队号

**2020年《数学建模2》课程论文**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **参赛队号** |  | | |
| **队员**  **姓名** | **1.赵星权** | **学**  **号** | **201910412228** |
| **2.何钏涵** | **201810412115** |
| **3.谢欣妤** | **201910412122** |

论文标题

摘要  
大多数乘客下飞机后要去市区（或周边）的目的地，因为机场一般在城市的边缘所以，出租车是众多旅客离开机场的首选交通工具。国内多数机场都是将出发和到达的通道分开的，送客到机场的出租车司机都将面临两种选择。因为收益给司机的直接利益密切相关，所以，我们尝试以比较这两种情况下司机的期望收益来建立模型，从而给出司机最终选择策略。如何使得司机的收益最大化，就需要考虑不同因素对其收益的影响。我们选择了公共交通运行的时间，客流量，天气这三种主要因素进行了分析。对三种因素用权重占比进行量化得到因素指标。接着，算出在不考虑这些影响因素的情况下，决策A和B各自的收益（纯利润），再用A的收益乘以因素指标Π，得到E（A）。因为司机只有两种选择，所以策略B的因素指标为（1-Π），同理，用B的收益乘以因素指标（1-Π）,得到E（B）。再比较E(A)和E（B）的大小，若E（A）大于E（B），则选择策略A；若E（A）小于E(B）,则选择策略B 。在第二问选择机场时，考虑到样本容量等，我们选取了成都双流国际机场作为研究对象，收集数据。针对问题三，我们使用了排队论的方法，假设两条车道上各有n个泊车位，并且根据公式计算相关的数据，如队长，平均排队时间等求得排队等待概率，并

据此来大致求得n的最佳值。  
针对问题四，我们对司机在选择了短途载客后返回机场后直接进入快速通道，列出了短途的里程x2与短程后进入快速通道后所需的等待时间t的相关函数，并且在题目“不能拒载”的规定下考虑均衡司机在跑短途时相对于跑长途时损

失的收益。  
  
关键词：期望 决策 排队论

**目录**

[一、问题的重述 1](#_Toc336010301)

[1.1 问题由来 1](#_Toc336010302)

[1.2 问题要求 1](#_Toc336010303)

[1.3 问题的提出 1](#_Toc336010304)

[二、问题的假设 1](#_Toc336010305)

[三、符号说明 1](#_Toc336010306)

[四、问题的分析 2](#_Toc336010307)

[五、模型的建立与求解 2](#_Toc336010308)

[5.1 问题1的分析与求解 2](#_Toc336010309)

[5.2 问题2的分析及求解 2](#_Toc336010310)

[5.3问题3，4的求解 2](#_Toc336010311)

[六、模型优缺点及其改进 2](#_Toc336010312)

**一、问题的重述**

**1.1 问题由来**

大多数乘客下飞机后要去市区（或周边）的目的地，因为机场一般在城市的边缘所以，出租车是众多旅客离开机场的首选交通工具。国内多数机场都是将出发和到达的通道分开的，送客到机场的出租车司机都将面临两种选择。

(A) 前往到达区排队等待载客返回市区。出租车必须到指定的“蓄车池”排队等候，依 “先来后到”排队进场载客，等待时间长短取决于排队出租车和乘客的数量多少，需要付出一定的时间成本。

(B) 直接放空返回市区拉客。出租车司机会付出空载费用和可能损失潜在的载客收益。

**1.2 问题要求**

在某时间段抵达的航班数量和“蓄车池”里已有的车辆数是司机可观测到的确定信息。通常司机的决策与其个人的经验判断有关，比如在某个季节与某时间段抵达航班的多少和可能乘客数量的多寡等。如果乘客在下飞机后想“打车”，就要到指定的“乘车区”排队，按先后顺序乘车。机场出租车管理人员负责“分批定量”放行出租车进入“乘车区”，同时安排一定数量的乘客.上车。在实际中，还有很多影响出租车司机决策的确定和不确定因素，其关联关系各异，影响效果也不尽相同。

**1.3 问题的提出**

1. 分析研究与出租车司机决策相关因素的影响机理,综合考虑机场乘客数量的变化规律和出租车司机的收益，建立出租车司机选择决策模型，并给出司机的选择策略。
2. 收集国内某一机场及其所在城市出租车的相关数据，给出该机场出租车司机的选择方案，并分析模型的合理性和对相关因素的依赖性。
3. 在某些时候，经常会出现出租车排队载客和乘客排队乘车的情况。某机场“乘车区”现有两条并行车道，管理部门应如何设置“上车点”，并合理安排出租车和乘客，在保证车辆和乘客安全的条件下，使得总的乘车效率最高。
4. 机场的出租车载客收益与载客的行驶里程有关，乘客的目的地有远有近，出租车司机不能选择乘客和拒载，但允许出租车多次往返载客。管理部门拟对某些短途载客再次返回的出租车给予一一定的“优先权”，使得这些出租车的收益尽量均衡，试给出一个可行的“优先”安排方案。

**二、问题的假设**

假设1：收集的求解需要的数据真实可信

假设2：不计乘客因不同车道上车而造成的微小时间差

假设3：每公里的油耗为恒定值

假设4：每一辆出租车行驶的平均速度相等

假设5：每辆车都是从机场出发到市中心

假设6：蓄车池中的出租车数量恒定

***三、符号说明***

*符号 含义*

： 载客返回市区途中的利润

： 时间成本

： 空载回市区的油费成本

： 策略A的收益

: 策略A的期望收入

: 策略B的期望收入

： 策略B的收益

机场到目的地（市中心）乘客所支付的车费

返回市区拉客后乘客所支付的车费

**四、问题的分析**

4.1**对问题1的数学化描述与分析**

针对问题一，第一个问题主要从司机的收益情况考虑，司机会比较直接返回市区拉客与在机场等待的期望收益，然后选择期望收益更大的方案。因此，我们尝试以比较这两种情况下司机的期望收益来建立模型，从而给出司机最终选择策略。如何使得司机的收益最大化，就需要考虑不同因素对其收益的影响。我们选择了公共交通运行的时间，客流量，天气这三种主要因素进行了分析。

对三种因素用权重占比进行量化得到因素指标。接着，算出在不考虑这些影响因素的情况下，决策A和B各自的收益（纯利润），再用A的收益乘以因素指标Π，得到E（A）。因为司机只有两种选择，所以策略B的因素指标为（1-Π），同理，用B的收益乘以因素指标（1-Π）,得到E（B）。再比较E(A)和E（B）的大小，若E（A）大于E（B），则选择策略A；若E（A）小于E(B）,则选择策略B 。

4.2**对问题2的数学化描述与分析**

针对问题二，对机场的选择要有一定的限制，首先不能选小型机场，吞吐量小，出租车流量小，导致样本容量小。受制于样本容量，对数据统计有极高要求，容错率极低。并且考虑到数据获取难度大，故不予考虑。其次尽量避免大型机场:大型机场作为国际、国内中转枢纽，交通方式多样，各类影响较多。在不同时间段需要纳入考虑因素太多，会我们所选取的三个因素与的决策关系产生影响。增加后文分析难度。故也需尽量避免。综上所述，我们选取了成都双流国际机场。

接着收集数据给出不同情况的因素指标以及A，B方案在不考虑这些因素下的收益（纯利润）。即可根据模型给出决策。

4.3**对问题3的数学化描述与分析**

针对问题三，我们使用了排队论的方法，假设两条车道上各有n个泊车位，并且根据公式计算相关的数据，如队长，平均排队时间等求得排队等待概率，并据此来大致求得n的最佳值。

4.4**对问题4的数学化描述与分析**

针对问题四，我们对司机在选择了短途载客后返回机场后直接进入快速通道，列出了短途的里程x2与短程后进入快速通道后所需的等待时间t的相关函数，并且在题目“不能拒载”的规定下考虑均衡司机在跑短途时相对于跑长途时损失的收益。

**五、模型的建立与求解**

**5.1 问题1的分析与求解**

5.1.1影响因素的分析

第一个问题主要从司机的收益情况考虑，司机会比较直接返回市区拉客与在机场等待的期望收益，然后选择期望收益更大的方案。因此，我们尝试以比较这两种情况下司机的期望收益来建立模型，从而给出司机最终选择策略。

如何使得司机的收益最大化，就需要考虑不同因素对其收益的影响（具体如图1 ）。当司机空载返回城市的时候，其成本是确定的，因为油费和时间的成本是固定的。所以我们主要考虑的因素应该是机场乘客数量的多少，乘客交通方式选择以及天气的影响。正常情况下，机场乘客的数量是与到达机场的航班数量成正比的，所以一个时间段内进港的航班数量便可以显示出到港乘客数量的多少。同时，天气作为一个不确定性因素也影响着出租车司机的决策，同样需要进一步的研究．对于不利于人类活动的天气，人们往往会选择更为方便的交通工具代替出行．同时天气因素也会对交通产生极大的影响，容易造成交通堵塞等现象，尤其对于公交车等公共交通工具来说，出租车能够灵活地选择更优的线路，能提高出行效率。最后乘客到达机场后对离开机场的交通方式的选择也是重要因素之一。根据上述因素设置变量以及建立模型。

出租车

乘客交通方式的选择 大巴

（公共交通工具运行的时间） 公共交通方式

司机决策影响因素 地铁

客流量（不同时间段航班到达数量）

天气

（图1）

5.1.2模型的建立过程

把所有的因素对司机决策的影响用一个不超过1 的具体的数来衡量，暂且称这个数为因素指标，且该指标是以司机等待并载客（策略A）为标准。做法如下：

赋予每一种因素0或1的值（当此条件决定司机返回市区拉客赋予这种因素0值，当此条件决定司机等待并载客赋予这种因素1值），再把每一种因素得到的值相加除以总因素值3，得到因素指标。特别的，考虑到因素二因为不同时间段航班到达数量与客流量的差别巨大，所以用以往该时间段的客流量的值除以以往数据中该时间段的客流量峰值作为指标，具体数值及含义如下图2所示。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 因素 | 具体条件 | 数值 | 含义 |
| 公共交通运行时间 | 在运行时间内 | 0 | 司机返回市区载客 |
| 不在运行时间内 | 1 | 司机等待并载客 |
| 客流量 | 该时间段的客流量的值除以以往数据中该时间段的客流量峰值（以1小时为一个时间段） | 设客流量指标为p，范围为[0,1] | 该数值越靠近1，司机等待并载客；该数值越靠近0，司机返回市区载客。 |
| 天气 | 天气好（晴，阴，多云等） | 0 | 司机返回市区载客 |
| 天气不好（雨，雪，暑天等） | 1 | 司机等待并载客 |

图2

首先，我们将这三个因素的综合权值设为3，每当符合一个0或1时，加一个权值（权值为0或1），并计算出三个因素的和值n来除以总权重3，即为因素指标Π。例如 ：不在公共交通的运行时间内，赋予这项因素权值1；某天3点到4点的客流量占一天峰值时间段的1/2，赋予这项因素权值1/2；假如天气不好，赋予这项因素权值为1；则总权值为（1+1/2+1）/3=5/6.

接着，算出在不考虑这些影响因素的情况下，决策A和B各自的收益（纯利润），再用A的收益乘以因素指标Π，得到E（A）。因为司机只有两种选择，所以策略B的因素指标为（1-Π），同理，用B的收益乘以因素指标（1-Π）,得到E（B）。再比较E(A)和E（B）的大小，若E（A）大于E（B），则选择策略A；若E（A）小于E(B）,则选择策略B 。

5.1.3求解过程

本问要求分析研究出租车司机决策机理并建立决策模型，使收益较大，值得注意的使，收益中应将时间成本纳入考虑。即在计算收益时应扣除因时间浪费而错失的潜在收益。分别对A排队等待载客，B空载返回市区的收益进行分析。为了公平起见，我们比较在同一时间T内策略A和策略B的收益情况。策略A司机在机场等待的时间为t1，载客回市区的时间为t2，策略B司机空载返回市区的时间为t3，回市区载客的时间为t4。（如图3所示）因为策略B是需要司机返回市区后再载客，策略A是需要把乘客拉回市区，假设机场到市区的距离相等（即都从机场到达市中心），出租车的速度也相等，则t2=t3，所以t1=t4。

A： B:

T T

等待t1

空载t3

载客t4

载客t2

图3

下面，先讨论时间成本的折算问题。

时间成本，即货币时间价值，其定义为：时间成本是指一定量资金在不同时间点上的价值量产生的差额。时间成本也可以引申为：在等待时间内造成的市场机会的丢失。对于本题中的出租车司机而言，无论作出等候载客还是空载返回的决策，均会产生相应的时间成本，但就此题而言，因为司机的目的是返回市区载客，所以当我们考虑空载返回时的时间成本，只考虑燃料费的损失。

对于等候载客的司机而言，其在蓄车池中等候产生的时间成本：假设不需要等候而直接返回市区载客，省下的等候时间可以在市区拉客获得收益。改时间内丢失的潜在盈利收益即为折算为金钱的时间成本。不妨假设在市区平均每小时能够获利m1，则可以得出A决策的时间成本为：

=m1\*t1 （1）

设A策略的收益为，等待并载客后的收益为,等待时间的损失设为则有: =-- （2）

注：为机场到目的地（市中心）乘客所支付的车费（由每个地区出租车的收费标准决定）；为t时间的时间成本（该地区出租车司机单位时间内的收益乘以时间t，如式（1）所示）；（Q油为机场到市中心的的燃油费，里程数乘以每公里燃油费）

设B策略的收益为WB,返回市区后拉客的收入为，总油费为，有：

=\* （3）

=--。 （4）

注：是返回市区拉客后乘客所支付的车费（由每个地区出租车的收费标准决定）； -就是空载回市区所花费的油费成本拉客时所花费的油费（里程数乘以每公里燃油费）。

综上所述，决策方程为E（A）=\*Π，E（B）=\*(1-Π)

若E（A）大于E（B），则选择策略A；若E（A）小于E(B）,则选择策略B。

**5.2 问题2的分析及求解**

5.2.1成都双流国际机场以及成都市出租车的相关数据

根据问题1的模型建立，问题2要求我们找出某一个机场及其所在城市出租车的相关数据，代入问题1的公式进行求解，给出司机的决策方案。

我们选择了成都双流国际机场以及成都市出租车进行分析。  
①首先我们找到了成都市出租车收费标准如图4所示

|  |  |
| --- | --- |
| 车型 | 爱丽舍、捷达及1.6L速腾 |
| 基本租价 | 8元 |
| 车公里租价 | 1.9元/公里 |
| 基价公里数 | 2公里 |

来源于成都市出租车网<http://www.cdtaxi.cn/>

图4

②接下来我们找寻了在环境条件比较平稳的十一月的航班客流量相关数据。我们取2020年11月0时到24时各时间段（一小时为一个时间段）的客流量，取11月30天各时间段客流量的平均数制得下表，如图5所示。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 时刻 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 客流量 | 8503 | 8945 | 853 | 129 | 41 | 129 | 28 | 584 | 1050 | 2455 | 5999 | 5965 |
| 时刻 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 客流量 | 5480 | 5849 | 6715 | 6118 | 4710 | 6481 | 6699 | 5500 | 7030 | 5340 | 5595 | 7964 |

来源于飞常准大数据网https://data.variflight.com/

图5

随后我们使用FinBI软件制作了对应的折线图，如图6所示。

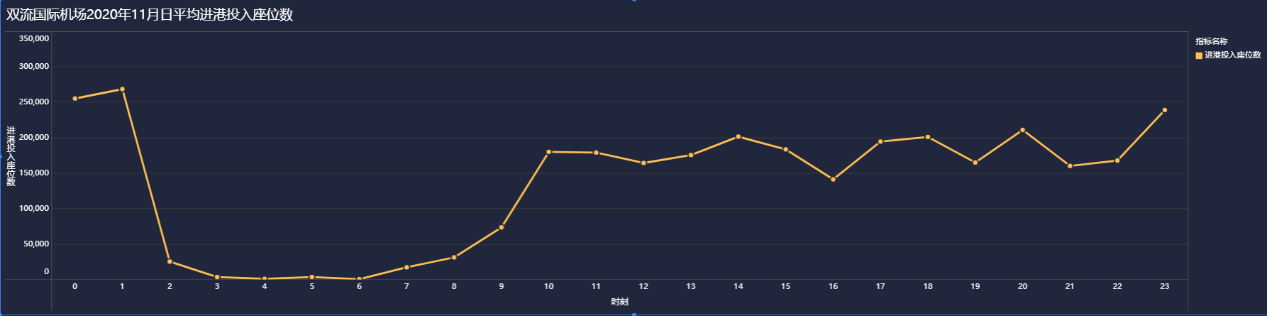


图6

算出客流量指标制得如图7所示。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 时刻 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 客流量指标p | 0.078614 | 0.0827 | 0.007886 | 0.001193 | 0.000379 | 0.001193 | 0.000259 | 0.005399 | 0.009708 | 0.022697 | 0.055463 | 0.055149 |
| 时刻 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 客流量指标p | 0.050665 | 0.054076 | 0.062083 | 0.056563 | 0.043546 | 0.059919 | 0.061935 | 0.05085 | 0.064995 | 0.04937 | 0.051728 | 0.07363 |

图7

为了计算方便，我们把每四个小时作为一个时间段作为客流量指标（取平均值）

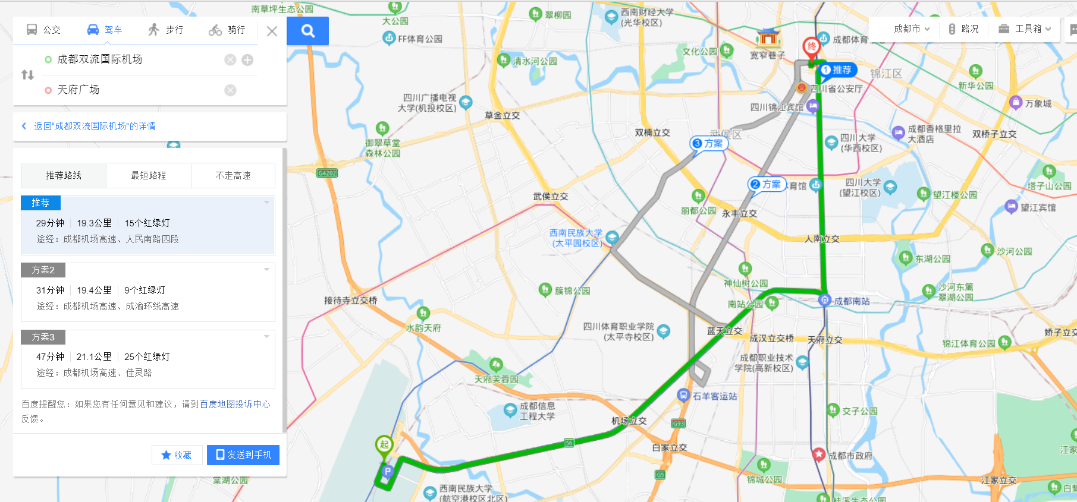
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 时刻 | 0-3时 | 4-7时 | 8-11时 |
| 客流量指标p | 0.042598 | 0.001808 | 0.035754 |
| 时刻 | 12-15时 | 16-19时 | 20-23时 |
| 客流量指标p | 0.055847 | 0.054063 | 0.059931 |

图8

③首先对机场到市区平均距离明确化

天府广场是成都市市中心，作为重要的交通枢纽，以及周围拥有四川科技馆，四川美术馆，商业圈等，人流量巨大。可以将机场到市区的平均距离看成机场到天府广场的距离。

通过使用高德地图可知从成都双流机场到天府广场所需路程约为19.3公里，行驶时间大约为29分钟，经所得成都市出租车计价表可以得知车费为40.3元。



机场至天府广场相关数据 图9

以爱丽舍汽车类型为例子，经查询得知，爱丽舍汽车平均耗油为7.8L/百公里，使用92号汽油，油价为5.86元/L，可以计算出爱丽舍汽车每公里耗油0.457元。（数据来源于：<http://car.bitauto.com/quanxinailishe/youhao/>和<https://www.icauto.com.cn/oil/price_510100_2.html>）

因此可以给出载客返回市区途中利润：=-=40.3-19.3\*0.457≈31.5元

假设蓄车池里面车辆数为240辆，乘客上车平均时间为半分钟，等待区域有六个车位，即同一时刻可以有六名乘客乘车离开，随后蓄车池的车补上等待区的空位。

所以我们可以得到司机到达机场后如果等待载客所需时间为：=240/6\*0.5=20min。可以得到时间成本为：=20\*0.73=14.6元

所以策略A的利润：=31.5-14.6=16.9元

空载：由问题1，司机回市区载客的时间等于司机在机场等待载客时间相等

所以策略B的利润： =20\*0.73=14.6元

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 条件  时间 | 是否在公共交通运行时间 | 平均客流量指标p | 天气  （以0代表天气好，1代表天气坏） | 因素指标Π | E（A）/E(B) |
| 0-3时 | 否1 | 0.042598 | 0 | 1.170392 | 19.7796 |
| 26.7122 |
| 1 | 2.170392 | 36.3796 |
| 12.1122 |
| 4-7时 | 否1 | 0.001808 | 0 | 1.007232 | 17.0222 |
| 29.0944 |
| 1 | 2.007232 | 33.9222 |
| 14.1944 |
| 8-11时 | 是0 | 0.035754 | 0 | 0.143016 | 2.4169 |
| 41.7119 |
| 1 | 1.143016 | 17.0309 |
| 22.9196 |
| 12-15时 | 是0 | 0.055847 | 0 | 0.223388 | 3.7752 |
| 40.5385 |
| 1 | 1.223388 | 20.6752 |
| 25.9385 |
| 16-19时 | 是0 | 0.054063 | 0 | 0.2162 | 3.6537 |
| 40.6434 |
| 1 | 1.2162 | 20.5537 |
| 26.0434 |
| 20-23时 | 是0 | 0.059931 | 0 | 0.2397 | 4.0513 |
| 40.3003 |
| 1 | 1.2397 | 20.9509 |
| 25.7003 |

通过上面计算的数据，可以根据当时的实际情况，选择对应的策略A与策略B的期望值，比较大小，从而选择对应的决策。

模型考虑了生活中实际情况，且数据来源于真实生活，较为合理。

且对客流量这个因素最为依赖。

**5.3问题3分析与求解**

在某些时候，经常会出现出租车排队载客和乘客排队乘车的情况．长沙黄花国际机场乘车区现有两条并行车道，基于排队论的方法，从机场管理部门的角度设计合理的“上车点”，在保证车辆和乘客安全的条件下，使得总的乘车效率最高 ．在输入过程中，机场乘客到达乘车区的方式可以是逐个或成批．乘客到达乘车区时两条车道均可等待，并按照先后顺序排队等待上车．在两条平行车道上，乘客排队是一种串列或并串同时存在的混合排队．因此得出该排队系统为多服务窗等待制排队模型 Ｍ ／ Ｍ ／ ｎ．设排队系统有 ｎ 个服务上车点，且各上车点工作是相对独立的．假设乘客按泊松分布到达，到达强度为λ ，出租车载客时间为负指数分布，平均服务率为 μ ，则整个系统的平均服务率为 n\*μ ．理论上已经证明，当

稳分布 ． 记=，ρ =，则有0≤k＜n，

由正则性条件，当ρ＜１时，有=假设没有乘客流失的情况，可以得到以下目标变量：

系统绝对通过能力 　 ａ ＝ λｑ ＝ λ （ｑ ＝１ ），2

平均排队等待的乘客数=

乘客排队等候的时间的均值

=

来到系统的顾客必须排队等待的概率

c===

考虑到乘客的排队速率、安全问题以及出租车的排队效率，最终设计的上车点设置如下图（提供四个泊车点）

乘客

上车点

泊车位

泊车位

蓄车池

泊车位

泊车位

蓄车池

乘客

上车点

**5.4问题4分析与求解**

机场出租车载客收益与载客行驶里程有关，乘客目的地有远有近，有的远途乘客目的地在市区，而有的短途或中短途乘客的目的地则可能是附近郊区．出租车司机载短途客人后若再回到机场排队接客可能收益不大．假设司机不能选择乘客也不能拒载且允许多次往返载客．为尽量均衡这些出租车司机的收益，机场管理部门应该对短途载客再次返回的出租车给予一定的“优先权”，设立短途再次返回车辆快速通道．

下面针对快速通道所应优先缩短的时间 ｔ 进行计算分析，求出最合理的设计．

|  |  |
| --- | --- |
| **运营里程** | **价格** |
| **2km以内** | **8元** |
| **2-12km以内** | **1.9元/km** |
| **12km以上** | **2.85元/km** |

假设出租车始终匀速行驶，车速为 ｖ 千米／小时，燃油费用为 ａ 元／千米， 、 、 、 分别为短途 ２千米内、短途 ２ 千米至 １2 千米、短途接单以及长途接单的概率， 为平均等待时间， 和分别为长途里程数和短途里程数 ． 可以得到以下不同的目标：

长途收益为：

=(3-2a)-9,≥13,

短途收益为

短途平均收益为

=\*\*

长途速率为

短途速率为

短途平均速率为

=\*

此时 ｔ 满足补偿收入速率方程

=

由此构造规划模型

Z=min\*--t\*

根据查阅资料和实地考察得到的数据可知，平均车速 ｖ ＝５０千米／小时， ａ ＝０．45元／千米，接单概率 ＝０.２ ， ＝０．８ ， ＝０．１ ， ＝０．９ ，平均等待时间 ＝０.２５小时，长途平均里数 ＝20千米，由此快速通道所应优先缩短的时间 ｔ 应满足

t=

**六、模型优缺点及其改进**

**模型的优点：**

分析并讨论了多种环境条件下的司机决策策略。

确定的随机因素的分布比较主观，可能对决策结果造成影响。

**模型的缺点：**

模型还存在一些误差，比如蓄车池的量是假设的，乘客上车时间也是固定的。

模型没有考虑更多的因素对于司机决策的影响。

模型二中为了方便将考虑的时间段简化，对结果有一点误差。

**模型的改进：**

应该加入网约车对出租车司机的决策策略影响，修正两种方案的计算方法。

应该查找并收集一些参数的真实值，利用生活中的真实参数值进行模拟，将提高模型的可行性，使其更具实际效用。

**七、参考文献：**

* [1]王欣颖,欧辉,李婧.机场出租车载客优化模型[J].经济数学,2020,37(03):227-233.
* [2]段寒冰,朱家明,王子健,张浚铃.机场出租车最优决策与上车点最优设置的研究[J].牡丹江大学学报,2020,29(05):69-73.
* [3]余冠辰,杨哲瑜.基于双车道排队模型的机场出租车服务台优化设计[J].中国产经,2020(04):32-33.
* [4]马艳丽,左学武,褚正清.对机场出租车司机优化配置的决策模型分析[J].河北北方学院学报(自然科学版),2020,36(11):12-23.
* [5]李惠子,华旭,李悦之.机场出租车司机决策优化模型研究[J].中国集体经济,2020(32):71-72.
* [6]刘兴,王亮策,陈艳萍.机场出租车司机决策模型研究[J].中国市场,2020(22):31-33.
* [7]刘梦婷,干淇钧,王雪飞.机场出租车载客选择决策及上车点设置模型[J].中国新通信,2020,22(15):8-9.
* [8]周步芳,付维杰,乔亚琴.“机场的出租车”选择问题决策模型研究[J].现代信息科技,2020,4(14):25-27+30.