

文章编号: 1005—0523(2005)05—0041—03

基于神经网络的公路工程造价快速估算分析

彭军龙^{1,2}, 张起森^{1,2}

(1. 中南大学 土木建筑学院, 湖南 长沙 410075; 2. 长沙理工大学 公路工程学院, 湖南 长沙 410076)

摘要:从影响公路造价的影响因素中提取特征因子, 用神经网络建立起公路造价快速估测模型, 以工程特征为参数, 用历史数据为依据, 建立模型, 文章最后用实例验证了 BP 神经网络模型在公路工程造价估测中的优良效果, 结果显示, BP 神经网络在这方面应用效果较好.

关 键 词:神经网络; 工程估价; 估价模型

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

0 引言

当前在我国公路建设中一个突出的问题是控制和降低工程造价, 措施之一就是快速准确地估测工程造价, 以此作为项目评估、立项及投资控制的依据. 另一方面, 在社会主义市场经济的激烈竞争中, 施工单位的投标报价、建设单位的招标管理工作也需要进行造价估测. 因此, 公路工程造价的估测问题已成为造价管理及辅助决策的核心问题, 受到越来越多的人士的关注. 快速估测造价的方法很多, 现把常见的一些方法和近几年来出现的新方式归并为七种类型: 定额计算、数理统计、经验公式、模糊数学、灰色理论、自适应过滤技术、专家系统和人工神经网络技术. 其中神经网络模型以其通用性、适应性强而见长, 它不排斥新样本, 相反它会随着样本数的不断增加而提高自身的概括能力和预测能力. 这正好满足建立造价信息系统的要求——动态地、自适应地从众多已完工程中提取有用信息, 进行预测, 辅助决策. 本文采用误差反向传播人工神经网络模型(简称 BP 网络模型). 以工程特征为参数, 采用实际历史数据试验了人工神经网络的

效果, 结果显示, 人工神经网络模型在工程造价估测中, 效果显著. BP 神经网络模型的引入必将促进公路造价管理信息化的发展.

1 神经网络简述

人工神经网络是模拟人脑结构的一种大规模的并行联接机制系统, 它不需要有关体系的先验知识, 具有自适应建模学习功能. 在各种神经网络模型中, 反向传播神经网络模型(简称 BP 网络模型)具有较好的自学习, 自联想功能. 标准的 BP 网络模型由三类神经元层组成, 其最下层称为输入层, 中间层为隐含层(可为多层), 最上层为输出层. 各层神经元形成全连接, 各层内的神经元没有连结. BP 算法的学习过程是由正向传播和反向传播两个过程组成. 在正传播过程中, 输入信息从输入层、经隐含层逐层传递、处理, 每一层神经元的状态只影响下一层神经元的状态. 如果在输出层不能得到期望输出, 则转入反向传播过程, 将误差信号沿原来的连接通路返回, 通过修改各层间连结权的值, 逐次地向输入层传播, 再经过正向传播过程, 这两个过程的反复运用使得误差不断减小, 直至满足要求.

收稿日期: 2005—09—18

作者简介: 彭军龙(1976—), 男, 湖南省岳阳市人, 中南大学 2002 级博士生.

见图 1,图中神经元的输入与输出(除输入层的)为非线性映射,一般采用 S(sigmoid) ($F(x)=1+\exp(-x)$), $F(x)\in[0,1]$)函数压缩.设有 p 个输入样本,当加入第 k 个样本时,对某层单元 j 来说,设其上一层有 m 个结点,与它的连结权表示为 w_{ij}^k ,单元 j 的输入总和为 S_j^k ,输出为 y_j^k , 则 $S_j^k=\sum_{i=1}^m w_{ij}^k y_i^k$, $y_j^k=F(S_j^k)$, y_j^k 再作为下一层的输入,如此反复直至输出层.当我们定义系统误差为: $E(W)=\frac{1}{2}\sum_{k,j}(T_j^k-V_j^k)^2$ 时,其中 T_j^k 为输出结点的期望输出, V_j^k 为输出结点 j 的网络输出.如果系统误差不能满足要求,就转入误差反向传播过程,主要是调节连接权的值.按梯度下降法,每当加一个训练样本时,各层连接权调整量应为: $\Delta W_{ij}=\eta\delta_j^m y_i^{m-1}$, 其中: $\eta\in[0.01,1]$ 称训练速率系数, δ_j^m 为第 m 层的第 j 个单元的误差值,输出层结点 $\delta_j=F'(S_j)[T_j^k-V_j]V_j$, 隐含层结点 $\delta_j^m=F'(S_j^m)\sum_i w_{ij}^{m+1}\delta_i^{m+1}$, y_i^{m-1} 为上层输出.

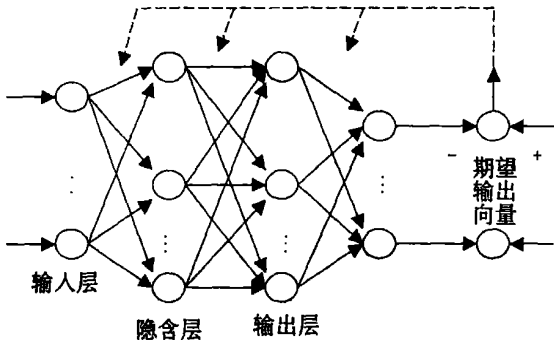


图 1 网络结构及误差传递图

网络通过连接权的自调整,实现自适应,自组织.经多次训练后的网络具有对样本的记忆、回忆和联想能力.最终可用来进行预测.

2 造价快速估算应用分析

公路工程造价受多方面因素影响,构成复杂.然而一个有丰富经验的造价师,根据工程类型、特征及其相关情况,参照以往经验和工程数据资料,就能大致估算出其造价,而无需进行大量繁杂计算,而且经验越丰富,资料积累越多,估算的造价就越准确.而模仿这种大脑思维模式,正是人工神经网络所擅长的.

3 实例计算

3.1 实例

某一条公路造价估计,根据工程造价估算原理及相关经验,对从分析工程特征入手,从 12 项已完工程中找出样本特征,用这些工程数据作为网络训练样本,最后用收敛的网络去预测待建工程.

1) 提出样本特征

考虑的特征因素有:路面类型,公路等级,横断面类型(分路堑,路堤,半挖半填),横断面高度,横断面宽度,地基处理类型,路面材料类型,路面厚度,防护工程类型,共 9 个.见表 1.

2) 构建网络

本例采用 9—23—23—4—1,即整个网络结构共 5 层,3 个隐层,输入层节点数为 9(即影响工程造价的 9 个因素),输出层一节点数为 1(即为造价),隐层节点数分别为 23,23 和 4.采用此种网络结构的计算收敛.表 2 中数据经线性压缩到[0,1]后作为输入数据和输出控制,其中 1~10 组为训练样本,11~12 组为检验样本.输入层为共 21 个神经元.学习率取 2.同时针对 BP 网络的特性,在训练中采用了附加冲量法,加快了收敛速度.

表 1 工程样本特征表

工程特征	地形	等级	路基横断面类型	路基横断面高度/m	路基横断面宽度/m	地基处理类型	路面结构材料	路面结构厚度/m	防护工程类型	造价(万元/km)
A ₁	山区	三	半挖半填	0.45	8.5	普通换填	沥青混凝土	0.18	锚定板护坡	312
A ₂	平原	高速	路堤	3.3	35	塑料板排水固结	沥青混凝土	0.26	普通防护	2 431
A ₃	丘陵	二	路堑,路堤	0.65	12	普通换填	水泥混凝土	0.45	重力式挡土墙	615
A ₄	平原	一	路堤	2.0	25	土工格栅	沥青混凝土	0.20	普通防护	640

工程特征	地形	等级	路基横断面类型	路基横断面高度/m	路基横断面宽度/m	地基处理类型	路面结构材料	路面结构厚度/m	防护工程类型	造价(万元/km)
A ₅	丘陵	三	路堑	0.6	8.5	普通换填	水泥混凝土	0.25	喷网支护	260
A ₆	平原	一	路堤	2.5	22	砂桩排水固结	水泥混凝土	0.55	普通防护	1 640
A ₇	山区	一	路堑,路堤	0.55	13.5	普通换填	沥青混凝土	0.22	板梁式支护	591
A ₈	丘陵	高速	路堤	3.5	26	强夯,搅拌桩	水泥混凝土	0.6	草坡防护	2 020
A ₉	平原	二	路堑	0.5	17	普通换填	沥青混凝土	0.16	普通防护	580
A ₁₀	平原	二	路堑	0.45	15	二灰土换填	水泥混凝土	0.5	普通防护	630
A ₁₁	山区	二	路堤,半挖半填	0.7	15	普通换填	水泥混凝土	0.4	草坡防护	595
A ₁₂	平原	一	路堤	2.5	20	土工布	沥青混凝土	0.20	普通防护	1 100

3) 训练结果分析

经 2 879 次训练迭代,系统误差收敛到 0.01 停止.误差收敛曲线如图 2.用收敛后的网络对 11~12 组数据进行检测,结果分析情况见表 3,图 2 是用 matlab 进行运算的误差收敛情况,从中可以看见经过多次震荡后误差呈现逐渐下降的趋势,在经历局部低点后,达到满足要求的误差.此时各节点权重达到要求.

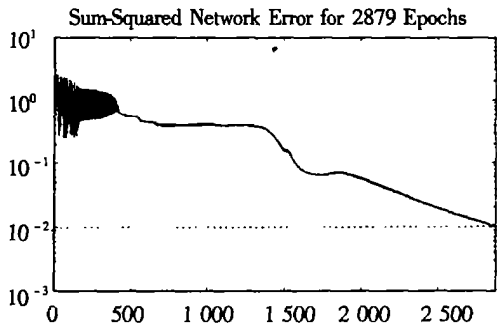


图 2 误差收敛图

表 2 结果分析表

工 程	A ₁₁	A ₁₂
实际值	595	1 100
预测值	570	1 191
相对误差	4.2%	8.2%

4) 造价快速估计

待估造价公路工程特征如表 3.

从相对误差来看,有些误差还是很大,但已经能满足工程可行性研究的投资估算需要和初步设计的概算需求.个别工程误差大,这说明网络对有些特征学习不够,其原因主要在于学习样本数量有限.从估算出来的造价情况来看其估算结果还是符合现实的.且其它模糊数学相比,其具有快速简单等特点,优越性是明显的.随着样本的充实和数据的积累,误差将不断缩小,必将取得更为理想的结果.

表 3 待估造价公路工程特征表

工程特征	地形	等级	路基横断面类型	路基横断面高度/m	路基横断面宽度/m	地基处理类型	路面结构材料	路面结构厚度/m	防护工程类型	造价(万元/km)
A ₁₃	平原	二	路堑	0.55	18	普通换填	沥青混凝土	0.18	普通防护	610

4 结 论

中国公路工程造价编制的复杂性和造价改革

的趋势,在分析比较其它模型的基础上,可得出以下结论:

1) BP 神经网络模型对公路工程造价估测有很好的适应性,其估算精度能达到预期(下转第 51 页)

The Evaluation of the Real Estate Investment Using Simulation Techniques

LIU Yao¹, ZHONG Jin-ru²

(1. Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099; 2. East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The real estate investment is an economical process with a great amount of investment, long construction duration and high risk. The method of the qualified evaluation and analysis on the risk of the investment of the real estate has been proposed based on the simulation techniques in this paper. The influence of the dependence of the risk variables each other on the economic outcome of an example has been analyzed.

Key words: real estate investment; risk variable; simulation; dependence

(上接第 43 页)要求,且可随着样本数量的增加其估算精度能够得到进一步改善;

2) 利用神经网络模型估测公路工程造价,具有建模简便、计算快捷、结果准确等优点;

3) 神经网络所具有的自适应、自学习等特性,较之其他造价估测模型更能适应工程造价的动态变化.这是神经网络模型的最大优点.

4) 在本例中由于篇幅关系,主要着重于是阐述思路和方法,所以公路工程的样本特征因素只取 9 个,不能全面反映公路工程中影响造价的因素,在实际应用中可增加样本特征因素,从而进一步提高其估算精度.

5) 利用神经网络具有方便、快速等特点,方便目前微型计算机的使用是相当普遍的,而且利用 matlab 工具箱[6]中的神经网络功能来进行运算,实现造价的快速估算非常快捷,虽比较学习过程慢,

但学习完成以后,回忆或工作过程是很快的,因此这种方法是方便可行的.

参考文献:

[1] 周继成,等. 人工神经网络——第六代计算机的实现[M]. 科学普及出版社. 1993.

[2] 王顺洪. 用模糊相似优先比关系预测工程项目投标报价. 西南交通大学学报[J]. 2001. 6(1): 97—99.

[3] 郝丽萍, 胡欣悦, 李丽. 商业银行信贷风险分析的人工神经网络模型研究[J]. 系统工程理论与实践, 2001(5): 62—69.

[4] 蔚承建,等. 基于神经网络的建筑工程造价估计[J]. 南京建筑工程学院学报, 1995. 6: (4) 71—75.

[5] 陈强,等. 基于 BP 神经网络的建筑工程估价模型研究[J]. 基建优化, 2002. 4(3): 43—47.

[6] 曹青松,周继惠. MATLAB 在神经网络设计中的应用[J]. 华东交通大学学报, 2004. 8(21): 86—88.

Study on the Model of Cost Estimate of Highway Engineering

PENG Jun-long^{1,2}, ZHANG Qi-sen^{1,2}

(1. Department of Civil Engineering, Center South University, Changsha 410075; 2. Department of Highway Engineering, Changsha University of Science & Technology 410076, China)

Abstract: This paper sets up the model of cost estimate of highway engineering based on the BP Neural Network. Using the feature of highway engineering as parameters, it sets up the model and proves the good effect with the historical data. It shows the promising perspective of BP Neural Network in cost estimate of highway engineering.

Key words: neural network; engineering; cost estimate; highway