

# Research on Performance Evaluation Method of Emergency Communication Network in the Background of BP Neural Network

Xiaoyong Ding<sup>1</sup>, Dingde Zeng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Data and Information Office in Jiangsu Provincial Military District, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>Information Processing Room of Data and Information Office in Hainan Provincial Military District, Haikou Hainan

Email: dxy0325147@163.com

Received: Apr. 12<sup>th</sup>, 2020; accepted: Apr. 30<sup>th</sup>, 2020; published: May 7<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

On the basis of enumerating and elaborating the performance evaluation indexes of emergency communication network, this paper first used entropy weight coefficient method to determine the weight of each index, then, the evaluation weight was determined by the fuzzy comprehensive evaluation method. Finally, the performance of emergency communication network was evaluated by constructing artificial neural network model. The results show that the evaluation results by artificial neural network are consistent with the target values.

## Keywords

BP Neural Network, Emergency Communication Network, Performance Evaluation, Entropy Weight Coefficient Method

---

# BP神经网络背景下应急通信网性能评价方法研究

丁小勇<sup>1</sup>, 曾定德<sup>2</sup>

<sup>1</sup>江苏省军区数据信息室, 江苏 南京

<sup>2</sup>海南省军区数据信息室信息整编室, 海南 海口

Email: dxy0325147@163.com

收稿日期: 2020年4月12日; 录用日期: 2020年4月30日; 发布日期: 2020年5月7日

## 摘要

在列举和阐述应急通信网性能评价指标的基础上, 本文首先利用熵权系数法确定了各指标权重, 进而通过模糊综合评判法确定了评判权值, 最后通过构造人工神经网络模型对应急通信网性能进行了评估。结果表明, 利用人工神经网络进行评估的结果与目标值是一致的。

## 关键词

BP神经网络, 应急通信网, 性能评价, 熵权系数法

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

评价应急通信网络的性能, 有助于对应急通信网的整体表现有所了解 and 掌握, 同时便于管理者实时把握网络的整体运行状况, 方便后续有针对性地查找问题, 并及时整改。不光是应急通信网性能评价这一方面, 任何目标性能的评价方法都有很多, 而传统方法因主观因素偏多, 评价结果经常不能令人信服, 不具客观性。本文尝试利用人工神经网络的方法[1] [2] [3]评价应急通信网性能。

## 2. 应急通信网性能指标

选取应急通信网的性能评价指标必须满足: 指标间无关联且可以客观真实地反映应急通信网的实际运行状况。因此这里评价应急通信网性能的主要指标有健壮性、有效性、稳定性[4] [5] [6] [7]。

### 2.1. 健壮性( $A_1$ )

影响网络健壮性的主要因素有:

- 1) 网络节点的平均节点度( $A_{11}$ );
- 2) 网络中心节点的联通能力( $A_{12}$ );
- 3) 路由的冗余度( $A_{13}$ )。

### 2.2. 有效性( $A_2$ )

影响网络有效性的主要因素如下:

- 1) 网络拓扑结构( $A_{21}$ );
- 2) 网络承载话务量( $A_{22}$ );
- 3) 网络节点设备自身性能的可靠程度( $A_{23}$ );
- 4) 网络完成应急任务的水平( $A_{24}$ )。

### 2.3. 稳定性( $A_3$ )

影响网络稳定性的主要因素有:

- 1) 网络管理能力(A<sub>31</sub>);
- 2) 网络反应时间(A<sub>32</sub>);
- 3) 网络节点设备受外界因素的影响程度(A<sub>33</sub>)。

### 3. 确定指标权重

本文拟采用熵权系数法[8] [9] [10]确定应急通信网性能评价指标体系中的指标权重。具体步骤如下:

#### 3.1. 量化评定矩阵的确定

根据两极比例法(如图 1 所示)将其量化, 得到量化评定矩阵

$$F = \begin{bmatrix} f_{1,1} & \cdots & f_{1,n} \\ f_{2,1} & \cdots & f_{2,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n,1} & \cdots & f_{n,n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中  $f_{i,j} = f_i(A_j)$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n$ ) 为目标  $A_j$  在属性指标  $a_j$  下的定性评语所对应的量化值。

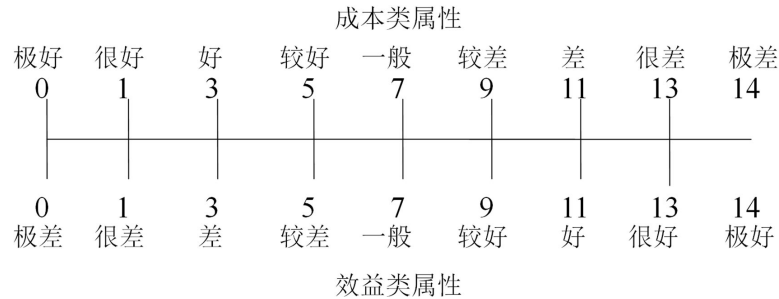


Figure 1. Bipolar scaling method  
图 1. 两极比例法

对于本文, 共有 3 个目标  $A = (A_1$ ——健壮性、 $A_2$ ——有效性、 $A_3$ ——可靠性), 10 个属性评价指标为影响目标集的所有主要因素, 即  $A_1 = (A_{11}, A_{12}, A_{13})$ ,  $A_2 = (A_{21}, A_{22}, A_{23}, A_{24})$ ,  $A_3 = (A_{31}, A_{32}, A_{33})$  则根据两极比例法可得到评价结果(见表 1):

Table 1. Target evaluation results  
表 1. 目标评价结果

目标	评价因素	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>24</sub>	A <sub>31</sub>	A <sub>32</sub>	A <sub>33</sub>
	影响程度										
A <sub>1</sub> ——健壮性		很大	大	较大	大	一般	较大	很大	大	一般	大
A <sub>2</sub> ——有效性		大	大	一般	大	一般	较大	极大	较大	一般	一般
A <sub>3</sub> ——稳定性		大	极大	大	一般	很小	一般	大	大	一般	很大

由表 1 可以得出量化评定矩阵

$$F = \begin{bmatrix} 13, 11, 9, 11, 7, 9, 13, 11, 7, 11 \\ 11, 11, 7, 11, 7, 9, 14, 9, 7, 7 \\ 11, 14, 11, 7, 13, 7, 11, 11, 7, 13 \end{bmatrix}^T$$

### 3.2. 相对优属度矩阵的确定

由于各属性指标之间有冲突, 需要确定目标  $A_i$  关于属性指标  $A_s$  的相对优属度, 记为  $r_{is}$ , 具体计算公式为:

$$r_{is} = \begin{cases} \frac{f_{i\min}}{f_{is}}, & \text{对于成本型指标} \\ \frac{f_{is}}{f_{i\max}}, & \text{对于效益型指标} \end{cases} \quad (2)$$

其中,  $f_{i\min}$  代表矩阵第  $i$  行的最小值,  $f_{i\max}$  代表矩阵第  $i$  行的最大值,  $f_{is}$  代表矩阵第  $i$  行, 第  $s$  列的值。则根据公式(2)得到相对优属度矩阵

$$R = \begin{bmatrix} 1, \frac{11}{13}, \frac{9}{13}, \frac{11}{13}, \frac{9}{13}, 1, \frac{11}{13}, \frac{7}{13}, \frac{11}{13} \\ \frac{11}{14}, \frac{11}{14}, \frac{1}{2}, \frac{11}{14}, 1, \frac{9}{14}, 1, \frac{9}{14}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \\ \frac{11}{14}, 1, \frac{11}{14}, \frac{1}{2}, \frac{7}{13}, \frac{1}{2}, \frac{11}{14}, \frac{11}{14}, \frac{1}{2}, \frac{13}{14} \end{bmatrix}^T$$

### 3.3. 目标向量的确定

由熵权系数法可知, 记  $r_{j\max}$  为  $R$  中每一列的最大值,  $r_{ij}$  与  $r_{j\max}$  的接近程度  $l_{ij} = \frac{r_{ij}}{r_{j\max}}$ 。则可得到:

$$L = \begin{bmatrix} 1, \frac{11}{13}, \frac{126}{143}, 1, 1, 1, 1, 1, 1, \frac{154}{169} \\ \frac{11}{14}, \frac{11}{14}, \frac{7}{11}, \frac{13}{14}, 1, \frac{13}{14}, 1, \frac{117}{154}, \frac{13}{14}, \frac{7}{13} \\ \frac{11}{14}, 1, 1, \frac{13}{22}, \frac{7}{13}, \frac{13}{18}, \frac{11}{14}, \frac{13}{14}, \frac{13}{14}, 1 \end{bmatrix}^T$$

$w(i, j) = -\frac{l_{ij}}{l_j} \ln \frac{l_{ij}}{l_j}$ , 即评价指标的权值, 其中  $l_j = \sum_{i=1}^{10} l_{ij}$ 。

通过计算, 权值矩阵  $w$  为:

$$w = \begin{bmatrix} 0.2351 & 0.2136 & 0.2187 & 0.2351 & 0.2351 & 0.2351 & 0.2351 & 0.2351 & 0.2351 & 0.2230; \\ 0.2233 & 0.2233 & 0.1970 & 0.2452 & 0.2551 & 0.2452 & 0.2551 & 0.2190 & 0.2452 & 0.1776; \\ 0.2235 & 0.2553 & 0.2553 & 0.1884 & 0.1777 & 0.2128 & 0.2235 & 0.2454 & 0.2454 & 0.2553 \end{bmatrix}$$

由模糊综合评判原理[11]可知, 评判权值为:

$$t = w * \lambda = w * [10 \ 9 \ 8 \ 7 \ 6 \ 5 \ 4 \ 3 \ 2 \ 1]^T = [12.5295 \ 12.6369 \ 12.3996]。$$

均一化后可得:  $t = [0.3346 \ 0.3358 \ 0.3295]$ 。这里的  $t$  即为后面神经网络中所指的目标向量。

## 4. 基于 BP 神经网络的应急通信网性能评价模型

1) 运行单元: 用于接收已知样本信号, 对于本文来说, 即神经网络中的目标向量  $t$  (前文中已求得), 不同的输入目标向量将得到不同的神经网络输出评价结果;

2) 修订单元: 以神经网络的输出值与目标值的偏差是否满足一定要求为依据, 根据每次的训练结果, 用于修订相应的网络参数, 直至偏差符合要求;

一旦某神经网络经过一定次数的有效训练, 那么就可以利用该训练好的神经网络完成相应的任务, 对于本文来说, 即对应急通信网络性能进行评价。这样可以避免主观不确定因素的影响, 大大提高预测或评价结果的可靠性。

### 4.1. BP 神经网络的结构设计

BP 神经网络是 ANN 中算法最成熟、应用最广泛的一种网络结构。本文选取总层数为 3 层的 BP 神经网络进行应急通信网性能的评价[12] [13], 该模型中的网络输入层神经元个数为 9, 输出层的神经元个数为 3, 隐含层的节点数为 5。如图 2 所示:

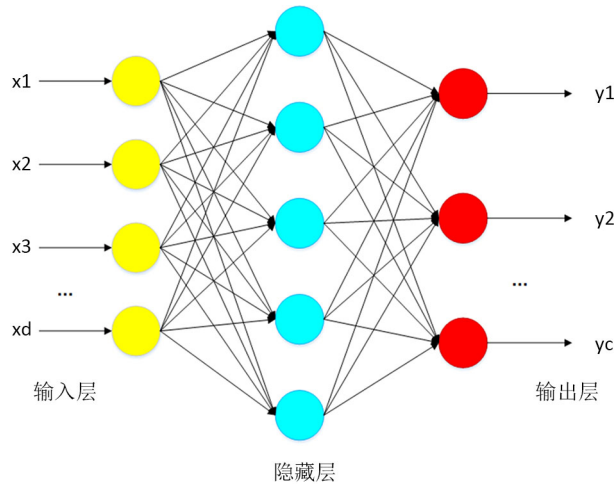


Figure 2. Three-layer BP neural network structure  
图 2. 三层 BP 神经网络结构

MTALTB 软件环境下编译的部分代码如下:

```
%节点个数及网络设置
inputnum=9;
hidddenum=5;
outputnum=3;
bpnet=newff(pr,[hidddenum outputnum],{'logsig','logsig'},'trainglm','learnqdm');
%设置神经网络训练参数
net.trainParam.epochs=1000;
net.trainParam.lr=0.01;
net.trainParam.goal=0.00000001;
net.trainParam.show=10;
```

### 4.2. BP 神经网络的训练

在确定 BP 网络结构的基础上, 对网络进行训练, 训练需要借助于输入与输出样本, 通过网络不停地训练, 一直到输入与输出间满足相应的关系, 为了保证满足一定的输入输出关系, 修订单元的功能是至关重要的, 即通过不停地学习和训练对网络参数进行修订。

### 4.3. 仿真结果及分析

利用 LM 算法[14]训练神经网络。

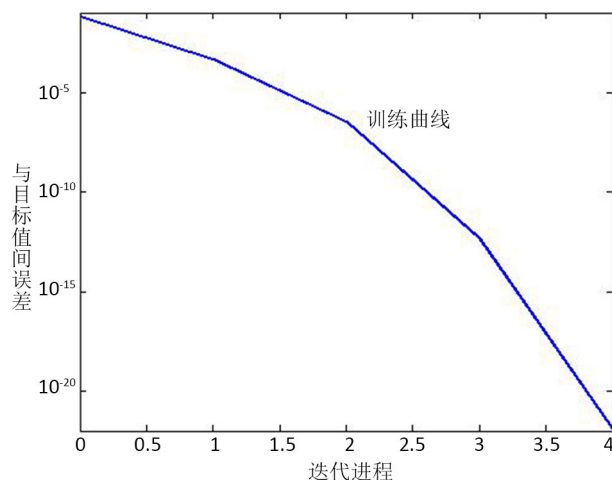


Figure 3. LM algorithm training performance curve  
图 3. LM 算法训练性能曲线

由图 3 可以看出, 经过一定的迭代步数后, 结果达到了均方误差性能要求。同时可以得到 LM 训练算法下的网络输出分别为: [0.3346 0.3358 0.3295], 说明结果与目标向量是一致的。

### 5. 结论与说明

由以上分析可知, 利用 BP 人工神经网络进行应急通信网性能评价的准确性较高, 可以当做“专家”的作用对网络给出相应的评判结果, 大大减小了主观和不确定因素的影响, 使评价结果更加真实和可靠。

### 参考文献

- [1] 丛爽. 面向 MATLAB 工具箱的神经网络理论与应用[M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 2009.
- [2] 孔繁辉, 李健. 深度信念网络优化 BP 神经网络的交通流预测模型[J]. 管理评论, 2020, 32(3): 300-306.
- [3] 赖锦辉, 梁松. 基于 ACS 优化 BP 神经网络的交通流量短时预测方法[J]. 计算机工程与应用, 2014, 50(10): 244-248.
- [4] 杨志才, 裘杭萍, 权冀川, 等. 基于网络流路径模型的军事通信网可靠性分析[J]. 计算机工程, 2015(5): 125-129.
- [5] 周治彪, 裘杭萍, 杨志才, 等. 军事通信网可靠性研究[J]. 军事通信技术, 2016, 37(1): 12-16.
- [6] 周治彪, 裘杭萍, 杨志才, 丁晓刚. 军事通信网节点重要度评估方法[J]. 指挥控制与仿真, 2016(1): 101-103.
- [7] 张锋, 叶丽娜. 基于 OPNET 的军事通信网网络性能仿真[J]. 电子质量, 2010(3): 48-50.
- [8] 张献国, 张学军. 基于熵权系数法的信息系统安全模糊风险评估[J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 2005(6): 111-115.
- [9] 郑晓薇, 樊华, 武亮亮. 熵权系数法的理论建模分析与并行实现[J]. 小型微型计算机系统, 2007(10): 158-161.
- [10] 王才宏, 杨世荣, 董茜. 目标选择决策的组合熵权系数方法研究[J]. 火箭与制导学报, 2006, 26(4): 377-380.
- [11] 熊德国, 鲜学福. 模糊综合评价方法的改进[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2003, 26(6): 93-95.
- [12] Widrow, B. and Lehr, M.A. (1990) 30 Years of Adaptive Neural Networks: Perceptron, Madaline, and Backpropagation. *IEEE*, 78, 1415-1442. <https://doi.org/10.1109/5.58323>
- [13] weixin\_38996229. 三层神经网络的 BP(Back Propagation)算法推导[EB/OL]. [https://blog.csdn.net/weixin\\_38996229/article/details/84579992](https://blog.csdn.net/weixin_38996229/article/details/84579992), 2018-11-28.
- [14] 神经网络的几种训练算法简要比较[EB/OL]. [http://blog.sina.com.cn/s/blog\\_5ac9c1d20102weav.html](http://blog.sina.com.cn/s/blog_5ac9c1d20102weav.html), 2016-03-20.