

### 复习思考题

#### 一重要概念解释

##### 1 智能控制

所谓的智能控制，即设计一个控制器（或系统），使之具有学习、抽象、推理、决策等功能，并能根据环境信息的变化做出适应性反应，从而实现由人未完成的任务。

##### 2 专家系统与专家控制

专家系统是一类包含知识和推理的智能计算机程序，其内部包含某领域专家水平的知识和经验，具有解决专门问题的能力。

专家控制是智能控制的一个重要分支。所谓专家控制，是将专家系统的理论和技术同控制理论、方法与技术相结合，在未知环境下，仿效专家的经验，实现对系统的控制。它由知识库和推理机构构成主体框架，通过对控制领域知识的获取与组织，按某种策略及时的选用恰当的规则进行推理输出，实现对实际对象的控制

##### 3 模糊集合与模糊关系，模糊推理模糊控制

- 1) 模糊集合：给定论域  $U$  上的一个模糊集  $\tilde{A}$  是指：对任何元素  $u \in U$  都存在一个数  $\mu_{\tilde{A}}(u) \in [0,1]$  与之对应，表示元素  $u$  属于集合  $\tilde{A}$  的程度，这个数称为元素  $u$  对集合  $\tilde{A}$  的隶属度，这个集合称为模糊集合。

- 模糊关系：二元模糊关系：设  $A$ 、 $B$  是两个非空集合，则直积

$A \times B = \{(a,b) | a \in A, b \in B\}$  中的一个模糊集合 称为从  $A$  到  $B$  的一个模糊关系。模糊关系  $\tilde{R}$  可由其隶属度  $\mu_{\tilde{R}}(a,b)$  完全描述，隶属度  $\mu_{\tilde{R}}(a,b)$  表明了元素  $a$  与元素  $b$  具有关系  $\tilde{R}$  的程度。

- 模糊推理：知道了语言控制规则中蕴含的模糊关系后，就可以根据模糊关系和输入情况，来确定输出的情况，这就叫“模糊推理”。

##### 4 神经网络？

答：人工神经网络是模拟人脑思维方式的数学模型。神经网络是在现代生物学研究人脑组织成果的基础上提出的，用来模拟人类大脑神经网络的结构和行为，对人脑进行抽象和简化，反映了人脑的基本特征，信息处理、学习、联想、模式分类、记忆等。

##### 5 遗传算法

答：遗传算法将“优胜劣汰，适者生存”的生物进化原理引入优化参数形成的编码串联群体中，按所选择的适配置函数并通过遗传的复制、交叉及变异对个体进行筛选，使适配值高的个体被保留下来，组成新的群体，新的群体既继承了上一代的信息，又优于上一代。这样周而复始，群体中个体适应度不断提高，直到满足一定的条件。

## 一 专家控制部分

### 1. 专家系统的组成及各部分特点？

专家系统一般由知识库、数据库、推理机、解释器及知识获取五个部分组成，有不相同的表述形式。

\* (1) 知识库。用于存取和管理所获取的专家知识和经验，供推理机利用，具有存储、检索、编辑、增删和修改等功能。

(2) 数据库。用来存放系统推理过程中用到的控制信息、中间假设和中间结果。

\* (3) 推理机。用于利用知识进行推理，求解专门问题，具有启发推理、算法推理；正向、反向或双向推理等功能。

(4) 解释器。解释器用于作为专家系统与用户之间的“人-机”接口，其功能是向用户解释系统的行为。

(5) 知识获取。知识工程师采用“专题面谈”、“记录分析”等方式获取知识，经过整理以后，再输入知识库。

### 2. 专家控制与专家系统的区别？

(1) 专家系统只对专门领域的问题完成咨询作用，协助用户进行工作；(2) 专家系统通常以离线方式工作，而专家控制系统需要获取在线动态信息

智能控制：是一门交叉学科，通过设计一个控制器（系统），是指具有学习、抽象、推理、决策等功能，并能根据环境信息的变化做出适应性反应，从而实现由人来完成的任务。

### 3. 专家控制与模糊控制的共同点都是把人的经验整理成控制规则，二者有何区别？

答：(1) 专家控制规则中的概念是精确的，不具有模糊性，而模糊控制规则中的概念是模糊的；

(2) 由于模糊控制规则中概念是模糊的，因而可以借助于模糊逻辑推理实现控制。

## 二、模糊控制部分

1. 智能控制与传统控制相比, 有哪些主要的特点?

答: (1) 学习功能: 智能控制器能通过从外界环境所获得的信息进行学习, 不断积累知识, 使系统的控制性能得到改善。

(2) 适应功能: 智能控制器具有从输入到输出的映射关系, 可实现不依赖于模型的自适应控制, 当系统某一部分出现故障时, 也能进行控制。

(3) 自组织功能: 智能控制器对复杂的分布式信息具有自组织和协调的功能, 当出现多目标冲突时, 它可以在任务要求的范围内自行决策, 主动采取行动。

(4) 优化能力: 智能控制能够通过不断优化控制参数和寻找控制器的最佳结构形式, 获得整体最优的控制性能。

2. 简述模糊集合的基本定义以及与隶属函数之间的相互关系。

定义: 论域  $U$  中的模糊集合  $A$ , 是以隶属函数  $\mu_A$  为表征的集合  $A$ 。 $\mu_A$  称为模糊集合  $A$  的隶属函数,  $\mu_A(u)$  称为  $u$  对  $A$  的隶属度, 它表示论域  $U$  中的元素  $u$  属于模糊集合  $A$  的程度, 它在  $[0, 1]$  闭区间内可连续取值。

关系: 模糊集合是以隶属函数来描述的, 隶属度的概念是模糊集合理论的基石。

3 常用隶属函数的种类及其表达式, 及其图形表示。

高斯型隶属函数:

广义钟型隶属函数:

S 型隶属函数:

梯形隶属函数:

三角形隶属函数:

Z 型隶属函数:

4. 给定变量论域, 请在其上设计几个模糊子集, 并用隶属函数予以描述, 并绘图表示。

(比如年龄 (0-100 岁) 中的年幼, 年轻, 中年, 老年如何进行表示?)

5. 常用的模糊并和模糊交算子是怎样进行运算的? 有什么特点?

一般地:  $A \cup B = \mu_{A \cup B}(u) = \max(\mu_A(u), \mu_B(u)) = \mu_A(u) \vee \mu_B(u)$ , 取大原则

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

采用隶属函数的取大 (MAX) 和取小 (MIN) 进行模糊集合的并、交逻辑运算是目前最常用的方法。

6. 解释常用的几种清晰化方法的几何含义。(1) 重心法; (2) 最大隶属度法; (3) 面积中心线法。

常用的反模糊化有三种:

(1) 最大隶属度法

选取推理结果模糊集合中隶属度最大的元素作为输出值, 即  $z_0 = \max \mu_z(z)$ ,  $z \in Z$ 。如果在输出论域  $V$  中, 其最大隶属度对应的输出值多于一个, 则取所有具有最大隶属度输出的平均值, 即:

$$z_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i, \quad z_i = \max_{z \in Z} (\mu_z(z))$$

$N$  为具有相同最大隶属度输出的总数。

最大隶属度法不考虑输出隶属度函数的形状，只考虑最大隶属度处的输出值。因此，难免会丢失许多信息。它的突出优点是计算简单。在一些控制要求不高的场合，可采用最大隶属度法。

## (2) 重心法

为了获得准确的控制量，就要求模糊方法能够很好的表达输出隶属度函数的计算结果。重心法是取隶属度函数曲线与横坐标围成面积的重心为模糊推理的最终输出值，即

$$z_0 = \frac{\int_Z z \mu_z(z) dz}{\int_Z \mu_z(z) dz} = \frac{\int_Z z C(z) dz}{\int_Z C(z) dz}$$

对于具有  $m$  个输出量化级数的离散域情况

$$z_0 = \frac{\sum_{k=1}^m z_k \mu_z(z_k)}{\sum_{k=1}^m \mu_z(z_k)}$$

与最大隶属度法相比较，重心法具有更平滑的输出推理控制。一般的，对应于输入信号的小变化，输出也会发生相应变化。

## (3) 加权平均法

工业控制中广泛使用的反模糊方法为加权平均法，输出值由下式决定

$$z_0 = \frac{\sum_{i=1}^m z_i k_i}{\sum_{i=1}^m k_i}$$

其中系数  $k_i$  的选择根据实际情况而定。不同的系数决定系统具有不同的响应特性。当系数  $k_i$  取隶属度  $\mu_v(v_i)$  时，就转化为重心法。

(4) 面积中心线法。取处在隶属度函数曲线与横坐标围成面积的等分线上的元素值作为输出值。

## 7 模糊推理的四种主要形式 (出计算题) :

- 1) 如果  $x$  是  $A$ , 则  $y$  是  $B$ , 现假如  $x$  是  $A'$ , 则  $y'$ ? (教材 4.1.3 水箱水位控制)
- 2) 如果  $x$  是  $A$ , 则  $y$  是  $B$ , 否则是  $C$ , 现  $x$  是  $A'$ , 求  $y'$ ?
- 3) 如果  $x$  是  $A$  且  $y$  是  $B$ , 则  $z$  为  $C$ , 先  $x$  是  $A'$  且  $y$  是  $B'$ , 求  $z'$ ?
- 4) 教材 p4.4 洗衣机模糊控制

8 模糊推理程序，模糊控制 MATLAB 程序，要能读懂，**考试有程序题。**

## 9 模糊自适应整定 PID 控制的原理是什么？

PID 参数模糊自适应是找出 PID 3 个参数与  $E$  和  $EC$  之间的模糊关系，在运行中通过不断检测  $E$  和  $EC$ ，根据模糊控制原理对 3 个参数进行再线修改，以满足不同的  $E$  和  $ec$  是对控制参数的不同要求，而使对象有良好的动、静态性能。

## 9 模糊控制的特点或优点是什么？



- (1) 模糊控制是一种基于规则的控制，它直接采用语言型控制规则，出发点是现场操作人员的控制经验或相关专家的知识，在设计中不需要建立被控对象的精确的数学模型，因而使得控制机理和策略易于接受与理解，设计简单，便于应用。
- (2) 由工业过程的定性认识出发，比较容易建立语言控制规则，因而模糊控制对那些数学模型难以获取，动态特性不易掌握或变化非常显著的对象非常适用。
- (3) 基于模型的控制算法及系统设计方法，由于出发点和性能指标的不同，容易导致较大差异；但一个系统语言控制规则却具有相对的独立性，利用这些控制规律间的模糊连接，容易找到折中的选择，使控制效果优于常规控制器。
- (4) 模糊控制是基于启发性的知识及语言决策规则设计的，这有利于模拟人工控制的过程和方法，增强控制系统的适应能力，使之具有一定的智能水平。
- (5) 模糊控制系统的鲁棒性强，干扰和参数变化对控制效果的影响被大大减弱，尤其适合于非线性、时变及纯滞后系统的控制。

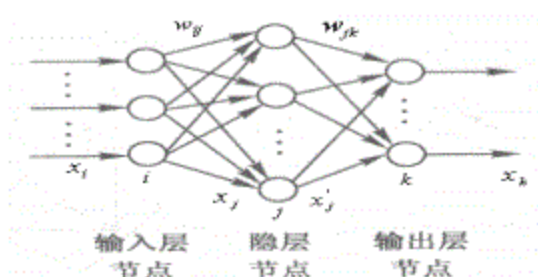
### 三、神经网络部分

#### 1. 解释什么叫做神经网络？

人工神经网络 (Artificial Neural Network) 是模拟人脑思维方式的数学模型。神经网络是在现代生物学研究人脑组织成果的基础上提出的，用来模拟人类大脑神经网络的结构和行为，它从微观结构和功能上对人脑进行抽象和简化，神经网络反映了人脑功能的基本特征，如并行信息处理、学习、联想、模式分类、记忆等。

#### 2. BP 网络的结构是怎样的？具有什么主要特点？

BP 网络结构：含一个隐含层的 BP 网络结构如下图所示，图中  $i$  为输入层神经元， $j$  为隐层神经元， $k$  为输出层神经元

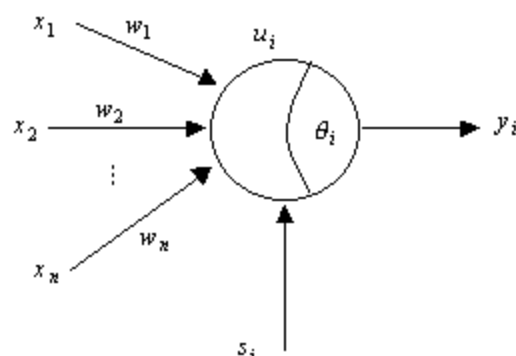


BP 网络特点：

- (1) 是一种多层网络，包括输入层、隐含层和输出层；
- (2) 层与层之间采用全互连方式，同一层神经元之间不连接；
- (3) 权值通过  $\delta$  学习算法进行调节；
- (4) 神经元激发函数为 S 函数；

- (5) 学习算法由正向传播和反向传播组成；  
 (6) 层与层的连接是单向的，信息的传播是双向的。

3. 写出单一神经元从输入到输出的表达式。P124



答：图中  $u_i$  为神经元的内部状态， $\theta_i$  为阈值， $x_i$  为输入信号， $j=1, \dots, n$ ， $w_{ij}$  为表示从单元  $u_j$  到单元  $u_i$  的连接权系数， $s_i$  为外部输入信号。上图的模型可描述为：

$$Net_i = \sum_j w_{ij} x_j + s_i - \theta_i, \quad u_i = f(Net_i), \quad y_i = g(u_i)$$

通常情况下，取  $g(u_i) = u_i$ ，即  $y_i = f(Net_i)$ 。

#### 4 神经网络控制的优点是什么？

- (1) 可以充分逼近任意复杂的非线性关系；
- (2) 所有定量或定性的信息都等势分布贮存于网络内的各神经元，故有很强的鲁棒性和容错性；
- (3) 采用并行分布处理方法，使得快速进行大量运算成为可能；
- (4) 可学习和自适应不知道或不确定的系统；
- (5) 能够同时处理定量、定性知识。

#### 5 试简述 BP 网络和径向基函数网络各自的特点。

BP 特点：1、BP 神经网络是一种多层网络，包括输入层、隐层和输出层；2、层与层之间采用全互连的方式，同一层神经元之间的不连接；3、权值通过  $\delta$  学习规则进行调节；4、神经元激发函数为 S 函数；5、学习算法由正向传播和反向传播组成；6、层与层的连接是单向的信息的传播是双向的。

径向基函数特点：是一种 3 层前向网络，由输入到输出的映射是非线性的，而隐层空间的输出空间的映射是线性的，而且 RBF 网络是局部逼近的神经网络，因而采用 RBF 网络可大大加快学习速度并避免局部极小问题，适合于实时控制的要求。采用 RBF 网络构成神经网络控制方案，可有效提高系统的精度，鲁棒性和自适应性。

#### 6 BP 网络前向传播和误差反向传播的计算（计算题）。

#### 7、基于 BP 神经网络的模式识别（计算分析题）