

知识点

1. 什么是人工智能？它的研究目标是什么？

人工智能的研究目标

远期目标

揭示人类智能的根本机理，用智能机器去模拟、延伸和扩展人类的智能

涉及到脑科学、认知科学、计算机科学、系统科学、控制论等多种学科，并依赖于它们的共同发展

近期目标

研究如何使现有的计算机更聪明，即使它能够运用知识去处理问题，能够模拟人类的智能行为。

相互关系

远期目标为近期目标指明了方向

近期目标则为远期目标奠定了理论和技术基础

2. 人工智能有哪几个主要学派？各自的特点是什么？

人工智能研究的三大学派：

随着人工神经网络的再度兴起和布鲁克（R. A. Brooks）的机器虫的出现，人工智能研究形成了符号主义、联结主义和行为主义三大学派。

符号主义学派

是指基于符号运算的人工智能学派，他们认为知识可以用符号来表示，认知可以通过符号运算来实现。例如，专家系统等。

联结主义学派

是指神经网络学派，在神经网络方面，继鲁梅尔哈特研制出BP 网络之后，人工神经网络研究掀起了第二次高潮。之后，随着模糊逻辑和进化计算的逐步成熟，又形成了“计算智能”这个统一的学科范畴。

行为主义学派

是指进化主义学派，在行为模拟方面，麻省理工学院的布鲁克教授1991 年研制成功了能在未知的动态环境中漫游的有 6 条腿的机器虫。

智能科学技术学科研究的主要特征

- (1) 由对人工智能的单一研究走向以自然智能、人工智能、集成智能为一体的协同研究；
- (2) 由人工智能学科的独立研究走向重视与脑科学、认知科学、等学科的交叉研究；
- (3) 由多个不同学派的独立研究走向多学派的综合研究；
- (4) 由对个体、集中智能的研究走向对群体、分布智能的研究；
- (5) 智能技术应用已渗透到人类社会的各个领域。

知识表示的类型

按知识的不同存储方式：

陈述性知识：知识用某种数据结构来表示；

知识本身和使用知识的过程相分离。

过程性知识：知识和使用知识的过程结合在一起。

知识表示的基本方法

非结构化方法：

一阶谓词逻辑

产生式规则

结构化方法：

语义网络

框架
知识表示的其它方法

状态空间法和问题归约法。

推理过程的心理形式

从心理学的角度，推理是一种心理过程。可有以下几种主要形式：

(1) 三段论推理

由两个假定真实的前提和一个可能符合也可能不符合这两前提的结论组成。

(2) 线性推理

或称线性三段论，这种推理的三个判断之间具有线性关系。

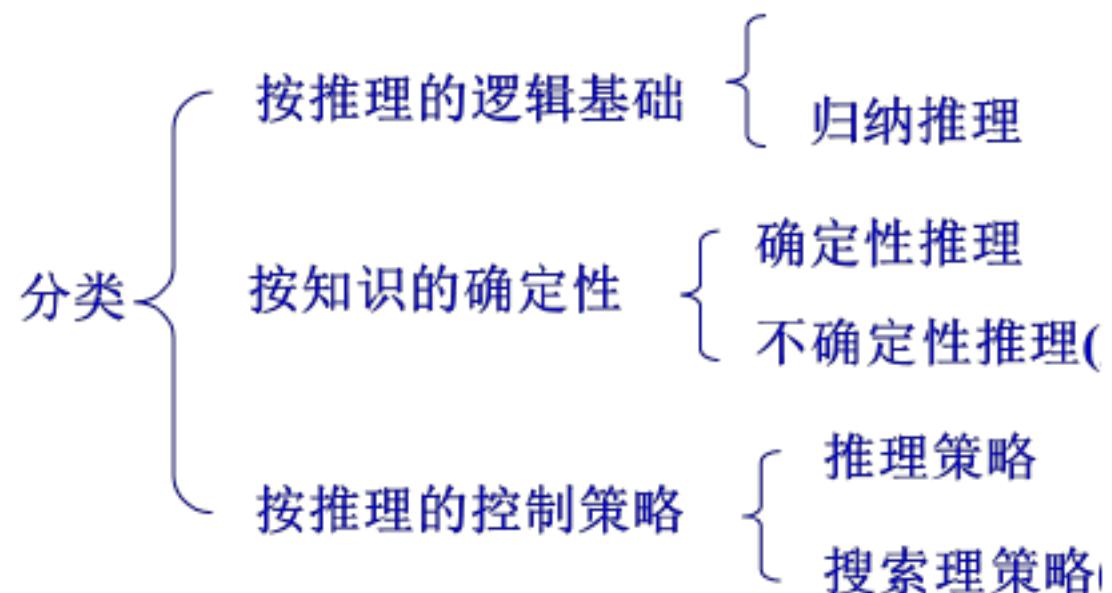
(3) 条件推理

即前一命题是后一命题的条件。

(4) 概率推理

即用概率来表示知识的不确定性，并根据所给出的概率来估计新的概率。

推理方法的分类形式



演绎推理与归纳推理的区别

演绎推理是在已知领域内的一般性知识的前提下，通过演绎求解一个具体问题或者证明一个结论的正确性。它所得出的结论实际上早已蕴含在一般性知识的前提下，演绎推理只不过是将已有事实揭露出来，因此它不能增殖新知识。

归纳推理所推出的结论是没有包含在前提内容中的。这种由个别事物或现象推出一般性知识的过程，是增殖新知识的过程。

推理控制策略及其分类

推理的控制策略

推理的控制策略是指如何使用领域知识使推理过程尽快达到目标的策略。它可分为推理策略和搜索策略。

推理策略

主要解决推理方向、冲突消解等问题，如推理方向控制策略、求解策略、限制策略、冲突消解策略等。

推理方向控制策略用于确定推理的控制方向，可分为正向推理、逆向推理、混合推理及双向推理。

求解策略是指仅求一个解，还是求所有解或最优解等。

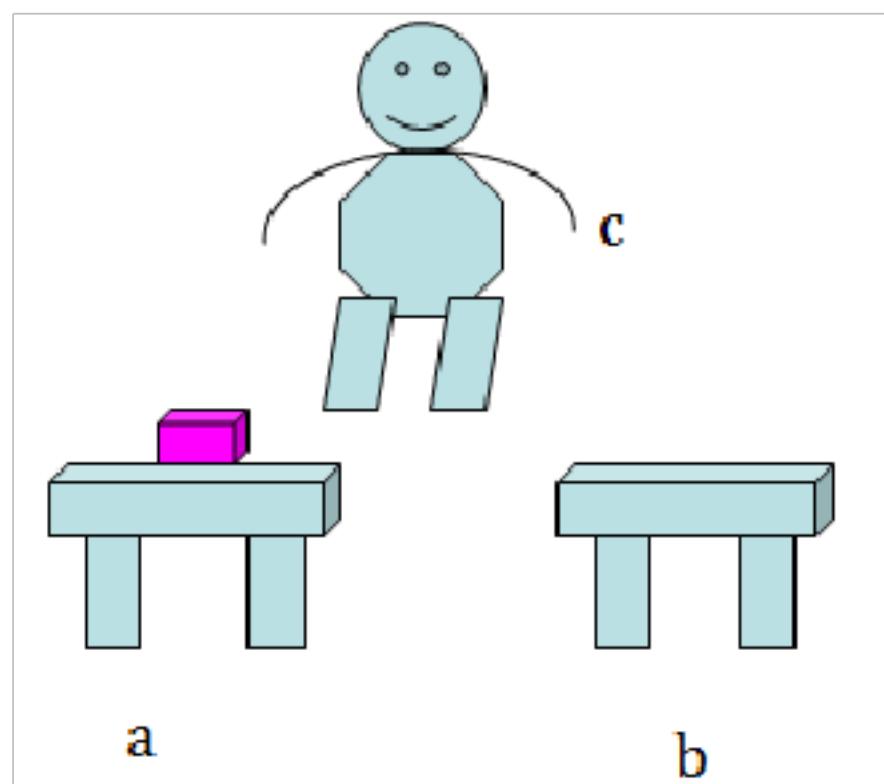
限制策略是指对推理的深度、宽度、时间、空间等进行的限制。

冲突消解策略是指当推理过程有多条知识可用时，如何从这多条可用知识中选出一条最佳知识用于推理的策略。

搜索策略

主要解决推理线路、推理效果、推理效率等问题。

机器人移盒子问题：机器人从 c 点出发，将盒子从 a 桌拿到 b 桌，然后再回到 c 处。



研究的对象：

桌子 x 的个体域是 {a, b}

机器人 y 的个体域是 {robot}

位置 z 的个体域是 {a, b, c}

物体 w 的个体域是 {box}

描述状态的谓词：

TABLE(x) : x 是桌子

EMPTY(y) : y 手中是空的

AT(y, z) y 在 z 的附近

HOLDS(y, w) : y 拿着 w

ON(w, x) : w 在 x 桌面上

问题的初始状态

AT(robot, c)

EMPTY(robot)

ON(box, a)

TABLE(a)

TABLE(b)

问题的目标状态

AT(robot, c)

EMPTY(robot)

ON(box, b)

TABLE(a)

TABLE(b)

机器人需要执行的操作

Goto(x, y) 从 x 处走到 y 处。

Pickup(x) 在 x 处拿起盒子。

Setdown(x) 在 x 处放下盒子。

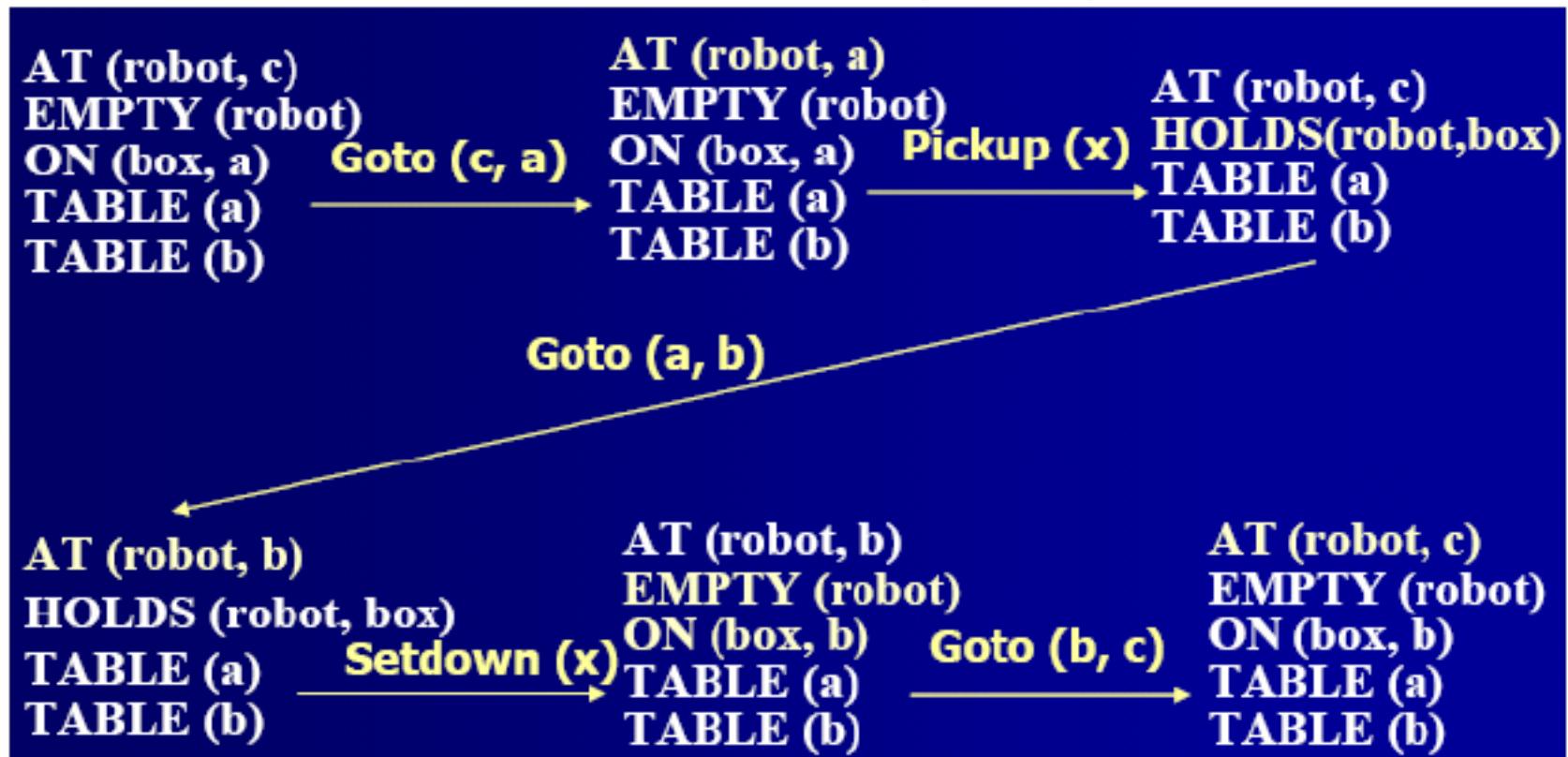
操作对应的条件和动作如下

Goto(x, y)

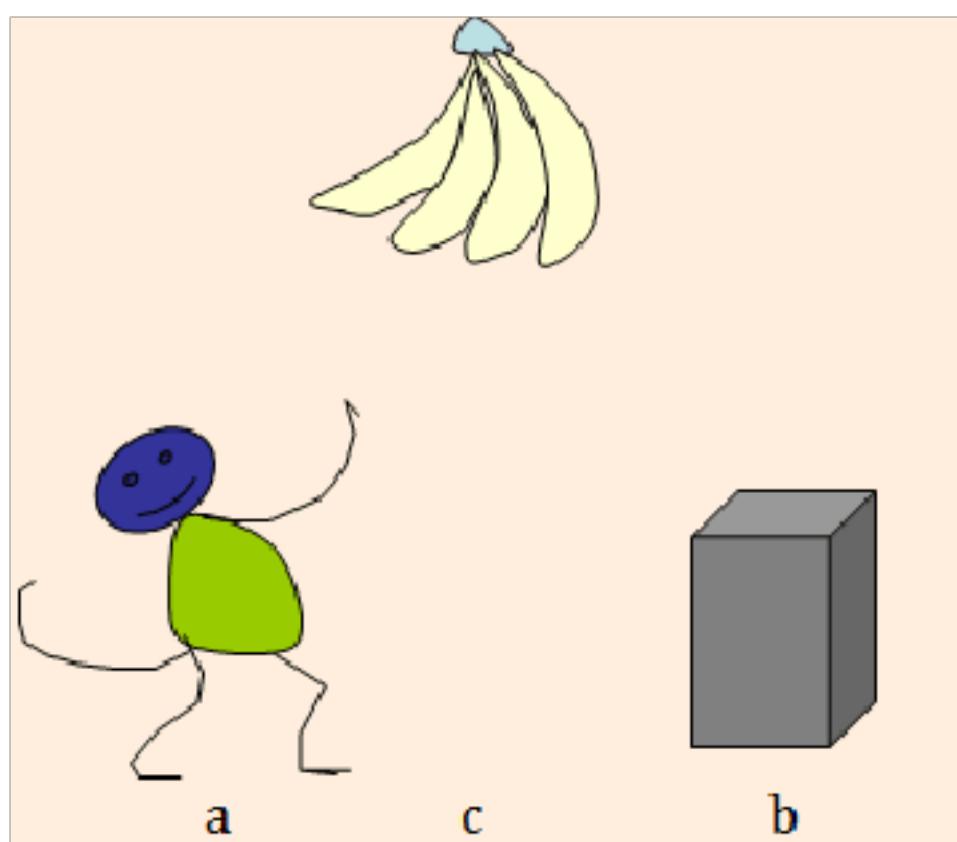
条件: AT(robot, x)
 动作: 删除表: AT(robot, x)
 添加表: AT(robot, y)

Pickup(x)
 条件: ON(box, x), TABLE(x), AT(robot, x), EMPTY(robot)
 动作: 删除表: EMPTY(robot), ON(box, x)
 添加表: HOLDS(robot, box)

Setdown(x)
 条件: AT(robot, x), TABLE(x), HOLDS(robot, box)
 动作: 删除表: HOLDS(robot, box)
 添加表: EMPTY(robot), ON(box, x)



猴子摘香蕉问题：请写出猴子摘香蕉的求解过程



描述状态的谓词

AT(x, y) x 在 y 处
 ONBOX : 猴子在箱子上
 HB : 猴子得到香蕉

其中, x 的个体域是

{Monkey, Box, Banana}

Y 的个体域是

{a, b, c}

问题的初始状态

AT(Monkey, a)

AT(Box, b)

ONBOX , HB

问题的目标状态

AT(Monkey, c), AT(Box, c)

ONBOX , HB

需要的操作

Goto(u, v) 猴子从 u 处走到 v 处

Pushbox(v, w) 猴子推着箱子从 v 处移到 w 处

Climbbox: 猴子爬上箱子

Grasp: 猴子摘取香蕉

操作对应的先决条件及动作

Goto(u, v)

条件: ONBOX , AT(Monkey, u)

动作: 删除表: AT(Monkey, u)

添加表: AT(Monkey, v)

Pushbox(v, w)

条件: ONBOX , AT(Monkey, v), AT(Box, v)

动作: 删除表: AT(Monkey, v), AT(Box, v)

添加表: AT(Monkey, w), AT(Box, w)

Climbbox

条件: ONBOX , AT(Monkey, w), AT(Box, w)

动作: 删除表: ONBOX

添加表: ONBOX

Grasp

条件: ONBOX , AT(Box, c)

动作: 删除表: HB

添加表: HB

猴子摘香蕉问题的求解过程如下:

状态 1 (初始状态)

AT(monkey, a)

开始

AT(box, b)

=====>

ONBOX

HB

状态 2

AT(monkey, b)

Goto(a, b)

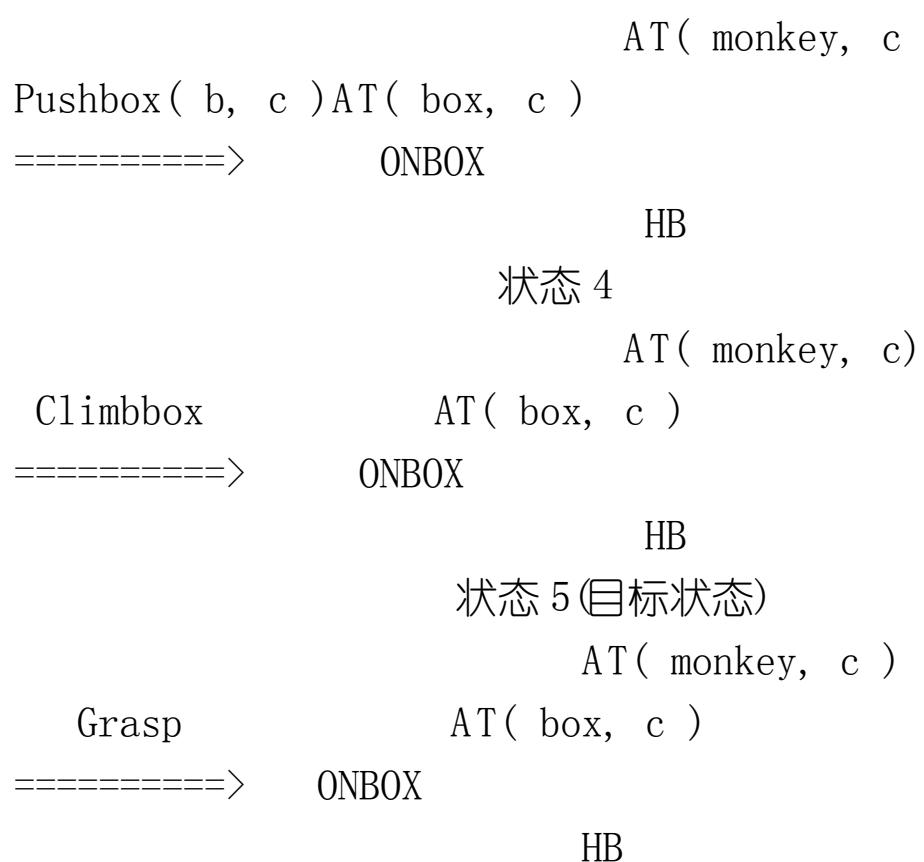
AT(box, b)

=====>

ONBOX

HB

状态 3



谓词逻辑表示的特征

主要优点

自然：一阶谓词逻辑是一种接近于自然语言的形式语言系统，谓词逻辑表示法接近于人们对问题的直观理解

明确：有一种标准的知识解释方法，因此用这种方法表示的知识明确、易于理解

精确：谓词逻辑的真值只有“真”与“假”，其表示、推理都是精确的

灵活：知识和处理知识的程序是分开的，无须考虑处理知识的细节

模块化：知识之间相对独立，这种模块性使得添加、删除、修改知识比较容易进行
主要缺点

知识表示能力差：只能表示确定性知识，而不能表示非确定性知识、过程性知识和启发式知识

知识库管理困难：缺乏知识的组织原则，知识库管理比较困难

存在组合爆炸：由于难以表示启发式知识，因此只能盲目地使用推理规则，这样当系统知识量较大时，容易发生组合爆炸

系统效率低：它把推理演算与知识含义截然分开，抛弃了表达内容中所含有的语义信息，往往使推理过程冗长，降低了系统效率

产生式系统的特点

主要优点：自然性、模块性、有效性、一致性

主要缺点：效率较低、不能表示结构性知识

语义网络的概念及结构

语义网络是通过概念及其语义关系来表示知识的一种网络图，它是一个带标记的有向图。其中有向图的各节点用来表示各种概念、事物、属性、情况、动作、状态等，节点上的标注用来区分各节点所表示的不同对象，每个节点可以带有若干个属性，以表示其所代表的不同对象的特性；弧是有方向、有标注的，方向用来体现节点间的主次关系，而其上的标注则表示被联接的两个节点间的某种语义联系或语义关系。

一个最简单的语义网络可由一个三元组表示：

(节点 1, 弧, 节点 2)

基本语义关系

实例关系： ISA

体现的是“具体与抽象”的概念，含义为“是一个”，表示一个事物是另一个事物的一个实例。例“李刚是一个人”

分类关系：AKO

也称泛化关系，体现的是“子类与超类”的概念，含义为“是一种”，表示一个事物是另一个事物的一种类型。例“机器人是一种机器”

成员关系：A Member of

体现的是“个体与集体”的关系，含义为“是一员”，表示一个事物是另一个事物的一个成员。例“张强是共青团员”

属性关系

指事物和其属性之间的关系。常用的有：

Have：含义为“有”，表示一个结点具有另一个结点所描述的属性

Can：含义为“能”、“会”，表示一个结点能做另一个结点的事情

例如：“鸟有翅膀”

包含关系（聚类关系）

指具有组织或结构特征的“部分与整体”之间的关系。常用的包含关系是：

Partof：含义为“是一部分”，表示一个事物是另一个事物的一部分。

例如，“大脑是人体的一部分”

时间关系

指不同事件在其发生时间方面的先后次序关系。常用的时间关系有：

Before：含义为“在前” After：含义为“在后”

如：“伦敦奥运会在北京奥运会之后”，

位置关系

指不同事物在位置方面的关系。常用的有：

Locatedon：含义为“在…上面” Locatedunder：含义为“在…下面”

Locatedat：含义为“在…” 如，“书在桌子上”

相近关系

指不同事物在形状、内容等方面相似或接近。常用的相近关系有：

Similarto：含义为“相似” Near-to：含义为“接近” 如，“猫似虎”

语义网络表示的特征

主要优点：

结构性 把事物的属性以及事物间的各种语义联系显式地表示出来，是一种结构化的知识表示方法。在这种方法中，下层结点可以继承、新增、变异上层结点的属性。

联想性 本来是作为人类联想记忆模型提出来的，它着重强调事物间的语义联系，体现了人类的联想思维过程。

自然性 语义网络可以比较直观把知识表示出来，符合人们表达事物间关系的习惯。

主要缺点：

非严格性 没有象谓词那样严格的形式表示体系，一个给定语义网络的含义完全依赖于处理程序对它所进行的解释，通过语义网络所实现的推理不能保证其正确性。

复杂性 语义网络表示知识的手段是多种多样的，这虽然对其表示带来了灵活性，但同时也由于表示形式的不一致，使得它的处理增加了复杂性。

框架的定义及组成

是一种描述所论对象属性的数据结构，一个框架可以由框架名、槽、侧面和值四部分组成。

用框架表示知识的步骤

- 1) 分析待表达知识中的对象和属性，对框架中的槽进行合理设置。
- 2) 对各对象间的各种联系进行考察，使用一些常用的或根据具体需要定义一些表达联系的槽名，来描述上下层框架间的联系。
- 3) 对各层对象的“槽”及“侧面”进行合理的组织安排，避免信息描述的重复。

产生式系统 (production system)

一个总数据库：它含有与具体任务有关的信息。随着应用情况的不同，这些数据库可能简单，或许复杂。
一套规则：它对数据库进行操作运算。每条规则由左部鉴别规则的适用性或先决条件以及右部描述规则应用时所完成的动作。
一个控制策略：它确定应该采用哪一条适用规则，而且当数据库的终止条件满足时，就停止计算。

OPEN 表：用于存放刚生成的节点

CLOSE 表：用于存放将要扩展或已扩展的节点

宽度优先搜索

目的是系统地展开并检查图中的所有节点，以找寻结果。

基本思想是首先搜索和初始节点距离为 1 的所有顶点，然后再去搜索和出始节点距离为 2 的其他顶点，依次类推

它并不考虑结果的可能位置，彻底地搜索整张图，直到找到结果为止。

类似例题

优点

完备性：如果问题有解，宽度优先搜索总能够在有限步内找到目标节点

最优化：在不考虑路径耗散的前提下，总能够找到最浅的目标节点(最优)

缺点：

遍历各个节点，搜索效率差，消耗大量内存和时间

深度优先搜索类似例题

深度优先搜索的优点是比宽度优先搜索算法需要较少的空间，该算法只需要保存搜索树的一部分，它由当前正在搜索的路径和该路径上还没有完全展开的节点标志所组成。

A 算法和 A* 算法类似例题

计算智能是信息科学、生命科学、认知科学等不同学科相互交叉的产物。它主要借鉴仿生学的思想，基于人们对生物体智能机理的认识，采用数值计算的方法去模拟和实现人类的智能。

计算智能主要研究领域包括：神经计算、进化计算、模糊计算、免疫计算、DNA 计算、粗糙集等。

生物神经系统是人工神经网络的基础。人工神经网络是对人脑神经系统的简化、抽象和模拟，具有人脑功能的许多基本特征。

常用的人工神经元模型

根据功能函数的不同，可得不同的神经元模型。阈值型(Threshold)

这种模型的神经元没有内部状态，作用函数 f 是一个阶跃函数，他表示激活值 σ 和输出之间的关系。

分段线性强饱和型(Linear Saturation)

这种模型又称为伪线性，其输入/输出之间在一定范围内满足线性关系，一直延续到输出为最大值 1 为止。但当达到最大值后，输出就不再增。

S型(Sigmoid)

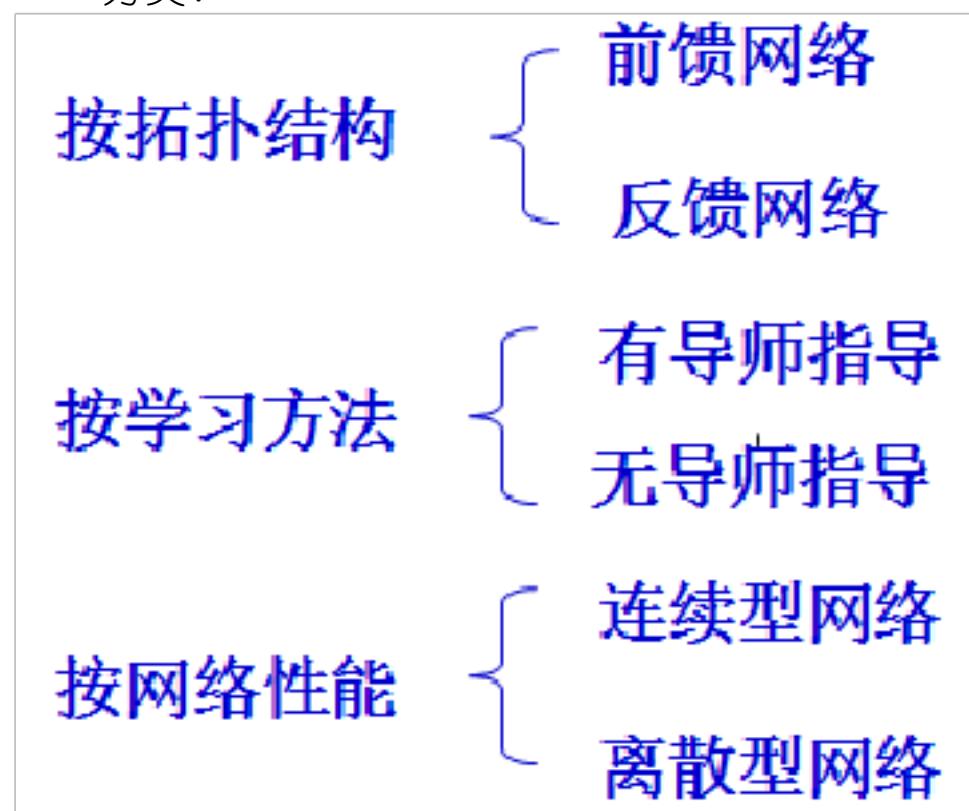
这是一种连续的神经元模型，其输入输出特性常用指数、对数或双曲正切等S型函数表示。它反映的是神经元的饱和特性。

子阈累积型(Subthreshold Summation)

也是一个非线性函数，当产生的激活值超过T值时，该神经元被激活产生个反响。在线性范围内，系统的反响是线性的。

人工神经网络是一种对人工神经元进行互联所形成的网络，它是对生物神经网络的模拟。反映的是神经元的饱和特性。

分类：



反馈网络是指允许采用反馈联结方式所形成的神经网络。

反馈网络的典型例子是后面将要介绍的 Hopfield 网络

BP 网络的网络拓扑结构是多层前向网络，在 BP 网络中，同层节点之间不存在相互连接，层与层之间多采用全互连方式，且各层的连接权值可调。BP 网络实现了明斯基的多层次网络的设想，是当今神经网络模型中使用最广泛的一种。

BP 网络的学习过程是由工作信号的正向传播和误差信号的反向传播组成的。所谓正向传播，是指输入模式经隐层到输出层，最后形成输出模式；所谓误差反向传播，是指从输出层开始逐层将误差传到输入层，并修改各层联接权值，使误差信号为最小的过程。

进化计算(Evolutionary Computation, EC)是在达尔文(Darwin)的进化论和孟德尔(Mendel)的遗传变异理论的基础上产生的一种在基因和种群层次上模拟自然界生物进化过程与机制的问题求解技术。它主要包括

- 遗传算法 (Genetic Algorithm, GA)
- 进化策略 (Evolutionary Strategy, ES)
- 进化规划 (Evolutionary Programming, EP)
- 遗传规划 (Genetic Programming, GP) 四大分支。

自然界生物进化过程是进化计算的生物学基础，它主要包括遗传(Hereditiy) 变异(Mutation) 和进化(Evolution) 理论。

遗传算法题

模糊集的运算：例 4.17

按性质划分，不确定性大致可分为随机性、模糊性、不完全性、不一致性和时变性等几种类型。

有两种不确定性，即关于证据的不确定性和关于结论的不确定性。

贝叶斯网络是 20 世纪 80 年代发展起来的，最早由 Judea Pearl 于 1986 年提出，多用于专家系统，成为表示不确定性知识和推理问题的流行方法。

贝叶斯网络最早起源于贝叶斯统计分析，它是概率理论和图论相结合的产物。

它使用图论描述问题的结构，然后按照概率论的原则分析问题的结构加以利用，以降低推理的计算复杂度。

贝叶斯网络能够准确描述一组随机变量的联合概率分布和变量之间的关系。

贝叶斯网络的组成和结构

贝叶斯网络由网络结构和条件概率表两部分组成。贝叶斯网的网络结构是一个有向无环图。由结点和有向弧段组成。每个结点代表一个事件或者随机变量，变量值可以是离散的或连续的，结点的取值是完备互斥的。表示起因的假设和表示结果的数据均用结点表示。有向弧表示变量之间的关联。

网络中的每个节点都有一个概率分布，其中根节点附的是边缘概率分布，非根节点是条件概率分布。

贝叶斯网是一个二元组 $B = \langle G, P \rangle$ ，在该网络中， G 是有向无环图， P 是条件概率。

预测、诊断和训练构成了贝叶斯网络的三个主要议题。贝叶斯网络的预测是指从起因推测一个结果的推理，也称为由顶向下的推理。目的是由原因推导出结果。已知一定的原因（证据），利用贝叶斯网络的推理计算，求出由原因导致的结果发生的概率。贝叶斯网络的诊断是指从结果推测一个起因的推理，也称为由底至上的推理。目的是在已知结果时，找出产生该结果的原因。贝叶斯网络学习是指由先验的贝叶斯网络得到后验的贝叶斯网络的过程。先验贝叶斯网络是根据用户的先验知识构造的贝叶斯网络，后验贝叶斯网络是把先验贝叶斯网络和数据相结合而得到的贝叶斯网络。贝叶斯网络学习的实质是用现有数据对先验知识的修正。

贝叶斯网络模型是由网络结构和条件概率分布表 (Conditional Probability Table CPT) 组成的，基于贝叶斯网络的学习包括结构学习和参数学习两个内容。结构学习，即利用训练样本集，尽可能结合先验知识，确定最合适的贝叶斯网络模型结构。参数学习是在给定结构下，确定贝叶斯网络模型的参数，即每个结点上的 CPT 表。

在贝叶斯网络学习过程中，结构学习是核心，构建最优网络的方法有两种：第一种是依赖专家经验知识，通过咨询专家进行手工构造；第二种是通过对大量的样本数据集分析获得，也就是利用机器学习方法分析数据获得贝叶斯网

常用评分函数有最大似然评分、BIC 评分、贝叶斯评分和最小描述长度 MDL 评分

● 机器学习

1. 研究如何使用机器来模拟人类学习活动的一门学科
2. (严格)：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
3. 机器学习的主要策略：机械学习、通过传授进行学习、类比学习、归纳学习、通过事例进行学习以及人工神经网络学习等

● 机器学习系统通常应该具有如下重要特征：

- ① 目的性——系统的学习行为是高度目的性的，即系统必须知道学习什么
- ② 结构性——系统必须具备适当的结构来记忆已学到的东西，即能够修改并完善知识

表示与组织的形式

③ 有效性——系统学到的知识应受到实践的检验，新知识必须对改善系统的行为起有益的作用。这一观点称为机器学习的发展标准

④ 开放性——系统的能力应在实际使用过程中，在同环境进行信息交互的过程中不断进化

类比学习代表性的方法有转换类比、派生类比、基于示例的学习等

类比和基于示例的学习是同一思维方法的两个方面：两者都要依靠记忆的情景知识来指导复杂的问题求解，但前者强调对过去情况的修改、改写和验证过程，而后者注重示例记忆的组织、层次索引和检索

类比有多种形式：如方法类比、概念类比、图形类比、联想型类比等等

归纳学习一般的操作是泛化和特化：泛化用来扩展一假设的语义信息，以使其能够包含更多的正例，应用于更多的情况；特化是泛化的相反操作，用于限制概念描述的应用范围

归纳学习的首要任务在于构造类型定义

选择：

1. AI 的英文缩写是

- A) Automatic Intelligence B) Artifical Intelligence
C) Automatice Information D) Artifical Information

2. 下列哪个不是人工智能的研究领域（ ）

- A. 机器证明
B. 模式识别
C. 人工生命
D. 编译原理

3. 神经网络研究属于下列（ ）学派

- A. 符号主义
B. 连接主义
C. 行为主义
D. 都不是

4. 已知初始问题的描述，通过一系列变换把此问题最终变为一个子问题集合；这些子问题的解可以直接得到，从而解决了初始问题。这是知识表示法叫（ ）

- A. 状态空间法
B. 问题归约法
C. 谓词逻辑法
D. 语义网络法

5. 如果问题存在最优解，则下面几种搜索算法中，（ ）必然可以得到该最优解，（ ）可以认为是“智能程度相对比较高”的算法。

- A. 广度优先搜索
B. 深度优先搜索
C. 有界深度优先搜索
D. 启发式搜索

6. 产生式系统的推理不包括（ ）

- A. 正向推理

- B. 逆向推理
 - C. 双向推理
 - D. 简单推理
7. 下列哪部分不是专家系统的组成部分 ()
- A. 用户
 - B. 综合数据库
 - C. 推理机
 - D. 知识库
8. 要想让机器具有智能，必须让机器具有知识。因此，在人工智能中有一个研究领域，主要研究计算机如何自动获取知识和技能，实现自我完善，这门研究分支学科叫 ()。
- A. 专家系统
 - B. 机器学习
 - C. 神经网络
 - D. 模式识别！
9. 语义网络表达知识时，有向弧 AKO 链、ISA 链是用来表达节点知识的 ()。
- A) 无悖性 B) 可扩充性 C) 继承性
10. 人工智能诞生于 () 年

1. 人工智能研究中的学派包括 (1) 、 (2) 、 (3) 。
2. 从已知事实出发，通过规则库求得结论的产生式系统的推理方式是 (4) 。
3. 如果问题存在最优解，则 (5) 搜索算法必然可以得到该最优解。
4. 按性质划分，不确定性大致可分为 (6) 、 (7) 、 (8) 、 (9) 、 (10) 。
5. 常用的二种盲目搜索方法是 _____ 和 _____ ；引入启发式知识来指导 OPEN 表中节点的排序可划分为二种方式 _____ 和 _____ 。
6. 人工智能的远期目标是 _____ ，近期目标是 _____ 。

二、简答题

1. 简述人工智能及其研究内容。
 2. 什么是知识？它有哪些特性？
 3. 试解释机器学习、有监督学习、无监督学习、强化学习。
 4. 解释下列模糊性知识：
 - 1) 张三，体型，(胖，0.9)。
 - 2) 患者，症状，(头痛，0.95) \wedge (患者，症状，(发烧，1.1)) \rightarrow (患者，疾病，(感冒，1.2))
- 答：
- 答：1) 表示：命题“张三比较胖” 2) 解释为：如果患者有些头痛并且发高烧，则他患了重感冒。

- 4、简单阐述产生式系统的组成：
- 5、什么是不精确推理？不精确推理中需要解决的基本问题有那些？
- 6、什么是学习和机器学习？

三、用语义网络表示下列信息：

1、把下列命题用一个语义网络表示出来：

- (1) 树和草都是植物；
- (2) 树和草都有叶和根；
- (3) 水草是草，且生长在水中；
- (4) 果树是树，且会结果；
- (5) 苹果树是果树中的一种，它会结苹果。

- 2、(1)胡途是思源公司的经理，他35岁，住在飞天胡同68号
- (2)清华大学与北京大学进行蓝球比赛，最后以89：102的比分结束。

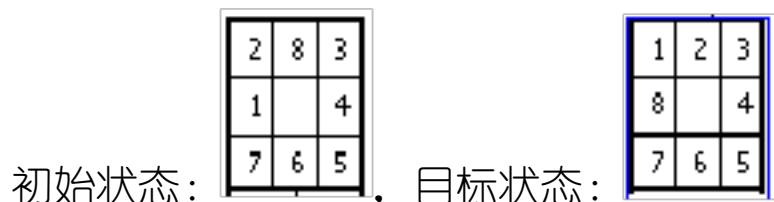
四、应用题

1、有一农夫带一匹狼，一只羊和一筐青菜从河的左岸乘船到右岸，但受到下列条件的限制：

- (1) 船太小，农夫每次只能带一样东西过河；
- (2) 如果没有农夫看管，则狼要吃羊，羊要吃菜。

分别使用谓词表示法和状态空间表示法设计过河方案，使得农夫、狼、羊都能不受损失的过河。

2、八数码游戏，初始棋局和目标棋局如图，定义启发函数 $h(x)$ 表示某状态下与目标数码不同的位置个数，用全局择优法画出搜索的过程。



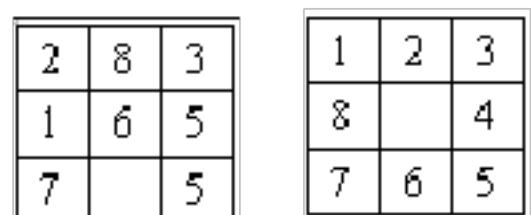
3、试实现一个“大学教师”的框架，大学教师类属于教师，包括以下属性：学历（学士、硕士、博士）、专业（计算机、电子、自动化、……）、职称（助教、讲师、副教授、教授）
(5分)

4、设有如下问题

- 1) 在一个3X3的方框内放有8个编号的小方块；
- 2) 紧邻空位的小方块可以移入到空位上；
- 3) 通过平移小方块可将某一布局（如图所示）变换为另一布局。

问题：

- 1) 请用产生式规则表示移动小方块的操作。
- 2) 请以“不在位的将牌数之和”为启发，演示A算法搜索过程。



5、例 4.15 用遗传算法求函数 $f(x) = 2^x$ 的最大值， x 为 $[0, 31]$ 上的整数。

6、例 4.17 模糊集之间的运算

五、用谓词公式表示以下语句

1、有的人喜欢玫瑰花，有的人喜欢百合花，有的人既喜欢玫瑰花又喜欢百合花。

2、他每天下午都去跑步。

3、不是每个计算机系的学生都喜欢在计算机上编程序。

4、凡是喜欢编程序的人都喜欢计算机。

5、除了选修人工智能的学生外，都去舞会了。

6、所有的人都要呼吸的。

7、每个学生都要参加考试。

8、任何整数或是正的或是负的。(9 分)

9、将命题：“某个学生读过三国演义”分别用谓词公式和语义网络表示

10、设有如下语句，请用相应的谓词公式分别把他们表示出来：

1) 有的人喜欢梅花，有的人喜欢菊花，有的人即喜欢梅花又喜欢菊花。

2) 他每天下午都去打篮球。

3) 新型计算机又快，存储容量又大。

4) 不是每个计算机系的学生都喜欢在计算机上编程序。

5) 凡是喜欢编程序的人都喜欢计算机。