

# 基于神经网络的中医面诊证素辨证的研究\*

陆萍<sup>a</sup>, 林坤辉<sup>b</sup>, 周昌乐<sup>c</sup>

(厦门大学 a 数学科学学院; b 软件学院; c 计算机与信息科学学院, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 根据中医诊断推理对知识的不确定性、不完全性和逻辑推理的模糊性及神经网络技术的特点出发, 利用神经网络对中医面诊证素辨证进行研究, 得到一个关于证素辨证的面诊神经网络结构。在 MATLAB 上设计出这个神经网络结构, 对 64 例病例进行辨证并对其结果进行分析。

**关键词:** 神经网络; 中医面诊; 证素辨证

**中图分类号:** TP391.5      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-3695(2008)09-2655-03

## Research of TCM face diagnosis and symptom factor based on NN

LU Ping<sup>a</sup>, LIN Kun-hui<sup>b</sup>, ZHOU Chang-le<sup>c</sup>

(a School of Mathematic & Science; b School of Software; c School of Information Science & Technology, Xiamen University, Xiamen Fujian 361005, China)

**Abstract:** Traditional Chinese medical diagnosis has the characteristic of uncertainty, imperfection and illegibility, and the neural network has the same characteristic. From the point of view, this paper discussed the thought that use the technology of neural network to research the traditional Chinese medical face diagnosis and symptom factors. It constructed the neural network of the TCM face diagnosis and symptom, and analyzed the result.

**Key words:** NN (neural network); TCMFD (traditional Chinese medical face diagnosis); symptom factors

中医药现代化是国家中长期科技发展规划中具有战略意义的研究领域。随着社会各方面的信息化、信息化的概念刻不容缓地进入了医学领域。在计算机的帮助下, 西方医学在各个方面的研究成果和医务人员的工作效率都有了显著提高。作为另一大医学理论体系的中医学仍然沿用上古的方法为大众服务, 并没有从根本上解决中医辨证论治的逻辑形式化描述问题, 这成为了医务人员的学习和工作以及将中医推向世界的阻碍。实践证明, 贯穿中医学基本理论的诊病方法和辩证思维不能完全沿用西方医学所采用的计算机信息技术来实现中医学的智能信息化<sup>[1]</sup>。中医诊断推理对知识的不确定性、不完全性和逻辑推理的模糊性等特点, 需要从计算机“软计算”技术方面入手, 逐步实现中医诊断的信息化。

### 神经网络与中医面诊证素辨证

20 世纪 40 年代心理学家 W. S McCulloch 和数学家 W. Pitts 从人脑信息处理的特点出发, 采用数学模型的方法研究了脑细胞的动作和结构, 以及生物神经元的一些基本的特征, 提出了第一个人工神经计算模型, 即神经元的阈值元件 M-P 模型。他们使用一些节点和节点之间的连接, 构成一个模拟大脑可用于逻辑运算的简单的神经网络模型。人工神经网络的特点和优越性主要表现在四个方面: 具有自适应的学习能力; 具有处理非线性映射的能力; 具有泛化能力; 具有高速寻找优化解的能力, 即神经网络具有并行计算能力。

《灵枢 邪气脏腑病形》说: “十二经脉, 三百六十五络, 其

血气皆上于面而走空窍。由于心主血脉, 其华在面, 手足三阳经皆上行于头面, 特别是多气多血的足阳明胃经分布于面, 故面部血脉丰盛, 为脏腑气血之所荣; 加之面部皮肤外露, 其色泽变化易于观察。凡脏腑的虚实、气血的盛衰皆可通过面部色泽的变化而反映于外, 因而临床将面部作为望诊的主要部分。

朱文锋教授经过数十年的深入研究创立了证素辨证新体系。所谓证素, 就是指辨证的基本要素。证素是通过辩证候(症状、体征等)的辨识而确定的病位和病性, 是构成证名的基本要素。在这里, 证实候包括证候、证素、证名。辩证就是根据证候(病理信息)辨别证素(确定病变本质)组合成证名(辩证诊断)的思维认识过程。根据这一特点, 就可以利用软计算方法与技术构建根据病人病“症”进行病证分类的神经网络, 初步解决病症—病证组合分类的问题。

### 中医面诊证素辨证神经网络结构

图 1 所示的是中医面诊证素辨证神经网络设计图, 其分为三个部分: a) 输入预处理层, 其主要功能是通过面诊将诊断结果分为五类。b) 证素辨证计算隐层, 其主要功能是对经过预处理的中医症状所得数值进行计算、分类。它由两个子层组成, 第一子层主要是对症状的值的计算, 第二子层神经元主要是对症状的值计算结果进行分类。c) 输出后处理层, 其主要功能是对隐层计算出的结果进行中医面诊—证素证型的对应设置, 输出中医对应的 15 个证型。最终完成对输入症状的中医辨证。

收稿日期: 2007-12-12; 修回日期: 2008-02-25      基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60672018); 厦门大学“985”二期信息创新平台资助项目(0000-X07204)

作者简介: 陆萍(1982-), 女, 福建建瓯人, 硕士研究生, 主要研究方向为人工智能应用(pinglu82@126.com); 林坤辉(1961-), 男, 福建惠安人, 副教授, 主要研究方向为智能信息处理、多媒体应用; 周昌乐(1959-), 男, 教授, 主要研究方向为人工智能。

1) 输入预处理层神经元模型

输入预处理层神经元模型的主要功能是通过面诊将诊断结果分为:赤、青、黄、白、黑五类,如表 1 所示。

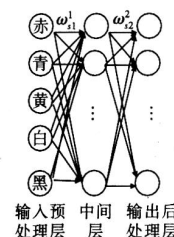


图 1 三层前馈式神经网络结构

表 1 面部五色主病表

颜色	编码	主病(编码)
赤	1	实热证(1);虚热证(2);戴阳证(3)
青	2	寒证(4);痛证(5);血瘀(6);惊风(7)
黄	3	脾虚(8);湿证(9)
白	4	气虚(10);血虚(11);阳虚(12);寒证
黑	5	肾阴虚(13);肾阳虚(14);水饮(15);瘀血;痛证

2) 中间层

根据输入预处理层的分类所得到不同的权值 ( $\omega_{s1 \times R}^1$ ,  $\omega_{s2 \times s1}^2$ )。其中输入层与第一子层神经元的连接权值  $\omega_{s1 \times R}^1$  为输入样本的转置矩阵,即  $\omega_{ij}^1 = [\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k]$ 。其中  $\bar{x}_i \in X$ , X 为样本输入向量集合, k 为样本数目。第二子层神经元的连接权值,即期望向量矩阵  $\omega_{s2 \times s1}^2$  为期望输出向量 Y 的转换矩阵:

$$\omega_{ij}^2 = T(Y) = \begin{cases} 1 & i = y_m (y_m \in Y, m = 1, 2, \dots, S2), j = m \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (1)$$

其中: Y 为训练样本期望输出向量。

图 2 是中医面诊—证素辨证计算中间层模型,包括两部分,第一子层包含  $s1$  个神经元,第二子层包含  $s2$  个神经元,它们主要是将输入的数据进行计算处理,获得相关证型数据。其输入向量  $X$  ( $R$  维输入向量)首先与阈值  $\theta_{s1}^1$  相乘,然后计算权值向量  $\omega_{s1 \times R}^1$  的行向量之间的距离  $\text{dist}$ ,产生  $s1$  维向量,再经过函数  $f$  传递到第一隐层的输出  $a_{s1}^1$ ,即可表示为  $a^1 = f(\text{dist}(\theta_{s1}^1, P \times X^1))$ 。其中  $\text{dist}()$  表示第一隐层权值向量  $\theta_{s1}^1$  与输入向量  $P \times X^1$  之间的距离。然后第一子层计算结果  $a_{s1}^1$  与期望向量矩阵  $\omega_{s2 \times s1}^2$  相乘,即  $\omega_{s2 \times s1}^2 \times a_{s1}^1$ ,获得中间结果  $b_{s2 \times s1}^1$ 。其中,期望向量矩阵  $\omega_{s2 \times s1}^2$  的每一列向量只有一个元素为 1,代表相对应的类别,其余元素均为 0。再通过第二子层神经元过滤函数  $\psi$  计算得到输出  $s2$  维向量  $b_{s2}^2$ ,把其中较大的元素取为 1,其余元素为 0。最后得到面诊—证素辨证神经网络的输出  $s2$  维向量  $a^2$ 。至此,面诊—证素辨证神经网络就能够完成对输入症状的证素辨证。

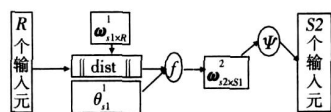


图 2 中医面诊—证素辨证计算中间层模型

第一层子层神经元的激活函数的形式为

$$a^1 = f(X) = \sum_{i=1}^k \exp(-\text{dist}(x_i)^2 / 2) \quad (2)$$

其中:  $\text{dist}(x_i) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_i \times x_j = -1_{ij} \\ 0 & \text{others} \end{cases}$

当输入的向量  $x$  与网络权值  $\theta_{s1}^1$  某一分量接近时,网络就会作出有效的响应。

第二层子层神经元的激活函数为过滤函数,其形式为

$$a^2 = (a_{s2}^1) = f(a_i), i = 1, 2, \dots, S2 | a_i = \begin{cases} 1 & \text{if } k_i \text{ is max}, K = \omega_{s2 \times s1}^2 \times a_{s1}^1 \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (3)$$

其中:  $K = \{k_i, i = 1, 2, \dots, S1\}$

输入层与第一子层神经元的连接权值  $\omega_{s1 \times R}^1$  为输入样本的转置矩阵,即  $\omega_{ij}^1 = [\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k]$ 。其中:  $\bar{x}_i \in X$ , X 为样本输入向量集合, k 为样本数目。由此则把所有样本都能够存储记忆在八纲辨证神经网络中。

第二子层神经元的连接权值,即期望向量矩阵  $\omega_{s2 \times s1}^2$  为期望输出向量 Y 的转换矩阵:

$$\omega_{ij}^2 = T(Y) = \begin{cases} 1 & i = y_m (y_m \in Y, m = 1, 2, \dots, S2), j = m \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (4)$$

其中: Y 为训练样本期望输出向量。

阈值  $\theta_{s1}^1$  随机产生,可以用优化算法对其进行优化。

3) 输出后处理层

该层主要是将中间层得出的数值结果转换成面诊—证素辨证结果。

实验结果及分析

本文基于面诊的证素辨证,在 MATLAB 工具下构造一个三层前馈式神经网络。根据表 1 选定了 19 个典型病例作为面诊—证素辨证的模范样本,并将其分成五个部分对应于不同的中间层的权值。

表 2 面诊—证素辨证神经网络辨证计算隐层第一子层的连接权值 (1)

入	出											
	寒热	疼痛	头身	饮食	二便	神	面色	皮肤	脉象	舌体	舌苔	其他
1	3	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0
2	0	0	1	3	1	0	1	0	10	1	4	0
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

注明:出:输入预处理层神经元;入:辨证计算隐层第一子层神经元(下同)。

表 3 面诊—证素辨证神经网络辨证计算隐层第一子层的连接权值 (2)

入	出											
	寒热	疼痛	头身	饮食	二便	神	面色	皮肤	脉象	舌体	舌苔	其他
4	2	0	0	2	2	0	2	0	2	2	2	0
5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
6	0	1	0	0	0	0	2	1	3	0	0	1
7	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0

表 4 面诊—证素辨证神经网络辨证计算隐层第一子层的连接权值 (3)

入	出											
	寒热	疼痛	头身	饮食	二便	神	面色	皮肤	脉象	舌体	舌苔	其他
8	0	0	2	4	2	0	3	0	0	2	2	0
9	0	0	3	4	0	1	3	0	4	0	3	0
10	0	0	3	4	0	1	3	0	5	0	3	0

表 5 面诊—证素辨证神经网络辨证计算隐层第一子层的连接权值 (4)

入	出											
	寒热	疼痛	头身	饮食	二便	神	面色	皮肤	脉象	舌体	舌苔	其他
11	2	0	0	2	2	0	4	0	2	2	2	0
12	0	0	4	0	0	1	4	0	9	3	2	0
13	0	0	5	0	0	3	4	3	5	2	2	0
14	4	0	0	2	2	0	4	0	7	2	2	0

表 6 面诊—证素辨证神经网络辨证计算隐层第一子层的连接权值 (5)

入	出											
	寒热	疼痛	头身	饮食	二便	神	面色	皮肤	脉象	舌体	舌苔	其他
15	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
16	0	1	0	0	0	0	5	1	3	0	0	1
17	1	3	1	0	1	2	5	0	10	1	4	0
18	3	3	0	0	0	1	5	0	7	2	2	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	5	2

表 7 面诊—证素辨证神经网络辨证计算隐层第二子层的连接权值 (1)

入	出														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注明,出:辨证计算隐层第一子层神经元;入:辨证计算隐层第二子层神经元。

表 8 面诊 - 证素辨证神经网络辨证计算隐层第二子层的连接权值 (2)

入	出														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

表 9 面诊 - 证素辨证神经网络辨证计算隐层第二子层的连接权值 (3)

入	出														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

表 10 面诊 - 证素辨证神经网络辨证计算隐层第二子层的连接权值 (4)

入	出														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

表 11 面诊 - 证素辨证神经网络辨证计算隐层第二子层的连接权值 (5)

入	出														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

本文用面诊—证素辨证神经网络对 64 个病例分别进行证型辨别,结果如表 12 所示。

从面诊—证素辨证神经网络结果可以看出,面诊—证素神经网络基本上都能得到准确的证型辨证结果(除脾虚和湿证外),但有些结果也附加其他结果。由于脾虚和湿证与中间层第一层的权值十分接近,又由于激活函数对于脾虚的输出值十分接近于湿证的输出值,容易出错。但总体而言辨证结果的准确率还是比较高的,如要应用于临床还需进一步提高准确率。

### 结束语

以上实验结果表明,利用现有固定结构的神经网络模型构建中医面诊系统,能够根据样本值对网络构造和训练,对部分非样本测试值也能作出合理的诊断。从而说明采用神经网络技术构建中医面诊是完全可行的。但是由于网络结构相对固定,只是根据样本对其权值进行训练,而不能根据样本动态地调整适合中医诊断推理的神经网络的结构,达到神经网络权值、结构等整体的最优,这就限制了中医面诊的神经网络有效提高诊断推理结果的准确率。所以,首先需要从现有的神经网络模型中选择恰当的模型,构建神经网络的初始结构及其权值;再对其利用软计算中其他相互协同互补的方法,如遗传算法对构建的中医诊断知识库中的每一类神经网络进行优化,达到针对一类病证诊断的神经网络的结构和权值最优。并且采用多级目录管理的方式对构建的各个神经网络和神经网络子

库进行有效的管理和调用(这也是下一步的工作)。从而能够构建适合中医面诊系统。

表 12 诊断结果

编号	NN 诊断结果	专家诊断结果	编号	NN 诊断结果	专家诊断结果
1	阳虚	气虚	33	湿证,脾虚	脾虚
2	阳虚,血虚	血虚	34	湿证,脾虚	湿证
3	血虚,气虚,阳虚	气虚,阳虚	35	湿证,脾虚	湿证
4	血虚	血虚	36	实热证	实热证
5	阴虚	阴虚	37	脾虚	脾虚
6	血虚,气虚	气虚,血虚,阳虚	38	湿证	湿证
7	阳虚,寒证	气虚,阳虚	39	湿证,脾虚	脾虚
8	脾虚	脾虚,湿证	40	脾虚	脾虚
9	血虚	气虚,阳虚	41	脾虚	脾虚
10	脾虚,湿证	脾虚,湿证	42	湿证	脾虚
11	气虚	气虚	43	湿证	湿证
12	气虚,阳虚	阳虚	44	阴虚	阴虚
13	气虚	气虚	45	脾虚	脾虚
14	气虚	气虚	46	湿证,脾虚	脾虚
15	气虚,阳虚,寒证	阳虚	47	湿证,脾虚	脾虚
16	血虚,气虚,阳虚,寒证	阳虚	48	脾虚	脾虚
17	脾虚	脾虚	49	实热证	实热证
18	脾虚	湿证	50	实热证	实热证
19	湿证	湿证	51	实热证	实热证
20	脾虚	脾虚,湿证	52	实热证	实热证
21	湿证	湿证	53	实热证	实热证
22	实热证	阴虚	54	阴虚	阴虚
23	脾虚	湿证	55	实热证	实热证
24	湿证,脾虚	湿证	56	实热证	实热证
25	脾虚	湿证	57	实热证	实热证
26	脾虚	脾虚	58	实热证	实热证
27	脾虚	脾虚	59	实热证	实热证
28	脾虚	脾虚	60	阴虚	阴虚
29	脾虚	脾虚	61	阴虚	阴虚
30	实热证	实热证	62	痛证	肾阳证
31	实热证	实热证	63	阴虚,实热证	实热证
32	实热证	实热证	64	痛证	肾阴虚

### 参考文献:

[1] 吴微. 神经网络计算 [M]. 北京:高等教育出版社, 2003.

[2] 魏海坤. 神经网络结构设计的理论与方法 [M]. 北京:国防工业出版社, 2005.

[3] 董长虹. MATLAB 神经网络与应用 [M]. 北京:国防工业出版社, 2005.

[4] 朱文锋. 中医诊断学 [M]. 北京:中国中医药出版社, 2004: 143-156.

[5] 曹显庆. 人工神经网络技术在医学研究中的应用 [J]. 现代临床医学生物工程专业杂志, 2003, 9 (1): 57-60.

[6] LEE SW, HEON H. A new recurrent neural network architecture for visual pattern recognition [J]. IEEE Trans on Neural Networks, 1997, 8 (2): 331-340.

[7] 朱文锋. 构建“证素辨证”新体系的意义 [J]. 浙江中医学院学报, 2006, 30 (2): 135-136, 142.

[8] 文锋,甘慧娟. 证素内容的辨析 [J]. 湖南中医药导报, 2005, 11 (1): 11-13.

[9] 朱文锋,晏峻峰,黄碧群. 贝叶斯网络在中医证素辨证体系中的应用 [J]. 中西医结合学报, 2006, 4 (6): 567-571.