

滴滴打车订单的时空分布特征及优化

——基于滴滴大数据的打车需求分析

一、引言

随着网约车技术的发展,乘坐网约车出行已经越来越成为居民出行的热门方式。一般而言,我们可以认为乘客下单时处于打车点或附近,除非有突发情况出现,乘客都在下单后会在下单地点附近等候上车。因而在本文的研究中,我们将下单的时间作为乘客出行的时间,乘客下单的地点作为乘客上车的地点。在这样的假设下,订单数量的时间和空间分布可以反映出不同时段、不同地区打车的需求程度。研究打车订单的时间和空间分布,能够帮助公司更好地协调有限的网约车资源,在满足乘客乘车需求的同时提高公司的收益,提升市场对公司的评价。

在本文中,我们通过研究滴滴公司公开的成都市的打车数据信息,研究订单的时间和空间分布,并提出一定的优化方案,以供打车公司及相关人士参考。

二、分析方法

1. 统计分析

统计是在数据分析的基础上,研究对数据进行测定、收集、整理、归纳和分析反映,以便给出有关对象系统的正确认识的方法,随着系统复杂程度的迅速提高,大数据时代的到来使得统计分析的任务、概

念和方法也在逐渐改变，与信息、计算机领域密切结合，统计分析，成为数据科学中的重要主轴之一。统计分析，是对收集到的数据进行归类整理，并解释所关心的统计问题的过程。系统分析方法可分为描述统计和推断统计两大类，分别用于解释过去和预测未来，从在系统工程的应用来看，统计分析方法包括四大类：指标对比法，分组分析法，时间序列及动态分析法，指数分析法。

我们本次研究的问题具有数据量大、时间相关性强、与地区分布相关等显著特点，因此，选择统计分析，并着重时间序列及动态分析法，分组分析法的使用。时间序列及动态分析法是将同一指标在时间上变化和发展的一系列数值按时间先后顺序排列，形成时间数列进行动态分析，反映其发展水平和速度的变化规律，在此主要用于考虑滴滴打车需求数据随时间的变化及分布情况，而分组分析法则要求不仅是要对系统总体的数量特征和关系进行分析，还要针对总体的内部成员之间的差异进行分组分析，旨在将城市不同区段分组进行处理，通过对比分析得出滴滴打车数据随地区变化和分布规律。

我们针对数据的时间和空间分布特征展开研究。由于数据量过大，我们仅考虑具有典型特性的数据进行处理，以此来简化模型、获取关键信息。在时间分布上，我们仅考虑工作日与休息日之间订单数量的变化与每天的不同时段的变化，在空间分布上，我们考虑将订单涉及经纬度范围划分为 16 个典型区块，再进行区块内的数据处理与区块间的对比分析。数据获取上，由于数据为对每个订单每 3s 进行一次采集，含有大量时间、位置信息，在我们的分析内容不涉及到路线、

时长等需要对单一订单持续追踪获取信息的前提下,仅考虑每一个订单的第一条信息,即每个订单对应的打车地点,由此我们可以大幅度简化所要研究的问题。我们抽取了 2016 年 10 月的五十万条数据中的 5300 余项独立订单进行处理。分析结果证明,这样的简化处理能够在避免无关信息干扰、简化处理难度的同时,突出数据的显著特征与关键信息。

2. 层次分析法

层次分析法 (Analytical Hierarchy Process, AHP) 是美国学者沙蒂 (T. L. Satty) 在 20 世纪 70 年代提出的。它是一种定性与定量结合的评价决策方法,这种方法把复杂的问题分解成若干有序层次,并根据对一定客观事实的判断就每一层次的相对重要性给予定量表示,利用数学方法确定出能够表达每一层次的全部要素相对重要性次序的数值,并通过对各个层次的分析得到对整个问题的分析。

3. 核密度估计原理

核密度估计 (kernel density estimation) 是在概率论中用来估计未知的密度函数,属于非参数检验方法之一,由 Rosenblatt (1955) 和 Emanuel Parzen (1962) 提出,又名 Parzen 窗 (Parzen window)。Ruppert 和 Cline 基于数据集密度函数聚类算法提出修订的核密度估计方法。采用平滑的峰值函数来拟合观察点,根据点的真实概率分布进行拟合,地理中观测点根据最近的数据点计算该数据分

布特征，一般地，数据点相聚越近，产生的密度值越大。

概率密度函数一般形成为：

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x_i - x}{h}\right) \quad (1)$$

$K()$ 为核函数(不为 0、积分为 1,均值为 0)。主要的核函数有 uniform, normal, triangular, biweight 等。 $h > 0$, 平滑参数, 称为带宽。 h 越大, 函数越尖锐, 反之越平滑。

高斯核函数的表达式为：

$$K(x, xc) = \left(-\frac{\|x - xc\|^2}{(2 \times \sigma)^2} \right) \quad (2)$$

式中, xc 为核函数中心, x 为滴滴数据, σ 为函数的宽度参数。

本文利用二次核函数（高斯核函数），核密度分析展现了数据的聚集状况，本文使用核密度对滴滴数据进行聚类，针对不同的时间段，具有不同的聚集区域。

三、滴滴打车订单的时间特征分析及优化

1. 滴滴打车订单的时间特征分析

在对滴滴打车订单的时间特征分析进行分析时，我们研究以下两个问题：（1）研究订单分布在工作日与休息日的分布情况；（2）研究订单分布在单日不同时间段内的分布情况。

数据处理：选取 2016 年 10 月 23 日（星期日）和 2016 年 10 月 24 日（星期一）两天的数据，采用统计图表进行数据处理，得到休息日和工作日每小时订单的情况。其中休息日每小时订单数据如表

3.1 和图 3.1 所示，工作日每小时订单数据如表 3.2 和图 3.2 所示。

表 3.1 休息日每小时订单数

时间	订单数	时间	订单数	时间	订单数	时间	订单数
0~1	98	6~7	133	12~13	181	18~19	34
1~2	104	7~8	161	13~14	150	19~20	24
2~3	104	8~9	173	14~15	122	20~21	10
3~4	158	9~10	214	15~16	83	21~22	14
4~5	148	10~11	203	16~17	74	22~23	25
5~6	146	11~12	168	17~18	49	23~0	50

表 3.2 工作日每小时订单数

时间	订单数	时间	订单数	时间	订单数	时间	订单数
0~1	143	6~7	183	12~13	144	18~19	24
1~2	171	7~8	173	13~14	136	19~20	12
2~3	185	8~9	172	14~15	102	20~21	12
3~4	151	9~10	171	15~16	74	21~22	22
4~5	144	10~11	173	16~17	46	22~23	20
5~6	168	11~12	165	17~18	40	23~0	81

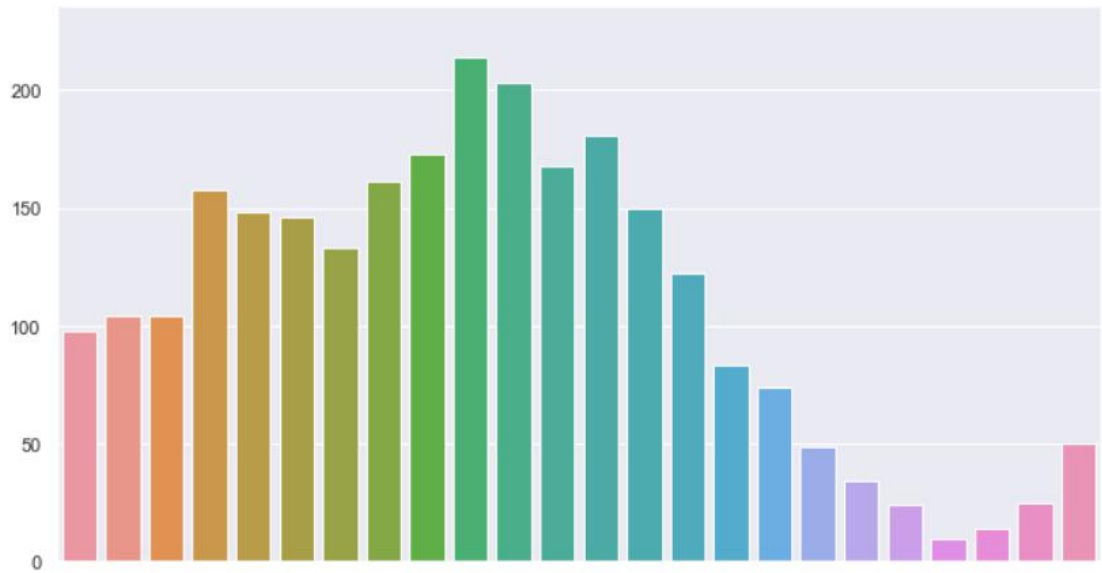


图 3.1 休息日每小时订单数

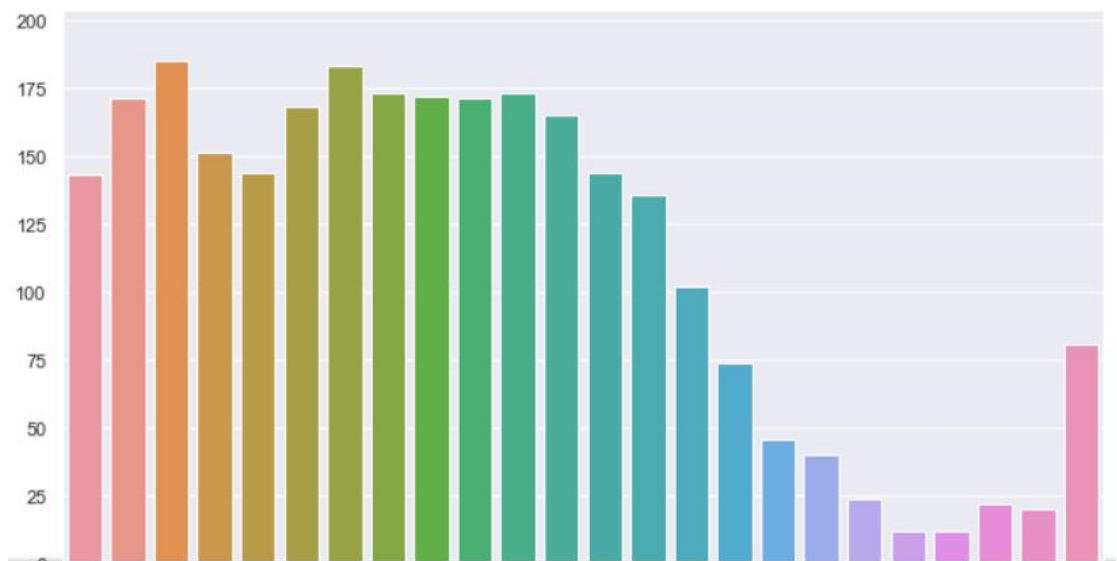


图 3.2 工作日每小时订单数

从统计结果来看，我们认为有以下规律：

从休息日和工作日的对比中可以得出，工作日在午夜 0：00~中午 12：00 的订单量维持在一个较为稳定的数量，中午 12：00 之后，订单量开始下滑，18：00 之后，订单量达到最低，直到 23：00 之后订单开始上升。休息日的订单分布规律与工作日大体相似，差距主要在于在于：在 0：00~8：00 这段时间，休息日订单量明显少于工作日。从订单总数上来看，工作日订单总数 2712 项，休息日订单总数 2626 项，工作日订单数比休息日增加约 3.27%，工作出行对订单数量有一定影响但影响不大。

从订单量随时间分布的情况来看，订单量随时间变化十分明显，为了进一步凸显特征，我们进一步采取两方面的处理措施。

其一：将一天 24 小时按人们的活动情况将其分为四个时间段，分别为 4：00~10：00（上午上班时间段），10：00~16：00（午间休息时间段），16：00~22：00（下班/加班时间段），22：00~4：00（午

夜及凌晨时间段)，按照该时间段计算订单比例，如表 3.3 所示；

其二：将两日的所接订单数量在全部滴滴司机订单数量中排名前一千的司机的数据单独进行处理，处理结果如表 3.4 所示。

表 3.3 按时间段划分的订单比例（单位：%）

时间段	休息日	工作日
4:00~10:00	37.13	37.28
10:00~16:00	34.61	29.28
16:00~22:00	7.81	5.75
22:00~4:00	20.52	27.69

表 3.4 每日订单数量前一千的司机所接订单所占比例（单位：%）

时间段	休息日	工作日
4:00~10:00	51.14	46.75
10:00~16:00	27.30	23.89
16:00~22:00	1.34	0.98
22:00~4:00	20.22	28.38

由以上信息可得，工作日与休息日早间时间订单比例大致相同，但在工作日的午间及傍晚，人们因工作出行较少，订单需求相对休息日比例较低。晚间下班后工作日订单需求占比略有提升。按照工作日与休息日的人们出行目的不同划分，可挖掘出人们的出行习惯，以及对商业区、住宅区等功能区的识别。而订单数量前一千名的司机主要接单时间分布在夜间至次日上午，较整体数据相比，早间接收订单数量大幅上升且几乎不在傍晚接收订单。从接单时间中我们可以推测到，随着成都经济的发展，员工的下班时间也有后移的趋势。就目前的数据来看，不论是整体订单数还是头部司机的订单数都呈现出两个明显的时间高峰——即早晨的上班时间与 22 点后的下班时间。客观来说，这一特点不仅可作为滴滴司机的决策依据，如何选择自己的工作

间来获取更多的订单量，还可用于经济分析领域。而从工作日与非工作日的比较来看，接单时间高峰期无明显改变，即仍集中于早高峰时期与晚加班时间点。

2. 滴滴打车订单的时间分布优化

通过统计数据，我们发现“滴滴打车”的订单数量在交通压力最大的“晚高峰”时期反而最少，我们认为这反应了两方面的情况。一方面，晚高峰（17:00-20:00）的拥堵增加了司机完成订单的时间，降低了司机完成订单的效率；另一方面，在通勤方面，“滴滴打车”与公共交通方式（如公交、地铁）相比，是一个次要的选择。

我们认为，解决高峰期拥堵和订单数量较少的问题，是滴滴公司需要解决的一个大问题。一方面，“滴滴公司”获利依靠的是国家建立的公路网络，因此公司在盈利的同时，不能以牺牲社会利益为代价；另一方面，高峰期拥堵会影响公司的收益，为了提高收益，公司应当考虑在高峰、低谷时期采取不同的激励措施，鼓励司机尽可能多地出车，促进消费者选择“滴滴打车”的方式出行。

综上所述，为优化打车资源的时间分布，我们制定了三条准则，即避免交通拥堵、满足出行需求、提高公司收益；并给出了三种具体措施：高峰期拼单：鼓励乘客在高峰期拼单乘坐滴滴车辆；低峰期优惠：在低峰期推出优化措施鼓励乘客下单；高峰期加收拥堵费：在高峰期增加乘客的乘车金额。为研究三种措施的具体效果，采取层次分析法（AHP法）进行分析。

(1) 建立层次结构模型

层次结构模型如图 3.3 所示。最上层是目标层，系统的目标是根据滴滴打车订单的时间分布特征优化打车资源的时间分布；中间层是准则层，列举了衡量措施效果的各项准则，包括企业的社会责任、企业的经济效益和满足消费者需求三个方面；下层是措施层，列举了我们在研究中提出的三种措施，包括高峰期拼单、低峰期优惠、高峰期加收拥堵费等三种。

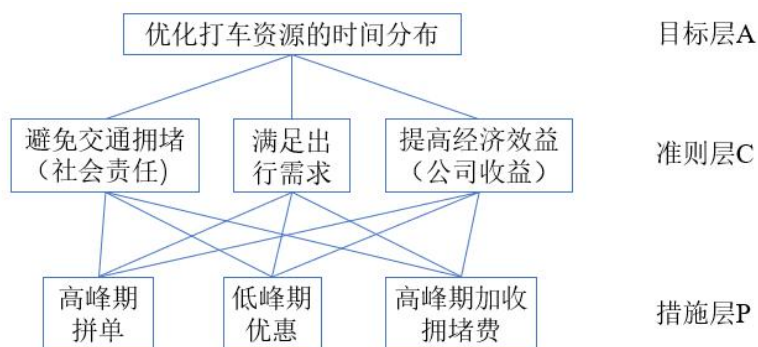


图 3.3 优化时间分布的层次结构模型

(2) 构造比较矩阵

考虑准则层的三项准则，建立比较矩阵如下：

$$A = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{4} & 2 \\ 4 & 1 & 8 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{8} & 1 \end{pmatrix}$$

计算最大特征根及一致性检验指标：

$$\lambda_{\max}(A) = 3 \quad CI = \frac{\lambda_{\max}(A) - 3}{3 - 1} = 0$$

这说明 A 是一致矩阵，此时 A 的最大特征值对应的特征向量为：

$$U = (0.2408, 0.9631, 0.1204)$$

将该向量标准化，使得它的各分量都大于零，各分量之和等于 1：

$$U = (0.1818, 0.7272, 0.0910)$$

经过标准化后的向量称为权向量。它反映了“满足出行需求”这一准则最重要，其次是避免交通拥堵，最后是经济效益。各因素的相对重要性由权向量 U 的各分量所确定。

先成对比较三个措施在避免交通拥堵方面的作用，得成对比较矩阵：

$$B_1 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 \\ \frac{1}{2} & 1 & 3 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix}$$

经计算， B_1 的权向量 $\omega_{x1} = (0.5815, 0.3090, 0.1095)$

$$\lambda_{\max}(B_1) = 3.0037 \quad CI = \frac{\lambda_{\max}(A)-3}{3-1} = 0.00185 \quad \frac{CI}{RI} = \frac{0.00185}{0.58} < 0.1$$

故 B_1 的不一致程度可接受。

类似地，比较三个措施在剩余两个准则方面的作用，得成对比较矩阵：

$$B_2 = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 \\ \frac{1}{4} & 1 & 2 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} \quad B_3 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ \frac{1}{2} & 1 & 6 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{6} & 1 \end{pmatrix}$$

经计算， B_2 的权向量 $\omega_{x2} = (0.7121, 0.1906, 0.0973)$

B_3 的权向量 $\omega_{x3} = (0.7010, 0.1928, 0.1062)$

$$\lambda_{\max}(B_2) = 3.0020 \quad CI = \frac{\lambda_{\max}(B_2)-3}{3-1} = 0.0010 \quad \frac{CI}{RI} = \frac{0.001}{0.58} < 0.1$$

$$\lambda_{\max}(B_3) = 3.0092 \quad CI = \frac{\lambda_{\max}(B_3) - 3}{3 - 1} = 0.0046 \quad \frac{CI}{RI} = \frac{0.0046}{0.58} < 0.1$$

故 B_2, B_3 的不一致程度均可接受。

最后计算三种措施的得分：

$$Y_1 = 0.3404$$

$$Y_2 = 0.2769$$

$$Y_3 = 0.3827$$

即排名 $3 > 1 > 2$ ，也就是说，高峰期加收拥堵费是最有效的措施，高峰期拼单次之，最后是低峰期优惠。

通过以上的分析，我们认为，优化滴滴打车订单时间分布的最有效措施是高峰期加收拥堵费。这样做既能在一定程度上缓解城市的交通拥堵问题，也能增加司机和公司的收益，从而调动司机的出车积极性，并促进公司盈利。

四、滴滴打车订单的空间特征分析及优化

1. 滴滴打车订单的空间特征分析

在对滴滴打车订单的空间特征进行分析时，我们研究以下问题：根据分组分析法的原则，将订单涉及范围合理分配为不同区域，分析订单随不同地区的分布情况，并对典型地区的地理要素进行查找、总结与归纳。

数据处理：根据订单中的经纬度信息，我们将订单涉及区域分为 16 个部分，其中心经纬度如表 4.1 所示。

表 4.1 区域划分中心经纬度

区域代号	经度	纬度
0	104.08331416	30.66080552
1	104.05221688	30.69695326
2	104.10594601	30.68374478
3	104.05572379	30.66170971
4	104.0711612	30.7116525
5	104.09701022	30.71110247
6	104.11548136	30.66769364
7	104.08888937	30.69329014
8	104.05365114	30.67910732
9	104.05222767	30.71895123
10	104.07134484	30.67132048
11	104.09854514	30.66397914
12	104.11083064	30.7059983
13	104.07156096	30.657324
14	104.0863333	30.67769821
15	104.07269657	30.68880608

在数据统计时，我们采用了时间段分析得到的订单量前一千的滴滴司机的订单量。同时，考虑到不同区域，例如学校、娱乐场所、办公场所等随工作日与休息日差异显著的情况，我们分别统计了休息日和工作日的订单情况。另外，将每个订单信息在对应经纬度打印出点，划分到单位面积中，便可在地图中获得订单随地区的散点分布，有利于我们更加直观的观察与分析问题。由此得到的统计表、统计图和地区散点分布图如下所示。

表 4.2 休息日区域订单分布表

区域	订单数	区域	订单数	区域	订单数	区域	订单数
0	128	4	163	8	190	12	163
1	154	5	100	9	114	13	91
2	101	6	36	10	124	14	162
3	70	7	125	11	108	15	109

表 4.3 工作日区域订单分布表

区域	订单数	区域	订单数	区域	订单数	区域	订单数
0	178	4	196	8	128	12	121
1	113	5	90	9	81	13	188
2	113	6	213	10	109	14	133
3	76	7	186	11	110	15	92

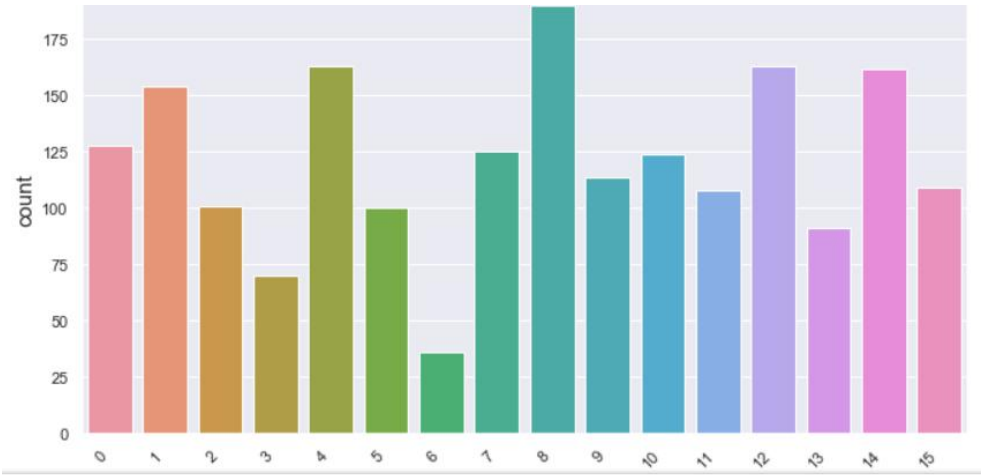


图 4.1 休息日区域订单数量统计

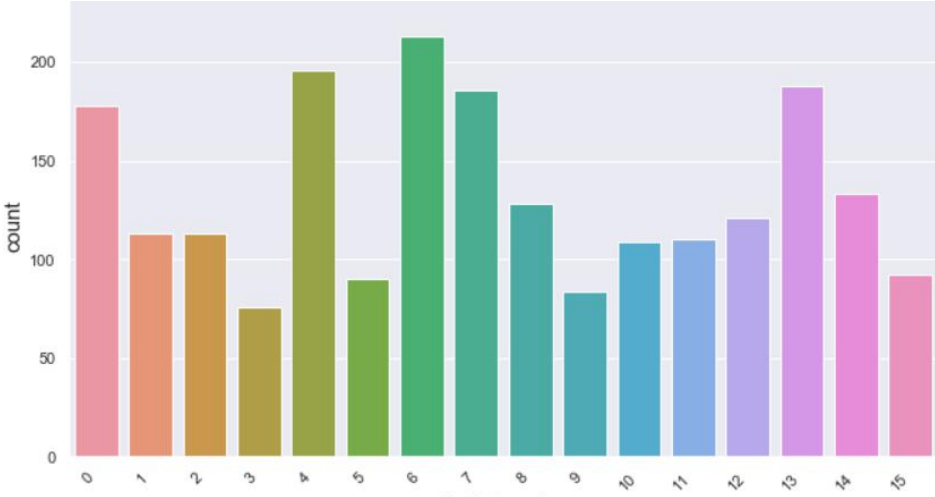


图 4.2 工作日区域订单数量统计

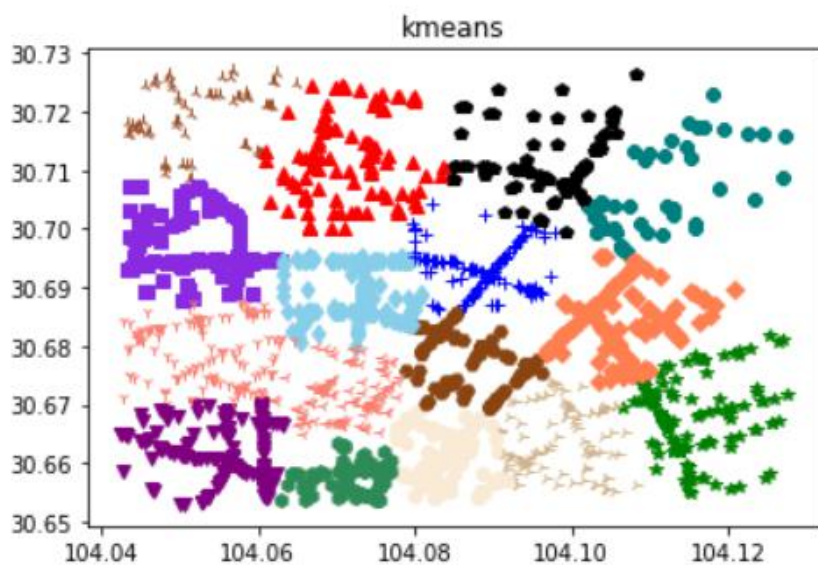


图 4.3 休息日区域订单散点分布图

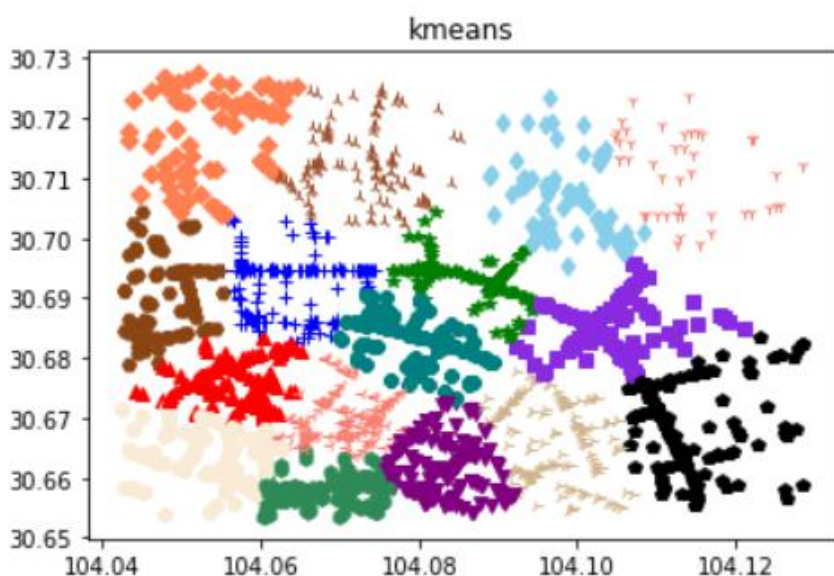


图 4.4 工作日区域订单散点分布图

从统计结果来看，我们认为有以下规律：

不同区域的订单量差异明显，同时，有些区域的订单数在休息日和工作日之间也表现出了极大的差异。为了描述更加清楚具体，分别在地图上查找几个典型区域的用途，依此来进行分析和对比，选取情况如表 4.4 所示。

表 4.4 典型区域用途分析

选取区域	中心经纬度	选择原因	用途/标志性设施
1	104.08331416, 30.66080552	随时间变化显著	恒大广场购物中心、王府井百货
3	104.05572379, 30.66170971	稳定且订单量最少	人民公园、住宅楼
6	104.11548136, 30.66769364	随时间变化显著	成都成化 SM 广场，东郊记忆（休闲区）
8	104.05365114, 30.67910732	随时间变化显著	住宅楼、医院、汇龙湾生活广场
12	104.11083064, 30.7059983	随时间变化显著	海滨公园、成都动物园
13	104.07156096, 30.657324	随时间变化显著	成都火车北站
14	104.0863333, 30.68880608	随时间变化显著	住宅楼

由以上分析可得，从时间分布来看，大多数休闲、娱乐场所，在休息日期间打车量都会大于工作日期间，其中休闲区“东郊记忆”所在的区域 6 这一特征极为明显，同时这些场所的打车量一般都会大于住宅楼区。而成都站/成都火车北站所在的区域 13 则是少数工作日打车量大于休息日的区域。

从单个地点细致分析，在工作日，打车地点最集中的地区为成都昭觉寺汽车站，其次为成都火车北站，表明了在工作日，由于成都地处西南交通枢纽，有大量外来务工人员进出，同时有上班族往往需要上班上学，在车站附近存在较大的打车需求。同时，繁荣的商业街道也是人们打车需求较大的地方，从图中可知，金港湾商务楼附近打车需求较大，这是一座综合性商场，它集购物娱乐与高层办公于一体，同时满足了两大目标群体的需求，即表明了人们的上班及购物需求，因此成为接单数目第一的场所。其实不仅仅是头一名，再看紧接着的几名打车目的地也可以很明显的发现，购物娱乐中心与办公场所仍旧

垄断了榜单前几。而在休息日，打车地点较为分散，其中人数较多的区域有四川省第二中医医院，体现出由于有周末的空闲时间，大量成都本地或来自四川地方县市的人们在周末往往有着看病医疗的打车需求；其次，成都昭觉寺汽车站仍然是打车最为密集的地方，这说明不论是工作日与否，由于成都在西南大区的特殊地位与优越的交通条件，周末人们出行仍需要打车前往汽车站，火车站，飞机场等交通中转地；同时，成都锦城公园、文殊院、新世界百货大厦也是周末人们出行的较多选择，这些地点有一个共同特征——即可以满足市民不同的文化娱乐需求，又正值周末有大段闲暇时间，周末人们常需要放松娱乐，因而此方面的打车需求较大。

2. 滴滴打车订单的空间分布优化

通过研究统计数据，我们发现，滴滴打车订单密度的空间分布除与地点有关外，还受到时间分布的巨大影响。时间分布对空间分布的影响主要体现在两个方面——订单所处的时刻是否为工作日；订单所处的时刻是白天还是晚上。考虑到时间分布对滴滴打车订单密度的空间分布的巨大影响，我们在研究空间分布时就需要考虑上述两方面的影响。

在研究滴滴打车订单密度的空间分布时，我们的研究目标是实现订单分布的优化。我们认为，当乘客订单数量的空间分布和运营车辆的空间分布吻合的时候，空间分布达到最优。优化手段主要分为两个方面。

一方面，在客流密集的区域，需要增加运营车辆的数量，即鼓励滴滴司机在这些区域多停留、多接单。通过这种方式，能够创造较多的订单数量，从而增加公司的收入。盈利是公司得以正常运作必不可少的东西，因而公司只有注重客流密集的区域，才能创造较好的财富，满足公司的收益。

另一方面，在订单数量相对较少的地区，应当保证有一定量的运营车辆。若此类地区运营车辆较少，则会导致乘客的等待时间增加，降低乘客的满意度，甚至导致乘客采取其他交通工具或是乘坐竞争公司的车辆。从而导致市场对公司的评价下降、公司营收蒙受损失等后果。因此我们认为，为了保障此类地区的乘客需求，公司可以采取鼓励性措施，鼓励司机在此类区域接单。

我们认为，以上优化手段考虑的内容主要是订单数量的空间概率密度，优化得到的输出结果是运营车辆的空间安排。根据此前的分析，订单数量的空间概率会受到工作日和每天的时间段的影响，因而在研究具体的优化手段时，除了考虑地理位置的影响外，还必须将这两个时间因素进行考虑，即赋予它们合适的权重，用权重代表其影响的重要程度。

综上所述，为优化打车资源的空间分布，我们认为，可以采取以下三条措施：**核心区奖励措施**：人流密集区域的订单对司机予以奖励；**多走五百米措施**：鼓励乘客多走五百米利用大数据引导乘客向合适的地方走到乘车点以使得车流乘客分布再均衡；**高峰期拼单措施**：高峰期鼓励乘客拼单使得核心区乘客密度适当下降。为研究三种措施的具

体效果，采取层次分析法（AHP 法）进行分析。

（1）建立层次结构模型

层次结构模型如图 4.5 所示。最上层是目标层，系统的目标是根据不同时间的客流空间密度分布优化实现订单空间分布最优；中间层是准则层，列举了衡量措施效果的各项准则，包括满足乘车需求、维护企业声誉、扩大企业利润等三个方面；下层是措施层，列举了我们在研究中提出的三种措施：核心区奖励措施，多走五百米措施，高峰期拼单措施。

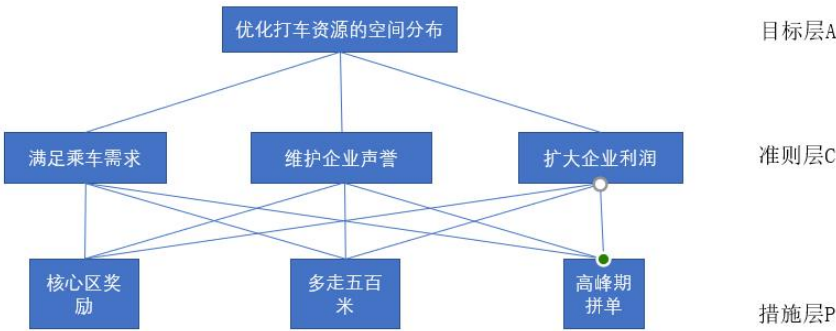


图 4.5 空间优化层次结构模型

（2）构造比较矩阵

考虑准则层的三项准则，建立比较矩阵如下：

$$A = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{2}{3} \\ 2 & 1 & \frac{3}{4} \\ \frac{3}{2} & \frac{4}{3} & 1 \end{pmatrix}$$

计算最大特征根及一致性检验指标：

$$\lambda_{\max} = 3.0369 \quad CI = \frac{\lambda_{\max}(A) - 3}{3 - 1} = 0.01845$$

这说明 A 是一致矩阵，此时 A 的最大特征值对应的特征向量为：

$$U = (0.3772 \quad 0.6228 \quad 0.6855)$$

此为权向量，反映了确定准测时，公司的经济利益最重要，其次是公司声誉，最后是客户出行需要。先成对比较三个措施在优化空间分布方面的作用，得比较矩阵：

$$B_1 = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ 3 & 1 & \frac{3}{4} \\ 2 & \frac{4}{3} & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{权向量 } \omega_1 = (0.2271 \quad 0.6599 \quad 0.6984)$$

$$\lambda_{\max} = 3.0536 \quad CI = \frac{\lambda_{\max} - 3}{3 - 1} = 0.0268 \quad CI \leq 0.1$$

$$B_2 = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{6} & \frac{1}{4} \\ 6 & 1 & 2 \\ 4 & \frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{权向量 } \omega_2 = (0.8685 \quad 0.4779 \quad 0.1315)$$

$$CI \leq 0.1 \quad \lambda_{\max} = 3.0092 \quad CI = \frac{\lambda_{\max}(B_2) - 3}{3 - 1} = 0.0046$$

$$B_3 = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{4} & 2 \\ 4 & 1 & 7 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{7} & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{权向量 } \omega_3 = (0.9592 \quad 0.1311 \quad 0.2507)$$

$$\lambda_{\max} = 3.0020 \quad CI = \frac{\lambda_{\max} - 3}{3 - 1} = 0.0010 \quad CI \leq 0.1$$

即 B_1 ， B_2 ， B_3 的不一致程度均可接受，由此得到三种措施的得分分别为：

$$Y_1 = 0.4628$$

$$Y_2 = 0.4003$$

$$Y_3 = 0.4314$$

排名 $1 > 3 > 2$ ，即在合理分配订单空间密度方面，核心区奖励措施最为有效，多走五百米措施效果最差。我们认为，调动司机的积极性比调动乘客的积极性更加有利于优化订单的空间分布。从司机层面合理调动积极性，不但能让司机的接单量增加，也能给乘客带来更好的乘车体验。调动司机的积极性能够在提高公司盈利的同时提升市场对公司的评价，综合来看是效果最佳的途径。

五、结论

本文基于滴滴公司公开的成都市的订单数据，通过研究订单的时间分布和空间分布特征，得到订单的时空分布规律，并提出了优化方案。

在订单的时间分布上，我们认为，工作日与休息日早间时间订单比例大致相同，但午间及傍晚，人们因工作出行较少，订单需求相对休息日比例较低。晚间下班后工作日订单需求占比略有提升。按照工作日与休息日的人们出行目的不同划分，可挖掘出人们的出行习惯，以及对商业区、住宅区等功能区的识别。从接单时间中我们可以推测到，随着成都经济的发展，员工的下班时间也有后移的趋势。就目前的数据来看，不论是整体订单数还是头部司机的订单数都呈现出两个明显的时间高峰——即早晨的上班时间与 22 点后的下班时间。针对这样的时间分布特征，我们提出了高峰期拼单、低峰期优惠、高峰期加收拥堵费三种优化方案，经过分析认为高峰期加收拥堵费是最有效

的时间分布优化方案。

在订单的空间分布上，我们认为，商业区、办公场所、交通枢纽、休闲娱乐场所四类地点是订单分布较为集中的区域。其中交通枢纽无论在工作日还是休息日都有着较高的订单数量；办公场所在工作日的订单数量高于休息日；商业区和休闲娱乐场所的订单数量则在休息日较多。我们认为，交通枢纽这类地点订单数量较多，一方面反映了市民出行的活跃程度，侧面反映出成都市经济和社会发展的高水平；另一方面也反映出了成都作为西南地区重要的交通枢纽，承担着连接周围地区交通运输的重要作用。而商业区和休闲娱乐场所的订单数量较多，则反映出了市民的生活水平和生活质量的不断提高。

综合本文对时间分布和空间分布的研究，我们对订单分布的时空特征作以下预测。本文的研究内容会受到人们的出行习惯、打车 APP 使用习惯、地理位置等因素的较大影响，而这些影响导致的结果是，在不考虑节假日、特殊活动、天气等特殊情况的前提下，滴滴订单量时空分布表现出短期内稳定，但长期内会呈现缓慢变化的趋势，这一变化趋势最后会缓慢的由量变产生质变。长期的变化形式涉及到新的区域的划分（如新的地标、休闲区、居民区的建设）、人们对打车类 APP 的接受度提高、用户量提高等不确定因素，较难做出长期的合理预测。所以，仅能做出短期预测，即在数据所在时间点后的一段时间内，订单量随时空分布较为稳定。但对于长期预测，本次分析中的一些普遍结论也可以适用，例如对于交通枢纽、休闲区、商业区的订单量随时间的变化，以及上述地区的订单量一般高于住宅区等规律在较

长时间内仍然可信。

本次研究虽然时空两方面进行了订单量的统计方法分析，但需要考虑的是，本次研究所用的数据仅为 2016 年成都市的数据，具有明显的时间和空间分布的局限性。此外，因为数据量过于庞大，为了减低数据处理难度、方便进行数据分析，我们只选取了其中的两天进行数据处理和分析，这会导致结果带有一定的偶然性而并不具有典型性，许多没有体现在研究中的内容对研究结果可能产生极大影响，例如天气、节假日等。

考虑到本次研究涉及到的订单数量在滴滴订单总数中占比很少，难以作为滴滴公司长期规划的参考。但是，本次的研究结果可以作为滴滴司机的出车参考，帮助司机选择更合适的出车时间段和出车地区，以提高出车效率、获得更好的收入。

参考文献:

- [1] 周海波,魏延生,罗洪军,张树清,吴鹏.基于感兴趣点和滴滴数据的打车需求分析[J].地理信息世界,2019,26(02):60-66.
- [2] 程静,刘家骏,高勇.基于时间序列聚类方法分析北京出租车出行量的时空特征[J].地球信息科学学报,2016,18(09):1227-1239.
- [3] 钟少颖,岳未祯,张耘.基于公交刷卡数据和兴趣点数据的城市街区功能类型识别研究——以北京市朝阳区为例[J].城市与环境研究,2016(03):67-85.