

文章编号: 1003-207(2005)06-0125-06

基于 BP 神经网络的电子政务绩效评价研究

颜佳华, 宁国良, 盛明科

(湘潭大学管理学院, 湖南 湘潭 411105)

摘要: 在构建电子政务绩效评价指标体系的基础上, 提出了一种基于 BP 神经网络的电子政务绩效综合评价方法。神经网络方法有效克服了现有专家评价方法的不足, 为评价电子政务系统的建设质量、成本耗费及绩效水平提供了一种新的模型。

关键词: 电子政务; 神经网络; 绩效评价

中图分类号: C931; F270 **文献标识码:** A

1 引言

自电子政务在全球迅猛发展以来, 电子政务需要绩效评估, 已经成为学术界的共识。所谓电子政务绩效评价就是指专门的机构和人员依据大量的客观数据和事实, 按照专门的规范、程序, 遵循统一的标准和特定的指标体系, 运用科学的方法模型, 对电子政务建设成本与效益进行客观、准确评判的过程。

国际国内一些学术团体或商业机构也从事过这方面的工作, 如知名咨询公司爱森哲司运用服务成熟度和传递成熟度两大类关键性指标来进行政府网站的重点评价^[1]。世界市场研究中心(World Markets Research Center)与布朗大学(Brown University)采用 22 个细化指标对 196 个国家和地区的 2288 个政府网站进行了绩效评价^[2]。但是这些测评工作不考虑投入资源、投入-产出比以及是否达到了原定目标等这些不可能从网站上得到的信息, 因此很难说进行的是绩效评价。文献[3-6]研究了电子政务的评价框架、案例以及影响电子政务绩效评价的因素分析等, 但由于文中涉及到的电子政务建设的目标、投资主体等不同, 对国内的研究借鉴作用有限。

国内也有一些机构在比较困难的条件下, 开展了电子政务测评工作。其中典型的是北京大学网络经济研究中心受国家信息化专家咨询委员会委托研

究, 并于 2003 年 10 月公布结果的报告, 测评对象是全国 257 个地级市政府网站^[7]。目前在理论研究上注重讨论我国电子政务绩效评价的战略选择与注意问题^[2, 8, 9], 以及从不同的角度探讨电子政务绩效评价的指标体系设计^[10, 11], 而结合实际案例评价进行研究的还很少, 文献[12]从政务公开、在线服务等六个方面采用 45 个指标对 26 个科技政务网站进行了评估, 采用的是专家评价的方法; 文献[13]针对电子政务对内、对外的对象和职能的不同, 构建指标体系, 并采用层次分析法和理想解方法对模拟的三个网站进行了评估, 这两个研究的指标体系中也没有出现成本类指标。

综观现有电子政务的研究文献可以看出, 构建出的指标体系普遍存在没有较好地体现电子政务绩效的科学内涵, 没有合理地把电子政务的外部绩效指标和内部绩效指标、成本指标和效益指标、业务指标和技术指标有机地结合起来。同时, 目前的绩效评价大多是由评价人员凭借个人经验进行的, 在实际过程中摆脱不了评价过程中的随机性和评价专家主观上的不确定性和认识上的模糊性, 在实际测评过程中, 工作量大, 可重复性差, 影响客观性。

我们认为, 应该从绩效评价的本质出发, 构建评价指标体系, 同时考虑到电子政务绩效评价中的实际问题, 如数据的可获得性、工作量大小等, 所构建的评价指标体系应该少而精。同时由于电子政务绩效评价是一个非常复杂的系统, 其中存在着广泛的非线性、时变性和不确定性。而基于数量经济与技术经济理论建设的评价模型都是线性的, 很难把握电子政务系统绩效产出的非线性特征。因此, 也迫切需要构建一种综合评价方法, 使之既能充分考虑

收稿日期: 2005-03-01; 修订日期: 2005-11-20

基金项目: 国家社科基金资助项目(05BZ2014)

作者简介: 颜佳华(1963-), 男(汉族), 湖南茶陵人, 湘潭大学管理学院教授, 博士, 博士生导师, 研究方向: 公共管理理论。

评价专家的经验和直觉思维的模式,又能降低评价过程中人为的不确定性因素,既具备对评价对象具有非线性评价方法的属性,又能保障较高的问题求解效率。

因此,本文从电子政务的投入产出衡量的基本模式出发,从系统成本、系统效益和系统质量三个方面设计评价指标,并根据电子政务绩效评价的非线性特点,采用 BP 神经网络这个已经在包括评价方面^[14, 15]等诸多领域内获得了成功应用的方法,尝试对电子政务进行评价,对湖南省 11 个地级市政府的电子政务绩效评价的初步结果显示了这种评价方法的准确性和合理性。

2 电子政务绩效评价指标体系的构建

从绩效评价的投入产出的基本特性出发,本文

在构建评价指标体系时,还与应用信息有着紧密关联的管理思想、管理模式、管理机制、业务流程、信息处理技术以及反映综合能力和过程控制状况的相关指标。电子政务系统的开发成本、系统发挥的效益以及系统本身的技术质量是衡量其绩效的三个基本维度。同时,由于电子政务系统的规模不同,不同层级的政府在电子政务绩效评价指标上,也存在不同,如国家部委网站和乡镇网站在绩效指标结构、指标规模和内容上就差别较大。因此,遵循电子政务绩效评价指标体系构建的系统性、整体性、可行性和可操作性原则,以绩效维度、政府层级和指标性质(定性和定量)为框架,构建电子政务绩效评价指标甄选过程如图 1 所示。

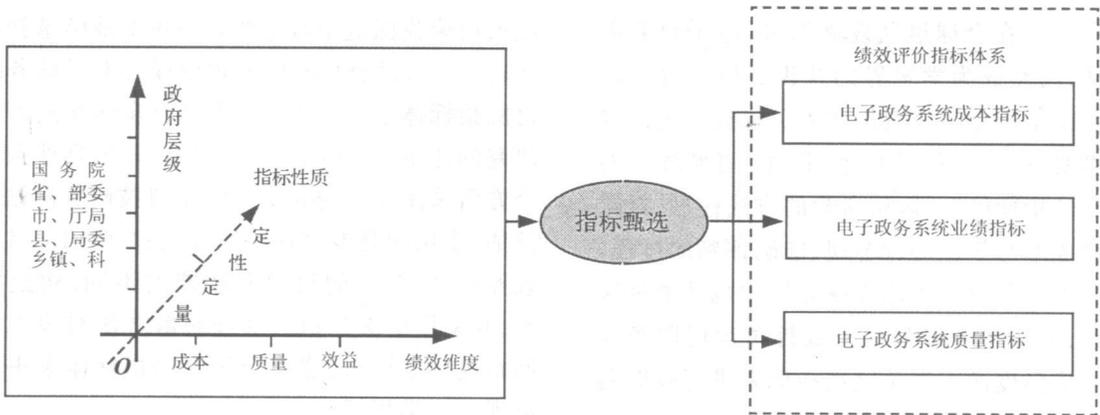


图 1 电子政务绩效评价指标甄选过程

本文以湖南省的长沙、湘潭、株洲、衡阳、娄底、岳阳、永州、郴州、怀化、邵阳、湘西等 11 个地级市政府的电子政务绩效评价为例,构建绩效评价指标体系。

电子政务系统建设成本是绩效评价必须考虑的首要指标,在系统效益发挥一定的情况下,系统开发与运行成本越低,那么电子政务系统的绩效水平也就越高。电子政务系统成本可由系统开发费用、系统维护费用、系统人员培训费用三个方面来衡量,实际评价时同时考虑电子政务系统的规模,即在规模差不多的情况下比较这些成本。

电子政务系统的效益是绩效评价的核心指标,主要从政务系统的提供者——政府角度和用户角度来考察。政府角度考察上该电子政务系统之后,带来的时间、费用节省和办事效率的提高;用户角度考

察:通过该电子政务系统,用户得到的信息量以及办事效率的提高等。具体而言,指标包括每天政府管理成本节省指数、每天政务处理时间节省数、每日在线服务/交易/咨询等活动次数、网站信息点击率、政务信息公开占信息总量的比率、“一站式”服务完善程度、公众和企业等服务对象总体满意度等七项子指标。

电子政务是一个运行的系统,其绩效水平高低往往不仅直接地表现为系统的效益,而且取决于电子政务系统的质量及运行过程中的系列指数、能力和属性。因此,我们把系统质量作为电子政务绩效评价的重要指标予以分析。系统质量主要从系统升级频率、系统信息更新率、防病毒能力和用户界面友好程度等 4 个指标来考察。

总的电子政务评价指标体系如表 2.1 所示。

表 2 1 湖南省地级以上政府电子政务绩效评价指标体系

总指标	指标	子指标	备注
电 子 政 务 绩 效 指 标	系统成本	电子政务系统开发费用(元) x_1^*	可根据财务数据计算得出
		网站系统维护和定期更新费用(元) x_2^*	
		电子政务系统人员培训及管理费用(元) x_3^*	
	系统效益	每天政府管理成本节省指数(元) x_4	可通过系统运行一段时间后测算或估算得出
		每天政务处理时间节省数(小时) x_5	
		每日在线服务/交易/咨询等活动次数(次) x_6	
		网站信息点击率(%) x_7	
		政务信息公开占信息总量的比率(%) x_8	
		“一站式”服务完善程度 $x_9^{\#}$	
	系统质量	公众、企业等服务对象满意度 $x_{10}^{\#}$	调查得出
		每年电子政务系统升级次数(次) x_{11}	
		每天网站信息更新速率(%) x_{12}	
		每年电子政务系统感染病毒次数(次) x_{13}	
		政府网站界面友好程度 $x_{14}^{\#}$	

注: 指标后面加附*的为逆指标, 表示数值越大, 系统评价价值越低; 指标后加附#的为定性指标。

上述评价指标与文献[1, 3, 7, 12]相比, 数量更少, 定量指标占大多数, 这在评估的可行性和客观性上更有保证; 与文献[13]相比, 将电子政务建设和运营的成本指标与业绩指标统一起来, 更能反映电子政务绩效评价的内涵。同时该指标体系的各子指标数据具有较好的可测性, 各子指标之间互相独立, 不存在交叉、重叠的现象, 具有较好的内部一致性。

3 基于 BP 神经网络的电子政务绩效评价模型的思路与算法

近年来, 人工神经网络在不同的行业里均获得了不同程度的成功应用, 在应用于电子政务系统绩效评价时是把用来描述某一电子政务系统绩效基本特征的指标信息作为神经网络的输入向量 $X =$

(x_1, x_2, Λ, x_n) , 将代表相应综合评价结果的值作为神经网络的输出 y 。然后再用足够的样本即实例来训练这个网络, 经过反复迭代, 使不同的输入向量得到不同的输出量值, 这样神经网络所持有的那组权系数值 W_{ij} 、阈值(当 $i = 0$ 时, W_{ij} 即代表阈值), 便是网络经过自适应学习所得到的正确内部表示。

BP 神经网络是一个简单而有效的网络。特征参量由输入层神经元输入, 然后直接输出, 而隐含层和输出层的每个神经元输入量为上一层神经元的输出的加权和。其学习的过程就是调整神经元间的连接权重, 使得输出值等于或接近理想的目标值。一旦神经网络训练完毕, 即可作为某一电子政务系统评价的有效工具。基于 BP 神经网络的电子政务绩效评价体系的思路框架如图 2 所示。

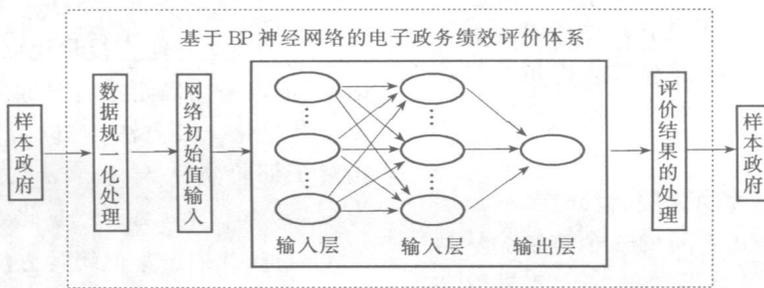


图 2 电子政务绩效评价 BP 神经网络结构模型

Step1 网络初始化。将各连接权值 W_{ij} 和神经元阈值赋予较小的随机值;

Step2 提供训练集。给定 p 个学习样本的输入向量 $x_p (p = 1, 2, \Lambda, p)$ 与期望的输出变量 $y_p (p = 1, 2, \Lambda, p): x_p (X_1, X_2, \Lambda, X_n)^T, y_p = (Y_1, Y_2, \Lambda, Y_m)$ 。

Step3 计算和输出各种神经元实际输出。输入样本评价指标信息 (x_1, x_2, Λ, x_n) , 计算实际输出:

$$u_j = \sum_{i=1}^n W_{ij}x_i + \theta_j \quad y_i = f(u_i), \text{ 其中 } f, \text{ 采用 Sigmoid 函数, } f(u) = \frac{1}{1 + \exp(-u)}$$

式中, n 是结点

j 的输入结点个数; x_i 是第 i 个输入结点的输出值; W_{ij} 是第 i 个输入结点到结点 j 的权值; θ_j 代表第 j 个神经元的阈值。

Step4 调整输入层、输出层、隐含层的连接权值。

$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) + \eta \theta_j x_i + \alpha [W_{ij}(t) - W_{ij}(t-1)]$ 式中, W_{ij} 是 $t-1$ 层结点 i 到结点 j 的连接权值和阈值; x_i 是结点 i 的输出; η 是学习系数 $0 < \eta < 1$; α 是权值调整参数 $0 < \alpha < 1$; θ_j 是一个与偏差有关的值。 $\theta_j = x_j(1 - x_j) \sum_{i=0}^m W_{ij}$, 式中, x_j 是结点 j 的实际输出值, m 是结点 j 的输出结点个数。此时, 误差信号从输出层向输入层传播并沿途调整各层间连接权值和阈值, 以使误差信号不断减少。

Step5 返回 Step2, 进行迭代。当期望输出与计算输出的误差小于某一容许值时, 网络的学习训练结束, 评价模型建立。

4 基于 BP 神经网络的电子政务绩效评价模型的训练与仿真算例

4.1 网络模型的设计

电子政务系统绩效评价指标体系共包括三项大指标 14 项子指标, 即输入层神经元个数 $P_n = 14$ 。评价主体对电子政务绩效理论评价结果(优、良、中、及格、差)作为网络的唯一输出, 因此, 输出层神经元个数为 $r = 1$ 。对不同隐含层数的神经网络学习速度较快, 而且 Kosmogorov 定理论证明, 在合理的结构和恰当的权值条件下, 3 层 BP 网络可以逼近任意的连续函数。所以, 我们可以选取结构相对简单的 3 层 BP 网络。根据经验公式:

$$P_m = \sqrt{P_n + r} + L$$

其中, P_m, P_n, r 分别为隐含层、输入层、输出层的神经元数目, L 为 1—10 之间的一个整数。从学习时间及次数与达到全局总误差的综合效果看, 8 个隐含层神经元比较合适。

4.2 样本选择与数据来源

本文选择 2003 年湖南省长沙、湘潭、株洲、衡阳、娄底、岳阳、永州、郴州、怀化、邵阳、湘西等 11 个城市的电子政务绩效评价为例, 构建和训练神经网络模型。模型中的指标 $x_1, x_2, x_3, x_6, x_7, x_8, x_{11}, x_{12}, x_{13}$ 的数据来源于湖南省政务信息化办公室的工作报告和对以上 11 个城市电子政务信息化办公

室的实际调研。其中, 株洲的电子政务系统人员培训及管理费用 x_3 和郴州的政务信息公开占信息总量的比率 x_8 两指标没有获得可靠的数据, 在本文中通过调研、专家测定等途径获得估计值。同时, 指标 x_4, x_5 数据是通过采用专家评分法而获取一组模拟数据。其中, “一站式”服务完善程度 x_9 , 公众、企业等服务对象满意度 x_{10} 和政府网站界面友好程度 x_{14} 三个指标属于定性指标, 在本算例中, 由于研究的限制, 没有进行调查与量化处理, 但并不代表这些指标不重要或可有可无, 应予以足够的重视。

4.3 指标数据的归一化处理

对于评价指标 $u_i \in U$, 设其论域为 $d_i = [m_i, M_i]$, 其中, m_i 和 M_i 分别为评价指标 u_i 的最小值和最大值。设 $r_i = u_{d_i}(x_i) (i = 1, 2, \dots, n)$ 为决策者对评价指标 u_i 的属性值 x_i 的无量纲化值, 且 $r_i \in [0, 1]$ 。其中, $u_{d_i}(x)$ 为定义在论域 d_i 上的指标 u_i 无量纲化的标准函数。根据评价指标的类型, 可采用下列两种无量纲化标准函数:

(1) 成本型指标无量纲化的标准函数:

$$r_i = u_{d_i}(x_i) = \begin{cases} 1 & (x_i \leq m_i) \\ \frac{M_i - x_i}{M_i - m_i} & (x_i \in d_i) \\ 0 & (x_i \geq M_i) \end{cases}$$

(2) 效益型指标无量纲化的标准函数:

$$r_i = u_{d_i}(x_i) = \begin{cases} 1 & (x_i \geq M_i) \\ \frac{x_i - m_i}{M_i - m_i} & (x_i \in d_i) \\ 0 & (x_i \leq m_i) \end{cases}$$

对于某些不能直接量化而只能进行定性分析的指标, 可以采用确定指标评价等级隶属度的方法来实现其量化。其方法为: 设 u_i 为定性评价指标, u_i 相对于评价集 $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ 的隶属度向量为: $r_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in})$ 。此处隶属度向量可采用专家调查, 并通过集值统计方法来确定, 或者可以用模糊数学中确定隶属函数的方法来确定。在电子政务绩效定量评价指标体系中, 指标评价集 $A = (\text{好}, \text{较好}, \text{一般}, \text{较差}, \text{差})$, 设采用的评估标度为: $B = [0.9, 0.7, 0.5, 0.3, 0.1]$ 。因此, $V = r_i \cdot B$ 即为定性指标在给定标度 B 下的量化值。

表 4.1 中的“ $x_1, x_2 \dots x_{13}$ ”和各行数据分别表示各评价指标及其指标数据归一化后的数值。

表 4 1 归一化后的 11 个地级市电子政务绩效评价指标数据

样本	评价指标											
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_{11}	x_{12}	x_{13}	
训练样本	长沙	0.049	0.037	0.013	0.197	0.0048	0.095	0.088	0.0265	8.00	4.950	15.00
	湘潭	0.074	0.073	0.026	0.264	0.0078	0.167	0.153	0.032	12.00	9.450	19.00
	株洲	0.110	0.113	0.035	0.378	0.0100	0.234	0.249	0.057	15.00	10.98	15.00
	衡阳	0.198	0.156	0.043	0.403	0.0189	0.294	0.228	0.082	23.00	14.62	20.00
	娄底	0.201	0.315	0.053	0.566	0.0261	0.351	0.334	0.135	28.00	23.57	28.00
	岳阳	0.145	0.149	0.038	0.363	0.0137	0.247	0.235	0.068	17.00	13.25	15.00
待评样本	永州	0.144	0.147	0.036	0.362	0.0136	0.245	0.235	0.069	17.50	13.25	19.00
	郴州	0.239	0.291	0.058	0.501	0.0297	0.397	0.346	0.212	29.50	20.56	21.00
	怀化	0.044	0.033	0.011	0.179	0.0044	0.068	0.094	0.026	7.50	4.67	29.00
	邵阳	0.074	0.073	0.027	0.263	0.0077	0.166	0.153	0.035	12.00	9.45	12.00
	湘西	0.197	0.155	0.043	0.401	0.0189	0.293	0.226	0.082	23.50	14.64	23.50

4.4 网络模型的训练

选取比较典型的 6 组样本数据(表中前 6 组)作为训练信号,训练该网络,其余 5 组作为检测样本,模拟待评价的对象。在实际计算时,给定的学习精度为 $\epsilon = 0.0001$,网络隐含层神经元为 8 个,训练次数 $N = 1600$,权值调整参数 $\alpha = 0.5$,偏置值调整参数 $\beta = 0.8$,测试的评价结果与专家评价结果(专家评价采用传统的综合等级评分法进行)如表 4.2 所示,可以看出神经网络评价结果与专家评价结果基本相符,误差在可接受的范围,对给定的训练样本学习已满足要求。专家传统综合等级评分是凭借专家个人经验进行的,在实际过程中摆脱不了评价过程中的随机性和评价专家主观上的不确定性。该方法

在这个意义上而言,比专家综合等级评分更为科学。

表 4 2 网络训练结果与专家评价结果比较

样本代号	训练结果	期望输出	相对误差(%)
1	4.6100	4.6119	0.0412
2	3.9527	3.9730	0.5110
3	3.1020	3.1071	0.1641
4	2.0900	2.0930	0.1433
5	1.1459	1.1368	0.8005
6	2.8926	2.9000	0.2552

调用训练好的模型,对永州、郴州、怀化、邵阳、湘西五个地级市的电子政务绩效水平进行评价。评价结果见表 4.3。

表 4 3 电子政务绩效水平评价结果

评价对象	永州	郴州	怀化	邵阳	湘西
评价结果	2.9781	1.1719	5.0200	3.9790	2.0068
专家评价结果	2.9812	1.2034	5.0103	4.0123	1.9820
相对误差(%)	0.104	2.618	0.194	0.830	1.251
专家排序	3	5	1	2	4
仿真排序	3	5	1	2	4

结果表明,相对误差最大的为 2.618%,最小的为 0.194%,而且专家排序与仿真排序完全一致,因此,两种方法评价结果具有很好的一致性。采用三层 BP 神经网络通过已有的学习训练来评价电子政务绩效水平是完全可行的。

4 结论

本文从电子政务绩效的本质内涵出发,构建了评价的指标体系,尝试用 BP 神经网络进行评价,从湖南省十一个城市的电子政务绩效评价的初步结果显示,该方法具有较强的自学习能力、自适应能力和容错能力,而且对整个评价过程和步骤非常容易编

程实现并在计算机上进行运算分析,因而具有较高的合理性和适用性。从评价的结果来看,此方法有效的减少评价过程中的人为因素,提高评价的可靠性,使评价结果更有效、更客观。而此评价模型在最大程度上缩小了人为因素及模糊随机性的影响,特别在当前我国电子政务建设和发展尚处于起步阶段,缺乏有经验的专家时,其适用性就更加突出。

但是,本文所提出的电子政务绩效评价方法在实际中也存在着一些缺点和不足:首先,建立的指标的合理性还需要进一步证明,特别在运用到不同地区、不同规模的电子政务系统的绩效评价时;其次 BP 神经网络模型要求有一定的学习样本,学习样本

的数量和质量在很大程度上影响着神经网络模型的学习性能,但是选取合适的学习样本又是一件十分困难而复杂的事情;第三, BP神经网络在学习训练过程中,容易陷入局部最优,这也会在一定程度上影响评价结果的准确性。因此,针对上述的问题与不足还应当做进一步深入地研究和改进工作,另外,在本文中对定性指标的进一步处理以及分析这些指标的不同变化对评价结果的具体影响也是今后的研究内容。尽管如此, BP神经网络模型在电子政务绩效评价中的应用,为研究电子政务绩效综合评价提供了一个新的研究思路 and 工具。

参考文献:

- [1] Accenture. E- Government Leadership Rhetoric vs Reality - Closing the Gap[Z], <http://www.accenture.com>, April 2001.
- [2] 张成福, 唐均. 电子政务绩效评估: 模式研究与中国战略[J]. 探索, 2004(2): 36- 40
- [3] M. P. Gupta, Debashish Jana. E- government evaluation: A framework and case study[J]. Government Information Quarterly, 2003, 20: 365- 387
- [4] Ibrahim Akmana, Ali Yazicib, Alok Mishraa, Ali Arifoglu. E- Government: A global view and an empirical evaluation of some attributes of citizens[J]. Government Information Quarterly, 2005, 22: 239- 257.
- [5] Jorge Marcelo Montagna. A framework for the assessment and analysis of electronic government proposals[J]. Electronic Commerce Research and Applications, 2005, (4): 204- 219.
- [6] J. Steyaert, Measuring the Performance of Electronic Government Services[J]. Information & Management, 2004, (41): 369- 375.
- [7] 张维迎, 刘鹤. 中国地级市电子政务研究报告[M]. 北京: 经济科学出版社, 2003.
- [8] 刘静岩, 王浣尘. 电子政务评价体系的构建[J]. 上海管理科学, 2004, (4): 33- 34.
- [9] 周泉泉, 周朝民. 电子政务评价方法在中国的修正思路与模型[J]. 上海管理科学, 2004, (4): 35- 37.
- [10] 彭细正. 电子政务门户网站绩效评估研究[J]. 信息化建设, 2004, (10): 10.
- [11] 杨云飞, 白庆华. 电子政务评价指标体系[J]. 计算机应用与软件, 2004, (8): 61- 65.
- [12] 徐晓林, 李卫东. 科技系统政府网站评价与科技电子政务发展对策建议[J]. 中国软科学, 2005, (6): 13- 18.
- [13] 刘腾红, 刘荣辉, 赵鹏. 电子政务系统评价方法研究[J]. 武汉理工大学学报, 信息与管理工程版, 2004, (6): 61- 63.
- [14] 杨力. 基于 BP神经网络的城市房屋租赁估价系统设计[J]. 中国管理科学, 2002, 10(4): 23- 27.
- [15] 张协奎, 李树丞. 基于人工神经网络的建筑物成新度评估[J]. 中国管理科学, 2000, 8(2): 7- 14.

Synthetic Evaluation about the Performance of E- Government Based On Neural Network

YAN Jia- hua; NING Guo- liang; SHENG Ming- ke

(Management faculty, Xiangtan University, Xiangtan 411105, China)

Abstract: In this paper, we build the evaluation index system of E- government's performance according to the essence of E- government performance, and proposes the neural networks to evaluate the performance of E- government, the neural network method overcomes the insufficiencies of existing expert based method and offers a new model for evaluating the quality, cost and performance of E- government.

Key words: system of E- government; neural network; performance evaluation