

无车承运人平台承运线路的定价问题

刘昊, 孙菊贺*, 陈莹, 郑梦迪

沈阳航空航天大学, 辽宁 沈阳

Email: 1722993580@qq.com, *juhesun@163.com, cy166843@163.com, 126063086@qq.com

收稿日期: 2020年11月28日; 录用日期: 2020年12月24日; 发布日期: 2020年12月31日

摘要

随着我国无车承运行业的逐步兴起, 国内公路运输市场存在着小、散、乱的特点。承运线路的科学定价问题成了众多无车承运人平台亟待解决的问题。在讨论影响无车承运人平台货运线路定价的主要因素的时候, 本文通过2020年第十届MathorCup高校数学建模挑战赛A题目附件1、附件2给出的历史的数据, 采用相关性分析的方法对影响无车承运人平台进行货运线路定价的主要因素进行了讨论。为提高结果的准确性, 本文将按照历史数据的特点, 分区间、分类型讨论。得到了影响无车承运人平台进行货运线路定价的主要因素有线路总成本、总里程、车辆长度、业务类型和调价类型。其中调价类型和业务类型也是影响无车承运人平台进行货运线路价格变化(上调、下降、无变化)的主要因素。在定价评价模型中, 使用模糊综合评价法对附件1的历史定价评论, 分别以平台角度和货车司机角度进行满意度评价。在线路调价模型中, 为降低变量之间的相关性, 得到更准确的预测结果。在线路总成本和第一次报价(线路指导价(不含税))的预测时将数据按类型和区间分别分成12组和9组, 以提高曲线拟合度。在对线路价格调价时分析附件1的数据建立调价模型, 设置价格变化的判别系数 α 和调价系数 t_1 和 t_2 对线路价格进行后续报价。

关键词

相关性分析, 多元非线性回归, 模糊综合评价, 分区间

Pricing Issues of Carriage Routes on Car-Free Carrier Platforms

Hao Liu, Juhe Sun*, Ying Chen, Mengdi Zheng

Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Email: 1722993580@qq.com, *juhesun@163.com, cy166843@163.com, 126063086@qq.com

Received: Nov. 28th, 2020; accepted: Dec. 24th, 2020; published: Dec. 31st, 2020

*通讯作者。

Abstract

With the gradual rise of my country's Car-free transportation industry, the domestic road transportation market has the characteristics of small, scattered and chaotic. The scientific pricing of carrier routes has become an urgent problem for many car-free carrier platforms. When discussing the main factors that affect the pricing of the freight route of the car-free carrier platform, this article adopts the historical data given in Annex 1 and Annex 2 of the 10th MatherCup College Mathematical Modeling Challenge in 2020, using correlation analysis methods. The main factors affecting the pricing of freight routes on the platform of car-free carriers are discussed. In order to improve the accuracy of the results, this article will discuss the divisions and types according to the characteristics of historical data. The main factors affecting the pricing of freight routes on the car-free carrier platform are the total cost of the route, the total mileage, the length of the vehicle, the type of business and the type of price adjustment. Among them, the type of price adjustment and the type of business are also the main factors that affect the price changes (up, down, and no change) of freight lines performed by the car-free carrier platform. In the pricing evaluation model, the fuzzy comprehensive evaluation method is used to evaluate the historical pricing reviews in Annex 1 from the perspective of the platform and the truck driver. In the route price adjustment model, in order to reduce the correlation between variables, more accurate prediction results can be obtained. When predicting the total cost of the route and the first quotation (guided route price (excluding tax)), the data is divided into 12 groups and 9 groups according to type and interval to improve the curve fit. When adjusting the price of the line, the paper analyzes the data in Annex 1 to establish a price adjustment model, sets the discriminant coefficient a of price changes and the price adjustment coefficients t_1 and t_2 to make follow-up offer.

Keywords

Correlation Analysis, Multiple Nonlinear Regression, Fuzzy Comprehensive Evaluation, Interval

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

国内无车承运人[1] [2] [3]的主要运营模式有三个主要的参与角色,分别为货主、无车承运人平台以及承运人。作为无车承运人平台,既需要面向货主的运输任务进行报价,同时也需要面向承运司机进行报价。本研究以无车承运人的视角,暂不考虑面向货主的运输任务的报价,仅面向广大拥有运力资源(货车)的承运端司机,将需要承运的线路任务以一定价格提前发布到网络平台上供承运端司机浏览并决定是否承运该运输任务。平台采用动态定价的形式保证每个任务必须被承运。作为承运端的司机,会根据平台发布的线路任务和价格进行判断是否接单,司机接单则视为该线路任务交易成功,此线路任务随即从平台下架。若在给定的时间内,该任务没有司机接单,则该线路就可以进行调价。每条线路任务最多允许发布3次价格,即首次发布线路价格后仍可刷新两次线路价格。假设上述线路任务全部为固定车型的整车任务,即一个任务需要由某种车型的1辆车完成,不考虑拼载任务。本无车承运人平台在当前阶段较为关注的目标是快速促进成交和较低的承运成本。

2. 无车承运人平台货运线路定价影响因素

根据附件 1 的数据提取可能对无车承运人平台进行货运线路定价影响[4]的因素: 总里程、业务类型、需求类型 1、需求类型 2、调价比例、调价紧急程度、调价类型、是否续签、车辆长度、车辆吨位、需求紧急程度、线路总成本、线路价格(不含税)、线路指导价(不含税)。其中线路指导价(不含税)表示平台第一次对拥有运力资源(货车)的承运端司机的第一次报价, 线路价格(不含税)为最终成交价格。

首先讨论影响无车承运人平台进行货运线路确定价格的主要因素有哪些。设线路指导价(不含税)为因变量, 线路总成本、总里程、线路价格(不含税)、车辆吨位、车辆长度为、调价比例自变量。使用 SPSS 采用相关性分析的方法对变量进行分析。表 1 是线路指导价(不含税)与各变量之间的相关性。 P 是线路指导价(不含税)与各变量之间的相关系数, P 越大表示变量对线路指导价(不含税)的影响越大, 如果 P 越小, 则变量对线路指导价(不含税)的影响越小, $P \in [0,1]$ 。

从表 1 可以得到对线路指导价(不含税)影响较大的因素有: 线路总成本、总里程、线路价格(不含税)、车辆吨位和车辆长度。其中线路价格(不含税)是在线路指导价(不含税)之后确定的, 因此可以忽略它对线路指导价(不含税)的影响。

Table 1. Correlation between variables

表 1. 各变量之间的相关性

P	线路指导价(不含税)	线路价格(不含税)	调价比例
线路指导价(不含税)	1	0.978	0.103
线路总成本	0.992	0.987	0.25
线路价格(不含税)	0.978	1	0.188
车辆吨位	0.813	0.809	0.283
车辆长度	0.765	0.762	0.356
调价比例	0.103	0.188	1
总里程	0.991	0.989	0.129

为讨论业务类型、需求类型 1、需求类型 2、调价紧急程度、调价类型、是否续签和需求紧急程度对因变量线路指导价(不含税)的影响, 本文把线路指导价(不含税)分为 11 个区间, 建立了频率分布表(如表 2)。

Table 2. Line guide price (excluding tax) frequency distribution table

表 2. 线路指导价(不含税)频率分布表

	次数	百分比	累计百分比
[0, 200)	1082	6.8	6.8
[200, 260)	1430	8.9	15.7
[260, 300)	2583	16.1	31.8
[300, 400)	1365	8.5	40.3
[400, 600)	1746	10.9	51.2
[600, 800)	1575	9.8	61.1
[800, 900)	1484	9.3	70.3
[1000, 1200)	1465	9.1	85.1
[1200, 1600)	1166	7.3	92.4
[1600, 22,000)	1217	7.6	100
总计	16,016	100	

表 3 是对线路指导价(不含税)的显著性检验。本文使用的卡方检验,置信度为 0.05。 P 值大于 0.05 不同的变量对线路指导价(不含税)无显著性。 P 值小于 0.05,即自变量对线路指导价(不含税)有显著性差别。 φ 和 Cramer's V 表示自变量与线路指导价(不含税)之间的紧密度,值越大表明紧密的越高。即线路指导价(不含税)与自变量有明显关系。当 φ 和 Cramer's V 的值同时大于 0.5 时,可以认为该变量为主要影响因素。

Table 3. Significance test of route guide price (excluding tax)

表 3. 线路指导价(不含税)的显著性检验

	φ	Cramer's V	P
需求类型 2	1.094	0.774	0
调价类型	0.868	0.868	0
调价紧急程度	0.62	0.358	0
业务类型	0.299	0.299	0
需求紧急程度	0.292	0.206	0
需求类型 1	0.275	0.275	0
是否续约	0.253	0.146	0

图 1 是需求类型 2 和调价类型的直条图。从表 3 可以得到 P 值小于 0.05,即自变量对线路指导价(不含税)有显著性差别。因此需要分别讨论各个自变量与线路指导价(不含税)之间的紧密型。其中业务类型和需求类型 1 φ 和 Cramer's V 的值较小为 0.299 和 0.275,表示业务类型和需求类型 1 与线路指导价(不含税)存在一定联系,但不是主要的影响因素。需求类型 2 和调价类型 φ 和 Cramer's V 的值最大为 1.094、0.774 和 0.868,这说明它们影响无车承运人平台进行货运线路定价的主要因素。

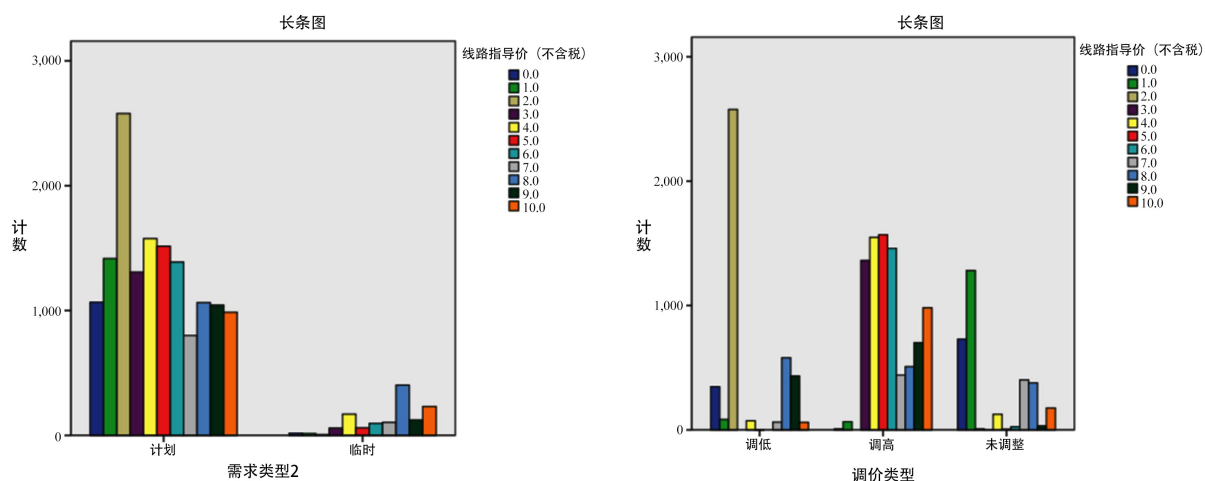


Figure 1. Histogram of the relationship between the route guide price (excluding tax) and the independent variables

图 1. 线路指导价(不含税)与自变量关系的直条图

综合相关性分析和显著性检验本文得到了影响无车承运人平台进行货运线路确定价格的主要因素,即主要影响线路指导价(不含税)的因素有线路总成本、总里程、车辆吨位、车辆长度、需求类型 2 和调价类型。

线路价格(不含税)表示的是最后的成交价。调价比例反映出了价格的变化。从表 1 中可以看到,影响最后成交价的主要因素有线路指导价(不含税)、线路总成本、总里程、车辆吨位和车辆长度。而这些变量与调价比例的相关系数都不是很大,只能说它们影响着价格的变化,但不是主要影响因素。

表 4 是对线路价格变化的显著性检验。同样使用卡方检验,置信度为 0.05。 P 值大于 0.05 不同的变量对线路价格变化无显著性。 P 值小于 0.05,即自变量对线路价格变化有显著性差别。 ϕ 和 Cramer's V 表示自变量与线路价格变化的紧密度,值越大表明紧密的越高。即线路价格变化与自变量有明显关系。从表 4 中可以看出对线路价格变化影响较大的变量是业务类型、调价类型和需求类型 1。

Table 4. Significance test of line price changes
表 4. 线路价格变化的显著性检验

	P	ϕ	Cramer's V
调价类型	0	1.363	0.964
需求类型 1	0	0.87	0.87
业务类型	0	0.589	0.589
是否签约	0	0.376	0.266
需求类型 2	0	0.144	0.144
调价紧急程度	0	0.1353	0.095
需求紧急程度	0	0.125	0.089

图 2,图 3 是线路价格变化分别与业务类型、需求类型 1、调价类型的交叉表。其中价格上调占 54.7%,价格下降占 27.3%,价格无变化占 17.9%。在线路价格变化与业务类型的交叉表中,速运货物的下降占比相对大一些为 44.2%,上调:下降:无变化等于 1:1.79:1.26。重货类型中价格上调占比为 83.2%,可见绝大多数重型货运的价格都会上调,其价格的上调:下降:无变化等于 1:0.14:0.06。在线路价格变化与需求类型 1 的交叉表中,普通需求的上调占比最大为 54.9%,上调:下降:无变化等于 1:0.49:0.33。区域发运的需求中,上调和下降几乎各占一半。

综合可以得出,价格变化的主要影响因素有调价类型、需求类型 1 和业务类型。

图 4 是线路指导价(不含税)与线路价格(不含税)的直方图。0 到 10 分别表示表 2 中的 11 个期间。图 3 可以直观地表示在不同价位区间价格变化的比例。例如,观察左右两个图可以看出价格上调的趋势相似,在区间 4 到 10,即线路指导价(不含税)和线路价格(不含税)在区间[400, 22,000]中时,价格上调的比例占比最大。

交叉表

			线路指导价格-线路价			总计
			上调	无变化	下降	
业务类型	速运	计数	1922	2426	3441	7789
		业务类型内的 %	24.7%	31.1%	44.2%	100.0%
	重货	计数	6845	445	937	8227
		业务类型内的 %	83.2%	5.4%	11.4%	100.0%
总计		计数	8767	2871	4378	16016
		业务类型内的 %	54.7%	17.9%	27.3%	100.0%

Figure 2. Variable crosstab
图 2. 变量交叉表

交叉表

			线路指导价格-线路价			总计
			上调	无变化	下降	
需求类型1	普通	计数	8612	2868	4214	15694
		需求类型1 内的 %	54.9%	18.3%	26.9%	100.0%
	区域发运	计数	155	3	164	322
		需求类型1 内的 %	48.1%	0.9%	50.9%	100.0%
总计		计数	8767	2871	4378	16016
		需求类型1 内的 %	54.7%	17.9%	27.3%	100.0%

Figure 3. Variable crosstab

图 3. 变量交叉表

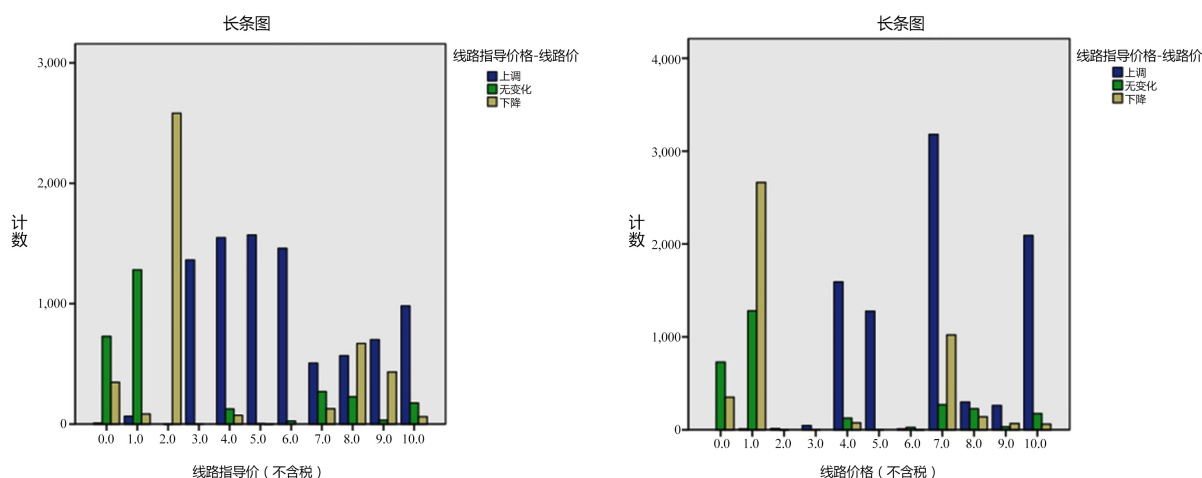


Figure 4. Bar graph of price changes

图 4. 价格变化直条图

综上，最后得到影响无车承运人平台进行货运线路确定价格的主要因素有线路总成本、总里程、车辆吨位、车辆长度、需求类型 2 和调价类型。影响无车承运人平台进行货运线路价格变化(上调、下降、无变化)的主要因素有调价类型、需求类型 1 和业务类型。

3. 评价模型

模糊综合评价模型[5][6]:

模糊综合评价法是一种基于模糊数学的综合评价方法。该综合评价法根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价，即用模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体的评价。它具有结果清晰，系统性强的特点，能较好地解决模糊的、难以量化的问题，适合各种非确定性问题的解决。

一般步骤:

1), 模糊综合评价指标的构建

模糊综合评价指标体系是进行综合评价的基础，评价指标的选取是否适宜，将直接影响综合评价的准确性。进行评价指标的构建应广泛涉猎与该评价指标系统行业资料或者相关的法律法规。

2), 采用构建好权重向量

通过专家经验法或者 AHP 层次分析法构建好权重向量。

3), 构建评价矩阵

建立适合的隶属函数从而构建好评价矩阵。

4), 评价矩阵和权重的合成

采用适合的合成因子对其进行合成, 并对结果向量进行解释。

在对已经成交货运线路历史交易数据中的定价进行评价之前, 我们先进行相关性分析发现影响价格变化的因素是: 业务类型, 需求类型 1, 是否续约。而调价类型的相关系数过于好, 这里我们用调价类型来表示价格变化的好坏。这里我们决定采用调价类型作为平台满意度, 而业务类型, 需求类型 1, 是否续约作为司机满意度。比如是否续约, 续约表示司机满意, 相反不续约这表示不满意。因此用调价类型+业务类型, 调价类型+需求类型 1, 调价类型+是否续约作评价指标, 用相关系数归一化之后作为评价指标系数向量, 评价评语集合(非常满意, 相对满意, 满意, 一般, 不满意, 非常不满意)。我们根据附件一所提供的数据进行处理得到如表 5:

Table 5. Proportion and frequency of price adjustment types
表 5. 调价类型所占比例与次数

	调低	调高	不变
非签约	774 (0.048)	4840 (0.302)	585 (0.037)
签约	3441 (0.215)	3800 (0.237)	2576 (0.161)
计划	4051 (0.253)	8485 (0.530)	3158 (0.196)
临时	164 (0.010)	155 (0.010)	3 (0.001)
速运	3410 (0.214)	1862 (0.116)	2517 (0.157)
重货	805 (0.050)	6778 (0.423)	644 (0.040)

()内表示占交易总次数的比例。

所以调价类型 + 是否续约进行评价 $P_1 = [0.215 \ 0.048 \ 0.161 \ 0.037 \ 0.237 \ 0.302]^T$;

调价类型 + 需求类型 1 进行评价 $P_2 = [0.253 \ 0.196 \ 0.530 \ 0.010 \ 0.010 \ 0.001]^T$;

调价类型 + 业务类型进行评价 $P_3 = [0.214 \ 0.423 \ 0.157 \ 0.040 \ 0.050 \ 0.116]^T$;

从而得到模糊评价矩阵 $P = [P_1 \ P_2 \ P_3]^T$;

根据相关性系数我们可以设置三个指标值权重系数向量 $A = (0.352, 0.142, 0.506)$ 。

所以我们对定价的综合评价是

$$B = AP = [0.2199 \ 0.2588 \ 0.2114 \ 0.0347 \ 0.1101 \ 0.1651];$$

从综合评价结果上来看: 大多数交易不论是平台还是司机都比较满意。

4. 报价模型

1): 对附件 1 的数据进行分析发现: 在调价类型不变的基础上, 总成本 y_0 , 线路价格 y , 令 $a = (y_0 - y)/y_0$, 在已经完成的交易中, 大多数比值 $a \in [-0.07, 0.07]$ 。所以我们决定采用 a 是否属于 $[-0.07, 0.07]$ 来表示报价是否合理, 即 a 为判别系数,

2): 经过对附件 1 中的数据拟合, 我们得到了总成本 y_0 和线路价格 y 的拟合曲线, 这里我们用报价价格等同于线路价格, 即报价价格 y_i , i 表示第几次报价, 所以判别系数 $a = (y_0 - y_i)/y_0$ 。

3): 选择合适的调价系数 t , 经过对附件 1, 2 以及我们通过第(2)步所生成的总成本拟合函数和路线价格拟合函数, 我们选择调价系数 $t_1 = 0.9$, $t_2 = 1.2$ 。所以我们建立的调价模型是:

a): 输入 y, y_0 ;

b): 计算 $a = (y_0 - y) / y_0$

c): 判断 $a \in [-0.07, 0.07]$ 是否成立, 若是则输出 y ; 若不是转入步骤 4;

d): 判断 $a \geq 0.07$ 是否成立, 成立则 $y = 0.9 * y$, 转入步骤 2; 否则 $y = 1.2 * y$, 转入步骤 2;

4): 在经过两次报价后, 如果还出现 $a \notin [-0.07, 0.07]$, 为了保证一条路线最多只有三次报价, 所以我们在第三次报价的时候直接令 $y_3 = \pm 0.07 * y_0$ 。

5. 总结

对于无车承运人平台承运线路的定价问题, 根据历史数据的特点先进行分区间、分类型讨论, 以提高相关性分析所得结果的准确性。我们利用模糊综合评价法, 采取平台满意度和司机满意度的双向评价标准来说明历史定价的合理性。在进行定价调价过程中, 我们对处理过的历史数据进行多元非线性回归, 得到合理的拟合函数, 并根据数据特点设置价格变化的判别系数和调价系数, 给出了我们设计的定价调价系统。

参考文献

- [1] 张欣杰. 关于无车承运有关问题的探讨[J]. 交通财会, 2019(8): 66-68.
- [2] 王勉, 刘峰丽. 我国无车承运人运营模式创新及发展路径[J], 物理科技, 2017, 40(12): 13-16.
- [3] 常连玉, 高卫星, 邓一凡. 促进无车承运人发展的对策研究[J]. 交通运输部管理干部学院学报, 2017, 27(3): 31-43.
- [4] 常连玉, 陈海燕. 无车承运人运力资源组织优化研究[J]. 公路交通科技, 2016, 33(10): 152-158.
- [5] 张凤莲. 多元线性回归中多重共线性问题的解决办法探讨[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- [6] 李玉华. 基于多指标评价信息的双边匹配模型研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 东北大学, 2009.