队号

**2020年《数学建模2》课程论文**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **参赛队号** |  | | |
| **队员**  **姓名** | **1.左鸿滔** | **学**  **号** | **201910518230** |
| **2.蒋文强** | **201910211608** |
| **3.王孝天** | **201910424320** |

机场出租车问题的数学模型

**摘要**

随着世界经济一体化的不断发展，我国航空业发展迅速，机场的旅客吞吐量不断攀升。旅客离港时，出租车是重要的散客渠道之一。但是因为在不同的时空，不同地域的机场的规模不同。本文就针对机场出租车的部分问题，进行探究。

本文首先站在司机角度上模拟决策做出的过程:分别假设做出排队等

候及空载返回两种决策，参考两种假设下的预期利润大小，进行决策。在模拟过程中自然地提取出了制约决策根本影响因素:排队车数、返回市区路程以及出租车市区每小时收入。对出租车到达“蓄车池”看作泊松分布，及等候乘客上车看作排队模型。最后通过比较两种决策所获得的利润，进行最终的决策选择。[1]

针对问题二， 考虑到样本容差率以及数据复杂程度，选取成都双流国际机场进行研究。利用收集到的数据，结合问题一建立的模型进行求解，值得注意的是，在求解平均车流量与等待时间的定量关系时本文采用了基于队列模拟的曲线拟合法，得出两者正相关。对相关因素的依赖性分析采用控制变量法。分别对目标变量求偏导，得到结论:等待时间对等待收益的负相关且影响较大:出租车市区每小时次之;而返回市区油耗则与排队等候的收益正相关。模型结果与机场实际情况基本吻合，较为合理。[2]

针对问题三，参考国内机场，选择二车道矩阵式上客系统，设置一个

上车口。根据交通流理论有泊车位数量与车流速度负相关。如此，必然存在一个泊车位数的阈值，使得乘车效率最大。所以以乘车效率为目标函数，泊车位数为决策变量，车速限制等为约束条件建立优化模型，求取最大值。目标函数取最大值时距决策变量取值最近的偶数即为乘车效率最大时的泊车位数。

针对问题四，我们考虑的是尽可能的围绕收益平衡的思想进行探究，尽量的保障每一位出租车司机的收益平衡。

**关键词：** 决策模型泊松分布 排队论 机场出租车 目标优化

**目录**

[一、问题的重述 4](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010301)

[1.1 问题由来 4](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010302)

[1.2 问题要求 4](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010303)

[1.3 问题的提出 4](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010304)

[二、问题的假设 5](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010305)

[三、符号说明 5](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010306)

[四、问题的分析](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010307) 5

[五、模型的建立与求解 2](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010308)

[5.1 问题1的分析与求解 6](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010309)

[5.2 问题2的分析及求解 10](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010310)

[5.3问题3，4的求解 13](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010311)

[六、模型优缺点及其改进 15](file:///C:\\Users\\HP-OMEN\\Desktop\\建模作业\\最终论文2.docx" \l "_Toc336010312)

**一、问题的重述**

**1.1 问题由来**

随着人们生活节奏的加快,飞机已成为人们长途旅行的重要交通工具．通常机场距离市区都比较远,很多人下飞机后要去市区(或周边)的目的地,出租车是主要的交通工具之一。国内多数机场都是将送客(出发)与接客(到达)通道分开的．送客到机场的出租车司机都将会面临两个选择:

(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。

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。

**1.2 问题要求**

(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。

**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。

1. **问题的假设**
2. 出租车司机能准确判断出当前蓄车池中的车数和乘客数量；  
   2.双流机场到市中心的距离为20km，平均车速为60km/小时；  
   3.假设每天出租车到达机场的时间间隔为Poission分布，出租车接受服务的时间服从负指数分布；  
   4.过去各时段乘客数量的信息能反映出未来的情况，不考虑疫情期间等特殊情况

**三、符号说明**

： 候车收益

 ： 空载拉客收益

： 时间

 ： 时间成本

 ： 油费和其他支出

 ： 里程费

： 航班数

： 每次航班载客数

： 乘坐出租车的人数

： 旅客乘坐出租车比例

**四、问题的分析**

4.1**对问题1的数学化描述与分析**

为充分分析决策的影响因素及其机理，不妨站在司机角度上模拟决策

做出的过程:

假设排队等候，通过排队车辆数，机场航班等情况估算等候的时间成本，并结合载客回市区的收益得出采取此决策的预期利润。二、假设空载返回,将空跑损耗作为成本，估计返回节省下的等候时间在市区拉客产生的收益，同样地可以给出采取空载返回决策的预期利润。

比较两种假设下的预期利润作出决策。如此，我们可以从决策过程中提取出直接影响因素:等待时间、返回时间、空跑损耗、载客利润及市区收益。对其继续分析可得到制约这几个量的根本影响因素:排队车数、打的人数、收费标准以及返回路程。根据影响因素表示不同决策下收益以及成本作为约束条件即可建立优化模型给出不同情况下使利润最大化的决策。

**到达机场**

**司机观测到排队的出租车数**

**司机预测临近时段的航班数**

**凭经验确定等候时间成本X和空载返回成本Y**

**X>Y**

**否**

**是**

**等候**

**不等候**

图一

4.2**对问题2的数学化描述与分析**

针对问题二，对机场的选择有一定的限制。首先不能选取小型机场:小型机场旅客吞吐量小，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，会对五个根本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。于是中型机场成为较好的选择。结合城市出租车数量等因素初步考虑成都双流国际机场。

收集数据给出第一问五个根本影响因素的值，即可根据模型给出决策。值得注意的是，等待时间与很多其他变量相互联系。对等待时间求解很大程度上决定了模型的好坏，需格外注意。

4.3**对问题3的数学化描述与分析**

针对问题三，首先对国内机场离港出租车上客系统情况进行采集分析，结合所给条件，选定二车道矩阵式上客系统。为增大系统乘车效率，考虑增设泊车位。但泊车位的增加，伴随着车流量的变大，可能导致车多缓行。于是，寻找一个泊车位数的阈值，使得乘车效率最大。泊车位数变化造成的车流速度变化，通过出租车进出所需的时间直观地反映在了乘车效率上。可以尝试利用数学工具，给出泊车位数与车流速度的定量关系，进而给出出租车进出接客区时间关于泊车位数的表达式。另外给出乘客，上车时间则可以结合泊车位数量给出乘车效率关于泊车位数的表达式。”

将乘车效率作为目 标函数，加上基于接客区宽度的约束条件即得优化模型。求解可得乘车效率最大值。

**五、模型的建立与求解**

**5.1 问题1的分析与求解**

该问题主要从出租车司机的经济效益角度考虑。在正常情况下,司机空载返回的成本(耗油费和过 路费等)基本上是确定的，还有就是出租车一般都是有固定起步价的，并且超出规定距离会有新的收费标准，影响司机决策的主要因素取决于可能的等待时间成本的多少。等待时间长短 取决于排队等待的出租车数量和可能乘坐出租车的乘客数量,可能乘坐出租车的乘客数与具体的时间段和到达的航班数量有密切的关系。通常每个机场的航班数量有季节性差异,每天进出的航班基本上是确定的,而每天早、中、晚不同时间段的一个航班可能乘坐出租车的人数也不尽相同;正常时间(如8:00－22:00)通常都有地铁、机场大巴车和私家车等往返机场与市区之间,会分流一定数量的乘客;其他时间(如22:00后)可能会有更多的乘客需要乘坐出租车。

出租车空载返回的油耗和其他支出可固定为r

出租车载客收益为：

因为每天每个时间段的航班数也不同，所以记一天中机场的航班数为(024);

然后就是每一航班上的乘客乘坐出租车的人数不同，或者说是比例不同（即晚上公共汽车及其他公共交通该工具会下班，所以乘坐出租车的人数会增加，比例会加大），



假设白天7点到22点比例一般不会变恒为，晚上22点到次日7点比例会增加。

如果时段每个航班(常见机型)的载客数量平均为150-200人不等,则时段需要乘坐出租车的乘客数量为



实际上出租车到达 “蓄车池”位的数量是不确定的，但可以近似为泊松分布，即在[0,t]时间有n辆出租车到达的概率：



设机场有(≥２)个独立的出租车上车站点,每辆出租车接受服务(载客后离开乘车区)的时间(＞０)是不同的,其中包括从 “蓄车池”到达乘 区的时间、等待乘客到达上车站点的时间、乘客上车的时间和载客离开乘车区的时间,则出租车接受服务的时间服从于负指数分布:



接受服务的时间(＞０)与不同时间段乘坐出租车的乘客数量有关。乘客的数量取决于航班数量和乘坐出租车的乘客比例,即是随时间变化的,也就是与乘坐出租车的人数有关。

在正常情况下,如果每辆出租车从 “蓄车池”安全到达乘车区停稳后需要的时间为；每组乘客(同车１-４人)上车需要时间为(不妨设介于0.5-1min之间,即；每辆车载客后启动、离开乘车区需要时间为。则在乘客足够多时(车到乘车区即有乘客上车)每辆车接受服务的时间为：



其中,和为常数,即意味着每小时有辆车接受服务(载客离开)。

如果乘客数量不多时,出租车到达乘车区时不能立即载客,就需要在乘车区等待乘客,记等待时间为τ,其值与需要乘坐出租车的人数有关,则



所以平均服务率为：



每位乘客上车过程所需要的时间也不尽相同,但差异性不会太大,可以取一个平均值。

为此,可以认为出租车到机场 “蓄车池”排队等候载客过程满足顾客(出租车)到达时间间隔服从 Poisson分布,服务时间(出租车从进入乘车区到载客离开的时间)服从于负指数分布,c 个服务台(上车点),顾客源和系统容量无限,以及先到先服务的排队模型



由于这个排队系统各服务台的服务工作(各辆车载客离开)是相互独立的,则对于时段t,整个系 统的平均服务率为(当),令＝ ,即为系统的服务强度．当＞1时,系统中就会有 出租车在排队等待载客．于是可以得到时段t排队系统的状态转移方程为

因为出租车到达机场的时间间隔服从泊松分布的所有概率之和为1由递推关系可以求得系统状态概率为





相应的排队长度（系统中排队等候的出租车数量）为,相应的等候时间为,是时间段内每辆出租车需要等待的时间长度。

根据出租车需要等待的时间来估算出等待时间的成本,首先要估计等待单位时间的成本,则等待的时间成本为

对于等待单位时间的成本,可以考虑出租车在正常运营情况下单位时间的收益,此值也与相应的时间段有关．在通常情况下,在一天中是随时间段变化的,实际处理时可以简化,譬如取分段函数,具体数值根据某城市的情况可具体确定。

如图一所示,在这里取分段函数,即

图二

空车返回的潜在损失。如果出租车从机场空车返回,不仅要付出空载成本R,还损失可能载客的收益．记空载返回市区所需要的时间为,从机场载客返回市区总收益为由于乘客从机场乘出租车返回市区的距离不同,所需要的时间也不同,不妨设从机场到达市中心的距离为,辐射周边方圆距离为．于是,不妨设乘客搭乘出租车返回市区的距离服从正态分布N(,),平均行驶速度 为,故可能的总收益为),所需要的时间为 ，则单位时的潜在损失（即载客收益）为 ，空载返回潜在的总损失为

由上式得

因此出租车司机选择决策的准则(即比较等待时间成本和空载返回成本的关系)为

当时,则应选择空载返回市区;

当时,则应选择排队等待载客;

当 时,则可以随意选择,即等待载客和空载返回效果相同

**5.2 问题2的分析及求解**

据了解，出租车司机通常选用天然气作为汽车的燃料，成本为0.25元/KM，双流机场距离市中心约18KM，所以空载返回的固定成本

r=4.5元

我们收集到成都市出租车的收费标准为：

（基价公里数为：2km）

我们搜集到成都双流机场2016年11月27日至11月28日各时间段的飞机降落架次如图二：

图三

如果t时段每个航班(常见机型)的载客数量平均为150-200人不等,则相应可能乘坐出租车的人数为\*，

其中取

=

求得乘坐出租车的人数为：

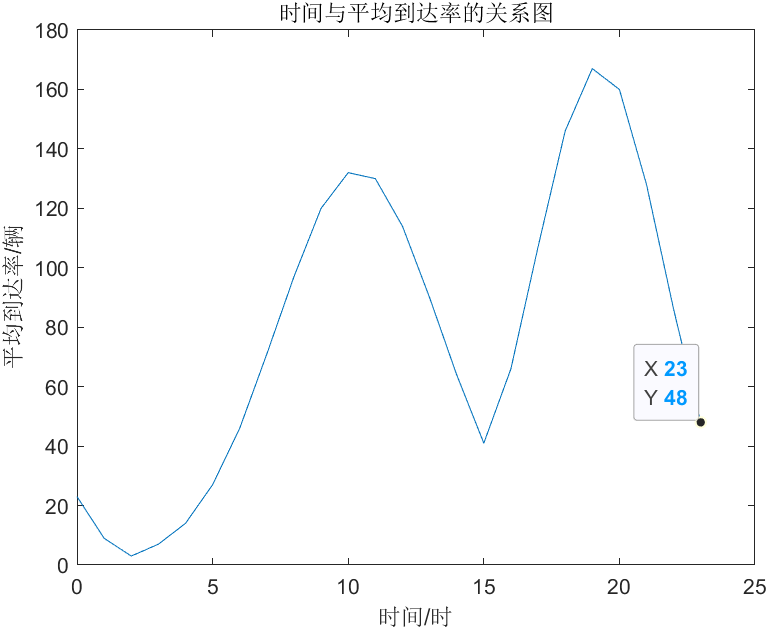


出租车进入停车位的时间大致为0.5min，等候乘客及其上车的时间约为1min,离开的时间约为0.5min。出租车服务的总时间为=2min。所以平均每小时有辆车离开。

通过收集相关数据，我们得到了不同时段出租车到达的数量，运用概率学相关知识，通过编程计算出早高峰和晚高峰时期出租车到达的正态分布函数

=

通过MATLAB软件绘制出时间与平均到达率的关系图：



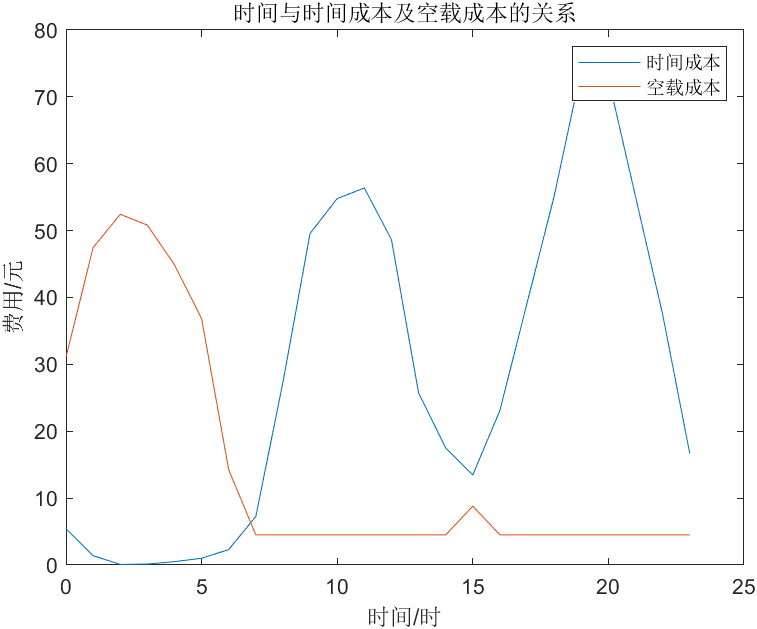
图四

通过MATLAB求出：



（其中n代表，y代表）

然后再通过MATLAB求出时间与时间成本及空载成本的关系图：



图五

综上所述，由图五的结果可知：

00:00-07:00时间段选择排队等待载客；

07:00-23:00时间段选择空载返回市区。

**5.3问题3、4的求解**

**问题3的求解**本问题要求给出机场乘车区上车点的设置方案，及总的乘车效率最高。为了衡量乘车效率，因此参考交通流理论（研究交通流随时间流随时间和空间变化规律的模型和方法体系。其中最重要的三个参数为：交通量、速度和密度。交通量为速度和密度的乘积）因此乘车效率(n为时间t内载客离开的出租车数)。

本题中给出的是矩阵停靠式上客系统，及在通道上安排若干泊位，上车区的出租车行驶需要等上一轮的出租车全部载客离开后，下一轮的出租车才驶入上车区。

根据交通流理论，交通系统通行能力的大小与交通参与者密度有着密切关系，可知增加泊车位数量可以增加乘车效率，但当泊车位增加到某一值时，泊车位增加，乘车效率会下降，该现象的主要原因是车流平均速度的减小。

目标函数可确定为： max

可确定泊车位的数量对车流速度的定性关系：

v=

式中a为引入的“影响”概念，即每一辆出租车会对周围出租车产生的影响，造成速度变慢。当泊车位数量增加，产生的“影响”相应增加，使得车流速度变慢。

可以归纳得到“影响”E与出租车数n的关系式

将“影响”E乘上影响系数即为参数a，基础参数作为参数b，给出车流速度v关于出租车n的函数关系式：

给定接客区长度L，计算得到出租车驶入至停稳时间：

车长为D每两辆车之间的安全距离为S。则出租车离开的时间为：

乘客进入上车区最远需要走（）个车长与安全距离，乘客的乘车时间为：

出租车接客的总时间为：

因为n辆出租车车长和相应安全距离之和不得超过接客区长度，有：

模型为：

max

带入目标函数得：

当n=n时，乘车效率最大。对求对自变量n的偏导，令其值为零，即，可求得n的值。

**问题4的求解**

机场的出租车载客收益与载客的行驶里程(或时间)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 一定的 “优先权”,使得这些出租车的收益尽量均衡,那么应该如何确定这样的 “优先”方案?

如果某时间段内排队等待的出租车等待的时间长度都为(如１-３h)．在正常情况下,对于一辆载客返回市区的出租车,行驶时间为(如30-60min),收益额为(如100-180元);而对于一辆乘载了短途乘客的出租车,行驶时间长度为＜ (如10-30min),收益额为＜ (如20-50元), 即需要经２时间后返回机场。

事实上,对于一辆正常载客返回城区的出租车的平均收益为 ,而对于一辆载短途乘客的 出租车的平均收益为。如果该车经２时间后返回机场,并且需要等待t时间后“优先”载客, 不妨设乘载非短途乘客,则要让这些同样在机场排队等待时间的出租车单位时间的收益尽量均衡, 即要求其等待时间t应该满足:

。

根据某机场的实际情况,给出确定的,,, 和 的具体数值,则可以求解出相应的值。即对于一辆短途的出租车来说,只要载客离开并在２ 时间内返回,只需要等待时间即可“优先”载客,根据机场的具体情况确定合适的 和。

譬如,以某机场和所隶属的城市为例,相关数据 均 取 平 均 值,从 机 场 载 客 到 市 区 行 驶 时 间 为 ＝45min,相应收益为＝140元;短途的行驶时间为＝20min,相应收益为＝35元。不妨假设排队等待时间为＝120min,则有＝1.25min．即如果机场的短途载客出租车能够在40min内返回机场载客,该出租车只需要等待1.25min即可“优先”直接载客,而且能够载客(长途客)返回市区,这样就能使得与之前载客(长途客)返回市区的出租车单位时间的收益基本均衡,这也是与该机场现实行的“优先”方案相吻合的。

**六、模型优缺点及其改进**

优点：

1.基于收益模型建立的出租车司机决策模型直接从经济层面说明了司机的选择方式，结果合理，直观实用。

2.在出租车停泊为模型中，将乘车效率转换为出租车供给能力，很好的反映了实际情况，实用性强，对现实有很强的指导意义。

3.通过对问题的建设性分析，对于管理部门具有参考价值。

缺点：

决策模型在建立的过程中考虑的影响因素还不够完全，对于现实中存在的突发情况不能有效地应对，会造成实际决策结果出现偏差。

1. **参考文献：**

[1] 韩中庚, **2020**, *9*机场出租车问题的数学模型 %J 数学建模及其应用.

[2] 蔡筹皑, **2020**基于首都机场出租车的信息采集与处理研究 %J 产业创新研究.

附录

**1.**运用DEVC++软件计算出租车平均到达率的代码如下：

#include<iostream>

#include<cmath>

#define fo(i, a, b) for(int i = a; i <= b; ++i)

using namespace std;

double a[25] = {0,24,16,12,13,18,32,45,82,150,120,130,90,110,100,120,105,110,120,140,145,130,80,60,40};

double ans[25], sum1, sum2, u1, u2, d1, d2, pi = 3.141592, e = 2.718281;

int main() {

fo(i, 1, 24) {

if(i >= 4 && i <= 16) {

sum1 += a[i];

u1 += a[i] \* i;

}

else {

sum2 += a[i];

if(i >= 1 && i <= 3) u2 += a[i] \* (i + 24);

else u2 += a[i] \* i;

}

}

u1 /= sum1;

u2 /= sum2;

--sum1;

--sum2;

fo(i, 1, 24) {

if(i >= 4 && i <= 16) d1 += a[i] \* pow(i - u1, 2);

else {

if(i >= 1 && i <= 3) d2 += a[i] \* pow(i + 24 - u2, 2);

else d2 += a[i] \* pow(i - u2, 2);

}

}

d1 = sqrt(d1 / sum1);

d2 = sqrt(d2 / sum2);

fo(i, 4, 27) {

if(i <= 16) ans[i] = pow(e, -pow(i - u1, 2) / (2 \* d1 \* d1)) / sqrt(2 \* pi) / d1;

else {

if(i <= 24) ans[i] = pow(e, -pow(i - u2, 2) / (2 \* d2 \* d2)) / sqrt(2 \* pi) / d2;

else ans[i - 24] = pow(e, -pow(i - u2, 2) / (2 \* d2 \* d2)) / sqrt(2 \* pi) / d2;

}

}

fo(i, 1, 24) {

cout.precision(0);

cout<<fixed<<"f("<<i<<") = "<<1000 \* ans[i]<<endl;

}

return 0;

}

**2.**运用MATLAB软件计算出租车的等候时间的代码如下

>> syms u  
>> syms n  
>> syms y  
>> syms p  
>> syms k  
>> p=(y\*n)/(120+4\*n)  
   
p =  
   
(n\*y)/(4\*n + 120)  
   
>> u=60/n+2  
   
u =  
   
60/n + 2  
   
>> k=1/(1+y/u+y^2/(2\*u^2-2\*p\*u^2))  
   
k =  
   
1/(y^2/(2\*(60/n + 2)^2 - (2\*n\*y\*(60/n + 2)^2)/(4\*n + 120)) + y/(60/n + 2) + 1)  
   
>> (2\*k\*p^3)/(1-p^2)  
   
ans =  
   
-(2\*n^3\*y^3)/((4\*n + 120)^3\*((n^2\*y^2)/(4\*n + 120)^2 - 1)\*(y^2/(2\*(60/n + 2)^2 - (2\*n\*y\*(60/n + 2)^2)/(4\*n + 120)) + y/(60/n + 2) + 1))

**3.**运用MATLAB软件绘制时间与时间成本及空载成本的曲线图的代码如下：

t=0:23;  
y=(23+0\*t).\*(t>=0&t<1)+(9+0\*t).\*(t>=1&t<2)+(3+0\*t).\*(t>=2&t<3)+(7+0\*t).\*(t>=3&t<4)+(14+0\*t).\*(t>=4&t<5)+(27+0\*t).\*(t>=5&t<6)+(46+0\*t).\*(t>=6&t<7)+(71+0\*t).\*(t>=7&t<8)+(97+0\*t).\*(t>=8&t<9)+(120+0\*t).\*(t>=9&t<10)+(132+0\*t).\*(t>=10&t<11)+(130+0\*t).\*(t>=11&t<12)+(114+0\*t).\*(t>=12&t<13)+(90+0\*t).\*(t>=13&t<14)+(64+0\*t).\*(t>=14&t<15)+(41+0\*t).\*(t>=15&t<16)+(66+0\*t).\*(t>=16&t<17)+(107+0\*t).\*(t>=17&t<18)+(146+0\*t).\*(t>=18&t<19)+(167+0\*t).\*(t>=19&t<20)+(160+0\*t).\*(t>=20&t<21)+(128+0\*t).\*(t>=21&t<22)+(86+0\*t).\*(t>=22&t<23)+(48+0\*t).\*(t>=23);  
n=(1710+0\*t).\*(t>=0&t<1)+(1516+0\*t).\*(t>=1&t<2)+(540+0\*t).\*(t>=2&t<3)+(90+0\*t).\*(t>=3&t<4)+(120+0\*t).\*(t>=4&t<5)+(60+0\*t).\*(t>=5&t<6)+(90+0\*t).\*(t>=6&t<7)+(75+0\*t).\*(t>=7&t<8)+(360+0\*t).\*(t>=8&t<9)+(555+0\*t).\*(t>=9&t<10)+(540+0\*t).\*(t>=10&t<11)+(375+0\*t).\*(t>=11&t<12)+(345+0\*t).\*(t>=12&t<13)+(480+0\*t).\*(t>=13&t<14)+(420+0\*t).\*(t>=14&t<15)+(675+0\*t).\*(t>=15&t<16)+(585+0\*t).\*(t>=16&t<17)+(555+0\*t).\*(t>=17&t<18)+(705+0\*t).\*(t>=18&t<19)+(420+0\*t).\*(t>=19&t<20)+(675+0\*t).\*(t>=20&t<21)+(345+0\*t).\*(t>=21&t<22)+(690+0\*t).\*(t>=22&t<23)+(1530+0\*t).\*(t>=23);  
w=-(2.\*n.^3.\*y.^3)./((4.\*n + 120).^3.\*((n.^2.\*y.^2)./(4.\*n + 120).^2 - 1).\*(y.^2./(2.\*(60./n + 2).^2 - (2.\*n.\*y.\*(60./n + 2).^2)./(4.\*n + 120)) + y./(60./n + 2) + 1));  
Y=53.1-162.\*w./60;  
tmp=46.7-140.6667.\*w./60;  
for i=7:22  
    Y(1,i)=tmp(1,i);  
end  
for i=1:24  
   if Y(1,i) < 4.5  
      Y(1,i)=4.5;   
   end  
end  
q=(40+0\*t).\*(t<2)+(20+0\*t).\*(t>=2&t<3)+(10+0\*t).\*(t>=3&t<7)+(20+0\*t).\*(t>=7&t<8)+(40+0\*t).\*(t>=8&t<9)+(56+0\*t).\*(t>=9&t<11)+(60+0\*t).\*(t>=11&t<13)+(40+0\*t).\*(t>=13&t<15)+(50+0\*t).\*(t>=15&t<19)+(60+0\*t).\*(t>=19&t<21)+(60+0\*t).\*(t>=21&t<23)+(50+0\*t).\*(t>=23&t<24);  
n=(1710+0\*t).\*(t>=0&t<1)+(1516+0\*t).\*(t>=1&t<2)+(540+0\*t).\*(t>=2&t<3)+(90+0\*t).\*(t>=3&t<4)+(120+0\*t).\*(t>=4&t<5)+(60+0\*t).\*(t>=5&t<6)+(90+0\*t).\*(t>=6&t<7)+(75+0\*t).\*(t>=7&t<8)+(360+0\*t).\*(t>=8&t<9)+(555+0\*t).\*(t>=9&t<10)+(540+0\*t).\*(t>=10&t<11)+(375+0\*t).\*(t>=11&t<12)+(345+0\*t).\*(t>=12&t<13)+(480+0\*t).\*(t>=13&t<14)+(420+0\*t).\*(t>=14&t<15)+(675+0\*t).\*(t>=15&t<16)+(585+0\*t).\*(t>=16&t<17)+(555+0\*t).\*(t>=17&t<18)+(705+0\*t).\*(t>=18&t<19)+(420+0\*t).\*(t>=19&t<20)+(675+0\*t).\*(t>=20&t<21)+(345+0\*t).\*(t>=21&t<22)+(690+0\*t).\*(t>=22&t<23)+(1530+0\*t).\*(t>=23);  
w=-(2.\*n.^3.\*y.^3)./((4.\*n + 120).^3.\*((n.^2.\*y.^2)./(4.\*n + 120).^2 - 1).\*(y.^2./(2.\*(60./n + 2).^2 - (2.\*n.\*y.\*(60./n + 2).^2)./(4.\*n + 120)) + y./(60./n + 2) + 1));  
X=w./60.\*q;  
plot(t,X);  
hold on  
plot(t,Y);  
xlabel('时间/时');  
ylabel('费用/元');  
legend('时间成本','空载成本');  
title('时间与时间成本及空载成本的关系');