

电子商务中消费者行为的模拟分析

刘伟江 王广惠 杨璐

〔摘要〕 本文把电子商务网站中消费者的行为看作一个半马尔可夫过程，并以此为切入点对电子商务中消费者行为进行了模拟分析。这种分析将有助于企业判断网站的运行情况，进而不断改进网站的设计。

〔关键词〕 半马尔可夫过程 消费者行为 电子商务

1. 引言

随着电子商务的不断发展，电子商务中的消费者行为研究已经成为一个重要的研究领域。在传统的商业环境中，买卖双方直接接触，卖方可以从买方的表情、语言中了解他的行为，如购买目的、商品选择等。在网络环境中，商家对消费者的了解主要通过两种渠道，一种是通过在线调查表的方式来获取顾客的信息，但这种方法的缺点是无法保证访问者都会填写这些表格，而且如果调查表设计得不当就会使得调查结果不能真实地反映消费者行为；另一种方式是通过相应的软件（如 cookies）来记录消费者进入网页的方式、所访问网页的内容、在网页中的逗留时间等，这种方式所获取的数据比较真实、可靠，从而有助于企业全面了解消费者在网络中的行为。对网站中的消费者行为进行分析将有助于企业改进网页的内容和设计，加强与顾客间的关系与交流，提高顾客服务水平。作为第二种方法的典型代表之一是 Mamata Jenamani 在其 2003 年所发表的文章，该文指出可以将网络中的消费者行为用半马尔可夫过程来模拟，本文也用这种方法分析电子商务中的消费者行为。

2. 半马尔可夫过程

半马尔可夫过程是一种随机过程，它是指在系统状态转移过程中，系统将来的状态只与现在的状态有关，而与过去的状态无关，这种性质叫做无后效性，符合这种性质并且对两个状态转变之间的时间间隔加以考虑的状态转移过程，称作半马尔可夫过程。为了用这个模型对电子商务中消费者行为进行一些具体的分析讨论，下面先对一些相关的基本术语进行说明：

2.1 状态

状态是指某一网站中有相似功能的一个或几个页面的集合。对于一个模型，状态数目可以不同，这主要取决于分析者是如何对网站进行划分的。可以把多个功能化为一个状态，也可以把一个功能分为多个状态，如，产品搜索、产品价格、特殊折扣、产品细节、产品订购，可以集成为一个状态——产品信息搜索，也可以分别作为五个独立状态。恰当地划分状态对于分析帮助很大。

2.2 转移

当访问者在处于状态 i 的网页向处于状态 j 的网页发送请求后，由状态 i 到状态 j 的转移就会发生。若从状态

i 的某页转到相同状态下的另一页（即当 $i=j$ 时），我们认为发生了“自我转移”。

2.3 转移概率矩阵 P

转移概率矩阵中的每个元素 p_{ij} 表示从状态 i 转移到状态 j 的概率。矩阵中每行元素的和表示为状态 i 到其他所有可能状态的概率之和，因此为 1，且显然 $p_{ij} \geq 0 (i, j = 1, 2, \dots, n)$ ，其中 n 表示分析者划分网站的实质状态数。

2.4 停留时间函数 $T_{ij}(m)$

在从状态 i 转移到状态 j 之前，访问者停留在状态 i 的时间表示为 t_{ij} 。这段时间包括访问者发出下一条请求前的时间、网络的时延及服务器端对请求处理的时间。停留时间为随机数，由概率分布函数 $T_{ij}(m)$ 表述，称为停留时间函数。

2.5 平均停留时间矩阵 T

平均停留时间矩阵 T 的元素 t_{ij} 是停留时间函数 $T_{ij}(m)$ 的平均值。

转移概率矩阵及平均停留时间矩阵已经可以描述一个半马尔可夫过程，然而为了对电子商务中的消费者行为进行更充分的分析，还需要如下一些统计量。

2.6 平均等待时间 t_i

等待时间是指在目的状态未知情况下在各个状态上花费的时间。平均等待时间比平均停留时间更好的统计量，这是因为要访问的下一个状态一般并不能事先预见。各状态的平均等待时间等于该状态到其它每个状态（包括自身）的可能性与相应的平均停留时间的乘积之和，它可由转移概率矩阵 P 和平均停留时间矩阵根据关系式：

$$t_i = \sum_{j=1}^n p_{ij} t_{ij} \quad (1)$$

计算求出。

2.7 访问者进入状态 j 的概率 π_j

这个概率是指经过 r 次转移后，访问者进入状态 j 的概率。它与系统从哪个状态开始无关。该值可由 $\lim_{r \rightarrow \infty} P^r$ 得到（ P 为转移概率矩阵）。这个概率代表了访问者访问状态 j 的可能性。

2.8 访问者停留在状态 j 的概率 ρ_j

访问者停留在状态 j 的概率 $\rho_j(m)$ 是指：从状态 i 开始，经过 m 时间段后停留在状态 j 上的可能性（经过较长时间间隔后，该概率与状态 i 无关），可由公式

* 此文为吉林大学社科项目《电子商务中的信任与竞争问题》的部分成果。项目编号：2003BS025。

$$j = \begin{matrix} j \\ t \end{matrix} \quad (2)$$

得到, 其中:

$$t = \sum_{j=1}^n j t_j$$

3. 半马尔可夫模型在电子商务中消费者行为分析中的应用

在电子商务活动中, 消费者与企业之间的沟通是通过网站的一系列访问来完成的。我们可以设想一下一个浏览者在站点中的不同状态(见后面的定义)之间进行转换的情形: 访问者在访问网站的某一个页面后, 经过任意时间间隔后, 网站服务器可能收到访问者所提交的新的访问请求, 此时转移发生, 状态也随之改变, 访问者会进入一个新的页面, 这些特征使得我们可以把消

费者在电子商务网站中的行为看作是一个半马尔可夫过程。本文作者在研究了一些网站(如雅芳、沃尔玛)的基础上, 查阅了相关资料, 为简明起见虚拟一个分为下述七个状态的电子商务网站, 受作者掌握资料所限, 所列举的数据可能会有一些误差, 但不影响对分析方法的说明。

3.1 状态

我们假设电子商务站点具有七个状态, 分别是: 状态 1—主页, 状态 2—登录, 状态 3—产品搜索, 状态 4—产品订购, 状态 5—付款, 状态 6—信息更新和状态 7—退出。

3.2 转移概率矩阵 P

为了进行具体分析, 作为一个例子, 我们设定了转移概率矩阵 P 中的矩阵元素值, 如下表所示:

表 1 转移概率矩阵

	主 页	登 录	产品搜索	产品订购	付 款	信息更新	退 出
主 页	0.02	0.03	0.08				0.87
登 录	0.06	0.54	0.10			0.05	0.25
产品搜索	0.02	0.02	0.59	0.26			0.11
产品订购	0.04		0.26		0.70		
付 款	0.64		0.12	0.10			0.14
信息更新	0.02					0.90	0.08
退 出	0.65						0.35

从表 1 中可以看出:

1) 没有访问者从产品订购状态退出

这也就是说, 在顾客订购完产品后, 不能退出网站而是转移到付款状态。一般而言, 顾客订购产品后希望得到产品订购确认再付款。所以为增加网站的销售量及实用性, 使顾客放心付款, 产品订购状态后应直接加入确认状态。提升网站的信誉、可靠性。

2) 访问者从主页退出的概率高

从主页退出的概率为 0.87, 这一数字意味着访问者在访问主页后 87% 的可能是离开站点, 这种现象应引起企业给以足够重视, 应该考虑页面的风格、布局、内容等几方面进行考察, 积极进行改进。

3) 有关退出状态

从转移概率矩阵中我们可以发现, 访问者进入退出状态后只有两种可能性, 一种状况是再次进入主页进行访问(概率为 65%), 而另一种状况则是保持在退出状态(概率为 35%)。上述数字表明访问者有 35% 的可能不会再进入该网站。这可能是由于网站的设计或内容不能满足访问者需要, 也可能是访问者订购一件耐用品后

一段时间内不再有同样需求(如, 电视机)。这就要求我们对实际情况进行全方位考虑, 进而将网站进行改进, 从而减小退出状态的自我转移概率。

4) “自我转移” 概率值高, 这些状态是登录(0.54), 产品搜索(0.59), 和信息更新(0.9)。

登录状态的自我转移概率较高可能是重复登录造成的, 但根据我们的网上经验, 这种情况在实际应用中很少发生。在研究了一些网站设计之后发现有些网站的登录状态包括三个页面: 顾客登录页、供应商登录页和连接着两个网页的中间页。这样中间页的存在可以使企业方便地掌握登录者的类型, 顾客还是供应商。然而正如 Cooley 在其著作中指出的那样, 中间页只是用于访问者浏览而不是用于信息搜集。基于这种观点, 最好把中间页删去。

产品搜索和信息更新是两个自我转移概率较高的状态, 这表明顾客在反复地搜索产品信息, 供应商应不断更新产品数据库以确保网上的信息是最新的。

3.3 平均停留时间矩阵 T

同样, 为了进行具体分析, 这里我们也设定了相应的平均停留时间矩阵 T 中的矩阵元素值, 见表 2:

表 2 平均停留时间矩阵 T

	主 页	登 录	产品搜索	产品订购	付 款	信息更新	退 出
主 页	0.6	1.2	2.57				
登 录	0.5	0.5	0.75			0.52	
产品搜索	0.5	1.25	0.53	0.5			
产品订购	0.5		0.58		0.4		
付 款	0.4		0.5	0.5			
信息更新	0.05					0.52	
退 出							

从表 2 中可以看出平均停留时间总体较低, 个别较高, 几乎所有的平均停留时间都低于 1, 但有三个例外: 从主页到登录 (1.2), 从主页到产品搜索 (2.57), 从产品搜索到登录 (1.25)。然而与之对应的概率 (见表 1) 都很低, 这表明, 这种较高停留时间的状况是偶然事件。

3.4 平均等待时间

由公式 (1) 可得:

	1	2	3	4	5	6
t_i	0.2536	0.309	0.3777	0.4508	0.366	0.478

我们发现有两个状态平均等待时间高于 0.4, 三个状态在 0.3 与 0.4 之间, 一个状态低于 0.3。

主页的平均等待时间最低 (< 0.3), 主页状态有较低的平均等待时间是可以接受的, 因为访问者一般只是想从主页中了解此网站具有哪些功能, 往往这些功能都已列在主页上, 访问者可以一目了然。登陆状态及付款状态平均等待时间也较低 (< 0.4), 对于这两个状态, 这样较低的平均等待时间是合理的, 因为访问者只需输入账户和密码。然而对于产品搜索状态, 这样低的平均等待时间则要引起注意了。访问者要从这部分了解产品的样式、功能、价格等有关事宜, 在这样短的时间内几乎是不可能完成的, 要对此状态进行内容的核定。另外为提高平均等待时间, 增加销售量, 可以在网页上刊登广告或发布一些有助于产品销售的重要信息 (如在产品搜索状态中加特殊折扣栏)。

3.5 访问者进入状态 j 的概率 p_j

由 2.7 中所介绍的计算方法, 利用 eviews 统计分析软件, 可以得出访问者进入状态 j 的概率 p_j , 见图 1:

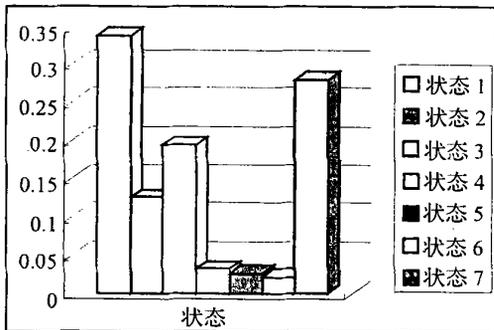


图 1 访问者进入状态 j 的概率 p_j

由图 1 可以得到以下结论:

- 1) 在任意时刻有 33.8% 的访问者会再次进入站点 ($p_1 = 0.338$)
- 2) 预期有 12.6% 的访问者愿意登录该网站 ($p_2 = 0.126$)
- 3) 访问者可能对产品搜索这个状态比较感兴趣 ($p_3 = 0.194$) 因此服务器可能从属于此状态的网页中收到更多请求。
- 4) 下一次转移中 28% 的访问者 ($p_7 = 0.28$) 有可能从系统中退出。

3.6 访问者停留在状态 j 的概率 q_j

由公式 (2), 利用 eviews 统计分析软件, 可以得出

访问者停留在状态 j 的概率 q_j , 见下图:

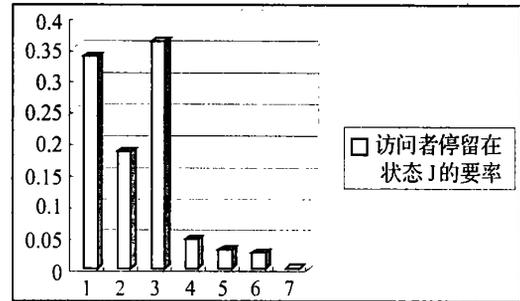


图 2 访问者停留在状态 j 的概率 q_j

由图 2 可知:

- 1) 有 36% 的访问者搜索产品信息, 而其中只有 4.7% 的访问者会订购产品, 3% 会付款。
- 2) 2.5% 的访问者会处于产品信息更新状态, 也就是说, 所有的访问者中会有 2.5% 是供应商。
- 3) 对主页感兴趣的访问者会占到 33.7%。

从以上对访问者进入状态 j 的概率 p_j 和访问者停留在状态 j 的概率 q_j 评论分析中可以看出, 大多数访问者只对产品信息查找感兴趣, 而订购产品和付款的则较少。因此这个网站可能并不能很好地完成销售目标——这有悖于预期结果。

4. 结论

电子商务在企业中举足轻重的地位使之成为现代商业的重要竞争领域。全面、彻底地分析电子商务的潜在机会, 需要企业从最基本的因素抓起——深入了解当前的业务状况。他们必须准确地确定当前的竞争环境、市场动态并判断公司长期目标、战略是否与当前的核心能力合理匹配。合理构造模型成为实现这一目标的有力工具。通过恰当构造与运用相关统计量, 我们可以较为成功地运用半马尔可夫模型解释消费者行为, 并得出相对合理的结果。及时准确地分析企业电子商务网站中消费者行为, 不仅可以为当前的商务增加价值、帮助企业有的放矢地对已有网站进行改进、增加顾客满意度、提升企业业绩, 更可以帮助公司探索新的进入市场的途径。

参考文献

1. Mamata Jenamani, Pratap K. J. Mohapatra, Sujoy Ghosea model of e - customer behavior in: Electronic Commerce Research and Application March 2003
 2. R. Cooley, B. Mbashar, J. Sivastava Grouping web page references into transactions for mining world wide web browsing pattern in: Knowledge and Data Engineering Workshop April 1997 P2
 3. [美] S.M. 劳斯著, 何声武等译. 随机过程. 北京: 中国统计出版社, 1997. 148~153
 4. 盛骤, 谢式千等著. 概率论与数理统计 (第 2 版). 北京: 高等教育出版社, 1997. 316~332
- 作者简介 刘伟江, 吉林大学商学院副教授, 经济学博士。研究方向: 电子商务。王广惠, 吉林大学商学院助教。杨璐, 吉林大学商学院在读硕士研究生。