

# Bus Mobile Payment Pricing Optimization Plan

Hui Liu<sup>1</sup>, Yijun Sun<sup>1</sup>, Yonglu Gao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Shandong University of Science and Technology, Qingdao Shandong

<sup>2</sup>Jilin University, Changchun Jilin

Email: 2227808300@qq.com, 1071532567@qq.com, 1770773155@qq.com

Received: Apr. 10<sup>th</sup>, 2019; accepted: Apr. 22<sup>nd</sup>, 2019; published: Apr. 29<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

With the popularization of smart phones and the improvement of mobile technology, mobile payment has become more and more popular, which also makes up for the inconvenience of cash payment and the drawbacks of ordinary credit card. This paper is mainly about the evaluation plan of mobile bus payment problem, establishing appropriate model and giving feasible suggestion. First, the city's bus payment data are selected as a sample, and the data are pre-processed for statistical analysis. Knowing the characteristics of the city passenger travel payment, the payment characteristics are related to the season, time period, and number of rides, and are not related to whether it is a workday. Secondly, based on the company's common profit model, establish a profit function for the third-party platform. Taking into account the company's possible operating costs, the company's business profit model is derived, and the resulting model is quantitatively analyzed for its revenue and expenditure. Then, using MATLAB to implement BP neural network algorithm, the sample data are normalized and denormalized, and the total traffic volume of the city in one year is predicted. Substituting into the business profit model, and estimating the profitability of all the public transportation in the city after third-party payment, it is known that the profit is positively correlated with the handling fee and the deposit agreement rate, and the maximum profit point is obtained. Finally, a business plan feasibility report is prepared for the mobile payment company; this article fits the background of the times and is more applicable.

## Keywords

Crossing Feature, Substitution Effect, Transportation Demand Elasticity, Quantitative Analysis, Pareto Optimal BP Neural Network

---

# 公交移动支付定价最优化方案

刘 晖<sup>1</sup>, 孙乙钧<sup>1</sup>, 高永禄<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山东科技大学, 山东 青岛

<sup>2</sup>吉林大学, 吉林 长春

## 摘要

随着智能手机的普及和移动技术提高,移动支付日益普及,也弥补了现金支付的不便和普通刷卡的弊端,本文主要是关于移动公交支付问题的评估方案,建立适当的模型并给出可行性建议。首先,选择了一个城市的公交支付数据为样本,先对数据进行预处理,进行统计分析。得知城市乘车人出行支付特征,支付特征与季节、时段、乘车次数有关,与是否为工作日无关的结论。其次,根据公司常见盈利模式,建立第三方平台的利润函数。考虑了公司可能的运营成本,从而得出该公司的商业盈利模型,再对所得模型进行定量分析其收支盈利情况。接着,利用MATLAB实现BP神经网络算法,对样本数据进行归一化及反归一化等处理,预测出该城市一年内的客流量总额。代入商业盈利模型,进而估计出该城市全部公交实现第三方支付后的盈利情况,可知利润与手续费和存款协议率成正相关,求得最大利润点。最后,为移动支付公司制定商业计划可行性报告。本文贴合时代背景,应用性较强。

## 关键词

交叉特征, 替代效应, 运输需求弹性, 定量分析, 帕累托最优, BP神经网络算法

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言

移动支付业务是由移动运营商、移动应用服务提供商和金融机构共同推出的、构建在移动运营支撑系统上的一个移动数据增值业务应用,其功能相当于电子钱包,为移动用户提供了一个通过手机进行交易支付和身份认证的途径[1]。

移动支付具有及时性、集成性、个性化及移动性等优势,而现金、票卡存在管理难题和运营成本大等弊端。在公交地铁客流量日益增大的形势下,杭州、青岛等一线城市已率先全面推广移动支付。

为有的放矢的进行推广,取得更好的经济效益和社会效益,我们通过联系数据及社会现状对此项目进行评估,建立完整可靠的商业模型并验证其可行性。

本文数据来源于2018年大学生数学建模挑战赛D题。

## 2. 问题重述

问题一: 依据该城市用户群体的部分支付记录和数据说明,研究乘车人支付方式与其他指标间的关系,以及出行偏好;

问题二: 利用经济学知识,建立第三方支付平台的盈利模型,定量分析平台收入、支出与盈利状况;

问题三: 将问题一中处理后的数据,代入问题二所建模型,估算该城市全部使用第三方支付平台支付后移动支付公司的盈利状况;

问题四: 依据前三问的计算结果与支付特征分析为移动支付平台撰写商业计划可行性报告,并就如何尽可能多的盈利给出建议。

### 3. 模型假设

- 1) 假设刷卡故障时, 乘客乘车的时间对不同时段支付方式的影响忽略不计, 故不考虑刷卡故障时乘客的乘车时间。
- 2) 假设建立的商业盈利模型为第三方支付平台一年的利润, 且对其进行的相关分析及预测均按年利润考虑。
- 3) 假设地铁票价是已知的。
- 4) 假设无牌照情况下, 资金沉淀率是固定的。
- 5) 假设没有突发性自然灾害。
- 6) 假设公交公司与地铁公司为竞争关系。

### 4. 符号说明

符号说明如表 1。

**Table 1.** Symbol description

**表 1.** 符号说明

$\pi$	第三方支付平台的年利润
$R_1$	手续费盈利
$R_2$	广告费盈利
$R_3$	沉淀资金的利息收入盈利
$R_4$	服务费盈利
$p$	第三方支付平台从每位使用公交移动支付的乘客所获得的提成
$Q$	使用公交移动支付的客流量
$a$	手续费 0.08%~1.25%
$r_1$	活期存款利率
$r_2$	定期存款利率
$\alpha_1$	无牌照时沉淀资金所占备付金总额比例
$p_1$	人均预存金额
$\alpha_2$	有牌照时沉淀资金所占备付金总额比例 70%~80%
$r$	协议存款率 4%~5%
$i$	方案的售价
$j$	单套支付系统售价
$k$	单台公交车的年度售后服务费
$X$	安装系统的公交辆数
$LTC$	长期总成本
$TFC$	总不变成本
$TVC$	总可变成本
$C$	单台机器制造成本
$K_p$	个体指数或各层的类指数
$W$	各层零售额比重权数

## 5. 模型建立

### 5.1. 出行支付特征的分析

分析该城市乘车人的出行支付特征，根据部分公交支付信息，出行支付特征可以从支付的形式、时间及乘车方式等方面进行考虑。

#### 5.1.1. 各季度付款方式的对比

首先，从每个月份的支付方式的多样性，可以猜想各月份的付款方式所占比重各不相同，然而三个月份 2 月、5 月、8 月及 11 月可分别代表四个季度，下面只需对数据进行适当处理，即可验证这一想法的正确与否。

这里，我们首先剔除一些坏值，由于支付方式中 null 表示没刷卡，0 表示公交移动支付，1 表示公交卡支付，其他数字表示另外的含义，可以不予考虑，所以我们剔除了 PAYTYPE 列中除 0、1、null 以外其他的值的有关数据；还有某些天里含有前一天的部分乘车记录，这些数据我们也不予考虑。

然后对处理后的数据按月份分成 2 月、5 月、8 月、11 月来考虑，利用 Excel 表格，先分别统计每个表格即每天 0 (公交移动支付)、1 (公交卡支付)以及 null (没刷卡)三种情况的数量，并计算每天不同付款方式所占比例，通过求平均值的方法，将每月中七天的数据合并，即得到该月份中不同付款方式所占的比例，也就是不同季度乘客支付方式的不同，然后利用这些数据做出饼状图，就可以更加直观地看出各季度付款方式的对比。

制作出的四个饼状图如下图 1 所示。

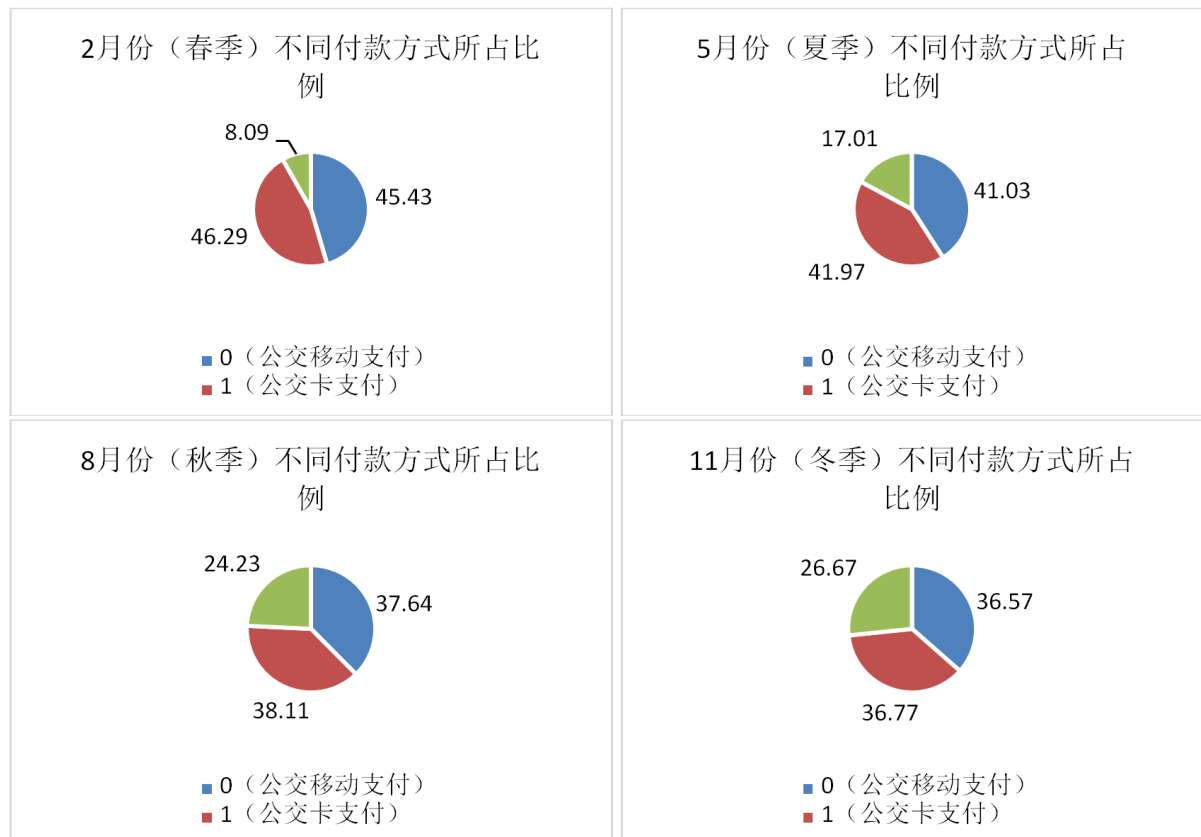


Figure 1. Proportion of different payment methods by month  
图 1. 各月份不同付款方式所占比例

除了考虑所占比例，我们还考虑了不同支付方式随时间的变化趋势，利用上面已经整理的数据，再绘制出折线图，反映出支付方式在各月份间的变化趋势，如下图 2。

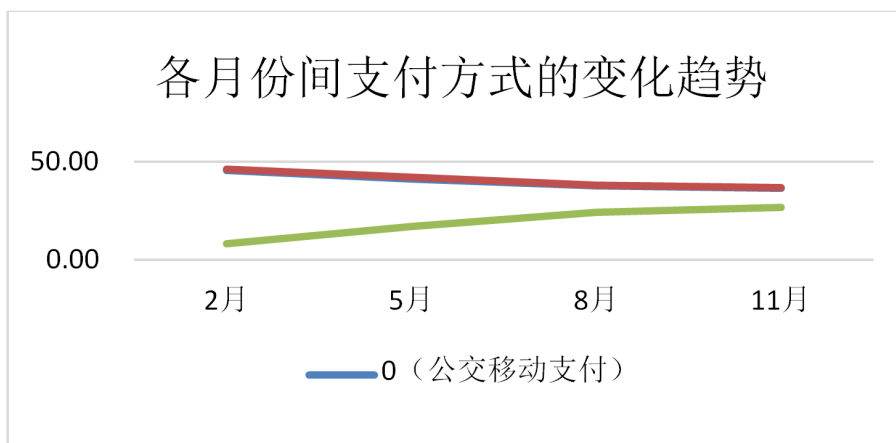


Figure 2. Trends in payment methods across months

图 2. 支付方式在各月份间的变化趋势

综上所述可以看出，2月份(春季) null (没刷卡，视为现金支付)所占比重非常小，主要依靠公交移动支付及公交卡支付，而5月份(夏季)、8月份(秋季)、11月份(冬季)也呈现出上述趋势，且现金支付的比重逐渐增加，公交移动支付及公交卡支付则呈现下降的趋势。

### 5.1.2. 各月份不同时段支付方式的对比

根据乘客的乘车的时间可以看出，乘客的乘车时间不尽相同，因此猜测不同时段支付方式存在显著差异，下面给出分析过程。

首先剔除了一些无关数据，剔除乘车时间无法显示的乘客数据，对剩下的时间进行分析，利用 Excel 里的筛选功能，可以看出每天 6 点以前的乘车的乘客非常小，因此我们将这一时间段忽略，对 6 时至 22 时进行分析，并将这 16 个小时分为 8 个时间段，对这八个时段的支付方式进行比较。

依旧利用 Excel 表格里的筛选功能可以直接看出，每天里的不同时段使用各种支付方式乘车的乘客数量，进而计算出每个月份里 8 个时段使用不同支付方式的乘客量，利用所得数据绘制出更加直观的柱状图，就可以直观看出不同支付方式乘车的高峰时段。

各月份不同时段支付方式的比较见图 3~图 6。

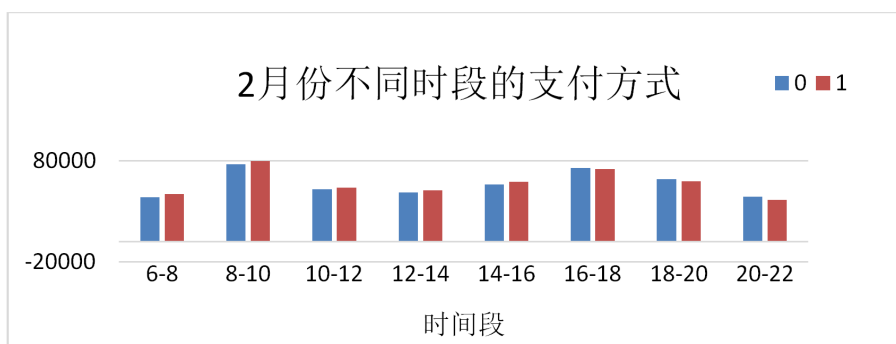


Figure 3. Payment methods at different times in February

图 3. 2 月份不同时段支付方式

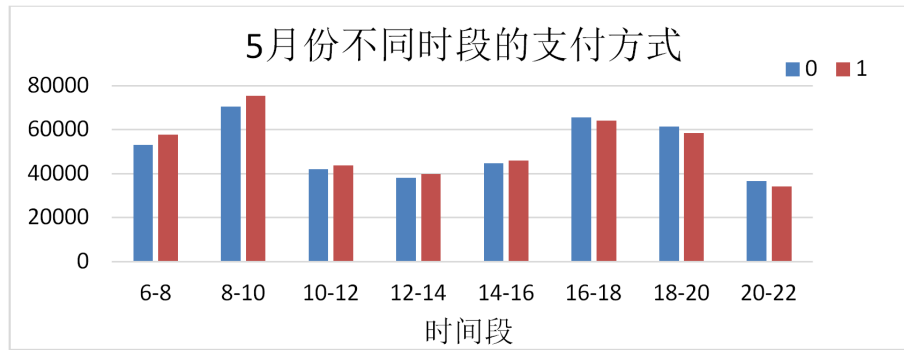


Figure 4. Payment methods at different times in May

图 4. 5 月份不同时段支付方式

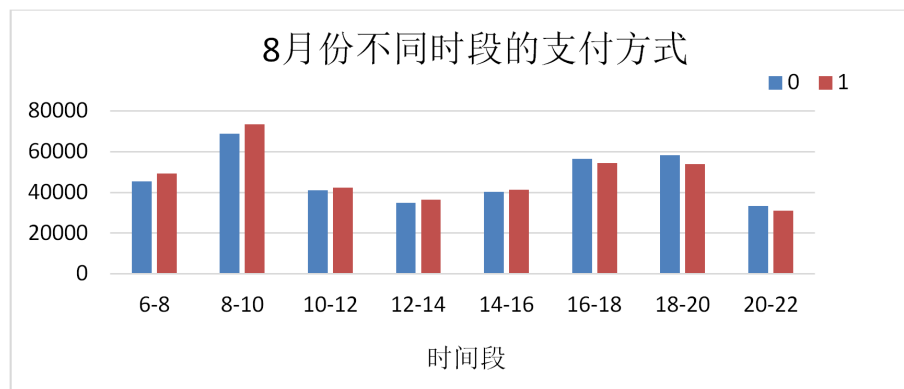


Figure 5. Payment methods at different times in August

图 5. 8 月份不同时段支付方式

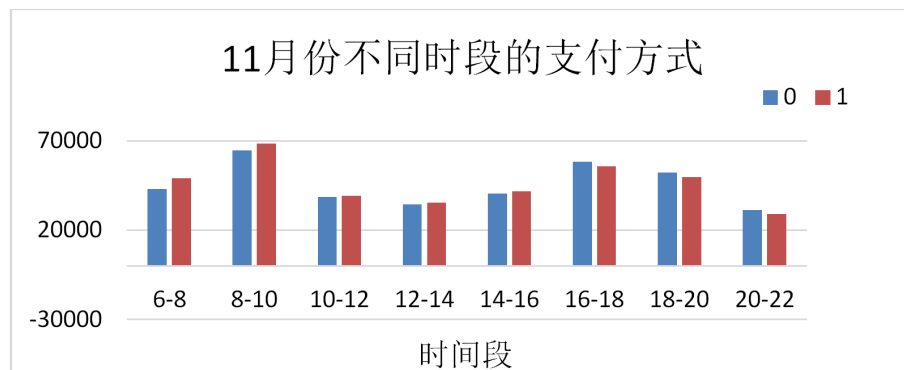


Figure 6. Payment methods at different times in November

图 6. 11 月份不同时段支付方式

从上面四个柱状图可以看出, 各月份的各时段支付方式差别不大, 但可看出 6~16 时移动支付数低于刷卡支付数, 而在 16~22 时移动支付数高于刷卡支付数; 还可看出, 各月份不同时段的变化趋势也没有太大差别, 支付高峰均位于 6~10 时和 16~20 时。

### 5.1.3. 不同乘车方式及乘车次数对支付方式的影响

由于公交刷卡系统的软件升级, 2 月份以后的数据缺少 METRONUM、BUSNUM、BUSMETRONUM 这三个字段的信息, 因此可以以二月份的乘车次数为例, 分析乘车的方式及次数对支付方式的影响。

因乘车次数为当月乘车总次数,故仅统计2月份所给七天里最后一天的乘车次数,即只考虑2017/2/13这一天的乘车次数对支付方式的影响,而乘客的乘坐次数比较散乱,因此我们将乘坐次数这一量划分为0~10、11~20、21~30、31~40、41~50以及大于50这6个区间,首先统计乘坐公交、地铁以及公交地铁总次数在上述六个区间使用不同支付方式的乘客人数,然后将这三种次数与支付方式的关系绘制成三个折线图,在每个图中比较乘车次数对不同支付方式的影响。

下图7~图9分别表示三种乘车次数对不同支付方式的影响。

可看出,比起现金支付,人们更愿意使用公交移动支付和公交卡支付,且乘车次数较少的人更愿意使用公交移动支付和公交卡支付两种支付方式,且使用这两种支付方式的人数并无显著差异;乘车方式、乘坐次数对支付方式的影响也不大,随着乘坐次数的增加,各支付方式数量均呈下降趋势。

由于上述可看出两种移动支付方式并无显著差异,因此我们以移动支付为例,还考虑不同乘车方式对移动支付的影响。首先,求出移动支付在不同乘车方式中所占的比例,然后描出点,并利用这些点拟合成一条平滑的曲线,即得到了如下图10所示。

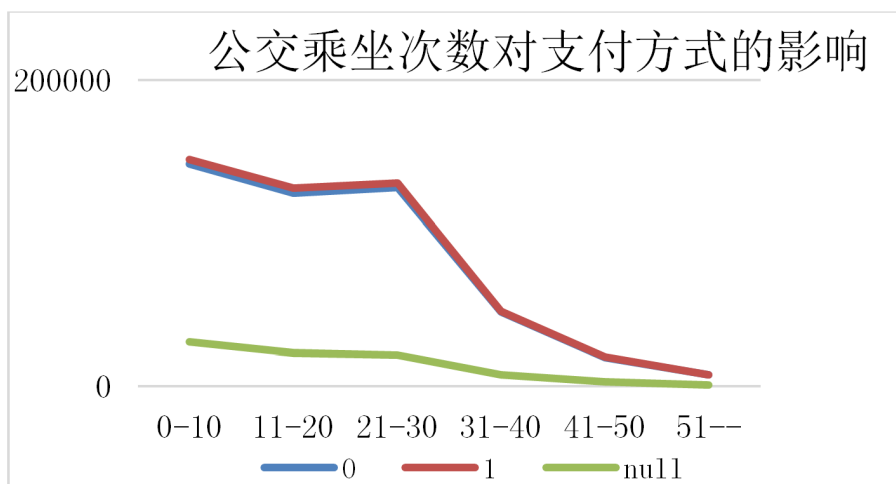


Figure 7. Effect of bus rides on payment methods

图7. 公交乘坐次数对支付方式的影响

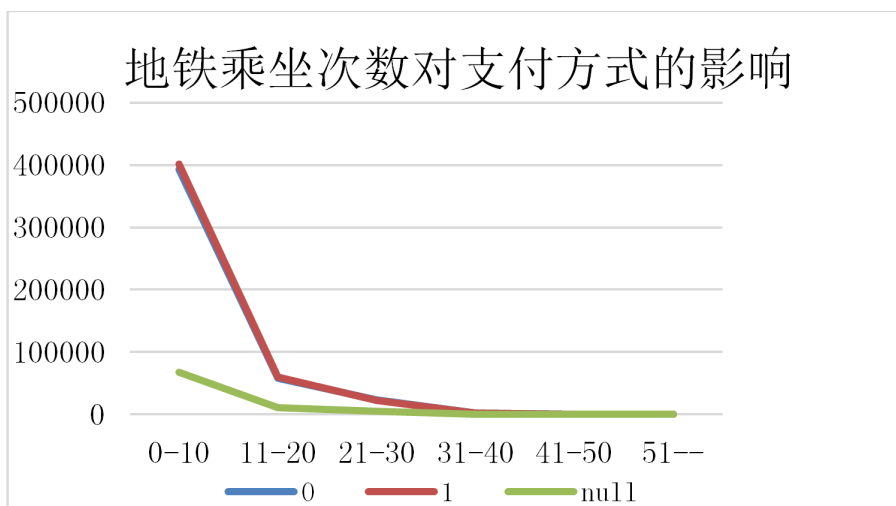


Figure 8. Effect of subway rides on payment methods

图8. 地铁乘坐次数对支付方式的影响

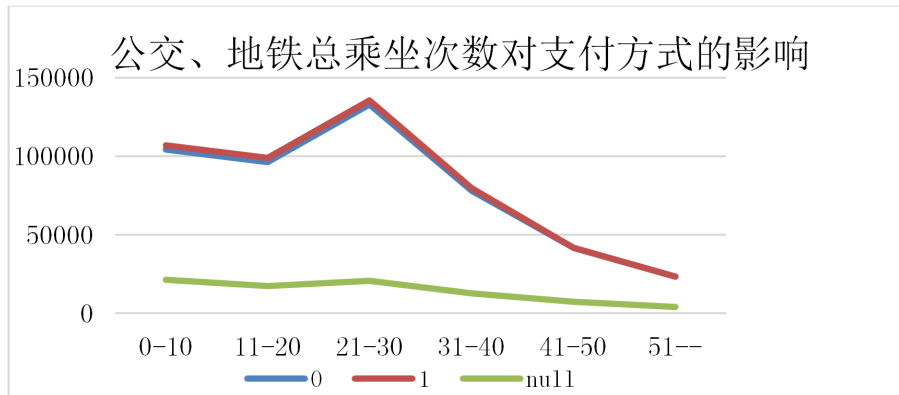


Figure 9. Effect of total bus and subway rides on payment methods  
图 9. 公交、地铁总乘坐次数对支付方式的影响

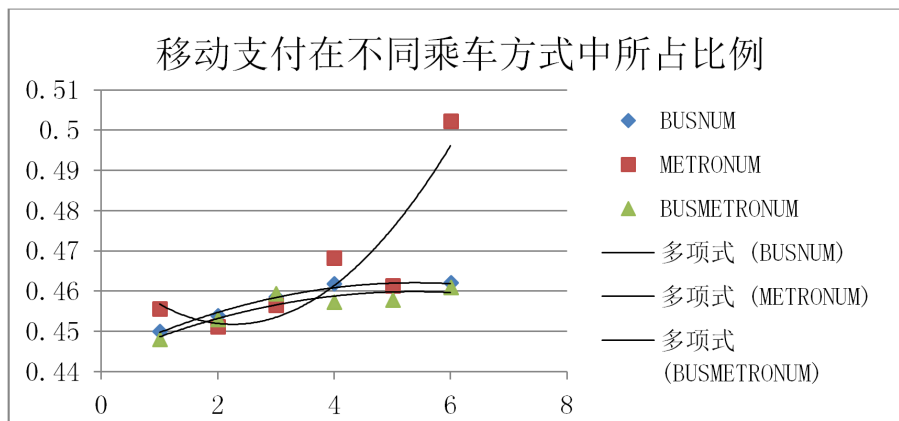


Figure 10. Proportion of mobile payment in different modes of travel  
图 10. 移动支付在不同乘车方式中所占比例

从图 10 中可以看出，只有乘坐地铁的移动支付量变动幅度较大，呈现先降低后上升的趋势，而乘坐公交及两种乘车方式的总和变化并不显著，但呈现先上升后稳定的趋势，也可以分析出使用移动支付乘坐地铁的乘客数较少，下图 11 即得到验证。

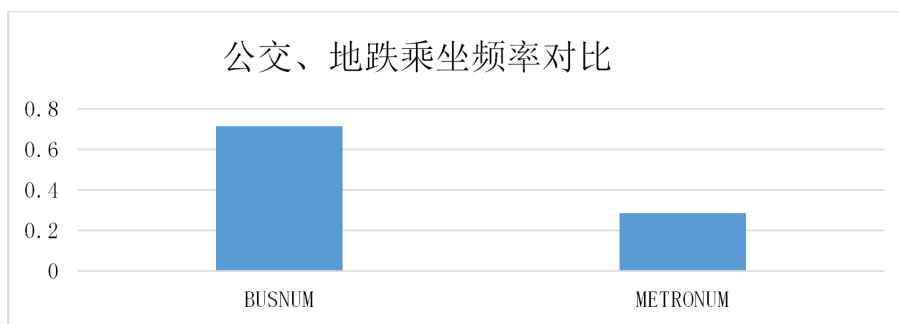


Figure 11. Comparison of bus and land drop frequency  
图 11. 公交、地铁乘坐频率对比

综上所述，乘车次数对支付方式的选择有影响，但乘车方式对支付方式的选择影响较小，且移动支付在不同乘车方式中比重的变化趋势不尽相同。



#### 5.1.4. 各月份故障率对比

根据数据，分别统计4个月份一周中每天的刷卡故障数及客运量，之后对4个月份求月平均故障数和故障率，根据所求得的故障率用 Excel 图表绘制折线图，如下图 12。



Figure 12. Comparison of failure rates for each month

图 12. 各月份故障率对比

由上图可知，整体故障率水平较高，且故障率呈上升趋势，但增长幅度逐渐减小。猜测出现刷卡故障后，并未实施相应的措施进行修理。该信息可指导第4问提出公司盈利的可行性方案建议。

#### 5.1.5. 工作日与非工作日付款方式对比

给出了该城市占比四分之一的车辆2017年每个季度中间月份(2月，5月，8月，11月)连续一周中每天用户群体的全部支付记录。由此，我们大胆猜测，支付方式的选择与工作日和非工作日有关。

首先，分别计算各月份工作日与非工作日的公交移动支付、公交卡支付以及未刷卡支付的比例，并对所得数值取平均数。作为4个月份平均相对应的各项数据，所得全部数据作条形图如图 13。将4个月份工作日与非工作日各付款方式的客流量单独作饼状如图 14、图 15。

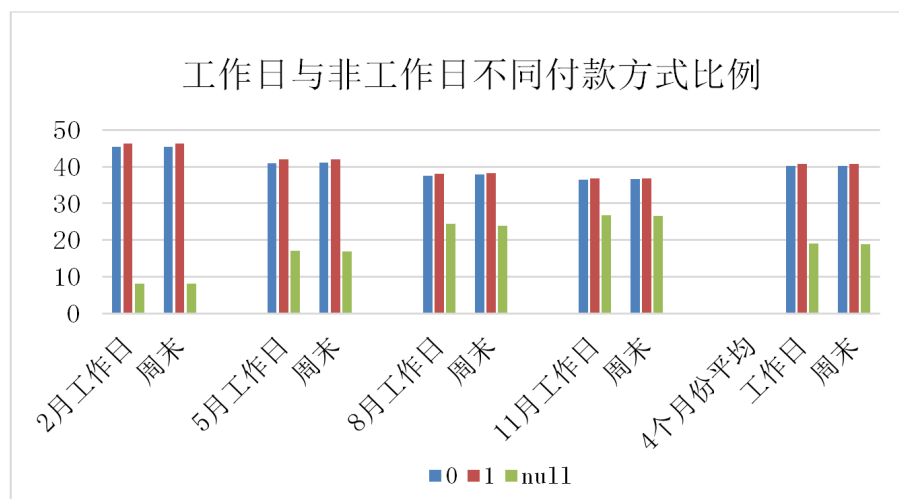


Figure 13. Proportion of different payment methods on weekdays and non-working days

图 13. 工作日与非工作日不同付款方式比例

通过比较不同付款方式比例在工作日与非工作日的图像，发现无论总体还是单个月份，各种付款方式比例在工作日与非工作日中几乎是相同的。所以工作日与否，与本题研究的付款方式并无明显关联。

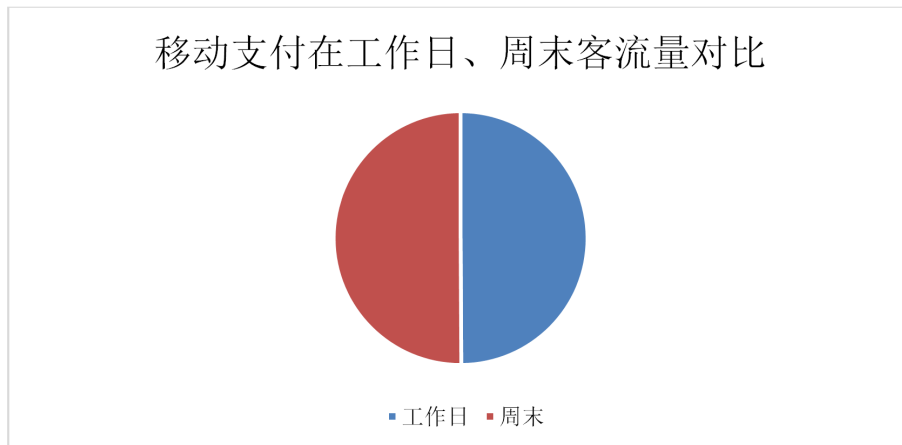


Figure 14. Comparison of mobile payment on weekdays and weekends

图 14. 移动支付在工作日、周末客流量对比

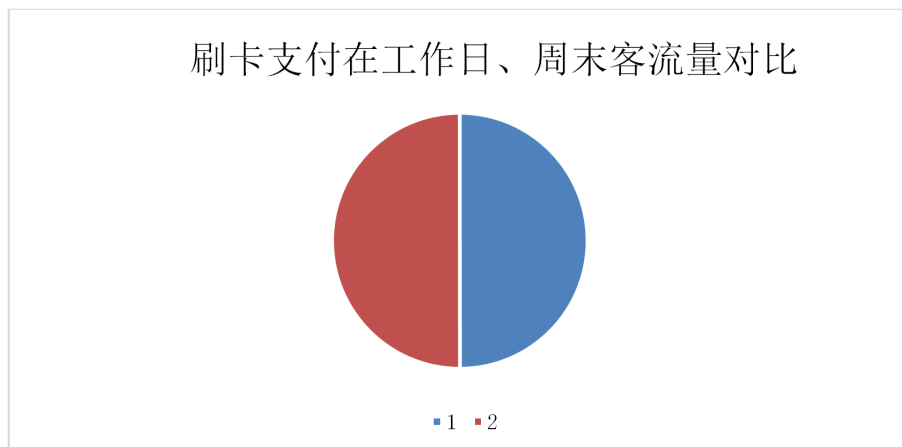


Figure 15. Comparison of credit card payment on weekdays and weekends

图 15. 刷卡支付在工作日、周末客流量对比

通过饼状图单独对比各种支付方式在周日周末的客流量，我们更直观的确定各支付方式所占客流量与是否为工作日无关。

综上所述，猜测与数据反映的现实不符，故不成立。所以，在模型建立过程中，我们无须再考虑工作日或非工作日对人们支付偏好的影响。

## 5.2. 公交第三方支付平台的商业盈利数学模型

### 5.2.1. 基本商业盈利模式建立

#### 1) 收入项

主要有手续费、广告费、沉淀资金利息收入和服务费四大项[2]。

手续费：主要为支付公司在将用户付款向公交公司转账时截留的部分，以及为公交公司办理清算交易相关业务收取的费用，可以将其均摊入用户的每笔交易之中，从中按照一定的比例进行抽成。由于手续费的边际利润低，技术含量低，故要提高此项收入只能寄希望于提高交易额，即提高客流量。

广告费：即第三方平台向商户收取的推广费用，可视为定值。

沉淀资金利息收入：即在客户向平台支付备付金后，部分资金以活期存款形式满足日常支付业务需要，其余备付金即可作为沉淀资金进行定期存款或协议存款。若支付平台拥有发卡牌照时，可进行协议存款，若无牌照可进行定期存款。其存在以下关系：

协议存款率 > 定期存款利率 > 活期利率

有牌照可沉淀资金量 > 无牌照可沉淀资金量

平台在缴纳 10% 的风险准备金后最多可获取沉淀资金利息的 90%。此项收入还是十分可观的。而使此项收入最大化的前提即是增大客户量。

服务费：通过向企业提供优质的支付系统及支付方案获得收益，是第三方支付企业的核心竞争力。服务费的收取方式主要有售后服务费，支付系统费和支付方案费。其中支付方案是一次性收入，仅考虑方案的售价，支付系统费与支付系统单价和安装系统的公交辆数有关，售后服务费与单台车的年度售后服务费与安装系统的公交辆数有关。

综上所述，除广告费为定值外，其余各项均与客流量正相关，而客流量又与公交车票价有关。所以在此盈利模型下，我们应设法寻找一个均衡状态，使得第三方支付平台利润最大。

## 2) 成本项

长期总成本包括总不变成本和总可变成本，总不变成本主要指第三方支付平台企业注册费、前期宣传费用、支付方案与系统研究费、员工工资，而总可变成本包括移动支付机器制造成本。

### 5.2.2. 基于商业盈利模式的基本静态模型的建立

$$\pi = R_1(Q) + R_2 + R_3(Q) + R_4 - LTC \quad (1)$$

$$R_1(Q) = p \times Q = a \times p_0 \times Q \quad (2)$$

$p$ : 第三方支付平台从每位使用公交移动支付的乘客所获得的提成。

$Q$ : 使用公交移动支付的客流量。

$a$ : 手续费 0.08%~1.25%。

$R_2 = G$ ，其中  $G$  为定值。

$$R_3(Q) = \begin{cases} [r_1 \times (1 - \alpha_1) \times p_1 \times Q' + \alpha_1 \times p_1 \times Q' \times r_2] \times 90\% & \square \\ [r_1 \times (1 - \alpha_2) \times p_1 \times Q' + \alpha_2 \times p_1 \times Q' \times (1 - 0.78\%) \times r] \times 90\% & \square \end{cases} \quad (3)$$

①式表示无预付卡牌照的第三方支付平台沉淀资金的利息收入。

②式表示有预付卡牌照的第三方支付平台沉淀资金的利息收入。

$r_1$ : 活期存款利率。

$r_2$ : 定期存款利率。

$\alpha_1$ : 无牌照时沉淀资金所占备付金总额比例。

$p_1$ : 人均预存金额。

$\alpha_2$ : 有牌照时沉淀资金所占备付金总额比例 70%~80%。

$r$ : 协议存款率 4%~5%。

$$R_4 = iX + j + kX \quad (4)$$

$i$ : 单套支付系统售价。

$j$ : 方案的售价。

$k$ : 单台公交车的年度售后服务费。

$X$ : 安装系统的公交辆数。

$$LTC = TFC + TVC \quad (5)$$

$$TVC = CX \quad (6)$$

$LTC$ : 长期总成本。

$TFC$ : 总不变成本。

$TVC$ : 总可变成本。

$C$ : 单台机器制造成本。

### 5.2.3. 利用希克斯方程与需求函数分析公交票价与客运量的联动

我们将移动支付公交票和移动支付地铁票视为两种商品。因消费者的实际收入上升时,对公共运输的需求反而下降,因此移动支付的公交和地铁票均视为劣等品。且这里移动支付的公交票和地铁票就可以看作相互替代商品,当一方票价上升时,消费者会选择另一种商品。

我们通过替代效应来考虑两者之间的关系,利用希克斯方程:

$$\text{总效应} = \text{替代效应} + \text{收入效应}$$

其中由商品价格变动引起的商品相对价格的变动,进而由商品的相对价格变动所引起的商品需求量的变动,称为替代效应;由商品价格变动引起的实际收入水平的变动,进而由实际收入水平变动所引起的商品需求量的变动,称为收入效应[3]。

这里我们把公交和地铁的客流量视作是商品的需求量,而移动支付时的票价看作商品的价格。如图 16 所示,图中的横轴和纵轴分别表示公交和地铁的客流量,移动支付公交票价  $P$  变化前的消费者的效用最大化的均衡点为  $a$  点,  $P$  下降以后的消费者的均衡点为  $b$  点,因此,价格下降所引起的公交的客流量增加量为  $Q_1'Q_1''$ ,这便是总效应。然后,通过作与预算线  $AB'$  平行且与无差异曲线  $U_1$  相切的补偿预算线  $FG$ ,便可将总效应分解成替代效应和收入效应。具体地看,  $P$  下降引起的相对票价的变化,使消费者由均衡点  $a$  运动到均衡点  $c$ ,相应的需求增加量为  $Q_1'Q_1'''$ ,这就是替代效应,  $Q_1'Q_1'''$  为正值。而  $P$  下降引起的消费者的实际收入水平的变动,使消费者由均衡点  $c$  运动到均衡点  $b$ ,需求量由  $Q_1'''$  减少到  $Q_1''$ ,这就是收入效应。收入效应  $Q_1'Q_1''$  为负值,其原因在于:移动支付公交票价  $P$  下降所引起的消费者的实际收入水平的提高,会使公交的客流量减少。由于收入效应是一个负值,所以,图中的  $b$  点必定落在  $a$ 、 $c$  两点之间。图中的移动支付公交票价  $P$  下降所引起的乘坐公交的客流量的变化的总效应为  $Q_1'Q_1''$ ,它是正的替代效应  $Q_1'Q_1'''$  和负的收入效应  $Q_1'Q_1''$  之和。由于替代效应的绝对值  $Q_1'Q_1'''$  大于收入效应  $Q_1'Q_1''$  的绝对值,或者说,由于替代效应的作用大于收入效应,所以,总效应  $Q_1'Q_1''$  为正值。其作用机理如图 16。

综合上述,替代效应与价格呈反方向的变动,收入效应与价格呈同方向的变动,且总效应也与价格成反方向的变动;总效应增大,在均衡时的公交客流量增大。

设预算线为  $PQ_1 + P_0Q_2 = I$ ,其中  $I$  表示乘客的既定交通费用预算,  $P$  为公交票价,  $Q_1$  为乘坐公交的客流量,  $P_2$  为地铁票价,  $Q_2$  为乘坐地铁的客流量;设移动公交支付票需求函数为  $Q = Q(P)$ 。

根据序数效用论关于消费者的均衡条件,即在一定的预算约束下,为了实现最大的效用,消费者应该选择最优的商品组合,使得两商品的边际替代率等于两商品的价格之比。也可以这样理解:在消费者的均衡点上,消费者愿意用一单位的某种商品去交换的另一种商品的数量(即  $MRS_{12}$ ),应该等于该消费者能够在市场上用一单位的这种商品去交换得到的另一种商品的数量(即  $\frac{P}{P_2}$ ),也就是消费者的均衡条件为

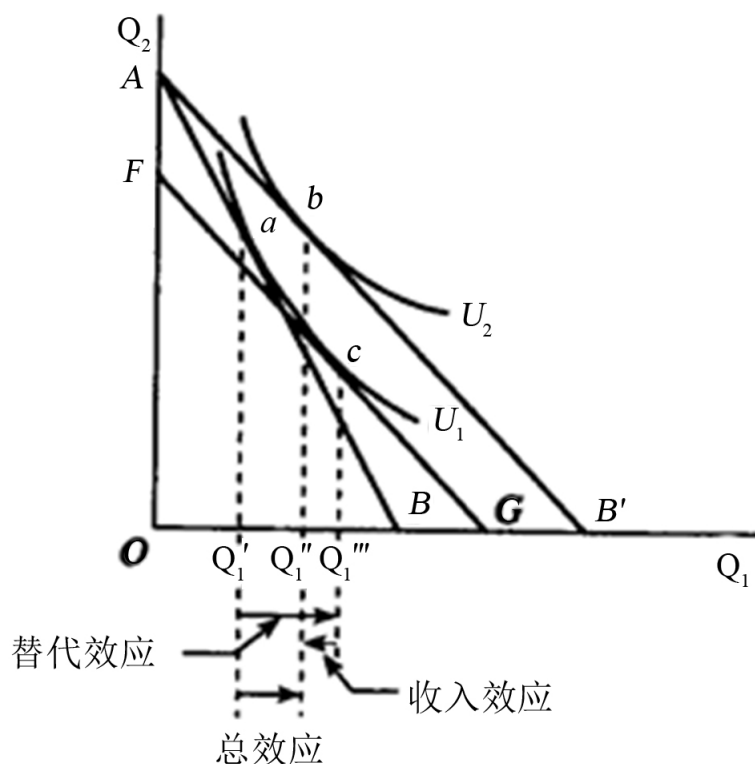


Figure 16. Substitution effects and income effects of inferior goods  
图 16. 劣等品的替代效应和收入效应

$$MRS_{12} = \frac{MU_1}{MU_2} = \frac{P}{P_2} \quad (7)$$

但仅考虑  $P$  与其替代品价格的关系是片面的，还与其客流量  $Q$  有关，在此我们建立定价模型如下：

运输需求弹性用于说明运输需求量对某一因素变化的反应程度。一般情况下，运输需求弹性指的是运输需求的价格弹性。如果运价为  $p$ ，运输需求函数  $q = f(p)$  是关于运价  $p$  的单调减函数，那么，对任意的运价  $p$ ，运输需求弹性(需求弹性函数)为

$$E_d(p) = \frac{E_q}{E_p} = \frac{q}{\frac{\Delta q}{p}} = -f'(p) \frac{p}{f(p)} \quad (8)$$

设运输的总收益函数

$$R = R(p) = p \cdot q = p \cdot f(p) \quad (9)$$

则对任意的运价  $p$ ，运输总收益关于运价的弹性(总收益弹性函数)为：

$$E_R(p) = \frac{E_q}{E_p} = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{\frac{\Delta p}{p}} = R'(p) \frac{p}{R(p)} \quad (10)$$

按定义计算结果， $E_R$  可正可负。取正值意即运价为  $p$  时，运价每上涨 1%，运输收入就增加  $E_R\%$ ；取负值时，意即运价每上涨 1%，运输收入就减少  $E_R\%$ 。

根据上述定理, 有

$$E_R + E_d = R'(p) \frac{p}{R(p)} - f'(p) \frac{p}{f(p)} = [f(p) + pf'(p)] \frac{p}{pf(p)} - f'(p) \frac{p}{f(p)} = 1 \quad (11)$$

或  $E_R = 1 - E_d$ 。

上式揭示了运输市场上同一运输产品需求弹性与总收益弹性的守恒定律。它为实际市场营销活动中有关定量分析提供了方便有效的方法, 对改善运营管理中的预测决策和控制决策有着重要参考价值。例如, 当  $|E_d| > 1$  时, 经济学称运输需求为富弹性或高弹性, 此时欲加大经营的总收益, 就不宜继续提价, 而应伺机适当降低运价, 才可望获得更多收益。因为总收益  $R = p \cdot q$ ,  $R$  的大小是由  $p$  与  $q$  两个因素共同决定的。 $p$  增加一方面导致  $R$  增加, 另一方面导致  $q$  下降。当运输需求处于富弹性时,  $p$  增加使  $q$  减少趋势超过使  $R$  增加的趋势, 总的效果反而导致  $R$  减少; 同样,  $p$  减少一方面导致  $R$  减少, 另一方面导致  $q$  上升。当运输需求缺乏弹性时,  $p$  减少使  $q$  上升趋势超过使  $R$  减少的趋势, 总的效果反而导致  $R$  上升[4]。

全社会零售物价总指数的计算

按其包括的地域范围, 可分为城镇零售物价指数, 农村零售物价指数和全国(或省)零售物价指数。城市和农村零售物价指数及全国(或省)零售物价总指数均采用加权算术平均数指数公式计算。即:

$$I_p = \frac{\sum K_p W}{\sum W} \quad (12)$$

式中,  $K_p$  为个体指数或各层的类指数;  $W$  为各层零售额比重权数。权数( $W$ )根据上年住户调查资料, 参照本年市场变化情况确定。只包括对居民的零售额, 不包括对社会集团的零售额。通过全社会零售物价总指数可以观察零售物价总水平的升降程度, 分析货币购买力的强弱和物价变动对城乡居民生活支出的影响, 为加强零售市场管理提供依据[5]。

即可得到  $\pi = \pi(Q)$ 。

然后由  $\frac{\partial \pi}{\partial P} = 0$  (8) 这一约束条件, 即可求解出利润最大化时的  $P^*$ ,  $Q^*$ 。

这是基于地铁公司票价和公交票价的反需求函数有关确立的定价模型, 所得最优解既满足消费者的效用最大化, 又满足支付公司与公交公司的利润最大化。

最终价格由两种方法共同确定, 因此, 最终的定价按照 1:1 的权重, 由  $p$  和  $P^*$  共同决定, 最终票价定为 3 元。

是能够实现社会效益与经济效益共赢的最佳盈利模式。

#### 5.2.4. 定量分析

式中除  $P$ 、 $Q$  以外各指标均取定值。然后分析利润  $\pi$  与全年客流量  $Q$  的关系; 其中, 假设手续费比例  $a$  为移动支付总额的 0.08%,  $G$  取 4,000,000 元,  $r_1$  取 0.3%,  $r_2$  为 1.35%,  $r$  取 4%,  $\alpha_1$  取 50%,  $\alpha_2$  取 70%,  $P_1$  取 50 元,  $j$  取 5,000,000 元,  $i$  取 1000 元,  $k$  取 600 元,  $X$  为 8000 辆,  $TFC$  为 200,000,000 元,  $C$  为 300 元; 客运量与票价关系如图 17, 收益与票价如图 18。

票价的变化会直接影响到乘客对公交方式的选择, 从而引起客流的转移。同时乘客出行方式的转变将会影响到各种方式的收益。客运量与票价关系如图 17 所示。可见随着票价的上升, 乘客出现向其他方式转移的现象, 客流量逐渐减少; 相反, 当票价降低时, 其吸引力增强, 客流量逐步增加[6]。

由图 18 收益与票价的关系可以看出, 在票价刚开始升高时, 运营收益呈递增状; 然而当票价提高达到一定的值  $P^*$  时, 运营收益将会达到最大  $R^*$ , 此后票价继续升高相反会使收益出现下滑的趋势。这是由于收益总量不仅与票价有关, 并且与客运量直接相关。一开始, 票价在乘客能够承受的范围之内, 票价

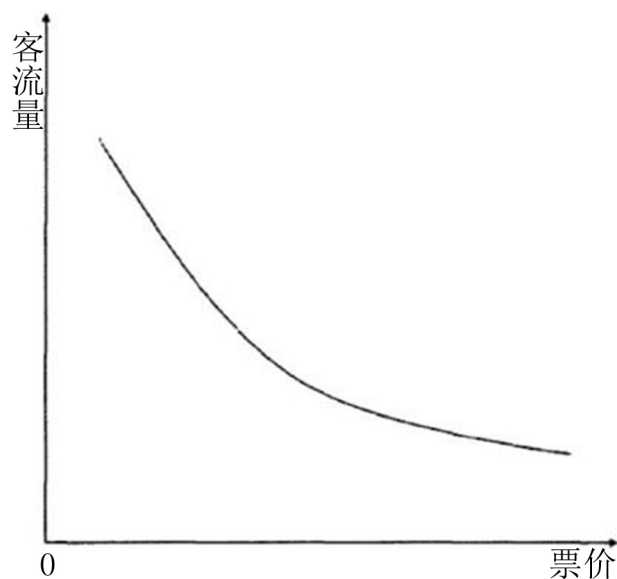


Figure 17. Relationship between fare and passenger flow  
图 17. 票价与客流量的关系图

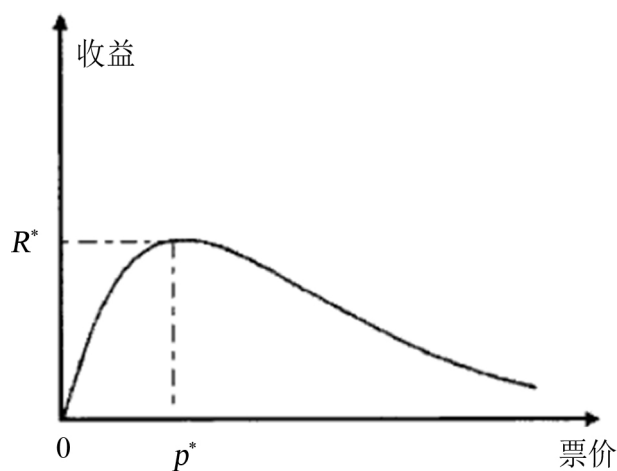


Figure 18. Relationship between revenue and fare  
图 18. 收益与票价之间的关系

的升高必定会增加运营收入。

### 5.3. 第三方支付平台盈利情况的估计

#### 5.3.1. 基于 BP 神经网络的该市年客流量的预测

BP 神经网络是一种按照误差逆向传播算法训练的多层前馈神经网络，是目前应用最广泛的神经网络，使用最速下降法，通过反向传播(就是一层一层往前传)不断调整网络的权值和阈值，最后使全局误差系数最小。BP 神经网络无论在网络理论还是在性能方面已比较成熟，采用其进行模型预测较为合适。

由所给的四分之一的公交车和地铁安装移动支付设备后试营运期间得到的数据，利用 BP 神经网络算法，通过对样本数据进行归一化处理、初始化网络结果并用数据对网络进行训练、对输出结果进行反归一化等构建神经网络过程来测得较为准确的全部数据。相关图像如下图 19~图 21。

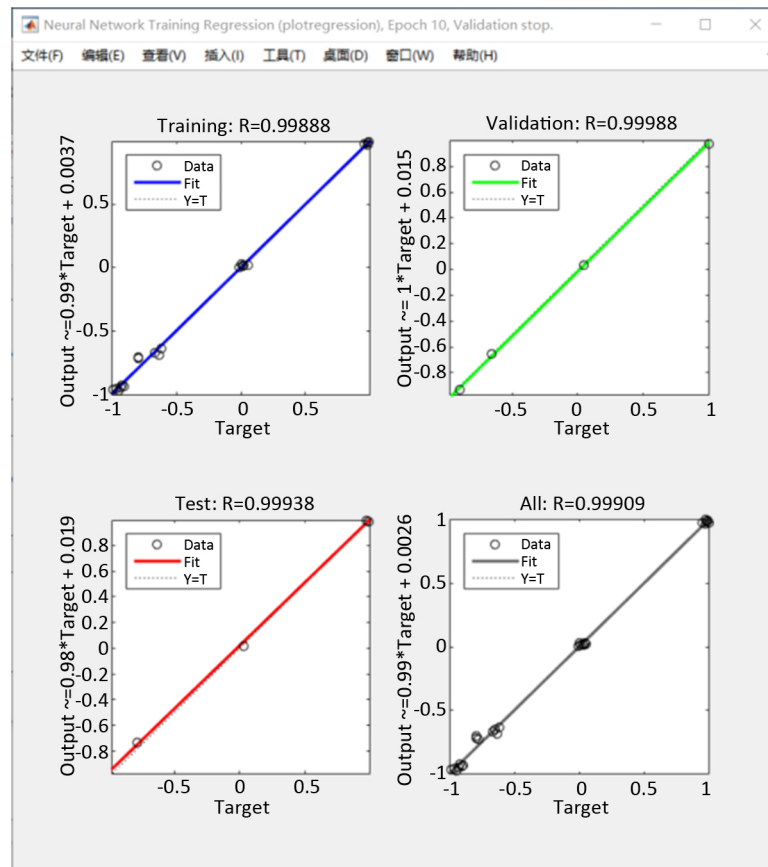


Figure 19. Output result one  
图 19. 输出结果一

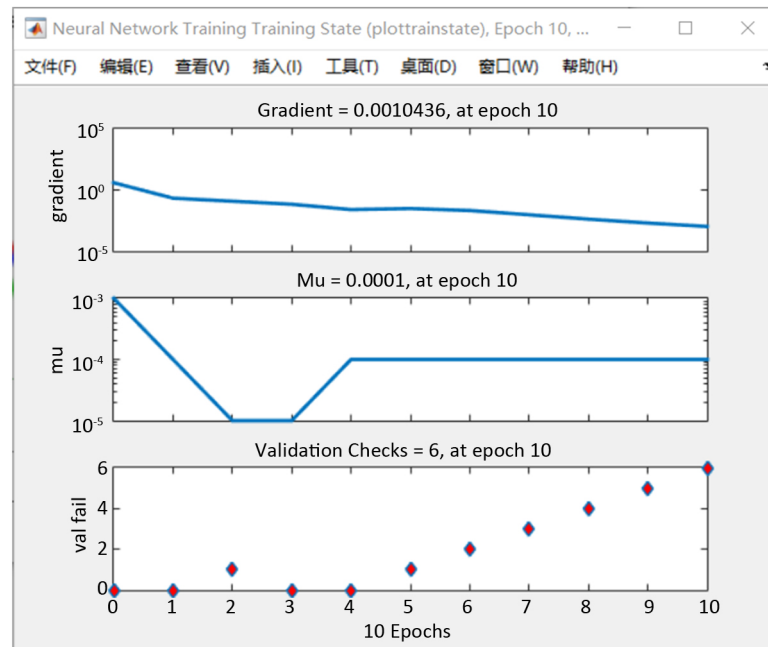


Figure 20. Output result two  
图 20. 输出结果二



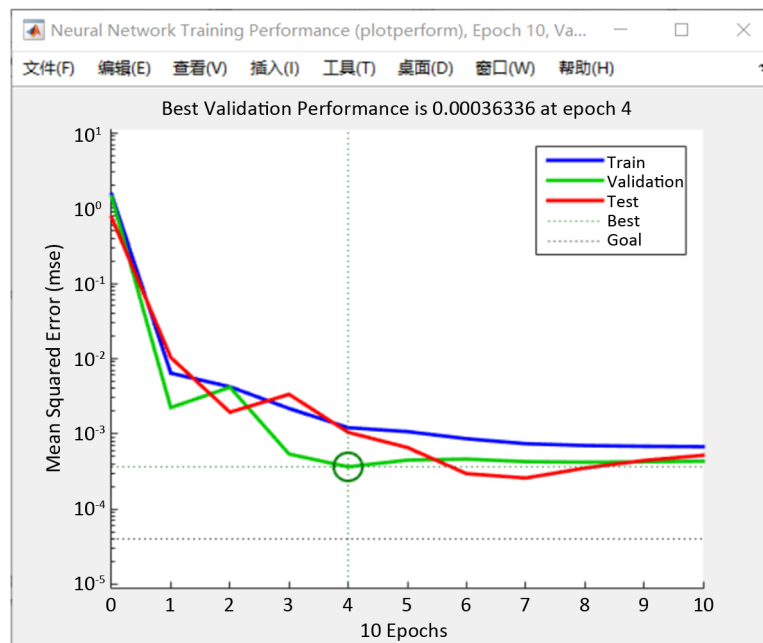


Figure 21. Output result three

图 21. 输出结果三

### 5.3.2. 该公司盈利情况的估计

利用问题 2 中的模型，依旧沿用 5.2.4 中定量分析中的数值，这里只考虑在有无预付卡牌照的情况下手续费  $a$  (0.08%~1.25%)、公交票价  $p_0$ 、协议存款率  $r$  (4%~5%)三者对公司利润的影响，采取定二变一的控制变量法，其结果如下表 2。

Table 2. Profitability estimate

表 2. 盈利情况估计

无预付卡牌照			
$a$	$p_0$		盈利
	2		17,341,550
0.08%	3		17,453,550
	4		17,265,550
0.08%			17,341,550
0.70%	2		19,077,550
1.25%			20,617,550
有预付卡牌照			
$a$	$p_0$	$r$	盈利
		4%	24,071,719.04
	2	5%	26,359,533.8
0.08%		4%	24,295,719.04
	4	5%	26,583,533.8

Continued

		4%	24,071,719.04
0.08%		5%	26,359,533.8
	2	4%	27,347,719.04
1.25%		5%	29,635,533.8
	2		24,071,719.04
0.08%	4		24,295,719.04
	2	4%	27,347,719.04
1.25%	4		30,847,719.04

有上述结果可知：

- 1) 无论有无预付卡牌照，其他变量固定，利润随着手续费  $a$  的增大而增大；
- 2) 无论有无预付卡牌照，其他变量固定，利润均在公交票价  $p_0 = 3$  时存在最大利润；
- 3) 在有预付卡牌照的情况下，将手续费  $a$  和公交票价  $p_0$  固定，则有利润随着协议存款率  $r$  的增加而增大。

## 5.4. 商业计划可行性报告及可行性方案建议

### 5.4.1. 商业计划可行性报告

#### 一、基本情况：

随着移动通信技术的发展，智能终端的普及速度日渐加快。现金支付的人工成本及刷卡支付的诸多弊端，使得移动支付的使用日益广泛。

#### 二、微观环境分析：

##### 1) 优势分析：

- ① 移动支付方式的安全性较高；
- ② 移动支付方式相比于传统支付方式费用更低；
- ③ 移动支付是当今流行的付款方式，易于刺激消费；
- ④ 移动支付能够减少滞纳金，加快资金流通。

##### 2) 劣势分析：

- ① 网络交易仍存在风险；
- ② 用户信息存在泄露问题；
- ③ 相关法律体系不完善。

##### 3) 威胁分析：

- ① 竞争日益激烈；
- ② 政策导向不明晰。

##### 4) 机会分析：

- ① 网民规模和互联网消费规模迅速扩张；
- ② 传统企业进入电商领域；
- ③ 计算机技术等硬件条件的成熟。

#### 三、未来发展趋势

通过完善移动基础建设、完善相关信用体系，移动支付将会凭借着互联网的巨大优势，最终成为公

交支付，甚至其他领域支付方式的首要电子支付渠道之一。

增加公司盈利的可行性方案建议：

#### 一、针对公司本身的对策

##### 1) 不断提高信誉程度，推出安全保障措施

在移动支付公司信誉程度高、安全保障措施完善的前提下，用户及商户对其信任度增高，随之使用客户量增多，可为公司带来更多的盈利。

##### 2) 推陈出新，不断扩大业务领域

随着近几年的移动支付的发展，各支付工具的功能不断得到增强，从原本单一的付钱工具，逐渐发展为具备贷款、充值、转账等多种业务的新型支付工具。通过不断扩大业务领域，为用户提供一个工具，多种功能的用户体验，扩大移动支付公司市场份额，逐步增加盈利。

#### 二、针对用户的优惠政策

##### 1) 适时推出免费服务战略

该策略可扩大移动支付公司的客户群、争夺较大的市场份额，客户的粘性会因相关免费服务而增强，高度的用户黏性和强大的客户规模能够提高移动支付公司在市场中的竞争力。

##### 2) 推行分阶段优惠乘车活动

由于不同时间段客流量不同，可分阶段推行不同的优惠乘车方案。例如，客流量高峰集中在一天中的 6~10 时和 16~20 时，可在该时间段适当提高移动支付乘车价格，而在其他时间段适当降低移动支付乘车价格，增加客流量，进而增加移动支付公司所获盈利。

#### 三、针对其他第三方支付平台的相关竞争对策

关于第三方支付行业竞争现状，市场份额分布不均，是目前最大的竞争点。虽然行内获得牌照的支付机构多达 200 多家，但是真正的大头市场份额只是分摊在有限数量的第三方机构上，一些小的支付机构，只能获得很小范围内的业务。如支付宝和财付通在我国的第三方支付市场上占据着 90% 以上的市场份额，它们都是依托自身的电商平台和即时通讯软件大数据的优势发展起来的。而汇付天下、环迅支付等第三方支付平台，在金融、航空，尤其是 P2P 行业等垂直领域里有着不可替代的地位。

## 6. 模型评价

### 6.1. 模型验证

基于公交在节约资源、降低环境污染、缓解交通拥堵、拉动城市发展的重要作用，针对用户、公交公司与第三方支付公司三方博弈的公交定价系统，建立均衡公交定价模型，并在此基础上建立盈利模型。通过所建立的定价模型，我们得到均衡价格  $P^*$ 。研究现行均衡价格在上下波动时，此时需求量也上下波动，存在帕累托改进的空间。研究表明，票价降低，公交公司及第三方支付公司利润降低。基于希克斯“需求补偿原则”，消费者剩余在弥补生产者损失后整个社会的福利水平会提高，降低票价能够带来社会福利的改进[7]。虽然站在乘客的角度上，效用最大，即社会效益最大。但站在第三方支付平台的角度上，我们优先考虑第三方支付公司的利润，故在价格取  $P^*$  时，达到帕累托最优状态，如表 3。验证过程如下：

**Table 3.** Optimal price verification  
**表 3.** 最优价格验证

$p_0$	盈利
2	17341550
3	17453550
4	17265550

帕累托最优状态如图 22。

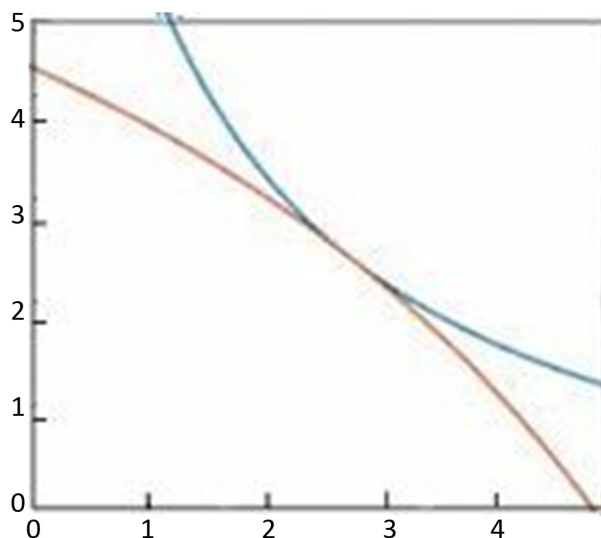


Figure 22. Edgeworth box  
图 22. 埃奇沃思盒子

如上图 22 所示, 当其他指标均确定时,  $p^* = 3$ , 无论  $p_0 > p^*$  或  $p_0 < p^*$ , 盈利均比  $p_0 = P^*$  时要低, 故  $p_0 = p^*$  即为最优定价, 不存在帕累托改进的空间, 模型得证。

## 6.2. 模型优点

- 1) 第一问中对数据特征的分析充分考虑了原始数据各项指标本身的特征与交叉特征, 较为全面。
- 2) 第二问, 定价模型中, 公交票价不仅与这是符合经济学原理的。地铁票价为定值, 除客流量外其余变量均为外生变量, 适用于我们仅有两种出行方式客流量为数据支撑的情况。
- 3) 商业盈利模型, 在基本静态模型中将第三方支付平台实际运营中的各个收入项和成本项都包含其中, 并在动态模型中给出了精确的计算方式。所以, 最终得到的模型能够反映利润与客流量的长期关系。
- 4) 第三问中, 要求盈利情况需知总客流量。我们被告知所给数据仅为占四分之一数量的公交车的数据。考虑到客流量随季节的变化规律我们选择用 matlab 编写插值程序得到全年每一时段的客流量, 这与常规作乘法所得总客流量的误差相比是更加微小的。

## 6.3. 模型缺点

- 1) 对于成本及收入模式的计算方式考虑的太过精简, 而这些项目的预算在实际运营过程中中是非常难以计算的。
- 2) 对于价格的模型, 由替代品地铁票价确定一个价格, 又由客流量确定一个价格。最终价格为: 前者所确定价格  $\times$  前者权重 + 后者所确定价格  $\times$  后者权重。  
在模型中我们假设两个影响因素权重均为 0.5, 没有深入讨论权重的问题。

## 7. 关键技术简介

### 7.1. 帕累托最优

帕累托最优是博弈论中的重要概念, 帕累托最优是指资源分配的一种理想状态, 假定固有的一群人和可分配的资源, 从一种分配状态到另一种状态的变化中, 在没有使任何人境况变坏的前提下, 使得至

少一个人变得更好，这就是帕累托改进或帕累托最优化。帕累托最优的状态就是不可能再有更多的帕累托改进的余地；换句话说，帕累托改进是达到帕累托最优的路径和方法。

## 7.2. 定量分析法

定量分析法是对社会现象的数量特征、数量关系与数量变化进行分析的方法。在企业管理上，定量分析法是以企业财务报表为主要数据来源，按照某种数理方式进行加工整理，得出企业信用结果。定量分析的对象主要为财务报表，如资金平衡表、损益表、留存收益表等。其功能在于揭示和描述社会现象的相互作用和发展趋势。

## 8. 综述

本文对某城市乘车人出行支付特征进行了统计分析，得出了支付特征与季节、时段、乘车次数与支付特征与季节、时段、乘车次数有关，与是否为工作日无关的结论。建立了第三方平台的利润函数。考虑了公司可能的运营成本，从而得出该公司的商业盈利模型，进行定量分析其收支盈利情况。

通过 MATLAB 实现 BP 神经网络算法进行预测，进而估计出该城市全部公交实现第三方支付后的盈利情况，可知利润与手续费和存款协议率成正相关，求得最大利润点。

文章总结了模型的主要优点有，符合经济学原理，有数据支撑，采用了基本静态模型，且提出了全面的可行性报告。主要缺点是成本及收入模式的计算方式考虑的太过精简，而实际运营过程中更为复杂，没有深入讨论权重的问题。

基于所有研究结果，提出的可行性报告，符合实际，应用性强。

## 参考文献

- [1] 搜狗百科. 移动支付[Z/OL]. <https://baike.sogou.com/v7736427.htm?fromTitle=>, 2018-04-06.
- [2] 邓建. 第三方互联网支付市场的特征及定价机制研究[J]. 改革与战略, 2015, 31(9): 90.
- [3] 高鸿业. 西方经济学(微观部分·第六版) [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2014.
- [4] 任民. 铁路客票价格分析及客运运价水平的合理确定[J]. 铁路运输与经济, 1999(6): 22-24.
- [5] 智库·百科. 全社会零售物价总指数[Z/OL]. <https://wiki.mbalib.com/wiki/%E5%85%A8%E7%A4%BE%E4%BC%9A%E9%9B%B6%E5%94%AE%E7%89%A9%E4%BB%B7%E6%80%BB%E6%8C%87%E6%95%B0>, 2018-04-07.
- [6] 管维新. 基于博弈论的定制公交票价制定研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2015.
- [7] 米冰. 基于帕累托改进的公交定价模型和最优政府补偿策略[J]. 财政经济评论, 2017(1): 57-68.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2161-8801, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [csa@hanspub.org](mailto:csa@hanspub.org)