

基于BP神经网络的云服务质量评价

虞益诚(副教授), 陈 威

【摘要】 在云计算蓬勃发展的今天,云服务呈现飞跃式发展,如何从大量功能类似但服务质量各异的云服务中选择最佳云服务已成为企业用户面临的首要问题。本文以企业需求和云服务特征为切入点,构建了云服务质量评价指标体系,建立了BP神经网络云服务质量评价模型。实证研究结果表明:网络输出与期望输出之间的误差可以达到目标要求,评价模型具有较高的可行性和合理性,能够为企业用户选择最佳云服务提供决策参考和建设性意见。

【关键词】 云服务质量; 质量评价; 服务选择; BP神经网络

【中图分类号】 F270

【文献标识码】 A

【文章编号】 1004-0994(2016)11-0048-3

一、引言

随着云计算的不断发展,云技术日趋成熟,云应用可为目前企业信息化发展提供新的突破口和解决途径。云计算能进一步提高网络的可靠性以及可伸缩性,其扩展并汲取了网络计算、并行计算和分布式计算的特性,已发展成新一代网络计算模式,使得企业用户可以高效便捷地使用云端的资源与服务。云计算的商业价值直接体现在服务上,计算即服务,可以让用户按需使用。目前,云服务商越来越多,提供了大量功能类似而服务质量水平不一的云服务,如何选择云服务,已为诸多企业用户所关注,而问题的关键是如何综合评价云服务的云服务质量。

Tao等(2010)在制造网络系统中提出了基于直觉模糊集的非功能性服务质量评估方法和资源服务最优选择算法;王俊丽等(2011)提出了基于服务质量的Web服务选择优化算法,建立服务选择分层模型,采用多目标遗传优化算法,并改进遗传算子,以提高算法的全局收敛性;蔡坦等(2014)提出了制造云服务最优选择算法,采用直觉模糊集表示定性服务质量指标,针对用户的不同需求运用一种新的交互式方法确定云计算服务质量各指标权重;马文龙等(2014)提出云制造环境下基于服务质量感知的云服务选择模型,建立云服务质量感知和量化机制,对不真实的评价进行信息修正,通过结合变精度粗糙集方法和用户设定的方式来确定评价指标的权重,最后运用云服务选择模型为用户选择最佳服务。

本文以现有的研究为基础,分析了企业需求和云服务质量

评价的关键要素,建立了云服务质量评价指标体系,并设计了BP神经网络云服务质量评价模型,最后通过实例分析验证了该模型的可行性和合理性,为企业用户选择云服务提供建设性参考意见。

二、云服务质量评价指标体系的构建

云计算以计算即服务为主要形式,以IaaS、PaaS和SaaS为应用对象,来满足企业用户的各种服务需求。企业根据云服务质量来选择相应的云服务,从而需建立合理且系统的云服务质量评价体系。Rajkumar等(2009)从不同视角描述了云服务质量的组成特征,云服务的QoS(Quality of Service)指标主要包括服务时效性、服务费用/成本、服务执行成功率、可用性、可靠性、稳定性以及安全性;邓仲华等(2012)构建了信息资源云服务质量评价指标,包括6个一级指标:资源条件、资源调度、资源负载均衡、服务费用、服务效用、云服务效用,以及22个二级指标,但没有明确相关指标度量 and 赋值的方法,没有测试指标的可行性以及后续的修改;周相兵等(2013)研究并优化了云服务质量模型,从QoS、SaaS、PaaS、IaaS和UR(用户需求)5个维度构建云服务质量的多指标衡量体系,该体系共有25个指标,具有较好的完整性和可测性。

本文根据云服务自身的特点和企业的服务需求,同时参照评价指标设计原则,构建了科学合理且系统的云服务质量评价多指标体系。建立的云服务质量评价指标体系包括5个一级指标:时间效率、费用效率、可信效率、特性效率和安全效率,以及20个二级指标。具体指标体系如图1所示。

【基金项目】 国家自然科学基金资助项目“云计算与云存储若干关键安全问题研究”(项目编号:61272435);教育部人文社会科学基金资助项目“基于云计算的信息资源应用与典型区域信息服务创新发展的研究”(项目编号:11YJA630185);上海应用技术学院基金项目“基于云计算的信息资源整合运用与系统风险防范的探究”(项目编号: SJ201101)

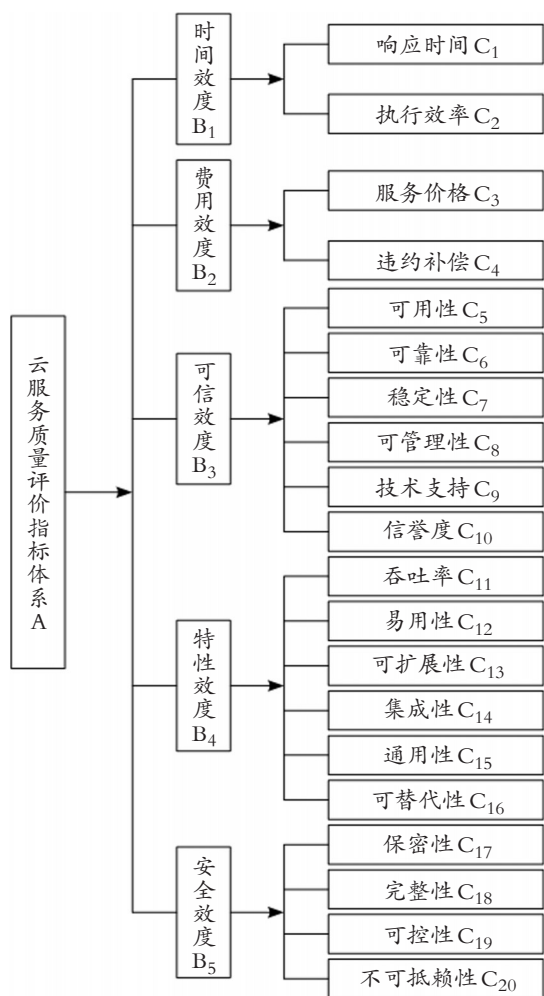


图1 云服务质量评价指标体系

三、基于BP神经网络的云服务质量评价模型构建与实例分析

1. BP神经网络原理。BP神经网络是多层前馈神经网络，其信号是单向传播的，一般都具有输入层、隐含层和输出层，相邻两层之间的神经元采用全部互连的形式，同一层神经元之间相互独立即互不连接，其中，隐含层可以为一层，也可以为多层，三层BP神经网络结构如图2所示。

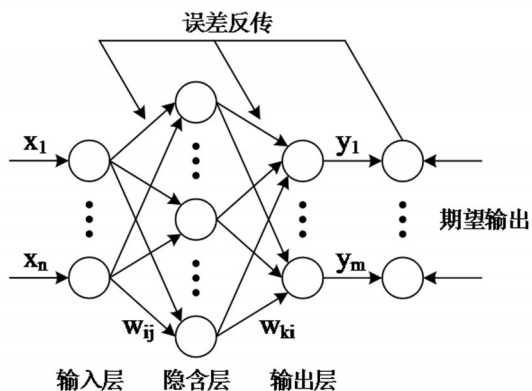


图2 三层BP神经网络结构

BP神经网络算法一般具有信号前向传递和误差反向传播两个交互过程，在信号前向传递过程中，输入数据向量由输入层到隐含层，其间逐层处理，并传递到输出层，得到输出数据向量。若属于输出数据向量与期望输出数据向量误差不是最小或不满足目标误差的情况，则由此进入误差反向传播过程，误差信号沿原来的传递路径顺次返回，网络自身根据梯度下降法依次调整各层神经元的权值和阈值，直至输入层，再进入信号前向传递过程，如此反复迭代，直至误差最小或满足目标误差。BP神经网络通过训练学习可以逼近任意的非线性映射关系，具有较好的泛化能力和很强的自适应学习能力，因此，训练完毕且符合精度要求的BP神经网络可以作为多指标评价的有效工具。

2. 样本数据采集及处理。按照构建的质量评价指标体系选取25个样本数据，即不同供应商所提供云服务的各评价指标值，包括网络输入数据和网络输出数据。每个样本的20个指标数据中，C₂、C₇、C₁₇、C₁₈、C₁₉由专家打分而得，其余均来自企业历史数据。各云服务质量的综合得分作为网络输出，由专家评价法所得。为了使整个网络的各评价指标具有可比性并消除各指标数据的量纲，必须对其进行标准化，即归一化处理，使处理后的数据落在区间(0,1)内。归一化处理方法有很多，在此采用如下公式：

$$\hat{x} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

3. 网络模型设计。由云服务质量评价指标体系有20个二级指标可知，输入层神经元数n=20。将云服务质量的综合评分值作为网络的唯一输出，可以得到输出层神经元数m=1。典型三层BP神经网络能够以较高精度逼近任意非线性映射，考虑训练和收敛速度，此处采用单隐含层。这里使用经验公式 $h = \log_2 n$ 和 $h = \sqrt{n + m} + a$ 来确定单隐含层神经元个数的取值范围，其中a为区间[1,10]上的整数，经计算可知，隐含层神经元数的取值范围是[4,15]，利用试错法综合比较当隐含层神经元数不同时网络的训练次数和全局误差，最终确定隐含层神经元的个数h=6。

设定各层之间的传递函数。S型对数函数logsig可将输入范围由实数R映射到(0,1)之间，S型正切函数tansig可将输入范围由实数R映射到(-1,1)之间，纯线性函数purelin将输入范围由实数R映射到实数R上，由此确定输入层到隐含层的传递函数是logsig，隐含层到输出层的传递函数是purelin。

4. 网络模型训练。从25个样本中，选取20个作为训练样本，5个作为检测样本，利用Matlab R2014a对网络进行训练和预测检验。BP神经网络采用20-6-1的结构，三层之间的传递函数是logsig和purelin，目标误差为0.000001，最大训练次数为2000，动量因子为0.95，采用梯度下降动量学习函数learn_gdm，学习速率为0.01，取用Levenberg-Marquardt算法训练函数trainlm对网络进行训练。BP神经网络训练的误差

变化曲线如图3所示,可以看出,训练4次后,网络误差满足目标误差0.000001,说明网络已经符合训练要求。

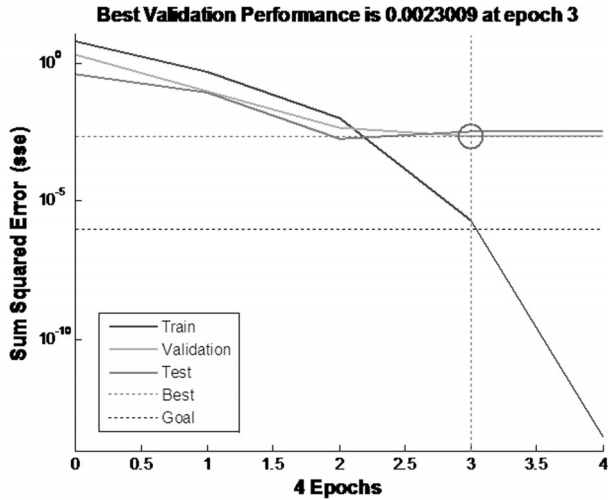


图3 BP神经网络误差变化曲线

训练的网络输出与云服务质量评价的期望输出(专家打分评价结果)如表1所示,可以看出网络输出结果与期望输出结果的相对误差都在1%以下,误差可以接受,网络对20个训练样本的学习已达到目标要求,拟合度非常好,且网络具有较好的预测效果。同时,网络评价模型从根本上摆脱了专家在打分中的随机性和主观上的不确定性,方法更为科学。

表1 网络训练结果与期望输出比较

样本	网络输出	期望输出	相对误差 (%)	样本	网络输出	期望输出	相对误差 (%)
1	6.7445	6.7441	0.0059	11	5.8274	5.8273	0.0017
2	7.0004	7.0007	0.0043	12	6.1697	6.1698	0.0016
3	7.5667	7.5670	0.0040	13	6.8990	6.8992	0.0029
4	7.4069	7.4068	0.0014	14	7.1080	7.1067	0.0183
5	7.5592	7.5593	0.0013	15	7.9687	7.9685	0.0025
6	6.2265	6.1872	0.6352	16	7.2025	7.2139	0.1580
7	6.1043	6.1042	0.0016	17	8.0263	8.0264	0.0012
8	6.8164	6.8373	0.3057	18	5.7069	5.7070	0.0018
9	6.5596	6.5968	0.5639	19	6.3278	6.3277	0.0016
10	8.1207	8.1028	0.2209	20	6.3683	6.4113	0.6707

运用训练好的神经网络模型对5个检测样本进行预测和评价,结果见表2。可以看出,网络评价结果与专家评价结果之间最大相对误差为2.3461%,最小相对误差为0.2778%,并且专家评价法的评价结果与神经网络仿真评价结果排序一致。这很好地验证了云服务质量评价的BP神经网络模型的有效性,也说明利用三层BP神经网络对云服务质量进行评价具有较高的准确性,能够达到预期的评价效果,表明方法合理且可行。

表2 云服务质量评价结果

评价样本	网络评价	专家评价	相对误差 (%)	专家评价排序	网络评价排序
1	6.6209	6.6547	0.5079	3	3
2	5.9757	5.8864	1.5171	5	5
3	6.2439	6.1822	0.9980	4	4
4	6.9286	6.9479	0.2778	1	1
5	6.6306	6.7899	2.3461	2	2

四、小结

云服务质量评价是选择云服务的基础,也是云服务能否继续迅速发展的关键问题之一。本文以企业用户的需求和云服务自有的特征为切入点,构建了云服务质量评价指标体系,并利用BP神经网络对服务质量进行评价,从25个样本的训练和检验结果可以看出,此方法具有较强的预测能力和学习能力,说明评价模型合理有效。网络评价从根本上避免了人为主观因素,方法更可靠、更客观。本研究将为构建云服务质量评价指标体系和合理评价云服务质量提供理论指引和方法借鉴,为企业管理和决策提供方法依据。但本文的研究也有不足之处:①选取的样本个数较少,影响网络的学习准确性;②BP网络在训练过程中易收敛于局部极值点取得局部最优,影响网络的预测精度。因此,今后的研究工作应在选取更多样本的同时,利用优化算法(粒子群算法、遗传算法等方法)对BP神经网络评价模型进行优化。

主要参考文献:

王俊丽,柳先辉,卫刚. 基于服务质量的Web服务优化选择算法及仿真[J]. 同济大学学报(自然科学版),2011(4).

蔡坦,刘卫宁,刘波. 一种新的基于直觉模糊集的制造云服务优选方法[J]. 中国机械工程,2014(3).

马文龙,朱李楠,王万良. 云制造环境下基于QoS感知的云服务选择模型[J]. 计算机集成制造系统,2014(5).

Gregory Katsaros, George Kousiouris, Spyridon V. Gogou-vitis, et al. A self-adaptive hierarchical monitoring mechanism for clouds[J]. Journal of Systems and Software, 2012(5).

David Villegas, Norman Bobroff, Ivan Rodero, et al. Cloud federation in a layered service model [J]. Journal of Computer and System Sciences, 2012(5).

邓仲华,汪宣晟,李志芳,陆颖隽. 信息资源云服务质量评价指标研究[J]. 图书与情报, 2012(4).

周相兵,余堃,马洪江. 一种云服务的质量模型研究[J]. 小型微型计算机系统, 2013(12).

邹凯,包明林. 基于灰色关联理论和BP神经网络的智慧城市发展潜力评价[J]. 科技进步与对策, 2015(17).

作者单位:上海应用技术学院经济与管理学院,上海201418