

RBF神经网络在基于知识的供应链合作伙伴选择中的应用

张悟移, 李晓亮, 华连连, 邵岩

(昆明理工大学 管理与经济学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 借鉴人工神经网络理论, 把 RBF 神经网络模型应用到基于知识的供应链合作伙伴评价与选择的研究中。首先结合基于知识的供应链发展现状, 设计了合作伙伴评价指标体系, 然后简要介绍了 RBF 神经网络, 最后通过实例介绍了对合作伙伴进行评价与选择的方法, 并与传统的权重评分法进行了比较。

关键词: 供应链; 知识管理; 合作伙伴选择; RBF 网络

DOI: 10.3969/j.issn.1001-7348.2010.20.032

中图分类号: F253.9

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2010)20-0129-05

0 引言

随着知识经济时代的到来, 知识已成为企业生存与发展的战略资源, 而知识本身存在于各种关系之中, 知识的本质要求合作。基于这种大的环境背景, 在整个供应链中占据主导地位的核心企业就有必要对潜在的各个合作伙伴(尤其是供应商)作出评价与选择。这种选择随着竞争的加剧应该建立一个基于知识的评价体系上, 从而有利于加强供应链知识管理和提高整条供应链的竞争优势。

基于知识的对供应链合作伙伴的评价是个复杂的多指标决策问题, 受到诸多因素的影响, 必须对相关因素作综合考虑, 设计出比较合理的基于知识的供应链合作伙伴评价指标体系, 采用多指标系统进行评价。人工神经网络可以通过学习自动调整各影响因素的权值, 它不仅能较好地吸收学习样本中专家的思维和经验, 还具备较高的抗干扰能力和较好的容错性。BP 神经网络收敛速度慢、稳定性差, 易陷入局部极小, 极大地限制了其实际应用。而一些现有的评价方法, 如多级灰色关联度评价法和模糊综合评价法, 则受评价者主观因素影响比较大。为此, 本文提出将 RBF 神经网络应用于基于知识的供应链合作伙伴选择中。当应用训练好的网络对非样本集中的新的输入进行映射时, 就可以在输出的评价结果中再现专家的思维和经验, 从而得出比较合理的评价结论。

1 基于知识的供应链合作伙伴评价指标体系的设计

1.1 基于知识的供应链的内涵

基于知识的供应链以知识流的活动为中心, 围绕知识创新活动而展开, 并以满足顾客需求为导向, 通过知识创新, 将知识的供应者、创新者、使用者连接起来, 从而实现知识经济化、整体最优化以及利润最大化的目标。基于知识的供应链主要强调以下 3 点: 在供应链上必存在一个核心主体来管理链上的创新活动, 核心主体的创新能力对整个供应链起着决定性的作用; 供应链的驱动力主要源自市场, 以顾客需求为导向, 是需求拉动式供应链模式; 供应链的实质是知识创新, 其管理目标是追求知识经济化与实现整体最优化和利润最大化。

1.2 基于知识的供应链合作伙伴评价指标体系的设计

本文将考虑范围定位在供应商, 这是因为对供应商的选择虽不是合作伙伴选择的全部内容, 但是其很具有代表性。在现有文献关于供应链合作伙伴评价指标研究成果的基础上, 本文将充分考虑知识因素, 遵循以下原则选取指标: 科学性原则。指标的设计要概念明确、定义清楚, 能方便地收集相关的信息。系统性原则。指标体系结构有序, 应尽可能从不同角度、不同方位涵盖基于知识的供应链合作伙伴的评价因素。可比性原则。指标应可靠易

收稿日期: 2009-12-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(NO70762001)

作者简介: 张悟移(1965-), 男, 河北无极人, 博士, 昆明理工大学管理与经济学院教授, 研究方向为物流与供应链管理; 李晓亮(1984-), 男, 山西临汾人, 昆明理工大学管理与经济学院硕士研究生, 研究方向为物流与供应链管理; 华连连(1984-), 女, 山东青岛人, 昆明理工大学管理与经济学院博士研究生, 研究方向为物流与供应链管理; 邵岩(1965-), 男, 浙江临安人, 博士, 云南省烟草公司高级农艺师, 研究方向为烟草管理。

得，其统计口径、范围应保持一致，便于比较。

通过对基于知识的供应链内涵进行分析，笔者认为影响其合作伙伴选择的决定性因素可以分为物流运作知识(包括产品价格、响应速度、批量柔性、地理位置、订货满足率、增值服务的比重)、生产运作知识(包括生产流程优化状况、机器设备完善状况、基础设施完善状况、生产质量控制和检测能力)、设计研发知识(包括技术成果拥有量、每年研发资金投入、新产品的开发力度、专利的技术转化力度、专用软件和资料的拥有量)、人员培训知识(包括知识员工比例、知识员工保持率、人均每年培训投入、学习型组织成熟度)、协调组织知识(包括激励机制完善状况、网络安全保障能力、知识吸收与修正能力、人员间信息沟通效率、知识管理者的素质与能力、与外界环境信息沟通能力)5个方面。这5个决定性因素下的各个子因素覆盖较为全面，而且基本避免了指标信息的交叉与重叠。设计出的基于知识的供应链合作伙伴评价指标体系见表1。

表1 基于知识的供应链合作伙伴评价指标体系

目标层	一级指标层	二级指标层
基于知识的供应链合作伙伴选择	物流运作知识 (L)	产品价格 (L ₁)
		响应速度 (L ₂)
		批量柔性 (L ₃)
		地理位置 (L ₄)
		订货满足率 (L ₅)
		增值服务的比重 (L ₆)
	生产运作知识 (P)	生产流程优化状况 (P ₁)
		机器设备完善状况 (P ₂)
		基础设施完善状况 (P ₃)
		生产质量控制和检测能力 (P ₄)
		技术成果拥有量 (D ₁)
	设计研发知识 (D)	每年研发资金投入 (D ₂)
		新产品的开发力度 (D ₃)
		专利的技术转化力度 (D ₄)
		专用软件和资料的拥有量 (D ₅)
		人员培训知识 (T)
	知识员工保持率 (T ₂)	
	人均每年培训投入 (T ₃)	
	学习型组织成熟度 (T ₄)	
	协调组织知识 (C)	激励机制完善状况 (C ₁)
		网络安全保障能力 (C ₂)
		知识吸收与修正能力 (C ₃)
		人员间信息沟通效率 (C ₄)
		知识管理者的素质与能力 (C ₅)
		与外界环境信息沟通能力 (C ₆)

2 RBF神经网络简介

RBF神经网络结构通常由输入层、隐含层和输出层组成，各层的单元数分别为N、L和M。各层有多个神经元，相邻的两层单元之间是单方向连接的。X_k表示输入层的输入，V_j表示隐含层的输出，Y_i表示输出层的输出，C_{jk}=C_{j1}, C_{j2}, ..., C_{jNT}、s_j分别表示隐含层单元基函数的中心和宽度，W_{ij}表示隐含层单元与输出层单元之间的连接权重。下标k、j和i分别表示输入层单元、隐含层单元和输出层单元。RBF神经网络结构见图1。

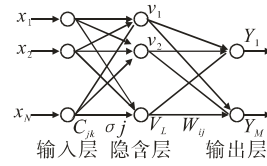


图1 RBF神经网络结构

若给定的输入模式为X^u, u=1, 2, ..., p(p为输入模式数)，则隐含层单元的输出为：

$$V_j^u = R_j^u / \sum_{j=1}^L R_j^u \quad (j=1, 2, \dots, L) \quad (1)$$

其中：

$$R_j^u = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \frac{(X_k^u - C_{jk})^2}{s_j^2} \right\} \quad (2)$$

式中：R_j^u为 Gauss 型径向基函数，V_j^u为归一化的径向基函数。

输出层单元的输出为：

$$Y_i^u = \sum_{j=1}^L W_{ij} V_j^u \quad (i=1, 2, \dots, M) \quad (3)$$

由此可见，在RBF网络中，隐含层执行的是一种非线性变换，输出层执行的是线性组合。这样，网络权重可由线性方程组直接解出，因此RBF网络逼近速度快且避免了局部极小。

3 实例研究过程与模拟结果

国内某制造企业从几年前开始重视整条供应链上的知识管理，经过几年的实践探索，供应链知识管理取得了不错的效果，链上各企业的绩效以及为顾客服务的水平越来越高。为此，作为供应链核心的该制造企业将继续实施供应链知识管理，对链上各企业尤其是供应商将按照一定的标准实行更为严格的准入制度。目前，该企业如采购1种零部件，要从6个候选企业中作出选择。根据基于知识的供应链合作伙伴评价指标体系，并结合RBF神经网络和AHP法，选择步骤如下：

3.1 AHP法确定权重

本文采用AHP法确定各层评价指标的权重，以便对应用传统的权重评分法得到的结果和RBF神经网络仿真模拟的结果作出对照，同时也可对那些权重非常低的指标作出删减。一方面是因为这些权重很低的指标对评价结果的影响并不是很大；另一方面可以降低RBF神经网络的输入维数，从而使RBF神经网络能够作出具有更高精确度的评价。

为了便于实现从定性到定量的转化，Satty等人提出了1~9标度法，由10位专家根据此标度法来构造判断矩阵，并对判断矩阵进行一致性检验。表2是10位专家对5个一级指标的综合评判结果及其权重计算结果。此综合评判结果构成的判断矩阵的最大特征根λ_{max}=5.357 0，一致性指标CI= (λ_{max}-n)/(n-1)=5.357 0/5-1=0.089 3，随机一致性指标RI=1.12 (查表)，可以得到一致性比率CR=CI/RI=0.089

3/1.12=0.0797 < 0.1, 通过一致性检验。

表 2 一级指标专家评判及权重计算结果

	L	P	D	T	C	权重	归一化
L	1.00	0.22	2.40	0.40	0.33	0.435 5	0.244 4
P	4.30	1.00	7.20	3.20	0.47	0.136 1	0.076 4
D	0.43	0.14	1.00	0.21	0.24	0.851 0	0.477 6
T	2.40	0.32	4.80	1.00	0.90	0.219 5	0.123 2
C	3.00	2.20	4.50	1.20	1.00	0.139 9	0.078 4

二级指标对一级指标的权重计算过程不再赘述。完成之后进行各二级指标对目标层的组合权重计算, 并对权重数据进行归一化处理, 结果见表 3。从表 3 可以看到, 二级指标 L₄、T₂、C₅ 的组合权重都小于 0.005 0。对这 3 个指标进行删减。

表 3 各指标权重计算结果

一级指标层	权重(归一化)	二级指标层	组合权重(归一化)
L	0.244 4	L ₁	0.104 7
		L ₂	0.034 2
		L ₃	0.044 4
		L ₄	0.001 3
		L ₅	0.074 2
		L ₆	0.032 3
P	0.076 4	P ₁	0.006 5
		P ₂	0.010 5
		P ₃	0.011 1
		P ₄	0.025 0
		D ₁	0.097 7
		D ₂	0.086 2
D	0.477 6	D ₃	0.092 1
		D ₄	0.044 0
		D ₅	0.085 0
		T ₁	0.065 3
		T ₂	0.003 1
		T ₃	0.096 6
T	0.123 2	T ₄	0.023 1
		C ₁	0.009 8
		C ₂	0.022 2
		C ₃	0.005 6
		C ₄	0.007 4
		C ₅	0.001 2
C	0.078 4	C ₆	0.016 5

3.2 RBF 神经网络模型的仿真评价

本文确定了 5 级等级标准, 即: 1、2、3、4、5 级。由企业内部专家根据企业和候选伙伴的实际情况, 以及各指标对目标重要性的倾向确定等级, 分级标准见表 4。其中, 定性指标数据由专家打分法确定, 打分范围 1~10(2、4、6、8、10 分别代表差、合格、中、良、优, 1、3、5、7、9 代表在相应的级别之间)。下面进行 RBF 神经网络模型的操作。

(1)模型训练。为了消除某些指标由于单位不同带来的影响, 对上述分级标准中的数据进行规范化处理, 得到最终的训练输入矩阵 $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$, 训练输出矩阵为 $y = [1, 2, 3, 4, 5]$ 。

表 4 候选伙伴选择等级分级标准

分级指标		级别				
		1	2	3	4	5
产品价格(元)	L ₁	55	52	48	44	40
响应速度	L ₂	1	3	6	8	10
批量柔性	L ₃	1	3	6	8	10
订货满足率(%)	L ₅	60	70	80	90	100
增值服务的比重(%)	L ₆	10	20	30	40	60
生产流程优化状况	P ₁	2	4	6	8	10
机器设备完善状况	P ₂	2	4	6	8	10
基础设施完善状况	P ₃	2	4	6	8	10
生产质量控制和检测能力	P ₄	1	4	6	8	10
技术成果拥有量	D ₁	5	10	15	20	25
每年研发资金投入(万元)	D ₂	20	60	100	150	200
新产品的开发力度	D ₃	1	3	5	7	10
专利的技术转化力度	D ₄	1	3	5	7	10
专用软件和资料的拥有情况	D ₅	1	3	5	7	10
知识员工比例(%)	T ₁	10	20	40	60	80
人均每年培训投入(元)	T ₃	100	300	600	900	1200
学习型组织成熟度	T ₄	1	4	6	8	10
激励机制完善状况	C ₁	2	4	6	8	10
网络安全保障能力	C ₂	1	4	6	8	10
知识吸收与修正能力	C ₃	2	4	6	8	10
人员间信息沟通效率	C ₄	2	4	6	8	10
与外界环境信息沟通能力	C ₆	2	4	6	8	10

$x =$	0.10	0.95	0.87	0.80	0.73
	0.10	0.30	0.60	0.80	1.00
	0.10	0.30	0.60	0.80	1.00
	0.10	0.30	0.60	0.80	1.00
	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
	0.17	0.33	0.50	0.67	1.00
	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
	0.10	0.40	0.60	0.80	1.00
	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
	0.10	0.30	0.50	0.75	1.00
	0.10	0.30	0.50	0.70	1.00
	0.10	0.30	0.50	0.70	1.00
	0.10	0.30	0.50	0.70	1.00
	0.13	0.25	0.50	0.75	1.00
	0.08	0.25	0.50	0.75	1.00
	0.10	0.40	0.60	0.80	1.00
	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
0.10	0.40	0.60	0.80	1.00	
0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	
0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	

神经网络工具箱中设计 RBF 神经网络的函数有 newrb()、newrbe()、newgrnn()、newpnn(), 其中 newrb() 是一种适合于评价的 RBF 网络。本文采用 newrb() 函数进行模型训练。该函数能自适应地确定径向基网络结构, 直到均方误差满足为止, 格式为 net=newrb(x,y,goal,spread)。式中, x 为输入矩阵, y 为输出矩阵, goal 为均方误差, spread 为 RBF 分布系数。在 MATLAB 软件命令窗口中输入 net=newrb(x,y,0.000 000 01,1.0), 系统会自动调用 RBF 神经网络工具箱训练网络。至此, RBF 神经网络完成了网络模

型参数的率定。

(2)模型仿真。网络模型参数率定完成之后,就可以用此时的模型来进行数据的仿真模拟,格式为 $b=\text{sim}(\text{net},a)$ 。式中, a 表示经规范化后的待评价指标值, b 表示网络计算结果。

由 sim 命令对表 5 中各候选企业的经规范化后的评价样本进行分析,评价样本分别为 $a_1、a_2、a_3、a_4、a_5、a_6$ 。

表 5 各候选企业的评价样本

分级指标	候选企业						
	企业1	企业2	企业3	企业4	企业5	企业6	
产品价格(元)	L ₁	54	51	49	45	40	43
响应速度	L ₂	4	6	7	5	8	7
批量柔性	L ₃	6	5	5	9	9	8
订货满足率(%)	L ₅	80	75	75	90	95	84
增值服务的比重(%)	L ₆	42	50	45	55	45	57
生产流程优化状况	P ₁	5	5	7	4	6	8
机器设备完善状况	P ₂	5	7	8	6	8	9
基础设施完善状况	P ₃	6	6	4	7	8	5
生产质量控制和检测能力	P ₄	7	5	8	6	8	9
技术成果拥有量	D ₁	10	23	14	18	20	16
每年研发资金投入(万元)	D ₂	64	130	150	120	180	80
新产品的开发力度	D ₃	4	4	7	7	8	6
专利的技术转化力度	D ₄	5	6	6	9	5	4
专用软件和资料的拥有情况	D ₅	6	6	4	7	9	6
知识员工比例(%)	T ₁	20	40	45	54	65	28
人均每年培训投入(元)	T ₃	300	340	900	750	1 200	1 100
学习型组织成熟度	T ₄	4	5	5	6	9	7
激励机制完善状况	C ₁	5	7	7	9	8	6
网络安全保障能力	C ₂	4	2	6	7	7	6
知识吸收与修正能力	C ₃	2	4	5	6	9	7
人员间信息沟通效率	C ₄	5	5	6	8	8	4
与外界环境信息沟通能力	C ₆	3	2	6	8	7	6

$a_1 = [0.98;0.40;0.60;0.80;0.70;0.50;0.50;0.60;0.70;0.40;0.32;0.40;0.50;0.60;0.25;0.25;0.40;0.50;0.40;0.20;0.50;0.30]$, 由命令 $b_1=\text{sim}(\text{net},a_1)$, 可得到 $b_1=2.0288$ 。

$a_2 = [0.93;0.60;0.50;0.75;0.83;0.50;0.70;0.60;0.50;0.92;0.65;0.40;0.60;0.60;0.50;0.28;0.50;0.70;0.20;0.40;0.50;0.20]$, 由命令 $b_2=\text{sim}(\text{net},a_2)$, 可得到 $b_2=1.9679$ 。

$a_3 = [0.89;0.70;0.50;0.75;0.75;0.70;0.80;0.40;0.80;0.56;0.75;0.70;0.60;0.40;0.56;0.75;0.50;0.70;0.60;0.50;0.60;0.60]$, 由命令 $b_3=\text{sim}(\text{net},a_3)$, 可得到 $b_3=2.6480$ 。

$a_4 = [0.82;0.50;0.90;0.90;0.92;0.40;0.60;0.70;0.60;0.72;0.60;0.70;0.90;0.70;0.68;0.63;0.60;0.90;0.70;0.60;0.80;0.80]$, 由命令 $b_4=\text{sim}(\text{net},a_4)$, 可得到 $b_4=2.7917$ 。

$a_5 = [0.73;0.80;0.90;0.95;0.75;0.60;0.80;0.80;0.80;0.80;0.90;0.80;0.50;0.90;0.81;1.00;0.90;0.80;0.70;0.90;0.80;0.70]$, 由命令 $b_5=\text{sim}(\text{net},a_5)$, 可得到 $b_5=3.6432$ 。

$a_6 = [0.78;0.70;0.80;0.84;0.95;0.80;0.90;0.50;0.90;0.64;0.40;0.60;0.40;0.60;0.35;0.92;0.70;0.60;0.60;0.70;0.40;0.60]$, 由命令 $b_6=\text{sim}(\text{net},a_6)$, 可得到 $b_6=2.3474$ 。

RBF 神经网络模型仿真评价的计算结果比较符合实际情况。并且可以看出, 候选企业 5 的评价值在 6 个候选企业中最高, 达到了第 4 级水平。该制造企业可以优先考虑选择企业 5 作为合作伙伴加盟供应链。

3.3 RBF 仿真评价结果与权重评分法结果的比较

传统的权重评分法是由各指标的权重分别乘以各自的评分, 然后加总得到总分, 并对其进行分析。该方法明显的缺陷是确定权重存在很大的主观性, 往往跟专家的经验密切相关。本文对权重评分法的评价过程不再论述, 下面对两种方法的评价结果进行简单比较(见表 6)。

表 6 RBF 仿真评价结果与权重评分法结果的比较

候选企业	企业1	企业2	企业3	企业4	企业5	企业6
权重评分法结果	0.5073	0.6043	0.6687	0.7227	0.8237	0.6416
权重评分法排序	6	5	3	2	1	4
RBF评价结果	2.0288	1.9679	2.648	2.7917	3.6432	2.3474
RBF仿真排序	5	6	3	2	1	4

由表 6 可以看出, 利用 RBF 神经网络法和权重评分法对候选企业进行评价的结果基本一致。它表明 RBF 神经网络法的可靠性强、效果较好, 仿真模拟结果令人满意, 可以在基于知识的供应链合作伙伴选择中广泛应用。

4 结束语

本文在借鉴现有研究成果的基础上, 充分考虑了知识因素, 建立了比较合理的基于知识的供应链合作伙伴评价指标体系, 并创造性地把 RBF 神经网络模型应用到了基于知识的供应链合作伙伴选择当中。该方法有效地克服了现有的多级灰色关联度评价和模糊综合评价等方法的评价结果, 受评价者主观因素影响大的缺陷, 较好地保证了评价结果的客观性; 而且计算精度高, 简便有效, 可操作性强, 具有极快的收敛速度和良好的泛化能力, 为基于知识的供应链合作伙伴选择提供了一种新颖而有效的手段。

参考文献:

[1] 连小琦 郭东强. 知识型企业特征要素分析 [J]. 企业经济 2006, (2) 96-97.

[2] CHEUNG S O, WONG P S P, FUNG A S Y, et al. Predicting project performance through neural networks [J]. International Journal of Project Management 2006, 24: 207-215.

[3] 周开利. 神经网络模型及其 MATLAB 仿真程序设计 [M]. 北京: 清华大学出版社 2005.

[4] LIN C W R, CHEN H Y S. A fuzzy strategic alliance selection framework for supply chain partnering under limited evaluation resources [J]. Computers in Industry 2004, 55: 159-179.

[5] 陈英华. 基于供应链的知识管理研究 [D]. 济南: 山东大学, 2005.

[6] 李奎刚. 供应链合作伙伴选择和关系维护研究 [D]. 广州: 广东工业大学 2008.