

价格与广告的组合博弈模型及系统仿真^①

张晶¹, 宋福根¹, 孙捷²

¹(东华大学 管理学院, 上海 200051)

²(东华大学 图书馆, 上海 200051)

摘要: 以双寡头垄断市场为研究背景, 以市场需求为导向, 运用指数模型构建了价格与广告的市场反应模型, 贯通了市场需求预测与广告的市场效应之间的联系; 并基于市场需求预测结果, 将需求曲线与广告效应曲线模型进行了整合, 贯通了价格与广告营销因素之间的内在联系; 以市场引力模型和 Lancaster 模型为基础, 以博弈论为手段, 构建了双寡头市场下的价格与广告两阶段博弈模型, 并给出相应解法. 此外, 在广告原理和模型的基础上对营销组合决策支持系统进行了分析、设计和实施, 以仿真数据验证了模型的有效性, 在营销原理、营销模型和营销实践之间架起一座桥梁.

关键词: 广告; 价格; 博弈; 引力模型; Lancaster 模型; 营销决策支持系统

System Simulation of Price & Advertising Combined Game

ZHANG Jing¹, SONG Fu-Gen¹, SUN Jie²

¹(Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, Shanghai 200051, China)

²(Library, Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract: This paper studies marketing mix decision model of price and advertising in duopoly market. Firstly, market response model of advertising is the constructed, and effective advertising input range is calculated based on market forecast results. Secondly, the combination principle of price and advertising is studied, and the marketing mix model is built. Thirdly, game theory is used to establish the two-stage game of price and advertising, and the solution is given. Meanwhile, modern information technology is used do develop the marketing mix decision support system, so that the effectiveness of the marketing models can be proved and put into practice.

Key words: advertising; price; game theory; gravity model; Lancaster model; MDSS

微观经济学理论中, 市场结构分为完全竞争、完全垄断、垄断竞争和寡头垄断四种. 完全竞争和完全垄断市场是理论上的极端情形, 在现实中很少存在, 现实市场兼具竞争性和垄断性因素, 接近于垄断竞争和寡头垄断两种结构, 而竞争更加激烈的则是寡头垄断市场. 本文所研究的博弈模型基于双寡头垄断市场, 即市场份额全部或绝大部分由两家企业所掌控, 例如中国移动通信市场的中国移动和中国联通. 但本文选取双寡头垄断市场作为研究对象的主要原因并不是在于其现实性, 而是它具备了寡头垄断的特点, 且只涉及到两家竞争企业, 从而更容易揭示出竞争的本质.

竞争条件下的定价问题是许多企业的决策难点, 企业所犯的 error 之一就是 will 价格因素孤立起来, 与其他营销因素相脱离. 在理想的完全竞争市场下, 价格是唯 一竞争维度, 而在现实的寡头垄断市场中, 产品差异化、广告、服务、分销等营销因素都是市场竞争的重要内容. 企业在定价时不仅要根据市场需求的变化调整价格, 同时要考虑其他营销因素的影响. 最佳的营销组合作用, 决不是价格与非价格营销因素的简单相加, 而是使它们产生一种整体协同作用. 价格营销因素能为企业直接带来利润, 而广告等非价格营销因素对企业来说是一种支出, 不能直接带来收益. 因

^① 收稿时间:2012-09-26;收到修改稿时间:2012-10-29

此,在进行价格与广告组合决策时,要遵循广告的杠杆作用原则,即主要考虑广告对销售量的调节作用.通常,在确定出能使产品销售利润最大化的最优价格和对应的销售量效应后,增加广告费用的投入,将会引起需求曲线的外移,并使其更加缺乏弹性,在价格不变的情况下提高产品销量;反之,则会引起需求曲线的内移,在价格不变的情况下降低销量.但总的来说,价格竞争和非价格竞争遵循一个相同的决策准则,即比较边际收益与边际成本,如果边际收益大于边际成本,对企业就是有益的.

博弈论是研究寡头垄断市场下竞争的常用工具.寡头企业间的竞争实际上是种博弈,即博弈双方都充分考虑对方在现有条件下可能做出的选择,然后做出对自己最为有利的决策. Bertrand 模型是经典的价格竞争模型,它研究了两家寡头企业的价格竞争问题及均衡解,并得出结论:博弈的均衡结果将使双方的价格都等于边际成本,此时两企业各占领一半市场,且利润均为零^[1].显然,这与实际情况不符,因此这一结论被称为 Bertrand 悖论. Bertrand 模型得出这一悖论的原因与它的前提假设有关,之后的学者们对它的假设条件进行了扩展.早期对广告竞争的研究都使用静态模型,没有考虑广告效应的延续性和复杂性.微分对策这一动态博弈的重要分支为研究动态过程中的最优广告投入问题提供了数学工具. VW 广告模型是经典的动态广告模型,它认为广告效应曲线是一条带拐点的 S 型曲线,该模型在广告研究中占有极其重要的地位,之后的很多理论研究都是对它的扩展^[2].但以往的广告竞争研究大部分集中在单变量方面,没有考虑营销组合效应,并且忽略了市场需求的波动对竞争的影响.相比于以往的营销竞争模型,本文的研究具有以下创新点:首先,本文应用市场需求预测系统模拟市场波动,更符合市场的实际情况;其次,本文将价格与广告因素联系起来,全面地考虑价格与广告的组合效应;最后,本文开发出界面友好、便于使用的营销组合决策支持系统,将营销模型以程序的形式写入系统模型库,利用计算机计算量大、计算速度快的特点,用算法对模型进行求解,并以市场仿真数据验证了模型的有效性.

1 营销因素的市场反应模型

本文所需要的市场数据均来源于市场需求预测系统^[3].它根据市场容量和本企业销售额的历史数据,

采用一定的预测方法,得出在市场的长期平均价格 p_0 下,这一时段 t 的市场容量 K 和本企业销售额 z_0 的预测值.由此可得:(1)本企业市场份额 $h_0 = z_0/K$; (2)本企业初始销售量 $q_0 = z_0/p_0$, 竞争企业初始销售量 $q_0' = (K - z_0)/p_0$.

市场反应模型是营销决策模型的基石,它用数学方程式来表达输入变量与输出变量之间的关系.营销学家 Saunders 总结了各种普遍的营销现象,认为可以用不同的反应模型来将营销变量的变化与销售量或市场份额的变化联系起来^[4].需求曲线可以看作是价格的市场反应函数,根据需求曲线的特点,选用指数模型来拟合现实市场下的需求曲线,其函数形式为:

$$y_1 = f(p) = S_1 + S_2 \cdot e^{-\left(\frac{p}{S_3}\right)^2} \quad (S_1, S_2, S_3 > 0) \quad (1)$$

式中, p 为价格, y_1 为销售量效应(以百分比表示), S_1, S_2, S_3 为待定系数.价格 p 的下降导致销售量效应 y_1 的增加,反映了一定的需求规律.

基于广告投入的边际收益递减特性^[5],模型对某一时段 t 内企业销售额对广告投入的反应作如下假设:1)若企业不进行广告投入,则企业销售额增长百分比将随着时间的推移逐渐消减,下降到某一最低点后将维持不变;2)随着广告投入的增加,企业销售额增长百分比逐渐增加,达到某一最高点后将不再继续增加;3)假设价格因素不变,即仅考虑广告投入对于销售额的影响.根据广告效应的特点,选用指数模型来拟合广告的市场反应模型,其函数形式为:

$$y_2 = g(w) = G_1 - G_2 \cdot e^{-\left(\frac{w}{G_3}\right)^2} \quad (G_1, G_2, G_3 > 0) \quad (2)$$

式中, G_1 表示不投入广告费用时销售额增长百分比所维持的最低点, G_2, G_3 为待定系数, w 为广告强度(用广告费用投入 a 与销售额 z_0 之比表示), y_2 为销售额增长效应(用百分比表示).该模型表示,随着广告强度的增加,广告的市场效应呈现出先递增后递减的 S 形曲线形态,这比较符合现实市场中的情况:随着广告强度的增加,广告的规模效应将会发生作用,市场效应递增;当广告强度继续增加至某一水平时,接受广告的消费者都已购买了产品,广告对剩下那些不愿购买产品的人就难起作用了.

确定市场反应模型中的待定系数需要一定的数据来源,获取数据的方法有多种,可以用统计方法,通过分析企业以往的价格、销售量和其他营销因素数据

来估计它们的关系; 可以通过价格实验法, 在相类似的地区反复地变动价格来研究价格对销售的影响; 可以通过调研的方式询问购买者在不同的价格水平时的购买意愿. 无论采用哪种方式, 数据必须是同一时间的, 从而排除时间因素对需求曲线造成的扰动.

根据多因素相互作用的乘法模型^[6], 价格和广告共同作用下的销售量效应为 $y = y_1 \cdot (1 + y_2)$.

产品的单位变动成本为 v , 则利润函数可表示为:

$$R = (p - v) \cdot q_0 \cdot y - z_0 \cdot w$$

在进行以销售利润最大化为目标的组合决策时, 可以先求得最优价格 p^* 以及对应的销售量效应 y_1^* . 继而根据一阶条件, 有:

$$\frac{dR}{dw} = q_0 \cdot (p^* - v) \cdot y_1^* \cdot \frac{dy_2}{dw} - z_0 = 0$$

$$\text{令 } F(w) = S_2 e^{-1 \left(\frac{w}{S_3}\right)^2} \cdot \left(\frac{2w}{S_3^2}\right) - \frac{p_0}{(p^* - v) \cdot y_1^*} = 0 \quad (3)$$

对方程(3)运用数值方法中的弦截法进行求解. w_i 表示第 i 条弦与 x 轴的交点, 则有:

$$w_1 = x_1 - \frac{(x_1 - x_0) \cdot F(x_1)}{F(x_1) - F(x_0)}, \quad w_2 = w_1 - \frac{(w_1 - x_0) \cdot F(w_1)}{F(w_1) - F(x_0)},$$

$$\dots, \quad w_i = w_{i-1} - \frac{(w_{i-1} - x_0) \cdot F(w_{i-1})}{F(w_{i-1}) - F(x_0)}, \quad \text{直至出现 } F(w_i) < 10^{-5} \text{ 为止.}$$

2 价格与广告的组合博弈模型

2.1 第一阶段: 价格博弈

在考虑市场竞争的情况下, 广告对价格竞争可能会有强化作用, 也可能会有削弱作用, 本文建立了价格与广告的两阶段博弈模型来研究广告对价格竞争的影响. 价格博弈会影响市场份额的分配, 而研究价格变动对市场份额的影响要用到市场引力模型^[7]. 在双寡头市场下, 引力模型可以表示为

$$h = f(a_1) / [f(a_1) + f(a_2)]$$

其中, h 为本企业的市场份额, $f(a_1)$ 为本企业产品对市场的引力, 它取决于本企业的营销强度 a_1 . 引力模型说明, 某企业产品的市场份额等于其产品的市场引力在总的市场引力中所占的份额.

基于引力模型, 本文对价格博弈作如下假设:

1) 两企业的产品需求曲线均为公式(1), 市场容量 K 随平均市场价格的调整而沿公式(1)变化;

2) 博弈双方知道对方的需求函数, 并且可以通过收集信息来获取对方的定价范围 (x_1, x_2) . 其中 x_1 为产品的长期平均成本, 一般情况下企业不可能以低于 x_1 的价格出售产品并盈利, x_2 为消费者愿意支付的最高价格;

3) 博弈双方无法获取对方的成本信息, 故假定两企业的单位变动成本相同, 用 v 表示;

4) 双方以销售利润最大化为价格决策目标.

当两企业的价格策略为 (p_1, p_2) 时, 市场容量变为

$$K' = K / p_0 \cdot f(\bar{p}) \cdot \bar{p}, \quad \bar{p} = (p_1 + p_2) / 2$$

根据引力模型, 两企业价格变动带来的市场引力分别为 $p_1 q_0 f(p_1)$ 和 $p_2 q_0' f(p_2)$, 则本企业市场份额为

$$h = p_1 q_0 f(p_1) / [p_1 q_0 f(p_1) + p_2 q_0' f(p_2)] \quad (4)$$

本企业和竞争企业的利润分别为

$$R_1 = K' \cdot h - q_0 \cdot f(p_1) \cdot v$$

$$R_2 = K' \cdot (1 - h) - q_0' \cdot f(p_2) \cdot v$$

将本企业和竞争企业的有效价格范围分别均分为 m 和 n 个点, 以此作为博弈双方的策略集, 收益函数分别为两企业的利润函数. 对于该非零和双矩阵对策, 首先求解鞍点, 对于对方的每一个策略, 寻找自身的最大收益值, 并在其下面划一条横线; 如果某一括号内的两个数字下面都划有横线, 则该策略为纯策略纳什均衡, 否则纯策略不存在. 双矩阵对策的混合策略解可转化为下列二次规划问题:

$$\max z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n R_1(x_i, y_j) \alpha_i \beta_j$$

$$+ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n R_2(x_i, y_j) \alpha_i \beta_j - u - v$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=1}^n R_1(x_i, y_j) \beta_j \leq u; & \sum_{i=1}^m R_2(x_i, y_j) \alpha_i \leq v \\ \sum_{i=1}^m \alpha_i = 1, & \sum_{j=1}^n \beta_j = 1 \end{cases}$$

其中, α_i 为本企业选择第 i 策略的概率, β_j 为竞争企业选择第 j 策略的概率, u, v 分别为两企业的均衡收益. 用单纯型法求解, 即可得出均衡价格.

2.2 第二阶段: 广告博弈

本文所建立的价格博弈模型需要已知一个有效的广告投入范围(见假设条件 3), 在拟合出广告的市场反应曲线之后, 这一范围可以被求出. 即当广告费用投

入 a 和广告投入所增加的边际利润 L 之间存在关系 $\Delta L \geq \Delta a$ 时, 广告投入为有效的投入. 假设广告的有效投入范围为 (a_1^*, a_2^*) , 在此两点处应有 $\Delta L / \Delta a = 1$, 即

$$\lim_{\Delta a \rightarrow 0} \frac{\Delta L}{\Delta a} = \frac{dL}{da} = \frac{dL}{dw} \cdot \frac{dw}{da} = 1$$

$$\text{即} \left(1 - \frac{v}{p_0}\right) \cdot f'(w) = 1$$

令

$$F(w) = S_2 e^{1 - \left(\frac{w}{S_3}\right)^2} \cdot \left(\frac{2w}{S_3^2}\right) - \frac{p_0}{p_0 - v} = 0 \quad (5)$$

对方程(5)运用弦截法进行求解, 即可求出有效的广告投入范围 (x_1, x_2) .

Lanchester 模型是广告竞争的经典模型之一, 它假定本企业的广告只能吸引竞争企业的市场份额, 且本企业原有市场份额的衰减是由于本企业原有消费者受竞争企业广告的吸收而转向竞争企业的产品^[8]. 模型可表示为微分方程

$$h'(t) = f_1(w_1) \cdot (1 - h(t)) - f_2(w_2) \cdot h(t)$$

其中, w_1, w_2 为本企业和竞争企业的广告强度, $f_1(w), f_2(w)$ 为广告效应函数, $h(t)$ 为本企业在某一时段 t 内的市场份额, $h'(t)$ 为市场份额随时段的变化幅度.

本文的广告博弈模型以 Lanchester 模型为基础, 并作如下假设:

- 1) 本企业和竞争企业广告强度分别为 w_1, w_2 ;
- 2) 两企业广告的市场反应函数均为公式(2);
- 3) 可以获取竞争企业的广告投入范围;
- 4) 两企业均以销售利润最大化为广告决策目标.

在第一阶段价格博弈的基础上, 进行广告投入之后, 本企业市场份额的变化为:

$$\Delta h = H(w_1, w_2) - h = (1 - h) \cdot g(w_1) - h \cdot g(w_2) \quad (6)$$

本企业和竞争企业的销售利润函数分别为

$$R_1 = K' \cdot H \cdot \left(1 - \frac{v}{p_1}\right) - K' \cdot h \cdot w_1$$

$$R_2 = K' \cdot (1 - H) \cdot \left(1 - \frac{v}{p_2}\right) - K' \cdot (1 - h) \cdot w_2$$

根据一阶条件, 得

$$g'(w_1) = \frac{h}{1 - h} \cdot \frac{p_1^*}{p_1^* - v}, \quad g'(w_2) = \frac{1 - h}{h} \cdot \frac{p_2^*}{p_2^* - v}$$

令

$$F(w_1) = g'(w_1) - \frac{h}{1 - h} \cdot \frac{p_1^*}{p_1^* - v} = 0 \quad (7)$$

且

$$F(w_2) = g'(w_2) - \frac{1 - h}{h} \cdot \frac{p_2^*}{p_2^* - v} = 0 \quad (8)$$

对上式运用弦截法求解, 可得均衡下的广告投入.

3 系统仿真

营销组合决策支持系统是现代企业经营决策支持系统的一部分^[9], 它与其他子系统有着紧密的联系, 如图 1 所示. 市场需求预测系统的市场预测结果、销售管理信息系统的销售信息、全面预算支持系统的产品成本信息是营销组合决策支持系统的基本数据来源. 营销组合决策支持系统根据这些基本信息进行营销决策, 确定符合企业营销目标的营销决策方案, 制定相应的企业营销计划. 最后, 将营销计划传递给生产决策支持系统, 反馈给销售管理信息系统, 并将营销成本数据告知全面预算支持系统.

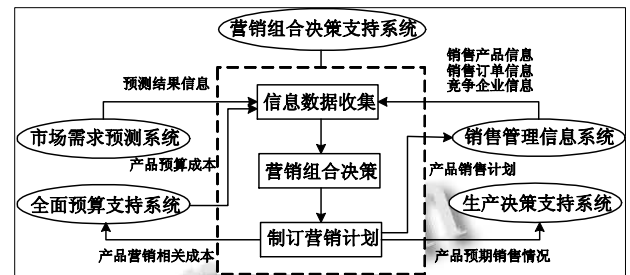


图 1 现代企业经营决策支持系统总体结构

营销组合决策支持系统具有三大功能: 初始数据维护、营销组合决策和营销计划制定. 初始数据维护功能是系统的输入模块, 包括产品信息和成本信息等初始数据的设定; 营销组合决策功能是系统的核心, 包括营销因素反应模型的构建、营销因素优化决策、营销因素竞争决策和营销因素组合决策; 营销计划制定功能是系统的输出模块, 包括查看营销计划, 以及导出营销计划传递给其他子系统.

假设市场需求预测支持系统给出本期市场容量为 3000 万元, 企业销售额为 1800 万元, 企业市场份额为 60%. 全面预算支持系统给出产品单位变动成本为 600 元.

1) 价格与广告的市场反应曲线及组合效应

假设需求曲线上的三个点为 (600,300)、(2000,100)、(2500,50), 系统拟合出的需求曲线如图 2

所示. $f(p)$ 为需求曲线, L 为销售收入曲线, C 为变动成本曲线. 使销售利润最大化的最优定价为 1626.9 元, 此时, 产品销售量为 13378 件, 销售额为 2176.4 万元, 销售利润为 1373.7 万元.

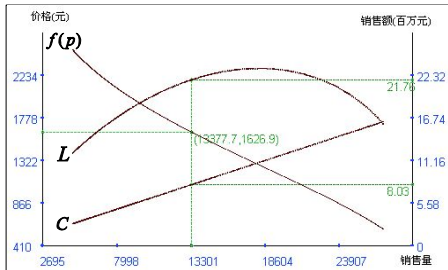


图 2 需求曲线与价格优化决策

如图 3 所示, 广告效应曲线上的三个点为(1,1)、(7,25)、(15,35), 系统根据公式(5)计算出广告有效投入范围为 38.6 至 210.5 万元. 当广告最优投入为 96.4 万元时为曲线的拐点, 能产生最大的边际效应.

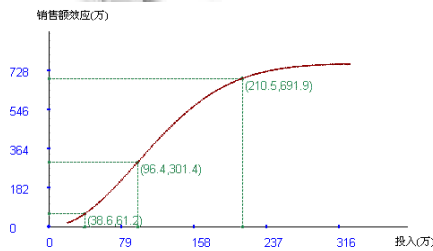


图 3 广告的市场反应曲线

价格与广告组合后的优化决策结果如图 4 所示. 可见, 广告投入使得需求曲线和销售收入曲线发生了偏移. 根据公式(3), 当定价仍为 1626.9 元时, 投入 270 万元广告费用后, 产品销售量从 13378 件增加至 18045 件, 销售额从 2176.4 万元增加至 2936 万元. 组合后的销售利润为 1583 万元, 在原先 1373.7 万元的基础上增加了 209.3 万元.

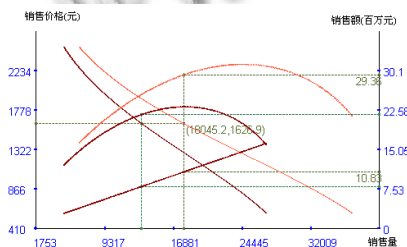


图 4 价格与广告的组合效应

2) 价格与广告的组合博弈

第一阶段的价格博弈, 在有效价格范围内划分出 10

个点, 则本企业和竞争企业的价格策略集均为(600, 811.11, 1022.22, 1233.33, 1444.44, 1655.56, 1866.67, 2077.78, 2288.89, 2500), 两企业的双矩阵对策如图 5 所示. 该双矩阵对策鞍点存在, 均衡解为(1655.56, 1655.56). 此时, 本企业盈利为 1372.92 万元, 竞争企业盈利为 915.28 万元. 本企业市场占有率仍为 60%, 总的市场容量变为 3588.86 万元.

0	49.86	114.3	195.62	293.65	405.9	527.21	649.48	761.81	851.64
497.06	519.3	558.9	616.33	689.65	774.69	864.89	951.34	1023.37	1069.87
931.61	915.2	920.79	946.69	989.24	1042.93	1100.4	1152.58	1189.4	1201.21
1293.74	1232.65	1200.27	1192.34	1203.42	1226.85	1254.7	1277.92	1287.07	1273.58
1573.65	1465.96	1395.62	1355.29	1337.6	1334.75	1338.33	1339.38	1328.92	1299.15
1764.39	1611.8	1506.7	1438.11	1396.48	1372.92	1358.58	1344.53	1322.19	1284.19
1863.68	1671.21	1537.17	1446.32	1386.86	1348.79	1322.92	1300.43	1273.03	1233.62
1875.22	1650.85	1495.62	1389.66	1318.91	1272.42	1240.83	1215.52	1188.53	1153
1809.37	1563.45	1395.93	1282.3	1206.5	1156.95	1124.31	1100.37	1077.63	1049.5
1683.07	1427.21	1256.36	1141.94	1066.41	1017.92	987.47	967.46	951.01	931.95

(a) 价格博弈中本企业矩阵对策

0	387.14	718.72	981.81	1168.22	1274.96	1304.92	1267.13	1176.28	1051.06
-12.04	346.2	643.36	870.18	1021.97	1099.03	1107.07	1057.07	964.4	846.88
5.24	342.86	613.86	812.88	938.56	993.93	986.66	928.81	835.74	724.13
47.16	369.29	618.93	794.9	899.01	936.62	916.85	852.34	758.14	649.9
111.42	420.83	651.55	806.87	891.73	913.49	882.36	811.24	714.73	607.56
196.34	493.76	706.19	841.76	908.42	915.28	873.29	795.33	695.48	587.61
299.56	583.83	777.18	892.88	941.76	934.33	881.95	797.21	693.5	583.85
416.88	685.01	857.43	952.62	984	963.07	901.19	810.35	703.04	591.39
541.11	788.67	937.76	1011.83	1026.33	993.25	923.49	828.09	718.42	605.55
661.54	883.42	1007.04	1059.98	1058.99	1015.92	940.79	843.34	733.55	621.3

(b) 价格博弈中竞争企业矩阵对策

图 5 两企业的双矩阵对策

第二阶段的广告博弈, 根据公式(7)和公式(8), 系统计算出均衡下本企业广告强度为 0.856, 广告投入为 154.05 万元, 利润为 906.29 万元; 竞争企业广告强度为 0.107, 广告投入为 21.29 万元, 利润为 1318.25 万元.

4 结语

系统的运行结果数据表明, 本文模型具有可操作性, 计算方法正确, 系统具有稳定性和实用价值. 根据博弈结果分析得知, 本企业市场份额较大, 市场势力更大, 在第一阶段的价格博弈中盈利更多; 竞争企业的市场份额较小, 基数较小, 在相同的广告费用投入下能够获得更大的广告强度, 从而在广告竞争中占优势. 由于本文采用的市场数据为系统自动生成的仿真数据, 和现实的市场数据相比可能有一定的误差. 在今后的研究中, 可以通过市场调研的方式获取现实的市场数据, 使得本文的模型更具现实意义.

(下转第 187 页)

增强现实领域应用比较广泛的人工标识系统 ARToolKit 和 ARTag 进行了对比,从 4 个方面论述了二者的优缺点.通过实验得出,ARTag 在最小识别尺寸、识别正确率、防遮挡等方面表现较好.因 ARToolKit 和 ARTag 采用不同的模板匹配算法,使它们在运行速度上表现各异,由于 ARToolKit 算法机制中必须预先载入模板文件,使之比较适合模板规模小的应用,而 ARTag 模版都是计算机生成的,所以在模板规模比较大的应用中处理速度更快.课题要求制作一套集成多个设备辅助操作功能于一体的航天员辅助操作系统,综合考虑,将选择 ARTag 标识系统,从前文可知,课题中 ARTag 标识大小可定为 120 像素.

参考文献

- 1 Azuma RT. Survey of augmented reality. *Teleoperators and Virtual Environments*,1997,6(4):355-385.
- 2 Fiala M. ARTag, An Improved Marker System Based on ARToolKit. NRC Publications Archive, 2004:36-40.
- 3 汪燕.增强现实中的注册技术研究[学位论文].武汉:华中科技大学,2008.
- 4 李江.基于 ARToolKit 的增强现实技术在恐龙博物馆中的应用研究[学位论文].成都:西南交通大学,2007.
- 5 田洪波,石刚,马小虎.基于 ARToolKit 的三维教学演示模型设计与实现.第三届全国教育游戏与虚拟现实学术会议,2009.

(上接第 162 页)

参考文献

- 1 泰勒尔.产业组织理论.北京:中国人民大学出版社,1997:344-351.
- 2 Vidale M, Wolf H. An operations research study of sales response to advertising. *Operations research*,1957,5(6):370-381.
- 3 宋福根,瞿轶喆.基于自适应模型遴选规则库的组合预测系统初探.东华大学学报(自然科学版),2008,34(4):490-495.
- 4 Saunders J. The specification of aggregate market models. *European Journal of Marketing*,1987,21(2):1-47.
- 5 张耀辉.产业组织与规制.北京:经济科学出版社,2006.191-193.
- 6 戴超凡,陈俊.模型组合技术研究与应用.计算机应用研究,2009,26(4):1419-1421.
- 7 加里·利连.营销工程与应用.北京:中国人民大学出版社,2005.40-49.
- 8 Lancaster KM, Judith A, Stern. Computer-based advertising budgeting practices of leading U.S. consumer advertisers. *Journal of advertising*,1983,12(4):4-9.
- 9 宋福根.现代企业决策与仿真.北京:科学出版社,2010.78-81.