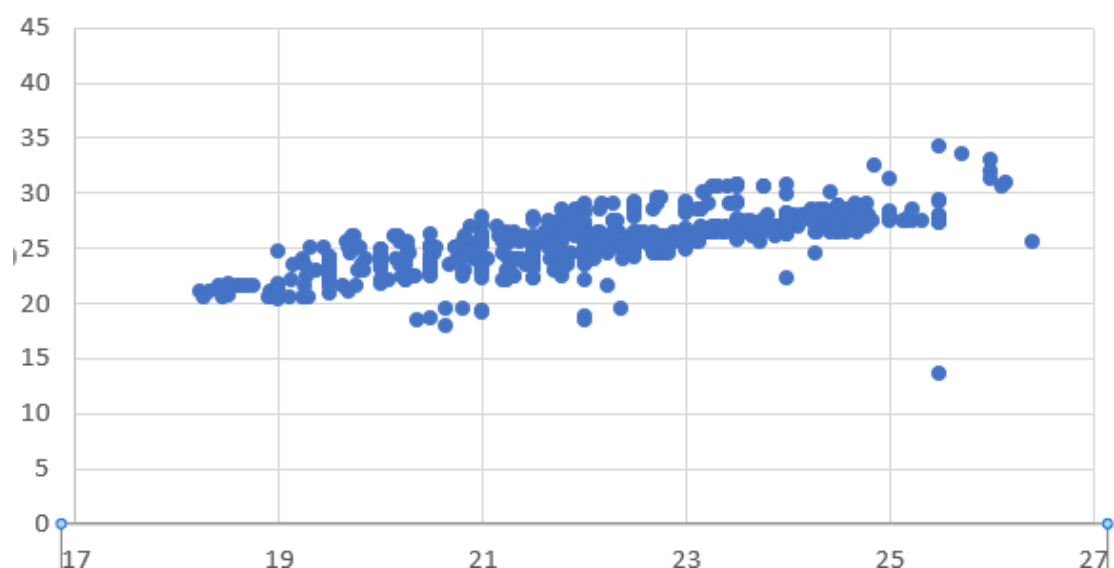


图3 该城市某日某时刻空车位置示意图

为了进一步了解乘客起止点与出租车当前位置的分布情况，将乘客起点，要求到达的终点以及当前出租车所在位置分布情况整合如图4所示：

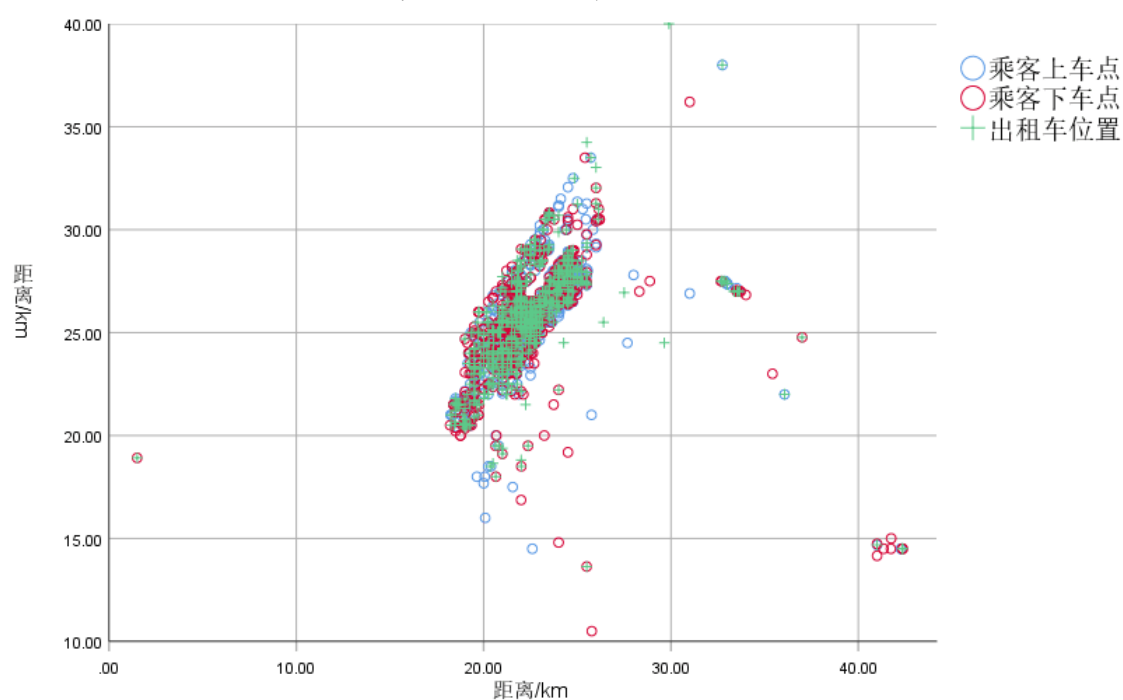


图4 该城市某日某时刻乘客起止点与空车位置示意图

由图4可知，大部分乘客的起终点以及出租车当前位置均集中在中心区，少部分出现在近郊，只有零散数个乘客起终点出现在远端。出租车位置与乘客起终点位置高度重合，为合乘顺利实施创造了良好条件。

五. 模型的优化与推广

5.1 模型的优化空间:

在本文中,为了方便计算做了一些较为苛刻的假设,如不考虑空驶费等。这些限制条件使得我们的模型适用范围较小,以长沙市为例,若合乘范围超过 13km,则本文中的计价模型不在适用。而若应使用分段函数进行表示,则可以完美的解决这个问题。

在模型的求解方面,也有更多方法的选择,具体到合乘建模与优化方法,芬兰研究者 H Me Lauri^[7]采用聚类方法,提出上下车排序的插入算法,较好地解决了一辆车的合乘优化问题。Javier Alonso-Mora 等^[8]提出了一个基于动态出行车辆分配的按需大容量乘坐共享的数学模型。Ma S^[9]对车辆动态合乘算法进行了研究,提出了路径搜索加上乘客插入相结合的动态合乘方案。

本文采取的遗传算法本身也有进一步提升的空间,程杰等^[10]综合考虑乘客组合与出租车分类在遗传算法的基础上引入协调机制对动态出租车合乘模型进行了研究,有效降低了车辆空载率。

5.2 模型的推广:

本文的计价模型中仅考虑了两人合乘的情况,事实上,针对三人合乘的情况也可做类似的考虑,但是,考虑到模型复杂度,本文没有对三人合乘出租车给出计价方案的数学模型,此举不失为本模型的合理推广。

如肖强等^[11]采用模糊聚类等方法,对合乘乘客和出租车的合乘进行模糊识别,有效提高了合乘成功率。杨志家等^[12]研究了多车合乘问题,提出了一种两阶段分布式估计方法,用于挖掘高效搭乘路线。

六. 参考文献

- [1] Pankratz G. A Grouping Genetic Algorithm for the Pickup and Delivery Problem with Time Windows[J]. Or Spectrum. 2005. 27(1):21-41.
- [2] 于匡员. 基于预约模式的出租车合乘路径优化. 中国知网.
- [3] 邵增珍, 王洪国, 刘弘等. 车辆合乘匹配问题中服务需求分派算法研究[J]. 清华大学学报(自然科学版). 2013(2): 252-258.
- [4] 长沙市交通运输局. 长价商[2015]64号文件. 2018. 11. 28.
- [5] 党的生活. 江西试行出租车合乘计价方案. 2013. 2 52-53.
- [6] 严太山, 文怡婷, 李文彬, 杨勃. 出租车合乘多目标优化方法研究. 计算机工程与应用. 2018. 12. 20.
- [7] H Me L. An adaptive insertion algorithm for for the single-vehicle dial-a-ride problem with narrow time windows[J]. European Journal of Operational Research, 2011, 209(1):11-22.
- [8] Javier Alonso-Mora, Samitha Samaranayake, Alex Wallar, Emilio Frazzoli, and Daniela Rus. On-demand high-capacity ride-sharing via dynamic trip-vehicle assignment. Proc. Natl Acad. Sci. USA, 2017, 114

(3): 462-467.

[9] Ma S, Zheng Y, Wolfson O. T-share: A large-scale dynamic taxi ridesharing service [C]//2013 IEEE 29th International Conference on Data Engineering, 2013, 410-421.

[10] 程杰, 唐智慧, 刘杰, 钟流. 基于遗传算法的动态出租车合乘模型研究[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2013, 37(1):187-191.

[11] 肖强, 何瑞春, 张薇, 马昌喜. 基于模糊聚类 and 识别的出租车合乘算法研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2014, 14(5):119-125.

[12] 杨志家, 王子, 汪扬等. 车辆合乘问车辆合乘问题的两阶段分布式估计算法[J]. 交通运输系统工程与信息, 2016, 16(2): 164-169.

七. 附录：部分代码

附录1 实现适应度计算的具体代码如下：

```
function [fitvalue,objvalue]=cal_objvalue(point,taxi)
[a,b,c]=size(point);
distance=ones(1,b-1);
d=ones(1,a);
%先算载客车辆
for i=1:a
    flag=0;
    for j=1:b
        for k=1:c
            if point(i,j,k)==0
                num=i;
                flag=1;
                break
            end
        end
        if flag==1
            break
        end
    end
    if flag==1
        break
    end
end

%再算总路程
for i=1:a
    if i<=num
        for j=1:b-1
            dx=abs(point(i,j+1,1)-point(i,j,1));
            dy=abs(point(i,j+1,2)-point(i,j,2));
            distance(1,j)=dx+dy;
        end
    else
        distance(1,j)=0;
        d(1,i)=sum(distance);%车子接到乘客后走的距离
    end
end
alld=sum(d);
```

%补算一个出租车到第一个乘客的距离

```

dis=ones(1,a);
for i=1:a
    if i<=num
        disx=abs(taxi(i,1)-point(i,1,1));
        disy=abs(taxi(i,2)-point(i,1,2));
        dis(1,i)=disx+disy;%车子接到乘客前走的距离
    else
        dis(1,i)=0;
    end
end
di=sum(dis);

%再算 fitvalue
fitvalue=ones(1,a);
for i=1:a
    if i>=num
        fitvalue(1,i)=7.9;
        continue
    else
        fitvalue(1,i)=d(1,i)+dis(1,i);
    end
end
%最后算 objvalue
objvalue=sum(fitvalue);
end

```

附录2 生成初始种群代码如下：

```

function taxi=loadtaxi()
address='C:\\Users\\anhuishuangqiao\\Desktop\\taxi.csv';
taxi=csvread(address,1,1);
end
function request=loadrequest()
address='C:\\Users\\anhuishuangqiao\\Desktop\\requests.csv';
request=csvread(address,1,1);
end
function pop=initpop(popsize,num,genelength)
pop=round(rand(popsize,num,genelength));

```

附录3 选择算子具体代码如下：

```
function newpop=choose(pop, fitvalue, objvalue, pm)
%构造轮盘
[px, py, c] = size(pop);
p_fitvalue = fitvalue/objvalue;
p_fitvalue = cumsum(p_fitvalue);%概率求和排序
ms = sort(rand(px, 1));%从小到大排列
fitin = 1;
newin = 1;
while newin<=px
    if(ms(newin))<p_fitvalue(fitin)
        mutation(pop, pm);
        fitin=fitin+1;
        if fitin>px
            break
        end
    else
        newpop(newin, :)=pop(fitin, :);
        newin = newin+1;
    end
end
```