

基于 FOA 优化 BP 神经网络的电子商务网站评价研究

秦艳华

(兰州财经大学长青学院,兰州 730020)

摘要:为避免传统 BP 神经网络进行电子商务网站评价存在泛化能力弱、局部最优问题和对评价样本量需求大的缺点,利用果蝇优化算法的全局寻优能力,提出运用 FOA 优化 BP 神经网络的权值和阈值进行电子商务网站评价。结合电子商务网站的特性和各种指标属性,将电子商务评价的 20 个二级指标作为 BP 神经网络的输入,在专家评分法的基础上,将专家评分值作为 BP 神经网络的输出,构建出基于 FOA 优化 BP 神经网络的电子商务网站竞争力指数评价的数学模型。选择淘宝网、京东商城、苏宁易购、唯品会等 100 个电子商务网站在 2015 年 3 月~2015 年 6 月的电子商务网站流通数据为研究对象。实验结果表明,在评价效果和评价误差上,FOA-BP 算法评价效果明显优于 BP 神经网络算法,具有评价精度高和误差低的优点,从而验证了 FOA-BP 进行电子商务网站竞争力指数评价的有效性和可靠性。

关键词:电子商务;BP 神经网络;果蝇优化算法;专家评分法;评价优化;数学模型

中图分类号:TP391.1

文献标志码:A

引言

电子商务近几年得到了快速发展,竞争也日趋激烈。对于电子商务网站而言,充分地评估和了解自身所具有的竞争力,有利于加强网站建设,改善其网站的质量,也是电子商务企业提升竞争力和营运水平等需要亟待解决的一个问题^[1]。从现有参考文献可知,电子商务网站评价研究方法主要有四种:问卷调查法^[2]、网站流量指标统计法^[3]、专家评分法^[4]、综合评价法^[5]。问卷调查法具有简单易行和操作性强的优点,但其评价结果容易受到问卷设计水平、抽样分布和数量等因素的影响;网站流量指标统计法具有实现更新排名的优点,但其指标统计的方法目前尚无统一的标准,无法保证排名的准确性和真实性;专家评分法具有权威性、无需收集大量样本数据的优点,评价时间短,但其评价结果过分依赖专家的经验水平;综合评价法综合了专家评分

法和问卷调查法的优点,但整个评价过程费时、费力。

针对传统的电子商务网站评价方法存在泛化能力弱和所需样本量大的缺点,本文结合电子商务网站的特性和各种指标属性,在专家评分法的基础上,构建出基于 FOA 优化 BP 神经网络的电子商务网站竞争力指数评价的数学模型。

1 电子商务网站竞争力指数评价研究

1.1 电子商务网站竞争力指数

电子商务网站类型很多,不过不论是哪种电子商务网站,影响其网站运营效果和竞争力的主要因素是基本相同的。因此,在结合文献研究和实际经验的基础上,提出本文电子商务网站竞争力指数衡量电子商务网站的竞争力和营运水平^[6]。

1.2 电子商务网站竞争力指数的指标体系

通过较为详实的文献研究,本文运用综合评价方法

收稿日期:2015-11-05

作者简介:秦艳华(1982-),女,湖北宜昌人,讲师,主要从事电子商务、系统分析与设计等方面的研究,(E-mail)qinyanhua111@163.com

建立电子商务网站竞争力指数的评价指标体系。通过文献研究和大量电子商务网站的调查分析,最后选择 20 个典型的二级指标作为评价对象。电子商务网站评价的指标体系包括一级指标和二级指标,其中一级指标包括网站内容、用户服务、易用性、网站技术和网站功能五个指标,在此基础上,细分成二级评价指标,其评价指标体系见表 1^[3]。

表 1 电子商务网站评价指标体系

一级指标	二级指标	指标说明
A1 网站内容	B1 时效性	网站信息的更新频率
	B2 准确性	网站内容是否正确、符合事实;是否存在语法错误、行业专用名词使用不当等问题
	B3 专业性	网站提供是否符合相关标准、提供的电子商务相关的知识是否符合专业要求
	B4 权威性	网站信息来源是否可靠、可信,信息来源是否是行业领域有声望的专家或机构
A2 用户服务	B5 个性化服务	网站是否能根据客户不同需求满足不同的需要,包括定制信息、信息推送等
	B6 用户隐私保护	对用户隐私信息及交易相关信息保护
	B7 交易规范信用监控	对企业进行信用认证、用户对卖方进行打分评价、不实信息及及时曝光等
	B8 专家技术支持	是否有行业专家在线答疑、指导
A3 易用性	B9 网站客服	网站为用户提供的咨询方式的多样性和可用性,包括在线客服、Email、电话、留言板等
	B10 用户互动	是否提供供用户沟通交流的平台,如论坛、博客、知道等
	B11 网站导航	网站导航是否清晰、是否具有网站地图
	B12 网页设计	网页设计是否美观、符合行业特色
A4 网站技术	B13 网站信息分类	网站对信息分类是否合理、是否多样、符合行业标准并方便用户使用
	B14 检索功能	是否提供站内检索、检索方式是否多样
	B15 链接有效性	网站链接是否存在死链、误链等
	B16 浏览器兼容性	在不同的浏览器上是否显示正确、功能是否可用
A5 网站的经营	B17 网站安全性	病毒防护、信息安全
	B18 网站流量	以 Alex 流量监测结果为准
	B19 被链接数目	通过搜索引擎,统计网站被链接的数目
	B20 网站用户数	网站注册的用户数

2 专家评分法

2.1 专家评分法

专家评分法主要采用专家访谈和问卷调查,在专家评分的基础上,运用层次分析法计算出各个指标的权重,实现电子商务网站竞争力指数的评价。专家评分的规则为:将电子商务服务网站评价指标体系的 20 个二级指标作为 BP 神经网络的输入,对照评分表进行专家评分,量化评价指标结果见表 2^[5]。

表 2 网站评价指标体系分值表

一级指标	二级指标	分 值			方法
		较好	中等	较差	
A1 网站内容	B1 时效性	6	4	2	监测法
	B2 准确性	6	4	2	调查法
	B3 专业性	5	3	1	调查法
	B4 权威性	5	3	1	调查法
A2 用户服务	B5 个性化服务	6	4	2	调查法
	B6 用户隐私保护	5	3	1	调查法
	B7 交易规范信用监控	4	2	0	调查法
	B8 专家技术支持	4	2	0	调查法
A3 易用性	B9 网站客服	5	3	1	调查法
	B10 用户互动	4	2	0	调查法
	B11 网站导航	5	3	1	调查法
	B12 网页设计	5	3	1	调查法
A4 网站技术	B13 网站信息分类	5	3	1	调查法
	B14 检索功能	5	3	1	调查法
	B15 链接有效性	5	3	1	测试法
	B16 浏览器兼容性	5	3	1	测试法
A5 网站的经营	B17 网站安全性	5	3	1	测试法
	B18 网站流量	5	3	1	监测法
	B19 被链接数目	5	3	1	监测法
	B20 网站用户数	5	3	1	监测法
合 计		100	60	20	

2.2 层次分析法结果

按照层次分析法,本文建立电子商务网站每一层指标的判断矩阵,计算得到每一层指标的相对权重值,经过一致性检验得出电子商务网站竞争力评价指标体系的各项指标的权重,从而最终构造出一个完整的适合电子商务网站竞争力的评价指标体系^[6]。由此类推,可算出各二级指标在所属层次的权值,计算权值见表 3。

表 3 二级指标在所属层次的权值

二级指标	w	二级指标	w	二级指标	w
B1	0.4	B8	0.107	B15	0.177
B2	0.4	B9	0.055	B16	0.315
B3	0.2	B10	0.328	B17	0.061
B4	0.247	B11	0.150	B18	0.168
B5	0.113	B12	0.068	B19	0.397
B6	0.247	B13	0.454	B20	0.051
B7	0.231	B14	0.447		

分值越高的网站,说明网站的综合质量越好。根据分值的不同,将网站分为优秀、良好、较好、较差、很差 5 个等级,其划分结果见表 4。

表 4 网站评价等级分值说明

等级	分值
优秀	0.9 分及以上
良好	0.75 - 0.89 分
较好	0.65 - 0.74 分
较差	0.55 - 0.64 分
很差	0.54 分及以下

3 FOA 优化 BP 神经网络的学习算法

3.1 BP 神经网络

BP 神经网络由 Rumelhart 和 McClland 1986 年研究提出^[7-8],是一种误差逆向传播的网络,其结构模型如图 1 所示。

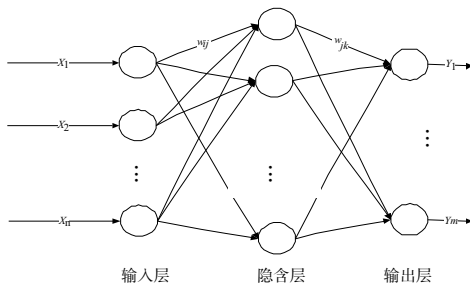


图 1 BP 网络结构图

图 1 中, $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ 表示 BP 神经网络的输入值; $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$ 表示神经网络的预测值。

BP 神经网络算法的具体流程如下:

Step1: 初始化网络。根据神经网络的输入 $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ 和输出 $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$ 确定神经网络的输入层节点数 n 、隐含层节点数 l 、输出层节点数 m ; 初始化输入层、隐含层和输出层神经元之间的连接权值 w_{ij}, w_{jk} ; 初始化隐含层阈值和输出层阈值, 分别为 a, b , 设定学习速率和神经元激励函数。

Step2: 计算隐含层输出。依据输入变量 X , 输入层、隐含层的连接权值 w_{ij} 和隐含层阈值 a , 计算隐含层输

出 H 。

$$H_j = f(\sum_{i=1}^n w_{ij}x_i - a_j) \quad j = 1, 2, \dots, l \quad (1)$$

式(1)中, l 表示隐含层节点数; f 表示隐含层激励函数,

本文取 $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ 。

Step3: 计算输出层输出。根据隐含层输出 H , 连接权值 w_{jk} 和阈值 b , 计算 BP 神经网络的预测值 O :

$$O_k = f(\sum_{j=1}^l H_j w_{jk} - b_j) \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Step4: 计算误差 e :

$$e = Y_k - O_k \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

Step5: 更新权值:

$$w_{ij} = w_{ij} + \eta H_j (1 - H_j) x(i) \sum_{k=1}^m w_{jk} e_k \quad (4)$$

$i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, l$

$$w_{jk} = w_{jk} + \eta H_j e_k \quad (5)$$

$j = 1, 2, \dots, l \quad k = 1, 2, \dots, m$

式(4)和式(5)中, η 表示学习速率。

Step6: 更新阈值;

$$a_j = a_j + \eta H_j (1 - H_j) \sum_{k=1}^m w_{jk} e_k \quad j = 1, 2, \dots, l \quad (6)$$

$$b_k = b_k + e_k \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (7)$$

Step7: 算法停止条件是否满足, 若满足, 则停止; 否则, 返回 Step2。

3.2 果蝇优化算法

果蝇优化算法 (Fruit Fly Optimization Algorithm, FOA) 是一种模拟果蝇觅食的生物寻优算法。该算法具有控制参数少和收敛速度快等优点, 被广泛地应用于工程优化问题。其算法流程如下^[9]:

(1) 设置果蝇优化算法的果蝇群体大小 $popsiz$ 和最大迭代次数 $Iteration$, 随机初始化果蝇群体位置, 初始化结果分别用 X_begin 和 Y_begin 表示。

(2) 计算果蝇个体进行寻优的随机方向和距离:

$$x_i = X_begin + Value \times rand() \quad (8)$$

$$y_i = Y_begin + Value \times rand() \quad (9)$$

式中, $Value$ 表示果蝇的搜索距离; x_i 和 y_i 分别表示果蝇个体的下一时刻的位置。

(3) 估计果蝇个体和原点之间的距离 d_i , 计算果蝇个体的味道浓度 s_i :

$$d_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2} \quad (10)$$

$$s_i = \frac{1}{d_i} \quad (11)$$

(4) 味道浓度 s_i 代入味道浓度判定函数, 计算出该果蝇个体当前位置的味道浓:

$$Smell_i = Function(s_i) \quad (12)$$

(5) 找到果蝇群体中最佳味道浓度值和最佳位置, 最佳味道浓度由 $Smell_b$ 表示、最佳位置由 x_b 和 y_b 表示。

(6) 保留并记录果蝇最佳位置和最佳味道浓度, 最佳味道浓度 $Smell_{best} = Smell_b$, 果蝇初始位置 $X_{begin} = x_b, Y_{begin} = y_b$, 同时果蝇群体朝着该最佳位置搜寻过去。

(7) 进入迭代寻优, 重复迭代步骤(2)~(5), 同时判断味道浓度是否好于前一迭代味道浓度; 若成立, 则执行步骤(6)。

3.3 FOA-BP 神经网络的数学模型

由于 BP 需要优化的参数为权值和阈值, 其适应度函数为^[10-11]:

$$\text{MinFitness}(w_{ij}, b_j) = \sum_{i=1}^m (o_i^k - d_i^k) \quad (13)$$

通过 FOA 优化公式(13), 在确保电子商务网站评分误差最小的情况下, 实现参数 w_{ij}, b_j 的自适应选择。

4 基于 FOA-BP 神经网络的电子商务网站竞争力指数评价

基于 FOA-BP 神经网络的电子商务网站评价算法步骤如下^[13]:

Step1: 归一化电子商务网站评价指数数据。

Step2: 设定 FOA 算法的最大迭代次数 $maxgen$, 种群大小 $popsize$ 。

Step3: 将构建出的训练样本输入 BP, 根据适应度函数公式(14)计算果蝇个体的适应度函数值, 寻找果蝇个体和全局最优果蝇的位置和最优值。

Step4: 果蝇速度和位置的更新。

Step5: 计算评估适应度大小并更新果蝇个体的位置和速度。

Step6: 若 $gen > maxgen$, 保存最优解; 反之 $t_{ij}^c (i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n)$, 转到 Step4。

Step7: 根据果蝇个体的最优位置所对应的最优参数 w_{ij}, b_j , 实现电子商务网站评价。

5 实证研究

5.1 数据来源

为验证本文算法的有效性和可靠性, 以淘宝网、京东商城、苏宁易购、唯品会等 100 个电子商务网站为研

究对象, 选择 2015 年 3 月~2015 年 6 月的电子商务网站流通数据, 通过专家评分的方式获得上述电子商务网站的竞争力指数数据^[14], 并进行归一化处理。

5.2 评价指标

为了验证 FOA-BP 和 BP 算法进行电子商务网站评价研究的有效性, 采用均方误差用来评价电子商务网站竞争力评价效果的评价指标。均方误差公式为:

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{i=1}^K (x_i - \hat{x}_i)^2} \quad (14)$$

式中, x_i, \hat{x}_i 分别表示电子商务网站的实际评分和电子商务网站的预测评分。

5.3 实证分析

将采集到的 100 组电子商务的竞争力指数数据, 分为 2 组: 一组为训练样本, 共 90 组数据, 用于建立 BP 神经网络模型; 另一组作为测试样本, 共 10 组数据, 用于测试样本数据验证建立模型的正确性。

FOA 算法参数设置为: 最大迭代次数为 100, 种群大小为 20; BP 神经网络的参数设置为: 误差目标 $goal = 0.0001$, 最大迭代次数为 10 000。BP 训练及拟合结果分别如图 2 与图 3 所示。

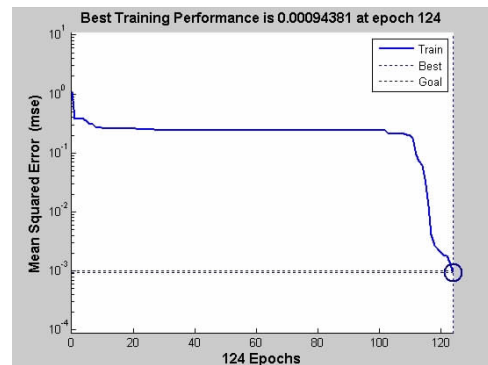


图 2 BP 神经网络训练过程图

由图 4 预测结果和原始数据对比图可知, 运用 FOA-BP 神经网络的电子商务评价效果较好, 优于 BP 的评价结果。由图 5 可知, 采用 FOA-BP 神经网络进行电子商务网站评价的相对误差平均值在 0.5%, 效果较好。

由图 6 可知, FOA-BP 算法进行寻优的收敛速度较快, 收敛性较好, 优于 BP 进行电子商务网站评价的结果。

6 结束语

针对传统的 BP 神经网络存在泛化能力弱和所需样本量大的缺点, 提出运用 FOA 优化 BP 神经网络进行电子商务网站评价。结合电子商务网站的特性和各种指

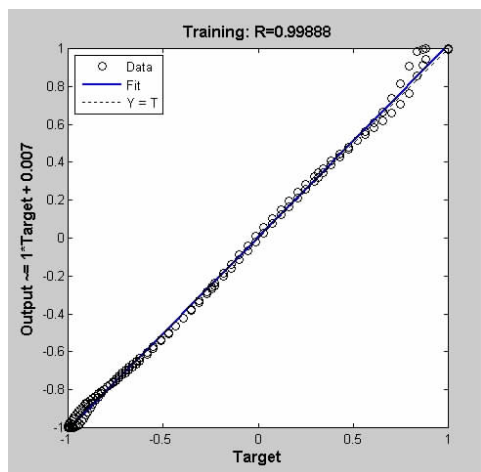


图3 拟合结果图

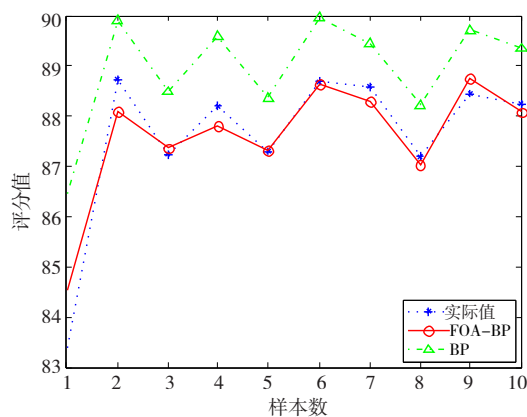


图4 FOA-BP和BP评价结果对比

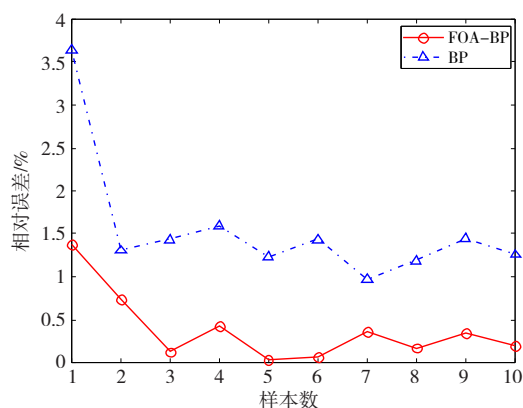


图5 FOA-BP和BP评价误差对比

标属性,在专家评分法的基础上,构建出基于FOA优化BP神经网络的电子商务网站竞争力指数评价的数学模型。实验结果表明,FOA-BP算法在测算和评价电子商务网站竞争力指数上明显优于BP神经网络算法,从而验证了FOA-BP进行电子商务网站竞争力指数评价的有效性和可靠性,该方法可以推广到其他领域,便于其他类似问题的解决。

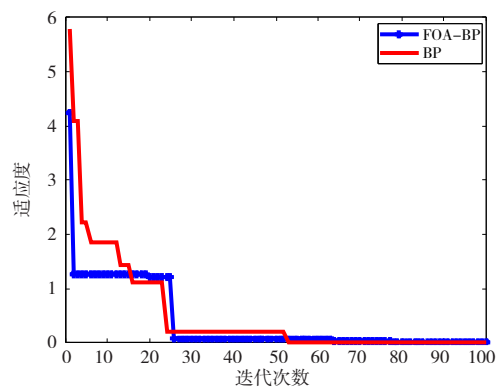


图6 收敛迭代对比图

参考文献:

- [1] 范佳佳,叶继元.21世纪以来网站评价研究进展与趋势[J].中国图书馆学报,2014,40(2):11-15.
- [2] 王小品.基于BP神经网络的林业电子商务服务网站评价研究[D].北京:北京林业大学,2013.
- [3] 郑浩然.基于内容分析法的国内奢侈品购物网站营销效果研究[D].上海:上海外国语大学,2014.
- [4] 徐琳.电子商务网站竞争力评价指标体系研究[D].大连:东北财经大学,2010.
- [5] 姚瑶.基于顾客满意度的团购网站评价体系研究[D].西安:西安电子科技大学,2013.
- [6] 刘友华,戚爱华,杜佳,等.学术网站评价指标体系的构建与应用[J].情报科学,2008,26(1):64-68.
- [7] 周涛,鲁耀斌.层次分析法在B2C电子商务网站评价中的应用[J].图书情报工作,2005,49(12):111-114.
- [8] 张勇,夏树发,唐冬生.果蝇优化算法对多峰函数求解性能的仿真研究[J].暨南大学学报:自然科学与医学版,2014,35(1):82-87.
- [9] Pan W T.A new fruit fly optimization algorithm:Taking the financial distress model as an example[J]. Knowledge-Based Systems,2012,26:69-74.
- [10] 朱欢欢,王裕明,邹志杰,等.基于层次分析及模糊综合评价的电子政务网站评价[J].上海管理科学,2011,33(5):104-108.
- [11] 李超.神经网络在高校门户网站评价中的应用研究[D].合肥:安徽大学,2012.

- [12] 李君君,陈海敏.基于因子分析和对应分析的电子商务网站评价[J].情报科学,2008,26(8):1252-1256.
- [13] 余晖,吕忠民.电子商务网站评估方法与应用研究[J].情报杂志,2008,27(8):140-142.

Evaluation Research on E-commerce Website Based on FOA-BP Neural Network

QIN Yanhua

(Changqing School of Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730020, China)

Abstract: To avoid e-commerce website evaluation based on the traditional BP neural network has the shortcomings of weak generalization, local optimal problems and large demand of the evaluation of sample size, using global optimization capability of Fruit Flying optimization algorithm, it is proposed to use FOA to optimize the weights and thresholds for BP neural network and evaluate e-commerce website. Based on characteristics of e-commerce website and properties of various indicators, 20 secondary indicators for e-commerce evaluation are taken as the input of BP neural network. based on expert evaluation method, the expert evaluation value are taken as output of BP neural network, then based on FOA BP neural network optimization mathematical model of e-commerce sites Competitiveness Index Evaluation is constructed. The circulation data for 100 e-commerce sites such as Taobao, Jingdong Mall, Suning Tesco, VIP from March 2015 to June 2005 are chosen as study object. In view of the evaluation effectiveness and evaluation error, the experimental results show that FOA-BP algorithm is better than BP neural network algorithm, with the advantages of high evaluation precision and low evaluation error, which proves the validity and reliability of FOA-BP for e-commerce sites Competitiveness Index Evaluation.

Key words: e-commerce; BP neural network; Fruit Flying optimization algorithm; expert scoring method; evaluation optimization; mathematical model