

文章编号: 2095-2163(2020)09-0171-04

中图分类号: F274

文献标志码: A

基于 Stackelberg 博弈的网约车平台竞合关系的研究

刘寒, 郭进利

(上海理工大学 管理学院, 上海 200082)

摘要: 随着中国全面推进“互联网+”行动, 网约车已经成为交通运输行业一种新的共享出行方式。网约车给消费者的出行带来便利, 其良好的市场前景也导致各寡头企业之间的竞争愈演愈烈。本文基于 Stackelberg 博弈模型, 分析竞争状态与合作状态下, 网约车平台三方寡头之间的产量和收益。结果表明: 合作收益总是大于竞争收益。未来网约车市场最理想的博弈方式是在彼此竞争关系下也要合作的竞合博弈。

关键词: 网约车; 竞合; Stackelberg 博弈

Research on co-opetition relationship of ride-hailing platform based on Stackelberg Game

LIU Han, GUO Jinli

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200082, China)

[Abstract] With the comprehensive promotion of Internet + action plan in our country, ride-hailing has become a new way of rideshare in the transportation industry. While the ride-hailing platform provides more convenient services to passengers, it is also facing severe competition among oligarchs due to its bright prospect. Based on the Stackelberg Game model, this paper analyzes the output and profit between the tripartite oligarchs of the ride-hailing platform under the state of competition and cooperation. The results show that all the ride-hailing platforms will get more benefits if they cooperate on the basis of competition. In the future, the most ideal Game model for the ride-hailing market is the co-opetition Game.

[Key words] ride-hailing; co-opetition; Stackelberg Game

0 引言

2012年, 第三方互联网共享出行服务平台初步进入大众视野^[1]。2013-2015年, 各平台间的价格战降低了乘客的出行费用, 网约车成为大众较为满意的出行方式。2016年以来, 网约车市场合法化并进入快速发展期, 2019年, 市场交易规模增速缓慢, 进入了规范化运营阶段^[2]。网约车作为移动互联网时代共享经济的商业模式的产物, 吸引了私家车车主加入平台, 通过共享的方式提高车辆的使用率, 缓解了打车难的问题, 大幅提高城市交通系统的效率^[3-4]。与传统交通运输行业提供的出行方式不同, 网约车平台提供的叫车软件, 供乘客线上叫车, 避免了出行的等待时间。随着市场的不断规范, 网约车开始逐渐步入正轨, 市场规模也在不断扩大^[5]。本文以竞合理论为依据, 选取了滴滴出行、美团打车、首汽约车作为寡头企业的三个代表, 建立他们之间的 stackelberg 博弈模型, 分析它们在进入成本相同的情况下, 美团打车、首约汽车作为行业追

随者观察到滴滴出行这个行业领导者的决策之后, 来决定自己的产量, 各方获得的收益。面对网约车市场的竞争压力, 各企业之间的合作需求增加, 未来寡头企业之间的关系将更趋向于竞争与合作并存。

1 理论基础

竞合, 是 Nalebuff 和 Brandenburger 于 1969 年首次提出的概念, 其主要观点是: 企业在开拓市场和占领市场时通常采取相互合作的措施, 而往往通过相互竞争来分配市场份额。多方企业共同瓜分整体收益, 从而获取收益必然是一个竞争的过程^[6]。竞合是企业间基于部分利益一致而建立起来的一种新型的动态依赖关系, 企业在市场经营过程中, 要遏制低价恶性竞争, 在竞争基础上建立持续的动态的合作关系, 在竞合中成长壮大, 从而使得所有竞争参与者获得的收益总和大于其投入总和, 实现多方共赢的目标^[7]。

斯塔克尔伯格模型(Stackelberg Leadership Model) 是德国经济学家 H.Von Stackelberg 在 20 世纪 30 年代

基金项目: 国家自然科学基金(71571119)。

作者简介: 刘寒(1995-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 复杂性科学; 郭进利(1960-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 工业工程、复杂性科学、网络科学等。

通讯作者: 郭进利 Email: phd5816@163.com

收稿日期: 2020-07-19

提出的,是用来分析寡头垄断竞争的重要模型。该模型是一个价格领导模型,在生产同质商品的寡头企业中,假设这些企业的成本相同,产量即为该模型的决策变量,根据产量大小将博弈参与者分为主导企业和跟随企业^[8]。通常,由于主导企业占据了较高的市场份额,先进行决策,确定产量,追随企业根据主导企业的产量决策来决定己方的最优产量,从而实现收益最大化。也就是说,各竞争者在参与寡头市场的竞争过程中,各竞争者之间的决策是相互影响的,市场份额较小的一方所做的决策依赖于市场份额大的一方。寡头企业间的这种顺序决策行为,属于动态博弈。博弈论是竞争企业分析并做出决策的理论基础,将竞合理论与博弈论结合,有利于企业在激烈的市场竞争中获得生存和发展的空间。

2 Stackelberg 模型下的竞合关系分析

自2016年8月,滴滴出行与优步中国宣布合并以后,滴滴出行一直作为行业霸主占据较高的市场份额。但是随着互联网的发展,作为拥有庞大用户群体的美团也推出“美团打车”,加入网约车市场;传统车企面对低迷的汽车消费市场,也纷纷入驻网约车市场,以合规车为主的B2C(Business to Customer)模式便逐渐成为网约车新的运营模式,典型的就首约汽车,也知难而进,加入到网约车市场的激烈竞争中^[9]。根据上海市交通委交通指挥中心发布的《2019年上海交通运行监测年度报告》,滴滴出行占据了网约车行业全年运营量的74.8%,其次为美团打车,在上海上线不足两年就占了16.4%的市场份额,首约汽车则占比3.0%。很显然,三家代表平台在网约车市场的地位并不平等,滴滴出行为网约车市场的领导者,而美团打车、首约约车则是追随者。Stackelberg模型表现在网约车市场的竞争就是各平台之间的价格战。由于各网约车平台的收益又是由各自成交的订单量间接决定的,可以把各平台的订单数量作为各竞争寡头的产量。考虑到目前网约车市场竞争参与者的实际情况以及未来的发展,将Stackelberg模型作以下修正:

(1) 市场竞争者的数量由2个增加到 $n(n \geq 3)$ 个,以 Q 表示市场的总产量,这 n 个竞争者的产量分别为 q_1, q_2, \dots, q_n ,则市场的总产量为式(1):

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i. \quad (1)$$

(2) 进入成本和运营成本不可忽视。由于进入网约车行业需要大量的投资,因此在进行Stackelberg博弈分析时,要考虑到生产成本对其收益的影响。假设第

i 个市场竞争者的进入成本为 F_i ,边际成本为 c_i ,则生产成本为式(2):

$$C_i(q_i) = F_i + c_i q_i \quad (F_i, c_i \text{ 为正常数}, i = 1, 2, \dots, n). \quad (2)$$

市场价格由总产量 Q 决定,反需求函数为 $p(Q) = a - bQ$,其中 $a > 0, b > 0$,则各竞争参与者的市场价格式为式(3):

$$p_i(q_i) = a - b \sum_{i=1}^n q_i. \quad (3)$$

收益函数为式(4):

$$\pi_i(q_i) = q_i \left(a - b \sum_{i=1}^n q_i \right) - F_i - c_i q_i \quad (a, b, F_i, c_i \text{ 为正常数}, i = 1, 2, \dots, n). \quad (4)$$

由于滴滴出行、美团打车、首约汽车的市场地位不同,故按照Stackelberg模型分析,滴滴出行作为主导企业首先选择产量 q_1 ,美团打车相对于首约约车也具有一定的“先动优势”,故美团打车和首约约车依次选择自己的产量为 q_2, q_3 。

2.1 竞争状态下的Stackelberg博弈分析

三家网约车平台都是理性的,在顺序进行产量决策时,都是以追求利润最大化为目的。现假设三家网约车平台进入市场时的规模相同,不考虑三家网约车之间的进入成本和边际成本差异。假设进入成本均为 F ,边际成本均为 c ,根据其所拥有的市场份额不同,滴滴出行、美团打车、首约约车的收益函数分别为式(5):

$$\begin{cases} \pi_1(q_1, q_2, q_3) = q_1 \left(a - b \sum_{i=1}^3 q_i \right) - F - c q_1, \\ \pi_2(q_1, q_2, q_3) = q_2 \left(a - b \sum_{i=1}^3 q_i \right) - F - c q_2, \\ \pi_3(q_1, q_2, q_3) = q_3 \left(a - b \sum_{i=1}^3 q_i \right) - F - c q_3. \end{cases} \quad (5)$$

假设 $q_i^*, \pi_i^* (i = 1, 2, 3)$ 分别表示滴滴出行、美团打车和首约汽车在竞争状态下的最优产量和最优收益,对于这种具有多个阶段的Stackelberg博弈,采用逆向归纳法求解其子博弈精炼纳什均衡。

首先,滴滴出行和美团打车在选定产量 q_1, q_2 的情况下,首约汽车在第三阶段取得最大收益的条件为式(6):

$$\frac{\partial \pi_3}{\partial q_3} = a - b q_1 - b q_2 - 2b q_3 - c = 0. \quad (6)$$

解得式(7):

$$q_3^* = \frac{a - b q_1 - b q_2 - c}{2b}. \quad (7)$$

q_3^* 是首约汽车对滴滴出行和美团打车产量的反映函数。

其次,滴滴出行在选定产量 q_1 的情况下,美团打车同时能够预测到首约汽车的产量 q_3^* , 故美团打车在第二阶段取得最大收益的条件为: $\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2} = 0$, 将 q_3^* 代入式(5)并求偏导得式(8):

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2} = \frac{a}{2} - \frac{b}{2} q_1 - b q_2 - \frac{c}{2}. \quad (8)$$

令 $\frac{\partial \pi_2}{\partial q_2} = 0$ 解得式(9):

$$q_2^* = \frac{a - b q_1 - c}{2b}. \quad (9)$$

最后,滴滴出行预测到美团打车和首约汽车的产量 q_2^*, q_3^* , 故滴滴出行在第一阶段取的最大收益的条件为: $\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1} = 0$, 将 q_2^*, q_3^* 代入式(5)并对其求偏导可得式(10):

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1} = \frac{a}{4} - \frac{b}{2} q_1 - \frac{c}{4}. \quad (10)$$

令 $\frac{\partial \pi_1}{\partial q_1} = 0$ 解得式(11):

$$q_1^* = \frac{a - c}{2b}. \quad (11)$$

将式(11)代入式(7)和式(9)可得

$$q_2^* = \frac{a - c}{4b}, q_3^* = \frac{a - c}{8b}.$$

因此,在竞争状态下,滴滴出行、美团打车和首约汽车依次选定产量时的 Stackelberg 博弈模型的子博弈精炼纳什均衡为 $(\frac{a - c}{2b}, \frac{a - c}{4b}, \frac{a - c}{8b})$, 此时市场总产量为: $Q^* = \frac{7(a - c)}{8b}$, 滴滴出行、美团打车、首约汽车各自的收益分别为式(12):

$$\begin{cases} \pi_1^* = \frac{(a - c)^2}{16b} - F \\ \pi_2^* = \frac{(a - c)^2}{32b} - F \\ \pi_3^* = \frac{(a - c)^2}{64b} - F \end{cases} \quad (12)$$

此时的市场总收益为式(13):

$$\pi_{总}^* = \frac{7(a - c)^2}{64b} - 3F. \quad (13)$$

2.2 合作状态下的 Stackelberg 博弈分析

在 Stackelberg 模型中,主导企业在确定产量决策

时,已经考虑跟随企业的反应,而跟随者企业是在观察到了主导企业的产量之后才进行产量决策,因此,仅从各竞争参与方限产的角度分析,来探讨三家网约车之间的合作。假设三家网约车平台的选定产量分别为 $q_1^{**} = \frac{a - c}{3b}, q_2^{**} = \frac{a - c}{5b}, q_3^{**} = \frac{a - c}{9b}$, 则现在产量确定,直接代入式(5)得到各自的收益为式(14):

$$\begin{cases} \pi_1^{**} = \frac{16(a - c)^2}{135b} - F, \\ \pi_2^{**} = \frac{16(a - c)^2}{225b} - F, \\ \pi_3^{**} = \frac{16(a - c)^2}{405b} - F. \end{cases} \quad (14)$$

将式(14)与式(12)相比,发现: $\pi_i^{**} > \pi_i^* (i = 1, 2, 3)$, 利用 Stackelberg 模型对网约车市场三家寡头平台的收益进行分析,在进入成本和边际成本相同的情况下,合作收益总是大于竞争收益。

2.3 未来网约车市场的 Stackelberg 博弈分析

当有一个新的网约车平台进入时,即当 $n = 4$ 时,由式(4)可得式(15):

$$\pi_4(q_1, q_2, q_3, q_4) = q_4(a - b \sum_{i=1}^4 q_i) - F - c q_4$$

$(a, b, F, c \text{ 为正常数}, i = 1, 2, \dots, n).$ (15)

假设滴滴出行仍在决策时有先动优势,选定其产量为 q_1 , 美团打车、首约汽车和新进入者依次选择自己的产量为 q_2, q_3, q_4 , 则采用逆向归纳法求解该 Stackelberg 博弈的子博弈精炼纳什均衡为:

$$q_1^* = \frac{a - c}{2b}, q_2^* = \frac{a - c}{4b}, q_3^* = \frac{a - c}{8b}, q_4^* = \frac{a - c}{16b}.$$

此时,滴滴出行、美团打车、首约汽车和新进入者的最佳收益分别为:

$$\begin{cases} \pi_1^* = \frac{(a - c)^2}{32b} - F, \pi_2^* = \frac{(a - c)^2}{64b} - F, \\ \pi_3^* = \frac{(a - c)^2}{128b} - F, \pi_4^* = \frac{(a - c)^2}{256b} - F. \end{cases}$$

若网约车市场上有 n 个寡头, 那么将 Stackelberg 博弈模型继续推广,此时的均衡产量和最优收益为式(16)和式(17):

$$q_i^* = \frac{a - c}{2^{i+1}b}, (i = 1, 2, \dots, n), \quad (16)$$

$$\pi_i^* = \frac{(a - c)^2}{2^{i+n}b} - F, (i = 1, 2, \dots, n). \quad (17)$$

通过以上分析可知,当新的网约车平台挤进市场时,将会获得一部分市场份额,使得市场上原有的滴滴出行等寡头企业的收益减少。