

外卖平台商家与外卖员的博弈与合作

杜佩佳, 刘生敏

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年6月21日; 录用日期: 2024年8月9日; 发布日期: 2024年8月16日

摘要

随着外卖行业的快速发展, 外卖平台商家和外卖配送员之间的关系逐渐成为影响服务质量和工作效率的重要因素。因此, 本文研究了外卖平台商家和外卖配送员的博弈演化模型, 结果显示, 商家选择严格要求配送员, 配送员按需配送是较为稳定的策略组合。这表明, 商家通过严格要求配送员, 可以显著提升配送员的服务标准和规范操作, 减少因配送质量问题引起的客户投诉, 进而提升平台的整体服务质量。其次, 配送员按需配送的策略能够根据实际需求进行灵活调配, 减少空跑现象, 提高配送效率和资源利用率, 从而减少顾客投诉。本文的研究为外卖行业提供了理论依据, 帮助外卖平台管理者制定有效的管理策略, 确保平台的可持续发展。

关键词

外卖平台商家, 外卖配送员, 演化博弈

The Game and Cooperation between Takeout Platform Merchants and Takeout Workers

Peijia Du, Shengmin Liu

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Jun. 21st, 2024; accepted: Aug. 9th, 2024; published: Aug. 16th, 2024

Abstract

With the rapid development of the food delivery industry, the relationship between merchants and delivery personnel on delivery platforms has gradually become a crucial factor affecting service quality and work efficiency. Therefore, this paper studies the evolutionary game model be-

tween merchants and delivery personnel on delivery platforms. The results show that a stable strategy combination involves merchants strictly requiring delivery personnel, while delivery personnel deliver on demand. This indicates that by strictly requiring delivery personnel, merchants can significantly enhance the service standards and standardized operations of delivery personnel, reduce customer complaints caused by delivery quality issues, and thereby improve the overall service quality of the platform. Additionally, the strategy of on-demand delivery allows delivery personnel to flexibly adjust according to actual needs, reducing idle runs, improving delivery efficiency and resource utilization, and thus reducing customer complaints. This study provides a theoretical basis for the food delivery industry, helping platform managers develop effective management strategies to ensure the sustainable development of the platform.

Keywords

Takeaway Platform Merchants, Takeaway Delivery Personnel, Evolutionary Gaming

Copyright © 2024 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. 问题提出

随着城市化进程的加速和生活节奏的加快, 外卖行业在全球范围内迅速崛起, 成为现代生活中不可或缺的一部分。外卖平台的兴起为消费者提供了方便快捷的订餐方式, 同时也为传统餐饮行业带来了全新的销售模式[1]。然而, 外卖行业的迅速发展也带来了一系列挑战, 其中之一便是商家与配送员之间的博弈关系和合作模式。在外卖平台上, 商家扮演着提供食品服务的关键角色。他们通过外卖平台接受顾客的订单, 并且依赖外卖配送员将订单送达顾客手中。商家的成功与否不仅取决于菜品质量和服务水平, 还受到订单准时送达、顾客评价和投诉率等因素的影响[2]。为了最大化利润和提升品牌声誉, 商家需要制定合适的配送策略。另一方面, 外卖配送员是外卖行业不可或缺的一环。他们负责将商家的订单从店铺送达到顾客手中, 其收益主要来自订单佣金和顾客的小费。然而, 配送员面临着时间紧迫、路程遥远和工作负担重的挑战。为了提高工作效率和最大化收益, 配送员可能会选择采取不同的配送方式和策略。商家和配送员之间存在着紧密的相互作用和博弈关系。商家的配送要求和服务质量直接影响着配送员的工作负担和收益水平, 而配送员的配送策略选择又会直接影响商家的订单准时送达率和顾客满意度[3]。因此, 商家与配送员之间的合作模式和博弈关系成为外卖行业发展的关键因素之一。本论文旨在运用演化博弈理论, 深入研究外卖商家和外卖配送员之间的策略选择和博弈过程。通过构建相应的模型和分析框架, 揭示商家与配送员之间的博弈动态和最优策略, 为外卖行业的可持续发展提供理论支持和实践指导。

2. 相关文献综述

在外卖行业的生态系统中, 商家与外卖员之间的关系构成了一个错综复杂的网络, 其中充满了合作与竞争、利益与矛盾交织。针对这一议题, 现有文献提出了多方面的研究观点。

首先, 商家与外卖员之间的合作与竞争关系备受关注。研究指出, 商家通常希望外卖员能够按时送达订单并提供优质的服务, 以提升顾客体验和品牌形象。然而, 外卖员则可能因为工作压力大、收入不稳定等问题而产生不满情绪, 导致服务质量下降或甚至拒绝配送。例如, 在某个城市的外卖市场上, 一家知名餐饮连锁企业提供了大量的订单给外卖平台。这些订单对商家来说是业务增长的重要来源, 同时也为外卖员提供了稳定的收入机会。然而, 商家对订单的送达时间和服务质量要求很高, 希望外卖员能

够保证订单及时送达并提供良好的服务体验。但实际上, 外卖员可能面临着时间紧迫、路程遥远和订单量过大等挑战, 导致订单的送达延误或服务质量下降[4]。据统计数据显示, 在某些城市, 超过 30% 的外卖订单存在送达延误或顾客投诉的情况, 这直接影响了商家的声誉和顾客的满意度。其次, 外卖平台的经营模式和规则对商家与外卖员之间的关系产生了重大影响。外卖平台通常收取商家一定比例的订单佣金, 并对商家的推广和展示位置进行限制, 这可能引发商家的不满情绪, 进而影响他们对外卖员的管理和激励。外卖平台通常会收取商家一定比例的订单佣金, 并对商家的推广和展示位置进行限制。据调查发现, 某些外卖平台的佣金比例高达 20%, 这对商家的利润空间产生了较大的影响。商家可能因此感到不满情绪, 进而影响他们与外卖员的合作行为。此外, 外卖行业还存在着劳动关系的劳动权益方面的问题。外卖员常常面临着工作安全、薪酬待遇和社会保障等诸多困境, 这不仅影响了他们的工作积极性, 也可能导致与商家之间的矛盾和冲突。根据调查数据显示, 大多数外卖员没有固定的工作合同, 缺乏社会保障和工作保障, 这使得他们的工作环境和收入稳定性面临着较大的挑战。这些问题可能导致外卖员的工作积极性下降, 甚至引发劳资纠纷和投诉事件, 进而影响了商家与外卖员之间的合作关系。综上所述, 商家与外卖员之间的关系涉及到多个层面的因素, 需要综合考虑商家、外卖平台和外卖员之间的利益关系, 以促进外卖行业的健康发展和可持续运营。本论文旨在深入探讨商家与外卖员之间的博弈关系和合作模式, 为外卖行业的可持续发展提供理论指导和实践参考。

3. 模型构建及分析

3.1. 参数描述

Table 1. Parameter symbols and meanings
表 1. 参数符号与意义

符号	意义说明
X	商家选择严格要求配送员的概率为 X , 选择灵活对待配送员的概率为 $1 - X$
Y	配送员选择按需配送的概率为 Y , 选择投放外卖柜的概率为 $1 - Y$
R_s	商家在顾客支付订单费用后获得的基本收益
C_s	商家要求配送员按需配送的管理成本
C_L	选择灵活对待配送员的管理成本
L_s	商家面临顾客投诉、订单退款的成本
J	配送员每完成一个订单的收入
R_m	当配送员选择按需配送时, 获得职业道德收益
R_e	配送员投放配送柜, 减少成本, 获得效率收益
V	配送员投放外卖柜的费用为
C_d	需配送的精力和金钱成本
d	配送员擅自投柜可能受到商家惩罚, 罚款损失

本文主要研究外卖平台商家和外卖配送员双方的演化博弈模型外卖商家提供餐饮或食品服务, 通过外卖平台接收订单, 并与外卖配送员合作, 确保订单及时准确送达。外卖商家有两种策略选择: 一是严格要求配送员按时配送、提供优质服务, 减少顾客投诉。二是灵活对待配送员, 允许配送员将订单投放到外卖柜, 减少配送员的工作负担。外卖配送员负责将商家的订单送到顾客手中。其收益来自于订单佣金和小费。外卖配送员有两种策略选择: 按需配送: 根据商家的要求, 确保订单按时送达, 并提供高质

量服务。投放外卖柜：将订单投放到外卖柜，节省配送时间和成本。商家选择严格要求配送员的概率为 X ($0 \leq X \leq 1$)，选择灵活对待配送员的概率为 $1 - X$ 。配送员选择按需配送的概率为 Y ($0 \leq Y \leq 1$)，选择投放外卖柜的概率为 $1 - Y$ 。具体参数符号与意义如表 1 所示。

3.2. 模型假设

假设 1：外卖平台商家和外卖配送员均为有限理性行为主体，无法在选择策略的瞬间获得经济结果。

假设 2：假设商家和配送员在信息上存在不对称性。外卖平台商家可能无法完全了解配送员的工作状况或效率，而配送员也可能不完全了解商家的策略要求。

假设 3：假设顾客需求和反馈会影响商家和配送员的策略选择。顾客的评价、订单量、小费等因素可能成为商家和配送员调整策略的动力。

假设 4：假设商家和配送员在选择策略时面临成本和资源的约束。商家可能面临人力、时间或资金的限制，配送员可能面临交通、工作量或个人精力的限制。

3.3. 模型构建

基于上述假设和参数设定，外卖平台商家和外卖配送员双方的博弈模型，同策略选择下的收益矩阵如表 2 所示。

Table 2. Revenue matrix

表 2. 收益矩阵

策略选择	外卖配送员按需配送	外卖配送员投放外卖柜
外卖平台商家	$R_s - C_s - L_s$	$R_s - C_s - d$
严格要求配送员	$J + R_m - C_d$	$J + R_e - V$
外卖平台商家	$R_s - C_L - L_s$	$R_s - C_L + V$
灵活对待配送员	$J + R_m - C_d$	$J + R_e - V$

商家策略适应度

商家的策略适应度可以表示为商家在不同策略组合下的收益加权平均值。根据收益矩阵，商家选择“严格要求配送员”的适应度为：

$$F_s = XY(R_s - C_s - L_s) + X(1 - Y)(R_s - C_s - d)$$

商家选择“灵活对待配送员”的适应度为：

$$F_L = (1 - X)Y(R_s - C_s - L_s) + (1 - X)(1 - Y)(R_s - C_L + V)$$

商家策略平均适应度为：

$$\bar{F} = X(F_s(1 - Y) + F_L Y)$$

外卖配送员策略适应度

同样，配送员的策略适应度反映了他们选择不同策略组合的加权收益。根据收益矩阵，配送员选择“按需配送”的适应度为：

$$F_d = XY(J + R_m - C_d) + (1 - X)Y(J + R_m - C_d)$$

配送员选择“投放外卖柜”的适应度为：

$$F_C = X(1-Y)(J+R_e-V) + (1-X)(1-Y)(J+R_e-V)$$

外卖配送员平均适应度为:

$$\bar{F} = Y(F_d(1-X) + F_s X)$$

这些适应度表达式可以用来分析商家和外卖配送员在不同策略组合下的收益和成本的加权平均。它们还可以用于确定不同策略选择的优劣, 并通过演化博弈模型预测策略的变化趋势。基于适应度的计算, 商家和配送员可以调整他们的策略选择, 以最大化收益或最小化成本。

在演化博弈理论中, 策略的动态调整可以用复制动力学来描述。复制动力学是一种模型, 用于分析策略在博弈过程中如何演化。局部均衡点是指在动力系统中, 各策略的选择不会进一步变化的状态, 这包括纯策略均衡[5]。基于外卖商家和外卖配送员的策略选择, 可以构建二维动力系统, 通过复制动力学分析局部均衡点和纯策略均衡[6]。

商家选择严格要求配送员的复制动力学方程:

$$\frac{dX}{dt} = X(F_s - \bar{F})$$

商家选择灵活对待配送员的复制动力学方程:

$$\frac{d(1-X)}{dt} = (1-X)(F_L - \bar{F})$$

配送员选择按需配送的复制动力学方程:

$$\frac{dY}{dt} = Y(F_d - \bar{F})$$

配送员选择投放外卖柜的复制动力学方程:

$$\frac{d(1-Y)}{dt} = (1-Y)(F_C - \bar{F})$$

其中, $\bar{F}$ 是平均适应度, 可以根据策略的适应度来计算:

$$\bar{F} = X \cdot Y \cdot F_s + X \cdot (1-Y) \cdot F_L + (1-X) \cdot Y \cdot F_d + (1-X) \cdot (1-Y)$$

令以上复制动态方程分别等于 0, 可以得到二维动力系统的局部均衡点包括纯策略均衡。局部均衡点是指动力系统中的平衡状态, 策略的概率不再变化。在二维动力系统中, 局部均衡点包括纯策略均衡和混合策略均衡。主要研究纯策略均衡点(1, 1) (1, 0) (0, 1) (0, 0)。

3.4. 均衡点的局部稳定性分析

Friedman 提出的方法中, 稳定性分析是通过求解系统的雅可比矩阵并检查特征值来确定系统均衡点的稳定性。在演化博弈理论中, 复制动力学用于分析策略的动态演化[7]。在这种动力系统中, 均衡点的稳定性可以通过分析雅可比矩阵的特征值来判断。

雅可比矩阵是一组偏导数, 表示在一个多变量函数中, 每个变量对其他变量的变化率。在演化博弈中, 雅可比矩阵描述了策略选择的变化率。在二维动力系统中, 雅可比矩阵用于分析系统均衡点的稳定性。

通过计算复制动力学方程的偏导数, 可以得到雅可比矩阵(J):

$$J = \begin{pmatrix} X & (1-X) \cdot \frac{\partial F_s}{\partial X} \\ Y & (1-Y) \cdot \frac{\partial F_d}{\partial Y} \end{pmatrix}$$

其中, 雅可比矩阵的特征值决定了系统均衡点的稳定性。当特征值为负数时, 系统均衡点稳定, 表示策略选择趋向于平衡。当特征值为正数时, 系统均衡点不稳定, 策略选择可能存在波动或变化。通过求解雅可比矩阵的特征值, 可以确定外卖商家和外卖配送员演化博弈的均衡点的稳定性, 并分析系统在不同策略组合下的变化趋势。这有助于预测系统的长期演化过程, 以及商家和配送员策略选择的稳定状态。将 4 个均衡点带入雅可比矩阵, 可以得到外卖平台商家和外卖配送员博弈模型 4 个均衡点特征值, 具体如表 3 所示。

Table 3. The eigenroots of the local equilibrium take the value

表 3. 局部均衡点的特征根取值

均衡点	均衡点对应的特征根 θ	
	θ_1	θ_2
(1, 1)	$-\bar{F} + F_s$	$-\bar{F} + F_s$
(1, 0)	$-\bar{F} + F_L$	$\bar{F} + F_c$
(0, 1)	$\frac{F_d}{2} - \frac{\sqrt{F_d \cdot (F_d + 4 \cdot F_L)}}{2}$	$\frac{F_d}{2} + \frac{\sqrt{F_d \cdot (F_d + 4 \cdot F_L)}}{2}$
(0, 0)	$-\sqrt{F_c \cdot F_L}$	$\sqrt{F_c \cdot F_L}$

均衡点情况讨论:

(1, 1)均衡点包含两个相同负特征根。如果没有其他外部干扰, 系统在此均衡点可能具有一定的稳定性。而(1, 0) (0, 1) (0, 0)均不是均衡点。

根据上述结果可以得出以下结论:

结论 1: 商家严格要求配送员可以产生稳定的策略组合, 配送员选择按需配送是稳定的策略。

结论 2: 外卖商家和配送员可以根据稳定性分析调整策略, 以确保服务质量和效率。

结论 3: 在稳定的均衡点, 商家和配送员的收益和成本达到平衡, 有助于提高外卖平台的整体效率。

结论 4: 外部监管和平台政策对商家和配送员的策略选择有一定影响, 可以用演化博弈模型分析其作用。

4. 仿真分析

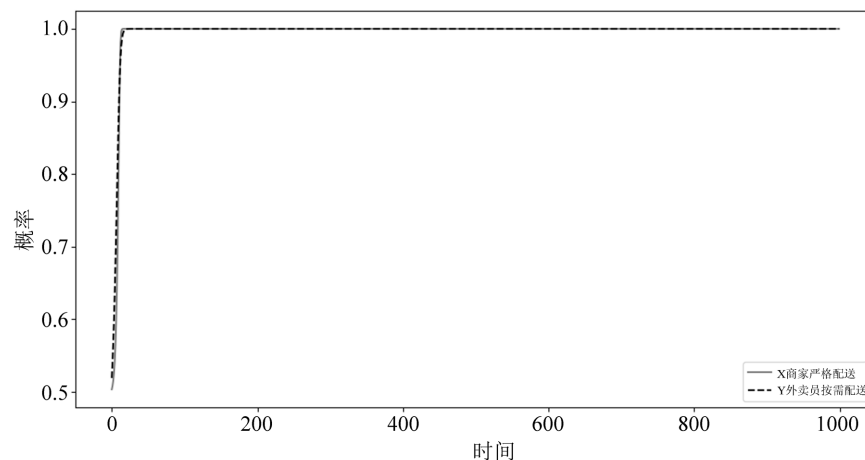


Figure 1. Stable point strategy simulation diagram

图 1. 均衡点策略仿真图

在本文研究的外卖平台商家与外卖配送员的博弈演化模型中, 我们对策略组合“商家严格要求”和“配送员按需配送”是否为一个稳定的均衡点进行了仿真实验。为了简化分析, 我们结合实际情况, 设定了以下相关参数: X 与 Y 的取值为 $[0, 1]$, $R_S = 20$, $C_S = 3$, $C_L = 5$, $L_S = 5$, $d = 10$, $J = 5$, $R_m = 2$, $R_e = 2$, $V = 1$, $C_d = 3$ 。结果如图 1 所示, 商家选择严格要求配送员(X)的概率和配送员选择按需配送(Y)的概率都迅速上升, 并稳定在接近 1 的水平。具体来说, 从初始概率 0.5 开始, X 和 Y 的值在前几个时间步长内迅速增加, 最终趋于 1。这表明, 商家严格要求配送员和配送员按需配送的策略组合是一个稳定的均衡点。这一仿真结果与我们的博弈模型分析一致, 验证了“商家严格要求”和“配送员按需配送”作为稳定均衡点的理论结论。在这种情况下, 商家要求配送员按需降低了商家面临的顾客投诉和订单退款的成本、相对于配送员而言, 减少了其选择投放外卖柜的惩罚损失, 增加了按需配送的职业道德收益, 从而实现了稳定均衡。这表明外卖平台通过适当的策略和激励机制, 可以促使商家和配送员选择最优策略组合, 提升服务质量和工作效率, 实现平台的可持续发展。

5. 结论

本文研究了外卖平台商家和外卖配送员的博弈演化模型, 深入探讨了双方策略选择的动态调整和均衡点的稳定性。首先, 通过构建复制动力学方程, 分析了商家和配送员的策略选择, 并根据雅可比矩阵的特征根判断系统的稳定性。结果表明, 商家严格要求, 配送员按需配送是稳定的均衡点。灵活对待的策略组合则可能导致系统不稳定。这一模型揭示了外卖平台中商家和配送员的相互关系以及策略选择的重要性。商家严格要求配送员, 通常意味着更高的服务质量和顾客满意度, 而配送员按需配送则可以提高工作效率, 减轻配送压力。这个模型提供了一种实用的框架。首先外卖平台通过识别稳定的策略组合可以优化商家和配送员的策略, 确保订单及时、准确地送达, 提高服务质量。同时, 可以提升配送员的配送效率, 减少配送成本。稳定的策略组合通常伴随着更高的顾客满意度, 从而有助于减少顾客投诉, 提升商家信誉。其次, 平台可以依据博弈演化模型, 制定相应的管理策略, 平衡商家和配送员的利益, 提高整体运营效率。此外, 平台也可以利用这个模型来确定监管和政策的影响, 优化收益分配机制。通过研究博弈模型的稳定性, 外卖平台可以在应对市场变化、监管政策以及顾客需求的过程中, 保持运营的稳定性和可持续发展。

综合来看, 本文的研究为外卖行业提供了理论依据和实践指导, 帮助平台管理者制定更有效的策略, 提高工作效率, 增强服务质量, 同时确保平台的长远发展。这些结论可以为外卖行业的相关研究提供借鉴, 并为优化外卖平台的运营提供实用的解决方案。

参考文献

- [1] 杜津宇. 企业社会责任下平台劳动力精细化保护研究——基于外卖行业的考察[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2024(3): 49-59.
- [2] 孙洁. 快递配送青年权益保障现状、瓶颈与对策建议[J]. 中国青年研究, 2022(1): 28-34+52.
- [3] 林嘉琳, 陈昌凤. 算法决策下零工经济平台的权力关系变动及价值选择——以外卖平台为例[J]. 西南民族大学学报(人文社会科学版), 2021, 42(12): 153-157.
- [4] 孙萍. “算法逻辑”下的数字劳动: 一项对平台经济下外卖送餐员的研究[J]. 思想战线, 2019, 45(6): 50-57.
- [5] 王先甲, 全吉, 刘伟兵. 有限理性下的演化博弈与合作机制研究[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(S1): 82-93.
- [6] 吴昊, 杨梅英, 陈良猷. 合作竞争博弈中的复杂性与演化均衡的稳定性分析[J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(2): 90-94.
- [7] 孙庆文, 陆柳, 严广乐, 车宏安. 不完全信息条件下演化博弈均衡的稳定性分析[J]. 系统工程理论与实践, 2003, 23(7): 11-16.