

文章编号:1673-9469(2009)01-0093-05

基于支持向量机的供应链合作伙伴评价

曹庆奎,张方明,王 堃,李 娟
(河北工程大学 经管学院,河北 邯郸 056038)

摘要:合作伙伴的选择合适与否,深刻地影响着供应链上各个成员的切身利益和整条链的绩效,因此,对供应链中合作伙伴评价方法的研究非常重要。本文在查阅大量文献和实际调查研究的基础上,提出了一套全面反映供应链中合作伙伴实力与品质的指标体系,建立了基于支持向量机的供应链合作伙伴选择理论模型,并对该模型进行了实证研究。结果表明,基于支持向量机的供应链合作伙伴选择方法是有效的,比用BP神经网络评价模型得到的结果更精确、稳定,泛化能力更好。

关键词:供应链;合作伙伴;支持向量机;评价模型

中图分类号: F253.4

文献标识码: A

An inquiry into the model of supply chain partner evaluation and its application based on SVM

CAO Qing-kui, ZHANG Fang-ming, WANG Kun, LI Juan

(School of Economics & Management, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: Whether a suitable partner is selected or not has a profound impact on the performance of the entire chain and the interests of all members. In order to improve the original methods of partner evaluation, we propose a theoretical evaluation model of the candidate partners based on Support Vector Regression. We construct a new index system from a new angle of view based on investigation and the existing outcomes. In addition, an empirical study has been conducted and the results show that the new model is effective and has a good ability of generalizing. So, we have provided a scientific and objective method for the managers' decision-making of the partner selection in supply chain management.

Key words: supply chain; partners; support vector machines; model of evaluation

供应链管理思想在企业管理实践中的成功应用,不仅能提高企业的效率,还能增强其在市场上的竞争力。处于供应链上的企业只有共同面对市场,通力合作,互相激励,企业才能共同发展。供应链上众多的合作企业,只要一家出现问题很快就会波及到整条链。因此,在供应链中建立高效、稳定的战略合作伙伴关系,是供应链中企业获得持久竞争优势的关键,而科学合理地对众多合作伙伴进行评价是选择合适的合作伙伴和建立良好合作关系的基础。

目前国内外对供应链合作伙伴的评价方法主要有三类:第一类为定性分析法,如直观判断法、

招标法、协商选择法以及直接确定方式;第二类为定量分析法,如采购成本法、ABC成本法;第三类为定性与定量综合分析法,如层次分析法,模糊综合评价法,数据包络分析法,神经网络法等^[1-5]。这些传统的方法在供应链合作伙伴选择中起到了一定的作用,但其缺陷是很显然的:对定性的方法,其主观因素太浓,选择结果缺乏有效性和科学性;这些方法需要行业专家对各层指标权重进行赋值,因而不同程度的受到主观因素的影响,评价结果不够客观、公正;不能对以选中的合作伙伴进行有效的指导和控制,他们看不到与理想状态之间的差距;没有把指标体系的建立与相应的模型

收稿日期:2008-06-13

基金项目:国家自然科学基金(60075013);河北省自然科学基金(F2005000482);河北省百名创新人才支持计划

特约专稿

作者简介:曹庆奎(1963-),男,河北乐亭人,博士,教授,从事物流工程与供应链管理的研究。

结合起来,不能使用优化方法进行优化选择,更没有体现合作伙伴的动态发展性,不能进行合作伙伴的动态选择^[6]。

建立在统计学习理论基础上的支持向量机方法有着严格的数学理论基础,在解决小样本,非线性,高维数问题中体现出特有的优势,并能克服传统方法的过学习、局部极值等缺陷,具有良好的泛化能力^[7-11]。

本文试图建立一套能较为科学、客观、全面地反映以房地产开发企业为核心的供应链的合作伙伴评价指标体系,并建立基于支持向量机回归技术的供应链合作伙伴选择模型,为供应链上的相关企业在选择合作伙伴时提供科学、客观的决策依据。

1 支持向量机基本原理

支持向量机是一种基于统计学习理论的新型机器学习算法。统计学习理论,是一种专门研究小样本情况下机器学习规律的基本理论和数学框架,也是目前针对小样本统计和预测学习的最佳理论^[7]。它从理论上系统地研究了经验风险最小化原则成立的条件、有限样本下经验风险与期望风险的关系及如何利用这些理论找到新的学习原则。支持向量机就是通过某种事先选择的非线性映射,将输入向量映射到一个高维特征空间,在这个空间构造最优分类超平面的实现过程。支持向量机的基本思想如图1所示,它形式上类似神经网络,输出是中间结点的线性组合,每个中间节点对应一个支持向量。

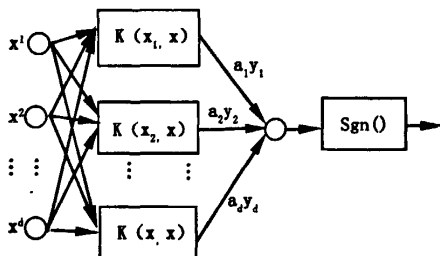


图1 支持向量机示意图

Fig.1 The schematic form of SVM

支持向量机是从处理两类分类问题发展起来的。对于分成两类的问题,就是根据训练集: $T = \{(x_1, y_1), \dots, (x_l, y_l)\} \in (X \times Y)^l$, 其中 $x_i \in X = R^n$, $y_i \in Y, Y = \{1, -1\}, l = 1, \dots, l$, 寻找一个实值

函数 $y(x)$, 以便使用决策函数 $f(x) = \text{sgn}(y(x))$ 推断任一模式 x 相对应的 y 值。在二维平面上, 当有很多条直线能把两类点正确分开时, 关键是要找一条分类效果最好的直线, 不仅能将两类点无错误的分开(经验风险为零), 而且要使两类的分类间隔最大(保证最好的推广能力)。推广到高维空间, 就是要求最优分类超平面。

对于分类问题, 当训练集为实质线性不可分, 即超平面无法将训练点正确分开时, 利用非线性映射 $\Phi: R_n \rightarrow H$ 将输入空间的训练样本映射到高维特征空间 H 中, 在此特征空间中构造最优超平面, 此时训练算法仅使用特征空间中的内积 $\Phi(x_i) \cdot \Phi(x_j)$, 通过引进核函数 $K(x_i, x_j) = \Phi(x_i) \cdot \Phi(x_j)$, 最终转化为求解以下最优化问题:

$$\min_{\alpha} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^l y_i y_j \alpha_i \alpha_j K(x_i, x_j) - \sum_{j=1}^l \alpha_j \quad (1)$$

$$s. t. \sum_{i=1}^l y_i \alpha_i = 0 \quad (2)$$

$$0 \leq \alpha_i \leq C, i = 1, \dots, l \quad (3)$$

求得该问题的最优解 $\alpha^* = (\alpha_1^*, \dots, \alpha_l^*)^T$, 进而计算 $\omega^* = \sum y_j \alpha_j^* x_j$, 选择 α^* 的一个正分量 α_j^* , 并计算 $b^* = y_j - \sum_{i=1}^l y_i \alpha_i^* K(x_i, x_j), j \in \{j | 0 < \alpha_j^* < c\}$, 从而得到决策函数: $f(x) = \text{sgn}[\sum_{i=1}^l \alpha_i^* K(x_i, x) + b^*]$ 中, d 为支持向量的数目, 由于最终决策函数中只包含支持向量的内积以及求和, 因此识别时的计算复杂度取决于支持向量的个数。

对于回归问题, 它与分类问题的结构相同, 只是其输出 y_i 和 Y 的取值范围不同。分类问题中输出只允许取两个值(或有限个值), 而在回归问题中, 输出可取任意实数。可以通过把回归问题转化为前面所讨论的分类问题来处理, 建立相应的支持向量回归机^[8]。

2 供应链合作伙伴评价模型

基于支持向量机的供应链合作伙伴评价模型的基本流程如图2所示。

具体的操作程序可按以下步骤进行:

步骤1 建立一套科学合理的能综合反应供应链合作伙伴品质与实力的评价指标体系。

步骤2 准备训练样本数据。主要进行已有历史数据的收集, 聘请专家进行评估及进行必要的问卷调查等。同时对训练样本数据进行标准化处理, 使之符合用支持向量机进行处理的规范和要

求,将样本分为训练样本和测试样本两部分,分别用于模型训练和精度测试。

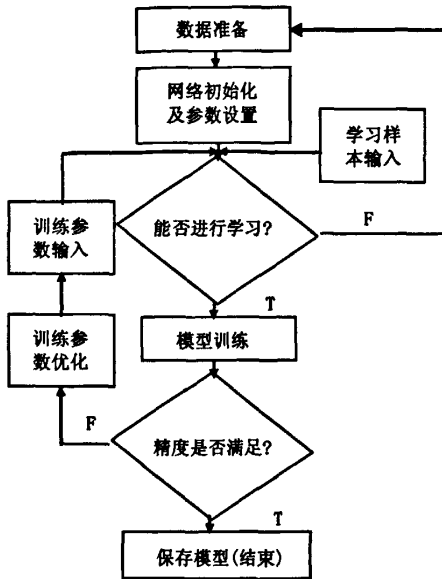


图2 支持向量机评价模型基本流程
Fig.2 The basic flow of the model based on SVM

步骤 3 训练学习。按要求选择合适的核函数 $K(x_i, x_j)$ 和相应的核参数。核函数一般只需从以下常用的几种中选取:

- 线性核: $K(x_i, x_j) = x_i^T x_j$;
- 多项式核: $K(x_i, x_j) = (\gamma x_i^T x_j + r)^d, \gamma > 0$;
- RBF 核: $K(x_i, x_j) = \exp(-\gamma \|x_i - x_j\|^2), \gamma > 0$;
- Sigmoid 核: $K(x_i, x_j) = \tanh(\gamma x_i^T x_j + r)$ 。

其中 γ, r 和 d 都是相应核函数的参数。相关参数一般利用交叉校验和广域搜索的方法进行优化选择即可。经测试得到符合精度要求的模型后保存训练好的模型。

步骤 4 伙伴评价。用训练好的模型对待选合作伙伴数据进行预测,筛选出较小范围内满足评审条件的企业,提供给决策者。

步骤 5 跟踪监测。随着内外部条件及经营环境的变化,及时收集相应的数据对分类模型进行修正,并对某些可疑合作伙伴进行重新评价和识别,根据评价结果决定是加强约束与激励,决定继续保持合作关系,还是选择新的合作伙伴取而代之。

3 实证研究

3.1 指标体系的建立与样本数据获取

以河北省某制造企业为核心的供应链为应用背景,将上述理论模型应用于该制造企业的伙伴评价与选择中。结合该企业所在行业的特点,在遵循供应链环境下企业合作伙伴指标体系的目的性、科学性和全面性的原则下,综合国内外有关供应链合作伙伴选择指标已有的研究成果^[12,13],建立该供应链合作伙伴选择指标体系并指明指标量化方法,如表 1 所示。

该企业经过初步筛选拟定了 20 个待选伙伴企业,各待选企业的相关指标值及专家的评价值如表 2 所示。以表 2 中的 20 组数据作为学习和测试样本。输入数据为各组指标值,输出值为对待

表 1 供应链合作伙伴评价指标体系

Tab.1 The indexes system of supply chain partner evaluation

目标	准则	指标名称 X_i	指标量化方法
选择合适 的建筑供应链合作伙 伴	产品质量	产品合格率 X_2	在一定时期内合格产品数/总采购量 一段时间内累计退换货数量/总销售量
		返修退货比率 X_3	
	服务水平	服务态度 X_4	问卷调查 统计值 专家评估
		服务响应速度 X_5	
		技术服务水平 X_6	
	财务状况	流动比率 X_7	参考财务报表 参考财务报表 参考财务报表
		净资产收益率 X_8	
		资产负债率 X_9	
	生产创新	生产设备状况 X_{10}	专家评估 科研费用/销售收入
		科研费用率 X_{11}	
	信誉	合约履行率 X_{12}	履行合约数量/签约总数 专家评估
		企业忠诚度 X_{13}	
	外部环境	企业外部环境 X_{14}	专家评估
		供应链密切度	历史交易频率 X_{15}
历史合作深度 X_{16}			

表 2 原始数据

Tab.2 The original data

合作伙伴	指标值	专家评价值
1	0.94,0.03,0.81,3,0.82,1.5,0.45,0.35,0.85,0.11,0.97,0.95,0.78,120,0.80	0.96
2	0.90,0.04,0.78,5,0.80,1.2,0.44,0.31,0.78,0.09,0.93,0.92,0.77,115,0.78	0.72
3	0.87,0.09,0.75,7,0.78,1.5,0.40,0.30,0.75,0.07,0.88,0.89,0.78,86,0.60	0.57
4	0.88,0.07,0.70,6,0.72,1.1,0.38,0.25,0.70,0.06,0.87,0.85,0.76,54,0.50	0.51
5	0.75,0.15,0.72,5,0.72,1.0,0.25,0.15,0.68,0.02,0.78,0.75,0.60,32,0.48	0.49
6	0.93,0.03,0.83,3,0.81,1.6,0.39,0.30,0.79,0.12,0.95,0.94,0.77,120,0.81	0.89
7	0.80,0.12,0.75,4,0.71,1.2,0.32,0.23,0.69,0.08,0.87,0.85,0.72,63,0.70	0.61
8	0.89,0.07,0.85,3,0.80,1.3,0.40,0.31,0.74,0.09,0.88,0.90,0.76,0,0	0.83
9	0.88,0.08,0.76,4,0.80,1.5,0.41,0.30,0.78,0.10,0.87,0.87,0.74,86,0.64	0.68
10	0.92,0.03,0.82,3,0.83,1.8,0.47,0.36,0.79,0.12,0.94,0.93,0.80,110,0.82	0.91
11	0.84,0.09,0.74,5,0.72,1.1,0.28,0.21,0.73,0.05,0.87,0.85,0.75,101,0.81	0.58
12	0.82,0.10,0.72,6,0.74,1.2,0.29,0.22,0.71,0.04,0.87,0.81,0.70,45,0.56	0.54
13	0.88,0.07,0.78,5,0.71,1.3,0.35,0.25,0.68,0.06,0.84,0.80,0.72,52,0.60	0.69
14	0.85,0.05,0.80,4,0.81,1.6,0.44,0.31,0.70,0.12,0.95,0.95,0.77,0,0	0.77
15	0.90,0.06,0.77,2,0.80,1.4,0.41,0.32,0.79,0.10,0.94,0.96,0.76,119,0.82	0.84
16	0.74,0.12,0.71,3,0.72,1.3,0.35,0.25,0.68,0.01,0.77,0.75,0.70,23,0.20	0.43
17	0.81,0.09,0.71,4,0.72,1.1,0.25,0.18,0.70,0.05,0.87,0.85,0.74,58,0.40	0.53
18	0.84,0.10,0.76,3,0.72,1.2,0.31,0.24,0.70,0.05,0.88,0.86,0.76,74,0.52	0.63
19	0.91,0.04,0.82,3,0.80,1.4,0.41,0.34,0.80,0.10,0.91,0.90,0.77,102,0.73	0.88
20	0.89,0.03,0.82,4,0.76,1.4,0.37,0.25,0.76,0.08,0.90,0.89,0.78,111,0.70	0.76

表 3 标准化数据

Tab.3 The standardized data

合作伙伴	指 标														
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅
1	1.00	0.00	0.73	0.20	0.92	0.63	0.91	0.95	1.00	0.91	1.00	0.95	0.90	1.00	0.98
2	0.80	0.08	0.53	0.60	0.75	0.25	0.86	0.76	0.59	0.73	0.80	0.81	0.85	0.96	0.95
3	0.65	0.50	0.33	1.00	0.58	0.63	0.68	0.71	0.41	0.55	0.55	0.67	0.90	0.72	0.73
.....															
17	0.35	0.50	0.07	0.40	0.08	0.13	0.00	0.14	0.12	0.36	0.50	0.48	0.70	0.48	0.49
18	0.50	0.58	0.40	0.20	0.08	0.25	0.27	0.43	0.12	0.36	0.55	0.52	0.80	0.62	0.63
19	0.05	1.00	0.13	0.60	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.05	0.00	0.00	0.27	0.59
20	0.30	0.75	0.33	0.40	0.00	0.25	0.32	0.38	0.06	0.64	0.50	0.48	0.60	0.53	0.85

表 4 测试结果

Tab.4 The results

测试样本	17	18	19	20
真实值	0.53	0.63	0.88	0.76
SVM 测试结果	0.53	0.66	0.88	0.78
相对误差(%)	0	4.76	0	2.63
BP 测试结果	0.51	0.70	0.89	0.69
相对误差(%)	-3.8	11.1	1.1	-9.2

选伙伴企业的综合评分,输出的评分越高表明对该待选企业的评价越高。

3.2 支持向量机伙伴选择模型的实现

为消除量纲对不同类型数据的影响,需对原始数据进行标准化处理。采用比例转换法,对于正向指标,转换公式为 $r_{ij}' = (r_{ij} - r_i^{\min}) / (r_i^{\max} - r_i^{\min})$;对于逆向指标,转换公式为 $r_{ij}' = (r_i^{\max} - r_{ij}) / (r_i^{\max} - r_i^{\min})$ 。标准化结果见表3。

核函数选用常用的径向基核(RBF):

$$K(x_i, x_j) = (-\gamma \|x_i - x_j\|^2) \gamma > 0$$

经反复实验取核参数 $\gamma = 3$, 惩罚参数 $C = 10$ 效果最好,其余的采用默认值。以前16组指标值数据训练样本,相应的专家评价值为训练目标;后4组指标值数据为测试样本,相应的专家评价值为测试目标。测试结果及误差见表4。

4 结束语

本文建立了一套以制造企业为核心,能较为全面、客观、科学评价其合作伙伴的指标体系,并基于支持向量机回归技术建立了合理选择供应链合作伙伴的理论模型。实证研究表明该方法是有用的,得到的结果比用BP神经网络方法得到的结果精度更高,更稳定,具有更好的推广能力。尽管支持向量机有着其它方法所不具有的客观性强,理论基础严密,具有良好的推广能力等优点,在实际应用中取得了很好的效果,但该方法本身仍有很多地方需要进一步完善,比如核函数的构造与选择、相关参数的优化与确定、对不确定信息的处理等问题都有待进一步深入研究。

参考文献:

[1] 马士华,林勇. 供应链管理[M]. 北京:机械工业出版社, 2005.

社, 2005.

[2] 管祥兵,刘历波,代兰,等. 基于未确知聚类的动态联盟伙伴选择研究[J]. 河北建筑科技学院学报, 2006, 23(1): 104-107.

[3] 曹庆奎,李建光,杨艳丽. 基于信息熵和灰关联分析的煤矿企业供应商评价选择研究[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2008, 25(1): 81-84.

[4] 解百臣,邓英芝. 供应商选择的博弈分析[J]. 河北建筑科技学院学报, 2004, 21(4): 103-106.

[5] 睦辉强,刘开第. 物流系统模糊综合评估的新算法[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2008, 25(1): 88-91.

[6] 张辉,张洁,徐征,等. 基于支持向量机的供应链伙伴企业选择方法的研究[J]. 计算机集成制造系统, 2004, (7): 796-799.

[7] 邓乃扬,田英杰. 数据挖掘中的新方法-支持向量机[M]. 北京:科学出版社, 2004.

[8] 李万庆,李海涛,孟文清. 工程项目工期风险的支持向量机预测模型[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2007, 24(4): 1-4.

[9] SCHLKOPF, SMOLA B A. New support vector algorithms [J]. Neural Computation, 2000, (12): 1207-1245.

[10] VAPNIK V. Statistical learning theory[M]. New York: Wiley, 1998.

[11] 边肇祺,张学工. 模式识别[M]. 第二版. 北京:清华大学出版社, 2000.

[12] 王要武,郑宝才. 建筑供应链合作伙伴选择标准的研究[J]. 低温建筑技术, 2004, (4): 91-93.

[13] 韶华,魏延. 供应商评价的支持向量机模型及应用研究[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2007, 24(1): 29-32.

[14] 解丹蕊,薛惠锋,韩建新. 基于遗传算法的西安邮政配送路线优化研究[J]. 河北科技大学学报, 2008, 29(3): 214-218.

[15] 王海燕,高丽. 基于层次分析法的中国教育公平问题研究[J]. 河北科技大学学报, 2008, 29(1): 72-77.

(责任编辑 闫纯有)