

1.

推理是一种逻辑思维过程,通过已知的信息和规则,得出新的结论或判断。常用的几种推理方式包括:

演绎推理(Deductive Reasoning)

特点:从一般性前提出发,得出特殊性结论。逻辑性强,结论必然成立。

归纳推理(Inductive Reasoning)

特点:从特殊性实例出发,得出一般性结论。结论具有概率性,不是必然成立。

类比推理(Analogical Reasoning)

特点:根据已知事物的相似性,推出未知事物的特征。推理结果具有猜测性。

假设推理(Abductive Reasoning)

特点:根据现有事实,寻找最可能的解释或假设。推理结果具有不确定性。

2.

正向推理(Forward Chaining)

从已知条件出发,通过规则推导出新的结论。

逆向推理(Backward Chaining)

从目标出发,通过规则反推前提条件。

混合推理

结合正向和逆向推理,先从已知条件推导,再从目标回推,最终得出结论。

3.

冲突指在推理过程中,出现两个或多个相互矛盾的结论。解决冲突的策略包括:

优先级策略:根据预先设定的优先级规则,选择最优先的结论。

置信度策略:根据结论的置信度(概率)大小,选择置信度最高的结论。

启发式搜索:通过启发式算法,探索不同冲突解决方案,选择最优方案。

人工干预:由人工智能系统的设计者根据具体情况,手动解决冲突。

3.1 因为  $A$ 、 $A \rightarrow C \Rightarrow C$ ;  $B$ 、 $C \Rightarrow B \wedge C$ ;  $B \wedge C$ 、 $B \wedge C \rightarrow D \Rightarrow D$ ;  $D$ 、 $D \rightarrow Q \Rightarrow Q$ ; 所以,  $Q$  为真。

3.2  $\neg P(x, f(x)), z, g(x, z)$

3.3  $(\forall y)(\neg P(b, g(y)) \vee R(b, y, f(a)))$

3.4 (1)  $|P(z, u), Q(u, v)|$

(2)  $|\neg P(x, y), \vee Q(x, y)|$

(3)  $|\neg P(x, f(x)), \vee R(x, f(x)), \neg Q(y, f(y)) \vee R(y, f(y))|$

(4)  $|\neg P(x, y) \vee R(x, y), \neg Q(u, v) \vee R(u, v)|$

(5)  $|\neg P(x, y) \vee Q(x, y) \vee R(x, f(x, y))|$

(6)  $|P(a, b, z, g(z), u, f(z, u)), Q(a, b, z, g(z), v, f(z, v)) \vee \neg R(a, z, f(z, v))|$

(7)  $|\neg P(x, f(x)) \vee Q(x, g(x)), \neg P(y, f(y)) \vee \neg R(y, g(y))|$

3.5 解:(1)  $\neg P$  与  $P$  归结得 NIL,故矛盾集不可满足。

(2)  $P \vee Q$  与  $P \vee \neg Q$  归结得  $P$ ;  $\neg P \vee Q$  与  $P \vee \neg Q$  归结得  $P \vee Q$ ,故矛盾集不可满足。

(3) 由于存在  $R(a)$ ,不可能归结出矛盾,所以该子句集是可满足的。

(4)  $P(a)$ 与 $\neg P(y) \vee R(y)$ 归结得  $R(a)$ ;  $S(a)$ 与 $\neg S(z) \vee \neg R(z)$ 归结得 $\neg R(a)$ ;  $R(a)$ 与 $\neg R(a)$ 归结得 NIL,故矛盾集不可满足。

(5)  $R(b)$ 与 $\neg R(z) \vee L(a, z)$ 归结得  $L(a, b)$ ;  $P(a)$ 与 $\neg P(x) \vee \neg Q(y) \vee \neg L(x, y)$ 归结得 $\neg Q(y) \vee \neg L(a, y)$ ,与 $\vee Q(b)$ 归结得 $\neg L(a, b)$ ,再与 $L(a, b)$ 归结得 NIL,故矛盾集不可满足。

### 3.6

(1)  $F_1$  的子句集为  $P(a,b), \neg\neg G$  的子句集为  $\neg P(x,b)$ , 归结得 NIL, 故  $G$  为  $F_1$  的逻辑结论.  
 (2)  $F_1$  的子句集为  $P(x), Q(a) \vee Q(b); \neg\neg G$  的子句集为  $\neg P(x) \vee \neg Q(x); Q(a) \vee Q(b)$  与  $\neg P(x) \vee \neg Q(x)$  归结得  $\neg P(b)$ ; 再与  $P(x)$  归结得 NIL.  
 (3)  $F_1$  的子句集为  $Q(P(f(a))); (2) Q(f(b)); \neg\neg G$  的子句集为  $(3) \neg P(f(a)) \vee \neg P(y) \vee \neg Q(y). (1)(3)$  归结得  $(4) \neg P(y) \vee \neg Q(y)$ ; 再与  $(2)$  归结得  $(5) \neg P(f(b))$ ; 再与  $(1)$  归结得 NIL.  
 (4)  $F_1$  化为  $F$  子句集:  $(1) \neg P(x) \vee \neg Q(y) \vee \neg L(x,y); F_2$  化为  $F$  子句集  $(2) P(a), (3) \neg R(y) \vee L(a,y)$ ; 对  $\neg G$  化为  $F$  子句集:  $(4) R(b), (5) Q(b). (2)$  与  $(4)$  归结得  $(6) \neg Q(y) \vee \neg L(a,y)$ ;  $(5)$  与  $(6)$  归结得  $(7) \neg R(y) \vee \neg Q(y)$ ;  $(7)$  与  $(4)$  归结得  $(8) \neg Q(b)$ ;  $(8)$  与  $(5)$  进行归结得 NIL.  
 (5)  $F_1, F_2, \neg G$  化为  $F$  子句集:  $F_1: (1) \neg P(x) \vee Q(x) (2) \neg P(x) \vee R(x) F_2: (3) P(a) (4) S(a) \neg G: (5) \neg S(z) \vee \neg R(z)$  对  $F$  子句进行归结:  $(3)$  与  $(5)$  归结得  $(6) \neg R(a)$   $(3)$  与  $(4)$  归结得  $(7) \neg P(a)$   $(1)$   $(2)$  与  $(6) (7)$  归结得 NIL  
 (6) 化为  $F$  子句集:  $F_1$ : 令  $y=f(x) (1) \neg A(z) \vee B(z) \vee D(z, f(z)) (2) \neg A(u) \vee B(u) \vee C(f(u)) F_2: (3) E(a) (4) A(a) (5) \neg D(a, v) \vee E(v) F_3: (6) \neg E(p) \vee \neg B(p) (2) \neg G \in E(v) \vee \neg G \in G$  的子句集中  $(1) (2)$  归结得  $(8) A(a(x)) \vee B(a(x)) \vee C(f(a(x))) (6)$  与  $(8)$  归结得  $(9) \neg B(p) \vee C(f(a(p))) (4) (5)$  与  $(9)$  归结得  $(10) C(f(a(v)))$

3.7 定义谓词:  $R(x)$  表示  $x$  能够阅读;  $L(x)$  表示  $x$  有文化;  $D(x)$  表示  $x$  是海狮;  $I(x)$  表示  $x$  有智能。将前提和结论表示为:  $(\forall x)(R(x) \rightarrow L(x)); (\forall y)(D(y) \rightarrow L(y)); (\exists z)(D(z) \wedge I(z)); (\exists w)(I(w) \wedge \neg R(w))$ 。化为子句集:  $(1) \neg R(x) \vee L(x); (2) \neg D(y) \vee L(y); (3) D(a); (4) I(a); (5) \neg I(w) \vee R(w)$ 。  $(5)$  与  $(4)$  归结得  $(6) R(a)$ ;  $(6)$  与  $(1)$  归结得  $(7) L(a)$ ;  $(7)$  与  $(2)$  归结得  $(8) \neg D(a)$ ; 与  $(3)$  归结得 NIL。

3.8 定义谓词:  $S(x,y)$  表示  $x$  偏爱  $y$ ;  $M(x)$  表示  $x$  是铃木;  $I(x)$  表示  $x$  是利息;  $E(x,y)$  表示  $x$  获得  $y$ 。将前提表示为调问公式:  $(\forall x)((\exists y)(S(x,y) \wedge M(y)) \rightarrow (\exists y)(I(y) \wedge E(x,y)))$ 。化为子句集:  $(1) \neg S(x,y) \vee \neg M(y) \vee I(f(x)); (2) \neg S(x,y) \vee \neg M(y) \vee E(x, f(x))$ 。将结论表示为调问公式:  $\exists(\exists x)I(x) \rightarrow (\forall x)(\forall y)(M(y) \rightarrow \neg S(x,y))$ 。化为子句集:  $(3) \neg I(z); (4) S(a,b); (5) M(b)$ 。  $(1)$  与  $(4)$  归结得  $(6) \neg M(b) \vee I(f(a))$ ;  $(6)$  与  $(5)$  归结得  $(7) I(f(a))$ ;  $(7)$  与  $(3)$  归结得 NIL。

3.9 定义谓词:  $U(x,y)$ :  $x$  使用  $y$ ;  $E(u,v)$ :  $u$  得到  $v$ ;  $I(x)$ :  $x$  是 Internet;  $F(u)$ :  $u$  是信息。把已知前提表示成调问公式:  $F((\forall x)((\exists y)(U(x,y) \wedge I(y)) \rightarrow (\exists u)(F(u) \wedge E(x,u)))$  化为子句集: ①  $\neg U(x,y) \vee \neg I(y) \vee F(f(x));$  ②  $\neg U(x,y) \vee \neg I(y) \vee E(x, f(x))$ 。把待证的结论表示成调问公式并否定得到  $G: \neg(\neg(\exists u)F(u) \rightarrow (\forall x)(\forall y)(I(y) \rightarrow \neg U(x,y)))$ 。化为子句集:  $(3) \neg F(u); (4) I(b); (5) U(a,b)$ 。  $(1)$  与  $(4)$  归结得  $(6) \neg U(x,b) \vee F(f(x))$ ;  $(5)$  与  $(6)$  归结得  $(7) F(f(a))$ ;  $(7)$  与  $(3)$  归结得  $(8) \text{NIL}$ 。

3.10 把前提表示成调问公式:  $F_1: \forall x \forall y \forall z (F(x,y) \wedge F(y,z) \rightarrow G(x,z)); F_2: F(\text{Lao}, \text{Da}); F_3: F(\text{Da}, \text{Xiao})$ 。化为子句集:  $(1) \neg F(x,y) \vee \neg F(y,z) \vee G(x,z); (2) F(\text{Lao}, \text{Da}); (3) F(\text{Da}, \text{Xiao})$ 。  
 设求证的公式为  $G: \exists x \exists y G(x,y)$ , 将其否定并与答案调问析取, 化为子句得  $(4) \neg G(u,v) \vee \text{ANSWER}(u,v)$ 。  $(1), (2)$  归结得  $(5) \neg F(\text{Da}, z) \vee G(\text{Lao}, z)$ ;  $(3), (5)$  归结得  $(6) G(\text{Lao}, \text{Xiao})$ ;  $(4), (6)$  归结得  $(7) \text{ANSWER}(\text{Lao}, \text{Xiao})$ 。所以, 老李是小李的祖父。

### 3.11

定义谓词:  $AT(y,x)$  -  $y$  在  $x$  处

已知前提:

$F_1: (\forall x)(AT(\text{Zhang}, x) \rightarrow AT(\text{Li}, x))$

F2: AT(Zhang,School)

待解问题表示为调问公式:

G:  $\neg(\exists x)AT(Li,x) \vee ANSWER(x)$

化为子句集:

(1)  $\neg AT(Zhang,x) \vee AT(Li,x)$

(2) AT(Zhang,School)

(3)  $\neg AT(Li,x) \vee ANSWER(x)$

推导过程:

(1) 与 (2) 归结得 (4) AT(Li,School)

(4) 与 (3) 归结得 (5) ANSWER(School)

结论: 由 ANSWER(School) 得知, 小李在学校。

3.12

定义谓词:

A(x) - x 是 ALPINE 成员

B(x) - x 是滑雪运动员

C(x) - x 是登山运动员

L(x,y) - x 喜欢 y

已知前提表示为调问公式:

A(TONY), A(MIKE), A(JOHN)

$(\forall x)(A(x) \rightarrow [B(x) \wedge \neg C(x)] \vee [\neg B(x) \wedge C(x)])$

$(\forall x)(C(x) \rightarrow L(x,Rain))$

$(\forall x)(\neg L(x,Snow) \rightarrow B(x))$

$(\forall x)(L(TONY,x) \rightarrow L(MIKE,x))$

$(\forall x)(\neg L(TONY,x) \rightarrow L(MIKE,x))$

L(TONY,Rain)

L(TONY,Snow)

化为子句集:

(1) A(TONY)

(2) A(MIKE)

(3) A(JOHN)

(4)  $\neg A(x) \vee B(x) \vee \neg B(x)$

(5)  $\neg C(x) \vee L(x,Rain)$

(6)  $\neg L(x,Snow) \vee B(x)$

(7)  $\neg L(TONY,x) \vee L(MIKE,x)$

(8) L(TONY,Rain)

(9) L(TONY,Snow)

待解问题表示为调问公式, 否定并与答案调问析取:

$(\forall x)(A(x) \wedge C(x) \wedge \neg B(x)) \vee ANSWER(x)$

化为子句集:

(10)  $\neg A(x) \vee \neg C(x) \vee B(x) \vee ANSWER(x)$

推导过程:

(1) 与 (2) 归结得 (3)  $\neg L(MIKE,Rain)$

(5) 与 (9) 归结得 (6)  $\neg B(MIKE)$

(6) 与 (8) 归结得 (7)  $\neg A(\text{MIKE}) \vee C(\text{MIKE})$

(7) 与 (2) 归结得 (8)  $C(\text{MIKE})$

(8) 与 (4) 归结得 (9)  $\neg A(\text{MIKE}) \vee B(\text{MIKE}) \vee \text{ANSWER}(\text{MIKE})$

(9) 与 (2) 归结得 (10)  $B(\text{MIKE}) \vee \text{ANSWER}(\text{MIKE})$

(10) 与 (6) 归结得  $\text{ANSWER}(\text{MIKE})$

结论: MIKE 是 ALPINE 俱乐部的成员,是一个登山运动员,但不是滑雪运动员。