

# 网约车平台参与者价值共创行为分析

王凤茹, 夏志杰\*

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2022年8月19日; 录用日期: 2022年9月12日; 发布日期: 2022年9月21日

## 摘要

为探究网约车主体价值共创行为的影响因素及机制, 研究价值共创成本、价值共创共同收益等内部因素如何影响网约车平台、司机、乘客的策略选择, 本文构建了三方动态演化博弈模型, 并对模型的演化路径及演化规律进行理论与数值仿真。研究表明在保证额外收益分配与行为成本分摊相匹配的基础上, 进一步增加额外收益、减少参与成本, 保证平台给予奖励大于乘客和司机分摊的行为成本, 就能促进三方的博弈实现均衡状态。研究结论有助于为网约车平台价值共创系统提供建议以及改善平台价值共创的效果。

## 关键词

网约车平台, 博弈论, 价值共创

# Analysis on Value Co-Creation Behavior of Online Car Hailing Platform Participants

Fengru Wang, Zhijie Xia\*

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Aug. 19<sup>th</sup>, 2022; accepted: Sep. 12<sup>th</sup>, 2022; published: Sep. 21<sup>st</sup>, 2022

## Abstract

In order to explore the influencing factors and mechanism of the value co-creation behavior of online car Hailing agents, and to study how the internal factors such as value co-creation cost, common income and reward affect the strategic choice of online car Hailing platform, driver and passenger, this paper constructs a three-party dynamic evolutionary game model, and carries out theoretical and numerical simulation on the evolution path and evolution law of the model. The

\*通讯作者。

research shows that on the basis of matching the distribution of additional income with the allocation of behavior costs, further increasing additional income, reducing participation costs, and ensuring that the reward given by the platform is greater than the behavior costs shared by passengers and drivers can promote the three-party game to achieve equilibrium. The research conclusion is helpful to provide suggestions for the online car Hailing platform value co-creation system and improve the effect of platform value co-creation.

## Keywords

Online Car Hailing Platform, Game Theory, Value Co-Creation

Copyright © 2022 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

因互联网技术的日渐成熟,一些新兴行业出现在了大众视野。作为共享经济模式和 O2O 商业模式代名词的网约车便是其中一种,其出现有效提升了乘客的出行体验、缓解了城市交通的压力。网约车平台是一个双边市场,是连接司机和乘客的中介,因此关系到各方的权益。目前,网约车具有相对较好的政策环境和市场环境,但是实践中还存在着一些问题,主要出现在平台、司机和乘客之间的信息流动和服务等方面。因此,由平台、司机、乘客构建起来的运营、服务和互动等内部因素如何发挥作用值得深入探究。

情境是由主体和主体间的行为构成的,平台、司机和乘客是该情境中的三大核心主体。平台之间的竞争体现在争夺司机和乘客;司机之间的竞争体现在抢夺乘客。平台通过组织司机接单获取利益;司机通过平台获得乘客的出行信息并接送乘客从而获得一定的报酬;乘客则为了满足自己的出行体验。基于多个主体交互的价值共创过程正是实现网约车各主体价值诉求的基础[1]。以往学者对于平台价值共创的研究多从价值共创的影响因素出发,得出影响用户价值共创意愿的因素[2]。也有学者研究顾企双方的博弈,得出增加额外收益,减少参与成本,对提升价值共创效果有一定的参考价值[3] [4] [5]。对网约车平台的研究则多是从规范网约车乱象的角度出发,对网约车市场规范提出建议,使政府、平台、司机、乘客等就平台规制问题达成共识[6] [7]。但是网约车主体价值共创行为的影响因素及机制尚未得到学界的关注。

如果在政府建立相应管理机制的基础上,网约车平台自身、司机、乘客三方价值共创主体均有价值共创的意愿,那么探究平台的价值共创系统需要什么样的条件以及如何达到平衡具有重要的意义。综上,本文从博弈角度出发,首先构建了网约车平台、司机和乘客三方的价值共创模型,并写出了支付矩阵。通过计算得出了演化博弈均衡点并判断了均衡点的稳定情况,通过仿真对影响价值共创系统的三方策略选择的因素进行了分析,得出结论并给出相应的建议,为网约车平台的价值共创系统提供了理论基础。

## 2. 模型构建

### 2.1. 价值共创行为对网约车平台参与者的影响

目前,共享经济背景下价值共创的方式逐渐朝着服务化、社群化和个性化的方向发展[8] [9],新兴的社群化创造模式将社会资源自行组织配置并进行共享[10]。这种创造模式将企业和用户联系起来,让用户

参与到产品或者服务的设计或改进过程当中, 用户在企业建立的共享社群中发挥着主人公的作用, 交流互动、转发分享自己的想法, 提高了价值共创的效果及资源配置的效率[11]。

网约车平台是一个连接司机和乘客双边市场[12], 司机是服务提供方, 与传统的出租车相比, 不用向出租车公司缴纳费用, 也不用接受严格的准入管制, 且约束相对较少, 可以自由选择接单时间, 自主完成服务。因平台的连接, 能够降低其搜寻乘客的成本, 且其价值共创行为能够提升其服务品质, 降低接单过程中时间、油耗以及精力的浪费。作为服务接受者的乘客, 参与网约车平台的价值共创系统降低他的出行成本, 改变了扬手叫车的出行方式, 节约了时间成本, 他的价值共创行为还能够提高他的出行体验。作为连接方的平台而言, 在最初开拓市场的阶段, 平台以向乘客和司机发放高额补贴的方式来获取乘客和司机, 但是这种行为只对最初的阶段起作用, 平台应创造条件, 让司机和乘客对其产品和服务给出改进意见, 即鼓励乘客和司机的价值共创行为, 以实现网约车平台长远的发展。由此, 共享经济背景下, 以价值共创行为研究对象, 考虑收益分配与奖励机制, 对实现资源共享, 提高闲置资源的利用效率, 满足安全、便捷、高效个性化的出行需求有重要的意义。

## 2.2. 网约车平台、司机、用户博弈关系分析

分享经济下网约车的价值共创系统由制造平台、司机和乘客三部分组成, 三方策略集均为{参与, 不参与}。平台、司机和乘客三个利益主体为该系统的组成元素, 三方主体都是有限理性的, 以自身利益最大化作为共同目标, 都具有自主学习提高的能力, 一旦其中一方采取不参与策略, 整个系统行为状态将处于不稳定。

平台参与指平台通过各种互动, 多渠道环境了解司机和乘客的需求并为他们提供价值共创的信息, 此时, 平台需要付出更多的人力成本回答平台上乘客所提出的问题、付出精力去维护平台界面的稳定; 若平台不参与价值共创系统, 平台的管理成本降低, 但会导致司机和乘客的问题得不到及时解决, 会对平台的口碑产生影响。

司机参与指司机获取订单后及时与乘客取得联系, 与乘客的沟通交流态度好, 以及愿意回答乘客的提问; 若司机不采取该价值共创行为, 则司机不需要付出该精力成本, 但会丧失平台对其的奖励。且由于网约车平台的准入制度相对宽松, 这种问题得不到解决, 可能会引发和乘客的冲突。

对乘客而言, 乘客可以从以下两个方面进行参与。乘客的价值共创分为行为和意愿: 价值共创意愿指今后愿意选择网约车出行、愿意向网约车平台提出改进服务建议以及愿意向亲朋好友推荐网约车; 价值共创参与行为是指会向司机表达自己的需求; 愿意履行自己的职责, 以及对司机和拼车的乘客很友善[13]; 价值共创公民行为是指会向网约车平台提出改进服务建议, 会向他人传播自己对于网约车平台/司机的积极评价以及会推荐朋友、亲戚使用网约车出行[14]。若乘客不参与价值共创行为, 也会丧失平台给予的优惠券, 补贴等奖励, 甚至会影响自己的出行体验。因三方的价值共创行为都是需要时间或者精力的付出, 因此将其都算入成本以作分析。

## 2.3. 相关参数及支付矩阵

将平台、司机和乘客三个利益主体视为一个系统的组成元素, 三方主体都是有限理性的, 以自身利益最大化作为共同目标, 都具有自主学习提高的能力。假设:  $K_1, K_2, K_3$  分别为平台、司机和乘客自身的能力水平,  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  分别平台、司机和乘客的参与成本系数,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  分别为平台、司机和乘客将对方的参与转化为自身收益的水平系数,  $0 < \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 < 1$ ,  $0 < \beta_1, \beta_2, \beta_3 < 1$ 。

则:  $K_1\alpha_1$  为平台参与的成本,  $K_2\alpha_2$  为司机参与的成本,  $K_3\alpha_3$  为乘客参与的成本。

$K_2\beta_1, K_3\beta_1$  分别为司机参与和乘客参与的情况下, 平台所获得的收益;

$K_1\beta_2, K_3\beta_2$  分别为平台参与和乘客参与的情况下, 司机所获得的收益;

$K_1\beta_3, K_2\beta_3$  分别为平台参与和司机参与的情况下, 乘客所获得的收益。

平台、司机和乘客的初始收益分别为  $R_1, R_2, R_3$ 。

三方在价值共创系统中存在协调各自行为的总成本为  $C$ ,  $\lambda_1$  为平台对该类成本的分配系数,  $\lambda_2$  为司机对该类成本的分配系数,  $1-\lambda_1-\lambda_2$  为乘客对该类成本的分配系数。

三方都参与时, 获得的收益会大于不参与时获得的收益, 价值共创系统获得的额外收益为  $R$ 。  $\theta_1$  为平台的收入分配系数,  $\theta_2$  为司机的收入分配系数,  $1-\theta_1-\theta_2$  为乘客的收入分配系数。

在合作中, 任意一方选择不参与时, 所付出的成本远远大于三方都参与时所付出的代价。当三者单独采取参与策略时,  $R'_1, R'_2, R'_3$  分别为各自的收益; 且  $R'_1 < \lambda_1 C, R'_2 < \lambda_2 C, R'_3 < (1-\lambda_1-\lambda_2)C$  [15]。

同时, 平台建立了奖励机制, 若司机和乘客做出参与, 给予他们的奖励分别为  $E_1, E_2$  [16], 构建的支付矩阵见表 1。

**Table 1.** Payment matrix of platform, driver and passenger game model

**表 1.** 平台、司机、乘客博弈模型的支付矩阵

平台		乘客	
		参与	不参与
参与	参与	$R_1 - K_1\alpha_1 + K_2\beta_1 + K_3\beta_1 - E_1 - E_2 - \lambda_1 C + \theta_1 R$ $R_2 - K_2\alpha_2 + K_1\beta_2 + K_3\beta_2 + E_1 - \lambda_2 C + \theta_2 R$ $R_3 - K_3\alpha_3 + K_1\beta_3 + K_2\beta_3 + E_2$ $-(1-\lambda_1-\lambda_2)C + (1-\theta_1-\theta_2)R$	$R_1 - K_1\alpha_1 + K_2\beta_1 - E_1 - \lambda_1 C$ $R_2 - K_2\alpha_2 + K_1\beta_2 + E_1 - \lambda_2 C$ $R_3 + K_1\beta_3 + K_2\beta_3 - (1-\lambda_1-\lambda_2)C$
	不参与	$R_1 - K_1\alpha_1 + K_2\beta_1 - E_2 - \lambda_1 C$ $R_2 + K_1\beta_2 + K_3\beta_2 - \lambda_2 C$ $R_3 - K_3\alpha_3 + K_1\beta_3 + E_2 - (1-\lambda_1-\lambda_2)C$	$R_1 - K_1\alpha_1 + R'_1 - \lambda_1 C$ $R_2 + K_1\beta_2 - \lambda_2 C$ $R_3 + K_1\beta_3 - (1-\lambda_1-\lambda_2)C$
不参与	参与	$R_1 + K_3\beta_1 + K_2\beta_1 - E_1 - E_2 - \lambda_1 C$ $R_2 - K_2\alpha_2 + K_3\beta_2 - \lambda_2 C + E_1$ $R_3 - K_3\alpha_3 + K_2\beta_3 + E_2 - (1-\lambda_1-\lambda_2)C$	$R_1 + K_2\beta_1 - E_1 - \lambda_1 C$ $R_2 - K_2\alpha_2 - \lambda_2 C + E_1 + R'_2$ $R_3 + K_2\beta_3 - (1-\lambda_1-\lambda_2)C$
	不参与	$R_1 + K_3\beta_1 - E_2 - \lambda_1 C$ $R_2 + K_3\alpha_2 - \lambda_2 C$ $R_3 + R'_3 - K_3\alpha_3 + E_2 - (1-\lambda_1-\lambda_2)C$	$R_1$ $R_2$ $R_3$

### 3. 模型稳定性分析

假设平台采取“参与”策略的概率为  $x$ , 采取“不参与”策略的概率为  $1-x$ ; 司机采取提供“参与”策略的概率为  $y$ , 采取提供“不参与”策略的概率为  $1-y$ ; 乘客采取“参与”策略的概率为  $z$ , 采取“不参与”策略的概率为  $1-z$ 。

#### 3.1. 平台的策略稳定性分析

平台分别采取“参与”和“不参与”策略的期望收益  $U_{p1}$ ,  $U_{p2}$  以及平均期望收益  $U_p$  为

$$\begin{aligned}
 U_{p2} = & yz(R_1 + K_2\beta_1 + K_3\beta_1 - E_1 - E_2 - \lambda_1 C) + y(1-z)(R_1 + K_2\beta_1 - E_1 - \lambda_1 C) \\
 & + (1-y)z(R_1 + K_3\beta_1 - E_2 - \lambda_1 C) + (1-y)(1-z)R_1
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

平台的期望收益为

$$\overline{U}_p = xU_{p1} + (1-x)U_{p2} \quad (2)$$

平台决策的复制动态方程为

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(U_{p1} - \overline{U}_p) = x(1-x)[yz\theta_1R + (1-y)(1-z)(R'_1 - \lambda_1C) - K_1\alpha_1] \quad (3)$$

$F(x)$  的一阶导数和设定的  $G(y)$  的设定分别为:

$$\begin{aligned} F'(x) &= (1-2x)[yz\theta_1R + (1-y)(1-z)(R'_1 - \lambda_1C) - K_1\alpha_1] \\ G(y) &= yz\theta_1R + (1-y)(1-z)(R'_1 - \lambda_1C) - K_1\alpha_1 \end{aligned} \quad (4)$$

根据微分方程的稳定性定理, 平台选择“参与”策略的概率处于稳定状态必须满足:  $F(x)=0$  且  $dF(x)/d(x) < 0$ 。

当  $y^* = \frac{K_1\alpha_1 + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)}{z\theta_1R + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)}$  时,  $F(x) \equiv 0$ , 意味着对于所有的  $x$  都是稳定状态, 即平台无论选择何

种比例的“参与”策略均是稳定策略。

当  $y^* \neq \frac{K_1\alpha_1 + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)}{z\theta_1R + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)}$  时, 只有  $x=0$ ,  $x=1$  两点是稳定状态, 此时分为两种情况:

① 当  $0 < y < y^*$  时,  $F'(x)|_{x=0} < 0, F'(x)|_{x=1} > 0$ , 于是  $x=0$  是演化稳定策略, 即司机选择“参与”策略的比例小于  $\frac{K_1\alpha_1 + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)}{z\theta_1R + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)}$  时, 平台为了节约成本, 最终会选择“不参与”策略;

② 当  $0 < y^* < y < 1$  时,  $F'(x)|_{x=0} > 0, F'(x)|_{x=1} < 0$ , 于是  $x=1$  是演化稳定策略, 即当司机选择“参与”策略的比例大于  $\frac{K_1\alpha_1 + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)}{z\theta_1R + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)}$  时, 平台为了获得价值共创收益, 也会选择“参与”策略;

由以上分析可知, 平台策略的选择的演化不仅受到司机的影响, 还会受到乘客策略选择的影响, 而且平台参与价值共创需要付出的成本, 参与价值共创时的协调成本, 共同收益以及共同收益分配系数等参数对的变化也会对平台策略的演化产生影响。当平台选择参与策略时, 存在

$$0 < \frac{K_1\alpha_1 + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)}{z\theta_1R + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)} < y < 1。$$

### 3.2. 司机的策略稳定性分析

司机分别采取“参与”和“不参与”策略的期望收益  $U_{d1}$ ,  $U_{d2}$  以及平均期望收益  $U_d$  为

$$\begin{aligned} U_{d1} &= xz(R_2 - K_2\alpha_2 + K_1\beta_2 + K_3\beta_2 + E_1 - \lambda_2C + \theta_2R) + x(1-z)(R_2 - K_2\alpha_2 + K_1\beta_2 + E_1 - \lambda_2C) \\ &\quad + (1-x)z(R_2 - K_2\alpha_2 + K_3\beta_2 - \lambda_2C + E_1) + (1-x)(1-z)(R_2 - K_2\alpha_2 + E_1 - \lambda_2C + R'_2) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} U_{d2} &= xz(R_2 + K_1\beta_2 + K_3\beta_2 - \lambda_2C) + x(1-z)(R_2 + K_1\beta_2 - \lambda_2C) \\ &\quad + (1-x)z(R_2 + K_3\beta_2 - \lambda_2C) + (1-x)(1-z)R_2 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\overline{U}_d = yU_{d1} + (1-y)U_{d2} \quad (7)$$

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(U_{d1} - \overline{U}_d) = y(1-y)[(1-x)(1-z)(R'_2 - \lambda_2C) + E_1 + xz\theta_2R - K_2\alpha_2] \quad (8)$$

同理, 通过司机的复制动态方程  $F(y)$  可以得知, 当  $z^* = \frac{K_2\alpha_2 - E_1 + (x-1)(R'_2 - \lambda_2 C)}{x\theta_2 R + (x-1)(R'_2 - \lambda_2 C)}$  时, 司机选择

任意概率实行“参与”策略都是演化稳定策略。

当  $z^* \neq \frac{K_2\alpha_2 - E_1 + (x-1)(R'_2 - \lambda_2 C)}{x\theta_2 R + (x-1)(R'_2 - \lambda_2 C)}$  时, 分为两种情况。

① 当  $0 < z < z^*$  时,  $F'(y)|_{y=0} < 0, F'(y)|_{y=1} > 0$ , 此时  $y=0$  是演化稳定点, 即乘客选择“参与”策略的概率小于  $\frac{K_2\alpha_2 - E_1 + (x-1)(R'_2 - \lambda_2 C)}{x\theta_2 R + (x-1)(R'_2 - \lambda_2 C)}$  时, 司机在演化博弈的过程中会选择“不参与”策略。

② 当  $0 < z^* < z < 1$  时,  $F'(y)|_{y=0} > 0, F'(y)|_{y=1} < 0$ , 此时  $y=1$  是演化稳定点, 即乘客选择“参与”策略的概率大于  $\frac{K_2\alpha_2 - E_1 + (x-1)(R'_2 - \lambda_2 C)}{x\theta_2 R + (x-1)(R'_2 - \lambda_2 C)}$  时, 司机在演化博弈的过程中会选择“参与”策略。

由以上分析可知, 司机策略的选择的演化会受到平台和乘客二者的影响, 且其策略的演化会受到自身参与水平、平台所给予奖励、价值共创协调成本等参数变化的影响。当乘客选择参与策略时, 存在  $0 < \frac{K_2\alpha_2 - E_1 + (x-1)(R'_2 - \lambda_2 C)}{x\theta_2 R + (x-1)(R'_2 - \lambda_2 C)} < z < 1$ 。

### 3.3. 乘客的策略稳定性分析

司机分别采取“参与”和“不参与”策略的期望收益  $U_{c1}$ ,  $U_{c2}$  以及平均期望收益  $U_c$  为

$$U_{c1} = xy[R_3 - K_3\alpha_3 + K_1\beta_3 + K_2\beta_3 + E_2 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C + (1-\theta_1 - \theta_2)R] + x(1-y)[R_3 - K_3\alpha_3 + K_1\beta_3 + E_2 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] + (1-x)y[R_3 - K_3\alpha_3 + K_2\beta_3 + E_2 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] + (1-x)(1-y)[R_3 + R'_3 - K_3\alpha_3 + E_2 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] \tag{9}$$

$$U_{c2} = xy[R_3 + K_1\beta_3 + K_2\beta_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] + x(1-y)[R_3 + K_1\beta_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] + (1-x)y[R_3 + K_2\beta_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] + (1-x)(1-y)R_3 \tag{10}$$

$$\bar{U}_c = zU_{c1} + (1-z)U_{c2} \tag{11}$$

由以上可得出乘客的复制动态方程:

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(U_{c1} - \bar{U}_c) = z(1-z)[E_2 - K_3\alpha_3 + xy(1-\theta_1 - \theta_2)R + (1-x)(1-y)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C]] \tag{12}$$

1) 当  $x^* = \frac{K_3\alpha_3 + (y-1)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] - E_2}{y(1-\theta_1 - \theta_2)R + (y-1)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C]}$  时,  $F(z) \equiv 0$ , 意味着对所有的  $z$  都是稳定状态,

即乘客无论选择何种概率的“参与”策略均是稳定策略。

2) 当  $x^* \neq \frac{K_3\alpha_3 + (y-1)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] - E_2}{y(1-\theta_1 - \theta_2)R + (y-1)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C]}$  时, 只有  $z=0$ ,  $z=1$  两点是稳定状态, 此时分

为两种情况:

① 当  $x^* < x < 1$  时,  $F'(z)|_{z=0} > 0, F'(z)|_{z=1} < 0$  时,  $z=0$  是演化稳定策略, 即当平台选择“参与”策略的概率小于  $\frac{K_3\alpha_3 + (y-1)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] - E_2}{y(1-\theta_1 - \theta_2)R + (y-1)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C]}$  时, 乘客最终会选择“不参与”策略。

② 当  $x^* < x < 1$  时,  $F'(z)|_{z=0} > 0, F'(z)|_{z=1} < 0$  时,  $z = 1$  是演化稳定策略, 即当平台选择“参与”策略的概率大于  $\frac{K_3\alpha_3 + (y-1)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] - E_2}{y(1-\theta_1 - \theta_2)R + (y-1)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C]}$  时, 乘客最终也会选择“参与”策略。

由以上分析可知, 乘客策略的选择的演化会受到平台和司机二者的影响, 且其策略的演化会受到自身参与水平、平台所给予奖励、价值共创协调成本等参数变化的影响。

### 3.4. 三方演化策略分析

平台、乘客、司机3个博弈参与方的复制动态方程构建雅可比矩阵J:

$$J = \begin{pmatrix} (1-2x)[yz\theta_1R + (1-y)(1-z)(R'_1 - \lambda_1C) - K_1\alpha_1] & y(y-1)[(1-z)(R'_2 - \lambda_2C) - z\theta_2R] & z(z-1)[(1-y)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] - y(1-\theta_1 - \theta_2)R] \\ x(1-x)[z\theta_1R - (1-z)(R'_1 - \lambda_1C)] & (1-2y)[(1-x)(1-z)(R'_2 - \lambda_2C) + E_1 + xz\theta_2R - K_2\alpha_2] & z(z-1)[(1-x)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] - x(1-\theta_1 - \theta_2)R] \\ x(1-x)[y\theta_1R - (1-y)(R'_1 - \lambda_1C)] & y(y-1)[(1-x)(R'_2 - \lambda_2C - x\theta_2R)] & (1-2z)[E_2 + (1-x)(1-y)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] + xy(1-\theta_1 - \theta_2)R - K_3\alpha_3] \end{pmatrix}$$

根据以上分析, 可分别得出平台、乘客、司机方各自达到演化均衡的约束条件, 但三方所构成的博弈系统最终趋向于怎样的均衡点还需要进一步分析。由复制动态方程可知, 该博弈系统存在8个纯策略均衡点和一个混合策略均衡点, 分别为M1(0,0,0), M2(0,1,0), M3(0,0,1), M4(0,1,1), M5(1,0,0), M6(1,1,0), M7(1,0,1), M8(1,1,1), M9( $x^*, y^*, z^*$ ), 其中M9为三个复制动态方程组的非零且非一解。由于演化博弈系统必定严格符合纳什均衡, 其他均衡点必定是非稳定策略, 因此只需考虑8个纯策略均衡点所对应的博弈系统稳定性情况, M9则无需纳入考虑范围[17]。将8个纯策略平衡点分别代入雅可比矩阵中, 可以求得不同平衡点所对应的雅可比矩阵的特征值( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )和系统的稳定性情况。均衡点的稳定性判断见表2。

Table 2. Stability analysis of evolutionary game

表2. 演化博弈稳定性分析

均衡点	特征值	系统稳定性判断
M1(0,0,0)	$R'_1 - \lambda_1C - K_1\alpha_1, R'_2 - \lambda_2C - K_2\alpha_2 + E_1, R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C - K_3\alpha_3$	不稳定点
M2(0,1,0)	$K_1\alpha_1, E_2 - K_3\alpha_3, K_2\alpha_2 + \lambda_2C - R'_2 - E_1$	不稳定点
M3(0,0,1)	$-K_1\alpha_1, E_1 - K_2\alpha_2, K_3\alpha_3 + (1-\lambda_1 - \lambda_2)C - R'_3$	鞍点
M4(0,1,1)	$\theta_1R - K_1\alpha_1, K_2\alpha_2 - E_1, K_3\alpha_3 - E_2$	鞍点
M5(1,0,0)	$K_1\alpha_1 + \lambda_1C - R'_1, E_1 - K_2\alpha_2, E_2K_3 - \alpha_3$	不稳定点
M6(1,1,0)	$K_1\alpha_1, K_2\alpha_2 - E_1, E_2 + (1-\theta_1 - \theta_2) - K_3\alpha_3$	不稳定点
M7(1,0,1)	$K_1\alpha_1, K_3\alpha_3 - E_2, E_2 + \theta_2R - K_2\alpha_2$	鞍点
M8(1,1,1)	$K_1\alpha_1 - \theta_1R, K_2\alpha_2 - \theta_2R - E_1, K_3\alpha_3 - (1-\theta_1 - \theta_2) - E_2$	稳定点

根据题目的设定  $\lambda_1C > R'_1, \lambda_2C > R'_2, (1-\lambda_1 - \lambda_2)C > R'_3; C < R$ , 则  $R'_1 + R'_2 + R'_3 < C < R$ ;

为了保证平衡点E点存在, 需要满足以下条件:  $0 < x^* = \frac{K_3\alpha_3 + (y-1)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C] - E_2}{y(1-\theta_1 - \theta_2)R + (y-1)[R'_3 - (1-\lambda_1 - \lambda_2)C]} < 1$ ,

$$0 < y^* = \frac{K_1\alpha_1 + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)}{z\theta_1R + (1-z)(\lambda_1C - R'_1)} < 1, \quad 0 < z^* = \frac{K_2\alpha_2 - E_1 + (x-1)(R'_2 - \lambda_2C)}{x\theta_2R + (x-1)(R'_2 - \lambda_2C)} < 1$$

结合以上各个条件, 推导过程如下:

将M1(0,0,0), M2(0,1,0), M5(1,0,0), M6(1,1,0)代入上述约束条件, 得  $K_1\alpha_1 < \theta_1R, K_2\alpha_2 < \theta_2R + E_1$ ,

$K_3\alpha_3 < (1-\theta_1-\theta_2)R+E_2$ , 不符合题目的设定, 因此不是稳定点。将M3(0,0,1)带入约束条件, 得特征值  $\lambda_2 > 0$ ; 将M4(0,1,1)带入约束条件, 得特征值  $\lambda_1 > 0$ ; 将M7(1,0,1)带入约束条件, 得特征值  $\lambda_1 > 0$ 。将M1(1,1,1)带入约束条件, 得特征值全部小于零, 因此, M8为稳定点。此时, 平台、乘客和网民都采取参与的策略, 且要求平台参与的成本小于参与价值共创时分配的共同利益, 司机和乘客参与的成本也小于参与价值共创分配的共同利益和平台给予的奖励之和。三方在协同参与下, 共同创造和谐的价值共创系统, 是博弈策略组合中的最优策略选择。

#### 4. 算例分析

为了更加直观地观察平台, 司机和乘客的演化路径, 采用matlab对模型进行数值仿真分析。为了使模型达到稳定状态(1,1,1), 参数需要满足以下条件。

$$\lambda_1 C > R', \lambda_2 C > R', (1-\lambda_1-\lambda_2)C > R_3'; C < R, \text{ 则 } R'_1 + R'_2 + R'_3 < C < R;$$

$$K_1\alpha_1 < \theta_1 R, K_2\alpha_2 < \theta_2 R + E_1, K_3\alpha_3 < (1-\theta_1-\theta_2)R + E_2$$

因此, 本文将初始值设定为:

$$E_1 = 1, E_2 = 0.5, \theta_1 = 0.5, \theta_2 = 0.3, R = 3, R'_1 = 0.7, R'_2 = 0.5, R'_3 = 0.3, C = 2, \lambda_1 = 0.5, \lambda_2 = 0.3, K_1 = 2, K_2 = 1.5, K_3 = 1, \alpha_1 = 0.05, \alpha_2 = 0.05, \alpha_3 = 0.05$$

情形一: 在初始状态下, 平台、司机和乘客三方的演化博弈路径如图1, 可以看出在满足约束条件的情况下, 平台、司机和乘客3个参与主体的策略趋向于M8(1,1,1)。

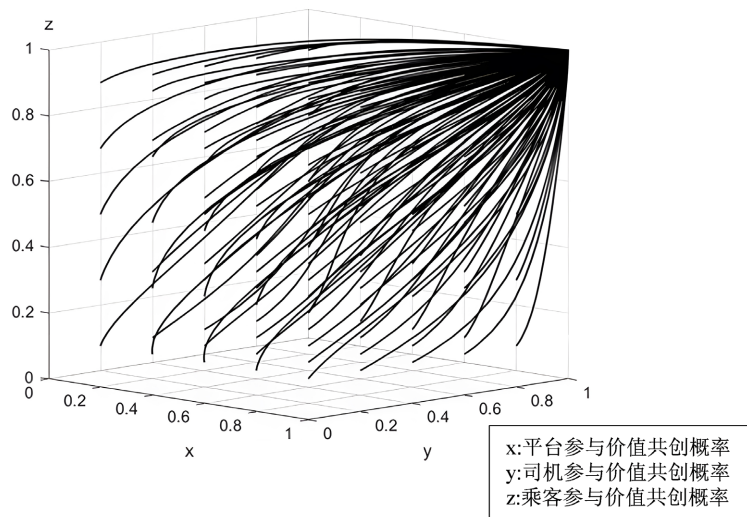
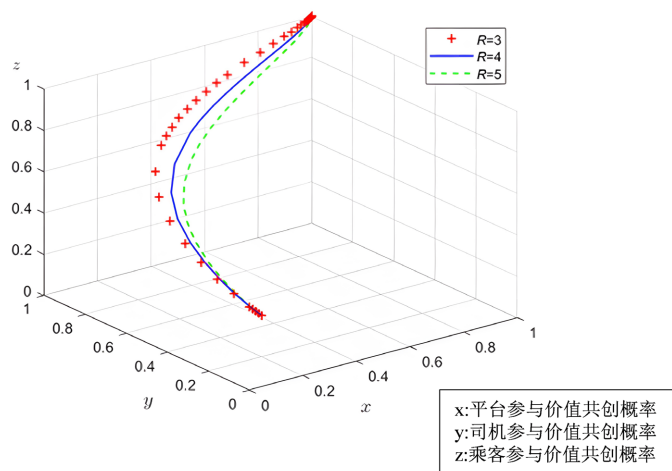


Figure 1. Result of array evolution for 50 times  
图 1. 数组演化 50 次的结果

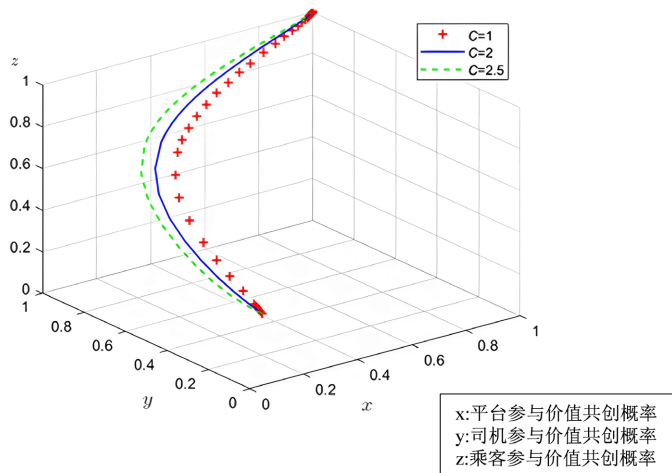
情形2:

共同收益的增加能够加快平台, 司机和乘客选择参与策略的演化速度; 而协调成本的增加会负向影响三方对于参与策略的选择。平台、司机和乘客三方对于共同收益和协调成本的分配系数分别为0.5、0.3、0.2, 由于分配系数的不同, 共同收益和协调成本的调整对三者的影响程度也不尽相同。因此, 企业可以在获得的收益和付出的成本平衡并能保证自身收益的基础上, 适当调整分配系数, 给予司机和乘客更多的收益, 降低价值共创协调成本, 创造更协调的价值共创系统。演化结果如图2、图3所示:





**Figure 2.** Impact of common income on value co-creation  
**图 2.** 共同收益对价值共创行为的影响



**Figure 3.** Impact of coordination cost on value co-creation  
**图 3.** 协调成本对价值共创行为的影响

情形3:

在保证数组取值符合条件的情况下, 平台对司机的奖励由1上下波动, 分别取值0.5和1.5, 当价值共创成本和成本分配系数不变的情况下, 虽然司机在价值共创系统中分配到的共同收益以及平台给予的奖励完全能抵消司机在价值共创中的成本, 但随着平台给予奖励的增多, 司机选择参与策略的演化趋势都更快的趋近于稳定状态, 如图4所示。

同理, 在数组取值符合条件的情况下, 当平台给予乘客的奖励为0.5时, 乘客在价值共创系统中所获得的收益为0.65, 当平台给予乘客的奖励下降到0时, 乘客所获得的收益为0.15, 当上升1时, 乘客所获得的收益为1.15。有演化趋势可以看出, 奖励提升后, 乘客选择“参与”策略的演化速度才会加快, 并且该奖励能够填补乘客参与价值共创系统所付出的成本, 演化过程如图5所示。

结合亚当斯的公平理论, 平台在实施奖励时可以依据司机和用户的参与程度进行细分, 让参与程度较高的司机和乘客享受更高的奖励待遇, 激发他们的参与意愿, 让他们带着“主人翁”的责任感融入价值共创系统。其次, 平台在制定奖励制度时, 应考虑系统中的成本和价值共创参与方创造的共同受益的

分配, 像在本在文中设定的数组, 如果价值共创系统的共同收益能弥补其参与价值共创系统中的成本, 那平台可以考虑给予价值共创参与方其他方面的奖励, 以减少平台的管理成本。

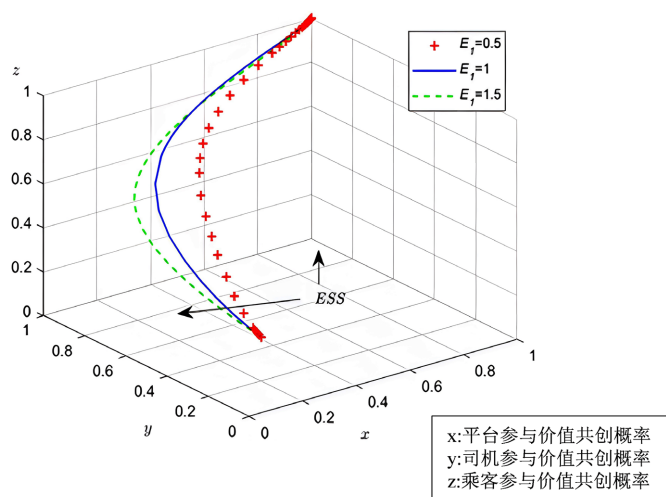


Figure 4. Impact of platform on driver reward  
图 4. 平台对司机奖励的影响

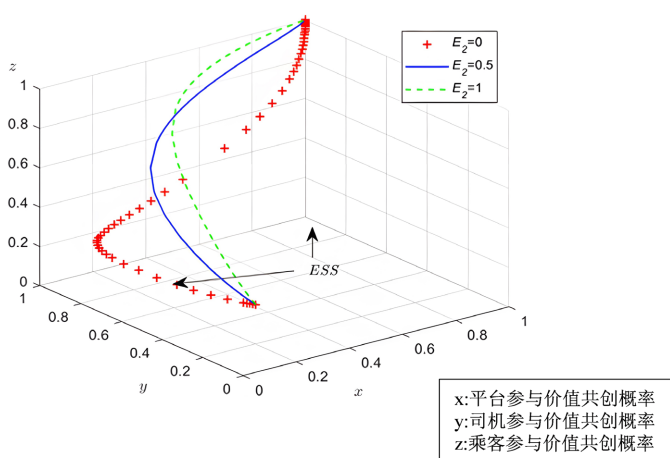


Figure 5. Impact of platform on passenger reward  
图 5. 平台对乘客奖励的影响

## 5. 结论与建议

通过博弈理论和仿真实验对网约车平台价值共创系统中三方价值共创行为的演化过程进行分析, 得出以下结论。首先, 对于平台来说, 要积极为司机和乘客打造价值共创的环境, 使得各个业务功能的信息容易获取, 界面各功能布局合理, 交互设计友好, 为司机和乘客二者选择“参与”策略创造有利的条件。但平台也要注意奖励的合理性, 在足够激发司机和乘客参与的情况下, 可将物质奖励换成其他奖励。其次, 司机和乘客的参与受到彼此以及平台奖励的影响。因此, 平台在给予奖励的情况下, 也可对司机行为进行相应的规制, 创造更好的三方价值共创环境。最后, 参与成本、双方协调行为的总成本等因素不利于三方价值共创参与过程中“参与”策略的选择, 额外收益、各方单独采取参与策略的收益等因素则利于价值共创生态系统的平衡与稳定。

总结以上观点, 也可以得出如下启示: 总结以上观点, 也可以得出如下启示:

### 1) 完善奖励机制, 提升共创意愿

本研究从网约车平台、司机、乘客三方自身能力水平、利益、成本、奖励几个方面对价值共创的影响进行了分析, 从以上分析得知, 平台给予的奖励和各方选择参与策略所产生的收益均利于价值共创行为的选择。因此, 企业可以考虑分别针对司机和乘客设立不同的奖励机制, 同时探究其他激励因素, 如社交价值感知、平台支持质量、社会影响、互动等因素对参与方价值共创行为的影响, 除了打车消费券、现金红包等物质奖励外, 也可以考虑从这些方面参与, 从而提升用户的价值共创意愿。

### 2) 赋予用户权利, 构建和谐环境

赋予用户更多的权利, 让用户处在平等的价值共创氛围中。平台的管理者或者企业应构建和谐的价值共创环境, 支持每位用户分享自己有价值的信息, 奖励积极传播和分享的用户, 同时增强平台或社群的管理机制, 干预不良信息的发布, 鼓励但不强制用户进行价值共创, 创造自由的氛围, 能够让用户充分发挥其创造力, 对平台或者企业的发展提出恳切的建议, 能够增加用户黏性的同时, 也有利于自身的发展。

### 3) 降低协调成本, 鼓励多方参与

价值共创系统中的协调成本是阻碍多方参与的一大因素, 但随着共享经济逐渐进入人们的生活, 企业应当以开放共享的心态来谋求成长, 因其独自创造的价值已经无法满足顾客的需求, 需要用户参与到价值共创的过程中。所以, 企业应该设立平台并开放端口, 简化界面设计, 降低多方参与的协调成本, 鼓励多方用户共享信息, 实现交互, 共享利益。如让在微信小程序界面存在的滴滴打车软件打开便可输入上车地点, 并且只设立了4个版块, 操作简单。同时, 可提供24小时客服服务, 处理用户和司机遇到的问题, 增强用户的信任。

## 基金项目

国家社会科学基金一般项目“大数据支持下网络谣言智慧治理机制及运行策略研究”(项目编号: 21BGL243); 上海市哲学社会科学规划一般项目“大数据时代伪健康信息传播特征及多主体协同干预研究”(项目编号: 2020BGL005)。

## 参考文献

- [1] 张翠娟, 徐虹. 参展商和专业观众参与展览会价值共创机理研究——基于结构方程模型的量化分析[J]. 旅游学刊, 2019, 34(3): 57-70.
- [2] 魏想明, 刘锐奇. 服务生态系统视角下可持续性价值共创模式构建——基于拼多多平台的案例研究[J]. 学习与实践, 2022(4): 93-100. <https://doi.org/10.19624/j.cnki.cn42-1005/c.2022.04.009>
- [3] 耿秀丽, 徐扬. 虚拟社群中用户参与产品价值共创的演化博弈分析[J]. 技术与创新管理, 2022, 43(2): 225-232. <https://doi.org/10.14090/j.cnki.jsxc.2022.0212>
- [4] 马九杰, 李文情. “大数据”平台用户持续参与网络社区价值共创的动因及中介机制研究[J]. 创新科技, 2021, 21(2): 21-28. <https://doi.org/10.19345/j.cxkj.1671-0037.2021.02.003>
- [5] 左文明, 黄枫璇, 毕凌燕. 分享经济背景下价值共创行为的影响因素——以网约车为例[J]. 南开管理评论, 2020, 23(5): 183-193.
- [6] 付淑换, 石岩然. 网约车行业监管困境的演化博弈分析及优化对策[J]. 经济问题, 2019(12): 8-15+51. <https://doi.org/10.16011/j.cnki.jjw.2019.12.003>
- [7] 雷丽彩, 高尚, 蒋艳. 网约车新政下网约车平台与网约车司机的演化博弈分析[J]. 管理工程学报, 2020, 34(1): 55-62. <https://doi.org/10.13587/j.cnki.jieem.2020.01.007>
- [8] 戴勇. 服务主导逻辑下的3D打印平台型商业模式创新[J]. 技术与创新管理, 2020, 41(2): 160-166. <https://doi.org/10.14090/j.cnki.jsxc.2020.0209>

- [9] 江平宇, 冷杰武, 丁凯. 社群化制造模式的边界效应分析与界定[J]. 计算机集成制造系统, 2018, 24(4): 829-837. <https://doi.org/10.13196/j.cims.2018.04.003>
- [10] 江平宇, 丁凯, 冷杰武. 社群化制造: 驱动力、研究现状与趋势[J]. 工业工程, 2016, 19(1): 1-9.
- [11] 张振刚, 尚钰, 李云健, 陈爱辉. 共创体验视角下虚拟社区环境对价值共创行为的影响[J]. 企业经济, 2020, 39(1): 12-18. <https://doi.org/10.13529/j.cnki.enterprise.economy.2020.01.002>
- [12] Hagi, A. and Wright, J. (2015) Enabling versus Controlling. Harvard Business School Working Paper, No. 16-002. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2627843>
- [13] Yi, Y. and Gong, T. (2013) Customer Value Co-Creation Behavior: Scale Development and Validation. *Journal of Business Research*, **66**, 1279-1284. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.02.026>
- [14] Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B. and Davis, F.D. (2003) User Acceptance of Information Technology: Toward Unified View. *MIS Quarterly*, **27**, 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- [15] 王发明, 朱美娟. 创新生态系统价值共创行为协调机制研究[J]. 科研管理, 2019, 40(5): 71-79.
- [16] 赵宏霞, 王新海, 周宝刚. B2C 网络购物中在线互动及临场感与消费者信任研究[J]. 管理评论, 2015, 27(2): 43-54. <https://doi.org/10.14120/j.cnki.cn11-5057/f.2015.02.005>
- [17] 庞庆华, 王钰. 意见领袖影响的微博负面舆情演化博弈分析[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2022, 44(1): 117-124.