

# 《计算智能》软件工程研究生试题

2011年1月 长春

一、 填空：(每题4分，共28分)

1、 计算智能主要包含 神经网络 模糊系统 进化计算 三个领域。

2、 根据韦肖(Willshaw)的证明，表示一个“知识”的神经元数量，最好是网络中神经元总数的对数值，那么若神经网络中总共有 $10^6$ 个神经元，则每个“知识”最好用  $6 \log_{10} 10^6 = 20$  个神经元来编码。

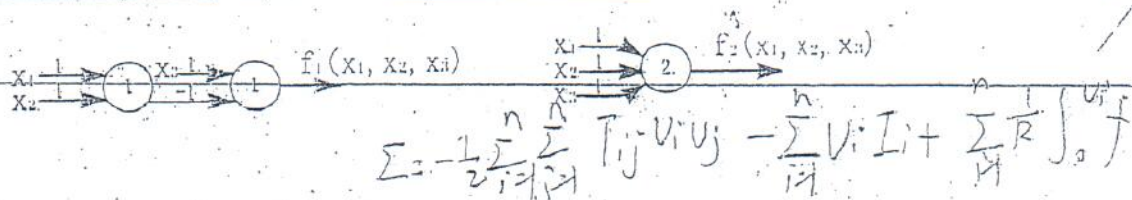
3、 先将记忆模式设计成为稳态，给定有关信息时就回忆起来的学习方式是 联想学习；给定输入模式，教师指定期望输出，通过调整权系达到稳定的学习方式是 教师指导的学习；给定一个输入模式，使某些(个)神经元兴奋的学习方式是 竞争学习。

4、 前向网络常用 误差函数 来判别其实际输出向量  $Y_k$  与教师信号向量  $T_k$  的误差。若  $N$  为输入样本的个数， $m$  为输出向量的维数，则 二乘误差函数 的表达式为  $\frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^m (Y_{ki} - T_{ki})^2$ 。

5、 反馈型神经网络有两种工作方式，其中在任一时刻  $t$ ，只有某一个节点变化而其余节点的状态保持不变的是 串行(异步) 工作方式；所有的节点都改变状态的是 同步 工作方式。

6、 反馈型神经网络常用 能量函数 来判别其状态的稳定性，请给出一种 Hopfield 所定义的 能量函数 表达式为  $E = -\frac{1}{2} \sum_i \sum_j w_{ij} x_i x_j - \sum_i I_i x_i$ 。

7、 按下图给出的 M-P 模型的权值和阈值，则输出与输入之间的逻辑函数式  $f_1(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3$ ； $f_2(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 + x_1 \bar{x}_2 x_3 + x_1 x_2 \bar{x}_3 + x_1 x_2 x_3$ 。



二、 选择：(每题5分，共20分)

1、 神经网络处于 D 状态时，其各连接权值固定，计算单元的状态变化。

A. 初始期 B. 学习期 C. 稳定期 D. 工作期



梯度下降法

使用即算法的网络

2. BP 网络使用的学习规则是 B; Hopfield 网络使用的学习规则是 A;

A. 相关规则 B. 纠错规则 C. 竞争规则 D. 模拟退火算法

3. 能识别任一凸多边形或无界的凸区域的感知器最少包含 B 个隐层。

A. 0 B. 1 C. 2 D. 不一定

4. 能完全避免陷入局部极小问题的网络类型是 C。

A. 前向型 B. 反馈型 C. 竞争型 D. 以上都不能

竞争神经网络能避免局部极小问题

三、判断: (每题 4 分, 共 16 分)

1. BP 网络模型并不是一个非线性动力学系统, 只是一个非线性映射。

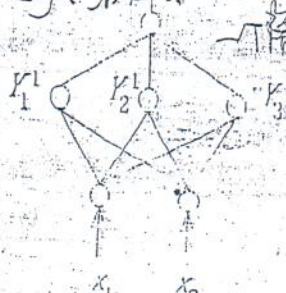
2. 反馈型神经网络的学习目的是快速寻找到稳定点, 一般用误差判别是否趋于稳定点。

3. 从知识存储方式来看, 神经网络将知识存在权系数中, 都具有分布存储的特点。

4. 自组织映射网络中的权值是输入样本的记忆, 是一种有教师指导的网络。

四、画图说明以下两个感知器具有何种分类决策能力 (10 分)

一个隐层的感知器



一个简单感知器

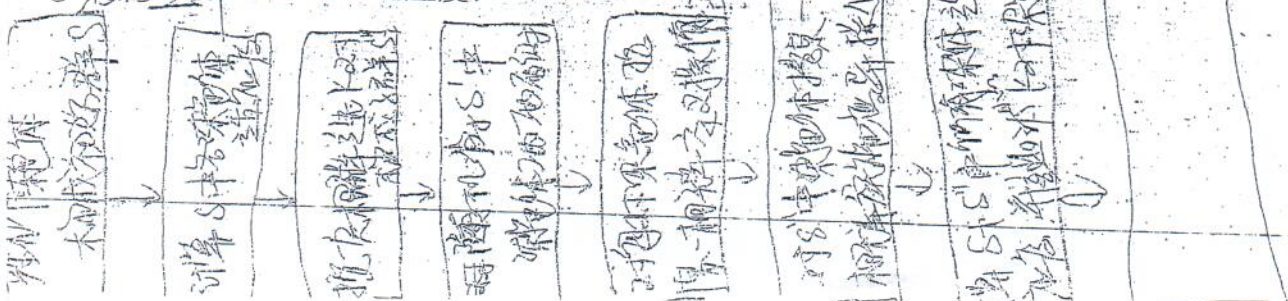
编码和初始群作生成  
样本中个作适应度的检测评价

选择  
交叉  
变异

五、完成: (共 10 分)

(1) 画出遗传算法的基本流程图

(2) 写出适应度比例选择





2011年.

## 一、填空.

1. 计算智能主要包括 ( 人工神经网络 ), ( 模糊系统 ), ( 进化计算 ) 三个领域.

2. 根据韦肖 (Willshaw) 的证明, 表示一个“知识”的神经元数量, 最好是网络中神经元总数的对数值. 那么若神经网络中总共有  $10^6$  个神经元, 则每个“知识”最好用 ( 20 ) 个神经元来编码.

3. 死机学习: 先将记忆模式设计成为稳态, 给定有关信息时就回忆起该模式的学习方式.

有教师指导的学习: 给定输入模式, 教师指定期望输出, 调整权重达到稳定的学习方式.

竞争学习: 给定一个输入模式, 使某些 (个) 神经元兴奋的学习方式.

4. 前向网络常用误差函数来判别其实际输出向量  $Y_k$  与教师信号向量  $T_k$  的误差. 若  $N$  为输入样本的个数,  $m$  为输出向量的维数, 则二乘误差函数的表达式 (  $E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^m (Y_{kj} - T_{kj})^2$  )

5. 反馈型神经网络有两种工作方式 { 串行  
并行

串行: 在任一时刻  $t$ , 只有某一个节点变化而其余节点的状态保持不变

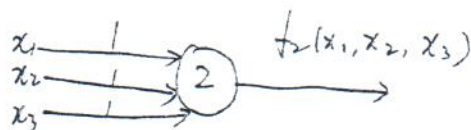
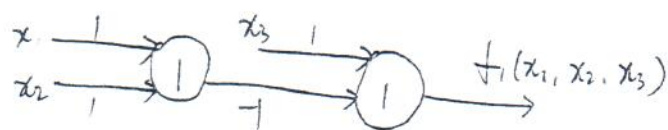
并行: 所有节点都改变状态

请给出一种 Hopfield 所定义的能函数表达式。

$$E = -\frac{1}{2} \sum_i \sum_j W_{ij} x_i x_j - \sum_i I_i x_i$$

7. 按下图给出的 M-P 模型的权值和阈值，则输出与输入之间的逻辑函数式  $f_1(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3$

$$f_2(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 x_2 x_3 + x_1 \bar{x}_2 x_3 + x_1 x_2 \bar{x}_3 + x_1 x_2 x_3$$



二、选择。

1. 神经网络处于 ( 工作期 ) 状态时，其各连接权值固定，计算单元状态变化。

神经网络处于 ( 学习期 ) 状态时，各计算单元状态不变，各连接权值可修改。

2. BP 网络学习规则：( 纠错规则 ) BP 算法：基于梯度下降算法。  
Hopfield 网络学习规则：( 相关规则 )

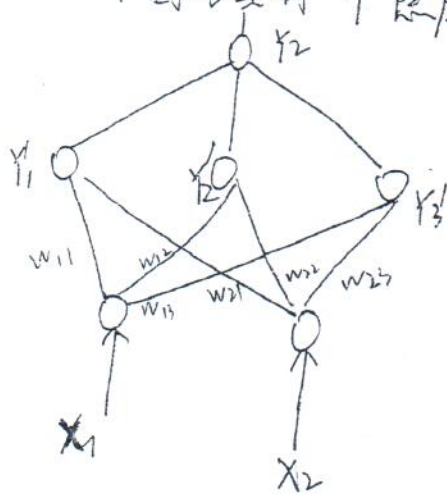
3. 能识别任一凸多边形或无界的凸区域的感知器最少包含 ( 1 ) 个隐层。

4. 能完全避免陷入局部极问题的网络类型 ( 神经网络 )。

1. BP网络模型并不是一个非线性动力学系统，而是一个非线性映射。
2. 前馈型神经网络学习训练的目的在于快速收敛，一般用误差函数来判定其收敛程度。

反馈型神经网络学习训练的目的在于快速 ~~收敛~~ 寻找稳定点，一般用能量函数来判定是否趋于稳定点。

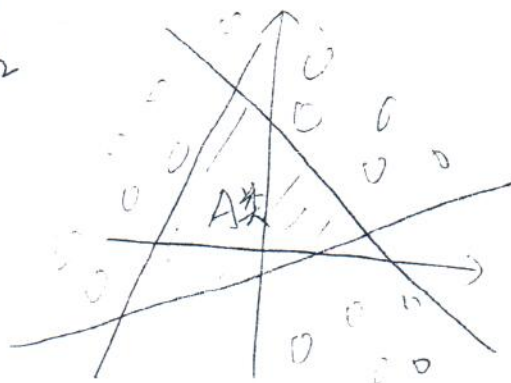
3. 从知识存储方式来看，神经网络将知识存在权重参数中，都具有分布存储的特点。
  4. 自组织、映射网络为一个无教师指导的、自适应、自组织的网络。
- 四、下图为具有一个隐层的感知器，试画图解释其分类能力。



输出层节点输出  $y^2 = f(\sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot y_j^1 - \theta_i)$

输入层2个节点，隐层为3个节点。

则可形成3个2维空间的超平面。



隐层第j个节点的输出

$$y_j^1 = f(\sum_{i=1}^n w_{ij} \cdot x_i - \theta_j)$$

(j=1, 2, 3)

可以在二维输入空间上决定三条直线，因为各自  $w_{ij}$  和  $\theta_j$  不同， $\therefore$  三条直线斜率和截距各不同。

从隐单元到输出层只要满足下式才能得到正确输出。

$$y^2 = (x_1, x_2) [(w_{11} \cdot x_1 + w_{12} \cdot x_2 - \theta_1) > 0]$$

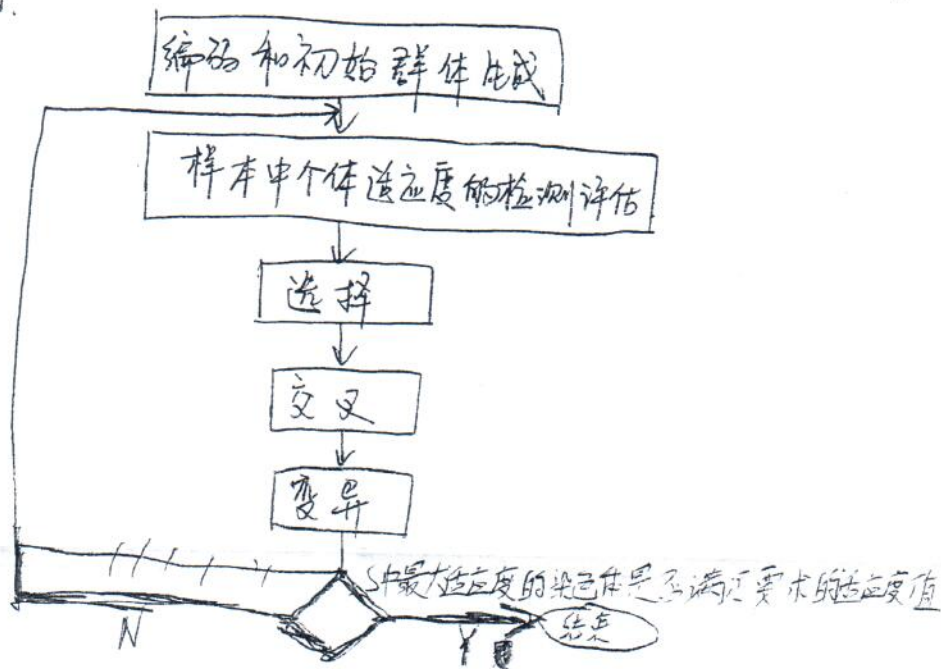
$$[w_{12} \cdot x_1 + w_{13} \cdot x_2 - \theta_2 > 0] \cdot [w_{21} \cdot x_1 + w_{22} \cdot x_2 - \theta_3 > 0]$$

隐层节点到输出节点为“与”关系。



## 遗传算法的步骤:

- 1) 随机产生  $N$  个染色体, 构成初始群体  $S$ .
  - 2) 计算群体  $S$  中各染色体的适应度.
  - 3) 根据各染色体的适应度, 按一定概率随机地选择  $K$  对 ( $1 < K < \frac{N}{2}$ ) 染色体, 构成子群体  $S'$ ,  $S' \subset S$ .
  - 4) 随机地将  $S'$  中染色体两两配对.
  - 5) 对每对染色体按照某一概率实施交叉操作, 形成  $K$  对新的子染色体构成子群体  $S''$ .
  - 6) 对  $S''$  中的染色体按某一概率实施变异操作.
  - 7) 计算  $S + S''$  群中所有染色体的适应度, 并淘汰掉适应度小的  $K$  对染色体, 形成新一代群体  $S$ .
  - 8) 若适应度最大的染色体满足要求的适应度或评价标准, 或完成指定的搜索, 则解码  $S$  中适应度最大的染色体, 得到问题的求解, 否则转向 (3).
- 基本流程图.



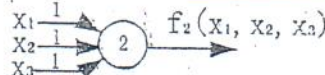
## 一、填空: (每空 2 分, 共 28 分)

1、先将记忆模式设计成为稳态, 给定有关信息时就回忆起来的学习方式是 联想学习;  
给定输入模式和期望输出, 通过调整连接权值和阈值达到稳定的学习方式是 有教师指导的学习;  
定一个输入模式, 使某些 (个) 神经元兴奋的学习方式是 竞争学习。

2、在梯度下降算法中, 学习步长  $\eta$  的选取是为 调整下降速度, 当  $\eta$  过小时会 下降缓慢, 当  $\eta$  过大时会 下降太快, 可能错过全局最优解。

3、在模糊控制过程中, 首先要通过 模糊化 将清晰量转换为模糊量, 然后通过 模糊推理规则 来求解, 最后通过诸如 重心法 法实现去模糊操作。  
最大隶属度法

4、下图给出的 M-P 模型的权值和阈值, 则输出与输入之间的逻辑函数式  
 $f_1(x_1, x_2, x_3) = \text{与运算}$ ;  $f_2(x_1, x_2, x_3) = \text{与运算}$



5、设  $A$ 、 $B$  是同一论域  $U$  上的两个模糊集合, 隶属度函数分别为  $\mu_A(u)$  和  $\mu_B(u)$ , 试求它们的并、交、补运算:

$$\mu_{A \cap B}(u) = \mu_A(u) \wedge \mu_B(u) = \min\{\mu_A(u), \mu_B(u)\}$$

$$\mu_{A \cup B}(u) = \mu_A(u) \vee \mu_B(u) = \max\{\mu_A(u), \mu_B(u)\}$$

$$\mu_{\bar{A}}(u) = 1 - \mu_A(u)$$

## 二、选择: (每题 2 分, 共 10 分)

1、神经网络处于 学习期 状态时, 其各连接权值固定, 计算单元的状态变化。

A. 初始期 B. 学习期 C. 稳定期 D. 工作期

2、BP 网络使用的学习规则是 B; Hopfield 网络使用的学习规则是 A;

A. 相关规则 B. 纠错规则 C. 竞争规则 D. 模拟退火算法

3、能识别任一凸多边形或无界的凸区域的感知器最少包含 3 个隐层。 三层感知器

A. 0 B. 1 C. 2 D. 不定

4、能完全避免陷入局部极小问题的网络类型是 C。

A. 前向型 B. 反馈型 C. 竞争型 D. 以上都不能

5、下面哪一种方法不是去模糊法 C。

A. 重心法 B. 最大隶属度法 C.  $\alpha, \beta$  两阶段调整法 D. 系数加权平均法

## 三、判断: (每题 2 分, 共 8 分)

1、BP 网络模型并不是一个非线性动力学系统, 只是一个非线性映射。

、反馈型神经网络的学习目的是快速寻找到稳定点, 一般用误差函数来别是否趋于稳定

能识别和记忆



3、从知识存储方式来看，模糊系统将知识存在规则集中，神经网络将知识存在权系数中，都具有分布存储的特点。

4、自组织映射网络中的权值是输入样本的记忆，是一种有教师指导的网络。  $p_{123}(X)$



四、Hopfield 网络与 BP 网络相比，在网络结构、学习方法和工作过程这几方面有何不同？给出 Hopfield 网络权值的学习方法。(共 15 分)

五、简述下列函数的定义，给出一种数学表达式，并说明函数的使用场合和方法。传输函数（激励函数）、误差函数、能量函数、适应度函数、隶属度函数。(每个函数 3 分，共 15 分)

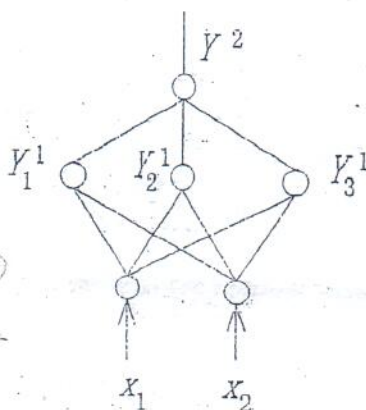
六、下图为具有一个隐层的感知器，试画图解释其分类能力。(10 分)

$$Y^2 = f\left(\sum_{j=1}^n W_{ij} \cdot Y_j^1 - \theta\right)$$

隐层第  $j$  节点的输出为

$$Y_j^1 = f\left(\sum_{i=1}^n W_{ji} \cdot X_i - \theta_j\right)$$

可在  $x_1, x_2$  上任意三条直线



七、根据下面的九条模糊规则试构造一个模糊神经网络拓扑图，并说明各层的功能。(图 10 分，功能 4 分，共 14 分)

- rule1 : if  $X_1$  is small and  $X_2$  is small then  $Y$  is  $H_3$
- rule2 : if  $X_1$  is small and  $X_2$  is mid then  $Y$  is  $H_4$
- rule3 : if  $X_1$  is small and  $X_2$  is big then  $Y$  is  $H_5$
- rule4 : if  $X_1$  is mid and  $X_2$  is small then  $Y$  is  $H_3$
- rule5 : if  $X_1$  is mid and  $X_2$  is mid then  $Y$  is  $H_1$
- rule6 : if  $X_1$  is mid and  $X_2$  is big then  $Y$  is  $H_1$
- rule7 : if  $X_1$  is big and  $X_2$  is small then  $Y$  is  $H_2$
- rule8 : if  $X_1$  is big and  $X_2$  is mid then  $Y$  is  $H_4$
- rule9 : if  $X_1$  is big and  $X_2$  is big then  $Y$  is  $H_5$



## 一. 填空.

1. 死记学习, 有教师指导学习, 竞争学习.
2. 在梯度下降算法时, 学习步长  $\eta$  的选取是为 (调整下降速率), 当  $\eta$  过小时, (下降缓慢), 当  $\eta$  过大时会 (下降过快, 可能错过全局最优解).
3. 在模糊控制过程中, 首先要通过 (模糊化) 将清晰量转换为模糊量, 然后通过 (使用模糊规则进行模糊推理) 来求解, 最后通过诸如 (重心法) 法实现去模糊操作.
4.  $\text{fix}(\dots, x_i)$  题.

5. 设  $A, B$  是同一论域  $V$  上的两个模糊集合, 隶属度函数分别为  $\mu_A(u)$  和  $\mu_B(u)$ , 试求它们的并、交、补运算.

$$\begin{aligned}\mu_{A \cap B}(u) &= \mu_A(u) \wedge \mu_B(u) = \min\{\mu_A(u), \mu_B(u)\} \\ \mu_{A \cup B}(u) &= \mu_A(u) \vee \mu_B(u) = \max\{\mu_A(u), \mu_B(u)\} \\ \mu_{\bar{A}}(u) &= 1 - \mu_A(u).\end{aligned}$$

## 二. 选择.

去模糊法: 重心法, 最大隶属度法, 系数加权平均法, 隶属度限幅系平均法.

四. Hopfield 网络与 BP 网络相比, 在网络结构, 学习方法和工作过程这几方面有何不同? 给出 Hopfield 网络权值的学习方法.

## 前馈神经网络 (BP网络)

- ① 取离散或连续变量.
- ② 一般不考虑输入和输出之间的延迟.
- ③ 只表达输入输出之间的映射关系.
- ④ 仅实现非线性映射.

⑤ 前馈神经网络的学习训练要采用 BP 算法, 计算过程和收敛速度比较慢.

⑥ 学习训练的目的是快速收敛, 一般用误差函数来判定其收敛程度.

## Hopfield 网络权值学习方法.

Hebb 学习规则: 网络中若第  $i$  与第  $j$  个神经元同时处于兴奋状态, 则它们之间的连接权值  $W_{ij}$  应当加强, 即

$$\begin{cases} W_{ij}(n+1) = W_{ij}(n) + \Delta W_{ij} \\ \Delta W_{ij} = \alpha y_i y_j \end{cases} \quad \alpha > 0 \text{ 学习速率系数.}$$

Hopfield 使用修正的 Hebb 规则.

$$\Delta W_{ij} = (2y_i - 1)(2y_j - 1) \quad y_i \in \{0, 1\}, \quad y_j \in [-1, 1]$$

## 反馈型神经网络 (Hopfield 网络)

取离散或连续变量. 网络  
考虑输入输出之间在时间上的延迟, 需要用动态方程来描述非线性动力学系统.

反馈型神经网络的学习主要采用 Hebb 规则. 一般情况下, 网络的收敛速度很快, 并且它与电子电路有明显的对应关系, 使得网络易于硬件实现.

学习目的是快速寻找到稳定点, 一般用能量函数来判定是否趋于稳定点.



1. 误差函数:  $E(w) = g(f(w, x_k, T_k))$ .  $k=1, 2, \dots, N$ .

$E$  称为误差(测度)函数, 即网络的实际输出量  $Y_k$  与教师信号何量  $T_k$  的误差用误差函数来判别. 常用二乘误差函数加以判别. 其中,  $N$  为输入样本的个数,  $m$  为输出何量的维数.

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N E_k = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \|Y_k - T_k\|^2 = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^m (Y_{ki} - T_{ki})^2$$

2. 能量函数: Hopfield 将能量函数的概念引入分析反馈型神经网络, 的稳定过程, 使网络运行的稳定性判断有了可靠的依据.

$$E = -\frac{1}{2} \sum_i \sum_j W_{ij} X_i X_j - \sum_i I_i X_i$$

3. 适应度函数: 在遗传算法中引入适应度函数来评价群体中染色体所代表的解的优势. 其值越大, 相应染色体所代表的解越好.

$$f(i) = \frac{1}{E(i)} \quad E(i) \text{ 代表误差函数值, } E(i) = \frac{1}{2} \sum_k \sum_p (V_k - T_k)^2$$

4. 隶属度函数: 在模糊系统中, 引入隶属度函数来(确定一个模糊变量属于哪个模糊集合论域的程度). 常使用三角形函数, 梯形函数等.

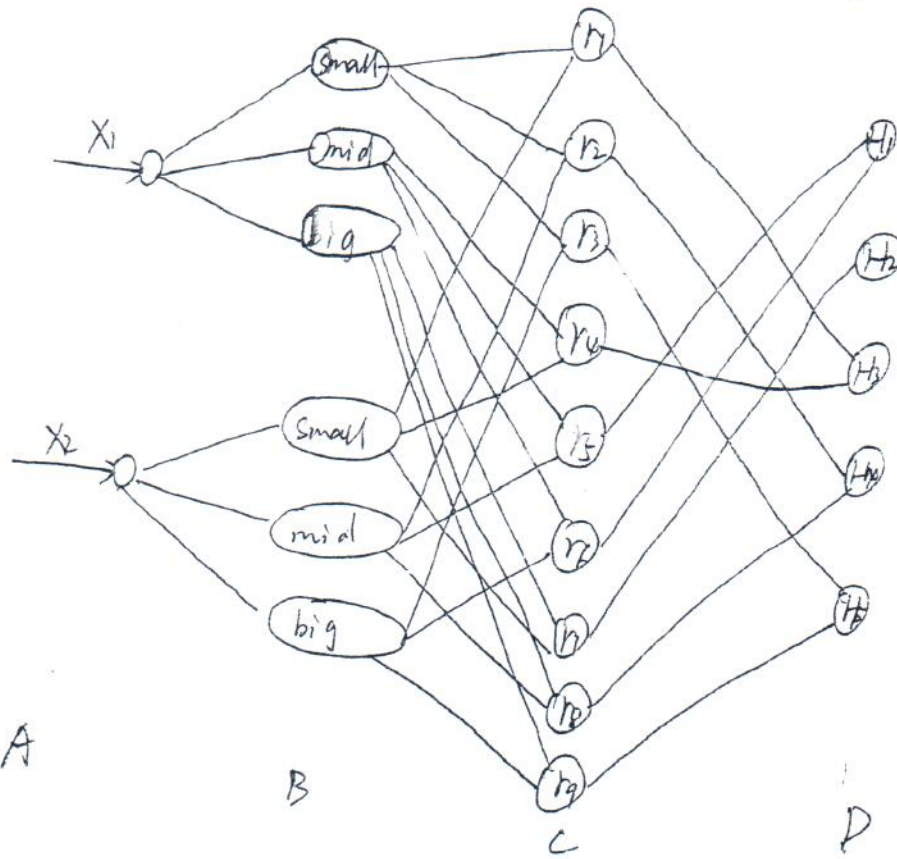
~~$\mu(x)$~~   $\mu(x) = \begin{cases} \frac{x-b}{a-b} & b \leq x \leq a \\ \frac{c-x}{c-a} & a < x \leq c \\ 0 & x < b \text{ 或 } x > c \end{cases}$

二. 传输函数. 描述神经元输入输出关系的函数. 带有阶跃函数, 形线函数, sigmoid 函数, 双曲正切函数. 在模糊神经网络和所搭神经网络的组织网络模型

$$\hookrightarrow f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$

图 2.1

输入变量定义三个模糊子集 {small, mid, big}. 输出变量定义 5 个模糊子集  $\{H_1, H_2, \dots, H_6\}$



A:  $O_i = I_i = X_i$ .

B:  $O_i = \text{Sigmoid}(W_{bi} \times I_i)$

C:  $O_i = \pi I_i$ .

D:  $O_i = \text{sigmoid}(\sum_j (W_{di} \times I_j))$

$\text{big}(x) = \text{Sigmoid}(\alpha_1 (x - \beta_1))$

$\text{big}(x) = \text{Sigmoid}(W_{bi} \times I_i)$

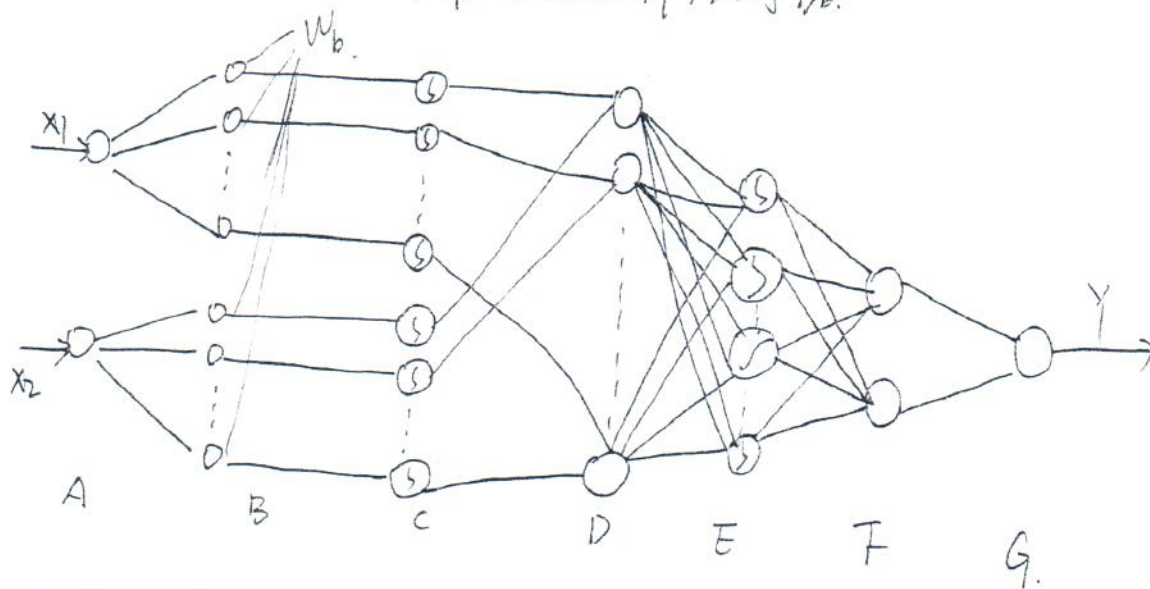
$\text{mid}(x) = \exp(-(x - \beta_2)/(\alpha_2)^2)$

$\text{mid}(x) = \exp(-I_i/W_{bi})$

$\text{small}(x) = 1 - \text{Sigmoid}(\alpha_3 (1 - \beta_3))$

$\text{small}(x) = 1 - \text{sigmoid}(W_{bi} \times I_i)$





根据九条规则可知输出集合  $\{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5\}$ , 输出  $Y$  值有五种。

A层输入层:  $O_i = I_i = X_i$ .

B层模糊化:  $O_i = I_i - W_{bi} = X_i - W_{bi}$

C层. 模糊化:  $O_i = \text{sigmoid}(W_{ci} \times I_i)$ .

$$= \exp(-I_i / W_{ci})^2$$

$$= 1 - \text{sigmoid}(W_{ci} \times I_i)$$

D层实现模糊推理规则: 完成与的功能。

$$O_i = \pi I_i$$

E层: 实现模糊推理规则: 完成求和功能。

$$O_i = \text{sigmoid}(\sum(I_i \times W_{ei}))$$

F层: 利用重心法实现解模糊化。

$$O_1 = \sum(W_{fi} \times I_i)$$

$$O_2 = \sum I_i$$

G层:  $O = I_1 / I_2$ .

一、填空：(每题 2 分，共 26 分)

1、先将记忆模式设计成为稳态，给定有关信息时就回忆起来的学习方式是 死记学习；给定输入模式和期望输出，通过调整连接权值和阈值达到稳定的学习方式是 有教师指导学习；给定一个输入模式，使某些(个)神经元兴奋  $P_{25}$  的学习方式是 竞争学习。

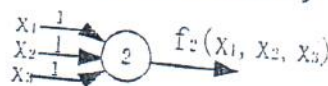
2、反馈型神经网络有两种工作方式，其中在任一时刻  $t$ ，只有某一个节点变化而其余节点的状态保持不变的是 异步 工作方式；所有的节点都改变状态的是 同步 工作方式。  $P_{89}$

3、在模糊控制过程中，首先要通过 模糊化 将清晰量转换为模糊量，然后通过 模糊规则 模糊推理 来求解，最后通过诸如 重心法 法实现去模糊操作。  $P_{60}$

4、在梯度下降算法中，学习步长  $\eta$  的选取是为 控制权值学习 当  $\eta$  过小时会 学习速度慢 当  $\eta$  过大时会 产生振荡。  $P_{41}$

⑤、按下图给出的 M-P 模型的权值和阈值，则输出与输入之间的逻辑函数式

$f_1(x_1, x_2, x_3) = \overline{x_1} \overline{x_2} x_3$  ;  $f_2(x_1, x_2, x_3) = x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_2 x_3$   $P_{16}$



二、选择：(每题 2 分，共 12 分)

1、模糊逻辑是一种 D 逻辑。  $P_{154}$

- A. 二值 B. 离散 C. 概率 D. 多值

2、BP 网络使用的学习规则是 B Hopfield 网络使用的学习规则是 A  $P_{154}$

相关规则



六、设论域  $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$  模糊集合 A, B 分别是  
 $A = \frac{0.7}{x_1} + \frac{0.6}{x_2} + \frac{0.5}{x_3} + \frac{0.4}{x_4}$  ,  $B = \frac{0.8}{x_1} + \frac{0.3}{x_2} + \frac{0}{x_3} + \frac{0.1}{x_4}$ . 求  $A \cap B, A \cup B, \bar{A}, \bar{B}$ . (5分)

七、根据下面的九条模糊规则是构造一个模糊神经网络拓扑图，并说明各层的功能 (图 10 分，功能 4 分，共 14 分)

- rule1 : if X1 is small and X2 is small then Y is H3 ✓  
 rule2 : if X1 is small and X2 is mid then Y is H4 ✓  
 rule3 : if X1 is small and X2 is big then Y is H5 ✓  
 rule4 : if X1 is mid and X2 is small then Y is H3  
 rule5 : if X1 is mid and X2 is mid then Y is H1  
 rule6 : if X1 is mid and X2 is big then Y is H1  
 rule7 : if X1 is big and X2 is small then Y is H2  
 rule8 : if X1 is big and X2 is mid then Y is H4  
 rule9 : if X1 is big and X2 is big then Y is H5

八、设待分类对象的集合简记为 {1, 2, 3, 4, 5}，给定模糊相似矩阵，试用某种聚类算法将其聚成三类。(5分)

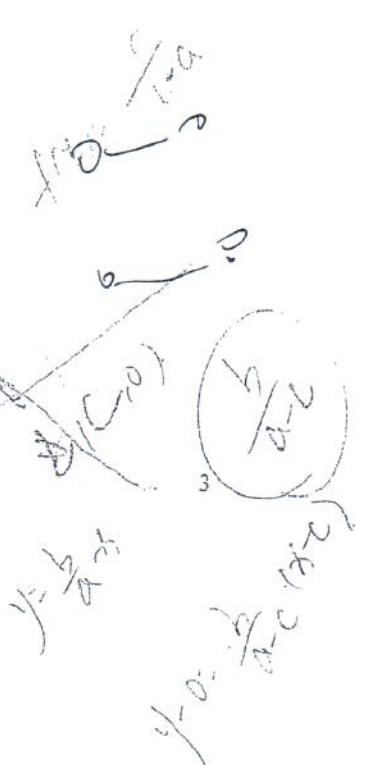
prim 树

1  $\xrightarrow{0.8}$  3

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.1 & 0.8 & 0.5 & 0.3 \\ 0.1 & 1 & 0.1 & 0.2 & 0.4 \\ 0.8 & 0.1 & 1 & 0.3 & 0.1 \\ 0.5 & 0.2 & 0.3 & 1 & 0.6 \\ 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0.6 & 1 \end{bmatrix}$$

1  $\xrightarrow{0.8}$  3  
 4  $\xrightarrow{0.6}$  5  $\xrightarrow{0.4}$  2

$\lambda = \begin{pmatrix} 0.1 & 0.6 \end{pmatrix}$



建立在梯度下降算法基础上的。

主要思想：把学习过程分为两部分。第一阶段：信号正向传播过程。输入层、隐层、输出层逐层处理并计算每个节点的实际输出值。第二个阶段：误差修正逆向传播过程。若输出层没有得到期望的输出，则逐层递归的计算实际输出与期望输出之间的误差，依据误差修改权值。即算法过程。

①  $W$  和  $\theta$  初始化

② 输入一个学习样本  $(X_k, T_k)$

③ 计算隐层各节点的输出  $Y_j^2 = f(\sum_{i=1}^n W_{ij} Y_i^1 - \theta_j) = f(\sum_{i=1}^n W_{ij} X_{ki} - \theta_j)$

④ 计算输出层节点的输出

$$Y_k^3 = f(\sum_{j=1}^p W_{jk} Y_j^2 - \theta_k)$$

⑤ 输出层节点和隐层节点之间连接权值修正量

$$\delta_k = (T_k - Y_k^3) Y_k^3 (1 - Y_k^3)$$

⑥ 隐层节点和输入层节点间连接权值修正量

$$\delta_j = Y_j^2 \cdot (1 - Y_j^2) \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk}$$

⑦ 用误差修正量  $\delta_k$  来修正输出层和隐层间连接权值矩阵和阈值向量

⑧ . . . . .  $\delta_j$  . . . 隐层和输入层间 . . . . .

⑨ 如果全部学习样本未取完则返回②

⑩ 计算误差函数  $E$ ，判断  $E$  是否小于误差上限，若小于则结束，否则若学习次数



① 连接权值的初始化.

② 对网络输入一个样本模式  $X^k = (x_1, x_2, \dots, x_n)$

③ 计算  $X^k$  与全部输出节点间的权值向量  $W$  的距离.

$$d_j(t) = \sum_{i=1}^n (x_i - w_{ij}(t))^2$$

④ 选择有最小距离的节点  $N_j^*$  为竞争获胜节点.

$$d_j^* = \min(d_j)$$

⑤ 调整权值

$$\Delta w_{ij} = d(t) \beta(N_j, N_j^*) (x_i - w_{ij}(t)) \quad j \in N_j^*(t)$$

$$\Delta w_{ij} = 0 \quad j \notin N_j^*(t)$$

⑥ 若还有输入样本则转②. 当都输入完且满足

$$\max(|w_{ij}(t+1) - w_{ij}(t)|) < \epsilon \quad \text{则算法结束.}$$

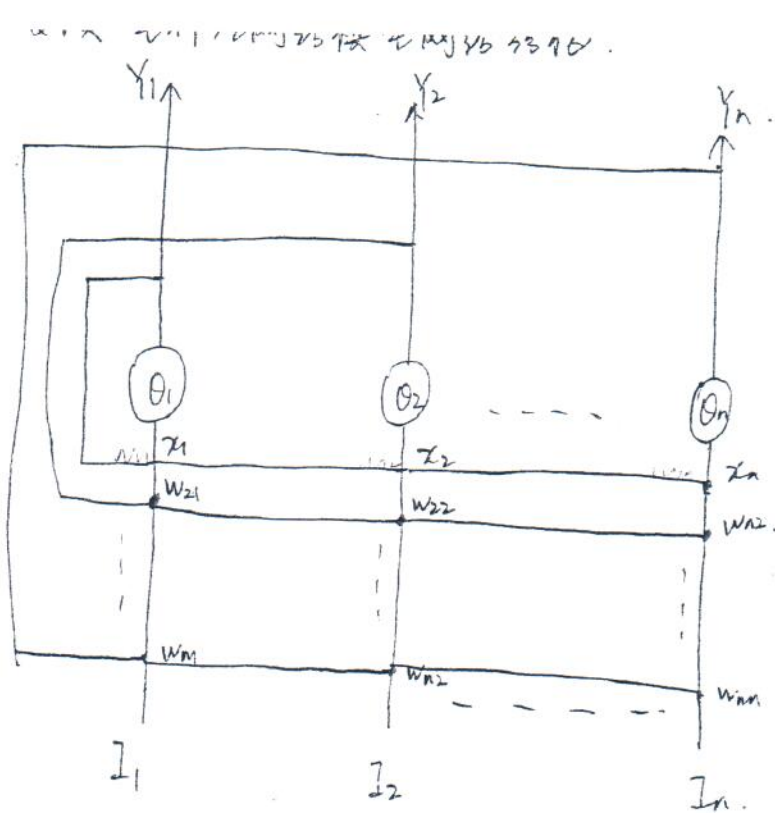
特点: ① 网络中的权值是输入样本的记忆.

② 网络学习时对权值的调整, 不仅是对兴奋节点对应权值进行调整.

而对其周围区域  $N_j$  内的节点同时进行调整.

③ <sup>网络</sup>学习结果使比较相近的输入样本在输出二维平面上位置也比较接近.

④ 可实现在线学习, 已修改的权值将保留.



$$y_j = f(x_j) = f\left(\sum_{i=1}^n w_{ij} x_i + I_j - \theta_j\right)$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

① 网络稳定性

② 网络稳定点

③ 稳定点吸收域

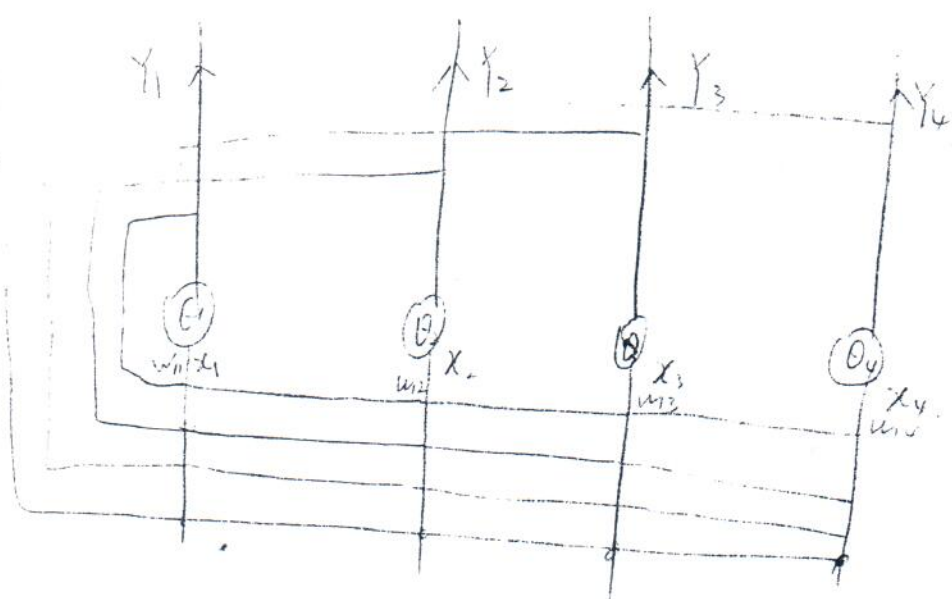


12-1

$$W = \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -2 & 0 & 0 \\ -2 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -2 \\ 0 & 0 & -2 & 2 \end{bmatrix}$$

$$W - 2E = \begin{bmatrix} 2 & -2 & 0 & 0 \\ -2 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & -2 \\ 0 & 0 & -2 & 2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -2 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & -2 & 0 \end{bmatrix}$$

和值每注



已知输入网络初始值为  $P_1, P_2, P_3$  模式，并求该网络对  $P_4$  的输出，并判断其响应是否于  $T$ 。

提示：用 Hebb 规则确定网络权值矩阵  $W$ 。  
已知教师向量  $T$  选为二维。

$$T = [-1, 1]$$

$$T_1 = [-1, 1]$$

$$T_2 = (1, 1)$$

$$T_3 = (-1, -1)$$

$$P_1 = [1, 1, 0, 1]^T$$

$$P_2 = [1, 0, 1, 1]^T$$

$$P_3 = [0, 0, 0, 1]^T$$

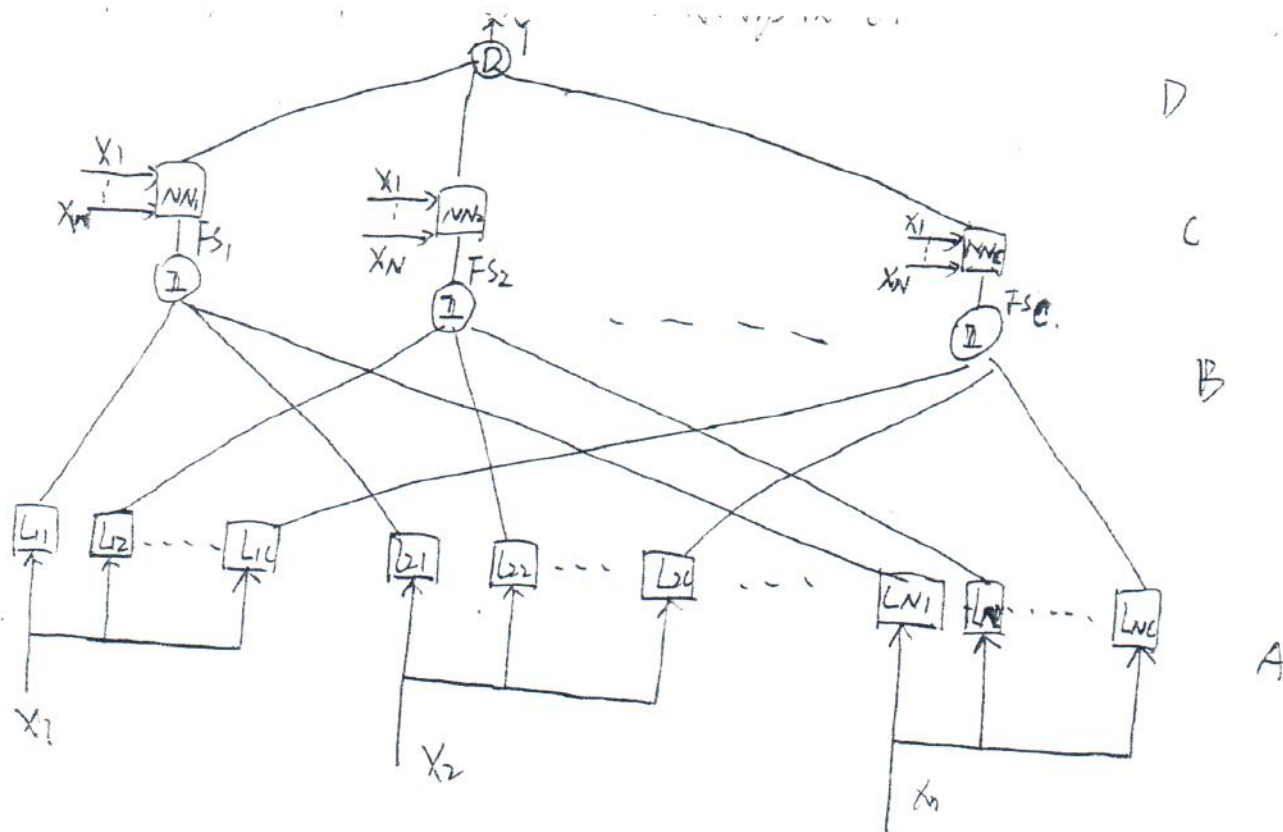
$$W = \begin{bmatrix} -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 1 & -1 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A: T_A = -T_A \left( \sum_{i=1}^4 W_{iA} X_i - \theta_i \right)$$

$$A: \left\{ \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right.$$

2个输出信号  
表示4种状态





~~神经网络~~ A: 模糊化层. 语言变量隶属度函数层.  $O_{ij}^1 = \mu_{ij}(x_i)$   
 B: 规则层. 取最小层.  $O_i^2 = F_{Si} = \min\{O_{1i}^1, O_{2i}^1, \dots, O_{ni}^1\}$   
 C: 后件神经网络层. 每条规则的后件部分对应于一个有两个隐层的前馈神经网络.

$$O_i^3 = O_i^2 \cdot \text{net}_i(X) = F_{Si} \cdot \text{net}_i(X)$$

D: 非模糊化层. 重心法.

$$Y = O^* = \frac{\sum_{i=1}^c O_i^3}{\sum_{i=1}^c F_{Si}}$$

一、填空：(每空 2 分，共 26 分)

1. 先将记忆模式设计成为稳态，给定有关信息时就回忆起来的学习方式是 死记学习；给定输入模式和期望输出，通过调整连接权值和阈值达到稳定的学习方式是 有教师指导的学习；给定一个输入模式，使某些(个)神经元兴奋的学习方式是 竞争学习。

2. 反馈型神经网络有两种工作方式，其中在任一时刻  $t$ ，只有某一个节点变化而其余节点的状态保持不变的是 串行 工作方式；所有的节点都改变状态的是 并行 工作方式。

模糊控制规则的建立和模糊推理

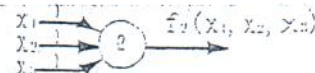
3. 在模糊控制过程中，首先要通过 模糊化 将清晰量转换为模糊量，然后通过 模糊推理 来求解，最后通过诸如 解模糊方法 来实现去模糊操作。

4. 在梯度下降算法中，学习步长  $\eta$  的选取是为 冲而不落，当  $\eta$  过小时会 下降缓慢，当  $\eta$  过大时会 振荡很快可能错过全局最优解。

5. 下图给出的 M-P 模型的权值和阈值，则输出与输入之间的逻辑函数式

$$f_1(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$$

$$f_2(x_1, x_2, x_3) = \bar{x}_1 x_2 x_3 + x_1 \bar{x}_2 x_3 + x_1 x_2 \bar{x}_3 + x_1 x_2 x_3$$



二、选择：(每题 2 分，共 12 分)

1. 模糊逻辑是一种 多值 逻辑。

A. 二值

B. 离散

C. 概率

D. 多值

2. BP 网络使用的学习规则是 误差反向传播；Hopfield 网络使用的学习规则是 Hebb。

A. 相关规则

B. 纠错规则

C. 竞争规则

D. 模拟退火算法



3. 能识别任一凸多边形或无界的凸区域的感知器最少包含 2 个隐层。

A. 0

B. 1

C. 2

D. 不一定

4. 能完全避免陷入局部极小问题的网络类型是 C。

A. 前向型

B. 反馈型

C. 竞争型

D. 以上都不能

5. 下面哪一种方法不是去模糊法 C。

A. 重心法 B. 最大隶属度法

C.  $\alpha, \beta$  两阶段调整法 D. 系数加权平均法

法

三、判断：(每题 3 分，共 12 分)

1. BP 网络模型并不是一个非线性动力学系统，只是一个非线性映射。

P46

(✓)

2. 反馈型神经网络的学习目的是快速寻找到稳定点，一般用 误差函数 来判别是否趋于稳定点。

能量

(X)

3. 隶属度函数和 概率函数 有相同的数学含义。P43

HTM

最速下降法

(X)

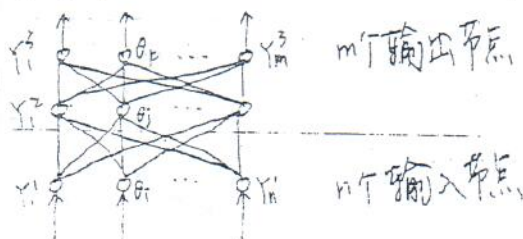
4. 从知识存储方式来看，模糊系统将知识存在规则集中，神经网络将知识存在权系数中，都具有分布存储的特点。

P43

注：隶属度函数与概率函数研究的都是事物的不确定性问题，但概率研究事件本身是清晰的只是事件出现的频率不确定，而隶属度研究的事件是模糊的，但事件出现频率是确定的。

四、自组织映射网络(Kohonen)与(BP 网络)相比，在网络结构、学习方法方面有何不同？给出自组织映射网络权值的学习方法步骤。(共 15 分)

BP 网络：

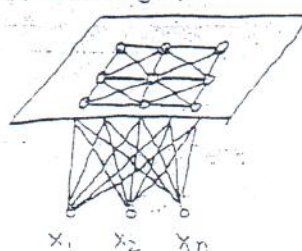


有教师指导的引路规则

P43

P43

自组织网络：



m 个输出，二维矩阵

n 维输入向量

n 个输入节点