

基于 Hopfield 神经网络的企业竞争力评价模型

李国辉

(天津职业大学基础课部 天津 300410)

摘 要 在专家评价数据基础上,针对企业竞争力评价的非线性特征以及竞争力评估体系中存在的诸多非定量因素,建立企业竞争力评价的 Hopfield 神经网络模型。评价模型可以根据专家打分对已有评价体系中的主观性因素进行量化,并利用神经网络的联想与记忆功能进行量化评价的计算。该模型较已有的评价体系具有更高的计算效率。利用 Hopfield 神经网络进行企业竞争力评价的方法可操作性强,可以克服传统评价方法主观性过强的缺点,具有较广泛的实用性。

关键词 评价指标体系,竞争力评价,Hopfield 神经网络

中图法分类号 TP273+.4 **文献标识码** A

Evaluation Model on Competitive Power of Enterprise Based on Hopfield Neural Networks

LI Guo-hui

(Basic Course Department, Tianjin Vocational Institute, Tianjin 300410, China)

Abstract Considering the nonlinear characteristics of competitive power evaluation and the existence of many non-quantitative factors in the evaluation system, a Hopfield neural network model of evaluation on competitive power was built in this paper according to the evaluating data given by the experts. By utilizing the properties of association and memory of neural network that can approximate any nonlinear continuous function, the model can calculate quantified evaluation and has higher efficiency than that of existing evaluation system. The method of applying Hopfield neural network to competitive power evaluation can overcome subjective factors in the process of expert assessment, avoid complex process of traditional competitive power evaluation and also has broad applicability.

Keywords Evaluation index system, Evaluation of competitive power, Hopfield neural network

我国加入 WTO 后实施减让关税、取消进口配额等非关税壁垒、给予外商贸易权和分销权等措施,企业间竞争加大。许多商品零售市场和批发市场也将对外开放。取消非关税壁垒,恢复某些商品进口,将会挤占国内部分市场份额,给中国某些企业的商品销售体系带来冲击。进口专营被打破和进口配额被取消,再加上外商将享有国内分销权,中国企业面临市场占有率下降的威胁。中国企业面临世界跨国公司及其他大企业公司的严峻挑战。企业能否获得持续竞争优势,关键在于企业是否具有竞争能力。企业管理者是否能够对本企业的竞争力做出正确的评价,掌握和了解企业竞争力的具体情况,对本企业今后的提高与发展将起到至关重要的作用。

1 企业竞争力评价指标体系

世界经济论坛年会关于竞争力报告中,把企业竞争力解释为“企业目前和未来在各自的环境中,以比其国内外竞争者更具有吸引力的价格和质量进行设计和销售货物以及提供服务的能力和机会”。美国哈佛大学学者波特把竞争力定义为“一个企业对其行为效益有贡献的各项活动,例如创新、具有凝聚力的文化、有条不紊的实施过程等”^[1,2]。

为全面综合地反映企业竞争力状况,选取以下 9 个相关指标^[3-5]:

1) 企业战略管理能力(A_1)。反映企业依靠核心竞争力对整个外部环境的适应性程度,以及根据外部环境的特征、变化规律来制定企业总体规划的能力。

2) 企业核心技术能力(A_2)。企业以最低的成本、最短的生产周期制造出市场所需的产品能力。它在很大程度上决定了企业产品的质量优势和成本优势,并使企业的核心竞争力通过产品得以体现。

3) 企业核心产品的盈利能力(A_3)。盈利能力对企业的生存和发展是至关重要的。盈利不仅是企业的出发点和归宿,也是核心竞争力的最终体现。核心竞争力的强弱决定了企业获取利润的能力,因此,盈利能力指标是评价的首要指标。

4) 组织管理能力(A_4)。通过企业组织过程促进组织效率提高的能力。

5) 市场竞争能力(A_5)。市场竞争力反映了企业生产的产品在市场上的竞争能力,其直接影响企业的生存与发展以及持续获取收益的能力,也是企业在把技术优势外化为市场竞争优势过程中所表现的能力。它涉及企业营销过程、销售网络与渠道的控制和管理。

6) 技术创新能力(A_6)。技术创新能力反映了高新技术与企业技术的结合和渗透,不断提高企业技术、装备工艺水平,增加产品品种,提高产品质量和产品的技术含量,加快产

品的更新换代,保证企业的可持续发展的能力。

7) 环境保护能力(A₇)。环境问题越来越受到社会的关注,企业的生产对环境的影响决定了企业可持续发展的能力。环境保护,正受到越来越大的压力,对清洁产品、环保产品、无公害生产工艺、零排放、环保工艺的要求越来越高,法规要求越来越严。因此,企业必须把可持续发展作为企业发展的主要目标。

8) 人力资源发展能力(A₈)。企业的人力投资对提高企业职工素质和竞争力具有重要作用。海尔集团认为:“企业真正的核心竞争力在于该组织内的人,而不在于产品和技术”。只有员工具备了核心竞争力,才会产生竞争力的技术和产品,技术和产品是人的竞争力的外在体现。

9) 信息技术能力(A₉)。企业管理信息化是近年来我国政府提出的企业管理发展方向,也是我国乃至世界企业发展的必然趋势。企业信息技术的水平与能力如何,将直接影响到企业今后的发展。

2 各评价指标权重的计算方法

评价指标的权重直接影响企业竞争力评价结论的可靠性。因此,科学地确定指标权重是提高企业竞争力评价质量的前提。层次分析法(AHP)是确定权重的一种有效的方法,具体步骤如下:

1) 建立系统分析的层次结构,确定企业竞争力评价指标总数 m 。

2) 构造判断矩阵。首先要得到各指标准则之间的相对重要程度比值,这些比值由研究企业竞争力评价的专家使用常用的九分位表给出(见表1)。由这些比值就可以构成一个 $N \times N$ 的判断矩阵 R 。

3) 求解判断矩阵 R 在最大特征值 $\lambda_{\max}$ 下的特征向量。将特征向量标准化,使特征向量的所有分量之和为1,然后将此标准化后的特征向量近似地作为对应的各项指标的权重。

3 Hopfield 神经网络评价模型^[6,8-10]

Hopfield 神经网络是一种全连接、反馈型网络,包括离散型和连续型两种。离散型 Hopfield 神经网络(简称 DHNN)是一种单层的、输入输出均为二值的神经网络,其结构如图1所示。

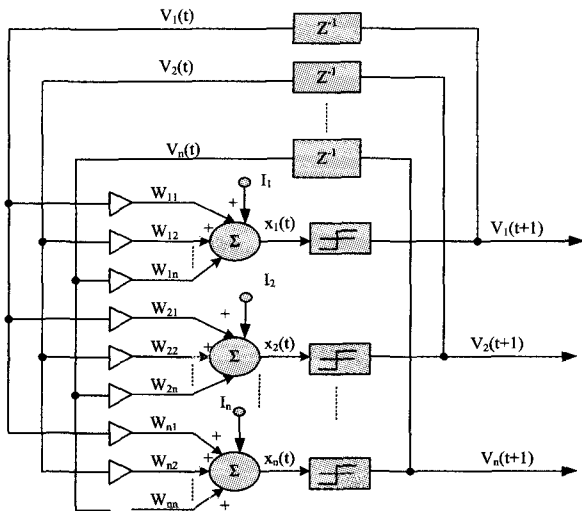


图1 DHNN 的结构

网络的输入为 $I_1, I_2, \dots, I_n$, 输出为 $V_1, V_2, \dots, V_n$, 输入与输出的关系为:

$$x_j(t) = \sum w_{ij} V_j + I_j, j=1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$V_i(t+1) = \text{sgn}(x_i(t)), i, j=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

在式(2)中, $\text{sgn}(\cdot)$ 为符号函数, 当 $(\cdot)$ 为正数时, 取+1; 当 $(\cdot)$ 为负数时, 取-1。 $W = [w_{ij}]_{n \times n}$ 为网络的连接权阵, 其元素 w_{ij} 表示第 i 个神经元到第 j 个神经元的连接权重。

表1 九分位表

两指标 比较	同等 重要	略微 重要	相当 重要	明显 重要	绝对 重要	中间 值
取值	1	3	5	7	9	2, 4, 6, 8

Hopfield 神经网络状态的演变过程是一个复杂的非线性动力系统, 系统的稳定性可用“能量函数”分析, 在满足一定条件下, 网络的能量不断地减小, 最后收敛于系统的稳定点。若把系统的稳定点视作一个记忆的话, 则从初态向这个稳定点流动的过程, 就是寻找该记忆的过程。DHNN 主要用于联想记忆, 当输入的向量 I 作为一个初值时, 网络通过反馈演化, 从网络输出端得到一个向量 V 。 V 是从初值 I 演化而联想到的一个稳定记忆, 如果用它解决企业竞争力评价问题, 首先要设计 W 和 I , 使记忆模式的样本对应于网络的稳定点, 这相当于神经网络的训练过程。训练出的记忆模式与竞争力评价的标准分级相对应, 然后将待评价的数据(即待评价的企业)作为新的初态, 网络把初态看作一种新的提示模式(即发生某些变形和含有噪声的记忆模式), 回忆出离它“最近”的一种记忆模式。这就是联想记忆过程。

用 Hopfield 网络进行评价的过程, 分为记忆过程和联想过程。用外积型法设计可分为以下几步:

1) 根据需要记忆的样本 $V^1, \dots, V^m$, 按下式计算权重为:

$$w_{ij} = \begin{cases} \sum_{k=1}^m V_k^i V_k^j, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (3)$$

$I_j = 0, I_j$ 为网络的初始输入。

2) 令测试样本作为网络输出的初值, 令矢量 V^l 为任意的输入矢量, 使

$$V(t_0) = V^l, V \in R^n \quad (4)$$

3) 用下面的迭代公式进行演算。

$$V_i(t+1) = \text{sgn}(\sum_{j=1}^n w_{ij} V_j(t)) \quad (5)$$

4) 重复迭代, 直到每个单元不变为止。

$$V_i(t+1) = V_j(t) \quad (6)$$

这时, V^l 就回到已学习过的某个记忆样本上。

由于各个评价指标都具有不同的权重, 因此评价时必须考虑权重的影响。如何在离散型神经网络中表达各项指标的权重, 是一个比较困难的问题。本文根据各评价指标的权重, 对神经元进行合理分组的方法来解决这一难题, 同组的神经元都对对应同一个评价指标, 指标的权重越大, 其对应的组所包含的神经元数目越多, 对神经网络的评价结果影响越大。其具体作法如下:

设评价指标总数目为 m , 各项指标的权重在标准化之后, 分别为 $w_i (1 < i < m)$, 则有 $0 < w_i < 1, \sum_{i=1}^m w_i = 1$ 。设权重 w_i 对应的组为 G_i , 则 G_i 所包含的神经元数 n_i 为:

$$n_i = \text{RND}(100 \times w_i) \quad (7)$$

式中, $\text{RND}(\cdot)$ 为取整函数, 按四舍五入原则运算, 采用末位

表3 各个指标对应组内神经元个数

指标	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
神经元	117	131	44	72	58	87	100	117	74

其中1级表示该指标得分最低,8级表示得分最高。即级数越高,该指标的得分越高,表现越好。

由专家根据企业的实际情况,对8家企业进行打分,评出每家企业的各项指标得分,见表4。根据本文方法,用MATLAB编制计算程序。首先训练神经网络,使其具有8个记忆模式,对应于竞争力评价结果的8个级别。经过训练网络达到输出稳定后,各个级别的神经元状态见表5,此为该网络评价模型的初态。在训练完成后,把上述8家企业的数据分别代入程序进行评价,计算结果见表6。由表6可以看出,企业T2、T5的级别最高。原因就在于企业T3、T9的竞争力指标A1、A2、A8得分很高,而指标A1、A2、A8的权重很大,接近总权重的一半。

表4 企业各项指标得分

指标	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
企业									
T1	6	7	5	5	4	6	6	5	6
T2	8	8	7	7	8	6	8	8	7
T3	3	4	3	4	4	3	4	5	3
T4	7	7	8	6	7	6	4	8	6
T5	8	7	7	6	8	8	8	8	8
T6	4	5	4	4	5	4	3	7	5
T7	5	8	6	5	5	6	4	7	7
T8	5	5	5	4	4	3	3	4	5

结束语 本文提出了企业竞争力指标体系,建立了基于Hopfield网络的评价模型。该模型先使用层次分析法综合分析企业竞争力的各个方面并得到权重,再用Hopfield网络实现对企业的评价分级,是一种有效的量化方法。与其他人工神经网络评价模型(例如前向型BP网络等)相比,本模型不需要大量的测试样本,网络响应时间短。由于在神经网络中考虑了各指标权重且神经元数量较大,因此得到的评价结果精度较高,客观合理。Hopfield神经网络用于记忆联想,受其记忆容量和样本差异制约。当记忆的模式较少且模式之间的差异较大时,联想的结果比较正确;反之,容易引起混淆,网络达到的稳定状态,往往不是已记忆的模式。

最大进位原则对 n_i 进行特定处理,保证其总和为100。在记忆模式中,同组的神经元取相同的值;在提示模式(待评价数据)中,同组的神经元也取相同的值,都等于该组所对应指标的输入数据。这些同组的神经元由于在记忆和联想过程中取值相同,因此对评价结果产生“同一”的作用。指标的权重越大,其对应的组所包含的神经元数目越多,“同一”的作用力越大,对神经网络的评价结果影响越大。这样,就把权重的作用包含到评价结果中。

每个级别神经网络所包含的神经元总数 N 为:

$$N = \sum_{i=1}^m n_i \tag{8}$$

Hopfield的记忆容量为 $(0.13 \sim 0.15)N$ 。当 N 取100左右时,对应的记忆容量为13~15。如果记忆模式的样本数小于13,则按此设计出的Hopfield网络是合理可行的。

选取上面确定的9个企业竞争力评价指标,它们从不同侧面反映了企业运行情况。下面通过层次分析法来确定各评价指标的权重,首先构造出判断矩阵 R :

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 4/9 & 2/3 & 4/3 & 1/2 & 4/5 & 2 \\ 9/4 & 1 & 3/2 & 3 & 9/8 & 9/5 & 9/2 \\ 3/2 & 2/3 & 1 & 2 & 3/4 & 6/5 & 3 \\ 3/4 & 1/3 & 1/2 & 1 & 3/8 & 3/5 & 3/2 \\ 2 & 8/9 & 4/3 & 8/3 & 1 & 8/5 & 4 \\ 5/4 & 5/9 & 5/6 & 5/3 & 5/8 & 1 & 5/2 \\ 1/2 & 2/9 & 1/3 & 2/3 & 1/4 & 2/5 & 1 \end{bmatrix}$$

求解判断矩阵在最大特征值下的特征向量,将特征向量标准化,则可求出各指标的权重,见表2。

表2 各个指标及其权重

指标	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
权重	0.1455	0.1637	0.055	0.091	0.073	0.109	0.125	0.146	0.093

4 实例计算

将每个指标分为8级,按上述每一个级别的神经网络所包含的神经元总数取100,则在评价过程中共需800个神经元。在每一个级别中,指标A1用117个神经元表示,指标A2用131个神经元表示,以此类推。各神经元对应组内的神经元个数见表3。

表5 记忆模式所对应的神经网络输出状态

神经元编号	第1~100个	第101~200个	第201~300个	第301~400个	第401~500个	第501~600个	第601~700个	第701~800个
分级								
1级	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2级	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3级	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1
4级	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
5级	1	1	1	1	1	-1	-1	-1
6级	1	1	1	1	1	1	-1	-1
7级	1	1	1	1	1	1	1	-1
8级	1	1	1	1	1	1	1	1

表6 企业评价分级结果

企业	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
分级	6	8	4	7	8	5	6	4

参考文献

[1] 王核成. 企业国际竞争力的测评研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2001(3): 111-113
[2] 郭文武. 企业核心能力审计: 指标体系与测度方法[J]. 系统工程

理论与实践, 2001(9): 7-15

[3] 陈小洪. 企业竞争力的评价指标及其应用[J]. 经济管理, 2001(3): 30-32
[4] 周春喜. 企业国际竞争力模糊综合评价[J]. 数量经济技术经济研究, 2002(3): 57-60
[5] 李庆东. 企业竞争力评价指标体系与评价方法研究[J]. 辽宁石油化学大学学报, 2004(3): 93-96

(下转第469页)

可行域,该域在三站点经纬度的最值之左右上下各拓展 d 的矩形区域,在此域寻找符合判决条件的点,然后将这些点存于结果数组。为保证下次判决有效,每次判决结束后都要对 r 值清零。流程图如图 3 所示。

2.2 合并相似点程序实现

按照式(4)、式(5)进行程序设计,为保证 (X_i, Y_i) 中所有元素都能被分组,需要附加一个 if 语句进行判断,若下一个待判决的元素任然存在,则将其附为下一组的首元素,然后继续执行判别语句,否则,则继续执行分组甄别的 while 循环语句,实际上此时后面的 while 语句都不执行了,而那最后一个元素也被分组了。这样就能防止出现最后一个元素被遗漏的情况。流程图如图 4 所示。

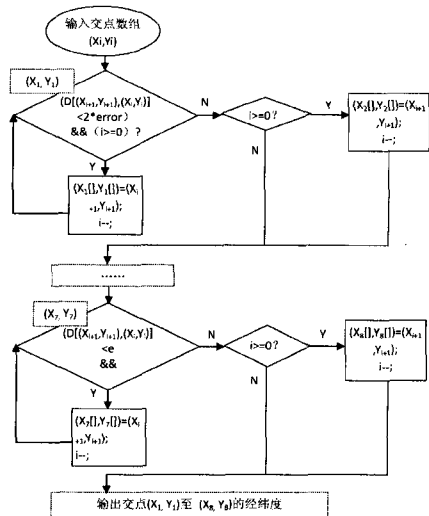


图 4

3 验证仿真结果

选取昆明地区的 3 个固定监测站:

- a) 省监测中心站 (24.9889 102.6570);
- b) 五华山监测站 (25.049358 102.706879);
- c) 机场监测站 (25.012774 102.74032);

设未知信号源位置为 (24.979197 102.714763)。

3 个固定监测站点及“未知信号源”实际位置图 5 所示。

利用 google earth 测距功能测出信号源与监测站的距离分别为:

$s1=5933\text{m}; s2=7838\text{m};$
 $s3=4532\text{m}; s1_2=1905\text{m};$

$s1_3=1401\text{m}; s2_3=3306\text{m};$

将以上变量输入程序,取 error 为 100 米,扫描半径为 20 公里。

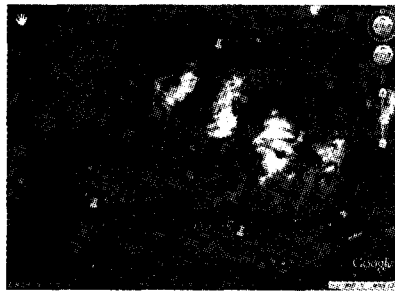


图 5

从输出可知,在方圆约 20 公里的范围内,共存在两个三线相交点,分别为:

计算信号源位置 1(24.979363 102.714758);

计算信号源位置 2(25.033645 102.677175)。

结束语 本文叙述了一种 TDOA 定位算法,算法以可穷举方式侦测可行域内的点,巧妙地避免了经纬度坐标与直角坐标系的映射问题,转而使用经纬度坐标系下的两点间的距离,便于整体算法在数据单位上的统一。经验证可以看出,该算法的误差范围是极小的,准确率较高,由于采用了 C 语言编写,具有较强的移植性。

但是该算法同样存在许多不足:

首先,条件是在理想的环境下进行考虑的,在其中忽略了地球的椭球特性,给计算带来了误差(虽然在小范围计算时误差极小),当 3 个监测站能提供精确的时间差或对未知信号源的位置精度有很高要求时,后期可能需要考虑使用椭球坐标进行建模分析;

其次,本算法采用的在给定范围内的穷举算法,效率不高,当手动输入的精度较高或扫描的面积较大时程序运行时间较长,后期将利用二分法或更优的方法来优化。

参考文献

- [1] 李景春. TDOA 基本原理及应用
- [2] 谭浩强. C 语言程序设计(第二版)[M]. 北京:清华大学出版社
- [3] 张毅坤,曹钰,张亚玲,等. C 语言程序设计教程[M]. 西安:西安交通大学
- [4] 朱庆厚. 到达时间差(TDOA)侧向定位研究[J]. 电现技术, 2007, 47(1)

(上接第 466 页)

- [6] 曾华,王恒山. 基于 Hopfield 信息技术外包服务商评价模型[J]. 计算机技术, 2006(9): 15-18
- [7] 李国辉. 基于 BP 神经网络的“教学做一体”课程的评价[J]. 天津职业大学学报, 2011(3): 19-23
- [8] 冯楠,李敏强,寇纪淞,等. 基于人工神经网络的 IT 项目风险评

价模型[J]. 计算机工程与应用, 2006(6): 24-26

- [9] 秦荪涛. 高校教学工作水平评估的人工神经网络模型[J]. 计算机系统应用, 2004(10): 34-37
- [10] 高芳,王明秀,崔刚. 基于神经网络的高校财务评价[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2005, 37(6): 854-857