

基于神经网络与模糊理论的备件库选址预测^①

吕学义, 时和平, 张敏

(西安通信学院, 西安 710106)

摘要: 简要介绍了人工神经网络和模糊理论, 分析了神经网络模糊控制的结构, 设计出基于神经模糊算法的备件库选址模型, 通过 Matlab 仿真工具实现了备件库选址的科学预测。实验表明, 神经模糊方法是备件库选址预测的一种创新应用, 对军事领域的科学选址具有较强的泛化能力。

关键词: 神经网络; 模糊控制; 备件库; 选址

Prediction of the Spare Parts Storehouse Location Based on Neural Network and Fuzzy Theory

LV Xue-Yi, SHI He-Ping, ZHANG Min

(Xi'an Communications Institute, Xi'an 710106, China)

Abstract: This paper briefly introduces the artificial neural network and fuzzy theory, analyses the structure of neural network fuzzy control. And it also designs a model of spare parts storehouse location based on the neural fuzzy algorithm. Through the simulation of Matlab tool, it realizes the scientific predictions of the spare parts storehouse location. In the experiment, it is shown that the neural fuzzy method is an innovative application of a prediction for the spare parts storehouse location, which enjoys an excellent capacity of generalization of scientific location in the military area.

Key words: neural network; fuzzy control; spare parts storehouse; location

长期以来, 军内专家对备件库的选址提出了一些新的预测方法, 如模糊综合评判法、AHP 层次分析法及结合层次分析法的模糊排序法等。但这些方法不同程度的存在着一些缺点, 比如利用模糊综合评判法, 其指标权重难以有效确定; 用专家打分法确定权重, 人为因素又太重; 利用层次分析法确定权重可以减弱人为因素的影响, 但是层次分析法要求指标的层次结构系统中的各要素相互独立, 而实际环境中任何事物都是相互联系、相互影响、相互制约的。模糊综合评价作为一种多属性的综合评价方法, 其隶属函数权重有一定的主观性, 因此其应用具有局限性。而 BP 神经网络^[1,2]算法则可以客观地评价不同的方案, 将模糊理论应用到 BP 神经网络的输入值中, 综合两种算法的各自优势, 通过网络训练得到选址的优化度, 进而得到一个较为准确的选址优化方案, 在短时间内实现备件库最优化选址, 在信息化条件下实现维修备件

精准化保障。

1 人工神经网络原理^[3]

人工神经网络是一个并行和分布式的信息处理网络结构, 构成的基本元素是神经元。一个简单的神经元模型如图 1 所示。对于一组样本输入 $x = [x_1, x_2, \dots, x_p]$,

神经元的各个节点输出为 $u_i = \sum_{j=1}^p \omega_{ij} x_j$; $v_i = u_i - \theta_i$;

$y_i = f(v_i)$; 其中, f 为激励函数, 常用的函数有: 对

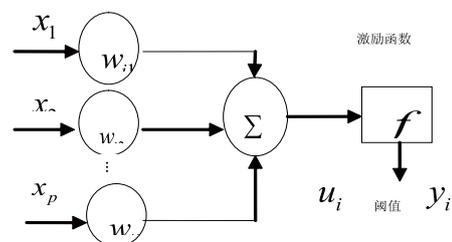


图 1 人工神经元模型

① 收稿时间:2011-04-20;收到修改稿时间 2011-06-17

数 S 型、正切 S 型和线性函数。若取 S 型函数则有：

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

在人工神经网络中，以 BP 网络^[4-6]的应用最为流行，它是一种单向传播的多层前馈神经网络。除了输入层和输出层，中间部分称为隐含层。每层由若干神经元组成，不同层次的神经元之间形成全互连接，同层内的神经元间没有任何耦合。BP 神经网络的学习过程由正向和反向传播两部分组成。在正向传播过程中，输入信号从输入层经隐含层单元逐层处理，并传向输出层，每一层神经元的状态只影响到下一层神经网络。如果输出层不能得到期望输出，则转入反向传播过程，将输出信号的误差沿原来的连接通路返回，通过修改各层神经元的权值，逐次向输入层传播进行计算；再经正向传播过程，两个过程的反复运用，使误差信号达到最小，即实际输出尽可能地接近期望值。此时，学习过程结束即可用于工作。

2 神经网络与模糊理论融合简介

随着神经网络理论的快速发展，将神经网络与模糊理论融合为建模仿真的新技术成为学者们研究的焦点之一。在实际备件配送选址过程中，由于设计者和工作人员经验的局限性，造成模糊控制生成的决策方案有时不是最优化，而借助神经网络具有自学习的能力，通过学习训练给定的经验数据，并由此生成模糊控制规则。通过神经网络实现的模糊控制，在控制生成策略时，不必进行复杂的规则搜索和推理，只需要通过高速并行的分布计算就可产生输出结果。神经网络模糊控制是由神经网络^[7]和模糊控制^[8]共同组成的兼有两者技术优势的混合系统。神经网络模糊控制器一般组合形式，如图 2 所示。主要有三种作用：①利

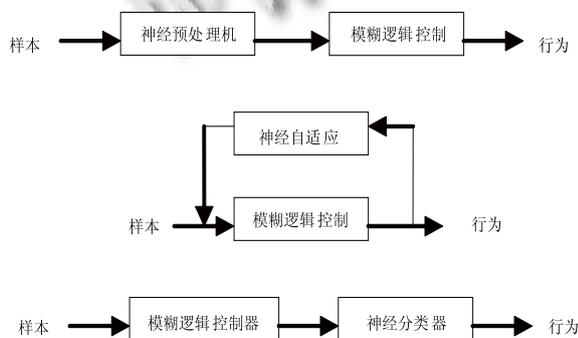


图 2 神经网络与模糊控制的组合形式

用神经网络驱动模糊推理。②利用神经网络记忆模糊控制规则。③利用神经网络优化模糊控制器的参数。

图 3 为一种带有神经网络的模糊控制器结构框图。此结构是利用联想记忆神经网络来记忆模糊控制规则的。这种模糊控制器的控制规则是：如果 $E=A_i$ ， $dE= A_i$ ，那么 $U=C_i$ 。其中， E 和 dE 为两个输入变量，误差和误差变化率，分别对应神经网络的两个输入结点，输入结点个数由输入语言变量的级数决定。 U 为输出变量，如校正值，对应着神经网络的所有输出结点，输出结点的个数是由输出语言变量的级数决定的。

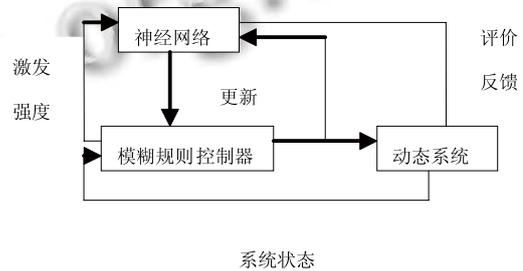


图 3 神经模糊控制器结构框图

3 备件库选址建模设计

备件是维修器材中十分重要的物资，对于装备的战备完好性和生成战斗力具有重要影响。备件库的选址通常是在一定的原则如降低成本原则、经济效益原则等具体指导下，预先选择一些方案，然后再通过各种方法对这些方案进行比较，最终选择出较为满意的一个或几个方案作为新的中心的地址。影响备件库选址的因素很多，可以根据物流学原理，结合部队实际情况，选择其中较为重要的一些因素作为决策指标。指标选择的好坏对正确决策相当重要。选址主要考虑：部队驻地分布、部队驻地类别、兵工厂分布、交通运输条件、自然地理环境等。采用模糊方法计算影响因素的隶属度作为神经网络的输入量，在 n 个影响因素中，对不同的定量和定性因素要区别对待，要采用不同的方法确定因素隶属度。

3.1 自然语言模糊转化设计

对定量因素可以采取常见模糊分布来确定隶属函数，对于定性因素，首先要用专家咨询法、专家评分法等方法进行量化，在利用相关的隶属函数确定隶属度。这里考虑的定量因素有：候选地地价、运输距离和候选地面积。定性因素有：驻地部队分布、兵工厂分布、地理环境、运输力量、民用资源。定性因素采

用分类描述，然后把自然语言转换成相应的隶属度，如表 1 所示。将指标隶属度输入到网络中，将专家值作为网络的期望输出。

表 1 自然语言转换成相应的隶属度

指标	分类描述	模糊约束集	隶属度
驻地部队分布	集中，一般，分散	驻地部队分布集中 A1	A1={1,0.5,0}
兵工厂分布	集中，一般，分散	兵工厂分布集中 A2	A2={1,0.5,0}

地理环境	很好，好，一般，差，很差	地理环境很好 A3	A3={1,0.8,0.5,0.2,0}
运输力量	很好，好，一般，差，很差	运输条件很好 A4	A4={1,0.8,0.5,0.2,0}
民用资源	很好，好，一般，差，很差	民用力量很好 A5	A4={1,0.8,0.5,0.2,0}

3.2 数据量化和模糊处理设计

其中 1—10 组数据为经过量化和模糊处理，并求出隶属度的实验训练数据。

表 2 实验训练数据

方案序号	地理环境	部队分布	候选地价	兵工厂分布	运输距离	运输力量	选址面积	民用资源	专家评估
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	0.81	0.85	0.69	0.79	0.83	0.61	0.78	0.58	0.75
3	0.67	0.78	0.83	0.57	0.71	0.65	0.34	0.81	0.72
4	0.92	0.56	0.74	0.38	0.82	0.71	0.63	0.57	0.81
5	0.83	0.61	0.84	0.88	0.75	0.81	0.77	0.82	0.85
6	0.78	0.66	0.82	0.78	0.51	0.87	0.56	0.91	0.78
7	0.64	0.53	0.84	0.56	0.77	0.81	0.92	0.34	0.69
8	0.81	0.38	0.91	0.67	0.89	0.56	0.49	0.88	0.70
9	0.63	0.56	0.48	0.37	0.42	0.61	0.93	0.32	0.54
10	0.34	0.59	0.71	0.83	0.49	0.29	0.18	0.33	0.47

3.3 测试数据设计

首先采用专家咨询法、专家评分法等方法进行模糊处理和量化，再用相关的隶属函数确定隶属度。考虑的因素有：候选地地价、运输距离、候选地面积、驻

地部队分布、兵工厂分布、地理环境、运输力量和民用资源。其中 11—15 组数据为决策备件库选址测试数据。

表 3 选址测试数据

方案序号	地理环境	部队分布	候选地价	兵工分布	运输距离	运输力量	选址面积	民用资源	预测结果	决策排序
11	0.58	0.67	0.91	0.48	0.32	0.88	0.95	0.57	0.86	2
12	0.73	0.26	0.81	0.69	0.53	0.42	0.31	0.66	0.55	5
13	0.81	0.57	0.85	0.76	0.93	0.49	0.27	0.88	0.74	3
14	0.77	0.36	0.72	0.55	0.87	0.43	0.61	0.74	0.69	4
15	0.82	0.94	0.85	0.93	0.36	0.79	0.68	0.87	0.89	1

3.4 运用 MATLAB 软件进行仿真

根据模糊规则，可得到网络的训练样本 P 和 T。运用 MATLAB 软件进行仿真^[10]如下：

%获得网络训练的输入样本 P 和目标样本 T

P=[1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00;

0.81 0.85 0.69 0.79 0.83 0.61 0.78 0.58;

0.67 0.78 0.83 0.57 0.71 0.65 0.34 0.81;

0.92 0.56 0.74 0.38 0.82 0.71 0.63 0.57;

0.83 0.61 0.84 0.88 0.75 0.81 0.77 0.82;

0.78 0.66 0.82 0.78 0.51 0.87 0.56 0.91;

0.64 0.53 0.84 0.56 0.77 0.81 0.92 0.34;

0.81 0.38 0.91 0.67 0.89 0.56 0.49 0.88;

0.63 0.56 0.48 0.37 0.42 0.61 0.93 0.32;

0.34 0.59 0.71 0.83 0.49 0.29 0.18 0.33]';

```
T=[1.00 0.75 0.72 0.81 0.85 0.78 0.69 0.70 0.54
0.47];
```

%根据 Kolmogorov 定理,由于输入层有 8 个结点,
所以中间层有 17 个结点

```
%中间层神经元的传递函数为 tansig
```

```
%输出层只有一个结点,其神经元传递函数为
logsig
```

```
%训练函数采用 trainlm
```

```
net=newff(minmax(P),[17,1],{'tansig','logsig'},'trainlm');
```

```
%训练步数为 1000 次
```

```
%训练目标误差为 0.001
```

```
net.trainParam.epochs=1000;
```

```
net.trainParam.goal=0.001;
```

```
net=train(net,P,T);
```

```
Y=sim(net,P);
```

```
得出网络模型的训练结果为:
```

```
TRAINLM, Epoch 0/1000, MSE 0.0775724/0.001,
Gradient 0.715714/1e-010
```

```
TRAINLM, Epoch 2/1000, MSE 9.64061e-005/
0.001, Gradient 0.0195576/1e-010
```

```
TRAINLM, Performance goal met.
```

网络模型经过 2 次训练后,目标误差达到要求,
结果如图 4 所示。

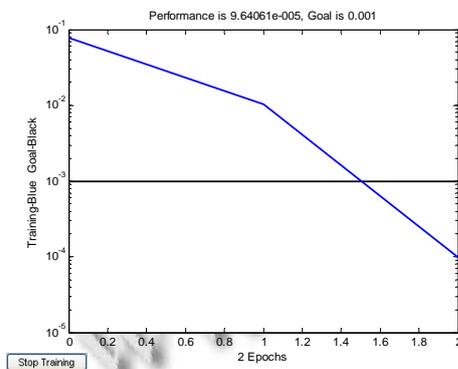


图 4 网络模型训练结果

预测过程代码如下:

```
P_test=[0.58 0.67 0.91 0.48 0.32 0.88 0.95 0.57;
```

```
0.73 0.26 0.81 0.69 0.53 0.42 0.31 0.66;
```

```
0.81 0.57 0.85 0.76 0.93 0.49 0.27 0.88;
```

```
0.77 0.36 0.72 0.55 0.87 0.43 0.61 0.74;
```

```
0.82 0.94 0.85 0.93 0.36 0.79 0.68 0.87]';
```

```
Y=sim(net, P_test)
```

从以上预测结果来看,方案 15 最优,方案 12 最差,这也与各方案的指标因素特点一致,根据预测结果即可得出最优化的备件库选址的决策。

4 本文小结

神经模糊控制是神经网络与模糊控制相结合的一种新的研究方法,在军事领域上的应用前景可观。本文只是把神经模糊控制应用到备件库选址建模上进行了初步探讨和实践,实际上网络模型的拓展性,收敛性,计算简化等问题仍需进一步深入研究和探讨。

参考文献

- 1 陈军,陈永革,王程.基于神经网络的装备保障资源评估.军事交通学院学报,2008,10(4):46-49.
- 2 潘亚楠,李晶.基于 BP 神经网络的故障诊断技术在装备维修中的应用.舰船电子工程,2010,174(10):138-140.
- 3 程力,李勇,韩国柱.基于神经网络的装备维修资源保障能力评估.军事运筹与系统工程,2006,20(3):77-78.
- 4 袁义,赵宏宇.BP 神经网络在装备维修保障能力评估中的应用.电脑与信息技术,2009,17(5):28-31.
- 5 汪振兴,刘臣宇,李丽,杨乃宗,张素琴.基于改进 BP 神经网络的某型装备故障诊断专家系统.计算机与现代化,2010,17(2):200-203.
- 6 王学智,刘罕杰,孙正民.基于 BP 神经网络的装备维修人员保障能力评估.四川兵工学报,2010,31(4):4-6.
- 7 张伟,花兴来.BP 神经网络的地面雷达全寿命周期费用估算.空军工程大学学报(自然科学版),2009,10(1):52-54.
- 8 石辛民,郝整清.模糊控制及其 MATLAB 仿真.北京:清华大学出版社,2008.225-229.
- 9 葛哲学,孙志强.神经网络理论与 MATLABR2007.北京:电子工业出版社,2007.267-287
- 10 张德丰.MATLAB 神经网络仿真与应用.北京:电子工业出版社,2009.148-149.