

考虑出租车排队优先级的机场出租车上车点数量优化研究

陈燕婷, 刘保银*

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年8月17日; 录用日期: 2023年9月12日; 发布日期: 2023年9月20日

摘要

为了提高机场出租车上车点的服务效率, 降低乘客等待时间和平衡出租车的排队等待成本, 本文首先根据熵值法, 选取指标对进入机场出租车蓄车场的不同等待情形的出租车进行综合评价, 得到出租车的优先级排序, 然后根据排队理论, 在考虑出租车排队优先级条件下, 建立具有优先级的M/M/S出租车排队模型, 并以郑州机场数据进行数值实验, 分析系统的排队队长、等待时间、服务强度等相关性能指标, 最后以出租车平均等待成本、上车点使用成本之和为目标函数, 建立机场出租车上车点成本优化模型进行对比分析, 从而确定最优的上车点数量。

关键词

熵值法, 排队优先级, 上车点优化, 机场出租车

Research on Optimization of Airport Taxi Pick-Up Points Considering Taxi Queue Priority

Yanting Chen, Baoyin Liu*

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Aug. 17th, 2023; accepted: Sep. 12th, 2023; published: Sep. 20th, 2023

Abstract

In order to improve the service efficiency of airport taxi pick-up points, reduce the waiting time of

*通讯作者。

passengers, and balance the queueing cost of taxis, firstly, based on the entropy method, this paper selects indicators to comprehensively evaluate taxis in different waiting situations entering the airport taxi storage pool, and obtains the priority ranking of taxis. Then, according to the queueing theory, under the condition of considering the priority of taxi queueing, an M/M/S taxi queueing model with priority is established. Based on the data of Zhengzhou Airport, numerical experiments are carried out to analyze the queue length, waiting time, service occupation rate, and other related system performance measures. Finally, taking the sum of the average waiting cost of taxis and the use cost of pick-up points as the objective function, the cost optimization model of airport taxi pick-up points is established for comparative analysis, and the optimal number of pick-up points is determined.

Keywords

Entropy Method, Queue Prioritization, Pick-Up Point Optimization, Airport Taxis

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

飞机有着速度快、安全、舒适等优点,越来越多的人选择飞机出行,然而大部分机场远离市区,出租车就成为机场乘客首选交通工具,对于乘客机场出行体验而言,出租车起到关键作用。而机场出租车上车点的数量又关系到出租车和乘客的排队等待时间,从而影响出租车的收益、以及乘客的出行体验,因此确定机场最优上车点数量对于机场、出租车、乘客十分重要。同时,近年来机场出租车问题愈发严重,司机经常因乘客目的地较近、单价低,而发生加价、甩客行为[1],因此,对于长短途载客等不同类型的出租车,为尽量使出租车司机等待成本相对均衡,可以考虑赋予不同的优先级。本文拟考虑在给予机场出租车优先级、均衡出租车司机的排队等待时间的情况下,探究机场出租车的最佳上车点数量。

在对机场出租车的问题研究中,徐士博[2]、陈修素[3]、Jia [4]等研究了出租车司机决策机制,根据排队论建立出租车司机决策模型,通过比较不同选择的净收益,给出出租车司机的最优选择策略。姚志远等[5]通过层次分析法建立上车点与插队时间模型,模拟得出如何及时调度出租车,最大限度地提高乘车效率。Lin 等[6]建立了基于机会成本的出租车司机决策模型,结合排队理论和蒙特卡罗方法求解模型,并利用 Logit 模型分析相关因素,提出设置出租车上车点的建议。以上学者大部分研究集中在长短途出租车返程还是等待这类决策问题上,少许学者在此基础上对上车点问题做研究扩展。目前对于上车点的研究还较少,但仍取得一些成果。黄镜入等[7]建立了基于元胞自动机的上车点优化模型,对出租车上车点进行优化设计。李美玉等[8]以北京首都机场为例,建立出租车与乘客的双端排队模型,求解出使排队长度达到最短的上车点个数。Wang [9]、陆颖俐等[10]基于排队理论,采用蒙特卡罗模拟,得到出租车不同车道数条件下的最优出租车上车点数。Chen 等[11]建立机场出租车客运排队模型的双目标函数,基于粒子群算法求解模型,得到最优上车点数。Xu 等[12]通过排队理论模型中的 M/M/S 模型,验证了在保证安全的前提下,可以实现效率最高的上车点安排方案。

以上机场出租车上车点问题的研究几乎还没有考虑均衡出租车等待时间、关注出租车优先级这一因素,因此本文提出利用熵值法对出租车进行“优先级”排序,建立具有优先级的 M/M/S 出租车排队模型,求解分析系统性能指标,在此基础上以出租车等待成本和上车点使用成本之和为目标函数,求解最优的

上车点数量, 实现均衡司机等待成本, 缓解排队等问题。

2. 问题描述

机场出租车载客系统包括出租车蓄车场、上客区排队通道、上客区和载客离场通道, 其中出租车上客区上车点数量的设置是影响系统效率的关键部分。目前机场出租车排长队现象非常普遍, 不少司机排队时长达 4、5 个小时之久, 而减少排队时间最直接的方式就是增加上车点的数量, 因此我们最主要研究问题是不同数量的上车点对于出租车的服务情况, 问题可以表述为在出租车满足乘客的乘车需求条件下, 优化上车点数量, 尽量减少并均衡出租车的等待时间和排队队长, 提高上客区的服务效率, 避免资源闲置浪费。

出租车的载客流程一般为: 到达机场后, 出租车进入蓄车场等候, 等候的出租车按照排队顺序, 到出租车上客区根据车辆需求载客[13]。如图 1 所示:

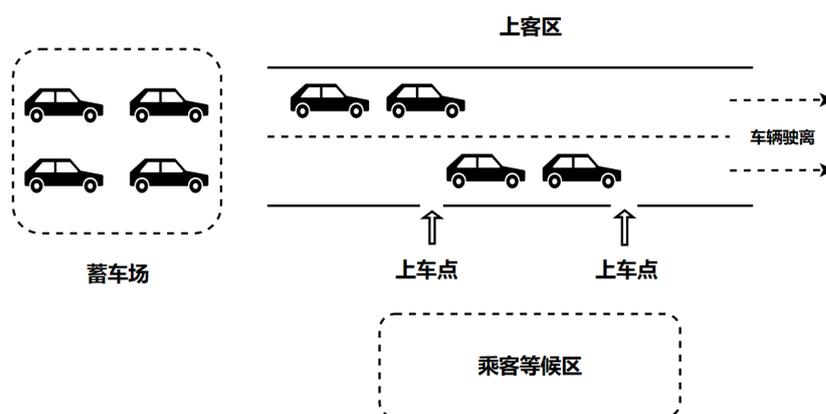


Figure 1. Airport taxi pick-up process

图 1. 机场出租车载客流程

机场出租车除了排长队问题之外还经常存在挑客、甩客现象, 司机不愿意拉载目的地较近的乘客, 因为无法满足其排队几小时的成本, 因此一些机场为有效解决短途旅客乘车问题, 设计了出租车排队优先方案。例如如果出租车司机搭乘的是短途乘客, 现场调度人员会签发车辆、人员信息, 给予短途票据。出租车司机凭票据送完旅客后在一小时内再次返回或者往返不超过 22 公里, 将享有优先载客权, 使出租车司机等待成本相对均衡, 但上述措施并没有完全解决问题。随着技术的发展, 一些机场将大数据技术与定位系统相结合, 识别获取运营出租车的行驶轨迹, 得到实时车辆信息, 使优先级调度成为了可能。因此本文考虑合理赋予不同状态出租车优先级, 细化出租车的状态分类将其分为等待时间长、等待时间短、短途载客返回三类, 让等待损失较高的一部分出租车优先载客, 同时优化上车点的数量, 综合解决出租车挑客甩客、排长队问题。

3. 基于熵值法的出租车优先级评价

3.1. 模型准备

本文使用熵值法进行综合评价, 确定不同状态出租车的优先级。熵值法是利用指标自身的属性值来确定权重的客观评价方法, 也就是利用指标自身数值的大小来确定其权重。熵值越小, 说明包含的信息量大, 确定性越高; 相反地, 熵值越大, 包含的信息量越小, 确定性就越低。对某一指标的离散程度, 可以用熵值来判断, 离散程度越高, 则该指标对综合评价的作用越大。因此, 各指标的权重可以根据指

标的离散程度进行测算, 为综合评价多个指标提供依据[14]。

(1) 建立数据矩阵 $A = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nm} \end{pmatrix}_{n \times m}$, 其中 x_{ij} 为第 i 个方案下第 j 个指标的数值。

(2) 数据的非负数化处理:

熵值法计算采用的是各方案中某一指标占该指标值之和的比值, 不用进行标准化计算。为了避免负数出现, 导致求值时对数的无意义, 数据平移是必要的, β 为平移量, 取值越小则对结果影响越小:

① 对于越大越好的指标:

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})}{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})} + \beta \quad (1)$$

② 对于越小越好的指标:

$$X_{ij} = \frac{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - x_{ij}}{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})} + \beta \quad (2)$$

(3) 计算第 j 项指标下第 i 个方案占该指标的比重:

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (3)$$

(4) 计算第 j 项指标的熵值:

$$e_j = -k * \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad (4)$$

其中 $k > 0$, $e_j \geq 0$, k 与样本数 m 有关, 一般令 $k = 1/\ln m$ 。

(5) 计算第 j 项指标的差异系数:

$$g_j = 1 - e_j \quad (5)$$

(6) 求权重:

$$W_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j} \quad (6)$$

(7) 计算各方案的综合得分:

$$F_i = \sum_{j=1}^m W_j * P_{ij} \quad (7)$$

3.2. 模型建立与求解

我们将机场出租车分为三种类型: 等待时间长、等待时间短、短途载客返回。根据资料显示, 出租车在机场平均排队时间为 2 h 左右[15], 因此定义排队时间 < 2 h 为等待时间短的出租车, 排队时间 > 2 h 为等待时间长的出租车, 一小时内再次返回或者往返不超过 22 公里的为短途载客返回的出租车。

(1) 选择出租车的评价指标, 考虑司机精力损耗、司机收入损失、已等待时间三项指标, 与文献[8]类似, 本文调研收集出租车司机的意见, 按照评价指标对于不同类型出租车的影响及重要程度, 对各评价指标合理赋值 1~10 分, 得到指标评价表, 如表 1 所示:

Table 1. Taxi priority index evaluation table
表 1. 出租车优先级指标评价表

	司机精力损耗	司机收入损失	已等待时间
短途载客返回	5	7	4
排队时间长	8	5	6
排队时间短	2	1	2

(2) 运用表 1 数据使用 SPSSAU 软件计算各指标值权重 W_j , 如表 2 所示:

Table 2. Evaluation index weight table
表 2. 评价指标权重表

	信息熵值 e_j	权重系数 w_j
司机精力损耗	0.8830	30.88%
司机收入损失	0.8175	48.17%
已等待时间	0.9206	20.95%

从表 2 可以看出: 司机精力损耗, 司机收入损失, 已等待时间总共 3 项指标, 它们的权重值分别是 0.309, 0.481, 0.210。

(3) 通过公式(7)计算三类出租车优先级评价价值分别为:

$$F_1 = 5.759; F_2 = 6.142; F_3 = 1.52, \text{ 其中 } F_2 > F_1 > F_3$$

即等待时间长的出租车为第 1 优先级, 短途载客返回的出租车为第 2 优先级, 等待时间短的出租车为第 3 优先级。

4. 建立 M/M/S 出租车优先级排队模型求解最优上车点数量

4.1. 模型的建立

在机场出租车的运营管理中, 上客区、蓄车场一般是分开的, 两者通过专用通道连接, 出租车首先根据管理规定进入蓄车场进行排队等待, 然后机场管理者进行分批放行出租车进入上客区, 载客离开机场[16]。因此我们可以把这一服务过程看作排队系统, 把出租车看作为顾客, 上车点抽象为服务台。在介绍模型之前, 对后续需要用到的符号做出定义(表 3):

Table 3. Symbol table
表 3. 符号表

符号	
λ	出租车的总到达率
λ_i	优先级为 i 的出租车的到达率
μ	上车点的服务率
ρ	系统服务强度, 即上车点处于忙的状态的概率
ρ_i	服务优先级为 i 的出租车时, 上车点忙的时间占比
S	上车点数量
W_{qi}	优先级为 i 的出租车的平均等待时间
L_{qi}	优先级为 i 的出租车的平均等待队长

Continued

W_q	出租车总平均等待时间
L_q	出租车总平均等待队长
C_1	出租车单位时间等待成本
C_2	上车点单位时间使用成本
Z	总成本
r	折旧残值率
T	折旧年限

根据排队理论, 我们假设出租车的到达过程服从参数为 λ 的泊松分布, λ_1 表示第 1 优先级出租车的平均到达率, λ_2 表示第 2 优先级出租车的平均到达率, λ_3 表示第 3 优先级出租车的平均到达率。假设上车点的服务过程服从参数为 μ 的负指数分布, 上车点个数为 S , 采取先到先服务(FCFS)的服务规则, 并假设每个上车点只服务其上车区域内的出租车, 建立 M/M/S 优先级排队模型。由于第 1、第 2、第 3 优先级出租车到达是相互独立的泊松过程, 所以根据排队理论[17]得出:

系统到达率:

$$\lambda = \sum_{i=1}^3 \lambda_i, i=1,2,3 \quad (1)$$

系统服务强度:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^3 \lambda_i}{s\mu}, i=1,2,3 \quad (2)$$

$$\rho_i = \frac{\lambda_i}{s\mu}, i=1,2,3 \quad (3)$$

平均等待时间:

$$W_{qi} = \frac{\left[s!(1-\rho)(s\mu) \sum_{n=0}^{s-1} \frac{(s\rho)^{n-s}}{n!} + s\mu \right]^{-1}}{(1-(\rho_1+\dots+\rho_i))(1-(\rho_1+\dots+\rho_{i-1}))}, i=1,2,3 \quad (4)$$

平均等待队长:

$$L_{qi} = \lambda_i W_{qi}, i=1,2,3 \quad (5)$$

总平均等待时间、总平均等待队长:

$$W_q = \sum_{i=1}^3 W_{qi}, i=1,2,3 \quad (6)$$

$$L_q = \sum_{i=1}^3 \lambda_i W_{qi}, i=1,2,3 \quad (7)$$

4.2. 模型的求解

通过爬虫爬取郑州机场出租车秩序管理站 9 月 14 日的出租车进出数据, 我们得到进入机场蓄车场排队的出租车的到达率约为 $\lambda = 52$ 辆/小时, 且根据资料, 单位时间内等待时间长的出租车约占 40%, 短途

载客返回的出租车约占 25%，等待时间短的出租车约占 35% [18]。根据公式(1)可以算出第 1 优先级出租车的平均到达率 $\lambda_1 = 20.8$ 辆/小时，第 2 优先级出租车的平均到达率 $\lambda_2 = 13$ 辆/小时，第 3 优先级出租车的平均到达率 $\lambda_3 = 18.2$ 辆/小时。当出租车在上车点载客接受服务时，其服务率约为 $\mu = 21$ 辆/小时，由此运用 Matlab 计算不同上车点数量下的各系统性能指标(表 4)：

Table 4. System performance measures under different pick-up points
表 4. 不同上车点下的系统各项性能指标

上车点	W_{q1}	W_{q2}	W_{q3}	L_{q1}	L_{q2}	L_{q3}	W_q	L_q
$S = 3$	0.016327	0.035226	0.135138	0.339602	0.457938	2.459512	0.186691	3.257051
$S = 4$	0.004935	0.008258	0.016309	0.102648	0.107354	0.296824	0.13215	0.506826
$S = 5$	0.001499	0.002211	0.003512	0.031179	0.028743	0.063918	0.038401	0.123841
$S = 6$	0.000433	0.000592	0.000842	0.009006	0.007696	0.015324	0.010873	0.032027
$S = 7$	0.000117	0.000151	0.000201	0.002434	0.001963	0.003658	0.002903	0.008055
$S = 8$	0.000029	0.000036	0.000046	0.000603	0.000468	0.000837	0.000111	0.001908

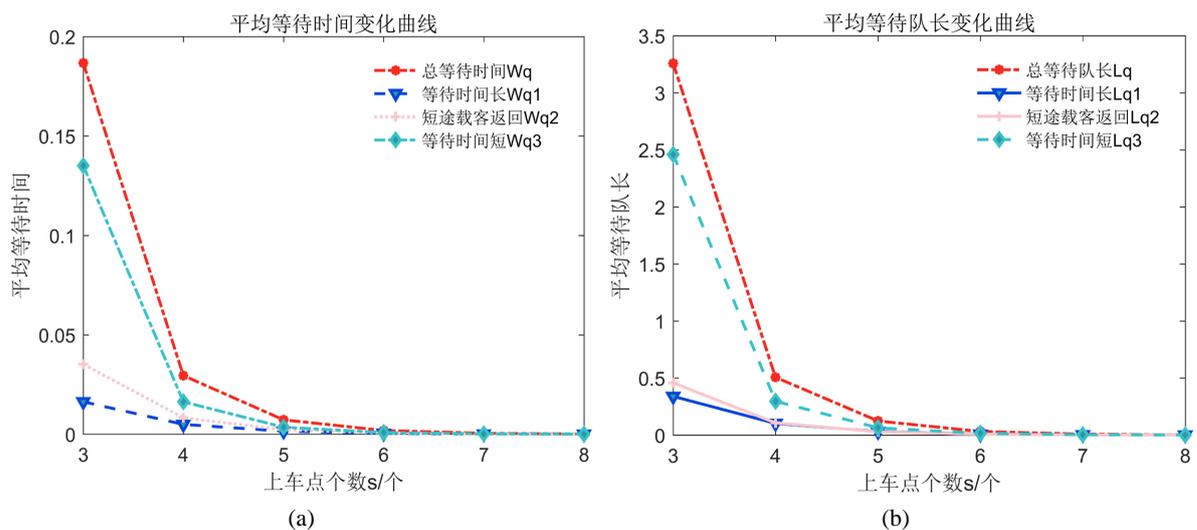


Figure 2. The average waiting time, the average waiting queue length
图 2. 出租车的平均等待时间、平均等待队长

从表 4 并结合图 2 我们可以看出，通过设置优先级，等待时间长、短途载客返回的出租车的等待时间处于较低水平，即这类损失较高的出租车的等待成本较小，从而使得各类出租车的收益相对均衡。并且随着上车点数量的增加，系统各项指标不断下降。上车点数量由 3 个增加到 4 个时，发现整体指标迅速下降到较好的系统状态，其中第 3 优先级出租车的平均等待时间和平均队长下降最为明显，其次为第 2 优先级出租车，而第 1 优先级出租车指标变化较小，原因是优先级较高的出租车由于具有优先权，其更快接受服务，所以上车点数量变化对其指标影响并不大。当上车点数量由 4 个增加到 5 个时，各优先级出租车系统指标仍有小幅下降。接着继续增加上车点数量，发现指标几乎为零，虽然没有了排队现象，但这时服务台相对比较清闲，可能存在闲置等问题，由此我们在不考虑成本，且保证服务台不闲置的情况下可以得出设置 4 个或 5 个上车点是合适的。

5. 考虑成本的出租车上车点数量优化

5.1. 模型的建立

机场出租车上车点的建设费用较高, 我们在优化时必须把成本考虑在内。成本主要包括两个方面, 首先是出租车的等待成本, 其次是机场上车点的使用成本, 因此设总成本函数 Z 为单位时间出租车等待成本与上车点的使用成本之和。求解目标是得到使总成本 Z 最小的上车点数量 S 。

我们对相关成本做出假设: 根据资料显示, 出租车司机一天的收入在 400 元左右, 按照 8 小时的工作时间, 我们假定每辆出租车的单位时间等待成本 C_1 为 50 元/小时, 最终出租车的等待成本是正在排队的各优先级出租车的单位时间等待成本求和。对于每个上车点的单位时间使用成本, 这里包括建设费用和维护管理费用。建设费用考虑利用平均年限法进行分摊折旧。上车点的长度约为 18 m, 宽度约为 2.5 m, 航站楼的单位结算成本约为 15000 元/m² [19], 建筑物的折旧残值率 r 为 5%, 假设折旧年限 T 为 20 年。对于上车点的维护管理费用, 我们根据机场地面维护及管理人员每天的薪资 350 元进行估算, 假定每个上车点的维护管理费用为 8 元/小时, 通过计算得到每个上车点单位时间使用成本 C_2 :

$$C_2 = 8 + 18 \times 2.5 \times 15000 \times \frac{1-r}{365 \times 24T} \quad (1)$$

得到总成本函数 Z :

$$\text{Min}Z = C_1 \sum_{i=1}^3 W_{qi} L_{qi} + C_2 S, i=1,2,3 \quad (2)$$

5.2. 求解结果

通过图 3(a)成本的变化曲线, 我们可以看出随着上车点的增加, 成本呈现下降后快速上升趋势。结合表 5, 发现当上车点数量增加到 4 个时, 其成本达到最小值 46.8898 元, 之后继续增加上车点, 成本不再下降, 呈现上升趋势。这意味着从成本的角度来考虑, 设置 4 个上车点是合理的, 这与上节优先级排队模型的求解结果具有一致性。然后我们通过图 3(b)可以看出服务强度随着上车点数量的增加, 缓慢下降, 当上车点数量为 4 时系统服务强度为 0.6190, 系统仍然具有比较高的运行效率, 当上车点为 5 个, 系统服务强度为 0.4952, 低于 50%, 效率并不高, 这容易造成闲置、资源浪费现象, 因此结合上节优先级排队模型, 我们最终得出机场设置 4 个出租车上车点时, 系统达到最优状态, 降低了各优先级出租车的等待时间成本及上车点单位使用成本, 并最终减少乘客的候车时间, 提高乘客对机场服务的满意度, 实现乘客、机场、出租车三方之间的共赢。同时与郑州机场出租车上车点设置数量为 3 个的实际情况相比较, 发现模型结果较符合实际, 具有现实意义, 可以为机场服务的进一步优化提供参考。需要指出, 本文数值实验是在较理想状态下的模拟计算, 由于现实情形可能较为复杂, 因此在实际运用中相关部门需要考虑更多因素综合分析。

Table 5. Total cost and system service occupation rate

表 5. 总成本和系统服务强度

上车点	总成本 Z	系统服务强度 ρ
$S = 3$	49.1424	0.8254
$S = 4$	46.8898	0.6190
$S = 5$	58.3139	0.4952
$S = 6$	69.9615	0.4127
$S = 7$	81.6207	0.3537
$S = 8$	93.2808	0.3095

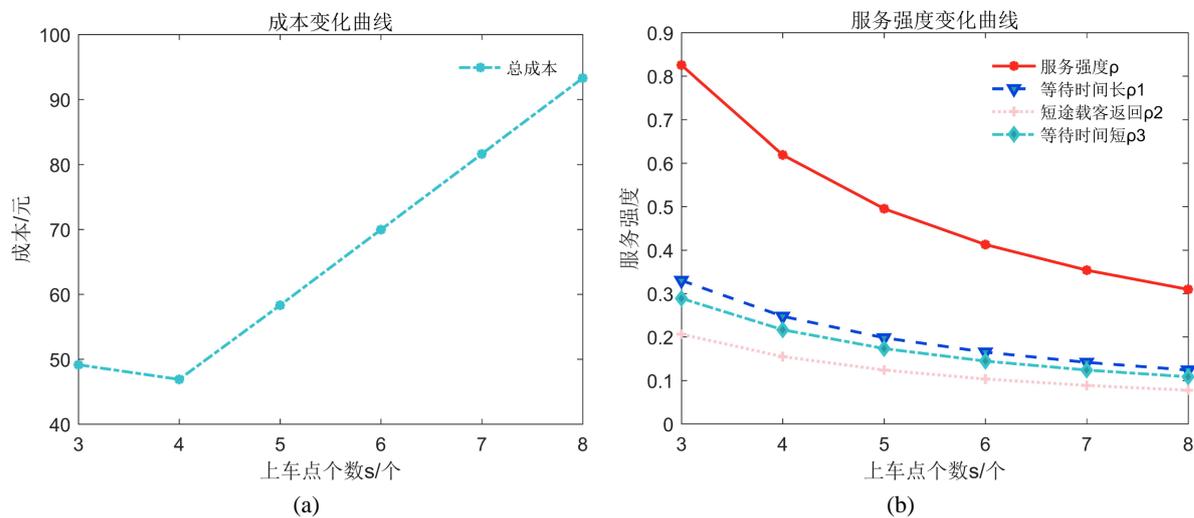


Figure 3. Total cost and system service occupation rate
图 3. 总成本和系统服务强度

6. 结束语

本文对机场出租车上车点数量问题进行建模, 考虑均衡司机的等待时间成本, 通过熵值法赋予机场不同等待状态出租车相应的优先级, 建立具有优先级的 M/M/S 出租车排队模型, 并在考虑成本情况下, 建立成本函数模型进行对比分析, 最终得到了在满足系统运行效率较高、且实现最小系统费用条件下的最优机场出租车上车点数量。本文利用郑州机场的出租车运营数据, 进行数值实验, 发现本模型结果较符合实际, 具有指导作用, 因此本研究对于提升机场服务水平具有一定借鉴意义。

基金项目

本研究由上海理工大学管理学院 2021 年度科研启动项目(KYQD202101)资助。

参考文献

- [1] 张仲杰. 出租车之困(上): 车站机场又见拒载挑客, 路程短就要被“嫌弃”? [EB/OL]. https://www.guancha.cn/politics/2023_05_15_692359.shtml, 2023-05-15.
- [2] 徐士博, 程晓燕, 孙闯闯. 基于排队论的机场出租车决策模型研究——以浦东机场为例[J]. 甘肃科技, 2022, 38(7): 68-71.
- [3] 陈修素, 陈睿. 机场出租车司机的最优决策模型[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2021, 38(5): 102-106.
- [4] Jia, W., Huang, Y.-L., Zhao, Q. and Qi, Y. (2022) Modeling Taxi Drivers' Decisions at Airport Based on Queueing Theory. *Research in Transportation Economics*, **92**, Article ID: 101093. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101093>
- [5] 姚志远, 钱文超, 陈熹, 李文钰. 机场出租车的调度优化——以郑州新郑国际机场为例[J]. 物流工程与管理, 2021, 43(8): 41-44.
- [6] Lin, Z.N., Wu, Z.Q., Wu, L.B., Li, S.S. and Zhang, Y.B. (2019) Airport Taxi Decision-Making Strategy Based on Queueing Theory and Computer Simulation. 2019 4th International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE), Hohhot, 24-26 October 2019, 813-8134. <https://doi.org/10.1109/ICMCCE48743.2019.00186>
- [7] 黄镜入, 辛开宇. 高铁站出租车上车点优化设计[J]. 工业控制计算机, 2021, 34(11): 91-92.
- [8] 李美玉, 李倩, 张天宇, 王浩华. 基于排队论的机场上客区系统效益优化研究[J]. 数学理论与应用, 2020, 40(4): 118-127.
- [9] Wang, X.-L., Wen, Q., Zhang, Z.-J. and Ren, M. (2020) The Optimal Queueing Strategy for Airport Taxis. *IEEE Access*, **8**, 208232-208239. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038176>

- [10] 陆颖俐, 陈泉静, 黄邦华, 张海波. 基于蒙特卡洛模型的出租车上车点设置[J]. 台州学院学报, 2020, 42(3): 17-22.
- [11] 陈润桓, 戴华, 史可为, 杨茂虎, 周倩, 杨庚, 黄海平. 一种面向机场出租车上客区服务效率优化的上客点数量规划方法[P]. 中国专利, 111951542B. 2022-09-27.
- [12] Xu, B.Y., Liu, J.W., Chen, L. and Deng, J.B. (2020) Study on Taxi Driver Decision-Making of Beijing Capital International Airport Based on M / M / S model. *Journal of Physics: Conference Series*, **1616**, Article ID: 012035. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1616/1/012035>
- [13] 罗锦德. 白云机场出租车接客指引[EB/OL]. <http://news.carnoc.com/list/326/326450.html>, 2015-10-16.
- [14] 邹华, 徐玢玢, 杨朔. 基于熵值法的我国区域创新能力评价研究[J]. 科技管理研究, 2013, 33(23): 56-61.
- [15] 胡稚鸿, 董卫, 曹流, 等. 大型交通枢纽出租车智能匹配管理系统构建与实施[J]. 创新世界周刊, 2019(7): 90-95.
- [16] 张胜, 张天畅. 综合交通枢纽规划设计布局研究[J]. 交通与港航, 2019, 6(6): 11-17.
- [17] 陆传赉. 排队论[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2009: 7-8.
- [18] 李勇, 陈妍群, 沈琼, 姚慧慧. 基于模糊综合评价的机场出租车优先权排队模型[J]. 齐齐哈尔大学学报(自然科学版), 2020, 36(4): 81-85.
- [19] 洪棋松. 新建机场航站楼目标成本分析与控制[J]. 河南建材, 2019(6): 125-126.