

用模糊数学方法对产品开发方案进行综合评价

袁道焰, 王博武

(武汉理工大学 管理学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 产品开发方案的好坏不仅影响企业的未来收益, 而且还可能影响企业的竞争力, 因而要慎重对待。用模糊数学方法建立计算模型, 通过模糊综合评价, 选择产品开发的优选方案。

关键词: 模糊数学; 综合评价; 评价指标; 开发方案

中图分类号: F224.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2003)11-0151-02

0 前言

产品开发是一个复杂的系统工程, 产品开发方案的优劣常常决定了新产品今后的生产和经济效益的好坏。所以, 在对某一产品进行开发之前, 需根据不同需求, 制定出多种方案, 然后再经过评价和对比, 选择一个效果最好的开发方案实施开发。在进行开发方案优选时, 由于制定的每种方案都包括了多种经济指标和技术指标, 很难对方案进行评价和决策。这就需要对各种方案进行定量排序, 按照它们的优劣程度分类, 定出等级, 从而确定出最优的开发方案。

1 基本原理

现实生活中的评价, 一般是属于在多因素下的一种综合评价。模糊数学建立了综合评价的模式, 将复杂的评价问题演变成为一个较为简单的模糊变换。

1.1 建立基本关系

设 X 和 γ 是有限论域:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

$$\gamma = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$$

R 为 X 到 γ 的模糊关系, 即 $R = (r_{ij})_{n \times m}$ 的模糊矩阵, 任给 X 上的模糊子集 A , 则 A 和 R 的合成 $A \cdot R$ 是 γ 上的模糊集, 记为 B 。这种将 X 上的模糊集变为 γ 上的模糊集的变换称为模糊变换。

设 X 是因素集, γ 是决策集。对于任意

的 $x_i \in X, y_j \in \gamma$, 因 r_{ij} 表示 x_i 在 y_j 上的特征指标(可能程度), 对于每个 x_i 得一向量 $(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$, 是 x_i 关于 γ 的特征指标向量, $(i=1, 2, \dots, n)$ 。再以这几个向量作为行组成 $n \times m$ 矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times m}$ 就得出 X 到 γ 的模糊关系矩阵, 称为单因素评价矩阵。

用 X 上的模糊集 $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ 表示权重分配, 即 a_i 是因素 x_i 的数量指标, 由 $A \cdot R = B$, 则 $B = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ 表示决策集上各种决策的可能性系数。再用最大隶属度原则选择最大的 b_j , 对应 y_j 作为评价结果。

1.2 一级评价模型

第一步: 确定评价对象的因素集 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$

第二步: 给出决策集 $\gamma = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$

第三步: 确立单因素评价矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times m}$

第四步: 通过 X 到 γ 的模糊变换 $A \cdot R$ 得到对象集的一个决策。

1.3 多级评价模型

在一级评价模型中若评价因素集个数 n 过多, 由权重分配满足:

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1$$

每个 a_i 一般很小, 所以在合成运算取小时 R 的元素被筛选过多, 致使评价失败。另一方面 n 过大, 权重分配很难合理, 即难以反映各因素在整体中的地位。所以, 因素集 n 过大, 最好采用多级模型。

多级评价模型一般分为下列几步:

第一步: 将因素集 X 按某种属性分为 s 个子集, 记作:

$$X_1, X_2, \dots, X_s, \text{ 且满足 } \bigcup_{i=1}^s X_i = X$$

每个子集 X_i 记为: $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}\}, (i=1, 2, \dots, s)$, 且 $\sum_{i=1}^s i_p = n$

第二步: 对每个 X_i 按一级模型分别进行综合评价。假若评价集为:

$\gamma = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$, X_i 单因素评价矩阵设为 R_i, X_i 的各因素权重分配。

$A_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ip})$, 则第一级评价结果为:

$$A_i \cdot R_i = (b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{im}) = B_i \quad (i=1, 2, \dots, s)$$

第三步: 又将每个 X_i 看作一个元素, 用 B_i 作为它的单因素评价向量, 得单因素评价矩阵为:

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \dots \\ B_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{s1} & b_{s2} & \dots & b_{sm} \end{bmatrix} = (b_{ij})_{s \times m}$$

对每个 X_i 在 X 中的重要性给出权重分配。 $A = (a_1, a_2, \dots, a_s)$, 则二级评价结果为:

$$B = A \cdot R$$

这就是二级评价模型。如果 X 的因素个数 n 过大, 对 X 分割 $X = X_1 \cup X_2 \cup \dots \cup X_s$ 时, s 仍然过大, 第二级评价仍有因素过多的现象, 这样可以依照前面每个 X_i 分割, 进行分

级评价。

2 产品开发方案的评价

为了尽可能地减少产品开发的不确定性,不仅要使评价贯穿于产品开发的全过程,而且应尽可能全面地考虑有关的各种因素与条件。本文把产品开发评价的主要内容归纳为6个大方面:市场评价、技术评价、经济评价、事业化评价和社会评价。每个方面又由若干指标去考核,且各指标相对于相应的方面,以及各方面对于整体评价的重要程度不同(表现为不同的权重)。

(1)市场评价值,设为 x_1 。{市场规模大小 x_{11} ,需求稳定性 x_{12} ,产品的竞争性 x_{13} ,市场成长性 x_{14} ,对影响现有产品的寿命周期 x_{15} ,市场开发费用 x_{16} }。

(2)技术评价值,设为 x_2 。{技术先进性 x_{21} ,技术独创性 x_{22} ,技术竞争性 x_{23} ,技术实现的可靠性 x_{24} ,技术寿命 x_{25} ,技术难易度 x_{26} ,产品附加值率 x_{27} }。

(3)经济评价值,设为 x_3 。{投资回收期 x_{31} ,投资回收率 x_{32} ,平均投资利润率 x_{33} ,盈亏平衡点 x_{34} ,商品开发时滞期 x_{35} ,达到产量年限 x_{36} }。

(4)事业化评价值,设为 x_4 。{事业的将来性 x_{41} ,对企业经营战略的贡献 x_{42} ,对企业声誉的贡献 x_{43} ,对企业国际化的贡献 x_{44} ,对企业研究开发能力的影响 x_{45} }。

(5)产业化评价值,设为 x_5 。{生产的难易程度 x_{51} ,原材料供应条件 x_{52} ,现有技术和人才基础 x_{53} ,生产设备满足状况 x_{54} ,必要的企业规模 x_{55} }。

(6)社会评价值,设为 x_6 。{与国家政策的一致性 x_{61} ,对环境的影响 x_{62} ,对外厂的影响 x_{63} ,对社会观念和生活方式的影响 x_{64} }。

上面已经谈及了对产品开发评价时要考虑的几个主要方面的问题,即市场评价值,技术评价值,经济评价值,事业化评价值,社会评价值6个因素,那么因素集 $X=\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6\}$ 。

又设评价因素集合为:

$\gamma=\{y_1(\text{很好}), y_2(\text{好}), y_3(\text{较好}), y_4(\text{一般}), y_5(\text{较差}), y_6(\text{差})\}$

首先作单因素评价。邀请企业专家、工程技术人员、产品的使用者等各方面人员参与评价。

第一步:确定市场评价值。由于各因素

中的子因素很多,在这里我们作简化处理,子因素不作具体分析,考察他们的时候也可用模糊数学的方法,当然也可用多层递阶分析(AHP),这里不再多谈。40%的参评人员认为“很好”,30%的认为“好”,15%的人认为“较好”,10%的人认为“较差”,没有人认为“差”,从而得到 x_1 的评价结果为:

$$(0.4, 0.3, 0.15, 0.1, 0.05, 0)$$

类似地,逐次对 x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 进行评价,得到附表。

附表

因素	隶属度
x_1	(0.4, 0.3, 0.15, 0.1, 0.05, 0)
x_2	(0.3, 0.25, 0.25, 0.1, 0.05, 0.05)
x_3	(0.25, 0.3, 0.1, 0.25, 0.1, 0)
x_4	(0.1, 0.4, 0.24, 0.15, 0, 0.1)
x_5	(0.15, 0.4, 0.15, 0.2, 0.1, 0)
x_6	(0.25, 0.25, 0, 0.4, 0.1, 0)

由于因素较多,运用多级模型求解,将评价因素分为两个子系统,即:

$$X=\{X_1, X_2\}$$

$$\text{且 } X_1=\{x_1, x_2, x_3\}, X_2=\{x_4, x_5, x_6\}$$

它们对应的单因素评价矩阵分别为:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.15 & 0.1 & 0.05 & 0 \\ 0.3 & 0.25 & 0.25 & 0.1 & 0.05 & 0.05 \\ 0.25 & 0.3 & 0.1 & 0.25 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.4 & 0.24 & 0.15 & 0 & 0.1 \\ 0.15 & 0.4 & 0.15 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.25 & 0.25 & 0 & 0.4 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

根据评价时的倾向性不同,如果此次评价主要是评价其市场评价值,那么对市场评价分配值就偏大。现定权重分别取:

$$A_1=(0.3, 0.32, 0.28)$$

$$A_2=(0.2, 0.5, 0.3)$$

则:

$$A_1 \cdot R_1 = (0.3 \quad 0.32 \quad 0.28)$$

$$\begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.15 & 0.1 & 0.05 & 0 \\ 0.3 & 0.25 & 0.25 & 0.1 & 0.05 & 0.05 \\ 0.25 & 0.3 & 0.1 & 0.25 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$=(0.286 \quad 0.254 \quad 0.108 \quad 0.132 \quad 0.059 \quad 0.016)$$

$=B_1$

$$A_2 \cdot R_2 = (0.2 \quad 0.5 \quad 0.3)$$

$$\begin{bmatrix} 0.1 & 0.4 & 0.24 & 0.15 & 0 & 0.1 \\ 0.15 & 0.4 & 0.15 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.25 & 0.25 & 0 & 0.4 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$=(0.17 \quad 0.355 \quad 0.123 \quad 0.08 \quad 0.02)$$

$=B_2$

作第二级评价,令:

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.286 & 0.254 & 0.108 & 0.132 & 0.059 & 0.016 \\ 0.17 & 0.355 & 0.123 & 0.16 & 0.08 & 0.02 \end{bmatrix}$$

对于 X_1, X_2 的权重分配为 $A=(0.25 \quad 0.75)$ (因为此次对于方案的评价重在事业化评价值和产业化评价值),所以权重分配时 X_2 的值偏大。则综合评价结果为:

$$B=A \cdot R=(0.25 \quad 0.75)$$

$$= \begin{bmatrix} 0.286 & 0.254 & 0.108 & 0.132 & 0.059 & 0.016 \\ 0.17 & 0.355 & 0.123 & 0.16 & 0.08 & 0.02 \end{bmatrix}$$

$$=(0.1990 \quad 0.2996 \quad 0.36225 \quad 0.164 \quad 0.07475 \quad 0.019)$$

根据最大隶属度原则,此产品开发方案所得到的综合评价结论是“差”。

这里,评价因素的隶属度受到参与评价人员的个人因素限制,权重的分配则体现了人们对因素的倾向性,如果被评价的产品其技术性较重要,则在权重分配时可将此因素的权重值加大;如果对经济评价值较重要,则将经济评价值因素的权重值加大,所以权重的分配有一定的灵活性,具体视实际情况而定。

3 结论

高技术产品开发方案的评估多年来一直处于一种定性的阶段。模糊数学的诞生在我们所具有模糊思维与精确的经典数学之间搭起了一座桥梁。用模糊数学的方法对高技术产品方案进行评估,提出了定量评价产品开发方案的一种方法,从而使评价过程数学化,避免了一些非科学性质的干扰,能够获得一个定量的指标。使产品开发工作从定性走向定量。

参考文献:

- [1]李煜.用模糊数学方法对产品设计进行综合评价[J].工程图学学报,1997,(1).
- [2]刁兆峰.高技术产品开发的综合评价方法[J].技术经济,1994,(12).
- [3]张小浩等.模糊数学在油田开发方案中的应用[J].西北地质,2002,(1).

(责任编辑:焱 焱)