

基于人际关系视角的自助服务扩散研究^①

赵保国¹, 余宙婷²

(1. 北京邮电大学经济管理学院, 北京 100876; 2. 中国邮政储蓄银行电子银行部, 北京 100808)

摘要: 自助服务可以为企业节约成本, 增加消费者接受服务的便利性, 然而很多自助服务的市场渗透率并不高, 因此, 分析自助服务的市场扩散规律对自助服务市场发展具有重要意义。大量学者验证了人际关系网络对于自助服务扩散的影响, 但忽略了社会群体中个体影响的差异性。因此, 本文基于 Shaikh 混合扩散模型, 分析了不同社会群体中个体数量以及已采纳个体影响力的差异, 构建了群体同质影响模型(HOGI)和异质影响模型(HEGI); 并以邮箱服务和即时通讯服务为例, 采用计量经济学分析方法对模型进行对比分析。结果表明: 在社群压力作用下, HOGI 模型拟合效果最好; 在个体交互作用下, HEGI 模型拟合效果最好。

关键词: 自助服务; 扩散; 人际关系; 混合模型

中图分类号: TB497 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2016)10-0101-16

0 引言

近20年来, 以邮箱服务、网上银行为代表的自助服务迅速兴起并得到广泛应用。自助服务是一种比传统服务更加便利和有效的服务形式, 消费者接受服务时不必受到时间和空间的限制, 同时企业可以有效降低服务成本, 建立竞争优势。

ACNielsen^[1]的中国消费者调查显示, 83%的消费者愿意接受企业提供的基于互联网、自助设备或是移动设备的自助服务。虽然消费者对自助服务表达了强烈的兴趣, 但是由于自助服务在中国发展时间较短等原因, 其市场扩散速度相对缓慢, 市场渗透率较低^[2], 与消费者的使用意愿存在明显差距, 企业发展自助服务的成本与消费者因使用自助服务带来的收益并不一致, 这种发展状况不仅不能为企业带来竞争优势, 反而可能会阻碍企业的发展。所以, 把握消费者需求, 深刻了解自助服务市场扩散发展的规律, 制定正确有效的发展策略, 对企业提升市场竞争

力非常重要。

现阶段对于自助服务扩散研究相对缺乏, 主要基于创新扩散理论, 采用 Bass 模型^[3]、Logistic 模型^[4]、Gompertz 模型^[5]等拟合和预测某项自助服务的扩散过程。其中, 部分学者将人际关系网络^[6-7]因素引入自助服务的扩散模型中, 并取得了比原始模型更好的实证拟合效果^[8], 证实了人际关系网络在自助服务扩散中的重要作用。然而, 这些关于人际关系网络特征的现有文献仅重点研究了由于群体间的差异性引发的扩散效果, 但是对于自助服务由个体发起, 个体的差异性在群体中的特征更加凸显。现有的研究重点讨论了同类社会群体中个体差异性的作用, 但是没有体现自助服务扩散的特点。因此, 本研究将聚焦于这一不足之处, 基于人际关系视角构建自助服务扩散模型, 研究了群体差异与个体差异共存情况下的自助服务扩散情况, 更加真实的反应了自助服务扩散的过程, 并通过实证的方法验证模型的合理性和有效性。

① 收稿日期: 2014-03-04; 修订日期: 2016-04-05。

作者简介: 赵保国(1971—), 男, 河南舞钢人, 博士, 副教授。Email: zhaobaoguo@bupt.edu.cn

1 研究综述

1.1 自助服务界定

在传统的服务中,顾客通过服务提供者的活动接受服务。但是随着技术的发展,服务企业开始通过机器为消费者提供服务,顾客需要参与到服务生产和传递的过程中。这就是自助服务,又称科技型自助服务或自助服务技术。Anselms-son^[9]强调技术平台在自助服务中的作用,他认为在自助服务中顾客可以通过服务提供者提供的技术平台自己完成服务。Matthew等^[10]认为自助服务是一种能够使顾客在没有服务人员直接介入的情况下自己生产某种服务的技术界面。邓家昭^[11]发现顾客的独立性是自助服务的核心,他认为自助服务是顾客在一定的服务设施条件下,按照设定的服务规则独立生产、消费的新型服务形式。Vishwanath和Malvin^[12]从服务传递渠道的角度定义了自助服务,他们认为自助服务是综合运用通讯、信息和多媒体技术等渠道传递服务的过程。

虽然学者们对自助服务概念的表述和出发点不同,但其表达的核心都是在自助服务过程中顾客不与任何人员产生直接接触,技术平台成为顾客与服务企业之间互动的方式,人机接触取代了传统的人际接触。顾客在接受自助服务的过程,是通过服务企业提供的机器或技术独立完成生产和传递过程的服务。虽然机器或是技术的后面仍然有服务人员的支撑,但是他们并没有直接与顾客接触,顾客进行服务时并没有雇员直接的参与。综合以上观点,本文认为自助服务是一种顾客通过与技术界面互动,在不需要服务人员直接介入的条件下,按照一定的服务规则自行生产和消费服务产品的新型服务形式。

1.2 自助服务扩散模型研究

1.2.1 主要扩散模型

扩散模型一直是扩散领域的研究重点,对扩散模型的现有研究可以分为总体层面模型、个体层面模型、总体层面与个体层面混合模型三大类^[13-17]。

总体层面的扩散模型是研究扩散模型的主要形式。Fourt和Woodlock^[15]通过指数模型研究了

社会外部因素对扩散的影响。以Mansfield^[16]和Bemmaor^[17]为代表的学者认为人际交流行为是扩散的主要动力。Bass^[18]实现了对以往研究的整合,提出了同时具有创新和模仿作用的混合扩散模型,该模型在耐用消费品^[19]、通信服务^[20]、高科技产品^[21]等多项领域广泛适用。此外,大量学者^[22-24]对Bass模型进行了拓展研究。

个体层面扩散模型主要以消费者异质性为关键要素研究扩散情况。Rabikar和Jehoshua^[25]认为使用者都是风险规避的,只有产品效用超过他们的阈值后才会被采用。Young^[26]等人指出个体是异质的,采用者的比例与产品的成本有关。Ferdic^[27]提出个体间的信任和相互影响会对创新传播产生重要作用。Boccaro等^[28]建立了最简单的CA模型,个体的决策受到周围元胞的影响,个体的采用倾向受到周围采纳元胞数量的影响。

总体层面模型与个体层面模型混合研究主要聚集在两个方面。一是研究模型之间的等价性,如Margaret等^[29]比较了不同参数情况下个体层面的阈值模型与总体模型的关系;Rahmandad和Streman^[30]在经典传染病模型下,研究了多主体模型与微分方程的总体模型之间的差别。二是研究总体层面模型中的个体特征。Bulte和Joshi^[31]分别探讨了影响者和模仿者两个类型的采用者对整体扩散的影响。Goldenberg等^[32]将主体的采纳概率融合到扩散模型研究当中。

1.2.2 自助服务扩散研究

学者们对于自助服务扩散的现有研究大多立足典型的创新扩散模型,侧重于通过实证数据验证模型对于某项自助服务的适用性。Dos Santos和Peffer^[33]运用外部影响扩散模型对ATM的市场进行分析;Botelho和Pinto^[34]、Michalakelis等^[3]、Sanjay^[5]、Junseok等^[35]分别对葡萄牙、芬兰、韩国等国家的移动通信服务的发展进行了实证,并应用Logistic模型分析了不同国家移动通信服务的扩散情况。部分学者尝试通过把握自助服务扩散中的某些关键因素对扩散模型进行探究。

个人具有网络成员的角色特征,总是受到人际网络中其他人的影响,尤其是重要的朋友和同事^[36]。学者们主要将自助服务扩散模型置于消

费者网络中,研究人际关系与扩散数据的关系。Clements 和 Ohashi^[6]研究了直接网络效用和间接网络效用下视频游戏的扩散。Shaikh 等^[8]首次将社会网络理论与扩散理论实证相结合,建立小世界多重影响模型对互联网服务扩散进行研究。他们通过传染概率和接触概率将离散型 Bass 模型转化为基于社会网络结构的扩散模型;基于 Bass 模型的非均匀影响模型将社会网络的小世界特性因素整合到社会网络结构下的扩散模型中,最终形成小世界多重影响模型。庄新田和黄玮强^[37]等人在 Shaikh 等人的研究基础上提出内部影响与已采纳者人数之间存在指数关系,重新定义了群体内部影响系数,因此重新建立了小世界多重影响模型。此外,李春燕和俞乔^[38]、Libai 等^[39]认为竞争是影响服务扩散的重要因素,将竞争因素引入到自助服务扩散研究中。

1.2.3 自助服务扩散影响因素研究

自助服务出现以后,大量学者从消费者采纳的角度研究了自助服务的扩散特点。Davis^[40]、Pratibha 和 Richard^[41]、Dabholkar 等^[42]、Ajiz 等^[43]综合研究了产品特征、个体因素和环境因素对消费者采纳自助服务的影响。

Davis^[45]的经典 TAM 模型提出了有用性和易用性对技术采纳具有重要影响,经过 Cheng 等^[46]、Erikssona 和 Nilsson^[47]的研究,证实了该结论对于自助服务同样具有适用性。人口统计变量、消费者的自我效能、技术焦虑等个体因素都会对自助服务的采纳产生作用。Kim 等^[48]基于结构方程模型,研究了人口统计变量、用户准备对自助服务采纳的影响。Meuter^[49]研究发现基于技术焦虑程度能更好的预测人们的采纳行为。Lin 和 Hsieh^[50]验证了技术准备对消费者使用自助服务技术的满意度和采纳行为有正向作用。Ajzen^[51]提出的计划行为理论将源于群体压力的主观规范引入采纳模型,之后的学者将主观规范明确为社会影响。Curran 和 Meuter^[52]比较了社会影响对顾客采纳 ATM、手机银行、网上银行三种自助服务的预测作用。Kaushik 等^[53]认为先行信念是影响印度自助银行扩散的重要原因。刘震宇和陈超辉^[54]将社交影响因素纳入手机银行持续使用影

响因素问题中。除了群体作用,邹婷婷^[55]将这种人际影响范围缩小为同伴影响。此外,邓朝华等^[56]、Strader 等^[57]都在即时通信的采纳研究中加入了网络外部性变量。

1.3 现有研究不足

总体来说,目前对于自助服务扩散研究较少,主要集中在创新扩散理论、人际关系、市场竞争三个方面。其中,创新扩散理论和人际关系对于自助服务扩散的影响作用得到大量学者的研究和验证。从研究方法上,由于自助服务更加强调使用者的差异性,因此主要是采用总体层面模型与个体层面模型混合研究的方式,既体现个体的差异又展示整体的扩散过程,例如 Shaikh 等^[8]、庄新田和黄玮强^[37]等将人际关系网络和创新扩散理论相结合,在很大程度上提高了自助服务扩散研究的有效性。为了简化模型的研究,这些模型在研究人际关系的时候,均侧重于将个体差异群体化,也就是以群体为单位,研究的是不同群体之间的差异,而没有考虑采纳个体之间的相互影响。但是从自助服务采纳的过程中可以看出,网络效应是影响扩散的重要因素。通过对网络效应研究^[58, 59]的分析可以得出自助服务的采纳不但受到社群作用的影响,也受到单个个体的作用,也就是说自助服务扩散的内部影响系数是一个既与已采纳邻居数相关,也与所有邻居数相关的非线性函数。基于此,本文认为,在人际关系作用的网络效应作用下,每个个体的内部影响情况不是固定的,而是与其周围个体数量相关的函数,此外,为了更好地体现不同自助服务之间的差异,本文还基于个体感知到的人际网络中其他个体影响作用方式的不同,具体将人际关系分为社群压力和个体交互两种的状态,分别建立了群体同质影响模型和群体异质影响模型。

2 基于人际关系视角的自助服务扩散模型

2.1 Shaikh 基于网络结构的混合扩散模型

Bass 模型虽然能够预测新产品的扩散,但是

仅能够对 p, q 两个系数进行说明,不能清楚地描述个体之间交往的网络结构. 为了深入研究扩散过程中采纳者之间的影响, Shaikh 等^[8] 从复杂网络理论框架中推导出能够表示人际交往关系的 Bass 模型,在此基础上又分别开发出 MI 模型 (multiple influence model) 和 SWMI 模型 (small-world network multiple influence).

2. 1. 1 基于网络结构的 Bass 扩散模型

Bass 模型的离散形式可以表示为

$$n_t = (m - N_{t-1}) \left[p + q \left(\frac{N_{t-1}}{m} \right) \right] \quad (1)$$

其中 n_t 表示 t 时刻新增的用户数, N_{t-1} 表示直到 $t - 1$ 时刻的累积用户数; p 表示外部影响因素系数, q 表示内部影响因素系数, m 表示潜在用户数.

Shaikh 等^[8] 认为此模型不能表现出消费者之间的关系对扩散的影响,因此将网络结构纳入到扩散模型当中,提出了基于网络结构的混合扩散模型,表示为

$$\begin{aligned} E(n_t) &= m \times P(x_{it} = 1) = m \left(p + q \frac{N_{t-1}}{m} \right) \left(\frac{m - N_{t-1}}{m} \right) \\ &= (m - N_{t-1}) \left(p + q \frac{N_{t-1}}{m} \right) = n(t) \end{aligned} \quad (2)$$

式(2)与离散 Bass 模型(1)表达式相同,可以认为基于网络结构的混合扩散模型等价于 Bass 模型. Shaikh 等^[8] 通过系统仿真方法也验证了该结论的正确性.

2. 1. 2 多重影响模型

Shaikh 等^[8] 通过分析 NUI 模型,发现可以在基于网络结构的 Bass 模型中加入多重影响的作用,从而推出基于网络结构的多重影响模型,即 MI 模型. 在 MI 模型中,内部影响系数不再是定值,而是与关联的节点的采纳状态有关. 在多重影响下, t 时刻新增采纳者数量的期望为

$$\begin{aligned} E[n_t] &= n(t) = (m - N_{t-1}) \times \\ &\quad \left\{ p + q \left[1 - \left(1 - \frac{N_{t-1}}{m} \right)^k \right] \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

2. 1. 3 小世界网络影响模型

Shaikh 等^[8] 认为在扩散过程中邻居节点的影响也存在差异,因此将扩散模型内置于小世界

网络中. 他们认为在平均节点度为 k , 重连概率为 P_R 的小世界网络中,与节点 i 近距离连接的平均节点数为 $k(1 - P_R)$,由于随机重连而产生的远距离连接的平均节点数为 kP_R . 那么可以得出

$$\begin{aligned} E(n_t) &= n(t) = (m - N_{t-1}) \times \\ &\quad \left\{ p + q \left[1 - \left(1 - \frac{N_{t-1}}{m} \right)^{k_1} \right] + k_2 \frac{N_{t-1}}{m} \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

2. 1. 4 Shaikh 模型与本研究模型的关系

Shaikh 基于网络结构的混合扩散模型,不仅能够有效地体现网络中个体之间的人际交互特点,对新产品扩散的影响,而且扩散的效果等价于传统 Bass 模型,能够用宏观数据进行模型分析. 但是在 Shaikh 的模型中暗含假设:模型中任何网络结构中已采纳者的内部影响系数均为 q ;然而由于网络结构的差异,此影响系数应该不同.

对于消费者来说,社群压力是一种隐性的社交影响,是一种群体性作用,整个群体中的人对个体的影响是均等的,没有强弱之分,受到社群影响明显的自助服务的采纳者和潜在采纳者之间是一个简单随机网络. 对于个体交互人际关系中的消费者,每个个体都可以通过很少的熟人联系起来,这类网络既具有较短的特征路径长度又具有较高的集聚系数,由于存在重连概率,可以将节点之间的关系区分为强连接和弱连接,因此受到个体交互作用的采纳者和潜在采纳者之间是一个小世界网络. 无论是随机网络还是小世界网络,网络中的节点度的不同都决定了节点所受的内部影响程度的差异;所以在人际关系特征的影响下,每个顾客的邻居节点对其的内部影响系数不同. 本文认为内部影响是与节点度相关的函数,此假设与 Shaikh 模型内部影响同质的假设不同. 根据个体之间是随机网络还是小世界网络,本文对 Shaikh 等人提出的基于网络结构的混合扩散模型进行修正,形成基于人际关系特征的自助服务扩散模型,如图 1 所示. 其中, HOGI 模型和 HEGI 模型之间,群体影响的作用不同,基础的人际交往网络结构也不同,网络中其他节点对个体的影响不同.

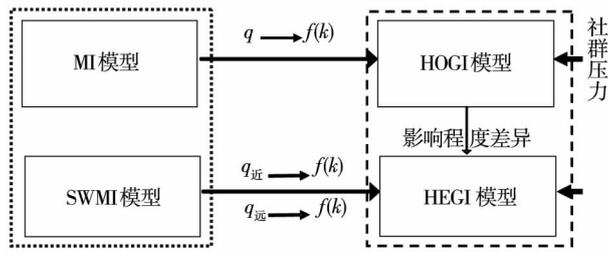


图 1 基于人际关系视角的自助服务扩散模型

Fig. 1 The diffusion model of self-service from the perspective of interpersonal relationship

2.2 基于人际关系视角的自助服务扩散模型

2.2.1 群体同质影响模型(HOGI 模型)

群体同质影响模型 (homogeneous group interacted model) 是针对存在社群压力影响购买的自助服务, HOGI 模型将在内部影响系数方面对 MI 模型进行改进。

用 q_j 表示每个已采用者的影响, 这种影响既与已采纳者有关, 也与群体的整体数量有关, 所以 q_j 是与 k 和 j 都相关的函数。通过对网络效应研究的分析^[60 61], 消费者不仅会与已采用的邻居关联, 而且可能与有连接的节点的未选择相关联, 邻居数量会扩大已采纳节点的影响范围, 借鉴网络效应理论的思想, 本文认为 k 和 j 的乘积共同对 q_j 产生作用, 即 $q_j = f(k, j)$ 。在对产品扩散研究的实证中发现内部影响系数的值均为一个 $0 \sim 1$ 之间的数, 因此, 内部影响系数 q_j 的值域范围为 $[0, 1]$ 。综上所述, 在本研究中认为

$$q_j = 1 - e^{-dkj} \tag{5}$$

在随机网络中, 网络中的节点度相同, 所以 k 为定值; d 为群体间关系的调节参数, 由于本文主要讨论内部影响对扩散的正向影响, 所以只考虑 $d > 0$ 的情况。 j 为未采纳者邻居中已采纳者的数量, q_j 随着 j 的变化而变化。

在有 m 个节点的随机网络中, 任意选择一个度为 k 的节点的概率为 $P_k (k = 0, 1, \dots, N-1)$ 。此概率满足 $\sum_{k=0}^{m-1} P_k = 1$ 。随机选择一个已经采用的节点的概率 $\frac{N_{t-1}}{m}$ 。对于度为 k 的节点来说, $\sum_{k=0}^{m-1} P_k = 1$, $P_j = 0 (j \neq k)$; 但是当 $j = 0$ 时, 内部影响的作用是不存在, 因此, 在邻居中必须至少存在 1 个已采纳

者, 所以应该从 $j = 1$ 开始。在每个已采纳用户的影响为 $q_j = 1 - e^{-dkj}$ 时, 可以得到受到内部影响而采纳的概率

$$\begin{aligned} & P(x_{it} = 1 | \text{内部影响}) \times P(\text{内部影响}) \\ &= \left[\sum_{j=1}^k \binom{k}{j} \left(\frac{N_{t-1}}{m}\right)^j \left(1 - \frac{N_{t-1}}{m}\right)^{k-j} (1 - e^{-dkj}) \right] \\ &= \left[1 - \sum_{j=0}^k \binom{k}{j} \left(\frac{N_{t-1}}{m} e^{-dk}\right)^j \left(1 - \frac{N_{t-1}}{m}\right)^{k-j} \right] \\ &= \left\{ 1 - \left[1 - \left(\frac{N_{t-1}}{m}\right) + \left(\frac{N_{t-1}}{m}\right) e^{-dk} \right]^k \right\} \end{aligned} \tag{6}$$

因此, 当外部因素影响系数为 p 时 t 时刻新增采纳人数的概率为

$$\begin{aligned} & P(x_{it} = 1 | i \text{ 之前未用}) \\ &= P(x_{it} = 1 | \text{外部影响}) \times P(\text{外部影响}) + \\ & P(x_{it} = 1 | \text{内部影响}) \times P(\text{内部影响}) \tag{7} \\ &= p + \left[1 - \left(1 - \frac{N_{t-1}}{m} + \frac{N_{t-1}}{m} e^{-dk} \right)^k \right] \end{aligned}$$

可以得到 t 时刻新增用户的概率

$$\begin{aligned} & P(x_{it} = 1) = P(x_{it} = 1 | i \text{ 之前未用}) \times P(i \text{ 之前未使用}) \\ &= \left\{ p + \left[1 - \left(1 - \frac{N_{t-1}}{m} + \frac{N_{t-1}}{m} e^{-dk} \right)^k \right] \right\} \left(\frac{m - N_{t-1}}{m}\right) \end{aligned} \tag{8}$$

那么, 存在社群压力影响购买的自助服务在 t 时刻新增的用户数量为

$$\begin{aligned} n(t) = E(n_t) &= m \times P(x_{it} = 1) = (m - N_{t-1}) \times \\ & \left\{ p + \left[1 - \left(1 - \frac{N_{t-1}}{m} + \frac{N_{t-1}}{m} e^{-dk} \right)^k \right] \right\} \end{aligned} \tag{9}$$

根据离散 Bass 模型,由 $n(t)$ 可以得到 t 时刻累积用户数 N_t 的数量. 那么 HOGI 模型的表达式为

$$N_t = (m - N_{t-1}) \left\{ p + \left[1 - \left(1 - \frac{N_{t-1}}{m} + \frac{N_{t-1}}{m} e^{-dk} \right)^k \right] \right\} + N_{t-1} \quad (10)$$

2.2.2 群体异质影响模型(HEGI 模型)

群体异质影响模型 (heterogeneous group interacted model) 是针对存在个体交互影响的自助服务. 这类服务的采纳是因为个体之间不同程度的交互关系. 关系远近不同的其他节点对个体是否采纳的影响程度不相同. 因此,此模型建立在 SWMI 模型基础之上,网络中与个体存在原有联系的节点为近距离节点,断开后重连的节点为远距离节点,两类节点分别以不同程度的影响对个体的采纳行为产生作用,并且影响作用与已采纳节点的数量有关. 因此,影响系数不再是常数,而是分别受到节点相对应的邻居数以及已采纳的邻居节点作用的影响,HEGI 模型在内部影响方面对 SWMI 模型进行改进.

在平均节点度为 k , 重连概率为 P_R 的小世界网络中,根据 Shaikh 的研究,本文也直接假设与节点 i 近距离连接的平均节点数为 $k(1 - P_R)$, 随机重连后远距离连接的平均节点数为 kP_R , 即

$$\begin{cases} k_1 = k(1 - P_R) \\ k_2 = kP_R \end{cases} \quad (11)$$

在基于小世界网络的扩散模型中,顾客的采纳行为受到三方面因素的影响,分别是外部因素 p 、近距离影响已采纳者的影响 $q_{近}$ 、远距离已采纳者的影响 $q_{远}$. 在任意 t 时刻内,一个潜在采用者可能受到三种因素的其中一种的作用,那么

$$\begin{aligned} P(x_{it} = 1 | i \text{ 之前未采用}) &= P(x_{it} = 1 | \text{外部影响}) \times P(\text{外部影响}) + \\ &P_{近}(x_{it} = 1 | \text{近距离影响}) \times P(\text{近距离影响}) + \\ &P_{远}(x_{it} = 1 | \text{远距离影响}) \times P(\text{远距离影响}) \end{aligned} \quad (12)$$

$q_{近}$ 是受到近距离群体作用的内部影响系数,

$q_{远} = 1 - e^{-dk_1}$, 是近距离邻居中已采纳节点数的增函数,因此可以得出近距离的内部影响情况

$$\begin{aligned} P_{近}(x_{it} = 1 | \text{近距离影响}) \times P(\text{近距离影响}) &= \left[\sum_{j=1}^k \binom{k}{j} \left(\frac{N_{t-1}}{m} \right)^j \left(1 - \frac{N_{t-1}}{m} \right)^{k_1-j} (1 - e^{-dk_1}) \right] \\ &= \left[1 - \sum_{j=0}^{k_1} \binom{k}{j} \left(\frac{N_{t-1}}{m} e^{-dk_1} \right)^j \left(1 - \frac{N_{t-1}}{m} \right)^{k_1-j} \right] \\ &= \left\{ 1 - \left[1 - \left(\frac{N_{t-1}}{m} \right) + \left(\frac{N_{t-1}}{m} \right) e^{-dk_1} \right]^{k_1} \right\} \end{aligned} \quad (13)$$

Shaikh 等^[8] 在 SWMI 模型中直接假设每个远距离的已采纳者对节点的影响相同,即 $q_{远} = 1$; 但庄新田和黄玮强^[37] 认为远距离的影响与近距离的影响的人数相关,即 $q_{远} = (1 - e^{-d}) / k_1$, 他们也考虑了近距离邻居的作用,但是他们认为远距离作用下的内部影响与近距离邻居数负相关. 全局网络效应的研究表明,远距离的影响范围也是通过近距离的邻居数量间接产生的,近距离邻居的状态是影响其采纳的根本原因; 所以本文认为远距离的内部影响应该与近距离邻居数正相关,但是与已采纳用户数不相关. 借鉴群体作用影响的机制,远距离作用下的内部影响系数函数的表达式为

$$q_{远} = 1 - e^{-dk_1} \quad (14)$$

远距离作用下的内部影响是近距离邻居数的函数,受远距离的影响而采纳的概率会随着近距离邻居数量 k_1 的增加而增加. d 为近距离邻居的协同作用且 $d > 0$. 作为内部影响系数 $q_{远}$ 的值域也为 $[0, 1]$. 因此,可以得出受到远距离影响而采纳的概率表达式

$$\begin{aligned} P_{远}(x_{it} = 1 | \text{远距离影响}) \times P(\text{远距离影响}) &= (1 - e^{-dk_1}) \times k_2 \times \frac{N_{t-1}}{m} \end{aligned} \quad (15)$$

由式(11)和式(13)可知

$$\begin{aligned} P(x_{it} = 1 | i \text{ 之前未采用}) &= p + \left\{ 1 - \left[1 - \left(\frac{N_{t-1}}{m} \right) + \left(\frac{N_{t-1}}{m} \right) e^{-dk_1} \right]^{k_1} \right\} + \\ &(1 - e^{-dk_1}) \times k_2 \times \frac{N_{t-1}}{m} \end{aligned} \quad (16)$$

则 t 时刻新增采纳者数量 n_t 为

$$n_t = (m - N_{t-1}) \left\{ p + \left\{ 1 - \left[1 - \frac{N_{t-1}}{m} + \left(\frac{N_{t-1}}{m} \right) e^{-dk_1} \right]^{k_1} \right\} + (1 - e^{-dk_1}) \times k_2 \times \frac{N_{t-1}}{m} \right\} \quad (17)$$

群体异质影响模型扩散模型 HEGI 为

$$N_t = (m - N_{t-1}) \left\{ p + \left\{ 1 - \left[1 - \frac{N_{t-1}}{m} + \left(\frac{N_{t-1}}{m} \right) e^{-dk_1} \right]^{k_1} \right\} + (1 - e^{-dk_1}) \times k_2 \times \frac{N_{t-1}}{m} \right\} + N_{t-1} \quad (18)$$

3 自助服务扩散模型验证

余宙婷和舒华英^[2] 通过多维尺度分析方法对现有的自助服务进行了分类研究. 该研究证明了邮箱服务和即时通讯服务是人际关系网络分类下自助服务的两类典型产品. 因此, 将以这两类自助服务作为本文的实证对象.

网易在 2000 年最早推出免费邮箱服务, 占有近一半的个人免费电子邮箱服务市场; 而腾讯 QQ 在即时通讯市场的份额高居第一位^[62], 因此, 本

文选取网易免费邮箱服务和腾讯 QQ 用户数的市场扩散数据分别对 HOGI 模型和 HEGI 模型进行验证. 具体包括: 以遗传算法估计模型参数; 采用拟合优度评价和参数显著性检验对模型进行统计检验; 通过预测检验验证参数估计量的稳定性.

3.1 群体同质影响扩散模型验证

本文以 2000 年网易免费电子邮件服务推出元年的用户数作为扩散的起始点, 根据网易公司公开发布的招股说明书和公司财报 2000 年 ~ 2011 年的累计用户数如表 1.

表 1 网易免费个人邮箱注册用户数(单位: 万人)

Table 1 The registered users of the NETEASE's free personal email

时间	2000	2001	2002	2003	2004	2005
累积量	1.225	10.8	23.925	41.75	74.5	120
时间	2006	2007	2008	2009	2010	2011
累积量	168.6	233	290	285	367	450

注: 数据来源于网易财报 <http://ir.netease.com/phoenix.zhtml?c=122303&p=irol-reportsannual>.

为了保证潜在市场容量数据的合理性, 根据庄新田和黄玮强^[37] 和 Shaikh 等^[8] 的研究, 本文首先基于 Bass 模型, 采用较为普遍的非线性最小二乘法对 m 值进行估计; 通过 SAS 软件的计算得

到网易个人免费邮箱服务的最大市场规模为 815 万人. 此后, 在其他模型的参数估计时, 将 $m = 815$ 万人为外生变量. 采用 Matlab 软件进行遗传算法的参数估计, 参数估计结果如表 2.

表 2 网易个人免费邮箱服务参数估计($m = 815$ 万人)

Table 2 The parameter estimation of NETEASE's free personal email service

模型	p	q	Δ	D	k	k_1	k_2	P_R
Bass	0.011	0.193	—	—	—	—	—	—
NUI	0.061	0.538	35.49	—	—	—	—	—
HOGI	0.018	—	—	0.001	14.53	—	—	—
HEGI	0.015	—	—	0.164	1.498	0.809	0.689	0.460

在得到参数估计值和回归方程之后, 也必须对回归结果和模型假设的正确性进行评价和判断^[63]. 非线性模型的统计检验主要包括拟合优度评价和参数显著性检验.

由模型参数估计结果可以计算出可绝系数 R^2 、调整 R^2 以及残差平方和 S^2 的值, 如表 3. 在对网易个人免费邮箱服务的拟合中, 所有模型的拟合优度都比较好. 其中, 拟合最好的是 HOGI 模型 R^2 高达 96.4%, 调整 R^2 达到 95.4%;

从残差平方和来看, HOGI 模型的 S^2 最小, 说明 HOGI 模型的估计数据与实际观测值之间的差距最小.

本文采用渐进 F 分布统计量对模型进行参数显著性检验, 结果显示: 在基于网络结构的混合扩散模型中, HEGI 模型 k_2 参数未通过检验, 说明该参数对模型的作用不显著. 如果删去该参数, 模型就回归到 HOGI 模型, 可见, 群体同质影响模型更适用于对电子邮箱服务扩散的研究.

表3 邮箱服务不同的模型统计检验结果比较

Table 3 The comparison with effects of different models' statistical test about email service

模型	R^2 (%)	调整 R^2 (%)	S^2	P	q	δ	d	k	k_1	k_2
Bass	95.7	95.1	1 147.321	—	—	—	—	—	—	—
NUI	94.3	92.7	1 747.713	—	—	—	—	—	—	—
HOGI	96.4	95.4	1 102.556	**	—	—	**	**	—	—
HEGI	95.9	95.5	1 508.985	*	—	—	**	—	**	—

注: ** 表示通过1%的F显著性检验, * 表示通过5%的F检验.

为了进一步验证扩散模型的有效性,保留时间序列最后若干年的数据,运用此前的数据对保留年份的数据进行估计,比较估计数据与保留年份实际数据的差异程度. 本文选用2007年~2011年的数据作为保留数据,采用不同模型进行

预测,并选用比较平均绝对误差MAD、平均相对误差绝对值MAPE、预测误差的方差MSE、标准差SDE指标对模型的预测效果进行验证,指标值越低,表明预测值与实际值越贴近. 计算结果如表4所示.

表4 邮箱服务模型预测精度比较

Table 4 The comparison with the models' forecasting accuracy about email service

模型	MAD	MAPE	MSE	SDE
Bass	35.266	0.112	1 337.918	36.578
NUI	37.696	0.114	1 599.528	39.994
HOGI	31.910	0.101	1 187.562	34.461
HEGI	34.569	0.110	1 302.36	36.088

如表4所示,从预测精度方面来看,HOGI模型的MAD、MAPE、MSE、SDE指标值都明显低于其他模型,表明HOGI模型对网易个人免费邮箱服务具有更好的预测效果. 具体的预测值与实际值的扩散曲线比较结果如图2所示.

部因素推动的,较小的使用人群使得内部影响一直很小,外部因素作用大于内部因素作用的情况,在市场成长中持续了一段时间,在此期间整体市场发展的速度很缓慢. 随着使用人群的增长,内部影响的作用迅速超过外部影响,整体市场也快速发展起来;除了一个异常点之外,整体市场的发展与内部影响的变化一致. 由此可见,作为一种无形的产品,电子邮箱服务的扩散主要依赖于使用人群之间传播;但是此类自助服务扩散的初期还是需要外部因素作用奠定相对的用户基础,此后,才能借助人脉关系作用实现快速的市场扩散.

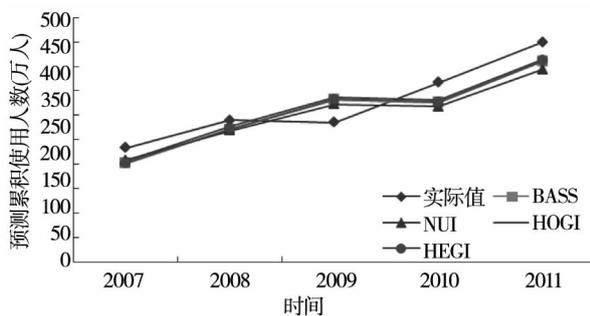


图2 邮箱服务不同模型预测效果比较

Fig. 2 The comparison with prediction effect of different models about email service

从拟合优度、预测精度来看,HOGI是最能够体现电子邮箱服务的扩散模型,也证明了电子邮箱服务的扩散是受群体同质影响的过程. 图3展示了随着电子邮箱服务在市场中的发展,外部影响、内部影响以及累计使用人数的变化趋势. 电子邮箱服务出现的早期,市场的成长主要是由外

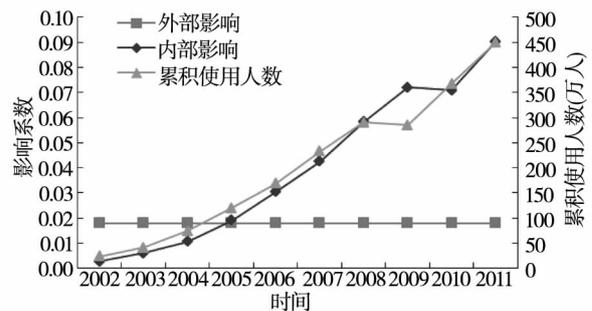


图3 HOGI模型中的各系数之间的变化关系

Fig. 3 The changing relationship among the coefficients in the HOGI model

3.2 群体异质影响扩散模型验证

为了研究的准确性,本文以腾讯公司季度财报中“即时通讯活跃账户”的数据为即时通讯用

户的扩散数据,选取 2003 年 12 月 ~ 2011 年 9 月之间腾讯 QQ 活跃用户数的季度数据作为实际观测数据,如表 5 所示。

表 5 腾讯 QQ 活跃用户数(单位:百万人)
Table 5 The number of active users of Tencent QQ

时间	2003-12	2004-03	2004-06	2004-09	2004-12	2005-03	2005-06	2005-09
累积量	81.5	97.1	110.1	119.3	134.8	149.2	173.1	184.8
时间	2005-12	2006-03	2006-06	2006-09	2006-12	2007-03	2007-06	2007-09
累积量	201.9	220.5	224.2	221.4	232.6	253.7	273.2	288.7
时间	2007-12	2008-03	2008-06	2008-09	2008-12	2009-03	2009-06	2009-09
累积量	300.2	317.9	341.9	355.1	376.6	410.8	448	484.9
时间	2009-12	2010-03	2010-06	2010-09	2010-12	2011-03	2011-06	2011-09
累积量	522.9	568.6	612.5	636.6	647.6	674.3	701.9	711.7

注:数据来源:腾讯公司业绩报告 <http://www.tencent.com/zh-cn/ir/reports.shtml>。

即时通讯服务已经基本成为每一个互联网用户必备的服务,基于腾讯庞大的用户基础以及强大的市场地位,本文依据张磊和吕裔良^[64]的估计方法,直接采用中国目前的总人口数作为腾讯 QQ 服务的潜在市场规模,即 $m = 1300$ 百万。在其他模型的参数估计时,将 $m = 1300$ 百万为外生变量,继而采用 Matlab 软件进行遗传算法的参数估

计,不同模型的参数估计结果如表 6 所示。不同模型在参数值上存在一定的差异。对于外部影响系数 p 而言, Bass 模型与 NUI 模型、HOGI 模型以及 HEGI 模型之间差别较大。HOGI 模型、HEGI 模型的参数 d 值差别也很大,最高的为 21.261,最低的却只有 0.089; 不同模型的平均节点度 k 也有所不同。因此需要进一步对参数拟合的效果进行评价。

表 6 腾讯 QQ 服务扩散模型参数估计($m = 1300$ 百万人)

Table 6 The parameter estimation of the diffusion model on Tencent QQ's service

模型	P	q	Δ	D	k	k_1	k_2	P_R
Bass	0.018	0.167	—	—	—	—	—	—
NUI	0.005	0.425	1.851	—	—	—	—	—
HOGI	0.003	—	—	21.261	0.015	—	—	—
HEGI	0.008	—	—	0.089	3.415	0.200	3.215	0.941

根据模型参数估计的结果计算出各模型的 R^2 、调整 R^2 以及 S^2 的值如表 7 所示。四个模型相比,HEGI 模型的 R^2 、调整 R^2 都最高, S^2 最低,是拟合最佳的模型。本部分继续采用渐进 F 分布统计

量对模型进行参数显著性检验。由表 7 可知,所有模型都通过检验,每个参数对于模型都具有显著性,因此各模型在参数显著性检验方面没有体现出明显的优劣性。

表 7 即时通讯服务模型统计检验结果比较

Table 7 The comparison with effects of the models' statistical test about instant messaging service

模型	R^2 (%)	调整 R^2 (%)	S^2	P	q	δ	d	k	k_1	k_2
Bass	96.9	96.8	1334.527	—	—	—	—	—	—	—
NUI	97.9	97.8	903.308	—	—	—	—	—	—	—
HOGI	98.8	98.7	509.393	**	—	—	**	*	—	—
HEGI	99.6	99.6	164.524	**	—	—	**	—	*	**

注: ** 表示通过 1% 的 F 显著性检验, * 表示通过 5% 的 F 检验。

在进行预测检验时,本研究先保留时间序列 2010 年 9 月 ~ 2011 年 9 月的数据,运用其他数据

比较估计与保留年份实际数据的差异程度。计算结果如表 8 所示。

表8 即时通讯服务模型预测精度比较

Table 8 The comparison with the models' forecasting accuracy about instant messaging service

模型	MAD	MAPE	MSE	SDE
Bass	45.927	0.068	2 166.851	46.549
NUI	60.283	0.089	3 716.299	60.961
HOGI	16.476	0.025	331.892	18.217
HEGI	6.836	0.010	83.018	9.111

四类模型在预测精度的比较中, MAD 值、MSE 值、SDE 值都差别较大, 其中最低的都为 HEGI 模型, 表明此模型预测精度比较高; 在 MAPE 值方面, 虽然模型间的差异性不是特别明显, 但是最低的仍然是 HEGI 模型. 四个指标都说明 HEGI 模型的预测精度最好, 与其他模型相比具有很高的优越性. 具体的预测值与实际值的扩散曲线比较结果如下图 4 所示.

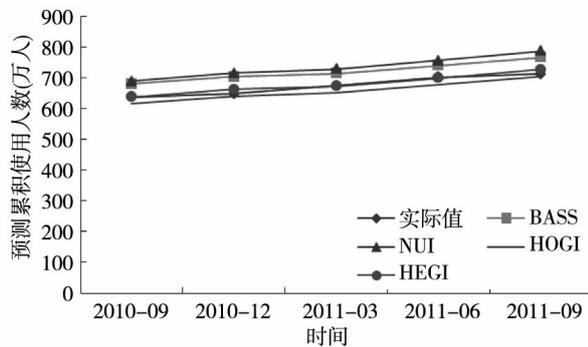


图4 即时通讯服务不同模型预测效果比较

Fig. 4 The comparison with prediction effect of different models about instant messaging service

通过对模型在统计意义和预测精度方面的比较, 可以认为 HEGI 模型是最能体现即时通讯服务特点的扩散模型. 虽然在拟合优度方面, 模型之间的差距不大, 但是 HEGI 模型在预测精度上的优势, 验证了此模型的优势. 在 HEGI 模型中, 影响服务扩散的有三大类因素, 分别是外部影响、近距离影响、远距离影响, 图 5 展示了 HEGI 模型中三类系数与整体累积使用人数变化的关系. 即时通讯作为一种新型的服务形式, 扩散早期近距离的影响微弱, 外部影响和远距离影响的作用明显. 当远距离影响超过外部影响后, 扩散在继续, 但是速度却低于外部影响较大时的速度, 此时近距离的影响仍然很小; 但是当近距离的影响有明显提升, 即在 2008 年下半年后, 即时通讯的扩散

速度又有了新的提升. 由此可见, 即时通讯服务的扩散不是某一个因素主导, 而是需要至少两个因素的作用; 同时, 在即时通讯服务扩散中, 近距离的影响不如远距离的影响明显. 这与人际交往方式的特点有关, 一般只有特别熟悉的人才喜欢面对面接触, 而关系一般的人之间更愿意通过即时通讯的方式联系. 因此, 可以说即时通讯服务是一种扩大和强化人际关系的服务, 此类服务扩散的成功, 一方面有赖于市场广告等外部影响, 另一方面有赖于强化其人际关系的功能, 从而吸引更多的人加入到使用即时通讯服务的群体当中.



图5 HEGI 模型中的各系数之间的变化关系

Fig. 5 The changing relationship among the coefficients in the HEGI model

4 结果讨论

4.1 模型参数分析

4.1.1 外部影响分析(p)

外部影响是市场上的外部力量对服务扩散的影响, 无论是在 HOGI 模型还是在 HEGI 模型中, 一般来说, p 值代表的是企业通过广告、促销活动、渠道推广等外力作用对服务扩散的影响, 外部影响是服务扩散的基础影响因素. 对于自助服务

来说,如果其他参数不变,参数 p 的提高会改变扩散曲线的形态和发展趋势。 p 值变化时,邮箱服务和即时通讯的扩散曲线如图 6。随着 p 值的不断增大,自助服务扩散曲线斜率增大,起飞点不断提前;说明外部影响的增大可以缩短导入期的时间

从而尽早进入成长期,也会促使服务扩散的峰值较早出现。由此可见,外部因素的作用可以帮助企业早日实现市场成长,为更大规模的市场扩张奠定基础,对于新型自助服务导入市场尤为重要。

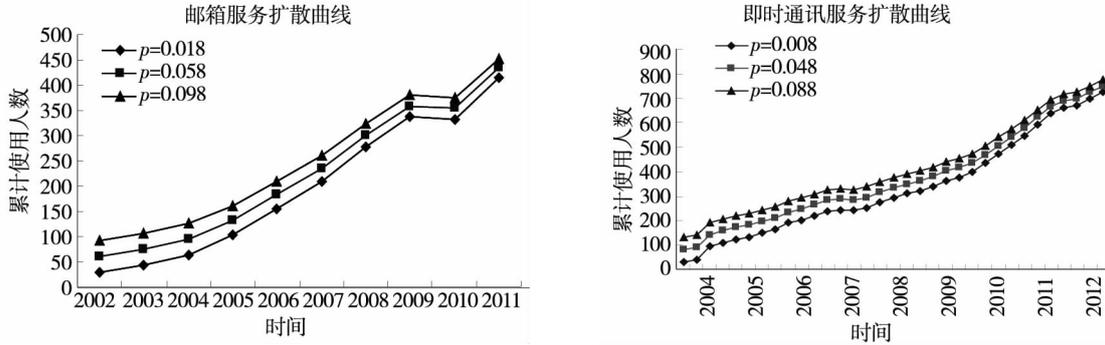


图 6 不同 p 值条件下的扩散曲线

Fig. 6 The diffusion curves under the condition of different p values

4. 1. 2 平均节点度影响分析(k)

复杂网络中的平均节点度是用来衡量整个网络密集程度的指标。 k 值越大网络中节点的度越大,网络的连通性越好,网络越密接; k 值越小网络中节点的度越小,网络的连通性越差,网络越稀疏。在基于网络结果的混合扩散模型当中,内部影响系数是一个与平均节点度相关的函数,所以平均节点度是表示内部影响的重要参数。

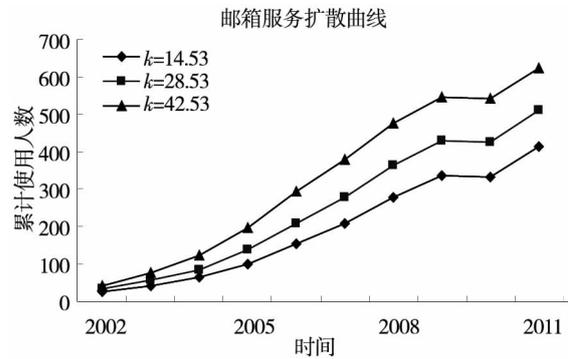


图 7 不同 k 值条件下的扩散曲线

Fig. 7 The diffusion curves under the condition of different k values

1) 同质影响下的 k

K 值变化时,邮箱服务扩散曲线如图 7。自助服务的平均节点度增加,服务的扩散效果越好。平均节点度提高带来的扩散效果与外部因素作用不同,它不会影响拐点产生的时间,而是会改变曲线的形状;会增加每个时点的累积使用人数总量,也就是改善扩散的效果。平均节点度与网络连通性有关,网络连通性会影响网络中个体的信息传递沟通,因此,要提高平均节点度需要有效区别网络中节点的类型,从而加强网络中个体的信息传递的能力,从而提升内部影响的作用。因此,平均节点度的增加虽然不会加速企业的扩张速度,但是会增加扩张时期的市场占有率,对保持企业的竞争优势非常重要。

2) 异质影响下的 k_1 、 k_2

通过 HEGI 模型,可以将节点分为近距离节点和远距离节点,这两类节点的平均节点度(k_1 、 k_2) 是重要的分析对象。图 8 表示固定 k_1 (或者 k_2) k_2 (或者 k_1) 分别产生一个和两个单位的变化后与整体扩散曲线的关系。随着 k_1 的增加,整体扩散曲线有明显的变化,虽然仍然没有改变服务扩散成长的时间点,但是增加了每个时点的累计使用人数,即每个时点上的累积使用人数有所提高;而且随着 k_1 数值的增加变化的程度越来越显著。然而 k_2 同等程度的增加,却几乎没有改变整体扩散曲线的形状和发展态势;只有当 k_2 很大时,才能带来扩散曲线微小的变动。由此可见,在自助服务扩散中近距离的影响才是影响扩散的主

导因素。虽然远距离影响对市场扩散有一定的维持作用,但是市场的突破式发展还是需要依靠近距离影响的作用。近距离影响的增强虽然不会缩短服务的成长期,但是会增加每个时点的累计使

用人数,在原有成长曲线中扩大市场占有率。因此,对于自助服务企业来说,既需要通过关注远距离影响的作用维持市场地位,又需要挖掘近距离影响从而扩大市场占有率。

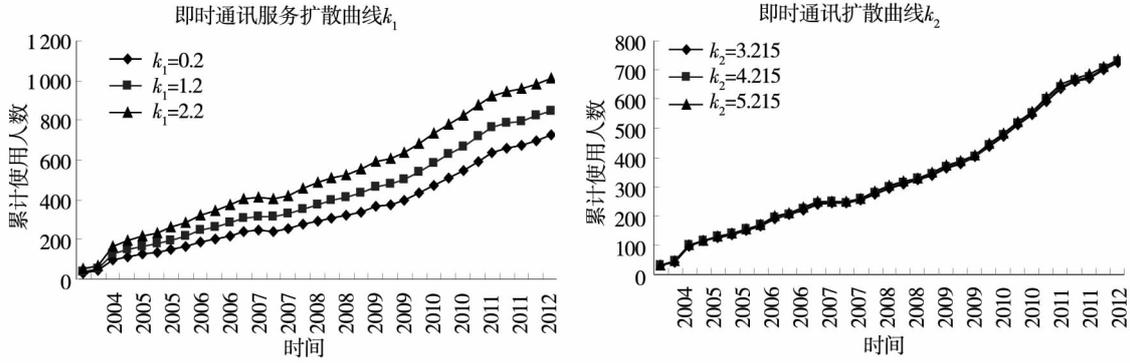


图8 不同 k_1 、 k_2 值条件下的扩散曲线

Fig. 8 The diffusion curves under the condition of different k_1 values and k_2 values

4.2 实践应用讨论

4.2.1 扩散初期: 增强外部因素扩大用户基础

外部因素 p 是所有自助服务扩散模型的共同因素,当 P 值较高时,能够缩短服务扩散的时间,加速扩散。可见,外部因素对市场初期的发展具有重要作用。需要通过增强市场外部因素的力量,扩大市场发展初期的市场影响力,增大扩散实现“起飞”的用户基础,为扩散的成功奠定基础。

企业可以通过主动宣传,让更多的消费者知晓新型服务。这种宣传可以是广告也可以是给消费者体验的机会。那么企业要扩大初期的市场影响可以通过两种方式:第一,增大广告作用,在成本控制的条件下,针对细分市场和目标人群选择合适的广告策略,从而扩大自助服务的市场影响,增强潜在消费者群体对新服务的认知;第二,可以采用免费赠送的方式,扩大用户基础;选择市场中具有一定影响力的用户,给予他们免费使用的机会,以此再间接扩大用户基础。

4.2.2 扩散中后期: 提高平均节点度增强用户之间的联系增强扩散效果

在模型中节点度表征的是消费者之间的联系,如果 k 增加,服务扩散的累积使用人数也会增加,那么对于企业来说,就是要通过加强用户的联系来提高扩散的效果。此外,要强化自助服务扩

散的效果需要加强市场中不同用户之间的联系,也需要增加 k 值较大的用户(即增加使用网络中与其他节点有高度连接的节点),从而提高整个用户网络的连通性,才能增加每个时点的用户数。在存在异质影响的作用下 k_1 的增长是扩散成功的关键,只有当该值有明显增长的时候,市场上的服务扩散程度才能有显著的增加,由此可见,在存在异质影响的自助服务扩散中要强化其对亲密关系人群的作用,通过亲密关系间的内部影响提高采纳该服务的消费者数量。同时,依赖关键用户的作用,扩大用户的数量。

所以说,节点度的提高对于市场有两重价值,分别是加强用户的联系和增加与其他消费者联系紧密的用户。对于企业来说,一方面,需要增强市场细分,加强用户之间的区隔,增强同质性用户之间的联系;另一方面,可以通过服务的差异化,针对不同类型或市场的用户提供具有特点的服务,从而提高同类用户之间的黏性,目的也是提高使用者网络的平均节点度的值。特别要增加服务在亲密消费者之间的黏性,提高使用者对亲密关系人的扩散意愿。因此,服务推荐机制也是一种很好的扩散方式,虽然它可能抑制部分市场,但是它能保证使用者的质量,特别是有利于自助服务的可持续的市场成长。这都是服务扩散中后期需要采用的策略。

5 结束语

本文基于人际关系视角,构建了自助服务扩散的群体同质影响模型(HOGI)和群体异质影响模型(HEGI),弥补了该领域对内部影响系数的研究不足;以邮箱服务和即时通讯服务实际扩散数据,对本文提出的模型和传统模型进行了拟合和预测分析,结果表明 HOGI 模型、HEGI 模型分别能够代表在社群压力和个体交互作用下自助服务的扩散规律,比 BASS 模型和 NUI 模型更具有优越性;通过对模型参数的讨论发现,外部影响会改变扩散曲线的形态和发展趋势,而平均节点度和近距离影响会增加扩张时期的市场占有率。

对于企业来说,在自助服务扩散初期,外部影响是最重要的变量,企业需要利用广告宣传以及具有影响力的个体用户的体验推广,尽可能地提高初始用户数量,缩短服务的推广阶段。在自助服务顺利进入市场后,企业要更加关注整体使用者特征,明确客户在使用者网络中的角色,扩大网络联系程度,以市场细分和差异化服务发掘用户间的亲密关系,实现市场扩散的有效进行。

本文主要基于简单随机网络和 WS 小世界网络进行建模,在未来的研究中可以选择与现实人际关系网络更为贴切的网络结构。此外,本研究仅用平均节点度来表征复杂网络的特征,今后还需要在模型中增加平均路径长度、聚集系数等其他参数,从而更深刻地展现消费者之间的网络特征。

参考文献:

- [1]周致平. 自助服务时代悄然而至[J]. 信息与电脑, 2008, (9): 56-58.
Zhou Zhiping. Selfservice age is coming[J]. China Computer & Communication, 2008, (9): 56-58. (in Chinese)
- [2]余宙婷, 舒华英. 基于顾客感知的自助服务分类研究[J]. 营销科学学报, 2012, 8(1): 95-110.
Yu Zhouting, Shu Huaying. Classifying TBSS from consumers' perspective[J]. Journal of Marketing Science, 2012, 8(1): 95-110. (in Chinese)
- [3]Michalakelis C, Varoutas D, Sphicopoulos T. Diffusion models of mobile telephony in Greece[J]. Telecommunications Policy, 2008, 32(3-4): 234-245.
- [4]Harald G, Frank V. The diffusion of mobile telecommunication services in the European Union[J]. European Economic Review, 2001, 45: 577-588.
- [5]Sanjay K S. The diffusion of mobile phones in India[J]. Telecommunications Policy, 2008, 32(9-10): 642-651.
- [6]Clements M T, Ohashi H. Indirect network effects and the product cycle: Video games in the U. S 1994-2002[J]. The Journal of Industrial Economics, 2004, 53(4): 515-542.
- [7]于同洋, 肖人彬, 龚晓光. 基于多智能体的网游产品扩散特性[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(5): 919-927.
Yu Tongyang, Xiao Renbin, Gong Xiaoguang. Net game diffusion characteristics based on multi-agent[J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2010, 30(5): 919-927. (in Chinese)
- [8]Nazrul I S, Arvind R, Anant B. Modeling the Diffusion of Innovations Using Small-World Networks[R]. Working Paper, https://www.researchgate.net/publication/228591531_Modeling_the_diffusion_of_innovations_using_small-world_networks, 2005.
- [9]Anselmsson J. Customer-perceived Service Quality and Technology-based Self-service[D]. Lund: Lund University, 2001.
- [10]Matthew L M, Amy L O, Robert I R, et al. Self-service technologies: Understanding customer satisfaction with technology-based service encounters[J]. Journal of Marketing, 2000, 64(3): 50-64.
- [11]邓家昭. 自助服务对服务业影响的研究[J]. 科技情报开发与经济, 2004, 14(1): 73-74.

- Deng Jiazhao. Study on the influence of self-serving on the service trad [J]. *Sci/tech Information Development & Economy* , 2004 , 14(1) : 73 – 74. (in Chinese)
- [12] Vishwanath V , Malvin G. Multi-channels: The real winners in the B2C internet wars [J]. *Business Strategy Review* , 2001 , 12(1) : 25 – 33.
- [13] 赵正龙, 陈 忠, 孙武军, 等. 邻居效应下的复杂社会网络扩散 [J]. *系统管理学报* , 2008 , 17(5) : 490 – 498.
Zhao Zhenglong , Chen Zhong , Sun Wujun , et al. Diffusion in complex social net work based on neighbor effect [J]. *Journal of Systems & Management* , 2008 , 17(5) : 490 – 498. (in Chinese)
- [14] Goksel Y. Understanding the Emergence of Aggregate Level Innovation Diffusion Through Individual Level Adoption Analysis [D]. Michigan: Michigan State University , 2007.
- [15] Fourt L A , Woodlock J W. Early prediction of market success for new grocery products [J]. *Journal of Marketing* , 1960 , 26(2) : 31 – 38.
- [16] Mansfield E. Technical change and the rate of imitation [J]. *Econometrica* , 1961 , 29: 741 – 766.
- [17] Bemmaor A , Yanghyuk L. The impact of heterogeneity and Ill-conditioning on diffusion model parameter estimates [J]. *Marketing Science* , 2002 , 21(2) : 209 – 220.
- [18] Bass F. A new product growth model for consumer durables [J]. *Management Science* , 1969 , 15: 215 – 217.
- [19] 丁士海, 韩之俊. 基于创新扩散的耐用品品牌扩散模型探析 [J]. *软科学* , 2009 , 23(3) : 127 – 133.
Ding Shihai , Han Zhijun. Research on the model of durables brand diffusion based on innovation diffusion [J]. *Soft Science* , 2009 , 23(3) : 127 – 133. (in Chinese)
- [20] Wenrong W , Xie M , Tsui K. Forecasting of Mobile Subscriptions in Asia Pacific Using Bass Diffusion of Innovation and Technology [C]. *Management of Innovation and Technology* , IEEE International Conference on 2006 , 300 – 303.
- [21] Mcdade S , Oliva T A , Tomas E. Forecasting organizational adoption of high-technology product innovations separated by impact: Are traditional macro-level diffusion models appropriate? [J]. *Industrial Marketing Management* , 2010 , 39(2) : 298 – 307.
- [22] Mahajan V , Peterson R A. Innovation diffusion in a dynamic potential adopter population [J]. *Management Science* , 1978 , 24(15) : 1589 – 1597.
- [23] Norton J A , Bass F M. A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generations of high technology products [J]. *Management Science* , 1987 , 33(9) : 1069 – 1086.
- [24] Steffens P R. A model of multiple ownership as a diffusion process [J]. *Technological Forecasting and Social Change* , 2002 , 70 (9) : 901 – 917.
- [25] Rabikar C , Jehoshua E. The innovation diffusion process in a heterogeneous population: A micro modeling approach [J]. *Management Science* , 1990 , 36(9) : 1057 – 1079.
- [26] Young H P. The Spread of Innovations Through Social Learning [R]. CSED Working Paper No. 43 , Johns Hopkins University and University of Oxford , 2005.
- [27] Ferderic D. Formation of social networks and diffusion of innovations [J]. *Research Policy* , 2002 , 31(5) : 835 – 846.
- [28] Boccara N , Fuks H , Geurten S. A new class of automata networks [J]. *Physica D: Nonlinear Phenomena* , 1997 , 103(1 – 4) : 145 – 154.
- [29] Margaret E , Sylvie H , Francois G , et al. Comparing an Individual-Based Model of Behaviour Diffusion with its Mean Field Aggregate Approximation [D]. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* , <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/4/9.html> , 2003.
- [30] Rahmandad H , Streman J. Heterogeneity and network structure in the dynamics of diffusion: Comparing agent-based and differential equation models [J]. *Management Science* , 2008 , 54(5) : 998 – 1014.
- [31] Van den Bulte C , Joshi Y V. New product diffusion with influentials and imitators [J]. *Marketing Science* , 2007 , 26(3) :

- 400 - 421.
- [32] Jacob G , Barak L , Eitan M. The chilling effects of network externalities [J]. *International Journal of Research in Marketing* , 2010 , 27(1) : 4 - 15.
- [33] Brian L D S , Kenp. Competitor and vendor influence on the adoption of innovative applications in electronic commerce [J]. *Information and Management* , 1998 , 34(3) : 175 - 184.
- [34] Botelho A , Pinto L C. The diffusion of cellular phones in portugal [J]. *Telecommunications Policy* , 2004 , 28(5 - 6) : 427 - 437.
- [35] Junseok H , Youngsang C , Nguyen V L. Investigation of factors affecting the diffusion of mobile telephone services: An empirical analysis for vietnam [J]. *Telecommunications Policy* , 2009 , 33(9) : 534 - 543.
- [36] 李蒙翔 , 顾睿 , 尚小文 , 等. 移动即时通讯服务持续使用意向影响因素研究 [J]. *管理科学* , 2010 , 23(5) : 72 - 83.
- Li Mengxiang , Gu Rui , Shang Xiaowen , et al. Critical factors of post adoption intention of mobile instant messaging service [J]. *Journal of Management Science* , 2010 , 23(5) : 72 - 83. (in Chinese)
- [37] 庄新田 , 黄玮强. 基于消费者网络的金融创新扩散研究 [J]. *管理科学学报* , 2009 , 12(3) : 133 - 141.
- Zhuang Xintian , Huang Weiqiang. Study on financial innovation diffusion based on consumer network [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2009 , 12(3) : 133 - 141. (in Chinese)
- [38] 李春燕 , 俞乔. 网络金融创新产品的市场扩散——针对银行卡产品的实证研究 [J]. *金融研究* , 2006 , (3) : 85 - 93.
- Li Chunyan , Yu Qiao. The market diffusion of the E-financial innovation , an empirical research on the bank card product [J]. *Journal of Financial Research* , 2006 , (3) : 85 - 93. (in Chinese)
- [39] Libai B , Muller E , Peres R. The diffusion of services [J]. *Journal of Marketing Research* , 2009 , 46(2) : 163 - 175.
- [40] Davis , Fred D. Perceived usefulness , perceived ease of use and user acceptance of information technology [J]. *MIS Quarterly* , 1989 , 13(3) : 319 - 339.
- [41] Pratibha A D , Richard P B. An attitudinal model of technology-based self-service: Moderating effects of consumer traits and situational factors [J]. *Academy of Marketing Science* , 2002 , (3) : 184 - 201.
- [42] Pratibha A D , Michelle L B , Eun-Ju L. Understanding consumer motivation and behavior related to self-scanning in retailing-implications for strategy and research on technology-based self-service [J]. *International Journal of Service Industry Management* , 2003 , 14 (1) : 59 - 95.
- [43] Aijaz A , Shaikh , Heikki K. Mobile banking adoption: A literature review [J]. *Telematics and Informatics* , 2015 , 32(1) : 129 - 142.
- [44] 王祺. 自助服务科技对企业绩效影响的多案例研究 [D]. 杭州: 浙江工商大学 , 2010.
- Wang Qi. The Impact of Self-service Technology on Service firm Performance in China: A Multi-case Study [D]. Hangzhou: Zhejiang GongShang University , 2010. (in Chinese)
- [45] Davis , Fred D. User acceptance of information technology: System characteristics , user perceptions and behavioral impacts [J]. *Journal of Man-Machine Studies* , 1993 , 38(3) : 475 - 487.
- [46] Edwin T C , David Y C L , Andy C L Y. Adoption of internet banking: An empirical study in Hong Kong [J]. *Decision Support Systems* , 2006 , 42(3) : 1558 - 1572.
- [47] Kent E , Daniel N. Determinants of continued use of self-service technology: The ease of internet banking [J]. *Technovation* , 2007 , 27(4) : 160 - 165.
- [48] Jungsun K , Natasa C , Pearl B. Impact of individual differences and consumers' readiness on likelihood of using self-service technologies at hospitality settings [J]. *Journal of Hospitality & Tourism Research* , 2011 , 35(3) : 85 - 114.
- [49] Meuter M L , Amy O , Mary J B , et al. The influence of technology anxiety on consumer use and experiences with self-serv-

- ice technologies [J]. *Journal of Business Research*, 2003, 56(11): 899–906.
- [50] Lin J C, Hsieh P. The role of technology readiness in customers' perception and adoption of self-service technologies [J]. *International Journal of Service*, 2006, 17(5): 497–517.
- [51] Ajzen I. The theory of planned behavior [J]. *Organizational Behavior and Human Decision Press*, 1991, 2(3): 179–211.
- [52] Curran J, Matthew L M. Encouraging existing customers to switch to self-service technologies: Put a little fun in their lives [J]. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 2007, 15(4): 283–298.
- [53] Kaushik A K, Zillur R. Innovation adoption across self-service banking technologies in India [J]. *International Journal of Bank Marketing*, 2015, 33(2): 96–121.
- [54] 刘震宇, 陈超辉. 手机银行持续使用影响因素整合模型研究—基于 ECM 和 TAM 的视角 [J]. *现代管理科学*, 2014, (9): 63–65.
Liu Zhenyu, Chen Chaohui. The integrated model research on factors affecting the continuous usage of mobile banking, from the perspective of ECM and TAM [J]. *Modern Management Science*, 2014, (9): 63–65. (in Chinese)
- [55] 邹婷婷, 易明. 浅析移动营销中的短信息服务策略 [J]. *科技情报开发与经济*, 2006, 16(18): 218–220.
Zou Tingting, Yi Ming. Analysis on tactics of short message service (SMS) in mobile marketing [J]. *Sci-Tech Information Development & Economy*, 2006, 16(18): 218–220. (in Chinese)
- [56] 邓朝华, 鲁耀斌, 张金隆. 基于 TAM 和网络外部性的移动服务使用行为研究 [J]. *管理学报*, 2007, 4(2): 216–221.
Deng Zhaohua, Lu Yaobin, Zhang Jinlong. Study of individual consumer behaviors in SMS by using TAM and network externality theory [J]. *Chinese Journal of Management*, 2007, 4(2): 216–221. (in Chinese)
- [57] Strader J, Troy R N, Sridhar H A, et al. Perceived network externalities and communication technology acceptance [J]. *European Journal of Information Systems*, 2007, 16(1): 54–65.
- [58] 郭浩. 基于复杂网络的 ICT 产业新产品扩散模型研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2009.
Guo Hao. New Product Diffusion Model of ICT Industry Based on the Complex Networks [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2009. (in Chinese)
- [59] 尹轶宁. 具有网络效应的 ICT 产品扩散建模与仿真研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2008.
Yin Yining. Research on Diffusion Modeling and Simulation for ICT Products with Network Effects [D]. Shanghai: Shanghai JiaoTong University, 2008. (in Chinese)
- [60] Michael L K, Carl S. Network externalities, competition and compatibility [J]. *The American Economic Review*, 1985, 75(3): 424–440.
- [61] Farrell J, Klemperer P. Coordination and Lock-in: Competition with Switching Costs and Network Effects [R]. Working Paper: CEPR Discussion Paper No. 5798, 2006.
- [62] 艾瑞咨询. 2012–2013 年中国即时通讯年度监测及用户行为研究报告 [R]. 2013, 9.
iResearch. The Report on Instant Messaging's Annual Monitoring and Users' Behavior Studies in China From 2012 to 2013 [R]. <http://www.iresearch.com.cn/report/2035.html>, 2013, 9. (in Chinese)
- [63] 谢识予, 朱宏鑫. 高级计量经济学 [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2010, 93.
Xie Shiyu, Zhu Hongxin. *Advanced Econometrics* [M]. Shanghai: Fudan University Press, 2010, 93. (in Chinese)
- [64] 张磊, 吕裔良. 快速消费品产品扩散的模型研究——以中国乳制品为例 [J]. *预测*, 2009, 28(1): 30–35.
Zhang Lei, Lv Yiliang. Study on the diffusion model of fast moving consumer goods: Taking Chinese dairy products as examples [J]. *Prediction*, 2009, 28(1): 30–35. (in Chinese)

(下转第 126 页)

引理 1 的证明:

证明过程与命题 2 类似, 此处不再重复.

引理 2 的证明:

1) 由于 $s_3 - s_5 = 2v(v+2)^2(b+1)A_{11} / ((2b-bv^2-v^2+8)^2(v+1)(b-2v+4)^2)$ 其中 $A_{11} = b^2(v^4-v^3-3v^2+v+4) + 2b(v^4-3v^3-2v+8) + 5v^4-29v^3+48v^2+16v > 0$. 于是可以得到 $s_3 > s_5$. 同样的方法可推出 $s_3 > s_1, s_4 > s_6, s_6 > s_2$.

2) $s_2 = s_3$ 关于产品竞争强度的边界为 v_5 , 于是当 $0 < v < \min(v_5(b), 1)$, 即 $(v, b) \in L_4$ 时, $1 > s_2 > s_3 > 0$. 与定理 2 采用相同的方法比较 s_5 和 s_1 , 则当 $(v, b) \in L_4$ 时, $s_5 > s_1$.

3) 比较各产品竞争强度边界可知 $v_5 < v_3 < v_2 < v_4, v_5 < v_1 < v_2 < v_4$. 于是当 $(v, b) \in L_4$ 时 $0 < s_1 < s_2 < 1, 0 < s_3 < s_4 < 1, 0 < s_5 < s_6 < 1$ 成立.

综合以上 1) - 3) 的结论可得, 当且仅当 $(v, b) \in L_4$ 时, $1 > s_4 > s_6 > s_2 > s_3 > s_5 > s_1 > 0$, 即 $(s_1, s_2) \cap (s_3, s_4) \cap (s_5, s_6) = (s_3, s_2)$, 且 $(s_3, s_2) \in (0, 1)$. 证毕.

命题 5 的证明:

结合定理 2, 定理 4, 引理 1, 引理 2 可以推出, 当 $(v, b) \in L_4$ 时, 如果收益分享比例 $s \in (s_3, s_2)$, 则制造商与零售商的谈判可以达成协议, 其他区域内收益分享契约无法实现制造商与零售商双赢. 同时, 又因为 $0 < s_3 < s < s_2 < 1$ 时, $M_j^{WW} < M_j^{WR}, M_i^{WR} < M_i^{RR}, M_i^{WW} < M_i^{RR}, R_j^{WW} < R_j^{WR}, R_i^{WR} < R_i^{RR}, R_i^{WW} < R_i^{RR}$. 于是, 无论从制造商还是零售商的角度, $(v, b) \in L_4$ 且 $s \in (s_3, s_2)$ 时, 纵向契约的演变过程均为 $WW \rightarrow WR/RW \rightarrow RR$, 且收益分享契约为占优均衡契约.

证毕.



(上接第 116 页)

Self-service diffusion from the perspective of interpersonal relationship

ZHAO Bao-guo¹, YU Zhou-ting²

1. School of Economic & Management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China;
2. Electronic Banking Sector, Postal Savings Bank of China, Beijing 100808, China

Abstract: With the application of self-services, companies can keep down costs and customers can enjoy convenient services. However, the market penetration ratio of many self-services is not high. Thus, figuring out the market diffusion law of self-services is significant to the development of self-services. A lot of researches have proved that the interpersonal relationship network has an influence on self-service diffusion. However, none of them analyzed the influence of individuals in communities. Therefore, on the base of the Shaikh's mixture diffusion model, this paper analyzes the influence caused by the number of individuals in different social groups and the number of adopted individuals and builds an HOGI model and an HEGI model. This paper also takes email service and instant messenger service for examples and gives a comparative analysis of the two models by means of econometric analyses. The result shows that under community pressures, the HOGI model has a better fitting efficiency. However, taking the mutual functions between individuals into consideration, the HEGI model has a better fitting efficiency.

Key words: self-service; diffusion; interpersonal relationship; mixture model