

doi: 10.3969/j.issn.0490-6756.2020.04.011

基于收益优先的机场出租车司机决策研究

俞雪永¹, 魏金岭¹, 魏弋力¹, 王硕苹¹, 董奕君²

(1. 浙大城市学院计算机与计算科学学院, 杭州 310015;

2. 浙大城市学院信息与电气工程学院, 杭州 310015)

摘要: 综合考虑了在一定的时间段内机场乘坐出租车乘客的数量、机场到达的乘客数量、“蓄车池”等待的出租车数量以及该时间段内市区出租车服务密度、节假日因素、天气因素、司机的驾驶状态和司机的心理因素给司机带来的决策影响的因素, 以这些因素为变量, 构造了出租车决策模型, 给出了出租车司机做出各种不同决策的阈值和相应的决策准则. 通过北京首都国际机场航班到港数据以及北京出租车运营的相关数据, 计算了司机获得的相应收益.

关键词: 出租车; 决策; 收益优先;

中图分类号: TP305

文献标识码: A

文章编号: 0490-6756(2020)04-0689-08

Study on the decision of airport taxi drivers based on income priority

YU Xue-Yong¹, WEI Jin-Ling¹, WEI Yi-Li¹, WANG Shuo-Ping¹, DONG Yi-Jun²

1. School of Computer and Computing Science, Zhejiang University City College, Hangzhou 310015, China;

2. School of Information and, Zhejiang University City College, Hangzhou 310015, China)

Abstract: This article considers the impact of several factors, including the number of passengers who wants to take taxis at the airport, the number of passengers arriving at the airport, the number of waiting, the density of taxi services in urban areas, the influence of holidays, the influence of weather and the driving state and psychological state of driver in a certain period of time, to the decisions made by drivers. Taking the factors mentioned as variables we constructed the taxi decision model. This taxi decision model gives the thresholds of drivers for making various decisions and corresponding decision criteria. It also uses relevant data about flight arrivals and taxi operations of Beijing Capital International Airport to calculate the corresponding benefits to the driver.

Keywords: Taxi drivers; Decision model; Revenue first

1 引言

追求利润最大化是出租车经营活动的主要目的. 出租车司机在结束将市内的乘客送到机场的客户订单之后, 将会有两种选择^[1-2]: (1) 去往出租车指定的载客地点, 在花费一定时间成本等待接下飞机的乘客将他们运送回市内, 获得一定的收

益; (2) 立刻返回市区进行接单, 获取收益. 两种不同的决策会对出租车司机带来不同的收益. 对出租车司机来说, 影响这两种不同决策收益的因素是多方面的. 包括在一定的时段乘坐出租车的乘客的数量、该时段机场到达的乘客数量、该时段在“蓄车池”等待的出租车数量^[3]、该时段市区出租车服务密度等. 同时诸如节假日因素、天气因素、司

收稿日期: 2019-12-02

基金项目: 浙江省高校实验研究项目(ZD201907)

作者简介: 俞雪永(1982-), 男, 硕士研究生, 实验师, 研究领域为计算机网络、云计算、大数据、数学模型. E-mail: yuxy@zucc.edu.cn

通讯作者: 魏金岭. E-mail: weijl@zucc.edu.cn

机的驾驶状态和心理因素也会对司机的决策带来一定的影响.

2 问题描述

对于一位已到达机场的出租车司机,在已知某一时间段内机场到达的航班数量和乘客数量、当前已在“蓄车池”等待的出租车(排队出租车)数量^[4]、该时间段市区出租车服务密度等条件下,分析影响出租车司机决策的因素,根据对机场乘客人数变化情况 and 出租车司机的收益进行考虑,需要构建出租车司机选择的决策模型^[5],并给出相应选择策略.

3 模型的建立

3.1 基本假设

- (1) 假设司机选择停留在机场,则一定能接到乘客并送到市区;
- (2) 假设司机匀速行驶,单位时间内消耗费用相同;
- (3) 假设在一般情况下出租车道仅能供一辆车经过;
- (4) 假设机场专用大巴车能将部分乘客直接从机场运回到市中心;
- (5) 假设出租车上客时间忽略不计;
- (6) 假设每个泊位的上客能力相同,即不考虑主副泊位.

3.2 问题分析

送客到机场的出租车司机决策过程如图 1 所示.

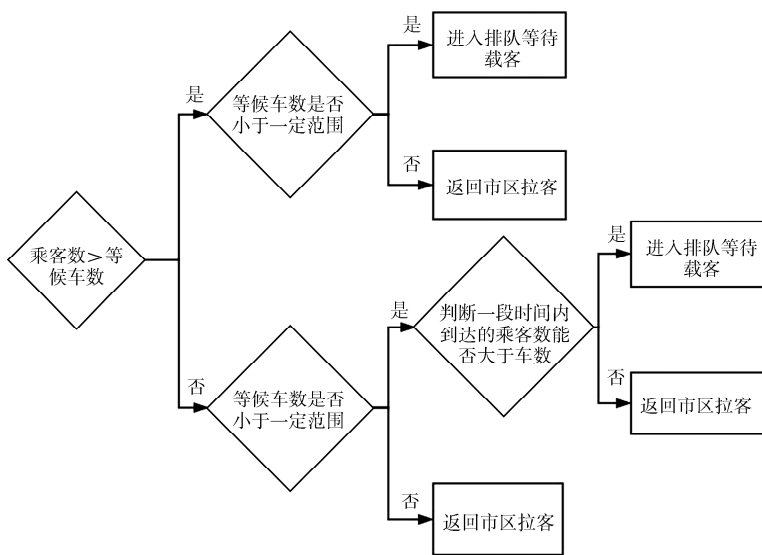


图 1 司机决策流程图
Fig. 1 The decision flow chart of drivers

由图 1 可知,司机先通过某段时间内抵达的航班数量,以经验判断到达乘客数量,来决定是否直接离去;若其选择接客,则将进入“蓄车池”等候,此时司机可看见已在排队的出租车数量,通过经验比较收益,决定是否驶入“蓄车池”排队.

另外将一天 24 小时按每小时一段划分为 24 个时间段,具体如表 1 所示.

表 1 时间段划分表
Tab. 1 Time Period Division

时间	0:00~1:00	...	(i-1):00~i:00	...	23:00~24:00
时间段	1	...	i	...	24

3.2.1 确定机场到达的乘客数量 根据每个时间段到达机场的航班数和飞机机型^[6],统计出各个时间段到达乘客的数量 $p_i (i=1, 2, \dots, 24)$, p_i 为在时间段 i 内到达机场的乘客数量之和. 如表 2 所示.

表 2 不同时间段到达乘客数量表

Tab. 2 The number of passengers arriving at different times

时间段 i	1	2	...	i	...	23	24
乘客数 p_i	p_1	p_2	...	p_i	...	p_{23}	p_{24}

3.2.2 确定 i 时间段乘客乘坐出租车的人数 不同的时间段乘客选择不同交通工具的比例不同. 根据文献^[6]数据,可以确定时间段 i 乘客乘坐出租车离开机场的比例 q_i ,从而可确定时间段 i 乘坐出租车的乘客数量为 $p_i = p_i \cdot q_i$,如表 3 所示.

表 3 不同时间段乘客乘坐出租车的比例及乘客数量表

Tab. 3 The proportion and number of passengers taking taxis in different time periods

时间段	1	2	...	i	...	23	24
乘坐出租车的乘客比例	q_1	q_2	...	q_i	...	q_{23}	q_{24}
乘坐出租车的乘客数量	P_1	P_2	...	P_i	...	P_{23}	P_{24}

3.2.3 确定 i 时间段出租车在市区的服务单数
一天内不同时间段下出租车在市区的载客情况是不一样的,在市区人流量较为密集的地方和交通高峰时间段^[7],出租车服务的订单数(单数)较多,而在市区人流量较少的地方和交通低峰段,出租车服务的单数较少.查阅资料可得时间段 i 时出租车在市区的服务单数 j_i ,每单的平均收益 m_2 ,得到不同时间段的服务收益,如表 4 所示.

表 4 不同时间段出租车市区服务单数及服务收益表

Tab. 4 The number of taxi service orders inside city and service income in different time periods

时间段	1	...	i	...	24
出租车在市区的不同时间段的单数	j_1		j_i		j_{24}
司机在市区不同时间段的服务收益	$j_1 \cdot m_2$		$j_i \cdot m_2$		$j_{24} \cdot m_2$

3.2.4 出租车等待时间的计算 设出租车到达机场的时间为 T_0 ,离开机场的时间为 T_1 .已知“蓄车池”内的出租车数量为 n ,出租车的平均载客数 g ,若出租车通过排队拉到乘客,则需满足从 T_0 到 T_1 时间段内到达的乘客数大于等于“蓄车池”内现有的出租车所要载离的乘客数,其公式表示为

$$\sum_{i=T_0}^{T_1} P_i \geq ng \quad (1)$$

因此可得,出租车的最小等待时间为 $\min(T_1 - T_0)$,其中 T_1 满足

$$\sum_{i=T_0}^{T_1} P_i \geq ng \quad (2)$$

3.3 影响司机选择决策的指标因素

通过分析,得出收益因素^[8]、天气因素^[9]、节假日因素和司机疲劳程度因素是影响司机选择决策的主要因素.由于出租车从机场返回市区后,运营将恢复到正常的稳定状态,因此我们只需考虑在出租车在机场等待时间内若返回市区的所得收益.将出租车司机在两种选择的情况下的收益的差值记为收益指标 M ,天气因素记为天气因子指标 W ,节假日因素记为节假日因子指标 H ,司机疲劳程度因素记为司机疲劳程度因子指标 L .这四种指标共同影响并决定了打分函数 Y 的值^[10].

3.3.1 收益指标 M 收益指标 M 是指出租车司机从机场载客返回市区的收益与在相同时间内出租车司机选择不载客返回市区拉客的收益 M_2 的差值.

(1) 机场载客收益 M_1 . 设机场到市中心的里程数为 S ,根据出租车收费标准,得到出租车从机场载客返回市区的车费 m_1 .

根据出租车的油耗标准结合现行燃油价格,可以转化为 C 元/km,则出租车回市区所需油费为 $m_3 = C \cdot S$.

因此,机场载客收益为机场载客返回市区的车费减去回市区所需油费,其表达式为 $M_1 = m_1 - m_3$

(2) 放空返回市区载客收益 M_2 . 出租车司机放空返回市区载客收益应为在机场等待载客的时间内,在市区载客所赚取的收益与在机场返回市区以及在市区内开车所需油费的差值.可表示为

$$M_2 = \min(T_1 - T_0) \cdot j_i \cdot m_2 - m_3 - m_4 \quad (3)$$

其中, j_i 为市区内单位时间段内接到的单数; m_2 为司机在接到乘客后的平均每单收益费用; m_4 是出租车在市区接单的过程中所需油费.

因此,可得收益指标 M 为机场载客收益 M_1 与放空返回市区拉客收益 M_2 的差值,可表示为

$$M = M_1 - M_2 = m_1 - \min(T_1 - T_0) \cdot j_i \cdot m_2 + m_4 \quad (4)$$

若司机的机场载客收益 M_1 大于放空返回市区载客收益 M_2 ,则司机决策趋向于前往到达区排队等待载客返回市区.反之,决策趋向于放空返回市区.

3.3.2 天气因子指标 不同的天气情况将会影响乘客与出租车司机的选择决策^[9].出于对安全因素的考虑,恶劣的天气情况(如暴雨、暴雪等)会降低出租车司机在市区行车载客的主观意愿^[11-12].对不同的天气情况赋值数量化处理,描述其对司机进行决策的影响程度,如表 5 所示.

表 5 天气类型赋值表

Tab. 5 Weather type assignment

天气类型	天气因子赋值
晴天、阴天	0.4
阵雨、雷阵雨、小雨、小雪	0.8
中雨、中雪、雨夹雪、轻雾、霾	1.2
大雨、大雪、浮尘、雾	1.6
暴雨、暴雪	2.0

天气情况越恶劣,司机选择前往到达区排队等待载客返回市区的可能性越大.

3.3.3 节假日因子指标 相较于平常,在节假日出行的市民数量会大大增加,因此乘坐出租车的乘客数量也会激增,司机获取服务单数的机会相应的

增加,司机会更多地考虑回到市区进行接单,这将影响出租车司机的选择决策.对节假日因子进行赋值数量化处理,如表 6 所示.

表 6 日期类型赋值表

Tab. 6 Date type assignment

日期类型	节假日因子赋值
节假日	0.5
非节假日	1.0

3.3.4 司机疲劳程度因子指标 L 司机已工作长时间会影响司机的疲劳程度,当司机的已工作时间较长时,司机的疲劳程度较高,出于安全和身体因素的考虑^[13],司机会更倾向于选择前往到达区排队等待载客返回市区.对司机已工作时间的疲劳程度因子进行赋值,如表 7 所示.

表 7 司机疲劳程度赋值

Tab. 7 Driver Fatigue Degree Assignment

司机已工作时间/h	司机疲劳程度赋值
0~4	0.25
4~8	0.5
8~10	1.0
10~12	2.0

3.4 打分模型的建立

将收益指标 M 进行无量纲化处理,得其计算公式如下.

$$M' = \frac{M - \bar{M}}{\sigma} \quad (5)$$

式中, M 为收益指标原始数据; \bar{M} 为收益指标均值; σ 是收益指标标准差

为了保证出租车司机在选择决策时达到最大的收益,考虑收益指标 M' 、天气因子指标 W 、节假日因子指标 H 和司机疲劳程度因子指标 L 对打分函数的值的影响,赋予每个影响指标的权重如表 8 所示.

表 8 影响因素权重值

Tab. 8 The weight of influential factors

影响因子指标	权重
收益指标	M'
天气因子指标	W
节假日因子指标	H
司机疲劳程度因子指标	L

给出在不同季节与时间段以及航班数、排队出租车数的情况下打分函数 Y 的打分规律,打分模

型如下.

$$Y = \alpha M' + \beta \cdot W + \gamma \cdot H + \delta \cdot L \quad (6)$$

其中, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ 分别为收益指标 M' 、天气因子 W 、节假日因子 H 和司机疲劳程度因子指标 L 在决策指标的计算中所占的权重,其中

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1, \alpha > 0, \beta > 0, \gamma > 0, \delta > 0$$

Y 的值越大,说明出租车司机在决策时选择前往到达区排队等待载客返回市区的可能性越大; Y 的值越小,说明出租车司机选择直接放空返回市区拉客的可能性越大.

3.5 司机选择决策判断阈值的确定

3.5.1 司机无条件前往到达区排队等待载客返回市区的阈值确定 α 在“蓄车池”内的车辆数为 α 的情况下,等待时间为 $\min(T_1 - T_0)$,且 $\min T_1$ 满足

$$\sum_{i=T_0}^{T_1} P_i \geq ag \quad (7)$$

则可计算在等待时间 $\min(T_1 - T_0)$ 内,在市区载客率最高即市区载客率为 J_{\max} 的情况下,在市区所赚取的最大收益为

$$M_{\max} = \min(T_1 - T_0) \cdot j_{\max} \cdot m_2 - m_3 - m_4 \quad (8)$$

其中, $j_{\max} = \max(j_1, \dots, j_i, j_{24})$.

已知机场载客收益为 $M_1 = m_1 - m_3$,若 $M_1 \geq M_{\max}$,即机场载客收益绝对大于等于在市区所赚取的最大收益^[14-15],则司机应无条件前往到达区排队等待载客返回市区,通过上述公式可求出阈值 a 的值为

$$a = \frac{\sum_{i=T_0}^{T'} P_i}{g} \quad (9)$$

其中, T' 为 $T_0 + m_1 + m_4$ 或 $T_0 + j_{\max} \cdot m_2$.

若时间段下“蓄车池”的车辆数满足 $0 \leq n_i \leq a$,则司机无条件前往到达区排队等待载客返回市区.

3.5.2 司机无条件直接放空返回市区拉客的阈值确定 b 在“蓄车池”内的车辆数为 b 的情况下,等待时间为 $\min(T_1 - T_0)$,且 $\min T_1$ 满足

$$\sum_{i=T_0}^{T_1} P_i \geq bg \quad (10)$$

则可计算在等待时间 $\min(T_1 - T_0)$ 内,在市区载客率最低即市区载客率为 j_{\min} 的情况下,在市区赚取的最小收益为

$$M_{\min} = \min(T_1 - T_0) \cdot j_{\min} \cdot m_2 - m_3 - m_4 \quad (11)$$

其中, $j_{\min} = \min(j_1, \dots, j_i, j_{24})$.

已知机场载客收益为 $M_1 = m_1 - m_3$, 若 $M_1 \leq M_{\min}$, 即机场载客收益绝对小于等于在市区载客的最小收益, 则司机无条件直接放空返回市区拉客. 通过上述公式可求出阈值 b 的值为

$$b = \frac{\sum_{i=T_0}^{T^*} P_i}{g} \quad (12)$$

其中, T^* 为 $T_0 + m_1 + m_4$ 或 $T_0 + j_{\min} \cdot m_2$.

若时间段 i 下“蓄车池”的车辆数满足 $n_i \geq b$, 则司机无条件直接放空返回市区拉客.

3.5.3 一般情况下司机决策阈值 Y_0 的确定 当 $a \leq n_i \leq b$ 时, 机场载客收益与在市区载客的收益随其他因素的变化而变化, 设

$$M_0 = \min(T_1 - T_0) \cdot \bar{j} \cdot m_2 - m_3 - m_4 \quad (13)$$

其中, \bar{j} 为市区内单位时间段内接单数的平均值;

设天气因子取为天气情况的正常值 W_0 ; 节假日因子取非节日情况的一般值 H_0 ; 司机疲劳程度因子指标取为疲劳程度的中间值 L_0 . 可得决策指标参考值 Y_0 的计算公式如下式.

$$Y_0 = \alpha \cdot M'_0 + \beta \cdot W_0 + \gamma \cdot H_0 + \delta \cdot L_0 \quad (14)$$

因此, 将决策指标 Y 与决策指标阈值 Y_0 进行比较, 得到选择决策方案如下.

- A. 前往到达区排队等待载客返回市区, $Y \geq Y_0$.
- B. 直接放空返回市区拉客, $Y < Y_0$.

3.6 决策准则

准则 1 若 $0 \leq n_i \leq \frac{\sum_{i=T_0}^{T'} P_i}{g}$, 其中, T' 为 $T_0 + m_1 + m_4$ 或 $T_0 + j_{\max} \cdot m_2$, 则司机前往到达区排队等待载客返回市区.

准则 2 若 $n_i \geq \frac{\sum_{i=T_0}^{T^*} P_i}{g}$, 其中, T^* 为 $T_0 + m_1 + m_4$ 或 $T_0 + j_{\min} \cdot m_2$, 则司机直接放空返回市区拉客.

准则 3 若 $\frac{\sum_{i=T_0}^{T'} P_i}{g} \leq n_i \leq \frac{\sum_{i=T_0}^{T^*} P_i}{g}$, 其中, T^* 为 $T_0 + m_1 + m_4$ 或 $T_0 + j_{\min} \cdot m_2$, T' 为 $T_0 + m_1 + m_4$ 或 $T_0 + j_{\min} \cdot m_2$, 且 $Y \geq Y_0$, 则司机前往到达区排队等待载客返回市区.

准则 4 若 $\frac{\sum_{i=T_0}^{T'} P_i}{g} \leq \frac{\sum_{i=T_0}^{T^*} P_i}{g}$, 其中, T' 为 $T_0 +$

$m_1 + m_4$ 或 $T_0 + j_{\max} \cdot m_2$, T^* 为 $T_0 + m_1 + m_4$ 或 $T_0 + j_{\min} \cdot m_2$, 且 $Y < Y_0$, 则司机直接放空返回市区拉客.

4 实例分析

以北京首都国际机场及北京城市出租车的相关数据, 得到各项数据及指标如下. 查阅百度地图, 可得北京首都国际机场与北京市中心之间的距离 $S=30.4$ km; 根据 2016 年北京市发改委公布的出租车调价方案^[16], 得到出租车的收费标准如下.

$$U(x) = \begin{cases} 14, & x \leq 3 \\ (x - 3) * 2.3 + 14, & 3 \leq x \leq 15 \\ (x - 15) \cdot (2.3 * 1.5) + 41.6, & x \geq 15 \end{cases}$$

其中, x 为出租车行驶里程数(单位: km). 因此可得出租车从机场载客返回市区的车费 m_1 为 93.35 元.

北京的出租车油耗标准转化为燃油价格为 $C=1.6$ 元/km, 因此出租车回市区所消耗的油费 m_3 为 48.64 元. 出租车在北京首都国际机场的平均载客数 g 为 2.4 人.

已知目标日期 2016 年 8 月 10 日整日时间段内到达机场的航班数以及其飞机机型, 统计各时间段的乘客数量 p_i ($i = 1, 2, \dots, 24$), 具体如表 9 所示.

表 9 不同时间段的乘客数量表

Tab. 9 The number of passengers in different time periods

时间段 i	1	2	3	4	5	6
乘客数 p_i	6 394	4 481	713	656	2 479	1 040
时间段 i	7	8	9	10	11	12
乘客数 p_i	1 204	2 015	160	6 554	6 492	6 022
时间段 i	13	14	15	16	17	18
乘客数 p_i	5 954	7 541	5 210	6 148	5 918	6 756
时间段 i	19	20	21	22	23	24
乘客数 p_i	6 568	7 450	5 332	8 450	7 718	7 013

根据数据资料, 可以确定 i 时间段乘客乘坐出租车离开机场的比例 q_i , 从而可确定 i 时间段下乘坐出租车的乘客数量 p_i 如表 10 所示.

已知目标日期 2016 年 8 月 10 日内北京市区内的出租车总单数以及每单的收益, 两者相除即为北京市区内出租车平均每单的收益 m_2 , 由实际数据运算可得北京市区出租车平均每单收益 m_2 为 14.99 元.

查阅相关资料可得 i 时间段内出租车在北京市区内的服务单数 j_i , 根据每单的平均收益 m_2 , 可得出租车在市区不同时间段的服务收益. 具体如表 11 所示.

表 10 不同时间段乘客乘坐出租车的比例及乘客数量表

Tab. 10 The proportion and number of passengers taking taxis in different time periods

时间段 i	1	2	3	4	5	6
选择比 q_i	0.82	0.84	0.82	0.8	0.79	0.81
选择人数 p_i	5 243	3 764	585	525	1 958	842
时间段 i	7	8	9	10	11	12
选择比 q_i	0.53	0.32	0.24	0.21	0.2	0.19
选择人数 p_i	638	645	1 238	1 376	1 298	1 144
时间段 i	13	14	15	16	17	18
选择比 q_i	0.21	0.22	0.19	0.17	0.16	0.26
选择人数 p_i	1 250	1 659	990	1 045	947	1 757
时间段 i	19	20	21	22	23	24
选择比 q_i	0.39	0.42	0.58	0.64	0.75	0.78
选择人数 p_i	2 562	3 129	3 093	5 408	5 789	5 470

表 11 不同时间段出租车市区服务单数及服务收益表

Tab. 11 The number of taxi service orders inside city and service income in different time periods

时间段 i	1	2	3	4	5	6
出租车在市区的 服务单数 j_i	1.95	2.15	1.65	2.15	1.65	2.15
出租车的服务 收益 $j_i \cdot m_2$	29.25	32.25	24.75	32.25	24.75	32.25
时间段 i	7	8	9	10	11	12
出租车在市区的 服务单数 j_i	1.3	0.95	1.1	1.6	1.2	1.3
出租车的服务 收益 $j_i \cdot m_2$	19.5	14.25	16.5	24	18	19.5
时间段 i	13	14	15	16	17	18
出租车在市区的 服务单数 j_i	1.5	1.25	1.65	1.9	0.95	1
出租车的服务 收益 $j_i \cdot m_2$	22.5	18.75	24.75	28.5	14.25	15
时间段 i	19	20	21	22	23	24
出租车在市区的 服务单数 j_i	1.05	0.95	1.3	1.45	1.1	1.75
出租车的服务 收益 $j_i \cdot m_2$	15.75	14.25	19.5	21.75	16.5	26.25

4 个影响因素对决策指标的影响程度不一致, 相对来说, 收益指标通常会成为影响决策指标的首要甚至是决定性因素, 而天气因素、节假日因素和司机疲劳程度因素对决策指标的影响相对较低, 因此, 给出各项指标因素^[10]的权重如下. 收益指标为

0.7, 天气因子指标为 0.05, 节假日因子指标为 0.1, 司机疲劳程度因子指标为 0.15.

我们以北京首都国际机场一天 24 小时以及当天北京市出租车的相关数据, 将选取参数及数据并代入模型中, 得到司机无条件前往到达区排队等待载客返回市区情况下的阈值 a 和司机无条件直接放空返回市区拉客情况下的阈值 b 分别为 80 辆及 353 辆. 同时, 根据当天 24 个时间段内的实际数据, 算得一般情况下司机的决策阈值 $Y_0 = 1.0$. 因此到达机场的司机的阈值及其选择结果如表 12 所示.

表 12 不同时间段下司机的决策指标及选择结果

Tab. 12 Driver's decision indicators and results in different time periods

时间段	决策指标 Y	司机选择结果
1	1.79	前往到达区排队等待载客返回市区
2	1.80	前往到达区排队等待载客返回市区
3	1.66	前往到达区排队等待载客返回市区
4	1.48	前往到达区排队等待载客返回市区
5	1.63	前往到达区排队等待载客返回市区
6	0.34	直接放空返回市区拉客
7	0.68	直接放空返回市区拉客
8	0.46	直接放空返回市区拉客
9	0.50	直接放空返回市区拉客
10	0.49	直接放空返回市区拉客
11	1.22	前往到达区排队等待载客返回市区
12	大于阈值 b	直接放空返回市区拉客
13	1.21	前往到达区排队等待载客返回市区
14	0.81	直接放空返回市区拉客
15	0.94	直接放空返回市区拉客
16	0.47	直接放空返回市区拉客
17	0.85	直接放空返回市区拉客
18	1.11	前往到达区排队等待载客返回市区
19	1.31	前往到达区排队等待载客返回市区
20	1.61	前往到达区排队等待载客返回市区
21	1.60	前往到达区排队等待载客返回市区
22	1.62	前往到达区排队等待载客返回市区
23	大于阈值 b	直接放空返回市区拉客
24	1.64	前往到达区排队等待载客返回市区

由表 12 可知, 在 11:00~12:00 和 22:00~23:00 时间段内, 机场“蓄水池”内的出租车数大于阈值 b , 因此根据选择决策模型, 司机直接放空返回市区拉客. 当时间段位于 0:00~5:00 和 17:00~22:00 时, 司机决定前往到达区排队等待载客返回市区. 0:00~5:00 时间段为凌晨, 17:00~22:00 为深夜, 在这两个时间段内, 机场处的公共交通工具

基本均已停运,且除出租车外其余社会车辆均较少,因此机场的出租车单数较大,且市区内出租车单数较少,出租车司机决定前往到达区排队等待载客返回市区的可能性较大,符合实际情况. 当时间段为 5:00~10:00 和 13:00~17:00 时,机场处的交通工具种类较多,在机场内的出租车数量较多,且市区内为出行高峰时间段,出租车需求量较大,出租车司机决定直接放空返回市区拉客的可能性较大,符合实际情况.

5 结果及相关因素依赖性分析

收益指标、天气因子指标、节假日因子指标、司机疲劳程度因子指标四个因素共同影响决策指标 Y ,为分析模型的合理性以及对相关因素的依赖性,分别改变某一因子指标的值,分析决策指标的变化情况,判断相关因素对决策指标是否具有影响作用,利用 python 语言进行分析求解,得到在改变某一因子指标赋值的情况下决策指标 Y 的变化情况. 得到决策指标随影响因子改变而变化的情况如图 2~图 5 所示.

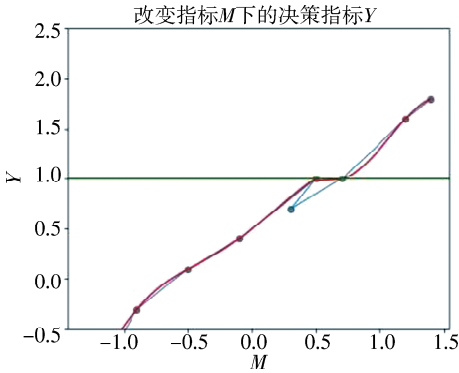


图 2 改变收益指标后决策指标变化情况
Fig. 2 The changes in decision-making indicators after changing income indicators

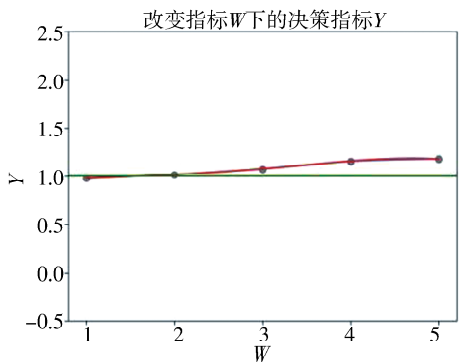


图 3 改变天气因子指标后决策指标变化情况
Fig. 3 The changes in decision-making indicators after changing weather factor indicator

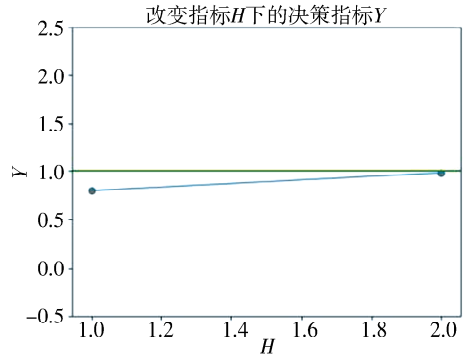


图 4 改变节假日因子后决策指标变化情况
Fig. 4 The changes in decision-making indicators after changing holiday factor indicator

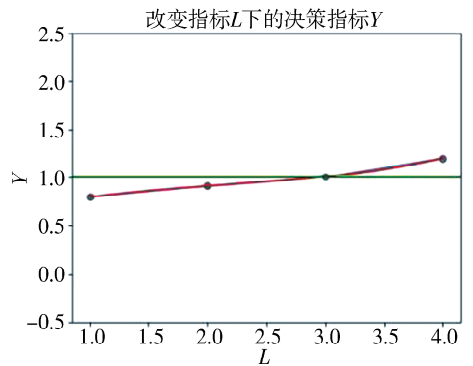


图 5 改变疲劳因子后决策指标变化情况
Fig. 5 The changes in decision-making indicators after changing fatigue factor indicator

由图 2 可以看出,当收益指标 M 由小变大时,决策指标 Y 呈递增趋势,说明收益指标越大,即出租车司机在机场等待载客并返回市区的收益 M_1 与在相同时间段内出租车司机选择直接放空返回市区拉客的收益相比 M_2 越大,因此司机前往到达区排队等待载客返回市区的可能性越大,与模型的建立相符,说明模型具有合理性. 从决策指标 Y 的变化趋势来看,曲线较陡,说明模型对于收益指标 M 的依赖性较强,符合模型中收益指标的权重赋值分配.

用相同方法改变其他三种影响因素天气因子指标 W 、节假日因子指标 H 、司机疲劳程度因子指标 L 的值,得到相应的决策指标变化折线图. 由图 2~图 5 均可得到,决策指标 Y 均呈递增趋势,说明当天气情况越恶劣时,司机前往到达区排队等待载客返回市区的可能性越大;当日期为非节假日情况时,司机前往到达区排队等待载客返回市区的可能性越大;当司机疲劳程度越高时,司机前往到达区排队等待载客返回市区的可能性越大,均与模型的建立相符,说明模型具有合理性. 且这三条决策指

标折线变化较缓,基本趋于决策指标阈值 Y_0 ,说明模型对于这三种指标因子的依赖性较弱,比较决策指标折线变化斜率,即可得模型对天气因子指标的依赖性最弱,对节假日因子指标的依赖性较弱,而司机的疲劳程度会较大地影响司机开车的主观意愿,因此模型对司机疲劳程度因子指标因素的依赖性较强.三种因子指标均符合模型中收益指标的权重赋值分配.

6 结 论

本文定量分析了在一定的时间段内机场乘坐出租车乘客的数量、机场到达的乘客数量、“蓄车池”等待的出租车数量以及该时间段内市区出租车服务密度、节假日因素、天气因素、司机的驾驶状态和司机的心理因素给司机带来的决策影响的因素等多个评价指标对司机决策函数的影响,将各个参数对司机决策函数的影响赋予权重,并通过真实数据,验证模型的合理性以及分析不同因素权重的敏感性.

模型具有较强的合理性,且模型对收益指标的依赖性最强,对司机疲劳程度因子指标的依赖性较强,对节假日因子指标的依赖性较弱,对天气因子指标的依赖性最弱.

单位时间效益比均衡模型是考虑多次往返载客所获得的收益与机场专用大巴载客收益的均衡程度,管理部门可将其用于现实生活中,均衡出租车的收益,避免出现出租车收益相差过大的情况.

参考文献:

[1] 毛宏黎. 重庆市江北机场枢纽交通管理优化研究[J]. 科技与创新, 2018, 2: 91.
 [2] 白竹, 梅扬. 多线路公交站台有效泊位数确定方法[J]. 黑龙江工程学院学报: 自然科学版, 2010, 24: 16.

[3] 温兴超. 基于 GPS 轨迹数据的城市出租车服务策略研究[D]. 西安: 长安大学, 2018.
 [4] 于跃, 李雷鸣. 从出租车到网约车的乘客出行方式选择行为演化博弈分析[J]. 软科学, 2019, 33: 126.
 [5] 张兰芳, 王知, 方守恩. 机场航站楼路边交通容量需求分析[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2007, 4: 486.
 [6] 彭汉辉, 张存保, 常骐运, 等. 港湾式公交站点泊位数优化方法[J]. 交通信息与安全, 2017, 35: 98.
 [7] 辛鹏远. 公交停靠站有效泊位数及其通行能力的研究[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42: 222.
 [8] 蔡金祥, 蔡金涛, 袁建华, 等. 基于混合遗传算法与模拟退火算法的金属氧化物避雷器在线监测研究[J]. 电力学报, 2019, 34: 261.
 [9] 张静, 徐肖豪, 王飞. 天气季节性影响的机场到达容量概率分布[J]. 西南交通大学学报, 2011, 46: 154.
 [10] 邱敦国, 胡术, 王茂宁, 等. 十字交叉路口拥堵状态的公交优先控制策略[J]. 四川大学学报: 工程科学版, 2014, 46: 111.
 [11] 黄岩, 王光裕. 虹桥机场 T2 航站楼出租车上客系统组织管理优化探讨[J]. 城市道桥与防洪, 2014, 12: 7.
 [12] 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.
 [13] 孙健. 基于排队论的航空枢纽陆侧乘客服务资源建模与仿真[D]. 北京: 中国矿业大学, 2017.
 [14] 王维, 周密, 邓鑫峰, 等. 机场出租车联寻系统研究[J]. 交通企业管理, 2014, 29: 56.
 [15] 柳伍生, 周和平. 机场陆侧出发层车道边通行能力分析[J]. 交通科学与工程, 2010, 26: 98.
 [16] 潘卫军, 康瑞. 考虑关键点流量限制的多机场协同地面等待模型[J]. 四川大学学报: 工程科学版, 2013, 45: 106.

引用本文格式:

中 文: 俞雪永, 魏金岭, 魏弋力, 等. 基于收益优先的机场出租车司机决策研究[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2020, 57: 689.
 英 文: Yu X Y, Wei J L, Wei Y L, *et al.* Study on the decision of airport taxi drivers based on income priority[J]. J Sichuan Univ: Nat Sci Ed, 2020, 57: 689.