

文章编号: 1006-4710(2003)04-0383-05

消费者行为分析中贴现因子的确定方法研究

李纯青^{1,2}, 徐寅峰¹

(1. 西安交通大学 管理学院, 陕西 西安 710049; 2. 西安工业学院 经济管理学院, 西安 710032)

摘要: 在比较固定贴现因子法及参数评估法的基础上, 提出了用异质偏好函数法来确定贴现因子, 并用实际的数据库验证了异质偏好函数法确定贴现因子在消费者行为模型的适应性方面比前两种方法优越, 还讨论了三种方法的使用原则。另外, 还提出了在考虑客户偏好异质性时, 消费者行为建模所应考虑的主要变量。

关键词: 贴现因子; 偏好异质性; 最大似然函数; 消费者效用

中图分类号: F224

文献标识码: A

Study on Determining Discount Factor in the Analysis of Consumer Behaviour

LI Chun-qing^{1,2}, XU Yin-feng¹

(1. Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China; 2. Xi'an Institute of Technology, Xi'an 710032)

Abstract: Based on the comparison of fixing discount factor method with the parameter evaluation method, the heterogeneity function method is presented to determine the discount factor. The real database is used to test the discount factor determined by the heterogeneity function method in the adaptation to the consumers' behavior model, which is proven to be superior to the two previous methods. Also, this paper discusses the application principles of the three methods. In addition, the main variables should be taken into account for developing the consumers' behavior model in considering the consumers' heterogeneity.

Key words: discount factor; heterogeneity; maximum likelihood function; consumer utility

定量的消费者行为分析是有效地进行客户关系管理的基础,也是更好地理解消费者行为的手段。在描述消费者行为的模型中,常用的有静态与动态两种模型。静态模型在建立消费者效用模型时,只考虑消费者的单期效用,不考虑当期决策对未来的影响;而动态模型的主要特征是将消费者看成是一个动态的决策者,即消费者在决策时,不但考虑当期效用,而且还考虑当期决策给未来带来的影响,即将未来的影响贴现到当期效用中。很多研究表明,动态模型在很多方面(比如模型的适应性、数据拟合性)比静态模型有优势^[1~4],但动态模型中都有一个贴现因子(δ_c)的确定问题,且 δ_c 在消费者选择模型中起着比较重要的作用,直接影响企业对消费者的最优决策。大部分文献^[1,3,5,6,7]对该因子均使用了相同的确定方法:将贴现因子当作固定常数(月贴现因子为0.991,或星期贴现因子为0.998,于是客户的未来效用就以每年10%的贴现率进行贴现)处理,但这种方法并不切合实际。也有人提出使用参数评估法¹,但该方法易导致不收敛问题,所以很少有人尝试。本文研究了动态客户关系管理

收稿日期: 2003-05-08

基金项目: 国家自然科学基金优秀创新群体基金(70121001)、国家自然科学基金(70028102)、陕西省自然科学基金(02G11,03G07)及陕西省教育厅专项基金(02JK009,03JK176)资助项目。

作者简介: 李纯青(1970-),女,西安交通大学博士生,西安工业学院副教授,研究方向为动态客户关系管理等。

中消费者行为分析所衍生出的一个较为关键的问题,发现不同的确定 δ_c 的方法所得出的结果是不同的,提出了确定贴现因子的异质偏好函数法,即将 δ_c 作为客户特性(年龄、性别和年收入)的函数来进行评估时,其结果要比前两种方法优越。

1 消费者行为分析模型与贴现因子

1.1 企业与消费者之间的交易特点

假定所研究的对象是零售业的单个消费者,在每个时间周期内企业决定是否给消费者实施营销组合策略,而客户以购买的形式决定是否进行反应。企业与客户反应之间的交互是以这种方式在每一个周期内重复进行的。这里所涉及的零售业出售的商品是非季节性产品,这种商品具有4个特性,即经常被购买、有品牌、耐储藏和受价格促进影响^[8],所以在不同时期消费者购买同样商品的效用是相同的。

客户的目标是在每一期做出购买或不购买的决策时使自己的长期效用最大,当客户做出决策时,不但考虑当前购买或不购买的效用,而且还考虑当前行为对未来决策的影响。

1.2 消费者目标函数

消费者目标函数是时间范围上一个期望的贴现效用:

$$E\left(\sum_{t=1}^{\infty} \delta_c^{t-1} u_{it} d_{it}\right) \quad (1)$$

式中 δ_c 是客户的贴现因子; u_{it} 是客户 i 在第 t 期从购买中获得的效用; d_{it} 是一个表示反应的二元(0, 1)变量, d_{it} 为 1 表示购买, d_{it} 为 0 表示不购买。这里为方便问题的处理,将实际情况中的购买决策进行了简化,但不影响问题的结论;实际情况可能是消费者除了购买与不购买的决策外,还有购买多少,购买什么品牌,不管怎么样,这些决策之间都是互斥的,每次消费者的选择是唯一的,这种情况下,决策空间是多维的而不是二维的。根据零售业数据的特性,时间周期以月为单位,由于寿命(以月来计量)是一个很长的时间,所以可以将时间轴看成是无限长的。

1.3 消费者效用模型

根据零售企业与消费者之间的交易特点,这里采用知名的 *RFM* 方法^[9](其中 R 表示流失时间, F 表示购买次数, M 表示购买金额)来描述客户的行为特征,该方法最早是在直销行业发展起来的^[10],最近也用在其他行业的客户行为的描述上^[3]。在本文的模型中,用流失时间 r_{it} 、客户的连续购买次数 f_{it} (为方便评估,这里没有涉及 M 这个变量,这并不影响所研究问题的结论)以及企业的营销组合策略 mms_{it} 来共同描述消费者的效用。其中单个客户 i 的流失时间及购买次数以马尔可夫转变过程进行演变,其表达式如公式(2a)及(2b)所示:

$$r_{i,t+1} = \begin{cases} 0 & \text{如果 } d_{it} = 1 \\ r_{it} + 1 & \text{如果 } d_{it} = 0 \end{cases} \quad (2a)$$

$$f_{i,t+1} = \begin{cases} f_{it} + 1 & \text{如果 } d_{it} = 1 \\ 0 & \text{如果 } d_{it} = 0 \end{cases} \quad (2b)$$

在 t 时刻对于单个客户 i 的营销组合策略的决策是一个二元变量,即:

$$mms_{it} = \begin{cases} 1 & \text{如果时刻 } t \text{ 对客户 } i \text{ 实行营销组合策略} \\ 0 & \text{否则} \end{cases} \quad (3)$$

这里,营销组合变量可以是多种策略(比如实行定价、发信、忠诚计划、优惠券、免费送货)的组合,对该问题的简化处理只是为了方便评估,并不影响所研究问题的结论。

于是客户的购买效用函数模型为:

$$u_{it} = \alpha + \beta_{mms} mms_{it} + \beta_1 r_{it} + \beta_2 r_{it}^2 + \beta_f \ln(f_{it} + 1) + \epsilon_{it} = \bar{u}_{it} + \epsilon_{it} \quad (4)$$

式中 \bar{u}_{it} 表示效用函数中的确定部分; ϵ_{it} 表示未观察到的误差项。在公式(4)中,利用了 Gonul^[11]的研究

成果,即对于非季节性产品来说,消费者效用与流失时间之间有 U 型曲线的关系,这种关系在我们的另外一项关于零售业的研究中也得到了证实^[11];对于消费者效用与连续购买次数之间的关系,用的是 Lewis^[3]对零售业中消费者的研究成果,即两者之间是对数关系,并且这种关系在本次实验应用分析中也得到了验证。

为方便评估,对于各个变量系数的符号事先给定,对于营销组合变量 mms_{it} 来说,其符号应该根据具体的策略而确定,本研究所采用的是给企业中的长期客户发信(用电子邮件、电话、手机短信等),发信对于消费者来说,起到一个促进销售的作用,所以其系数为正(但如果所采取的策略是定价的话,随着价格的增长客户的效用有可能会降低,则该变量预期的系数为负)。对于消费者来说,随着流失时间的增加,消费者的效用是逐渐减少的,所以 r_{it} 系数的符号期望是负的,但 r_{it}^2 的系数期望是正的。消费者的效用会随着连续购买次数的增多而增加,所以 $\ln(f_{it}+1)$ 的系数期望为正。这些符号的假定,在后来的实验应用分析中得到了验证。

消费者的购买原则是消费者购买所带来的总效用大于不购买的总效用,因此消费者的购买概率是当前状态下购买所带来的当期效用(如公式(4)所示)与未来效用对当期贴现(贴现因子为 δ_c)之和大于当前状态下不购买所带来的当期效用与未来效用对当期的贴现之和的概率(客户决策带来的状态转移依照公式(2)进行演变)。于是可以建立消费者的状态转移概率矩阵,企业针对每个消费者在各种状态下的购买概率,做出有效的动态决策来实现利润最大化的目标。

1.4 贴现因子 δ_c 在消费者目标函数中的作用

对于期望的目标函数的求解问题主要集中在消费者效用模型中各参数的确定上,参数确定的原理是基于计量经济中的 ESDP 模型(Estimable Structural Dynamic Programming,可评估的结构动态规划模型),该模型是利用消费者的实际交易数据,使其样本对数-似然函数最大来进行参数评估的。

贴现因子的取值范围是 $0 \leq \delta_c \leq 1$,该值的大小代表着消费者动态导向的级别。如果 $\delta_c = 0$,意味着消费者在进行当前决策时,不考虑未来利益的影响,即消费者对未来的收益一点都不贴现。如果 $\delta_c = 1$,意味着消费者在进行当前决策时,完全将未来利益与当前利益当成同样重要。 δ_c 的值越大,说明消费者在进行当前决策时对未来利益的影响考虑得越多。

2 贴现因子 δ_c 的确定方法

2.1 常用的两种方法

1) 固定贴现因子法 学术界经常将固定贴现因子法作为常用的贴现因子确定方法^[1,3,5~7],即将所有客户的贴现因子都设为月贴现因子为 0.991(或星期贴现因子为 0.998),于是客户的未来效用就以每年 10% 的贴现率进行贴现。也有学者建议 δ_c 的取值范围应该在 0.8~0.95 之间^[12]。

2) 参数评估法 参数评估法是将 δ_c 当作与消费者效用方程中其他参数一样进行评估,使对数-似然函数值最大,然后根据实际数据的特性,评估出一个合适的值。从评估原理来看,这种方法肯定比仅将 δ_c 当作一个常数来确定的结果要好。但前面提到的研究之所以没有用这种方法,主要原因是这种方法容易出现不收敛问题。

2.2 异质偏好函数法

在消费者选择模型中,一直将考虑个体行为中偏好异质性的观点作为增进该领域内容的主要方法,忽视这种偏好异质性就会导致预测的误差^[13],也就是说客户数据不同,用来描述客户对未来预期的贴现因子也是不同的。这里提出一种异质偏好函数法来确定 δ_c 的值,即将 δ_c 当作反映客户特性的主要变量(年龄、性别和年收入)的函数来进行评估,其表达式为:

$$\delta_c = \gamma_0 + \gamma_{sex}sex + \gamma_{age}age + \gamma_{income}income \quad (5)$$

其中性别变量的表达式为:

$$sex = \begin{cases} 0 & \text{男} \\ 1 & \text{女} \end{cases} \quad (6)$$

年龄变量的表达式为:

$$age = \begin{cases} 0 & \text{中青年} \\ 1 & \text{老年} \end{cases} \quad (7)$$

年收入变量的表达式为:

$$income = \begin{cases} 0 & \text{低中收入} \\ 1 & \text{高收入} \end{cases} \quad (8)$$

这里主要是为了探讨确定贴现因子的方法,出于方便评估起见,公式(5)采用了一种简单的线性关系来处理,并忽略了其他因素带来的误差。在变量选择方面,借鉴了 Reinartz 等人的研究成果^[14],但将其提出的“空间位置”变量去掉,加上了“性别”变量,因为独家垄断的假设(在我国大中城市中,方圆 5~10 km 之内只有一家超市的情形是很常见的)使空间位置对于这家超市的长期客户来说是常量,也就是说这家超市的客户可以将与超市的距离当成一样的;二是根据所分析的超市数据发现,性别在购买决策中起了很重要的作用(当然,也可以根据所研究行业的数据特征改变变量的个数)。

上述三种方法从不同的角度给出了确定 δ_c 的方法。从以上的分析可以看出,这三种方法各有其特点,固定贴现因子法比较简单,但其并没有考虑对于不同的数据及行业来说消费者的贴现因子是不同的,即使是相同的行业,对于不同的数据库,消费者的特性也是不同的,所以,以一种固定的贴现因子来代表所有客户的特性是不合适的;参数评估法相对于固定的贴现因子的方法来说,能够更好地拟合数据库的数据,但其没有考虑可观察的客户异质偏好性,即不同年龄段、不同收入水平及不同性别的客户对未来的预期是不同的。

3 实验应用分析及评估结果

3.1 数据描述

本文采用某超市的数据库进行评估,验证以上观点。所采集的数据集来自一个超市集团的长期客户对某一商品(这里选择的是宝洁公司生产的海飞丝洗发水)从 1999 年 1 月到 2001 年 6 月(30 个月)的购买历史数据。选择海飞丝的理由是该商品全年消费并符合前述的 4 个特性,且销售上没有很大的季节波动。将 1999 年 1 月开始第 1 次购买该商品的客户作为研究对象,观察 30 期的购买历史,共有 500 个客户符合选择要求。这些数据的特性如表 1 所示。

表 1 样本统计(总样本 500)

样本特性	mean	std. dev.	min	max
单个客户的购买次数	5.09	2.21	1	14
单个客户收到的信息次数	8.57	2.68	2	18
243 个男客户的购买次数	4.52	1.85	1	11
257 个女客户的购买次数	5.61	2.40	1	14
376 个中低收入客户购买次数	4.87	2.01	1	12
124 高收入客户的购买次数	5.69	2.48	1	14
364 个中青年客户的购买次数	5.29	2.24	1	14
136 个老年客户的购买次数	4.52	2.16	1	11
两次购买的时间间隔(月)	5.46	5.57	1	29
单个客户连续购买的次数	1.06	1.29	0	8
单个客户 $d=1$ 时的 r 值	4.70	5.53	0	29
单个客户 $d=1$ 时的 f 值	0.37	0.72	0	5

注:样本中的客户数为 500;总共观察到的数据个数为 15 000。

表 2 三种评估方法的结果与比较

参数	固定贴现因子法	参数评估法	异质偏好函数法
α	-1.28 [†] (-5.9430)	-1.30 [†] (-6.0542)	-1.16 [†] (-5.3596)
β_{mms}	0.38 [†] (2.8974)	0.34 [†] (2.6003)	0.323 [†] (2.4508)
β_{1r}	-0.025 (-0.7462)	-0.029 (-0.8682)	-0.0782 [†] (-2.3227)
β_{2r}	0.0021 [†] (1.7447)	0.0022 [†] (1.9250)	0.0045 [†] (3.9065)
β_f	0.36 [†] (1.9988)	0.44 [†] (2.4504)	0.312 [†] (1.7239)
δ_c	—	—	0.7
γ_0	—	—	0.40
γ_{sex}	—	—	0.25
γ_{age}	—	—	-0.26
γ_{income}	—	—	0.21
LL	-5842.5	-5821.95	-5807.99
AIC	11695	11655.9	11633.98
BIC	11733.08	11701.59	11702.52

注:括号内为 t 检验值;† 表示在 0.1 水平上显著;‡ 表示在 0.05 水平上显著;■ 表示在 0.01 水平上显著。

3.2 三种方法的评估结果与比较

三种方法的评估结果列于表 2。从表 2 可以看出,参数评估法要比固定贴现因子法好,并且对于该数据库来说,宜采用 0.7 的贴现因子;从对数-似然函数值及 AIC 来看,异质偏好函数法要比参数评估法的结果好,但从 BIC 指标来看,该方法比参数评估法相差无几。从表 2 还可以看出,固定贴现因子法需要评估 5 个参数,参数评估法需要评估 6 个参数(δ_0 也作为参数来评估),异质偏好函数法则需要评估 9 个参数,其计算复杂程度高于前两种方法,这也是为什么大多数文献采用固定贴现因子法的原因。前面说过,用参数评估方法容易导致不收敛的问题,但在实验应用分析中,并没有遇到不收敛的问题,不但评估结果明显好于固定贴现因子法的结果,而且由于只增加了一个参数,所以计算复杂程度并没有提高很多。

4 结 论

本研究通过分析所建立的消费者行为模型,提出了用异质偏好函数法来确定消费者行为模型中的贴现因子,并将该方法应用于一个超市的实际数据库中,比较了三种方法不同的评估结果,认为参数评估法在收敛的情况下比固定贴现因子法优越,异质偏好函数法比参数评估法优越。在具体问题中应遵循以下原则来确定贴现因子:在以贴现因子作为变量而带来模型不收敛问题的情况下,可采用固定贴现因子法;在消费者的效用模型比较简单的前提下,宜采用异质偏好函数法;在消费者的效用模型比较复杂的情况下,也可采用参数评估法。另外,提出了在考虑客户偏好异质性时,消费者选择建模所应考虑的主要变量为消费者的年龄、性别及年收入。

参考文献:

- [1] Gonul Fusun, Meng Ze Shi. Optimal mailing of catalogs: a new methodology using estimable structural dynamic programming models[J]. *Management Science*, 1998, 44(9): 1249~1262.
- [2] Gonul Fusun, Srinivasan Kannan. Estimating the impact of consumer expectations of coupons on purchase behavior: a dynamic structural model [J]. *Marketing Science*, 1996, 15(3): 262~279.
- [3] Lewis Michael V. Applications of dynamic programming to customer management [D]. Evanston, Chicago: Northwestern University, 2001.
- [4] Erdem Tulin, Michael P Keane. Decision-making under uncertainty: capturing dynamic brand choice processes in turbulent consumer goods markets [J]. *Marketing Science*, 1996, 15(1): 1~20.
- [5] Wolpin K L. An estimable dynamic stochastic model of fertility and child mortality [J]. *Journal of Political Economy*, 1984, 92: 852~847.
- [6] Gonul F. Dynamic labor force participation decisions of males in the presence of layoffs and uncertain job offers [J]. *Journal of Human Resources*, Spring, 1989, 24(2): 195~220.
- [7] Hotz V J, Miller R A. Conditional choice probabilities and the estimation of dynamic models [J]. *Review of Economic Studies*, 1993, 60: 497~529.
- [8] Erdem Tulin, Imai Susumu, Keane Michael P. A model of consumer brand and quantity choice dynamics under price uncertainty [R]. Working Paper, New York: Yale University and NYU, April 2002.
- [9] Bitran G R, Mondschein S V. Mailing decisions in the catalog sales industry[J]. *Management Science*, 1996, 42(9): 1364~1381.
- [10] Dwyer F. Customer lifetime value to support marketing decision making[J]. *Journal of Direct Marketing*, 1989, 8(2): 73~81.
- [11] 李纯青, 徐寅峰, 姬升良, 等. 动态客户关系管理模型及实验应用研究[R]. 西安: 西安交通大学 & 西安工业学院, 2003.
- [12] Loewenstein Drazen Prelec. Anomalies in intertemporal choice: evidence and an interpretation[A]. in: Loewenstein G, Elster J (eds). *Choice Over Time* [C]. New York: Russell Sage Foundation, 1992. 119~146.
- [13] Walker Joan Leslie. Extended discrete choice models: integrated framework, flexible error structures, and latent variables [D]. Boston: Massachusetts Institute of Technology, 2001.
- [14] Reinartz Werner J, Kumar V. The impact of customer relationship characteristics on profitable lifetime duration[R]. Working Paper, INSEAD R&D, Fontainebleau: INSEAD Association, 2001.

(责任编辑 韩星明)