

湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划 项目 申 报 表

项目名称: 出租车合乘业务系统设计研究				
学校名称	长沙理工大学			
学生姓名	学 号	专 业	性 别	入 学 年 份
彭家睿	201547100109	应用统计专业	女	2015 年
闻 珺	201553100106	信息与计算科学专业	女	2015 年
蓝俊怡	201564100129	应用数学专业	男	2015 年
指导教师	黄创霞	职称	教授	
指导教师	李立军	职称	讲师	
项目所属一级学科	数学	项目科类(理科/文科)	理科	
<p>学生曾经参与科研的情况:</p> <p>彭家睿: 项目负责人。长沙理工大学数统学院 2015 级应用统计学专业大三学生, 曾在学生会任职, 现任班级心理委员, 积极参与学校勤助科研活动。对社会经济研究有浓厚的兴趣, 专业知识掌握良好, 有一定的数据处理能力。 曾参加 2015 年第二届“理工杯”数学建模竞赛; 2018“美国数学建模竞赛”。</p> <p>闻珺: 项目成员。长沙理工大学数统学院 2015 级信息与计算科学专业大三学生, 历任校学生会办公室干事、副主任; 现任校学生会权益部部长。思维敏捷, 行动力强, 执行力高, 具有创新精神。 曾参加 2016 年“电工杯”; 2017 年“高教杯”; 2018“美国数学建模竞赛”。</p> <p>蓝俊怡: 项目成员。长沙理工大学数统学院 2015 级数学与应用数学专业大三学生, 曾任创业委员, 后连续两年任职班长。有创新性思维, 科研热情高。 曾参加 2015 年第二届“理工杯”数学建模竞赛; 2016 年华中杯数模竞赛; 2016 年趣味数学竞赛; 2016 年第三届“理工杯”数学建模竞赛。</p>				

指导教师承担科研课题情况:

黄创霞, 男、1977年11月生, 教授、硕士研究生导师, 中共党员, 长沙理工大学数学与统计学院院长。2006年6月获湖南大学应用数学专业博士学位, 主要从事神经网络与时滞动力系统、复杂网络、金融风险管理等领域的研究。近年来, 在泛函微分方程动力系统稳定性理论、经济建模与金融统计分析等方面有一定研究, 主持国家自然科学基金项目2项、教育部重点项目1项、湖南省杰青1项; 主持中国博士后基金特别资助项目、一等资助项目、湖南省自科青年项目1项、湖南省教育厅重点项目等省部级科研课题10余项; 主持湖南省学位与研究生教育教学改革研究课题和湖南省教研教改课题2项。在 *Journal of Differential Equations*、*IEEE Transactions on Neural Networks*、*Neural Networks*、*Nonlinear Analysis: RWA* 等国际权威 SCI 杂志上发表科研论文 50 余篇 (第一作者论文 SCI 检索 40 余篇, 论文被 SCI 引用 500 余次, ESI 高被引论文 5 篇), 目前为 *IEEE Transactions on Neural Networks*、*Nonlinear Analysis: RWA*、*Journal of Mathematical Analysis and Applications* 等 20 余种学术刊物的论文评审人。2008年9月被评为湖南省高校优秀青年骨干教师; 2010年12月入选湖南省新世纪“121”人才工程第三层次人选; 2007年破格晋升副教授, 2012年晋升教授。先后2次获湖南省自然科学奖二等奖 (2015年, 排名第二; 2009年, 排名第五); 2014年9月获湖南省第十五届自然科学优秀学术论文二等奖 (排名第一); 2016年7月获“湖南省教育系统优秀共产党员”荣誉称号。

李立军, 男, 长沙理工大学讲师。近年来从事计算数学、神经网络理论及其应用的研究。1993年毕业于湖南师范大学数学专业, 1993年至今长沙理工大学数学与计算科学学院工作。主持一项湖南省教育厅项目《基于正交函数的非线性系统建模》(已结题), 发表论文多篇。

- 1、李立军. On the convergence properties of the MPRP method with the standard Armijo line search. *ANZIAM J.*, 55(E), pp. E79-E-89, 2014.
- 2、李立军. The Effective Numerical Integration Method for Oscillating Functions[C]. *ICICTA09*, V4:681-683. (EI 收录)
- 3、李立军. The Algorithm of Neural Networks on the Initial Value Problems in Ordinary Differential Equations[C]. *ICIEA2007*:813-815. (EI 收录)

项目研究和实验的目的、内容和要解决的主要问题:

- ◆ 项目研究和实验的目的
 - 优化出租车载客的调度系统
 - 优化城市交通网络缓解交通拥堵
 - 合理指派出租车以达到乘客费用少
 - 提高出租车运营公司的收入
 - 推进我国交通运输的管理信息化进程
- ◆ 项目研究的内容:

出租车合乘业务是指路线相同或相近的两位或多位乘客共同乘坐一辆出租车出行，系统根据合乘人数、乘车时间、实际路线等因素，分别计算出每位乘客的车费（通常低于各自独乘时的车费）。司机收入则为所有乘客支付的车费总和。该业务可以在不增加运营车辆总数的情况下提高运力，有助于缓解打车难，提高出租车运输效率，降低出租车空载率，而且能够降低乘客出行成本，同时提高司机收入。因此，相当一部分乘客、司机愿意接受该业务，特别是在打车的高峰时段。

◆ **项目要解决的主要问题：**

利用智能技术把车辆,道路和使用者紧密的结合起来，有效的解决交通问题，优化出租车运营公司的派车系统，使乘客的乘车费用和等待时间降低；合理利用出租车资源，提高运营商收入；

所以在此我们主要做两个大方面的分析：

◇ 出租车合乘系统的经济性分析：

设计高效的合乘方案及其相应的算法，使乘客等待时间尽量短，所需出租车数量尽量少。该业务可以在不增加运营车辆总数的情况下提高运力，有助于缓解打车难，提高出租车运输效率，降低出租车空载率，而且能够降低乘客出行成本，同时提高司机收入。

◇ 出租车合乘项目指派的合理与优效：

根据希望乘客等待时间短和出租车公司使用的出租车数量少这两个要求，建立了以所有乘客等待时间之和以及出租车利用数量占出租车总数的比例指标的多元目标规划模型，利用模糊化方法将多元目标转化为单目标，利用贪婪算法基本思想，设计适合模型求解的算法流程。

国内外研究现状和发展动态：

◆ **国外研究状况分析：**

自上世纪八十年代，国外学者开始对出租车的合乘进行研究，欧洲美洲部分国家已认同“拼车即合乘”可以减少城市的交通拥堵。综合研究成果主要集中在车辆线路的匹配. Susan Shaheen 针对目前的小汽车合乘研究，首先提出了各国汽车合乘的历史与发展，并对它的使用进行纵向调查，对驾驶者和合乘

成员进行调查和分析,得出结论. Robert Cervero 通过对出行乘客的需求进行调查,对目的、搭档和消费度量等进行了分析,并重点讨论了合乘模式及其优点.对合乘匹配问题的研究具有代表性的算法包含两类,即精确算法如分支定界算法、k 度中心树算法、动态规划法、集分割和列生成法等;启发式算法如遗传算法、模拟退火算法、蚁群算法等.

Han 分析新加坡的出租车管理制度,进行合乘费用研究发现其车辆税收和燃油税比较低,原因是出租车打车费用低于其它国家.并且电话或网络预约出租车成功率高,一般在 30 秒内可成功进行预约,预约车辆会在 10 分钟以内到达乘客指定地点. Williams 提出公平合乘概念,并对合乘的公平性进行阐述.

另外许多学者在公平合乘基础上提出不同算法的合乘费用模型,其中 Moni Naor 运用博弈论巧妙解决合乘的公平性难题.

◆ 国内研究状况分析:

时至今日,国内学者对合乘的基本理论做了很多研究,包含合乘的发展现状与趋势、合乘的管理制度、组织模式等.主要的合乘研究是定性分析,只有少数学者做定量分析.其中主要对合乘的路径选择进行研究.对于合乘费用,大多采取偏向出租车司机利益的计算方法,对于乘客的利益考虑较少.极少学者研究乘客的个性化需求服务质量对合乘费用的影响.邵增珍等使用匹配度聚类算法研究了单车合乘问题,然而对于多车合乘问题没有进行详细探讨.张瑾等利用模拟退火算法解决了出租车拼车问题,而该算法复杂度较高,对实时性要求高的合乘问题则难以实现.程杰等使用遗传算法动态解决出租车合乘问题,该算法在对于出租车的出行目的地和与乘客匹配度问题没有详细进行论述.覃运梅提出司机、乘客双赢模型,用 Floyd 法求出最短路径以确定行驶路线,计算合乘乘车费用.邹四发分析城市道路中实际问题对最短路径网络的影响.郭瑞军运用矩阵迭代法求解网络图中的最短距离,确定最短路线,并针对某个道路网络做分析论证.时至今日,国内学者对合乘的基本理论做了很多研究,包含合乘的发展现状与趋势、合乘的管理制度、组织模式等.主要的合乘研究是定性分析,只有少数学者做定量分析.

◆ 研究现状总结:

在上述研究现状中，国内外学者主要研究合乘的基本理论，如合乘的制度管理、路径选择与合乘费用等。但定量的研究较少，且定量研究主要考虑的是静态情形下出租车司机与乘客间的信息匹配问题，这与实际乘客的动态需求不符。大多数研究选取最短路径作为出租车的行驶路线，没有考虑实际情况下道路拥堵、管制、突发交通事故等对行驶路线选择的影响。但在合乘费用方面，研究内容相对较少，目前合乘费用考虑的因素与约束比较单一，一般都是采用固定的收费方法。比如任由司机进行报价宰客或者按照全程标准收费的百分之80进行收费等。此种收费方法比较简单，但是没有考虑乘客个性化需求、服务满意度，车辆绕行距离及时间方面的约束，不符合实际合乘情况。在出租车合乘模式中没有考虑乘客的个性化需求，且乘客个性化需求的选取没有建立合适的指标体系。在合乘的费用优化方面，也没有考虑乘客的个性化需求满意度对合乘费用的影响。其次，合乘打车没有与当下新兴的手机合乘打车软件结合，充分利用其预约功能、个性化需求等服务功能。

国内外学者对于出租车合乘研究的不足主要为：

- (1) 没有考虑动态情形下，出租车司机与乘客间的信息匹配问题；
- (2) 没有与当今日益普及的手机合乘打车软件结合，充分运用其预约模式、个性化需求服务功能；基于乘客个性化需求的出租车合乘费用优化模型研究在用户个性化需求不明确或基于情景变化下，提出手机信息服务系统应如何运作。Lai X 以模糊性能等级矩阵来结构化客户需求，以此来获取最佳的定制策略。

参考文献：

- [1] 徐婷，蓝臻，胡大伟，等. 出行成本对居民出行方式的影响[J]. 交通运输工程学报, 2013, 13(1): 91-97.
- [2] 张道征，孙健，彭仲仁. 城市出租车系统综合完备度指数研究及 GIS 平台实现[J]. 交通运输系统工程与信息, 2013, 13(1):87-96.
- [3] 胡继华，黄泽，邓俊，等. 融合出租车驾驶经验的层次路径规划方法[J]. 交通运输系统工程与信息, 2013, 13(1):185-192.
- [4] Erik T, Ferguson and associates. The rise and fall of the American

carpool: 1970-1990[J]. Transportation, 1997, 24(4):349-376.

[5] 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, 53(2): 252-258.

[6] Dailey D J, Loseff D, Meyers D. Seattle smart traveler:Dynamic ride matching on the world wide web[J], Transportation Research Part C, 1999, 7(1):17-32.

[7] 邵增珍, 王洪国, 刘弘, 等. 基于匹配度聚类算法的单车辆合乘问题[J]. 软件学报, 2012, 23(2): 204-212.

[8] 张瑾, 何瑞春. 解决动态出租车拼车问题的模拟退火算法[J]. 兰州交通大学学报, 2008, 27(3): 85-88.

[9] 程杰, 唐智慧, 刘杰, 等. 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):187-190.

本项目学生有关的研究积累和已取得的成绩:

本团队由大学三年级数学与统计学院同学组成, 我们均完成了数学分析、高等代数与解析几何、C语言、数学软件、数据结构、运筹学、时间序列分析等数学与计算机课程的学习。团队同学专业知识掌握牢固, 学科综合能力强。通过三年大学的专业知识学习, 团队数学基础知识系统化, 有敏锐的头脑捕捉社会问题关心社会实践, 从实践中寻找科研创新点, 团队人员科研创新兴趣高。团队成员在阅读大量的相关书籍并结合导师的意见, 选择“出租车合乘业务系统设计”课题题目。

我们团队成员组成有很强的专业性, 同时团员参与研究的兴趣集中, 有耐心认真完成任务。

项目的创新点和特色:

本项目针对城市交通拥堵, 打车难, 出租车利用率低下的问题, 出租车合乘成为解决前述问题的有效方法。设计了一种高效、灵活的出租车合乘方案。对起点坐标距同一出租车距离近, 终点坐标落在所设带状区域内, 出行方向基本一致的乘客安排合乘。提出一种合理有效的费用计算方法, 提高了乘客参与

合乘的积极性，降低了乘客出行费用并提高了司机收入。

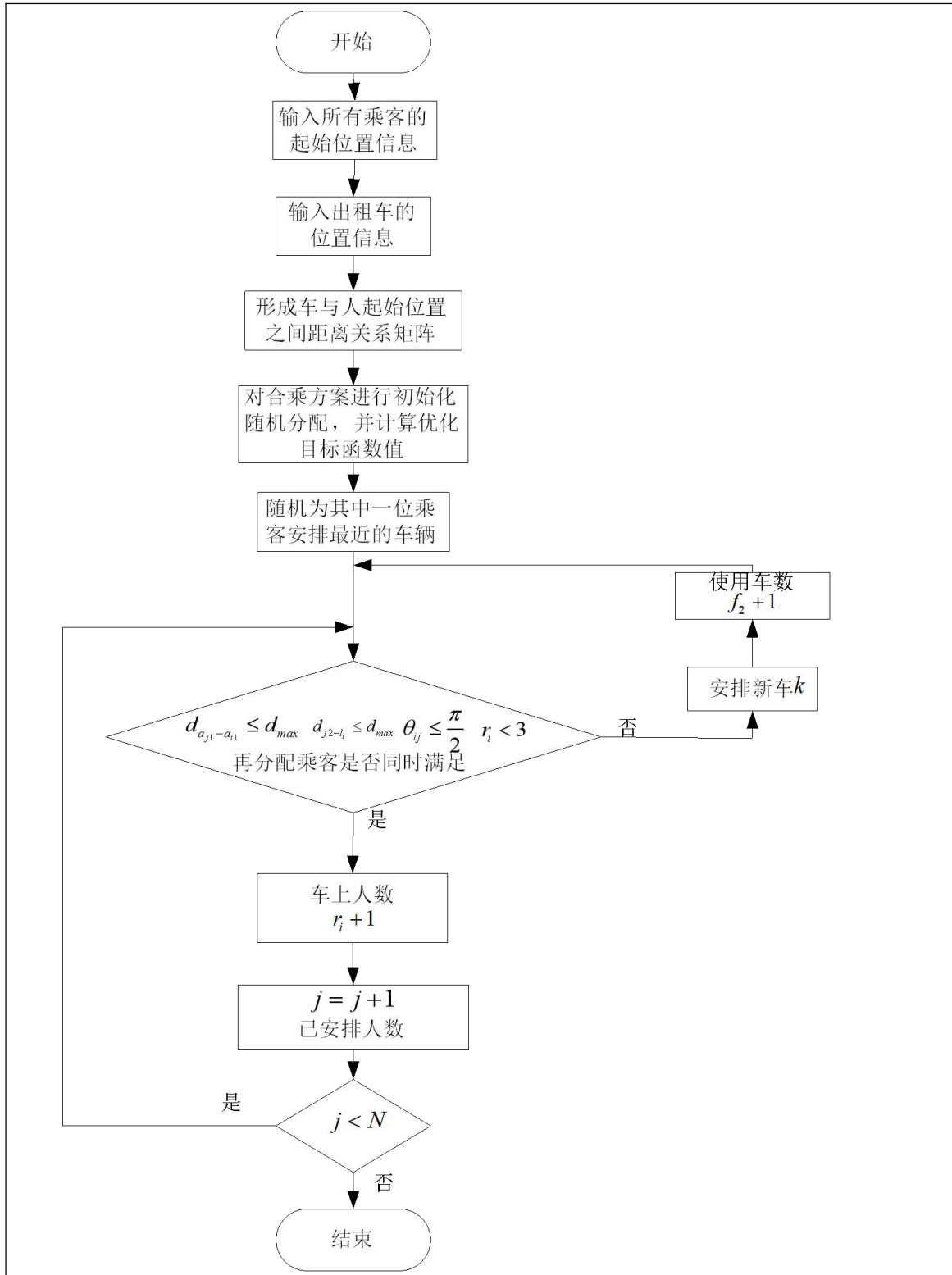
本模型算法是由计算机随机仿真出租车和乘客的合乘需求，且假定道路不拥堵和出租车行驶为匀速的条件下而得到的结果，如何将道路拥堵的动态因素及车辆动态因素引入到本文的研究问题中，是后续的重点研究内容。总之，通过出租车合乘收益趋势的研究，可有效改善出租车行业经营状况，出租车驾驶员的收益增加，而且有助于出租车合乘问题的研究，为大幅度降低出租车的行驶总公里数、降低运行成本、减少空气污染、改善道路交通拥堵有一定的社会意义。

项目的技术路线及预期成果：

◆ 项目的技术路线

根据乘客等待时间短和使用的出租车数量少的要求，建立了以所有乘客等待时间之和以及出租车利用数量占出租车总数的比例为目标的多目标规划模型，并利用模糊化方法将多目标转化为单目标，利用贪婪算法基本思想，设计了适合模型求解的算法流程。提出一种合理有效的费用计算方法，提高了乘客参与合乘的积极性，降低了乘客出行费用并提高了司机收入。在合乘模式下，独乘路段费用按单人乘车模式费用的 95% 计算，两人及以上合乘时，合乘路段的费用按单人乘车模式费用的 70% 进行计费。行驶里程按的合乘方案结果顺序，采用两点横、纵坐标差的绝对值之和进行估计。利用 MATLAB 对数据进行数值测试。

针对上述技术路线我们做出如下的软件设计流程图：



年度目标和工作内容（分年度写）：

本项目计划在三年内（2018年1月至2021年1月）完成，主要分为以下三个阶段：

第一阶段（2018年1月至2019年1月），收集数据，开展学术讨论，解决项目中的关键理论技术问题。

第二阶段（2019年1月至2020年1月），项目实施阶段，建立数学模型，借助数学软件实现。

第三阶段（2020年1月至2021年1月），项目总结，完成相关学术论文并投稿。

指导教师意见

本项目针对城市交通拥堵设计了一种高效、灵活的出租车合乘方案。目的明确、论述充分，方案可行，有较好的创新性，特此推荐申报。

签字：黄创霞、李立军 日期：2018年3月6

日