

Research on Core Competitiveness Identification of Construction Enterprises

Based on BP neural network and entropy of information

Fuzhou Luo¹, Peng Xue¹, Yaopu Li², Xiaoting Zhu³

¹School of Management; Xi'an University of Architecture & Technology; xi'an 710055

²The northwest company of China national aviation fuel; xi'an 710082

³AVIC Flight test establishment; xi'an 710089

Email: xp19851129@163.com

Abstract: This paper has fully considered that core competitiveness in construction enterprises must include two attributes: importance and diversity. therefore, a method, at the first using BP neural network to analyze the importance of competitive index and then calculating the information entropy to make an analysis of diversity of competitive index, is adopted to get a core-competitive index for a construction enterprise. This way is aim to build a construction enterprise core competitiveness identification table, through which enterprises will recognize self-core-competitiveness and make out their own developmental strategies by filling data in this table.

Keywords: Construction Enterprises, competitiveness, core competitiveness, BP neural network, information entropy

建筑企业核心竞争力识别研究

—基于 BP 神经网络与信息熵的方法

罗福周¹, 薛 鹏¹, 李耀朴², 朱晓婷³

¹西安建筑科技大学 管理学院, 陕西 西安, 中国, 710055

²中国航空油料西北公司基建工程部, 陕西 西安, 中国 710082

³中国飞行试验研究院保障部, 陕西 西安, 中国 710089

Email: xp19851129@163.com

摘 要: 本文综合考虑了建筑企业的核心竞争力必须具有重要性和差异性两种属性, 首先使用 BP 神经网络对竞争力指标的重要性进行分析, 然后通过计算竞争力指标的信息熵对差异性进行分析, 从而确定出能够成为建筑企业核心竞争力的指标, 以此构建建筑企业核心竞争力识别表, 通过将企业数据放入该表企业可以识别出自身的核心竞争力, 从而使企业可以更加科学地根据自身情况制定企业的发展战略。

关键词: 建筑企业; 竞争力; 核心竞争力; BP 神经网络; 信息熵

1 引言

近 30 年来, 建筑业产值在国内生产总值 (GDP) 的比重一直呈现出稳定发展的趋势, 据统计 2009 年建筑业完成总产值 75864 亿元; 实现利润 2663 亿元; 实现增加值 22333 亿元, 比上年增长 18.2%, 约占 GDP 的 6.7%, 达到历史新高。随着建筑业的迅猛发展, 建筑企业的竞争也愈加激烈, 如何科学合理地识别出建筑

企业的核心竞争力, 了解企业的竞争优势, 从而为企业制定适合的竞争战略, 成为一个值得关注的问题。

当前, 关于建筑企业核心竞争力的研究主要分为定性和定量研究两类。定性方法主要研究建筑行业或国家之间与竞争力有关的因素和竞争策略^[1]; 定量方法主要是通过系统性地计算来测评建筑企业核心竞争力的水平。在当前建筑企业核心竞争力的研究中, 还比较少有关于识别建筑企业核心竞争力的研究。建筑企业核心竞争力的识别可以帮助企业明确自身的定位, 了解企业在市场上的竞争优势, 以此制定企业的发展策略, 有利于

资助信息: 陕西省高校哲学社会科学特色学科建设专项资金资助项目

企业的迅速成长。本文采用了BP神经网络与信息熵的方法对建筑企业的核心竞争力进行识别,望能为建筑企业正确地识别出核心竞争力提供科学方法。

2 基于 BP 神经网络与信息熵的核心竞争力识别方法

2.1 指标体系的建立

依照建筑企业竞争力的主要影响因素建立如表1所示的建筑企业竞争力评价指标体系^[2],其中 I_i 为一级指标, I_{ij} 为二级指标。

Table 1. Evaluation index system of construction enterprises' competitiveness

表1. 建筑企业竞争力评价指标体系

	一级指标	二级指标
建筑企业竞争力评价指标E	社会影响 I_1	工程质量 I_{1-1} 营业范围(地区) I_{1-2} 品牌知名度 I_{1-3}
	技术 I_2	自有设备净值 I_{2-4} 拥有先进设备比例 I_{2-5} 租赁设备比例 I_{2-6} 拥有重要专利数量 I_{2-7} 研发投入比例 I_{2-8}
	融资财务 I_3	贷款平均额/年 I_{3-9} 应收账款周转率 I_{3-10} 资本金利润率 I_{3-11} 销售利润率 I_{3-12} 流动比率 I_{3-13} 自我采购占公司总采购比例 I_{3-14}
	市场开拓与营销 I_4	资格预审通过率 I_{4-15} 投标中标率 I_{4-16} 承揽工程值/年 I_{4-17} 市场占有率 I_{4-18}
	工程管理 I_5	工程进度控制 I_{5-19} 质量奖罚情况 I_{5-20} 合同履约率 I_{5-21} 平均索赔成功率 I_{5-22} 项目获奖情况 I_{5-23}
	资源管理 I_6	人力资源利润率 I_{6-24} 专业人员比例 I_{6-25} 信息资源拥有程度 I_{6-26} 信息资源使用率 I_{6-27}

2.2 基于 BP 神经网络的竞争力指标重要性分析

2.2.1 BP 神经网络基本原理

迄今为止应用最广泛的神经网络算法是采用BP算法的多层前馈网络,BP神经网络含有足够多节点的输入层、隐含层和输出层。只拥有一层隐含层的BP神经网络称为的单隐层BP神经网络,如图1所示,其中每个小圆圈表示一个神经元,各个神经元之间通过相互连接形成一个网络拓扑。

BP神经网络的基本思想是^[3]:学习过程由信号的正向传播与误差的反向传播组成。正向传播时,样本信号从输入层输入节点输入,经各隐层逐层处理后,传向输出层。若从输出层的输出节点的实际输出与期望输出不符,则转入误差的反向传播阶段。反向传播将误差信号沿原来的连接通道返回,通过修改各种神经元的权值,使得误差信号最小。对于输入信号,要向前传播到隐含层节点,经作用函数变换后,再把隐含层节点的输入信号传播到输出层节点,节点作用函数一般为单极性Sigmoid函数: $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ 。

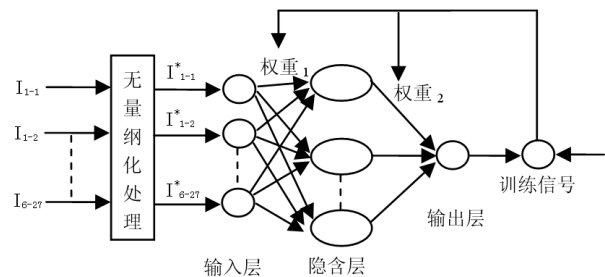


Figure 1. Basic mode structure of BP neural network

图 1. BP 神经网络基本模型

2.2.2 输入与输出的确定

本文以表1中的27个二级指标的得分作为输入向量,以建筑企业竞争力的专家评估值为输出指标d,故可得:

$$X^C = \begin{Bmatrix} I_{1-1}^1 & I_{1-2}^1 & \cdots & I_{6-27}^1 \\ I_{1-1}^2 & I_{1-2}^2 & \cdots & I_{6-27}^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ I_{1-1}^C & I_{1-2}^C & \cdots & I_{6-27}^C \end{Bmatrix}, D_C = \{d_1, d_2, \dots, d_C\}$$

其中 I_{i-j}^C 表示第C家企业第i-j项指标的得分, d_C 表示第C家企业竞争力的专家评估值。对定量的指标进行无量纲处理,令:

$$I_{i-j}^{*C} = \frac{I_{i-j}^C}{\max_c I_{i-j}^C} \quad (1) \text{ 或 } I_{i-j}^{*C} = 1 - \frac{I_{i-j}^C}{\max_c I_{i-j}^C} \quad (2)$$

指标越大越好的使用公式(1),指标越小越好的使用公式(2)。经过无量纲化处理可得训练样本的输入数

$$\text{据矩阵 } X^{*C} = \begin{Bmatrix} I_{1-1}^{*1} & I_{1-2}^{*1} & \cdots & I_{6-27}^{*1} \\ I_{1-1}^{*2} & I_{1-2}^{*2} & \cdots & I_{6-27}^{*2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ I_{1-1}^{*C} & I_{1-2}^{*C} & \cdots & I_{6-27}^{*C} \end{Bmatrix} \text{ 和理想输出数据矩}$$

$$\text{阵 } D_C^* = \{d_1^*, d_2^*, \dots, d_C^*\}。$$

2.2.3 竞争力指标重要性确定

确定节点作用函数一般为单极性Sigmoid函数：

$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ ，借助于Matlab7.1软件设定输入层为27个神经元，输出层为1个神经元，再设定隐含层、学习速率、动量常数、最大误差比率和训练循环次数，然后开始进行训练，待网络达到稳定后进行竞争力关键要素识别。

出于对竞争力指标重要性确定需要，提出如下假设：影响建筑企业竞争力某一指标的变化不会导致其他相关指标的改变。在此假设的基础上对建筑企业竞争力指标重要性进行确定，具体步骤如下^[4]：

$$\textcircled{1}. \text{构建测试矩阵 } E = \begin{Bmatrix} p_0 & p_0 & p_0 & \cdots & p_0 \\ p_{1+q} & p_1 & p_1 & \cdots & p_1 \\ p_2 & p_{2+q} & p_2 & \cdots & p_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{27} & p_{27} & p_{27} & p_{27} & p_{27+q} \end{Bmatrix},$$

其中 $p_0 = p_1 = \cdots = p_{27}$, $0 \leq p_i \leq 1$, $0 \leq p_i + q \leq 1$ 。将E输入训练好的BP网络，得BP输出矩阵 $G = \{g_0, g_1, \cdots, g_{27}\}$

$\textcircled{2}.$ 设 $g_i^* = g_i - g_0$ ，由此可得矩阵 $G^* = \{g_1^*, g_2^*, \cdots, g_{27}^*\}$ ， g_i^* 的大小实际上反映了各竞争力指标的变化对企业竞争力的影响程度， g_i^* 越大则说明指标i对企业竞争力影响越大；

$\textcircled{3}.$ 选择前n项对竞争力影响较大的指标作为影响建筑企业竞争力的关键竞争力指标。

2.3 基于信息熵的竞争力指标差异性分析

根据所选的前 n 项关键竞争力指标和它们在矩阵 x^{*C} 中的得分计算各关键竞争力指标的信息熵 $E_{i-j} = -(\ln c)^{-1} \sum_{s=1}^c (p_{i-j}^s \cdot \ln p_{i-j}^s)$ ，其中 c 为企业的总数，

$$p_{i-j}^s = \frac{I_{i-j}^{*s}}{\sum_{s=1}^c I_{i-j}^{*s}}, \quad \text{如果 } p_{i-j}^s = 0, \quad \text{定义} \\ p_{i-j}^s \lim_{p_{i-j}^s \rightarrow 0} (p_{i-j}^s \cdot \ln p_{i-j}^s) = 0^{[5]}.$$

一般地，如果某个指标信息熵 E_{i-j} 越小，就表明其指标值的变异程度越大，提供的信息量越大。在核心竞争力的识别过程中，我们可以认为某个指标信息熵 E_{i-j} 越小，就说明各企业在该能力指标的强弱上差异越大，该能力指标就会成为某企业的核心竞争力。

2.4 核心竞争力的识别

成为企业核心竞争力的指标必须具备重要性和差异性，即该项指标对企业的发展是重要的，而且各企

业在该能力指标上强弱应该有明显区别，这样才能体现出能力是“核心”的。因此我们选择经过BP神经网络确定的前n项关键竞争力指标中 E_{i-j} 较小的指标作为建筑企业核心竞争力识别指标，建立如下表所示的核心竞争力识别表。

Table 2. Recognition table of core competitiveness

表2.核心竞争力识别表

企业 指标	1	2	...	c
I_i	I_i^{*1}	I_i^{*2}	...	I_i^{*c}
I_j	I_j^{*1}	I_j^{*2}	...	I_j^{*c}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
I_n	I_n^{*1}	I_n^{*2}	...	I_n^{*c}

先横向比较企业各指标的得分，若企业在指标 I_i 上得分接近于1，可认为该企业的核心竞争力为 I_i 。若企业进行完横向比较后没有一个指标得分接近于1，则进行纵向比较即对该企业各指标进行比较，得分较高的指标可视为该企业的核心竞争力。

3 例证分析

以某市 25 家建筑企业为例，对其核心竞争力进行识别。

3.1 基于 BP 神经网络的竞争力指标重要性确定

将25家建筑企业的竞争力指标分值（无量纲化分值）作为训练样本的输入数据，建筑企业竞争力的专家评估值（无量纲化分值）作为训练样本的理想输出数据，确定节点作用函数一般为单极性Sigmoid函数：

$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ ，借助于数值计算软件Matlab 7.1自带的神经网络工具箱，设定输入层为27个神经元，隐含层为54个神经元，输出层为1个神经元，再设定学习速率0.7，动量常数0.6，最大误差比率1.05和训练循环次数5000次，然后开始对网络进行训练。待BP神经网络

$$\text{训练好后，构建测试矩阵 } E = \begin{Bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0.5 & \cdots & 0.5 \\ 0.6 & 0.5 & 0.5 & \cdots & 0.5 \\ 0.5 & 0.6 & 0.5 & \cdots & 0.5 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.6 \end{Bmatrix},$$

将测试矩阵输入已经训练好的BP神经网络，得输出矩阵 $G = \{0.4528, 0.4982, 0.4573, \cdots, 0.4673\}$ ，变动关系如图2所示。由图2可看出 $g_1^*, g_4^*, g_5^*, g_6^*, g_9^*, g_{10}^*, g_{13}^*, g_{16}^*, g_{19}^*$ 。

$g_{20}^*, g_{21}^*, g_{26}^*$ 较大, 故 I_{1-1} 、 I_{2-4} 、 I_{2-5} 、 I_{2-6} 、 I_{3-9} 、 I_{3-10} 、 I_{3-13} 、 I_{4-16} 、 I_{5-19} 、 I_{5-20} 、 I_{5-21} 、 I_{6-26} 共 12 项指标的变动对竞争力的影响较大, 故选择这 12 项指标作为影响建筑企业竞争力的关键竞争力指标。

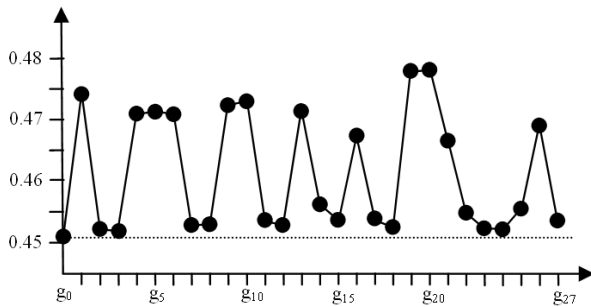


Figure 2. influence of each index changes on competitiveness
图 2. 各指标变动对竞争力的影响

3.2 基于信息熵的竞争力指标差异性分析

根据所选的 12 项关键竞争力指标和 25 家建筑企业的竞争力初始输入的指标分值可依照公式

$$E_{i-j} = -(\ln c)^{-1} \sum_{s=1}^c (p_{i-j}^s \cdot \ln p_{i-j}^s)$$

计算 I_{2-4} 、 I_{2-5} 、 I_{2-6} 、 I_{3-10} 、 I_{5-19} 、 I_{6-26} 的信息熵 $E_{I_{2-4}}$ 、 $E_{I_{2-5}}$ 、 $E_{I_{2-6}}$ 、 $E_{I_{3-10}}$ 、 $E_{I_{5-19}}$ 、 $E_{I_{6-26}} \leq 1$, 其余指标对应信息熵均大于 1, 故将 I_{2-4} 、 I_{2-5} 、 I_{2-6} 、 I_{3-10} 、 I_{5-19} 、 I_{6-26} 指标作为建筑企业核心竞争力识别指标。

3.3 核心竞争力的识别

根据已确定的建筑企业核心竞争力识别指标对前 5 家建筑企业进行核心竞争力识别, 核心竞争力识别表如下所示:

Table 3. Recognition table of core competitiveness
表 3. 核心竞争力识别表

企业 \ 指标	1	2	3	4	5
I_{2-4}	0.88	1	0.85	0.55	0.60
I_{2-5}	0.87	0.93	0.76	0.53	0.67
I_{2-6}	0.88	0.96	0.78	0.61	0.70
I_{3-10}	0.65	0.63	0.54	0.89	0.69
I_{5-19}	0.79	0.76	1	0.77	0.68
I_{6-26}	0.67	0.66	0.62	0.72	0.88

由上表可知企业 1 和 2 的核心竞争力指标都为自有设备净值、拥有先进设备比例和租赁设备比例这三项, 由此可见建筑企业 1、2 的核心竞争力为其设备能力; 企业 3 的核心竞争力为工程进度控制能力; 企业 4 的核心竞争力指标为应收账款周转率, 可见企业 4 对欠账的回收能力是其核心竞争力; 企业 5 的核心竞争力是信息资源拥有程度, 可见企业 5 特别重视信息资源的收集并拥有大量的信息数据。

4 结论

建筑企业的核心竞争力须具有重要性和差异性两种属性, 本文首先使用 BP 神经网络对核心竞争力指标的重要性进行分析, 然后采用信息熵对核心竞争力指标的差异性进行分析的方法, 确定出能够成为建筑企业核心竞争力的指标, 以此构建建筑企业核心竞争力识别表, 通过将企业数据放入该表企业可以识别出自身的核心竞争力, 从而使企业可以更加科学地根据自身情况制定企业的发展战略。

References (参考文献)

- [1] KALE S. Competitive positioning in United States construction industry[J]. Journal of construction engineering and management 2002, 128(3), 238-247.
- [2] Li Qiming, Tan Yongtao, Zhang Erwei. Practice of competitive indicator system for construction enterprises[J]. Journal Of Southeast University (Natural Science Edition), 2003, (5), P652—655(Ch).
李启明, 谭永涛, 张二伟. 建筑企业竞争力评价指标体系实证研究[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2003, (5): 652—655.
- [3] Li Zuoyong, Wang Jiayang. Models and Applications of Sustainable Development Assessment[M]. Beijing: Science Press, 2007, P213—231(Ch).
李祚泳, 汪嘉杨. 可持续发展评价模型与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 213—231.
- [4] Jiang Linkui, Fu Cunjun, Cao Yukun. Using BP ANN to evaluate factors affecting the core competitiveness of an enterprise[J]. Journal Of Harbin Engineering University, 2009, (10), P1188—1193(Ch).
姜林奎, 付存军, 曹玉昆. 基于 BP 方法的企业核心竞争力关键因素探析[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2009, (10): 1188—1193.
- [5] Wang Kun, Song Haizhou. Comparative analysis of three weighting methods of objective weight[J]. Technoeconomics and Management of Research, 2003, (6), P48—49(Ch).
王昆, 宋海洲. 三种客观权重赋权法的比较分析[J]. 技术经济与管理研究, 2003, (6): 48—49