

## 第一章 绪 论

### 1-1. 什么是人工智能？试从学科和能力两方面加以说明。

从学科角度来看：人工智能是计算机科学中涉及研究、设计和应用智能机器的一个分支。它的近期主要目标在于研究用机器来模仿和执行人脑的某些智能功能，并开发相关理论和技术。

从能力角度来看：人工智能是智能机器所执行的通常与人类智能有关的功能，如判断、推理、证明、识别、感知、理解、设计、思考、规划、学习和问题求解等思维活动

### 1-2. 在人工智能的发展过程中，有哪些思想和思潮起了重要作用？

控制论之父维纳 1940 年主张计算机五原则。他开始考虑计算机如何能像大脑一样工作。系统地创建了控制论，根据这一理论，一个机械系统完全能进行运算和记忆。

帕梅拉·麦考达克(Pamela McCorduck)在她的著名的人工智能历史研究《机器思维》(Machine Who Think, 1979)中曾经指出：在复杂的机械装置与智能之间存在着长期的联系。

著名的英国科学家图灵被称为人工智能之父，图灵不仅创造了一个简单的通用的非数字计算模型，而且直接证明了计算机可能以某种被理解为智能的方法工作。提出了著名的图灵测试。数理逻辑从 19 世纪末起就获迅速发展；到 20 世纪 30 年代开始用于描述智能行为。计算机出现后，又在计算机上实现了逻辑演绎系统。

1943 年由生理学家麦卡洛克(McCulloch)和数理逻辑学家皮茨(Pitts)创立的脑模型，即 MP 模型。60-70 年代，联结主义，尤其是对以感知机(perceptron)为代表的脑模型的研究曾出现过热潮，

控制论思想早在 40-50 年代就成为时代思潮的重要部分，影响了早期的人工智能工作者。到 60-70 年代，控制论系统的研究取得一定进展，播下智能控制和智能机器人的种子。

### 1-3. 为什么能够用机器（计算机）模仿人的智能？

物理符号系统的假设：任何一个系统，如果它能够表现出智能，那么它就必定能执行输入符号、输出符号、存储符号、复制符号、建立符号结构、条件性迁移 6 种功能。反之，任何系统如果具有这 6 种功能，那么它就能够表现出智能(人类所具有的智能)。

物理符号系统的假设伴随有 3 个推论。

推论一：既然人具有智能，那么他(她)就一定是个物理符号系统。

推论二：既然计算机是一个物理符号系统，它就一定能够表现出智能。

推论三：既然人是一个物理符号系统，计算机也是一个物理符号系统，那么我们就能够用计算机来模拟人的活动。

### 1-4. 现在人工智能有哪些学派？它们的认知观是什么？

符号主义(Symbolicism), 又称为逻辑主义(Logicism)、心理学派(Psychologism)或计算机学派(Computerism) [ 其原理主要为物理符号系统(即符号操作系统)假设和有限合理性原理。 ]

认为人的认知基元是符号, 而且认知过程即符号操作过程。认为人是一个物理符号系统, 计算机也是一个物理符号系统, 因此, 我们就能够用计算机来模拟人的智能行为。知识是信息的一种形式, 是构成智能的基础。人工智能的核心问题是知识表示、知识推理和知识运用。

联结主义(Connectionism), 又称为仿生学派(Bionicsism)或生理学派(Physiologism) [ 其原理主要为神经网络及神经网络间的连接机制与学习算法 ]

认为人的思维基元是神经元, 而不是符号处理过程。认为人脑不同于电脑, 并提出联结主义的大脑工作模式, 用于取代符号操作的电脑工作模式。

行为主义(Actionism), 又称进化主义(Evolutionism)或控制论学派(Cyberneticsism) [ 其原理为控制论及感知-动作型控制系统 ]

认为智能取决于感知和行动。认为智能不需要知识、不需要表示、不需要推理; 人工智能可以象人类智能一样逐步进化。智能行为只能在现实世界中与周围环境交互作用而表现出来。符号主义、联结主义对真实世界客观事物的描述及其智能行为工作模式是过于简化的抽象, 因而是不能真实地反映客观存在的。

#### 1-5. 你认为应从哪些层次对认知行为进行研究?

心理活动的最高层级是思维策略, 中间一层是初级信息处理, 最低层级是生理过程, 与此相应的是计算机程序、语言和硬件。 研究认知过程的主要任务是探求高层次思维决策与初级信息处理的关系, 并用计算机程序来模拟人的思维策略水平, 而用计算机语言模拟人的初级信息处理过程。

#### 1-6. 人工智能的主要研究和应用领域是什么? 其中, 哪些是新的研究热点?

问题求解 (下棋程序), 逻辑推理与定理证明 (四色定理证明), 自然语言理解, 自动程序设计, 专家系统, 机器学习, 神经网络, 机器人学 (星际探索机器人), 模式识别 (手写识别, 汽车牌照识别, 指纹识别), 机器视觉 (机器装配, 卫星图像处理), 智能控制, 智能检索, 智能调度与指挥 (汽车运输高度, 列车编组指挥), 系统与语言工具

新的研究热点:

分布式人工智能与 Agent, 计算智能与进化计算, 数据挖掘与知识发现 (超市市场商品数据分析), 人工生命

## 第二章 知识表示方法

2-2 设有 3 个传教士和 3 个野人来到河边, 打算乘一只船从右岸渡到左岸去。该船的负载能力为两人。在任何时候, 如果野人人数超过传教士人数, 那么野人就会把传教士吃掉。他们怎样才能用这条船安全地把所有人都渡过河去?

用  $S_i(nC, nY)$  表示第  $i$  次渡河后, 河对岸的状态,  $nC$  表示传教士的数目,  $nY$  表示野人的数

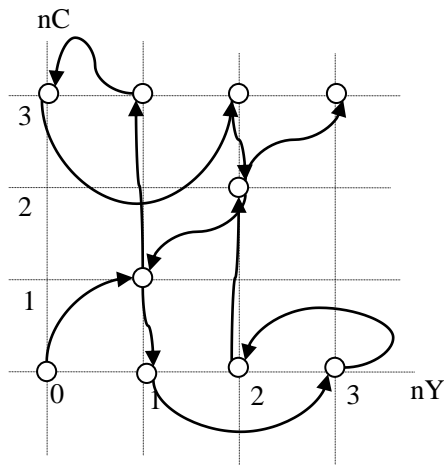
目，由于总人数的确定的，河对岸的状态确定了，河这边的状态也即确定了。考虑到题目的限制条件，要同时保证，河两岸的传教士数目不少于野人数目，故在整个渡河的过程中，允许出现的状态为以下 3 种情况：

1.  $nC=0$
2.  $nC=3$
3.  $nC=nY \geq 0$  (当  $nC$  不等于 0 或 3)

用  $d_i(dC, dY)$  表示渡河过程中，对岸状态的变化， $dC$  表示，第  $i$  次渡河后，对岸传教士数目的变化， $dY$  表示，第  $i$  次渡河后，对岸野人数目的变化。当  $i$  为偶数时， $dC, dY$  同时为非负数，表示船驶向对岸， $i$  为奇数时， $dC, dY$  同时为非正数，表示船驶回岸边。

初始状态为  $S_0(0, 0)$ ，目标状态为  $S_0(3, 3)$ ，用深度优先搜索的方法可寻找渡河方案。

在此，用图求法该问题，令横坐标为  $nY$ ，纵坐标为  $nC$ ，可行状态为空心点表示，每次可以在格子上，沿对角线移动一格，也可以沿坐标轴方向移动 1 格，或沿坐标轴方向移动 2 格。第奇数次数状态转移，沿右方，上方，或右上方移动，第偶数次数状态转移，沿左方，下方，或左下方移动。



从(0,0)开始，依次沿箭头方向改变状态，经过 11 步之后，即可以到达目标状态(3,3)，相应的渡河方案为：

$d_1(1,1) \rightarrow d_2(-1,0) \rightarrow d_3(0,2) \rightarrow d_4(0,-1) \rightarrow d_5(2,0) \rightarrow d_6(-1,-1) \rightarrow d_7(2,0) \rightarrow d_8(0,-1) \rightarrow d_9(0,2) \rightarrow d_{10}(-1,0) \rightarrow d_{11}(1,1)$

**2-3 利用图 2.3，用状态空间法规划一个最短的旅行路程：**此旅程从城市 A 开始，访问其他城市不多于一次，并返回 A。选择一个状态表示，表示出所求得的状态空间的节点及弧线，标出适当的代价，并指明图中从起始节点到目标节点的最佳路径。

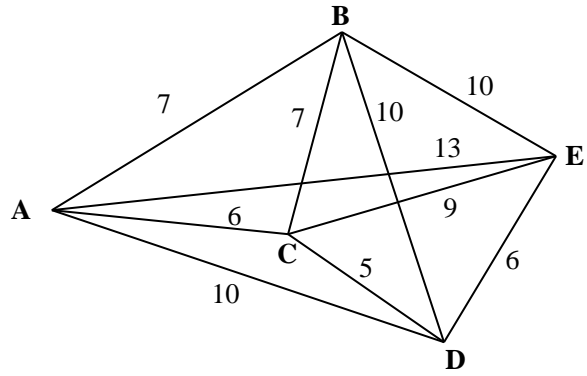


图 2.3

2-4 试说明怎样把一棵与或解树用来表达图 2.28 所示的电网络阻抗的计算。单独的  $R$ 、 $L$  或  $C$  可分别用  $R$ 、 $j\omega L$  或  $1/j\omega C$  来计算，这个事实用作本原问题。后继算符应以复合并联和串联阻抗的规则为基础。

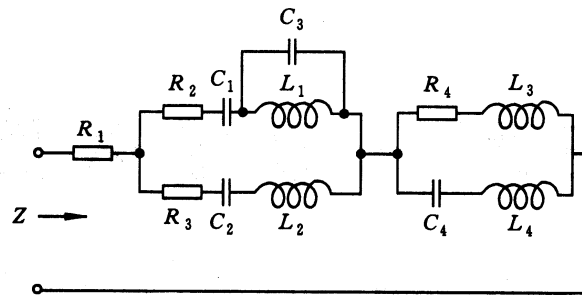
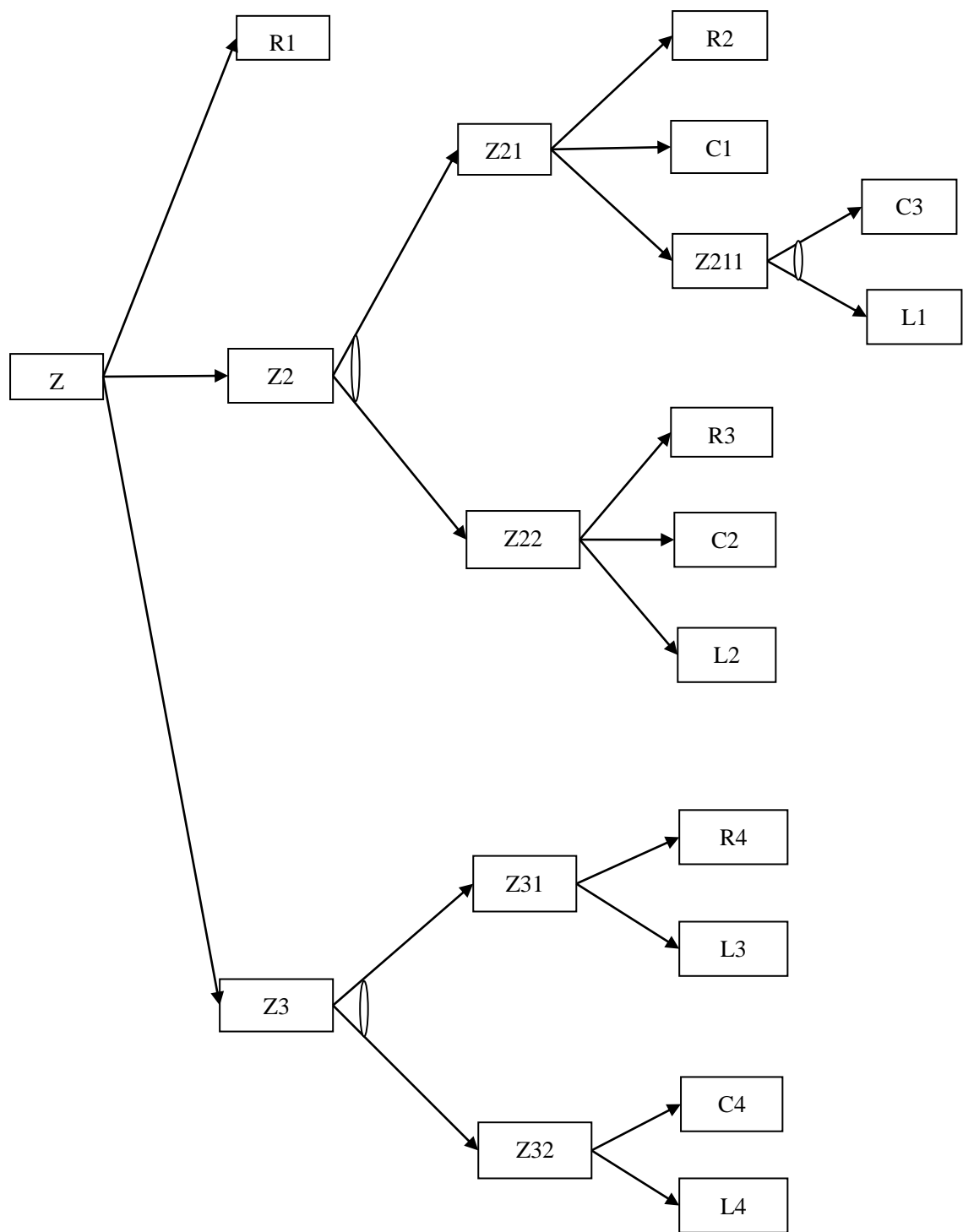


图 2.28

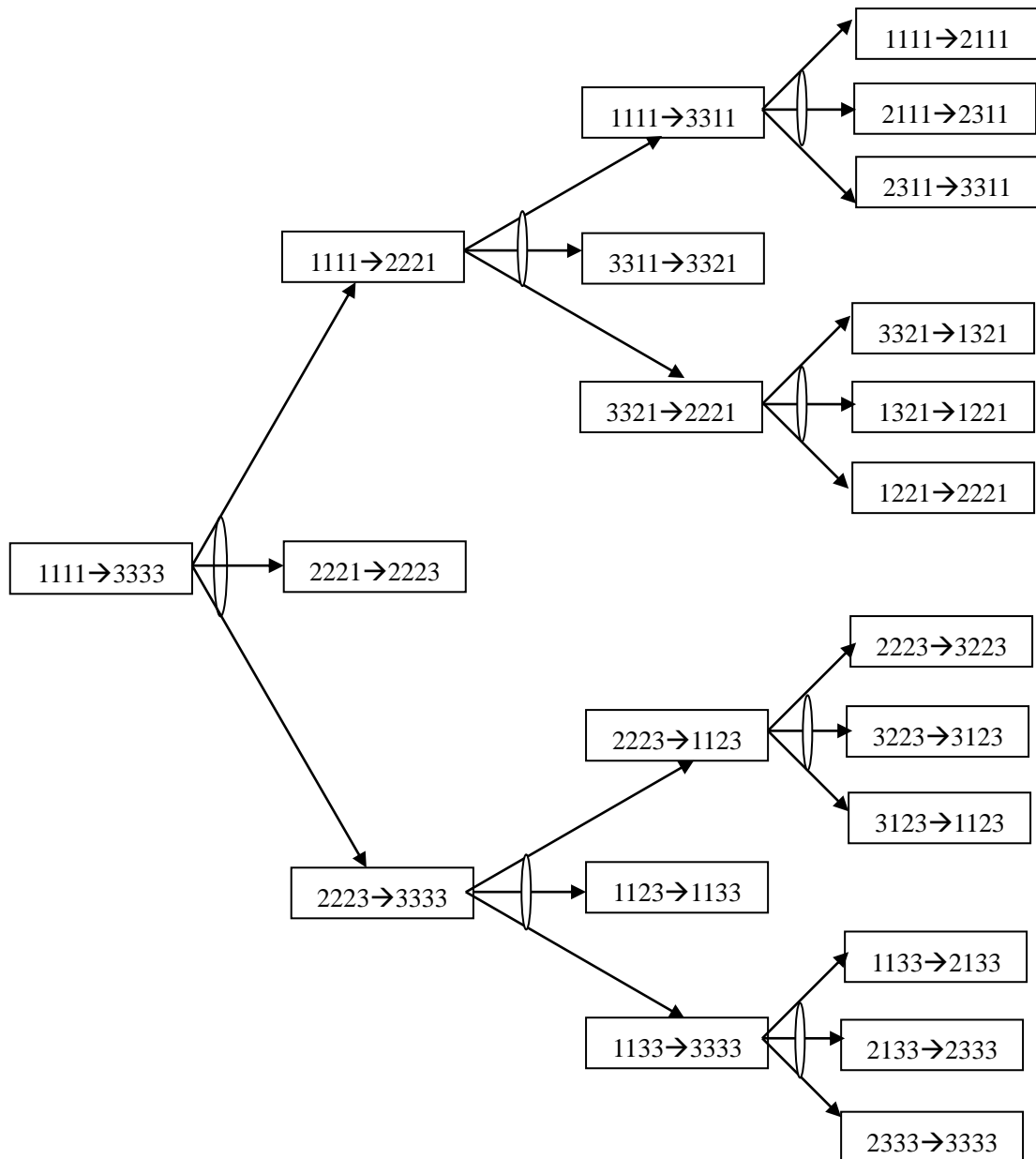
约定，用原来的与后继算法用来表达并联关系，用原来的或后继算法用来表达串联关系



**2-5 试用四元数列结构表示四圆盘梵塔问题，并画出求解该问题的与或图。**

用四元数列  $(nA, nB, nC, nD)$  来表示状态，其中  $nA$  表示 A 盘落在第  $nA$  号柱子上， $nB$  表示 B 盘落在第  $nB$  号柱子上， $nC$  表示 C 盘落在第  $nC$  号柱子上， $nD$  表示 D 盘落在第  $nD$  号柱子上。

初始状态为 1111，目标状态为 3333



如图所示，按从上往下的顺序，依次处理每一个叶结点，搬动圆盘，问题得解。

2-6 把下列句子变换成子句形式：

- (1)  $(\forall x) \{P(x) \rightarrow P(x)\}$
- (2)  $\forall x \forall y (On(x,y) \rightarrow Above(x,y))$
- (3)  $\forall x \forall y \forall z (Above(x,y) \wedge Above(y,z) \rightarrow Above(x,z))$
- (4)  $\sim \{(\forall x) \{P(x) \rightarrow \{(\forall y) [p(y) \rightarrow p(f(x,y))]\} \wedge (\forall y) [Q(x,y) \rightarrow P(y)]\}\}$

(1)  $(\forall x) \{P(x) \rightarrow P(x)\}$

$(\forall x) \{\sim P(x) \vee P(x)\}$

$\sim P(x) \vee P(x)$

最后子句为

$\sim P(x) \text{ OR } P(x)$

(2)  $(\text{ANY } x) (\text{ANY } y) \{ \text{On}(x,y) \rightarrow \text{Above}(x,y) \}$

$(\text{ANY } x) (\text{ANY } y) \{ \sim \text{On}(x,y) \text{ OR } \text{Above}(x,y) \}$

$\sim \text{On}(x,y) \text{ OR } \text{Above}(x,y)$

最后子句为

$\sim \text{On}(x,y) \text{ OR } \text{Above}(x,y)$

(3)  $(\text{ANY } x) (\text{ANY } y) (\text{ANY } z) \{ \text{Above}(x,y) \text{ AND } \text{Above}(y,z) \rightarrow \text{Above}(x,z) \}$

(命题联结词之优先级如下: 否定 $\rightarrow$ 合取 $\rightarrow$ 析取 $\rightarrow$ 蕴涵 $\rightarrow$ 等价)

$(\text{ANY } x) (\text{ANY } y) (\text{ANY } z) \{ \sim [ \text{Above}(x,y) \text{ AND } \text{Above}(y,z) ] \text{ OR } \text{Above}(x,z) \}$

$\sim [ \text{Above}(x,y) \text{ AND } \text{Above}(y,z) ] \text{ OR } \text{Above}(x,z)$

最后子句为

$\sim [ \text{Above}(x,y), \text{Above}(y,z) ] \text{ OR } \text{Above}(x,z)$

(4)  $\sim \{ (\text{ANY } x) \{ P(x) \rightarrow \{ (\text{ANY } y) [ p(y) \rightarrow p(f(x,y)) ] \text{ AND } (\text{ANY } y) [ Q(x,y) \rightarrow P(y) ] \} \}$

$\sim \{ (\text{ANY } x) \{ \sim P(x) \text{ OR } \{ (\text{ANY } y) [ \sim p(y) \text{ OR } p(f(x,y)) ] \text{ AND } (\text{ANY } y) [ \sim Q(x,y) \text{ OR } P(y) ] \} \}$

$(\text{EXT } x) \{ P(x) \text{ AND } \{ (\text{EXT } x) [ p(y) \text{ AND } \sim p(f(x,y)) ] \text{ OR } (\text{EXT } y) [ Q(x,y) \text{ AND } \sim P(y) ] \} \}$

$(\text{EXT } x) \{ P(x) \text{ AND } \{ (\text{EXT } w) [ p(y) \text{ AND } \sim p(f(w,y)) ] \text{ OR } (\text{EXT } v) [ Q(x,v) \text{ AND } \sim P(v) ] \} \}$

$P(A) \text{ AND } \{ [ p(y) \text{ AND } \sim p(f(B,y)) ] \text{ OR } [ Q(A,C) \text{ AND } \sim P(C) ] \}$

$P(A) \text{ AND } \{ [ p(y) \text{ AND } \sim p(f(B,y)) \text{ OR } Q(A,C) ] \text{ AND } [ p(y) \text{ AND } \sim p(f(B,y)) \text{ OR } \sim P(C) ] \}$

$P(A) \text{ AND } \{ \{ p(y), \sim p(f(B,y)) \} \text{ OR } Q(A,C) \} \text{ AND } \{ \{ p(y), \sim p(f(B,y)) \} \text{ OR } \sim P(C) \}$

最后子句为

$P(A)$

$\{ p(x), \sim p(f(B,x)) \} \text{ OR } Q(A,C)$

$\{ p(y), \sim p(f(B,y)) \} \text{ OR } \sim P(C)$

**2-7 用谓词演算公式表示下列英文句子(多用而不是省用不同谓词和项。例如不要用单一的谓词字母来表示每个句子。)**

**A computer system is intelligent if it can perform a task which, if performed by a human, requires intelligence.**

先定义基本的谓词

INTLT(x) means x is intelligent

PERFORM(x,y) means x can perform y

REQUIRE(x) means x requires intelligence

CMP(x) means x is a computer system

HMN(x) means x is a human

上面的句子可以表达为

(任意 x)

{ (存在 t) (存在 y) [ HMN(y) 合取 PERFORM(y,t) 合取 REQUIRE(t) 合取 CMP(x) 合取 PERFORM(x,t) ]  $\rightarrow$  INTLT(x) }

**2-8 把下列语句表示成语义网络描述:**

**(1) All man are mortal.**

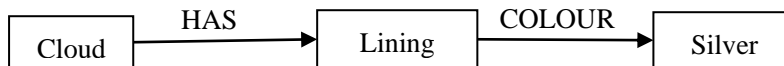
**(2) Every cloud has a silver lining.**

**(3) All branch managers of DEC participate in a profit-sharing plan.**

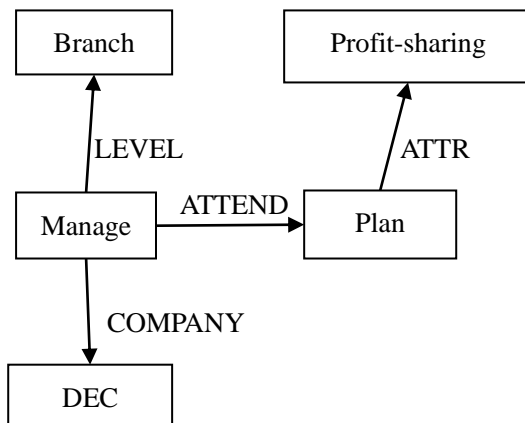
(1)



(2)



(3)



**2-9 作为一个电影观众，请你编写一个去电影院看电影的剧本。**

(1) 开场条件

- (a) 顾客想看电影
- (b) 顾客有足够的钱

(2) 角色

顾客，售票员，检票员，放映员

(3) 道具

钱，电影票

(4) 场景

场景 1 购票



- (a) 顾客来到售票处
- (b) 售票员把票给顾客
- (c) 顾客把钱给售票员
- (d) 顾客走向电影院门

#### 场景 2 检票

- (a) 顾客把电影票给检票员
- (b) 检票员检票
- (c) 检票员把电影票还给顾客
- (d) 顾客进入电影院

#### 场景 3 等待

- (a) 顾客找到自己的座位
- (b) 顾客坐在自己座位一等待电影开始

#### 场景 4 观看电影

- (a) 放映员播放电影
- (b) 顾客观看电影

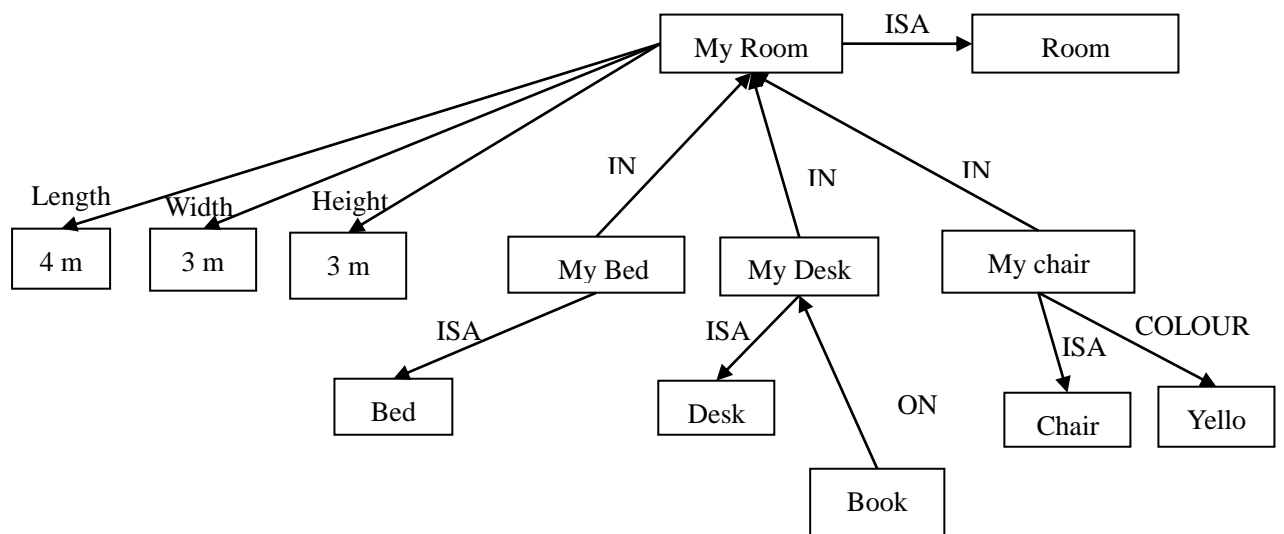
#### 场景 5 离开

- (a) 放映员结束电影放映
- (b) 顾客离开电影院

#### (5) 结果

- (a) 顾客观看了电影
- (b) 顾客花了钱
- (c) 电影院赚了钱

#### 2-10 试构造一个描述你的寝室或办公室的框架系统。



### 第三章 搜索推理技术

#### 3-1 什么是图搜索过程?其中, 重排 OPEN 表意味着什么, 重排的原则是什么?

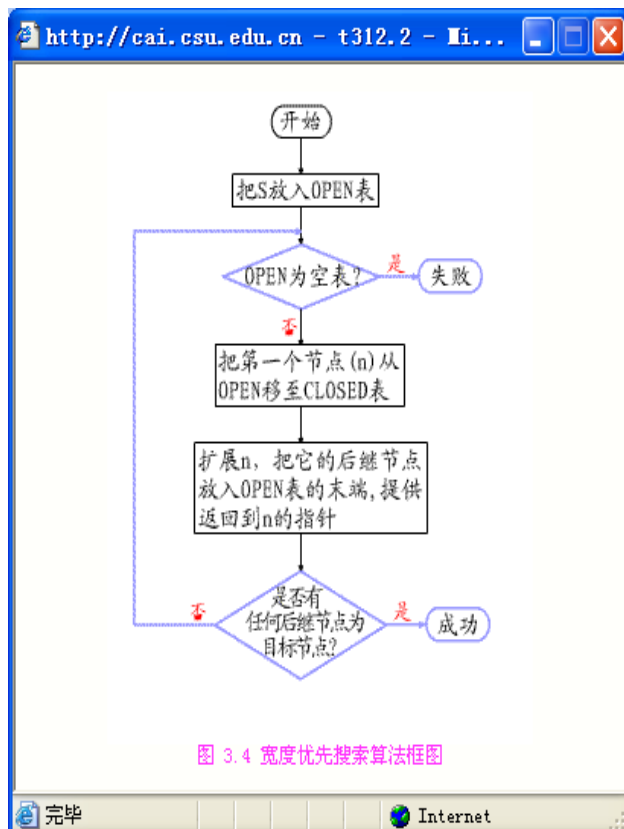
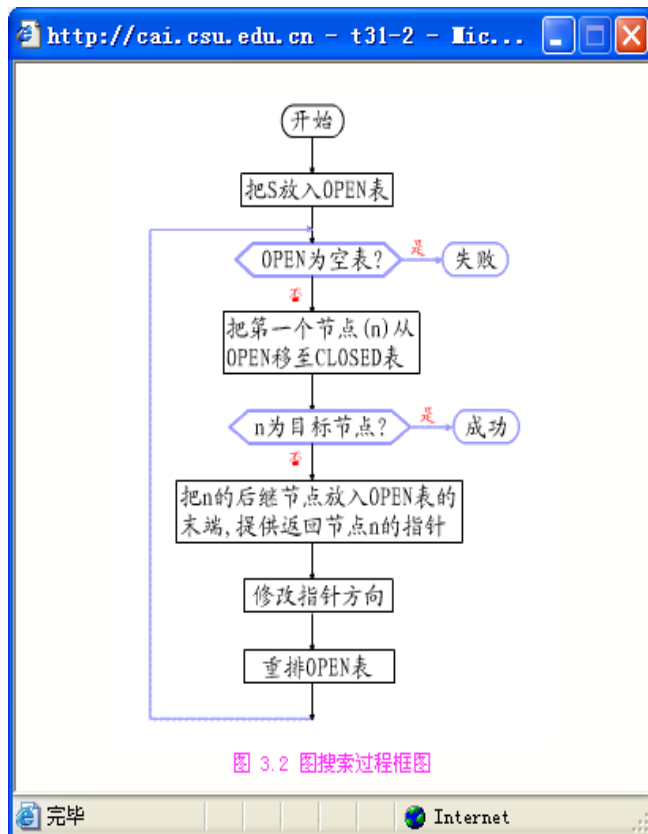
图搜索的一般过程如下:

- (1) 建立一个搜索图 G(初始只含有起始节点 S), 把 S 放到未扩展节点表中 (OPEN 表) 中。
- (2) 建立一个已扩展节点表 (CLOSED 表), 其初始为空表。
- (3) LOOP: 若 OPEN 表是空表, 则失败退出。
- (4) 选择 OPEN 表上的第一个节点, 把它从 OPEN 表移出并放进 CLOSED 表中。称此节点为节点 n, 它是 CLOSED 表中节点的编号
- (5) 若 n 为一目标节点, 则有解并成功退出。此解是追踪图 G 中沿着指针从 n 到 S 这条路径而得到的(指针将在第 7 步中设置)
- (6) 扩展节点 n, 生成不是 n 的祖先的那些后继节点的集合 M。将 M 添入图 G 中。
- (7) 对那些未曾在 G 中出现过的(既未曾在 OPEN 表上或 CLOSED 表上出现过的)M 成员设置一个通向 n 的指针, 并将它们加进 OPEN 表。  
对已经在 OPEN 或 CLOSED 表上的每个 M 成员, 确定是否需要更改通到 n 的指针方向。  
对已在 CLOSED 表上的每个 M 成员, 确定是否需要更改图 G 中通向它的每个后裔节点的指针方向。
- (8) 按某一任意方式或按某个试探值, 重排 OPEN 表。
- (9) GO LOOP。

重排 OPEN 表意味着, 在第(6)步中, 将优先扩展哪个节点, 不同的排序标准对应着不同的搜索策略。

重排的原则当视具体需求而定, 不同的原则对应着不同的搜索策略, 如果想尽快地找到一个解, 则应当将最有可能达到目标节点的那些节点排在 OPEN 表的前面部分, 如果想找到代价最小的解, 则应当按代价从小到大的顺序重排 OPEN 表。

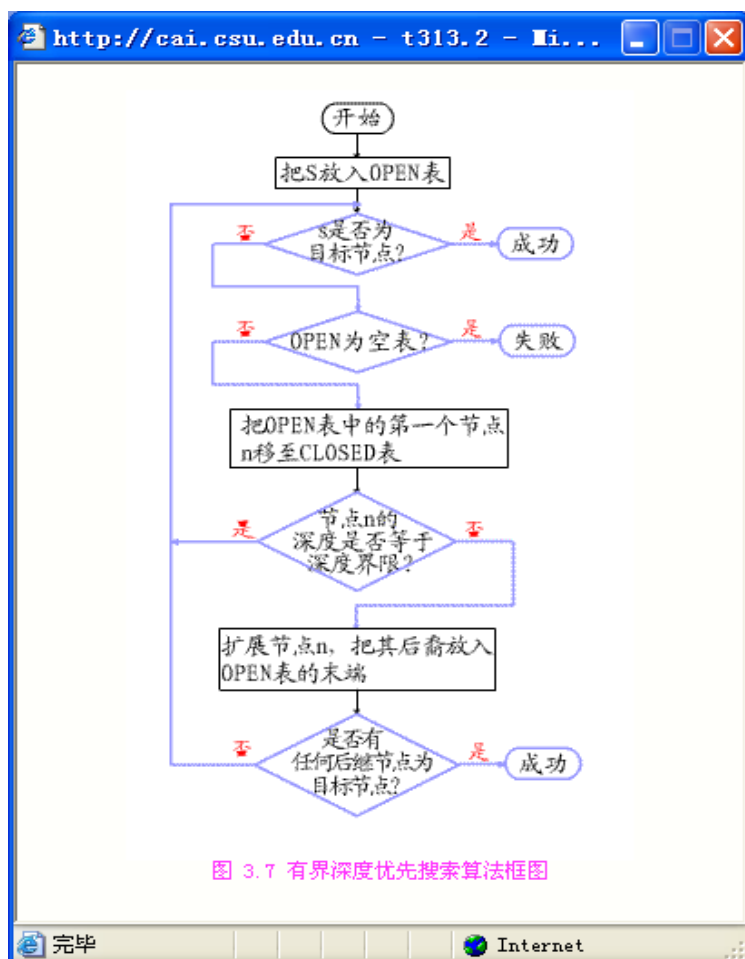
#### 3-2 试举例比较各种搜索方法的效率。



### 宽度优先搜索

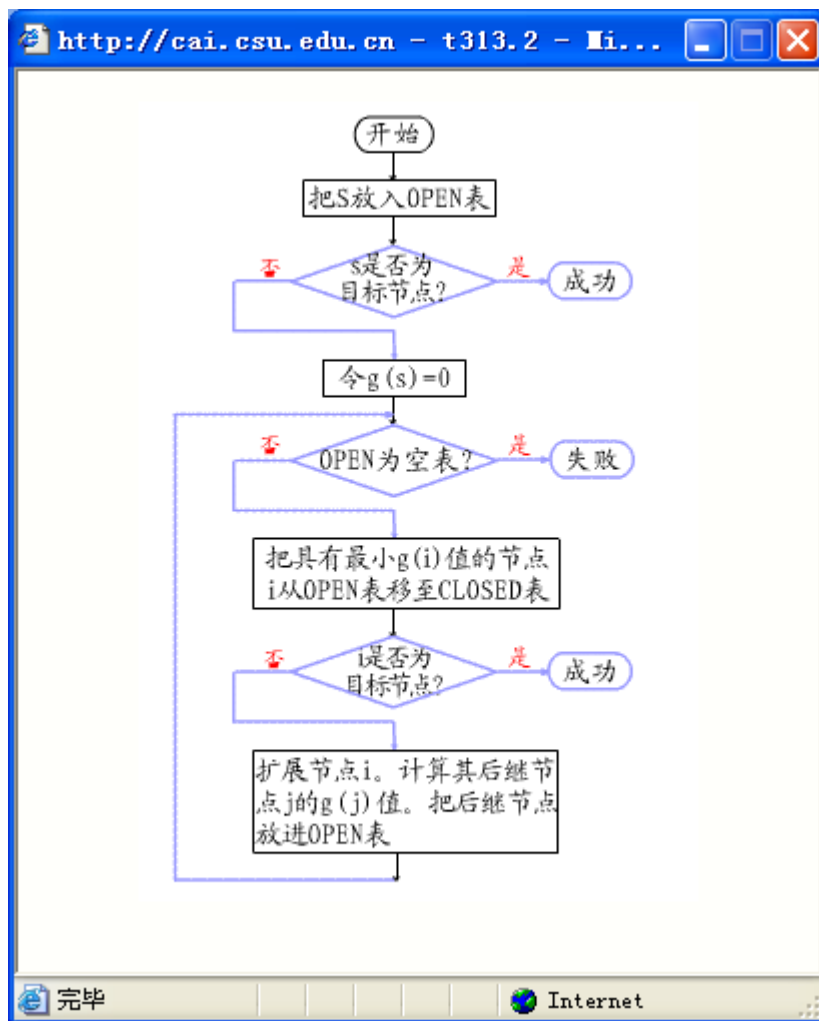
- (1) 把起始节点放到 OPEN 表中(如果该起始节点为一目标节点, 则求得一个解答)。
- (2) 如果 OPEN 是个空表, 则没有解, 失败退出; 否则继续。

- (3) 把第一个节点(节点 n)从 OPEN 表移出，并把它放入 CLOSED 扩展节点表中。
- (4) 扩展节点 n。如果没有后继节点，则转向上述第(2)步。
- (5) 把 n 的所有后继节点放到 OPEN 表的**末端**，并提供从这些后继节点回到 n 的指针。
- (6) 如果 n 的任一个后继节点是个目标节点，则找到一个解答，成功退出；否则转向第(2)步。



### 有界深度优先搜索

- (1) 把起始节点 S 放到未扩展节点 OPEN 表中。如果此节点为一目标节点，则得到一个解。
- (2) 如果 OPEN 为一空表，则失败退出。
- (3) 把第一个节点(节点 n)从 OPEN 表移到 CLOSED 表。
- (4) 如果节点 n 的深度等于最大深度，则转向(2)。
- (5) 扩展节点 n，产生其全部后裔，并把它们放入 OPEN 表的**前头**。如果没有后裔，则转向(2)。
- (6) 如果后继节点中有任一个为目标节点，则求得一个解，成功退出；否则，转向(2)。



等代价搜索方法以  $g(i)$  的递增顺序扩展其节点，其算法如下：

- (1) 把起始节点  $S$  放到未扩展节点表 OPEN 中。如果此起始节点为一目标节点，则求得一个解；否则令  $g(S)=0$ 。
- (2) 如果 OPEN 是个空表，则没有解而失败退出。
- (3) 从 OPEN 表中选择一个节点  $i$ ，使其  $g(i)$  为最小。如果有几个节点都合格，那么就要选择一个目标节点作为节点  $i$  (要是目标节点的话)；否则，就从中选一个作为节点  $i$ 。把节点  $i$  从 OPEN 表移至扩展节点表 CLOSED 中。
- (4) 如果节点  $i$  为目标节点，则求得一个解。
- (5) 扩展节点  $i$ 。如果没有后继节点，则转向第(2)步。
- (6) 对于节点  $i$  的每个后继节点  $j$ ，计算  $g(j)=g(i)+c(i, j)$ ，并把所有后继节点  $j$  放进 OPEN 表。提供回到节点  $i$  的指针。
- (7) 转向第(2)步。

### 3-3 化为子句形有哪些步骤?请结合例子说明之。

任一谓词演算公式可以化成一个子句集。其变换过程由下列九个步骤组成：

- (1) 消去蕴涵符号

将蕴涵符号化为析取和否定符号

(2)减少否定符号的辖域

每个否定符号最多只用到一个谓词符号上，并反复应用狄·摩根定律

(3)对变量标准化

对哑元改名以保证每个量词有其自己唯一的哑元

(4)消去存在量词

引入 Skolem 函数，消去存在量词

如果要消去的存在量词不在任何一个全称量词的辖域内，那么我们就用不含变量的 Skolem 函数即常量。

(5)化为前束形

把所有全称量词移到公式的左边，并使每个量词的辖域包括这个量词后面公式的整个部分。

前束形 = (前缀)(母式)

前缀 = 全称量词串

母式 = 无量词公式

(6)把母式化为合取范式

反复应用分配律，将母式写成许多合取项的合取的形式，而每一个合取项是一些谓词公式和 (或)谓词公式的否定的析取

(7)消去全称量词

消去前缀，即消去明显出现的全称量词

(8)消去连词符号(合取)

用{合取项 1,合取项 2}替换明显出现的合取符号

(9)更换变量名称

更换变量符号的名称，使一个变量符号不出现在一个以上的子句中

### 3-4 如何通过消解反演求取问题的答案?

给出一个公式集 S 和目标公式 L，通过反证或反演来求证目标公式 L，其证明步骤如下：

(1)否定 L，得 $\sim L$ ；

(2)把 $\sim L$ 添加到 S 中去；

(3)把新产生的集合 $\{\sim L, S\}$ 化成子句集；

(4)应用消解原理，力图推导出一个表示矛盾的空子句 NIL。

### 3-5 什么叫合适公式?合适公式有哪些等价关系?

合式公式的递归定义为：

(1) 原子谓词公式是合式公式

(2) 若 A 为合式公式，则 A 的否定也是合式公式

(3) 若 A、B 都是合式公式，则  $A \text{ AND } B, A \text{ OR } B, A \rightarrow B, A \leftrightarrow B$  也都是合式公式

(4) 若 A 是合式公式，x 为 A 中的自由变元，则  $(\text{ANY } x)A$  和  $(\text{EXT } x)A$  都是合式公式

(5) 只有按规则(1)~(4)求得的公式，才是合式公式

等价关系有：

否定之否定

蕴含与与或形式的等价

狄.摩根定律 分配律 交换律 结合律 逆否律

否定跨越量词 全称量词同与或连词 量词中的哑元

3-6 用宽度优先搜索求图 3.33 所示迷宫的出路。

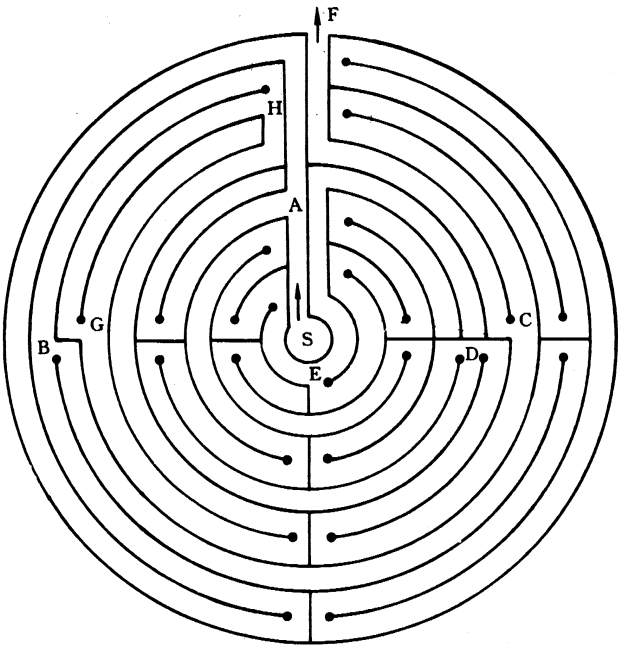


图 3.33 迷宫一例

第一步

$S \rightarrow A \rightarrow B$

第二步

$B \rightarrow H$

$B \rightarrow C$

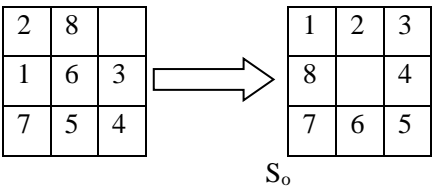
第三步

$H \rightarrow G$

$C \rightarrow F$

最终路径为  $S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow F$

3-7 用有界深度优先搜索方法求解图 3.34 所示八数码难题。



$S_g$

图 3-34 八数码难题

按顺时针方向(上、右、下、左)试探，尝试移动空格，将最大深度定为 5

S0(So)

2	8	
1	6	3
7	5	4

S1

2	8	3
1	6	
7	5	4

S2

2	8	3
1	6	4
7	5	

S3

2	8	3
1	6	4
7		5

S4

2	8	3
1		4
7	6	5

S5

2		3
1	8	4
7	6	5

S6

2	3	
1	8	4
7	6	5

	2	3
1	8	4
7	6	5

S7

1	2	3
	8	4
7	6	5

S8(Sg)

1	2	3
8		4
7	6	5

**3-8** 应用最新的方法来表达传教士和野人问题，编写一个计算机程序，以求得安全渡过全部 6 个人的解答。

提示：在应用状态空间表示和搜索方法时，可用 $(N_m, N_c)$ 来表示状态描述，其中  $N_m$  和  $N_c$  分别为传教士和野人的人数。初始状态为 $(3, 3)$ ，而可能的中间状态为 $(0, 1)$ ， $(0, 2)$ ， $(0, 3)$ ， $(1, 1)$ ， $(2, 1)$ ， $(2, 2)$ ， $(3, 0)$ ， $(3, 1)$ 和 $(3, 2)$ 等。



**3-10** 一个机器人驾驶卡车，携带包裹(编号分别为#1、#2 和#3)分别投递到林(LIN)、吴(WU)和胡(HU)3 家住宅处。规定了某些简单的操作符，如表示驾驶方位的 **drive(x,y)** 和表示卸下包裹的 **unload(z)** ；对于每个操作符，都有一定的先决条件和结果。试说明状态空间问题求解系统如何能够应用谓词演算求得一个操作符序列，该序列能够生成一个满足 **AT(#1, LIN)∧AT(#2, WU)∧AT(#3,HU)**的目标状态。

初始状态可描述为： **AT(#1, ~LIN) AND AT(#2, ~WU) AND AT(#1, ~HU) AND AT(#1, CAR) AND AT(#2, CAR) AND AT(#3, CAR)**

目标状态可描述为： **AT(#1, LIN) AND AT(#2, WU) AND AT(#1, HU) AND AT(#1, ~CAR) AND AT(#2, ~CAR) AND AT(#3, ~CAR)**

对每个操作符都有一定的先决条件和结果， 详细如下

**drive(x, y)**

先决条件： **AT(CAR, x)**

结果： **AT(CAR, y)**

**unload(z)**

先决条件： **AT(z, CAR) AND AT(CAR, x)**

结果： **AT(z, ~CAR) AND AT(z, x)**

原问题就转换为寻找一个可将初始状态转换到目标状态的操作序列

如何求得该操作序列???

**3-11** 规则演绎系统和产生式系统有哪几种推理方式?各自的特点为何?

规则演绎系统的推理方式有**正向推理**、**逆向推理**和**双向推理**

项目	正向推理	逆向推理
推理方向	从 if 部分向 then 部分推理的过程，它是从事实或状况向目标或动作进行操作的	从 then 部分向 if 部分推理的过程，它是从目标或动作向事实或状况进行操作的
目标表达式	文字的析取	任意形式
事实表达式	任意形式	文字的合取

**双向推理**组合了正向推理和逆向推理的优点，克服了各自的缺点，具有更高的搜索求解效率。

产生式系统的推理方式有**正向推理**、**逆向推理**和**双向推理**

项目	正向推理	逆向推理
驱动方式	数据驱动	目标驱动
推理方法	从一组数据出发向前推导结论	从可能的解答出发， 向后推理验证解答
启动方法	从一个事件启动	由询问关于目标状态的一个问题而启动

透明程序	不能解释其推理过程	可解释其推理过程
推理方向	由底向上推理	由顶向下推理
优点	算法简单，容易实现	搜索目的性强，推理效率高
缺点	盲目搜索，可能会求解许多与总目标无关的子目标，每当总数据库内容更新后都要遍历整个规则库，推理效率低	目标的选择具有盲目性，可能会求解许多假的目标；当可能的结论数目很多时，推理效率不高；当规则的右部是执行某种动作而不是结论时，逆向推理不便使用
适用场合	已知初始数据，而无法提供推理目标，或解空间很大的一类问题，如监控，预测，规划，设计等问题	结论单一或者已知目标结论，而要求验证的系统，如选择，分类，故障诊断等问题
典型系统	CLIPS, OPS	PROLOG

双向推理结合了正向推理和逆向推理的长处，克服了两者的短处，其控制策略比两者都要复杂

### 3-12 为什么需要采用系统组织技术?有哪几种系统组织技术?

如果不采用系统组织技术，而直接写出包含所有知识的规则，并让系统利用这些规则，找出一条从给定状态到目标状态的路径，这种方法有严重的缺点：

- (1) 随着规则的增加，既要加入新的规则，又要使新规则不与现有规则产生**冲突**，这将使问题变得愈来愈困难
- (2) 在问题求解过程中，由于每一步都必须考虑所有规则，**效率**就会大大降低，然而，实际上却往往是只有应用完一组规则之后，才考虑另一组别的规则
- (3) 一种**问题求解技术**和**知识表达形式**可能对问题的**某一部分**是最好的，而对**另一部分**却不是最好的

因此，采用系统组织技术，将一个大系统中的知识分成一组相对独立的模块比较合适。

有 3 种系统组织技术：**议程表**、**黑板法**和 **Delta 极小搜索法**

### 3-13 研究不确定性推理有何意义?有哪几种不确定性?

不确定性推理是研究复杂系统不完全性和不确定性的有力工具。

有 3 种不确定性，关于证据的不确定性(观测有误差)，关于结论的不确定性和多个规则支持同一事实时的不确定性。

### 3-14 单调推理有何局限性?什么叫缺省推理?非单调推理系统如何证实一个节点的有效性?

单调系统不能很好地处理常常出现在现实问题领域中的 3 类情况，即不完全的信息、不断变化的情况、以及求解复杂问题过程中生成的假设

有两种方法可以证实节点的有效性：

- (1) 支持表。

( SL (IN-节点表) (OUT- 节点表))

如果某节点的 IN 节点表中提到的节点当前都是 IN, 且 OUT 节点表中提到的节点当前都是 OUT, 则它是有效的

(2) 条件证明。

( CP(结论)

(IN-假设)

(OUT-假设))

条件证明(CP)的证实表示有前提的论点, 无论何时, 只要在 IN 假设中的节点为 IN, OUT 假设中的节点为 OUT, 则结论节点往往为 IN, 于是条件证明的证实有效。

### 3-15 在什么情况下需要采用不确定推理或非单调推理?

不完全的信息、不断变化的情况、以及求解复杂问题过程中生成的假设

### 3-16 下列语句是一些几何定理, 把这些语句表示为基于规则的几何证明系统的产生式规则:

- (1) 两个全等三角形的各对应角相等。
- (2) 两个全等三角形的各对应边相等。
- (3) 各对应边相等的三角形是全等三角形。
- (4) 等腰三角形的两底角相等。

规则(1): IF        两个三角形全等  
          THEN 各对应角相等

规则(2): IF        两个三角形全等  
          THEN 各对应边相等

规则(3): IF        两个三角形各对应边相等  
          THEN 两三角形全等

规则(4): IF        它是等腰三角形  
          THEN 它的两底角相等

## 第四章 计算智能 (1) : 神经计算 模糊计算

### 4-1 计算智能的含义是什么? 它涉及哪些研究分支?

贝兹德克认为**计算智能**取决于制造者提供的数值数据, 而不依赖于知识。计算智能是智力的低层认知。

主要的**研究领域**为神经计算, 模糊计算, 进化计算, 人工生命。

### 4-2 试述计算智能 (CI)、人工智能 (AI) 和生物智能 (BI) 的关系。

**计算智能**是智力的低层认知, 主要取决于数值数据而不依赖于知识。**人工智能**是在计算智能的基础上引入知识而产生的智力中层认知。**生物智能**, 尤其是人类智能, 则是最高层的智能。

即 CI 包含 AI 包含 BI

### 4-3 人工神经网络为什么具有诱人的发展前景和潜在的广泛应用领域？

人工神经网络具有如下至关重要的**特性**：

(1) **并行分布处理**

适于实时和动态处理

(2) **非线性映射**

给处理非线性问题带来新的希望

(3) **通过训练进行学习**

一个经过适当训练的神经网络具有归纳全部数据的能力，能够解决那些由数学模型或描述规则难以处理的问题

(4) **适应与集成**

神经网络的强适应和信息融合能力使得它可以同时输入大量不同的控制信号，实现信息集成和融合，适于复杂，大规模和多变量系统

(5) **硬件实现**

一些超大规模集成是电路实现硬件已经问世，使得神经网络成为具有快速和大规模处理能力的网络。

### 4-4 简述生物神经元及人工神经网络的结构和主要学习算法。

#### 生物神经元

大多数神经元由一个细胞体(cell body 或 soma)和突(process)两部分组成。突分两类，即轴突(axon)和树突(dendrite)，轴突是个突出部分，长度可达 1m，把本神经元的输出发送至其它相连接的神经元。树突也是突出部分，但一般较短，且分枝很多，与其它神经元的轴突相连，以接收来自其它神经元的生物信号。

轴突的末端与树突进行信号传递的界面称为突触(synapse)，通过突触向其它神经元发送信息。对某些突触的刺激促使神经元触发(fire)。只有神经元所有输入的总效应达到阈值电平，它才能开始工作。此时，神经元就产生一个全强度的输出窄脉冲，从细胞体经轴突进入轴突分枝。这时的神经元就称为被触发。突触把经过一个神经元轴突的脉冲转化为下一个神经元的兴奋或抑制。学习就发生在突触附近。

每个人脑大约含有  $10^{11}$ - $10^{12}$  个神经元，每一神经元又约有  $10^3$ - $10^4$  个突触。神经元通过突触形成的网络，传递神经元间的兴奋与抑制。大脑的全部神经元构成极其复杂的拓扑网络群体，用于实现记忆与思维。

#### 人工神经网络的结构

人工神经网络由神经元模型构成。每个神经元具有单一输出，并且能够与其它神经元连接，存在许多输出连接方法，每种连接方法对应于一个连接权系数。

人工神经网络的结构分为 2 类，

(1) 递归(反馈)网络

有些神经元的输出被反馈至同层或前层神经元。信号能够从正向和反向流通。Hopfield 网络, Elman 网络和 Jordan 网络是代表。

## (2) 前馈网络

具有递阶分层结构,由一些同层神经元间不存在互连的层级组成。从输入层至输出层的信号通过单向连接流通,神经元从一层连接至下一层,不存在同层神经元之间的连接。多层感知器(MLP),学习矢量量化网络(LVQ),小脑模型连接控制网络(CMAC)和数据处理方法网络(GMDH)是代表。

## 人工神经网络的主要学习算法

### (1) 指导式(有师)学习

根据期望和实际的网络输出之间的差来调整神经元连接的强度或权。包括 Delta 规则,广义 Delta 规则,反向传播算法及 LVQ 算法。

### (2) 非指导(无导师)学习

训练过程中,神经网络能自动地适应连接权,以便按相似特征把输入模式分组聚集。包括 Kohonen 算法, Carpenter-Grossberg 自适应谐振理论(ART)

### (3) 强化学习

是有师学习的一种特例。它不需要老师给出目标输出,而是由一个“评论员”来评介与给定输入相对应的神经网络输出的优劣。例如遗传算法(GA)

## 4-10 什么是模糊集合和隶属函数或隶属度?

论域  $U$

模糊子集  $F$

隶属函数

序偶

P119

## 4-11 模糊集合有哪些运算,满足哪些规律?

并(取 max),交(取 min),补

幂等律,交换律,结合律,分配律,吸收律,同一律, Demorgan 律,复原律,对偶律,互补律不成立

## 4-12 什么是模糊推理?有哪几种模糊推理方法?

模糊推理是建立在模糊逻辑基础上的,一种不确定性推理方法,是在二值逻辑三段论基础上发展起来的。它以模糊判断为前提,动用模糊语言规则,推导出一个近似的模糊判断结论。有许多模糊推理方法。在 Zadeh 法中,有 2 种重要的模糊推理规则:广义取式(肯定前提)假言推理法(GMP)和广义拒式(否定结论)假言推理法(GMT),分别简称为广义前向推理法和广义后向推理法。

## 4-13 有哪些模糊蕴含关系?

模糊合取，模糊析取，基本蕴涵，命题演算，GMP 推理，GMT 推理

#### 4-14 什么叫模糊判决？有哪几种常用的模糊判决方法？

从推理得到的模糊集合中，取一个相对最能代表这个模糊集合的单值的过程就称为解模糊或模糊判决。

常用的模糊判决方法有：重心法，最大隶属度法，系数加权平均法，隶属度限幅元素平均法

## 第五章 计算智能(2):进化计算 人工生命

### 5-1 什么是进化计算？它包括哪些内容？它们的出发点是什么？

什么是？

进化计算包括遗传算法，进化策略，进化编程和遗传编程。

出发点？

### 5-2 试述遗传算法的基本原理，并说明遗传算法的求解步骤。

基本原理？

求解步骤：

(1) 随机产生一个由确定长度的特征字符串组成的初始种群

(2) 对该字符串种群迭代地执行下步的步骤[1]和步骤[2]，直到满足停止准则为止：

[1] 计算种群中每个个体字符中的适应值

[2] 应用复制，交叉和变异等遗传算子产生下一代种群

(3) 把在后代中出现的最好个体字符指定为遗传算法的执行结果，这个结果可以表示问题的一个解。

### 5-5 进化策略是如何描述的？

最简单的进化策略可描述如下：

P137

### 5-6 简述进化编程的机理和基本过程，并以四状态机为例说明进化编程的表示。

机理？

基本过程？

P139

### 5-7 遗传算法、进化策略和进化编程的关系如何？有何区别？

关系：

它们都是模拟生物界自然进化过程而建立的鲁棒性计算机算法。

区别

进化策略和进化编程把变异作为主要搜索算子，标准遗传算法中，变异处于次要位置。

交叉在遗传法起着重要作用，而在进化编程中却被完全省去，在进化策略中与自适应结合使用，起了很重要的作用。

标准遗传算法和进化编程都强调随机**选择**机制的重要性，而进化策略的选择是完全确定的。进化策略和进化编程，**确定**地把某个个体排除在被选择之外，而标准遗传算法都对每个个体指定一个非零的选择**概率**。

### 5-8 人工生命是否从 1987 年开始研究？为什么？

不是。

1987 年**第一次**人工生命研讨会上，美国**圣塔菲**研究所非线性研究组的**兰顿**正式提出了人工生命的概念，建立起人工生命新学科。

20 世纪，**60 年代**，罗森布拉特研究感知机，斯塔尔建立细胞活动模型，林登迈耶提出了生长发育中的细胞交互作用数学模型。

**70 年代**，康拉德等人研究人工仿生系统中的自适应，进化和群体动力学，提出不断完善的“人工世界”模型。细胞自动机被用于图像处理。康韦提出生命的细胞自动机对策论。

**80 年代**，人工神经网络再度兴起，促进了人工生命的发展。

### 5-9 什么是人工生命？请按你的理解用自己的语言给人工生命下个定义。

1987 年兰德提出的人工生命定义为：人工生命是研究能够演示出自然生命系统特征行为的人造系统。通过计算机或其它机器对类似生命的行为进行综合研究，以便对传统生物科学起互补作用。

凡是具有自然生命现象和特征的人造系统，都可称为人工生命。

### 5-10 人工生命要模仿自然生命的特征和现象。自然生命有哪些共同特征？

自然生命的共同特征和现象，包括但不限于：

(1) 自繁殖，自进化，自寻优(2) 自成长，自学习，自组织(3) 自稳定，自适应，自协调(4) 物质构造(5) 能量转换(6) 信息处理

### 5-11 为什么要研究人工生命？

具有重大的科学意义和广泛的应用价值

(1) 开发基于人工生命的工程技术**新方法，新系统，新产品**

(2) 为自然生命的研究提供**新模型，新工具，新环境**

(3) 延伸**人类寿命**，减缓衰老，防治疾病

(4) 扩展**自然生命**，实现人工进化和优生优育

(5) 促进生命科学，信息科学，系统科学的**交叉与发展**

### 5-12 人工生命包括哪些研究内容？其研究方法如何？

**研究内容**大致分为两类：

(1) 构成生物体的**内部系统**，包括脑，神经系统，内分泌系统，免疫系统，遗传系统，酶系统，代谢系统

(2) 生物体及其群体的**外部系统**，包括环境适应系统和遗传进化系统

**研究方法**主要可分为两类：

- (1) **信息模型法**，根据内部和外部系统所表现出来的生命行为来建造信息模型
- (2) **工作原理法**，生命行为所显示的自律分散和非线性行为，其工作原理是混沌和分形，以此为基础研究人工生命的机理。

## **第六章 专家系统**

### **6-1 什么叫做专家系统?它具有哪些特点与优点?**

专家系统是一种模拟人类专家解决领域问题的智能计算机程序系统，其内部含有大量的某个领域专家水平的知识与经验，能够利用人类专家的知识和解决问题的方法来处理该领域问题。也就是说，专家系统是一个具有大量的专门知识与经验的程序系统，它应用人工智能技术和计算机技术，根据某领域一个或多个专家提供的知识和经验，进行推理和判断，模拟人类专家的决策过程，以便解决那些需要人类专家处理的复杂问题。

#### **特点：**

##### **(1) 启发性**

专家系统能运用专家的知识与经验进行推理、判断和决策

##### **(2) 透明性**

专家系统能够解释本身的推理过程和回答用户提出的问题，以便让用户能够了解推理过程，提高对专家系统的信赖感。

##### **(3) 灵活性**

专家系统能不断地增长知识，修改原有知识，不断更新。

#### **优点：**

(1) 专家系统能够**高效率、准确、周到、迅速和不知疲倦**地进行工作。

(2) 专家系统解决实际问题时**不受周围环境的影响，也不可能遗漏忘记**。

(3) 可以使专家的专长**不受时间和空间的限制**，以便推广珍贵和稀缺的专家知识与经验。

(4) 专家系统能促进各领域的发展，它**使各领域专家的专业知识和经验得到总结和精炼**，能够广泛有力地传播专家的知识、经验和能力。

(5) 专家系统**能汇集**多领域专家的知识与经验以及他们协作解决重大问题的能力，它拥有更渊博的知识、更丰富的经验和更强的工作能力。

(6) **军事专家系统**的水平是一个国家国防现代化的重要标志之一。

(7) 专家系统的研制和应用，具有巨大的**经济效益和社会效益**。

(8) 研究专家系统能够**促进整个科学技术的发展**。专家系统对人工智能的各个领域的发展起了很大的促进作用，并将对科技、经济、国防、教育、社会和人民生活产生极其深远的影响。

### **6-2 专家系统由哪些部分构成?各部分的作用为何?**



### **(1) 知识库(knowledge base)**

知识库用于存储**某领域**专家系统的**专门知识**，包括事实、可行操作与规则等。

### **(2) 综合数据库(global database)**

综合数据库又称全局数据库或总数据库，它用于存储领域或问题的**初始数据**和推理过程中得到的**中间数据**(信息)，即被处理对象的一些当前事实。

### **(3) 推理机(reasoning machine)**

推理机用于记忆所采用的规则和控制策略的程序，使整个专家系统能够以逻辑方式协调地工作。推理机能够根据知识进行**推理和导出结论**，而不是简单地搜索现成的答案。

### **(4) 解释器(explanator)**

解释器能够向用户**解释专家系统的行为**，包括解释推理结论的正确性以及系统输出其它候选解的原因。

### **(5) 接口(interface)**

接口又称界面，它能够使系统与用户进行**对话**，使用户能够输入必要的**数据**、提出问题和了解推理过程及推理结果等。系统则通过接口，要求用户回答提问，并回答用户提出的问题，进行必要的解释。

## **6-3 建造专家系统的关键步骤是什么？**

是否拥有大量知识是专家系统成功与否的关键，因而**知识表示**就成为设计专家系统的关键

### **(1) 设计初始知识库**

问题知识化，知识概念化，概念形式化，形式规则化，规则合法化

### **(2) 原型机(prototype)的开发与试验**

建立整个系统所需要的实验子集，它包括整个模型的典型知识，而且只涉及与试验有关的足够简单的任务和推理过程

### **(3) 知识库的改进与归纳**

反复对知识库及推理规则进行改进试验，归纳出更完善的结果

## **6-4 专家系统程序与一般的问题求解软件程序有何不同?开发专家系统与开发其它软件的任务有何不同?**

一般应用程序与专家系统的区别在于：前者把问题求解的知识隐含地编入程序，而后者则把其应用领域的问题求解知识单独组成一个实体，即为知识库。知识库的处理是通过与知识库分开的控制策略进行的。

更明确地说，一般应用程序把知识组织为两级：数据级和程序级；大多数专家系统则将知识组织成三级：数据、知识库和控制。

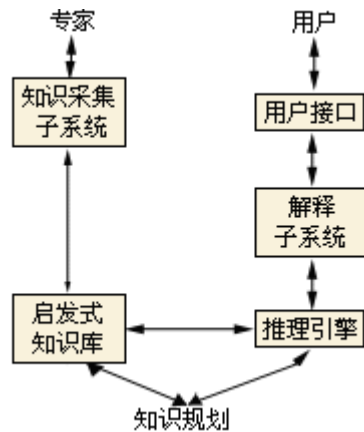
在数据级上，是已经解决了的特定问题的说明性知识以及需要求解问题的有关事件的当前状态。

在知识库级是专家系统的专门知识与经验。是否拥有大量知识是专家系统成功与否的关键，

因而知识表示就成为设计专家系统的关键。

在控制程序级，根据既定的控制策略和所求解问题的性质来决定应用知识库中的哪些知识。

## 6-5 基于规则的专家系统是如何工作的？其结构为何？



系统的主要部分是知识库和推理引擎。

**知识库**由谓词演算事实和有关讨论主题的规则构成。"知识工程师"与应用领域的专家共同工作以便把专家的相关知识表示成一种形式，由一个知识采集子系统协助，输入到知识库。

**推理引擎**由所有操纵知识库来演绎用户要求的信息的过程构成-如消解、前向链或反向链。

**用户接口**可能包括某种自然语言处理系统，它允许用户用一个有限的自然语言形式与系统交互。也可用带有菜单的图形接口界面。

**解释子系统**分析被系统执行的推理结构，并把它解释给用户。

## 6-6 基于框架的专家系统与面向目标编程有何关系？其结构有何特点？其设计任务是什么？

基于框架的专家系统采用了面向目标的编程技术，以提高系统的能力和灵活性。它们共享许多特征。

面向目标的编程其所有数据结构均以目标形式出现，每个目标含有两种基本信息：描述目标的信息和说明目标能做什么的信息。面向目标的编程为表示实际世界目标提供了一种自然的方法。

应用专家系统的术语来说，每个目标具有陈述性知识和过程知识。

**结构的主要特点**在于基于框架的专家系统采用框架而不是规则来表示知识。框架提供一种比规则更丰富的获取问题知识的方法，不仅提供某些目标的包描述，而且还规定了该目标如何工作。

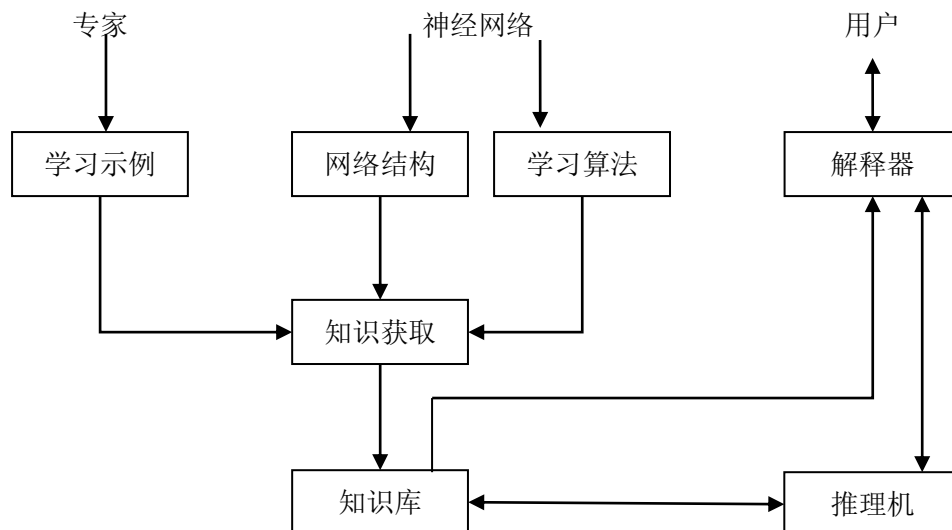
开发基于框架的专家系统的**主要任务**有

- (1) 定义问题(对问题和结论的考察与综述)
- (2) 分析领域(定义事物，事物特征，事件和框架结构)
- (3) 定义类及其特征
- (4) 定义例及其框架结构
- (5) 确定模式匹配规则
- (6) 规定事物通信方法
- (7) 设计系统界面
- (8) 对系统进行评价
- (9) 对系统进行扩展，深化和扩宽知识。

### 6-7 为什么要提出基于模型的专家系统？试述神经网络专家系统的一般结构。

有一种关于人工智能的观点认为：人工智能是对各种定性模型的获得、表达及使用的计算方法进行研究的学问。根据这一观点，一个知识系统中的知识库是由各种模型综合而成的，而这些模型又往往是定性的模型。

采用各种定性模型来设计专家系统，一方面它增加了系统的功能，提高了性能指标，另一方面，可独立地深入研究各种模型及其相关问题，把获得的结果用于改进系统设计。



### 6-8 新型专家系统有何特征？什么是分布式专家系统和协同式专家系统？

新型专家系统的特征：

(1) 并行与分布处理(2) 多专家系统协同工作(3) 高级语言和知识语言描述

知识工程师只需用一种高级专家系统描述语言对系统进行功能、性能及接口描述，并用知识表示语言描述领域知识，专家系统生成系统就能自动或半自动地生成所需的专家系统。

(4) 具有自学习功能

具有高级的知识获取与学习功能

(5) 引入新的推理机制

除了能进行演绎推理之外，还有归纳推理(联想、类比)、非标准逻辑推理(非单调逻辑推理、加权逻辑推理)及各种基于不完全知识和模糊知识的推理。

(6) 具有自纠错和自完善能力

(7) 先进的智能人机接口

理解自然语言，实现语声、文字、图形和图像的直接输入输出是如今人们对智能计算机提出的要求。

#### 分布式专家系统

具有分布处理的特征，能把一个专家系统的功能经分解以后分布到多个处理器上去并行地工作，从而有总体上提高系统的处理效率。它可以工作在紧耦合的多处理器系统环境中，也可

工作在松耦合的计算机网络环境中，其总体结构在很大程度上依赖于其所在的硬件环境。

### **协同式专家系统**

又称为“群专家系统”，是一个能综合若干个相近领域或一个领域的多个方面的子专家系统互相协作，共同解决一个更广领域问题的专家系统。是克服一般专家系统的局限性的重要途径。它不着重于处理的分布和知识的分布，而是更强调子系统间的协同合作。它并不一定要求有多个处理机的硬件环境，而且一般都是在同一个处理机上实现各子专家系统的。

### **6-9 在设计专家系统时，应考虑哪些技术？**

#### **(1) 具有可靠知识与数据的小搜索空间问题**

数据可靠(无噪声、无错误、不丢失、不多余)和知识可靠(不出现假的、近似的或推测性的结论)，决定了系统具有单调性并可采用单路推理路线。而小搜索空间的问题一般允许采用穷举搜索策略。

#### **(2) 不可靠的数据或知识**

这种情况应采用概率推理、模糊推理、不可靠数据的精确推理方法或专门的不确定性推理技术。

#### **(3) 时变数据**

一般要涉及时间推理技术，推理过程要求较复杂的表示法。

#### **(4) 大搜索空间的问题**

一般要引入启发式搜索策略或采用分层体系结构，来降低求解过程的复杂程度。对大空间的问题通常还要根据具体问题的特征采取相应的对策。

### **6-10 什么是建造专家系统的工具？你知道哪些专家系统工具，各有什么特点？**

专家系统开发工具是一些比较通用的工具，作为设计和开发专家系统的辅助手段和环境，以求提高专家系统的开发效率、质量和自动化水平。专家系统工具是一种更高级的计算机程序设计语言。比一般的计算机高级语言具有更强的功能。

主要分为**骨架型工具**(又称外壳)、**语言型工具**、**构造辅助工具**和**支撑环境**等4类。

#### **(1) 骨架型工具**

借用以前开发好的专家系统，将描述领域知识的规则从原系统中“挖掉”，只保留其独立于问题领域知识的推理机部分，这样形成的工具称为骨架型工具，如EMYCIN、KAS以及EXPERT等。

其控制策略是预先给定的，使用起来很方便，用户只须将具体领域的知识明确地表示成为一些规则就可以了。这样，可以把主要精力放在具体概念和规则的整理上，从而大大提高了专家系统的开发效率。

因其程序的主要骨架是固定的，除了规则以外，用户不可改变任何东西。使得骨架型工具的应用范围很窄，只能用来解决与原系统相类似的问题。

## (2) 语言型工具

提供给用户的是建立专家系统所需要的基本机制，其控制策略也不固定于一种或几种形式，用户可以通过一定手段来影响其控制策略。因此，语言型工具的结构变化范围广泛，表示灵活，所适应的范围要比骨架型工具广泛得多。像 OPS5、OPS83、RLL 及 ROSIE 等，均属于这一类工具。

使用起来比较困难，用户不易掌握，对于具体领域知识的表示也比骨架型工具困难一些，而且在与用户的对话方面和对结果的解释方面也往往不如骨架型工具。

## (3) 构造辅助工具

主要分 2 类，一类是设计辅助工具，典型的有 AGE 系统，另一类是知识获取辅助工具，典型的有 TEIRESIAS 系统。

## (4) 支撑环境

是指帮助进行程序设计的工具，它常被作为知识工程语言的一部分。工具支撑环境仅是一个附带的软件包，以便使用户界面更友好，它包括四个典型组件：调试辅助工具、输入输出设施、解释设施和知识库编辑器。ART 就属于这一类系统。

### 6-12 用基于规则的推理系统证明下述推理的正确性：

已知     狗都会吠叫和咬人  
          任何动物吠叫时总是吵人的  
          猎犬是狗  
结论     猎犬是吵人的

## 第七章 机器学习

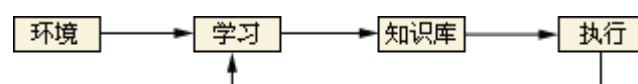
### 7-1 什么是学习和机器学习?为什么要研究机器学习?

按照人工智能大师西蒙的观点,学习就是系统在不断重复的工作中对本身能力的增强或者改进,使得系统在下一执行同样任务或类似任务时,会比现在做得更好或效率更高。

**机器学习**是研究如何使用机器来模拟人类学习活动的学科,是机器学习是一门研究机器获取新知识和新技能,并识别现有知识的学问。这里所说的“机器”,指的就是计算机。

现有的计算机系统和人工智能系统没有什么学习能力,至多也只有非常有限的学习能力,因而不能满足科技和生产提出的新要求。

### 7-2 试述机器学习系统的基本结构,并说明各部分的作用。



**环境**向系统的学习部分提供某些信息，**学习**部分利用这些信息修改知识库，以增进系统执行部分完成任务的效能，**执行**部分根据知识库完成任务，同时把获得的信息反馈给学习部分。影响学习系统设计的最重要的因素是环境向系统提供的信息。更具体地说是信息的质量。

### 7-3 试解释机械学习的模式。机械学习有哪些重要问题需要加以研究？

**机械学习**是最简单的机器学习方法。机械学习就是记忆，即把新的知识存储起来，供需要时检索调用，而不需要计算和推理。是最基本的学习过程。任何学习系统都必须记住它们获取的知识。在机械学习系统中，知识的获取是以较为稳定和直接的方式进行的，不需要系统进行过多的加工。

#### 要研究的问题：

##### (1) 存储组织信息

只有当检索一个项目的时间比重新计算一个项目的时间短时，机械学习才有意义，检索的越快，其意义也就越大。因此，采用适当的存储方式，使检索速度尽可能地快，是机械学习中的重要问题。

##### (2) 环境的稳定性与存储信息的适用性问题

机械学习基础的一个重要假定是在某一时刻存储的信息必须适用于后来的情况

##### (3) 存储与计算之间的权衡

如果检索一个数据比重新计算一个数据所花的时间还要多，那么机械学习就失去了意义。

### 7-4 试说明归纳学习的模式和学习方法。

归纳是一种从个别到一般，从部分到整体的推理行为。

#### 归纳学习的一般模式为：

给定：观察陈述(事实) $F$ ，假定的初始归纳断言(可能为空)，及背景知识

求：归纳断言(假设) $H$ ，能重言蕴涵或弱蕴涵观察陈述，并满足背景知识。

#### 学习方法

##### (1) 示例学习

它属于有师学习，是通过从环境中取得若干与某概念有关的例子，经归纳得出一般性概念的一种学习方法。示例学习就是要从这些特殊知识中归纳出适用于更大范围的一般性知识，它将覆盖所有的正例并排除所有反例。

##### (2) 观察发现学习

它属于无师学习，其目标是确定一个定律或理论的一般性描述，刻画观察集，指定某类对象的性质。它分为观察学习与机器发现两种，前者用于对事例进行聚类，形成概念描述，后者用于发现规律，产生定律或规则。

### 7-5 什么是类比学习？其推理和学习过程为何？

类比是一种很有用和很有效的推理方法，它能清晰，简洁地描述对象间的相似性，是人类认识世界的一种重要方法。

类比推理的目的是从源域  $S$  中，选出与目标域  $T$  最近似的问题及其求解方法，解决当前问题，或者建立起目标域中已有命题间的联系，形成新知识。

**类比学习**就是通过类比，即通过对相似事物加以比较所进行的一种学习。

**类比推理过程**如下：

(1) 回忆与联想

通过回忆与联想在源域  $S$  中找出与目标域  $T$  相似的情况。

(2) 选择

从找出的相似情况中，选出与目标域  $T$  最相似的情况及其有关知识。

(3) 建立对应关系

在源域  $S$  与目标域  $T$  之间建立相似元素的对应关系，并建立起相应的映射。

(4) 转换

把  $S$  中的有关知识引到  $T$  中来，从而建立起求解当前问题的方法或者学习到关于  $T$  的新知识。

**类比学习过程**主要包括：

(1) **输入**一组已经条件(已解决问题)和一组未完全确定的条件(新问题)

(2) 按照某种相似性的定义，**寻找**两者可类比的对应关系

(3) 根据相似变换的方法，**建立**从已解决问题到新问题的**映射**，以获得待求解问题所需的新知识。

(4) 对通过类比推理得到的关于新问题的知识进行**校验**。验证正确的知识存入知识库中，暂时无法验证的知识作为参考性知识，置于数据库中。

**7-8 用 C 语言编写一套计算机程序，用于执行 BP 学习算法。**

**7-9 试应用神经网络模型优化求解销售员旅行问题。**

**7-10 考虑一个具有阶梯型阈值函数的神经网络，假设**

(1) 用一常数乘所有的权值和阈值；

(2) 用一常数加于所有权值和阈值。

**试说明网络性能是否会变化？**

(1) 不会

(2) 会

### 7-11 增大权值是否能够使 BP 学习变慢？

是

### 7-12 什么是知识发现？知识发现与数据挖掘有何关系？

根据费亚德的定义，数据库中的**知识发现**是从大量数据中辨识出有效的，新颖的，潜在有用的，并可被理解的模式的高级处理过程。

数据挖掘是知识发现中的一个步骤，它主要是利用某些特定的知识发现算法，在一定的运算效率内，从数据中发现出有关的知识。

### 7-13 试说明知识发现的处理过程。

费亚德的知识发现过程包括

#### (1) 数据选择

根据用户需求从数据库中提取与知识发现相关的数据

#### (2) 数据预处理

检查数据的完整性与数据的一致性，对噪音数据进行处理，对丢失的数据利用统计方法进行填补，进行发掘数据库

#### (3) 数据变换

利用聚类分析和判别分析，从发掘数据库里选择数据

#### (4) 数据挖掘

#### (5) 知识评价

对所获得的规则进行价值评定，以决定所得到的规则是否存入基础知识库

知识发现的全过程，可进一步归纳为三个步骤，即数据挖掘预处理，数据挖掘，数据挖掘后处理。

### 7-14 有哪几种比较常用的知识发现方法？试略加介绍。

常用的知识发现方法有

#### (1) 统计方法

统计方法是从事物外在数量上的表现去推断事物可能的规律性，包括传统方法，模糊集，支持向量机，粗糙集

#### (2) 机器学习方法

包括规则归纳，决策树，范例推理，贝叶斯信念网络，科学发现，遗传算法

#### (3) 神经计算方法

常用的有多层感知器，反向传播网络，自适应映射网络

#### (4) 可视化方法

使用有效的可视化界面，可以快速，高效地与大量数据打交道，以发现其中隐藏的特征，关系，模式和趋势



### 7-15 知识发现的应用领域有哪些？试展望知识发现的发展和应用前景。

#### (1) 金融业

数据清理，金融市场分析和预测，账户分类，银行担保和信用评估

#### (2) 保险业

通过对索赔者的资料与索赔历史数据模式进行比较，以判定用户的索赔是否合理

#### (3) 制造业

零部件故障诊断，资源优化，生产过程分析

#### (4) 市场和零售业

销售预测，库存需求，零售点选择和价格分析

#### (5) 医疗业

数据清理，预测医疗保健费用

#### (6) 司法

案件调查，诈骗检测，洗钱认证，犯罪组织分析

#### (7) 工程与科学

工程与科学数据分析

## 第八章 机器人规划

### 8-1 有哪几种重要的机器人高层规划系统？它们各有什么特点？你认为哪种规划方法有较大的发展前景？

基于谓词逻辑的规划是用谓词逻辑来描述世界模型及规划过程的一种规划方法

(1) 规划演绎法。用 F 规则求解规划序列。

(2) 逻辑演算和通用搜索法。STRIPS 和 ABSTRIPS 系统。

(3) 具有学习能力的规划系统。如 PULP-I 系统

(4) 分层规划方法。如 NOAH 规划系统，它特别适用于非线性规划

(5) 基于专家系统的规划。如 ROPES 规划系统，它具有更快的规划速度，更强的规划能力和更大的适应性。

#### 发展前景？

8-2 让  $\text{right}(x)$ ,  $\text{left}(x)$ ,  $\text{up}(x)$  和  $\text{down}(x)$  分别表示八数码难题中单元  $x$  左边、右边、上面和下方的单元(如果这样的单元存在的话)。试写出 STRIPS 规划来模拟向上移动 B(空格)、向下移动 B、向左移动 B 和向右移动 B 等动作。

### 8-3 考虑设计一个清扫厨房规划问题。

(1) 写出一套可能要用的 STRIPS 型操作符。当你描述这些操作符时，要考虑到下列情况：

- 清扫火炉或电冰箱会弄脏地板。

- 要清扫烘箱，必须应用烘箱清洗器，然后搬走此清洗器。
- 在清扫地板之前，必须先行打扫。
- 在打扫地板之前，必须先把垃圾筒拿出去。
- 清扫电冰箱造成垃圾污物，并把手工作台弄脏。
- 清洗工作台或地板使洗涤盘弄脏。

(2) 写出一个被清扫厨房的可能初始状态描述，并写出一个可描述的(但很可能难以得到的)目标描述。

(3) 说明如何把 STRIPS 规划技术用来求解这个问题。(提示：你可能想修正添加条件的定义，以便当某个条件添加至数据库时，如果出现它的否定的话，就能自动删去此否定)。

8-4 曲颈瓶 F1 和 F2 的容积分别为 C1 和 C2。公式  $CONT(X, Y)$  表示瓶子 X 含有 Y 容量单位的液体。试写出 STRIPS 规划来模拟下列动作：

- (1) 把 F1 内的全部液体倒进 F2 内。
- (2) 用 F1 的部分液体把 F2 装满。

8-5 机器人 Rover 正在房外，想进入房内，但不能开门让自己进去，而只能喊叫，让叫声促使开门。另一机器人 Max 在房间内，他能够开门并喜欢平静。Max 通常可以把门打开来使 Rover 停止叫喊。假设 Max 和 Rover 各有一个 STRIPS 规划生成系统和规划执行系统。试说明 Max 和 Rover 的 STRIPS 规则和动作，并描述导致平衡状态的规划序列和执行步骤。

用来描述状态的谓词公式有：

INROOM(X): X 在房间里

OUTROOM(X): X 不在房间里

SOUND(X): X 在喊叫

QUIET(X): X 保持安静

OPENED(X): X 处于打开状态

CLOSED(X): X 处于关闭状态

**Rover** 可执行的动作有：

Shout(X): X 喊叫

先决条件:  $OUTROOM(X) \text{ AND } CLOSED(Door) \text{ AND } QUIET(X)$

删除表:  $QUIET(X)$

添加表:  $SOUND(X)$

ComeIn(X): X 走进房间

先决条件:  $OUTROOM(X) \text{ AND } OPEN(Door)$

删除表:  $OUTROOM(X)$

添加表:  $INROOM(X)$

**Max 可执行的动作有：**

Open(X, Door): 为 X 打开门

先决条件: SOUND(X) AND OUTROOM(X) AND CLOSED(Door)

删除表: CLOSED(Door) AND SOUND(X)

添加表: OPENED(Door) AND QUIET(X)

Close(X): 关闭 X

先决条件: OPENED(X)

删除表: OPENED(X)

添加表: CLOSED(X)

**初始状态 M0:**

OUTROOM(Rover) AND QUIET(Rover) AND CLOSED(Door) AND INROOM(Max)

目标状态 G0:

INROOM(Rover) AND QUIET(Rover) AND CLOSED(Door) AND INROOM(Max)

导致平衡状态的**规划序列**为{ Shout(Rover), Open(Rover, Door), ComeIn(Rover), Close(Door) }

**执行步骤**

(1)

M0: OUTROOM(Rover) AND QUIET(Rover) AND CLOSED(Door) AND INROOM(Max)

OP1: Shout(Rover)

M1: OUTROOM(Rover) AND SOUND(Rover) AND CLOSED(Door) AND INROOM(Max)

(2)

M1: OUTROOM(Rover) AND SOUND(Rover) AND CLOSED(Door) AND INROOM(Max)

OP2: Open(Rover, Door)

M2: OUTROOM(Rover) AND QUIET(Rover) AND OPEND(Door) AND INROOM(Max)

(3)

M2: OUTROOM(Rover) AND QUIET(Rover) AND OPEND(Door) AND INROOM(Max)

OP3: ComeIn(Rover)

M3: INROOM(Rover) AND QUIET(Rover) AND OPEND(Door) AND INROOM(Max)

(4)

M3: INROOM(Rover) AND QUIET(Rover) AND OPEND(Door) AND INROOM(Max)

OP4: Close(Door)

M4(G0): INROOM(Rover) AND QUIET(Rover) AND CLOSED(Door) AND INROOM(Max)

**8-6 用本章讨论过的任何规划生成系统，解决图 8.22 所示机械手堆积木问题。**

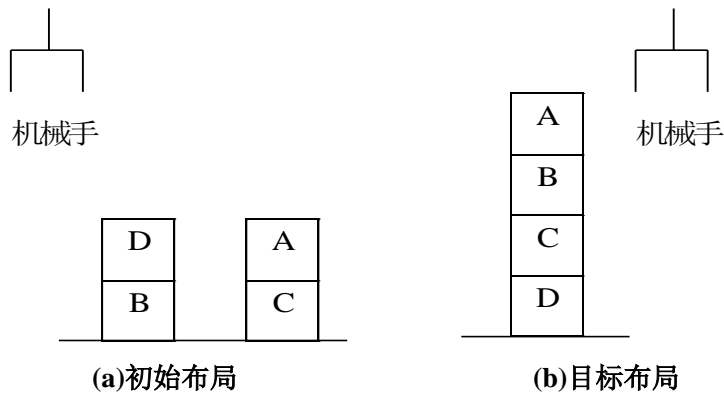


图 8.22 机械手堆积木规划问题

用来描述状态的谓词公式有：

ON(A, B): 积木 A 在积木 B 上

ONTABLE(A): 积木 A 在桌子上

CLEAR(A): A 上没有东西

HOLDING(A): 机械手正抓住 A

HANDEEMPTY: 机械手为空

**机械手可以执行的动作有：**

Stack(X, Y): 把积木 X 堆在积木 Y 上

先决条件: HOLDING(X) AND CLEAR(Y)

删除表: HOLDING(X) AND CLEAR(Y)

添加表: HANDEEMPTY AND ON(X, Y)

UnStack(X, Y): 把堆在积木 Y 上的积木 X 抬起

先决条件: HANDEEMPTY AND ON(X, Y) AND **CLEAR(X)**

删除表: HANDEEMPTY AND ON(X, Y)

添加表: HOLDING(X) AND CLEAR(Y)

PickUp(X): 从桌面上抓起积木 X

先决条件: HANDEEMPTY AND ONTABLE(X) AND **CLEAR(X)**

删除表: HANDEEMPTY AND ONTABLE(X)

添加表: HOLDING(X)

PutDown(X): 将积木 X 放到桌面上

先决条件: HOLDING(X)

删除表: HOLDING(X)

添加表: ONTABLE(X) AND **HANDEEMPTY**

**初始布局 M0:**

ON(D,B) AND ON(A,C) AND CLEAR(D) AND CLEAR(A) ONTABLE(B) AND ONTABLE(C)  
AND HANDEEMPTY

目标布局 G0:

ON(A,B) AND ON(B,C) AND ON(C,D) AND ONTABLE(D) AND CLEAR(A) AND HANDEEMPTY

如何规划?

8-7 考虑图 8.23 所示的寻找路径问题。

(1) 对所示物体和障碍物(阴影部分)建立一个结构空间。其中, 物体的初始位置有两种情况, 一种如图所示, 另一种情况是把物体旋转  $90^\circ$ 。

(2) 应用结构空间, 描述一个寻求上述无碰撞路径的过程(程序)把问题限于无旋转的二维问题。

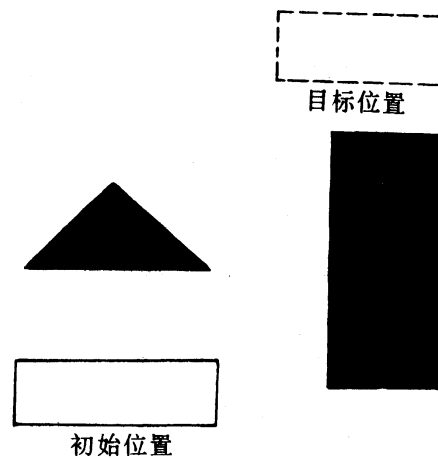


图 8.23 一个寻找路径问题

8-8 指出你的过程结构空间求得的图 8.23 问题的路径, 并叙述如何把你在上题中所得结论推广至包括旋转情况。

8-9 图 8.24 表示机器人工作的世界模型。要求机器人 Robot 把 3 个箱子 BOX1、BOX2 和 BOX3 移到如图 E23(b)所示目标位置, 试用专家系统方法建立本规划, 并给出规划序列。

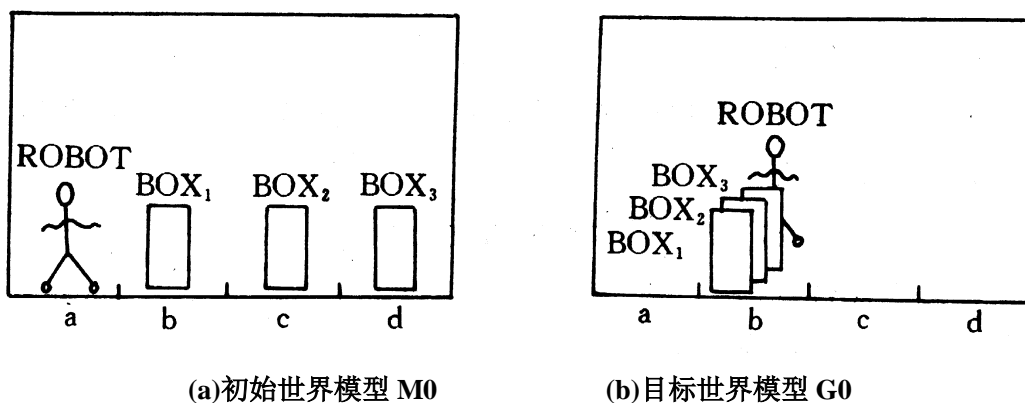


图 8.24 移动箱子于一处的机器人规划

8-10 图 8.25 表示机器人工作的世界模型。要求机器人把箱子从房间  $R_2$  初始位置移至房间  $R_1$  目标位置。试建立本机器人规划专家系统，并给出规划结果。

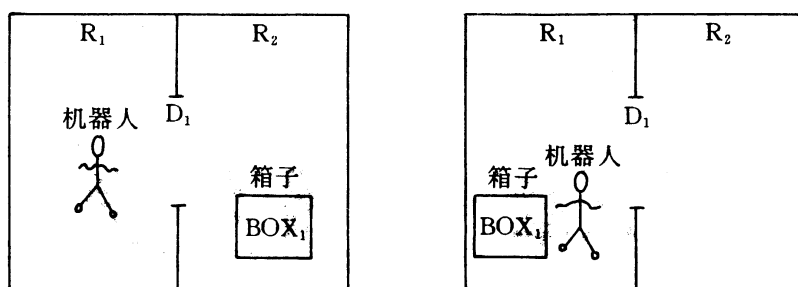


图 8.25 从一房间移至另一房间的机器人规划

## 第九章 Agent (艾真体)

9-1 分布式人工智能系统有何特点？试与多艾真体系统的特性加以比较。

分布式人工智能系统的特点：

(1) 分布性

系统信息(数据、知识、控制)在逻辑上和物理上都是分布的

(2) 连接性

各个子系统和求解机构通过计算机网络相互连接

(3) 协作性

各个子系统协调工作

(4) 开放性

通过网络互连和系统的分布，便于扩充系统规模

(5) 容错性

具有较多的冗余处理结点、通信路径和知识，提高工作的可靠性

(6) 独立性

系统把求解任务归约为几个相对独立的子任务，降低了问题求解及软件开发的复杂性

项目	DPS	MAS
研究内容	研究如何在多个合作和共享知识的模块,节点或子系统间划分任务,并求解问题	研究如何在一群自主的 Agent 之间进行智能行为的协调
研究目标	建立大粒度的协作群体,通过各群体的协作实现问题求解	首先定义各自分散自主的 Agent, 然后研究怎样完成实际任务的求解问题
设计方法	采用自顶向下的设计方法	采用自底向上的设计方法
内部关系	协作、合作	各 Agent 之间的关系并不一定是协作,也可能是竞争甚至是对抗的关系
内容要求	需要有全局的问题,概念模型和成功标准	包含多个局部的问题,概念模型和成功标准
共同点	研究如何对资源, 知识, 控制进行划分	

## 9-2 什么是艾真体？你对 agent 的译法有何见解？

**Agent** 是能够通过传感器感知其环境，并借助执行器作用于该环境的实体，可看作是从感知序列到动作序列的映射。

其**特性**为：行为自主性，作用交互性，环境协调性，面向目标性，存在社会性，工作协作性，运行持续性，系统适应性，结构分布性，功能智能性

把 **Agent** 译为艾真体的原因主要有：

- (1) 一种普遍的观点认为，**Agent** 是一种通过传感器感知其环境，并通过执行器作用于该环境的实体。
- (2) “主体”一词考虑到了 **Agent** 具有自主性，但并未考虑 **Agent** 还具有交互性，协调性，社会性，适应性和分布性的特性
- (3) “代理”一词在汉语中已经有明确的含义，并不能表示出 **Agent** 的原义
- (4) 把 **Agent** 译为艾真体，含有一定的物理意义，即某种“真体”或事物，能够在十分广泛的领域内得到认可
- (5) 在找不到一个确切和公认的译法时，宜采用音译

### 9-3 艾真体在结构上有何特点？在结构上又是如何分类的？每种结构的特点为何？

真体=体系结构+程序

- (1) 在计算机系统中，真体相当于一个**独立**的功能模块，独立的计算机应用系统。
- (2) 真体的**核心部分**是决策生成器或问题求解器，起到主控作用
- (3) 真体的**运行**是一个或多个进程，并接受总体调度
- (4) 各个真体在多个计算机 CPU 上并行运行，其**运行环境**由体系结构支持。

#### 结构分类及特点

##### (1) 反应式

只是简单地对外部刺激产生响应，没有内部状态

##### (2) 慎思式

是一个具有显式符号模型的基于知识的系统

##### (3) 跟踪式

是具有内部状态的反应式真体，通过找到一个条件与现有环境匹配的规则进行工作，然后执行与规则相关的作用。

##### (4) 基于目标

真体的程序能够与可能的作用结果信息结合起来，以便选择达到目标的行为，只要指定新的目标，就能够产生新的作用

##### (5) 基于效果

一个具有显式效果函数的真体能够比较由不同作用获得的效果，从而作出理性的决策

##### (6) 复合式

在一个真体内组合多种相对独立和并行执行的智能形态，其结构包括感知，动作，反应，建模，规划，通信和决策。

### 9-4 艾真体为什么需要互相通信？

一些交谈能向受话者传送信息，还有一些交谈要受话者采取行动。通信的双重目的就是建立信任和创建社会联系。

### 9-5 试述艾真体通信的步骤、类型和方式。

#### 通信的步骤

在一个通信事件中，讲话者(T)要使用文字(W)向受话者(H)调查建议 P

在讲话者身上发生 3 种作用

- (1) 意向：T 要 H 相信 P
- (2) 生成：T 选择文字 W
- (3) 综合：T 说话 W



在受话者身上发生 4 种作用

- (1) 感知: H 感知  $W'$  (理想状态下  $W'=W$ , 但可能会有错觉)
- (2) 分析: H 推断,  $W'$  有多个可能的含义  $P_1, P_2, \dots, P_n$
- (3) 消歧: H 推断, T 要调查  $P_i$  (理想地,  $P_i=P$ , 但误解是可能的)
- (4) 总合: H 决定相信  $P_i$

### 通信的类型

- (1) 使用 TELL 和 ASK 通信

真体分享相同的内部表示语言, 并通过界面 TELL 和 ASK 直接访问相互的知识库

- (2) 使用形式语言通信

外部通信语言可以与内部表示语言不同, 并且这些真体的每一个都可以有不同的内部语言, 只人每个真体能够可靠地从外部语言映射到自己的内部语言, 它们就无须同意任何内部符号, 其通信是通过语言而不是通过直接访问知识库而实现的

### 通信的方式

- (1) 黑板结构方式

黑板提供公共工作区, 真体可以交换信息, 数据和知识

- (2) 消息/对话方式

这是实现灵活和复杂的协调策略的基础。各真体使用规定的协议相互交换信息, 用于建立通信和协调机制。两真体之间的信息是直接交换的, 执行中没有缓冲。

## 9-6 艾真体有哪几种主要通信语言? 它们各有什么特点?

知识询问与操作语言 KQML

KQML 定义了一种真体间传递信息的标准语法及一些动作表达式, 分为通信、消息和内容三个层次

知识交换语言 KIF

其语法基本上类似于用 LISP 语法书写的一阶谓词演算

## 9-7 多艾真体系统有哪几种基本模型? 其体系结构又有哪几种?

### 基本模型

- (1) BDI 模型

它是一个概念和逻辑上的理论模型, 渗透在其它模型中, 成为研究真体理性和推理机制的基础。将 BDI 模型扩展至多真体系统时, 提出了联合意图、社会承诺、合理行为等描述真体行为的形式化定义。

- (2) 协商模型

产生于经济活动理论, 主要用于资源竞争, 任务分配和冲突消解等问题

- (3) 协作规划模型

用于制订其协调一致的问题求解规划。每个真体都具有自己的求解目标, 考虑其它真体的行

动与约束，并进行独立规划。

#### (4) 自协调模型

为适应复杂控制系统的动态实时控制和优化而提出来。自协调模型随环境变化自适应地调整行为，是建立在开放和动态环境下的多真体系统模型。

### 体系结构

#### (1) 真体网络

无论是远距离还是短距离的真体，其通信都是直接进行的，当真体数目较大时，这种一一交互的结构将导致系统效率低下。

#### (2) 真体联盟

若干近程真体通过助手真体进行交互，而远程真体则由各个局部真体群体的助手真体完成交互和消息发送。一个真体无须知道其它真体的详细信息，比真体网络有较大的灵活性

#### (3) 黑板结构

局部真体群体共享数据存储——黑板。其中控制外壳真体负责信息交互，而网络控制真体负责局部真体群体之间的远程信息交互。

### 9-8 试说明多艾真体的协作方法、协商技术和协调方式。

协作是保持非对抗真体间行为协调的特例，它通过适当的协调，合作完成共同目标。

### 协作方法

#### (1) 决策网络和递归建模

决策网络可看做是增加了决策节点和效益节点的贝叶斯网络。根据对环境和其它真体的观察信息和贝叶斯学习方法来修正模型，即修正对其它真体行为的信念，并预测它们的行为。

递归建模方法是，真体获取环境知识，其它真体知识和状态知识，并在此基础上建立递归决策模型，利用动态规划方法求解真体行为决策的表达

#### (2) Markov 对策

单真体系统中真体的动态决策其实是一个 Markov 过程，在多真体系统中真体的 Markov 决策过程的扩展形式就是随机对策，即 Markov 对策

#### (3) 真体学习方法

多真体系统的协作，本质上说是每个真体学习其它真体的行动策略模型而采取相应的最优反应。

#### (4) 决策树和对策树

实质是将对策理论和对策过程形式化，以实现真体的自动推理过程

协商是多真体系统实现协同，协作，冲突消解和矛盾处理的关键环节

### 协商技术

#### (1) 协商协议

主要研究真体通信语言的定义，表示，处理和语义解释，主要处理协商过程中，真体之间的交互

## (2) 协商策略

用于真体决策及选择协商协议和通信消息，主要修改真体内的决策和控制过程

## (3) 协商处理

侧重描述和分析单个真体和多真体协商社会的整体协作行为，包括协商算法和系统分析两方面

协调是一种动态行为，是真体对环境及其它真体的适应，往往通过改变真体的心智状态来实现

## 协调方法

### (1) 基于集中规划

至少有一个真体具备其它真体的知识，能力和环境资源知识，它作为主控真体，对系统的目标进行分解，任务进行规划，并指示其它真体执行任务

### (2) 基于协商

属于分布式协调，系统中没有作为规划的主控真体

### (3) 基于对策论

包括无通信协调和有通信协调两类

### (4) 基于社会规划

以每个真体都必须遵循的社会规则，过滤策略，标准和惯例为基础的协调方法

## 9-9 为什么多艾真体需要学习与规划？

学习能力是衡量多真体系统和其它智能系统的重要特征之一。多真体系统学习比单真体学习复杂得多，因为其学习对象处于动态变化中，且其学习离不开真体间的通信。只要给计算机设定一个目标，然后计算机不断与环境交互以达到该目标。

规划是连接精神状态(打算，设想)与执行动作的桥梁。多真体系统中的规划与经典规划有所不同，需要反映环境的持续变化。

## 9-10 你认为多艾真体系统的研究方向应是哪些？其应用前景又如何？

### 研究方向？

应用领域有：多机器人协调，过程智能控制，网络通信与管理，交通控制，电子商务，远程教学，远程医疗，网上数据挖掘，信息过滤、评估和集成以及数据库管理。

## 9-11 选择一个你熟悉的领域，编写一页程序来描述艾真体与环境的作用。说明环境是否是可访问的、确定性的、情节性的、静态的和连续的。对于该领域，采用何种艾真体结构为好？

## 如何选择真体结构？

9-12 设计并实现几种具有内部状态的艾真体，并测量其性能。对于给定的环境，这些艾真体如何接近理想的艾真体？

9-13 改变房间的形状和摆设物的位置，添加新家具。试测量该新环境中各艾真体，讨论如何改善其性能，以求处理更为复杂的地貌。

9-14 有些艾真体一旦得知一个新句子，就立即进行推理，而另一些艾真体只有在得到请求后才进行推理。这两种推理方法在知识层、逻辑层和执行层将有何区别？

9-15 应用布尔电路为无名普斯世界设计一个逻辑艾真体。该电路是一个连接输入（感知阀门）和输出（行动阀门）的逻辑门的集合。

- (1) 试解释为什么需要触发器。
- (2) 估计需要多少逻辑门和触发器。

## 第十章 机器视觉

10-1 可用广义锥体语言把楔形物体描述为一个具有一定尺寸的三角形沿着一根直轴移动而成的。请给出另一种描述。

10-2 (1) 除了表面法线  $(p, q, -1)$  外，还有另外两个感兴趣的矢量：一个矢量指向光源，它对应于某些特别的  $p$  和  $q$  值，记为  $p_s$  和  $q_s$  ( $s$  为假设日光)，表示指向日光的矢量  $(p_s, q_s, -1)$ ；另一指向观察者，即矢量  $(0, 0, -1)$ 。

利用表面法线、日光矢量和观测矢量，可以求出一些用  $p$  和  $q$  表示的与出射角、入射角和相位角有关的公式。试证明下列公式成立：

$$\cos \theta = \frac{pq_s q}{\sqrt{p^2 + q^2 + 1} \sqrt{p_s^2 + q_s^2 + 1}}$$

(2) 对  $\cos \theta$  和  $\cos \theta_g$  推导类似公式。

10-3 已知朗伯表面亮度等于  $\rho \cos \theta$ 。如果光源正好在观察者的后面，即  $p_s = 0, q_s = 0$ ,

于是可得对应于  $p$  和  $q$  的亮度为:

$$E = \cos \rho \times \frac{1}{\sqrt{p^2 + q^2 + 1}}$$

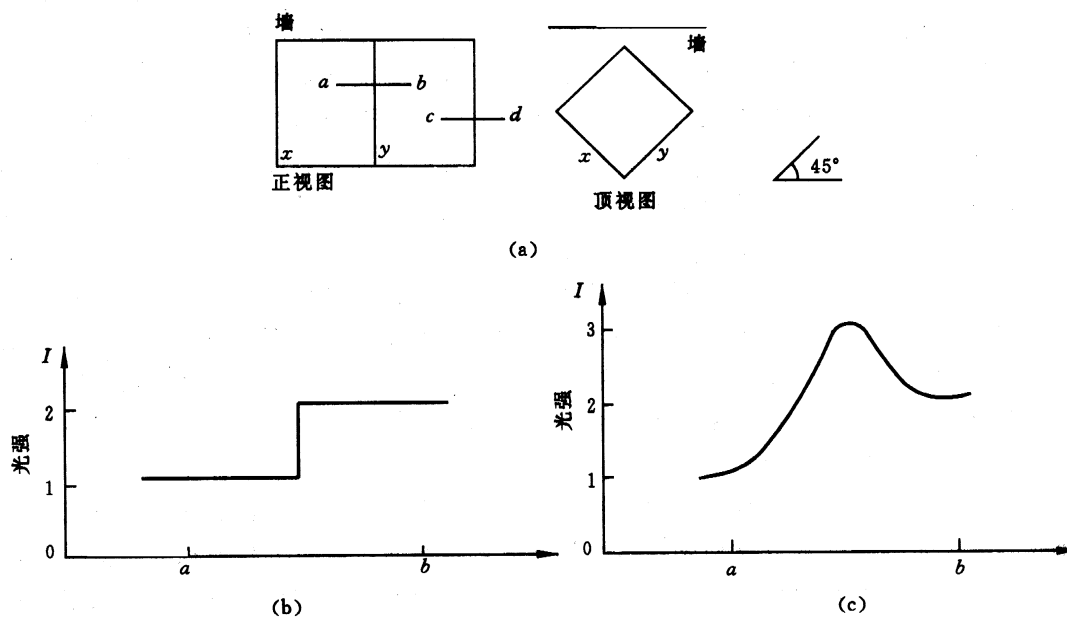
当  $p^2 + q^2 + 1$  为一常数时, 亮度  $E$  为一恒值。由于  $p^2 + q^2 + 1 = C$  是平面 PQ 上某个圆的方程式, 所以我们可得如下结论: 当光源位于观察者后面时, PQ 反射图上的等亮度线是一些圆周线。试证明阴影线是直线。

10-4 把一个篮球或其它球形物体固定起来, 并在室内单一小光源下对它进行试验。光源是在观察者的背后。

(1) 球面的光线亮度如何变化?

(2) 为什么满月看上去是扁平的?

10-5 考虑有一个朗伯立方体平放在朗伯墙前, 如图 (a) 所示。沿  $ab$  线的光线强度大体上像图 (b) 那样, 而当立方体的拐角为圆滑过渡时, 其光线强度如图 (c) 所示。



题 10-5 图 朗伯立方体及其光强分布图

(1) 在 PQ 空间, 指出此立方体各可见侧面的表面法线的准确位置。

(2) 在 PQ 空间, 对着光源方向, 指出可取的位置。

(3) 假设交界是陡变的, 试画出沿  $cd$  线的光强度分布图。

(4) 假设交界是圆滑的, 试画出沿  $cd$  线的光强度分布图。

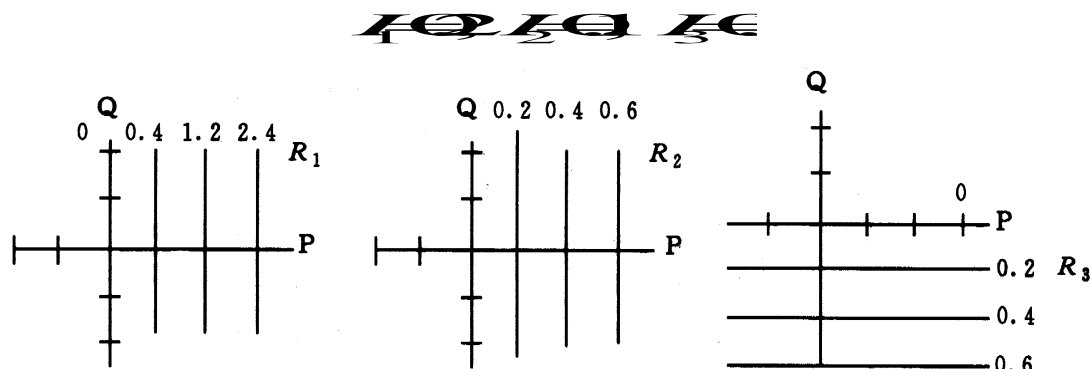
10-6 下列阵列表示航空照片图象上点阵的 PQ 投影以及所观察亮度  $E_r$  的链式代码:

-1	-1	0.23	+1	-1	0.23	+1	-1	0.17
-1	-1	0.23	+1	-1	0.17	0	0	0.3

0 0 0.3      0 0 0.3      0 0 0.3

假设所观察的亮度为  $E(p,q)$ , 其中,  $R(p,q)$  对应于光源直接在观察者背后和  $p=1$  时的朗伯反射图上的等亮度线。试把每点图象分类为石头、树和墓石、假设它们的反射系数分别为 0.7, 0.5 和 0.3。

10-7 某盖板表面的反射系数  $\rho$  为未知。在不同时间从 3 个分离光源对该表面照明。对于  $\rho=1$  的表面, 这 3 个光源对此表面的反射图如图所示。用这些光分别照射时所观察到的亮度分别为:

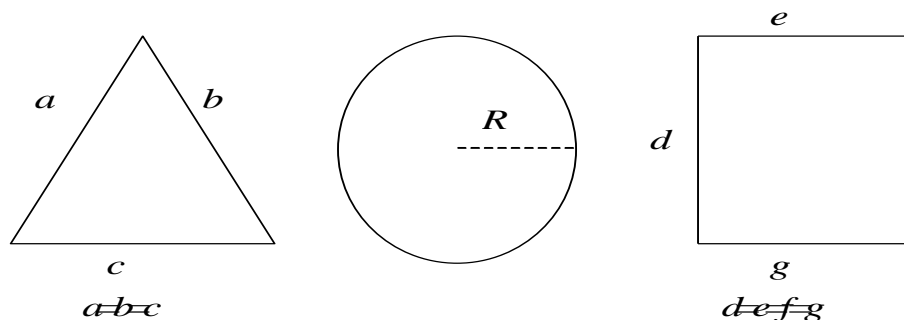


题 10-7 图 3 个反射图

(1) 在 PQ 空间画出当  $I_1/I_2$  等于 2, 3 和 4 时表示轨迹的线。同样地, 画出当  $I_2/I_3$  等于 0.5, 1 和 2 时的线。

(2) 求  $\rho = ?$

10-8 把图中所示各物体量化为  $32 \times 32$  的画面(方格纸自备)



题 10-8 图 需要数字化的物体

(1) 建立两个画面, 每个画面包含上述 3 个物体。要求两画面上的物体具有不同的尺寸、位置和方向。

(2) 计算两画面上 6 个物体的各阶矩量  $M_{00}$  和  $M_{02}$ 。

(3) 计算各物体的矩心  $(\bar{X}, \bar{Y})$ 。

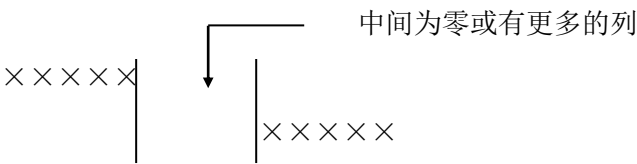
(4) 计算各物体的中心矩、标称中心矩和不变性矩, 并讨论所得结果。

(5) 计算 6 个物体的形状系数，并讨论所得结果。

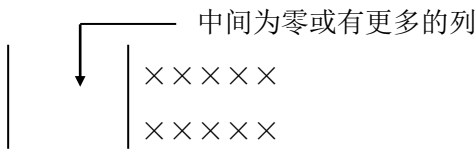
10-9 为什么 CONSIGHT 系统要使用 2 个光源，而不是用 1 个光源？

10-10 在连通性分析中，相邻 2 行间的分段情况被定义为下列 3 种：

情况 1 不重迭



情况 2 不重迭



情况 3 重迭

既不同于情况 1，又不同于情况 2。

区域并合规则是较高的数取代较低的数(除背景“0”外)。

(1) 从左至右逐行扫描下列  $8 \times 8$  二进制图象(图中 b 为背景)。指出连通域被并合后图象矩阵上元素的数字，作为连通性分析的解答：

		1	2	3	4	5	6	7	8	
	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
1	b	0	0	0	1	1	1	0	0	b
2	b	1	1	0	0	1	1	1	0	b
3	b	0	1	0	1	1	0	1	1	b
4	b	0	1	1	1	1	0	0	1	b
5	b	0	1	1	1	0	0	0	1	b
6	b	0	1	0	1	1	0	1	1	b
7	b	0	1	0	0	1	1	1	0	b
8	b	0	0	0	0	0	1	0	0	b
	b	b	b	b	b	b	b	b	b	

(2) 确定本题(1)中图象编码的扫描宽度。

## 第十一章 自然语言理解

- 11-1 什么是语言和语言理解?自然语言理解过程有哪些层次,各层次的功能如何?
- 11-2 自然语言理解和语言自动生成的关系为何?研究这两者时有什么共同点。
- 11-3 语言的歧义性可出现在各个层次上:构词、词类、句法和语义。试各举一例来说明。
- 11-4 写出下列上下文无关语法所对应的转移网络:

$S \rightarrow NP VP$

$NP \rightarrow \text{Adjective Noun}$

$NP \rightarrow \text{Determiner Noun PP}$

$NP \rightarrow \text{Determiner Noun}$

$VP \rightarrow \text{Verb Adverb NP}$

$VP \rightarrow \text{Verb}$

$VP \rightarrow \text{Verb Adverb}$

$VP \rightarrow \text{Verb PP}$

$PP \rightarrow \text{Preposition NP}$

- 11-5 考虑下列句子

The old man's glasses were filled with sherry.

选择单词 glasses 合适的意思需要什么信息?什么信息意味着不合适的意思?

- 11-6 考虑下列句子:

Put the red block on the blue block on the table .

- (1) 写出句中符合句法规则的所有有效的句法分析。
- (2) 如何用语义信息和环境知识选择该命令的恰当含义?

- 11-7 对下列每个语句给出句法分析树:

- (1) David wanted to go to the movie with Linda.
- (2) David wanted to go to the movie with Georgy William.
- (3) He heard the story listening to the radio.
- (4) He heard the boys listening to the radio.

- 11-8 考虑一用户与一交互操作系统之间进行英语对话的问题。

(1) 写出语义文法以确定对话所用语言。这些语言应确保进行基本操作,如描述事件、复制和删除文件、编译程序和检索文件目录等。

- (2) 用你的语义文法对下列各语句进行文法分析:

Copy from new test mss into old test mss.

Copy to old test mss out of new test mss.

- (3) 用标准的英语文法对上述两语句进行分析,列出所用文法片断。
- (4) 上述(2)与(3)的文法有何差别?这种差别与句法和语义文法之间的差别有何关系?



11-9 某大学开发出一个学生学籍管理数据库。试写出适于查询该数据库内容的匹配样本。

11-10 试设计一个特定应用领域的自然语言问答系统。