

知识与智能之间有着密切的关系。人类的智能活动主要是获得并运用知识,因此,知识是智能的基础。为了使计算机具有智能,能模拟人类的智能行为,就必须首先使它具有知识。但是,人类的知识需要用适当的形式表示,才能存储到计算机中并被运用。因此,知识的表示就成为人工智能中一个十分重要的研究课题。

本章首先介绍知识与知识表示的概念,然后介绍产生式、框架等人工智能领域应用广泛的知识表示方法,体会人工智能中符号主义学派的研究思想,同时为后面介绍专家系统和知识图谱等技术奠定基础。



5.1 知识与知识表示概述

对于知识,很难给出一个明确的定义,只能从不同侧面加以理解,不同的人有不同的理解。1994年,图灵奖获得者、知识工程之父费根鲍姆认为:知识是经过消减、塑造、解释和转换的信息。英国著名教育学家伯恩斯坦(Basil Bernstein)认为:知识是由特定领域的描述、关系和过程组成的。从知识库的观点来看,知识是某领域中所涉及的各有关方面的一种符号表示。

一般认为,知识是人们在长期的生活及社会实践中、在科学研究及实验中积累起来的对客观世界的认识和经验。人们把在实践中获得的信息有机地组合在一起,就形成了知识。一般来说,把有关信息、关联在一起所形成的信息结构称为知识。

5.1.1 知识

信息之间有多种关联形式,其中用得最多的一种是用“如果……那么……”表示的关联形式。在人工智能中,这种知识被称为规则,它反映了信息之间的某种因果关系。例如,我国北方的人们经过多年的观察发现,每当冬天即将来临,就会看到大雁一群一群地向南方飞去,于是把“大雁向南飞”和“冬天就要来了”这两个信息关联在一起,得到了如下知识:“如果大雁向南飞,那么冬天就要来了。”又如,“雪是白色的”也是一条知识,它反映了“雪”与“白色”之间的一种关系。在人工智能中,这种知识被称为事实。

知识是有不同类型的,从不同的角度、不同的侧面对知识有着不同的分类方法。首先,从内容上,知识可以分为原理(客观)性知识和方法(主观)性知识,其中,原理性知识具有抽象概括性,而方法性知识则具有通用性;从形式上,知识可以分为显式知识和隐式知识;从逻辑思维角度,知识可以分为逻辑型知识和直觉型知识;从可靠性上,知识可以分为理论知识和经验知识。

知识的要素是指构成知识的必需元素。在这里,重点关注的是一个人工智能系统所处理的知识的组成成分。

一般而言,人工智能系统的知识包含事实、规则、控制和元知识等几类。

(1) 事实。包括事物的分类、属性、事物间关系、科学事实、客观事实等,它是有关问题环境的一些事物的知识,常以“……是……”的形式出现,也是最低层的知识。例如,雪是白色的,人有四肢。

(2) 规则。指事物的行动、动作和联系的因果关系知识。这种知识是动态的,常以“如果……那么……”的形式出现,例如启发式规则“如果下雨,则出门带伞或穿雨衣”。

(3) 控制。指当有多个动作同时被激活时选择哪一个动作执行的知识。控制是有关问题的求解步骤、规划、求解策略等技巧性知识。

(4) 元知识。是关于如何使用规则、解释规则、校验规则、解释程序结构的知识。元知识是有关知识的知识,是知识库中的高层知识。元知识与控制知识有时会有重叠。

知识的特性包括如下4方面。

1. 知识的相对正确性

知识是相对正确的,也就是说,知识的正确性需要一定的前提条件。知识是人类对客观世界认识的结晶,并且受到长期实践的检验。因此,在一定的条件及环境下,知识是正确的。“一定的条件及环境”是必不可少的,它是知识正确性的前提。因为任何知识都是在一定的条件及环境下产生的,因而也就只有在这种条件及环境下才是正确的。例如,牛顿力学定律在一定的条件下才是正确的。又如, $1+1=2$ 是一条妇孺皆知的正确知识,但它也只是在十进制的前提下才是正确的;如果是二进制,它就不正确了。

苏轼看到王安石写的诗句“西风昨夜过园林,吹落黄花满地金”时,认为王安石写错了。因为他知道春天的花败落时花瓣才会落下来,而黄花(即菊花)的花瓣最后是枯萎在枝头的,所以便非常自得地续写了两句诗纠正王安石的错误:“秋花不比春花落,说与诗人仔细吟”。后来,苏轼被王安石贬到黄州(今湖北省黄冈市)任团练副使,见到这里果真有落瓣的菊花,才知道自己错了。

2. 知识的不确定性

由于现实世界的复杂性,信息可能是精确的,也可能是不精确的、模糊的;关联可能是确定的,也可能是不确定的。这就使知识并不总是只有“真”和“假”这两种状态,而是在“真”和“假”之间还存在许多中间状态,也就是说,存在为“真”的程度问题,这就是知识的不确定性。

3. 知识的可表示性

知识的可表示性是指知识可以用适当形式(如语言、文字、图形、神经网络等)表示,这样才能被存储、传播。

4. 知识的可利用性

知识的可利用性是指知识可以被利用。这是显而易见的,每个人每天都在利用自己掌握的知识解决各种问题。

5.1.2 知识表示

在知识处理中总要问到以下问题:如何表示知识,怎样使机器能懂这些知识,能对之进

行处理,并能以一种人类能理解的方式将处理结果告诉人们。知识表示是人工智能研究中最基本的问题之一。

知识表示(knowledge representation)就是对人类的知识进行形式化或者模型化,以便计算机能够存储、管理和提供访问。知识表示的目的是能够让计算机存储和使用人类的知识。知识表示方法是面向计算机的知识描述或表达形式和方法,是一种数据结构与控制结构的统一体,既考虑知识的存储又考虑知识的使用。知识表示可看成是一组事物的约定,把人类知识表示成机器能处理的数据结构,是知识工程的核心领域。

同一知识可采用不同的表示方法,不同的表示方法可能产生不同的效果。知识表示的目的在于通过有效的知识表示,使人工智能程序能利用这些知识做出决策,获得结论。

已有的知识表示方法大都是在进行某项具体研究时提出来的,各有其针对性和局限性。本章介绍常用的一阶谓词逻辑、产生式、框架等知识表示方法,其他一些知识表示方法(如状态空间、语义网络等)将在后续章节进行介绍。



5.2 一阶谓词逻辑

一阶谓词逻辑是一种早期的、经典的知识表示方法。逻辑表示是一种最早得到使用的知识表示方法,运用命题演算、谓词演算的概念描述知识。一阶谓词逻辑表示法是一种基于数理逻辑的表示方法。

一个陈述句称为一个断言,而具有真假意义的断言称为命题。命题的真值,这里用 T 表示命题的意义为真,用 F 表示命题的意义为假。一个命题不能同时既为真又为假。一个命题可在一定条件下为真,而在另外一些条件下为假。命题可以分为简单命题和复合命题。简单命题就是最简单的、不能再分的原子命题。复合命题是指由多个简单命题通过联结词组合而成的命题。

常用的联结词如下:

- (1) $\wedge$: 合取,表示与、并且。
- (2) $\vee$: 析取,表示或者。
- (3) $\neg$: 否定,表示非、取反。
- (4) $\rightarrow$: 蕴涵,表示生成。
- (5) $\equiv$: 等价。

上述联结词的真值表如表 5.1 所示。

表 5.1 常用联结词的真值表

P	Q	$\neg P$	$P \wedge Q$	$P \vee Q$	$P \rightarrow Q$
T	T	F	T	T	T
T	F	F	F	T	F
F	T	T	F	T	T
F	F	T	F	F	T

表 5.1 中从左到右,第 1 列是 P 的值,第 2 列是 Q 的值;第 3 列是 P 的否定值;第 4 列

是 P 和 Q 的合取值,当且仅当 P 和 Q 都为真的时候合取值为真,否则为假;第 5 列是 P 和 Q 的析取值,当且仅当 P 和 Q 都为假的时候析取值为假,否则为真;第 6 列为 P 与 Q 的蕴涵式,当且仅当 P 为真、 Q 为假的时候蕴涵式的值为假,否则为真。

谓词演算是指用谓词表达命题。带有参数的命题包括实体和谓词两个部分。谓词公式的一般形式是

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

其中, P 是谓词符号(简称谓词); $x_i (i=1, 2, \dots, n)$ 是参数项,简称项,可以是常量、变量、函数等。例如,谓词 WH 表示是白的,而实体 s 代表白雪,实体 c 代表煤炭,那么 $WH(s)=T$, $WH(c)=F$ 。通过谓词对参数进行演算,演算的结果要么为真,要么为假。

除了谓词和项外,一阶谓词逻辑中还有一个很重要的概念,那就是量词。一阶谓词逻辑中主要有两个量词,分别是全称量词和存在量词。一般地,使用 $\forall$ 表示对于某个论域中的所有(任意一个)个体 x 都有 $P(x)$ 的值为 T ,使用 $\exists$ 表示某个论域中至少存在一个个体 x 使 $P(x)$ 的值为 T 。上述两个符号分别是 A(all 的首字母)和 E(exist 的首字母)进行翻转得到的。

在谓词演算中,如果限定不允许在谓词、连词、量词和函数名位置上使用变量进行量化处理,且参数项不能是谓词公式,则这样的谓词演算是一阶的。一阶谓词演算不允许对谓词、连词、量词和函数名进行量化。

以下是谓词公式的一些例子:

(1) “我喜爱音乐和绘画”,使用了合取的联结词:

LIKE (I, MUSIC) $\wedge$ LIKE (I, PAINTING)

(2) “小明打篮球或踢足球”,使用了析取:

PLAYS (XIAOMING, BASKETBALL) $\vee$ PLAYS (XIAOMING, FOOTBALL)

(3) “机器人不在 5 号房间内”,使用了否定:

$\neg$ INROOM (ROBOT, r5)

(4) “所有的机器人都是灰色的”,使用了全称量词:

$(\forall x) [ROBOT(x) \rightarrow COLOR(x, GRAY)]$

采用一阶谓词逻辑表示的优点如下:

- (1) 符号简单,描述易于理解。
- (2) 自然、严密、灵活、模块化。
- (3) 具有严格的形式定义和理论基础。
- (4) 基于归结法的推理,保证推理过程和结果的正确性。

采用一阶谓词逻辑表示的缺点如下:

- (1) 没有提供组织知识信息的方法。
- (2) 无法使用启发式规则。
- (3) 浪费时间、空间,容易产生组合爆炸,严重的时候会导致根本无法计算。

5.3 产生式与产生式系统

产生式是人工智能中使用最广泛的知识表示方法之一。产生式表示法又称为产生式规则表示法。“产生式规则”这一术语是由美国数学家波斯特(E. Post)在 1943 年首先提出

的。产生式通常用于表示事实、规则以及它们的不确定性度量,适合表示事实性知识和规则性知识。目前产生式表示法已被应用于很多领域,成为人工智能中应用最广泛的一种知识表示方法。

1965年,知识工程之父、斯坦福大学教授费根鲍姆和同校的化学家莱德伯格等合作,开发了世界上第一个专家系统程序 DENDRAL。在这个专家系统中就使用了产生式的知识表示方法。“In the Knowledge lies the power.”是费根鲍姆的名言。知识只有被人所发掘和掌握时才能产生能量。



5.3.1 产生式表示法

产生式可以用来表示确定性规则、不确定性规则以及确定性事实、不确定性事实。

1. 确定性规则

使用产生式表示确定性规则,其基本形式如下:

IF P THEN Q

或者

$P \rightarrow Q$

其中, P 是产生式的前提,用于指出该产生式是否可用的条件; Q 是一组结论或操作,用于指出当前提 P 所指示的条件满足时,应该得出的结论或应该执行的操作。上面的产生式的含义是:如果前提 P 被满足,则结论 Q 成立或执行 Q 所规定的操作。

例如:

r1: 如果 动物会飞 并且 动物会下蛋,那么,该动物是鸟类

其中,r1是该产生式规则的编号,“动物会飞 并且 动物会下蛋”是前提 P ,“该动物是鸟类”是结论 Q 。

2. 不确定性规则

与确定性规则相比,不确定性规则增加了一个置信度,放在规则的最后面。

例如,在医学专家系统 MYCIN 中有这样一条产生式规则:

如果 该微生物的染色斑是革兰氏阴性,

该微生物的形状呈杆状,

病人是中间宿主

那么 该微生物是绿脓杆菌 (0.6)

该不确定性规则表示:当前提条件中列出的各项都得到满足时,结论“该微生物是绿脓杆菌”可以相信的程度为 0.6。这里用 0.6 表示知识的强度。

3. 确定性事实

确定性事实一般用三元组表示。三元组是一种非常简单位又非常高效的知识表示方式。三元组不仅在专家系统中使用很广泛,在目前的知识图谱中也被广泛使用,作为事实的存储方式。

三元组有以下两种情况:

- (对象,属性,值)
- (关系,对象1,对象2)

其中,(对象,属性,值)表示对象的某个属性具有指定的值,而(关系,对象 1,对象 2)则表示对象 1 和对象 2 具备指定的关系。

例如,“老李的年龄是 45 岁”可以表示为(LaoLi, Age, 45),这里使用的是(对象,属性,值)这种表示方式。“老李和老王是朋友”则可以表示为(Friend, LaoLi, LaoWang),这里使用的是(关系,对象 1,对象 2)这种表示方式。

4. 不确定性事实

不确定性事实一般用四元组表示,与表示确定性事实的三元组相比,多了一个置信度。

例如,“老李年龄很可能是 45 岁”表示为(LaoLi, Age, 45, 0.8),这里的置信度为 0.8,表示很可能。“老李和老王不大可能是朋友”则可以表示为(Friend, LaoLi, LaoWang, 0.1),这里用置信度 0.1 表示可能性比较小。

产生式和一阶谓词逻辑中蕴涵式的主要区别如下:

- (1) 蕴涵式表示的知识只能是精确的,而产生式表示的知识可以是不确定的。
- (2) 蕴涵式是一个逻辑表达式,逻辑值只有真、假。
- (3) 蕴含式的匹配要求是精确的,而产生式的匹配可以是不确定的。
- (4) 产生式的前提条件和结论都可以是不确定的,因此其匹配也可以是不确定的。

产生式和程序设计语言中的条件语句(也就是 if 语句)的主要区别如下:

(1) 前件结构不同。产生式的前件可以是一个复杂的结构;而传统程序设计语言中的左部仅仅是一个布尔表达式,其值为真或假。

(2) 控制流程不同。产生式系统中满足前提条件的规则被激活后,不一定被立即执行,能否执行还将取决于冲突消解策略;传统程序设计语言中的控制流程则严格地从一个条件语句向下一个语句传递。

5.3.2 产生式系统

把一组产生式规则放在一起,让它们互相配合、协同作用,一个产生式规则生成的结论可供另一个产生式规则作为已知事实使用,以求得问题的解,这样的系统称为产生式系统。一般来说,一个产生式系统主要由以下 3 部分组成:规则库、综合数据库和推理机。

产生式系统的架构如图 5.1 所示。

1. 规则库

用于描述相应领域中产生式规则的集合称为规则库,也称为知识库。显然,规则库是产生式系统求解问题的基础,因此,需要对规则库中的知识进行合理组织和管理,检测并排除冗余及矛盾的知识,保持知识的一致性。采用合理的结构形式,可使推理避免访问那些与求解当前问题无关的知识,从而提高求解问题的效率。

2. 综合数据库

综合数据库又称为事实库、上下文、黑板等,用于存放问题的初始状态、原始证据、推理中得到的中间结论及最终结论等信息。当规则库中某条产生式规则的前提可与综合数据库

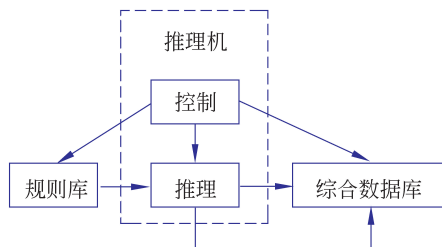


图 5.1 产生式系统的架构



的某些已知事实匹配时,该产生式规则就被激活,并把它推出的结论添加到综合数据库中,作为后面推理的已知事实。综合数据库的内容是不断变化的,这和教师在课堂教学过程中黑板的情况是类似的。

3. 推理机

推理机由一组程序组成。除了推理算法,推理机还控制整个产生式系统的运行,实现对问题的求解。

推理机主要完成以下工作:

- (1) 推理。
- (2) 冲突消解。
- (3) 执行规则。
- (4) 检查推理终止条件。

首先来看第(1)步。推理是指按一定的策略从规则库中选择与综合数据库中的已知事实进行匹配。所谓匹配,是指把规则的前提条件与综合数据库中的已知事实进行比较。如果两者一致或近似一致且满足预先规定的条件,则称为匹配成功,相应的规则可被使用;否则称为匹配不成功。

第(2)步是冲突消解。如果匹配成功的规则不止一条,称为发生冲突。此时,推理机必须调用解决冲突的相应策略进行消解,以便从匹配成功的规则中选出一条执行。

第(3)步是执行规则。如果某一规则的右部是一个或多个结论,则把这些结论添加到综合数据库中;如果规则的右部是一个或多个操作,则执行这些操作。对于不确定性知识,在执行每一条规则时还要按一定的算法计算结论的不确定性程度。

第(4)步是检查推理终止条件。推理机检查综合数据库中是否包含了最终结论,从而决定是否停止系统运行。

产生式规则适合表达具有因果关系的过程性知识,是一种非结构化的知识表示方法。

产生式系统的主要优点如下:

- (1) 模块性。各条规则相互独立。
- (2) 自然性。符合因果形式,它也是最重要、最广泛使用的形式。
- (3) 统一性。规则具有统一的格式。
- (4) 有效性。既可表示确定性的知识,又可表示不确定性知识;既可表示启发式知识,又可表示过程式知识。

目前,已建造成成功的专家系统大部分用产生式规则表达其过程性知识。图 5.2 中左边是 MYCIN 医学专家系统,右边是 Xcon 专家系统,这两个系统均为产生式系统。

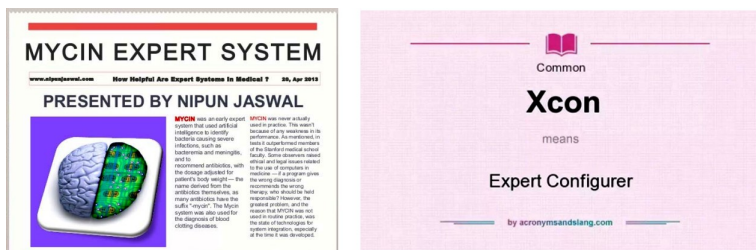


图 5.2 使用产生式的专家系统

但是,产生式系统也有很多缺点,主要如下:

- (1) 表达能力低,相当于简单的 if...then 结构,复杂问题表示不方便。
- (2) 适合因果关系的过程式知识,不适合结构性的知识(结构性的知识采用框架等其他方法更好)。
- (3) 规则选择效率低。规则之间的约束及相互作用导致系统效率较低,规则之间的联系必须通过全局数据库建立,而如果规则库很大,则扫描时间会很长,系统效率会急剧下降。
- (4) 控制策略不灵活,系统效率取决于激活规则的顺序。
- (5) 不能自主学习,系统无法自动更新规则库。
- (6) 缺乏知识的分层表示。

5.4 框 架



框架(frame)是人工智能中经典的知识表示方法之一。1975年,美国著名的人工智能学者明斯基提出了框架理论。该理论的依据是:人们对现实世界中各种事物的认识都以一种类似于框架的结构存储在记忆中。

框架理论的提出基于这种现象:当面临一个新事物时,人们一般会从记忆中找出一个合适的框架,并根据实际情况对其细节加以修改、补充,从而形成对当前事物的认识。框架为知识的结构化表达提供了一种自然的表示方法,即数据结构。框架可与过程性知识(产生式规则)结合。

首先来看框架的例子——教室。一个人走进一个教室之前,就能依据以往对“教室”的认识,想象到这个教室一定有四面墙,有门、窗、天花板和地板,有课桌、凳子、讲台、黑板、多媒体教学设备等。尽管他对这个教室的细节还不清楚,但对教室的基本结构是可以预见的。因为通过以往看到的教室,人们已经在记忆中建立了关于教室的框架。该框架不仅指出了相应事物的名称(教室),而且指出了事物各有关方面的属性(例如,有四面墙,有课桌,有黑板,有投影等)。通过对该框架的查找,很容易得到教室的各个特征。在他进入教室后,经观察得到了教室的大小、门窗的个数、桌凳的数量、颜色等细节。把这些具体信息填入教室框架中,就得到了教室框架的一个具体事例。这是他关于这个具体教室的视觉形象,称为事例框架。

框架是一种描述所讨论对象(一个事物、事件或概念)属性的数据结构。一个框架由若干个被称为槽(slot)的结构组成,每一个槽又可以根据实际情况划分为若干个侧面(facet)。一个槽用于描述所讨论对象某一方面的属性,而一个侧面则用于描述该属性中包含的一个子项目。槽和侧面所具有的值分别被称为槽值和侧面值。

图 5.3 给出了框架的组成和层次结构:框架-槽-侧面,这是框架结构的 3 个层次。可以看出:

- (1) 一个框架可以有任意有限数目的槽。
- (2) 一个槽可以有任意有限数目的侧面。
- (3) 一个侧面可以有任意有限数目的侧面值。

槽或侧面的值既可以是数值、字符串、布尔值,也可以是一个满足某个给定条件时要执行的动作或过程,还可以是另一个框架的名称,从而实现一个框架对另一个框架的引用,表

<框架名>				
槽名1:	侧面名 ₁₁	侧面名 ₁₁₁ ,	侧面名 ₁₁₂ , ...,	侧面值 _{11P₁}
	侧面名 ₁₂	侧面名 ₁₂₁ ,	侧面名 ₁₂₂ , ...,	侧面值 _{12P₂}
	⋮			
槽名2:	侧面名 _{1m}	侧面名 _{1m1} ,	侧面值 _{1m2} , ...,	侧面值 _{1mP_m}
	侧面名 ₂₁	侧面名 ₂₁₁ ,	侧面值 ₂₁₂ , ...,	侧面值 _{21P₁}
	侧面名 ₂₂	侧面名 ₂₂₁ ,	侧面值 ₂₂₂ , ...,	侧面值 _{22P₂}
	⋮			
	侧面名 _{2m}	侧面值 _{2m1} ,	侧面值 _{2m2} , ...,	侧面值 _{2mP_m}
槽名n:	侧面名 _{n1}	侧面值 _{n11} ,	侧面值 _{n12} , ...,	侧面值 _{n1P₁}
	侧面名 _{n2}	侧面值 _{n21} ,	侧面值 _{n22} , ...,	侧面值 _{n2P₂}
	⋮			
	侧面名 _{nm}	侧面值 _{nm1} ,	侧面值 _{nm2} , ...,	侧面值 _{nmP_m}
约束:	侧面条件 ₁			
	侧面条件 ₂			
	⋮			
	约束条件 _n			

图 5.3 框架的基本结构

示出框架之间的横向联系。在一个用框架表示知识的系统中一般都含有多个框架,一个框架一般都含有多个槽和侧面,分别用不同的框架名称、槽名称及侧面名称表示。对于框架、槽及侧面,都可以为其附加一些说明性的信息,一般是一些约束条件,用于指出什么样的值才能填入槽和侧面中。约束条件是任选的,当不指出约束条件时,表示没有约束。

再看框架的另一个例子——教师框架,其定义如图 5.4(a)所示。该框架共有 9 个槽,分别描述了“教师”9 个方面的情况,或者说关于“教师”的 9 个属性。在每个槽里都指出了一些说明性的信息,用于对槽的取值给出某些限制。“范围”指出槽的值只能在指定的范围内挑选,如“职称”槽,它的值只能是“教授”“副教授”“讲师”“助教”中的某一个,不能是“工程师”等别的职称;“缺省”表示当相应的槽不指定具体值时,就以默认值作为槽值,这样可以节省一些填写槽值的工作。例如,对“性别”槽,当不指定“男”或“女”时,就默认是“男”,这样对于男性教师就可以不填这个槽的槽值。

框架名: <教师> 姓名: 单位(姓、名) 年龄: 单位(岁) 性别: 范围(男、女), 缺省: 男 职称: 范围(教授、副教授、讲师、助教), 缺省: 讲师 部门: 单位(系、教研室) 住址: <住址框架> 工资: <工资框架> 开始工作时间: 单位(年、月) 截止时间: 单位(年、月), 缺省: 现在	框架名: <教师-1> 姓名: 钱七虎 年龄: 86 性别: 男 职称: 教授 部门: 国防工程学院 住址: <adr-1> 工资: <sal-1> 开始工作时间: 1960.3 截止时间: 2023.10
--	--

(a) 教师框架的定义

(b) 教师事例框架

图 5.4 教师框架的定义与教师事例框架

对于这个教师框架,当把具体的信息填入槽或侧面后,就得到了相应框架的一个事例框架,如图 5.4(b)所示。

下面看另一个例子——地震。关于自然灾害的新闻报道中所涉及的事实经常是可以预见的,这些可预见的事实就可以作为代表所报道的新闻的属性。例如,将一则地震消息用框架表示如下:“某年某月某日,某地发生 6.0 级地震,若以膨胀注水孕震模式为标准,则三项地震前兆中的波速比为 0.45,水氡含量为 0.43,地形改变为 0.60。”

自然灾害事件框架如图 5.5 所示。

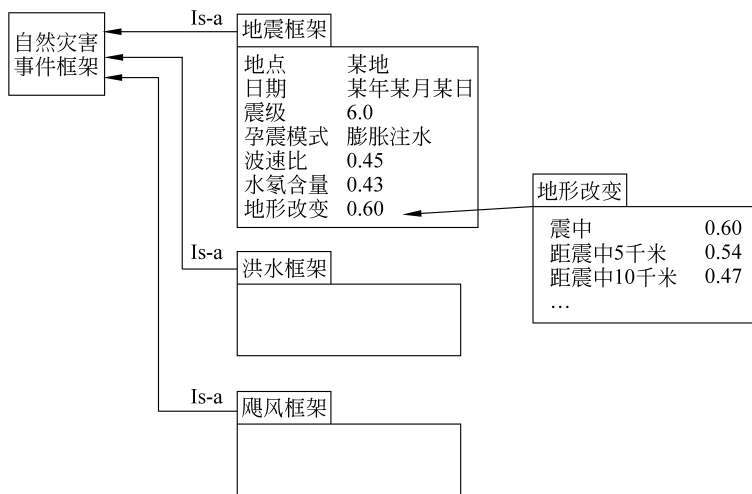


图 5.5 自然灾害事件框架

在图 5.5 中,地震框架是自然灾害事件框架的子框架。地震框架中的值也可以是一个子框架,例如图 5.5 中的地形改变就是一个子框架。

框架表示法最突出的特点是便于表达结构性的知识,能够将知识的内部结构关系及知识间的联系表示出来,因此它是一种结构化的知识表示方法。产生式系统中的知识单元是产生式规则,这种知识单元粒度太小,难于处理复杂问题,也不能将知识间的结构关系表示出来。产生式规则只能表示因果关系,而框架表示法不仅可以表示因果关系,还可以表示更复杂的关系(例如一般和特殊、包含与被包含等关系)。

在框架表示法中,把一个槽的值指定为另一个框架的名称,就可以实现不同框架间的联系,建立表示复杂知识的框架网络。在框架网络中,下层框架可以继承上层框架的槽值,也可以进行补充和修改,这样不仅减少了知识的冗余,而且较好地保证了知识的一致性。

5.5 自动推理



推理就是按某种策略由已知判断推出另一判断的思维过程。在推理中,已知判断是指包括已掌握的与求解问题有关的知识以及关于问题的已知事实,推理的结论是由已知判断推出的新判断。自动推理由程序实现,称为推理机。

推理的基本任务是从一种判断推出另一种判断。根据不同的依据,推理有不同的分类