第 8 卷第 10 期
1997 年 10 月

软 件 学 报
JOURNAL OF SOFTWARE

Vol. 8, No. 10
Oct. 1997

一个带量词的 context 逻辑及其限制推理*

刘海燕 陈火旺 王兵山

(国防科技大学计算机系 长沙 410073)

摘要 本文定义了一个新的 context 逻辑——QLC(quantificational logic of context),它能反映 context 的更多的逻辑性质.文中还讨论了含等词的 QLC 以及当领域公理相关不同 context 序列时的推理,并引入了 McCarthy 的限制理论.

关键词 context,人工智能,多类逻辑,非单调推理,限制理论.

中图法分类号 TP18

Context 概念作为解决 AI 通用性问题的一种方法是 J. McCarthy 在他的图灵奖讲话[1]中首次提出的.自 80 年代末开始,context 引起越来越多专家和学者的重视.在 McCarthy[2]的指导下,R. V. Guha[3]和 Sasa Buvac[4,5]都对 context 的逻辑性质作了深入的研究. Shoham[6]把 context 作为一个命题直接参与逻辑演算,E. Giunchiglia[7], P. P. Nayak[8]也分别给出自己的 context 逻辑系统,作为复杂推理的形式基础.

文献[5]建立在传统的二型一阶逻辑的基础上,个体类型包括 context 型(Context-sort)和论域型(Discourse-sort),它是目前为止对 context 的逻辑性质描述得最好的形式系统.然而,为了便于形式化,Buvac 给出了一些限制条件:1)所有 context 对应的论域都相同;2)一个 context 无论从哪个 context 去看总是相同的;3)个体常量在不同 context 内的指称物相同,即个体常量是刚性的(Rigid);4)该逻辑是单调的.这些限制与我们所期望的 context 的性质相差甚远,如我们看过同一场电影,对影片的内容却可能有不同的评价,Mary 认为 John 是个心地善良的人,Rose 认为 John 是个狡猾的人,即 Mary: ist(Scene, kindhearted(John)), Rose: ist(Scene, cunning(John)),也就是说命题的含义不仅依赖于 context,而且依赖于具体的 context 序列.此外,ist 是 is true(为真)的简写[1],人们习惯于把"为真"和"为假"作为一对矛盾的概念,即 ist(c,p) ∨ ist(c,~p)是有效的.本文探讨了把 ist 解释成为真时 context 的性质.最后,在 context 系统中,一个 context 的理论可能是非单调的,如描述"鸟会飞"的 context,context 间的联系也可能不是必然性的,实际生活中的许多联系都冠

---

* 本文研究得到国家 863 高科技项目基金资助.作者刘海燕,女,1970 年生,博士生,主要研究领域为计算机软件,人工智能.陈火旺,1936 年生,教授,博士导师,主要研究领域为计算机科学理论,软件工程,人工智能.王兵山,1938 年生,教授,主要研究领域为计算机科学理论,数理逻辑,形式语言与自动机,范畴论等.

本文通讯联系人:刘海燕,长沙 410073,国防科技大学计算机系

本文 1996-11-28 收到修改稿

以"一般"这一前提,如"一般地老师说的话学生总认为是对的",描述常识现象的 context 系统应该能体现这种非单调性. 本文针对以上 3 点对文献[5]作了一些改进,给出一个允许上述表示的 context 逻辑——QLC(quantificational logic of context). 文中第 1 节将介绍 QLC 的语法和语义,第 2、3 节讨论 QLC 的两个推广,然后是 QLC 的限制推理.

1 带量词的 context 逻辑 QLC

QLC 建立在传统的二型一阶逻辑基础上,个体类型包括 context 型和一般的论域型. 文中将使用一些标准的数学概念和符号,$P(X)$表示 X 的幂集.

1.1 QLC 的语法

设 QLC 的字母表 Σ 包括至多可数多个个体常量、函词和谓词,此外还有一个特殊的模态词 ist. 设 VAR 是两种类型的个体变元的集合.

QLC 的项(Term)的定义与建立在 Σ 和 VAR 上的二型一阶逻辑的项的定义相同. 设 $Term_c$ 表示 context 型的项,本文称 context 型的项为"context".

QLC 的公式(Formula)的定义也只需增加如下条款:若 A 为 QLC 的公式,$c\in term_c$,则 $ist(c,A)$也是 QLC 的公式. $\vee,\wedge,\Leftrightarrow,\exists$ 是通常的简写形式.

若 $k_1,k_2,...,k_n\in term_c,n\geqslant 0$,则 $\bar{k}=[k_1,k_2,...,k_n]$称为一个 context 序列,$\varepsilon$ 表示空序列,我们不区分只含一个 context 的序列和该 context 本身,即 $c=[c]$. $*$ 是 context 序列上的连接运算,如$[k_1,k_2,...,k_n]*[c_1,c_2,...,c_m]=[k_1,...,k_n,c_1,...,c_m]$.

若 $\bar{k}=[k_1,k_2,...,k_n]$,则 $ist(\bar{k},A)$是 $ist(k_1,ist(k_2,...,ist(k_n,A)...))$的简写形式;当 $\bar{k}=\varepsilon$ 时,$ist(\bar{k},A)$就是 A.

设 $\bar{k},\bar{c}$ 为任意有穷 context 序列,$c_j\in term_c$,则 QLC 的公理模式和推理规则模式有:

A_1: $\vdash_{\bar{k}}\Phi$ Φ 是二型一阶逻辑的一个永真式的一个实例;

A_2: $\vdash_{\bar{k}} ist(c_j,A\to B)\to(ist(c_j,A)\to ist(c_j,B))$;

A_3: $\vdash_{\bar{k}} ist(c_j,\forall\ xA)\Leftrightarrow\forall\ x(ist(c_j,A))$;

A_4: $\vdash_{\bar{k}} ist(c_j,\sim A)\to\sim ist(c_j,A)$;

A_5: $\vdash_{\bar{k}}\sim ist(c_j,A)\to ist(c_j,\sim A)$.

$R_1(EMP)$:若 $\vdash_{\bar{k}}A\to B$,且 $\vdash_{\bar{k}}A$,则 $\vdash_{\bar{k}}B$;

$R_2(EUG)$:若 $\vdash_{\bar{k}}ist(\bar{c},A)$,则 $\vdash_{\bar{k}}ist(\bar{c},\forall\ xA)$,其中 x 在 $\bar{k}$ 和 $\bar{c}$ 中不出现;

$R_3(enter)$:若 $\vdash_{\bar{k}}ist(c_j,A)$,则 $\vdash_{\bar{k}*c_j}A$;

$R_4(exit)$:若 $\vdash_{\bar{k}*c_j}A$,则 $\vdash_{\bar{k}}ist(c_j,A)$.

由公理模式 A_1,每个 context 序列具有二型一阶逻辑的能力.

定义 1.1. 设 context 序列 $\bar{c},\bar{c}_i(1\leqslant i\leqslant n)$非空,$\Gamma$ 是非空的公式集,

(1) $\vdash_{\bar{c}}A$ iff 存在有穷序列 $\vdash_{\bar{c}_1}A_1,\vdash_{\bar{c}_2}A_2,...,\vdash_{\bar{c}_n}A_n$,其中 $\bar{c}_n=\bar{c}$, $A_n=A$ 且对每个 $1\leqslant i\leqslant n$ 下列条件之一满足:

Ⅰ) $\vdash_{\bar{c}_i}A_i$ 为公理;

Ⅱ) $\vdash_{\bar{c}_i}A_i$ 是由前面的元素及某个推理规则而得.

(2) $\Gamma\vdash_{\bar{c}}A$ iff 存在 $B_1,B_2,...,B_n\in\Gamma,n\geqslant 0$,使得 $\vdash_{\bar{c}}(B_1\wedge B_2\wedge...\wedge B_n\to A)$成立.

1.2 语　义

定义 1.2. 设 m：Dom(m)→{⟨C,D,I⟩|⟨C,D,I⟩为 Σ 的一个标准的二型一阶解释，C 称为 context 域，其元素称为 context 对象，D 称为论域}，对每个 $\bar{k}\in$ Dom(m)，记 $m(\bar{k})=\langle C_{\bar{k}},D_{\bar{k}},I_{\bar{k}}\rangle$，若 m 满足下列条件，则称 m 为 QLC 的一个解释：

1) 对任意 $\bar{k}_1,\bar{k}_2\in$ Dom(m)，都有 $C_{\bar{k}_1}=C_{\bar{k}_2}$，$D_{\bar{k}_1}=D_{\bar{k}_2}$，即所有二型一阶解释的域都相同，在下面的讨论中，将分别用 C 和 D 表示 context 域和论域；

2) Dom(m)是 C 上所有有穷序列的集合，称 Dom(m)中的元素为 context 对象序列；

3) C 与 D 不相交；

4) 对任意 $\bar{k}_1,\bar{k}_2\in$ Dom(m)，$I_{\bar{k}_1}$，$I_{\bar{k}_2}$对所有个体常元和函词解释都相同.

赋值 S 以及项的值 $I_{\bar{k}}(t)[S]$的定义也与在二型一阶逻辑中的定义相同.

由上述定义，对任意 $\bar{k},\bar{c}\in$ Dom(m)都有 $I_{\bar{k}}(t)[S]=I_{\bar{c}}(t)[S]$，即项的值不依赖于 context 对象序列，所以下文中我们把 t 的值写成 $I(t)[S]$.

设 context 序列 $\bar{c}=[c_1,...,c_n]$，$n\geqslant 0$，则$[I(c_1)[S],...,I(c_n)[S]]\in$ Dom(m)是与 $\bar{c}$ 对应的 context 对象序列，通常记为 $I(\bar{c})[S]$.

定义 1.3. 在解释 m 和赋值 S 下，A 在 context 序列 $\bar{c}$ 内为真，即 $m\models_{\bar{c}}A[S]$，归纳定义为：

1) $m\models_{\bar{c}}P(t_1,t_2,...,t_n)[S]$ iff $\langle I(t_1)[S],..,I(t_n)[S]\rangle\in I_{I(\bar{c})[S]}(P)$；

2) $m\models_{\bar{c}}\sim B[S]$ iff $m\not\models_{\bar{c}}B[S]$；

3) $m\models_{\bar{c}}(A\rightarrow B)[S]$ iff $m\models_{\bar{c}}A[S]$蕴含 $m\models_{\bar{c}}B[S]$；

4) $m\models_{\bar{c}}\forall xA[S]$ iff 对任意与 x 同型的 $d\in D\cup C$，都有 $m\models_{\bar{c}}A[S(x/d)]$；

5) $m\models_{\bar{c}}ist(c_j,A)[S]$ iff $m\models_{\bar{c}*c_j}A[S]$

1.3 QLC 的一些元理论

作为约定，在下面讨论中，context 序列 $\bar{c}$ 有穷，Γ 为 QLC 的一个公式集，A 为一个公式，m 是 QLC 的一个解释，S 是 m 下的一个赋值.

定义 1.4.

1) 称 A 在 $\bar{c}$ 中协调 iff $\nvdash_{\bar{c}}\sim A$

2) 称有穷公式集 Γ 在 $\bar{c}$ 中协调 iff $\wedge\Gamma$ 在 $\bar{c}$ 中协调($\wedge\Gamma$ 表示 Γ 中所有公式的合取)；

3) 称无穷公式集 Γ 在 $\bar{c}$ 中协调 iff Γ 的每个有穷子集在 $\bar{c}$ 中都协调；

4) 若对任意公式 A，都有 $A\in\Gamma$ 或$\sim A\in\Gamma$，则称 Γ 是完全的.

定义 1.5.

1) 称⟨m,S⟩在 $\bar{c}$ 中满足 Γ iff 对 Γ 中每个公式 A 都有 $m\models_{\bar{c}}A[S]$；

2) 称 Γ 在 $\bar{c}$ 中可满足 iff 存在 m 和 S，使得⟨m,S⟩在 $\bar{c}$ 中满足 Γ；

3) $\models_{\bar{c}}A$ iff 对任意 m 和 S，都有 $m\models_{\bar{c}}A[S]$；

4) $\Gamma\models_{\bar{c}}A$ iff 对任意 m 和 S，若⟨m,S⟩在 $\bar{c}$ 中满足 Γ，则⟨m,S⟩在 $\bar{c}$ 中满足 A.

定理 1.1. (可靠性)若 $\Gamma\vdash_{\bar{c}}A$，则 $\Gamma\models_{\bar{c}}A$.

可以证明，QLC 的每个公理都有效，每条规则都保持有效性，所以 QLC 是可靠的.

定理 1.2. 若 Γ 在 $\bar{c}$ 中可满足，则 Γ 在 $\bar{c}$ 中协调(用反证法，证明略).

定理 1.3. 若 Γ 在 $\bar{c}$ 中协调，则 Γ 在 $\bar{c}$ 中可满足.

该证明与文献[5]中的完备性证明很相似,此处仅列出证明的梗概:引入可数无穷多个新的 context 类常元 CON_c 和可数无穷多个论域类常元 CON_d. 由 Lindenbaum 引理可以把 Γ 扩充成在 $\bar{c}$ 内协调且完全的公式集 Δ.

取 $\Gamma_{\bar{k}+}=\{A\mid ist(\bar{k},A)\in\Delta\}$,当 $\bar{k}$ 为空时,$\Gamma_{+}=\Delta$,则 $\Gamma_{\bar{k}+}$ 在 $\bar{c}*\bar{k}$ 中协调且完全.

利用 $\Gamma_{\bar{k}+}$ 来构造解释 m 和赋值 S:C 和 D 分别由 context 型的项和论域型的项组成,解释 $I_{\bar{c}*\bar{k}}$ 定义为:$I_{\bar{c}*\bar{k}}(a)=a, I_{\bar{c}*\bar{k}}(f)=f, \langle t_1,t_2,\ldots,t_n\rangle\in I_{\bar{c}*\bar{k}}(P)$ iff $P(t_1,t_2,\ldots,t_n)\in\Gamma_{\bar{k}+}$,赋值 $S(x)=x$,对其它的 $\bar{k}\in\mathrm{Dom}(m)$,$m(\bar{k})$是满足规定的任意结构.

可以证明,$A\in\Delta$ iff $m\models_{\bar{c}}A[S]$,所以 Γ 在 $\bar{c}$ 中可满足.

定理 1.4. 若 $\Gamma\models_{\bar{c}}A$ 则 $\Gamma\vdash_{\bar{c}}A$(利用定理 1.3,用反证法证明).

2 含等词的 QLC

在 QLC 的语义定义中,项在不同 context 内的值都相同. 所以若引入等词"=",并要使它与一阶逻辑中的等词具有相同的意义,"="的含义应该不依赖于 context 序列. 在 QLC 中增加如下公理和规则($\bar{k}$ 和 $\bar{c}$ 为任意非空的 context 序列):

A_6: $\vdash_{\bar{k}}\forall x(x=x)$;

A_7: $\vdash_{\bar{k}}(t_1=t'_1\wedge\ldots\wedge t_n=t'_n)\rightarrow f(t_1,\ldots,t_n)=f(t'_1,\ldots,t'_n)$;

A_8: $\vdash_{\bar{k}}(t_1=t'_1\wedge\ldots\wedge t_n=t'_n)\rightarrow P(t_1,\ldots,t_n)\Leftrightarrow P(t'_1,\ldots,t'_n)$;

$R_5(=)$:若 $\vdash_{\bar{k}}t=t'$ 则 $\vdash_{\bar{c}}t=t'$

在公式真值的定义中增加:$m\models_{\bar{k}}t_1=t_2[S]$ iff $I(t_1)[S]=I(t_2)[S]$.

与 1.3 节类似地可证,增加等词后的 QLC 仍是可靠的和完备的.

3 领域公理相关不同 Context 的 QLC

KB 中的知识可能相关着不同的 context,如:

例 1:$\vdash_{[\text{view-of-general}]}$ tall(Mike), $\vdash_{\text{view-of-player}}$ short(Mike),

$\vdash_{\text{view-of-analysis}}\forall$ x (ist(view-of-general, tall(x))→height(x)>175cm),

$\vdash_{\text{view-of-analysis}}\forall$ x (ist(view-of-player, short(x))→height(x)<190cm).

在 $\Gamma\vdash_{\bar{c}}A$ 的定义中,Γ 和 A 相关相同的 context 序列 $\bar{c}$,所以不能处理上述情况. 本节我们将定义一种转换,把上述形式的领域公理转化成同一 context 观点下的公式集,然后利用第 1 节的结论进行推理. 设 $S\text{-}QLC_d$ 表示 Σ 上所有可能的领域公理的集合.

定义 3.1. 算子 Γ:$P(S\text{-}QLC_d)\times term_c\rightarrow P(S\text{-}QLC_d)$定义为:

对任意 $QLC_d\subseteq S\text{-}QLC_d, c\in term_c$,$\Gamma(QLC_d,c)$是满足下列条件的最小集合:

1) 若 $\vdash_c A\in QLC_d$ 则 $\vdash_c A\in\Gamma(QLC_d,c)$;

2) 对任意 $\bar{k}, A$,若 $\vdash_{\bar{k}}A\in QLC_d$,则对任意 context 序列 $\bar{c}$,$\vdash_{\bar{c}}ist(\bar{c}*\bar{k},A)\in\Gamma(QLC_d, c)$.

定义 3.2. 算子 FOR:$P(S\text{-}QLC_d)\rightarrow formula$ 定义为:对任意 $QLC_d\subseteq S\text{-}QLC_d$,FOR$(QLC_d)=\{A\mid\vdash_{\bar{c}}A\in QLC_d\}$.

定义 3.3. 设 context 序列 $\bar{k}=[k_0,\ldots,k_n]$,$n\geqslant 0$,则在理论 QLC_d 下,A 为 $\bar{k}$ 的定理,即

$\vdash_{\bar{k}}^{QLC_d} A$ iff $\vdash_{k_0}^{QLC_d} ist(k_1,\ldots,ist(k_n,A)\ldots)$ iff $\mathrm{FOR}(\Gamma(QLC_d,k_n)) \vdash_{k_1} ist(k_1,\ldots,ist(k_n,A)\ldots)$.

设 QLC_d 为例 1 的公理集，则由上述定义可得：

$$\vdash_{view\_of\_analysis}^{QLC_d} 175\mathrm{cm} < height(Mike) < 190\mathrm{cm}.$$

4　QLC 的限制理论

4.1　语　法

在 Σ 中引入异常谓词，常用有 ab 前缀的符号表示之，故也称其为 ab-谓词. 设 Γ 是一个有穷公式集，context 序列 $\bar{c}$ 和 $\bar{k}_i(n \geqslant i \geqslant 1)$ 不含变元，且 $\bar{c} \neq \varepsilon$.

对 $ab_i(n \geqslant i \geqslant 1)$ 在 Γ 中的每次出现都定义该次出现的标记，即在 Γ 中出现在它外面的所有 context 依次组成的序列. 例如，若 $ist(c_1,\ldots,ist(c_2,\ldots,ist(c_n,\ldots,ab_i(\ldots)\ldots)\ldots)\ldots)\in\Gamma$，则 ab_i 此次出现的标记是 $[c_1,c_2,\ldots,c_n]$. 本节要求所有异常谓词的标记都不含变元.

定义 4.1. 对 $\bar{k}_1,\ldots,\bar{k}_n$ 中的 $ab_1,\ldots,ab_n$ 分别进行限制的 Γ 在 $\bar{c}$ 内的限制公理模式 $CIR(\Gamma,\bar{c},\{\bar{k}_1,\ldots,\bar{k}_n\},\{ab_1,\ldots,ab_n\})$ 定义为：

$$\begin{aligned}\vdash_{\bar{c}} \wedge\Gamma(P_1,\ldots,P_n) \wedge \forall x(&ist(\bar{k}_1,P_1(x)\to ab_1(x))\\ &\wedge\ldots\ldots\\ &\wedge\forall x\ ist(\bar{k}_n,P_n(x)\to ab_n(x)))\\ \to\forall x(&ist(\bar{k}_1,ab_1(x)\to P_1(x))\\ &\wedge\ldots\ldots\\ &\wedge\forall x\ ist(\bar{k}_n,ab_n(x)\to P_n(x)))\end{aligned}$$

其中 x 表示 n 个变元组成的序偶，$\wedge\Gamma(P_1,\ldots,P_n)$ 表示 $\wedge\Gamma$ 中凡某次出现的标记为 k_i 的 ab_i，该次出现均以 P_i 代替.

定义 4.2. 设 $INS\text{-}CIR(\Gamma,\bar{c},\{\bar{k}_1,\ldots,\bar{k}_n\},\{ab_1,\ldots,ab_n\})$ 是 $CIR(\Gamma,\bar{c},\{\bar{k}_1,\ldots,\bar{k}_n\},\{ab_1,\ldots,ab_n\})$ 的所有实例，称 A 为对 $\bar{k}_1,\ldots,k_n$ 中的 $ab_1,\ldots,ab_n$ 分别进行限制的 Γ 在 $\bar{c}$ 内的定理，

即 $\mid\sim_{\bar{c}}^{\Gamma,\{\bar{k}_1,\ldots,\bar{k}_n\},\{ab_1,\ldots,ab_n\}} A$ iff

$\Gamma, INS\text{-}CIR(\Gamma,\bar{c},\{\bar{k}_1,\ldots,\bar{k}_n\},\{ab_1,\ldots,ab_n\}) \vdash_{\bar{c}} ist(c_1,\ldots,ist(c_n,A)\ldots)$.

4.2　QLC 的极小模型语义

定义 4.3. 称 m 为 Γ 在 $\bar{c}$ 内的唯一名字(Unique-name)模型是指，若 S 为 m 下的赋值，则 $\langle m,S\rangle$ 在 $\bar{c}$ 中满足 Γ，且对任意 $\bar{k}_1,\bar{k}_2\in\mathrm{Dom}(m)$ 和任意不同的 context 型常元 c_1,c_2，$I_{\bar{k}}(c_1)\neq I_{\bar{k}}(c_2)$.

定义 4.4. 设 m_1 和 m_2 都为 Γ 在 $\bar{c}$ 内的唯一名字模型，若满足下列条件，则称相对于 $\langle\bar{c},\{\bar{k}_1,\bar{k}_2,\ldots,\bar{k}_n\},\{ab_1,\ldots ab_n\}\rangle$，$m_1$ 小于 m_2，记为 $m_1 <_{\bar{c},\{\bar{k}_1,\bar{k}_2,\ldots,\bar{k}_n\},\{ab_1,\ldots,ab_n\}} m_2$：

1) m_1 和 m_2 具有相同的 context 域 C 和论域 D，对任意的 $\bar{k}\in\mathrm{Dom}(m_1)$，$m_1(\bar{k})$ 和 $m_2(\bar{k})$ 对常元和函词的解释相同.

2) 对任意 $\bar{k}_i\in\{\bar{k}_1,\bar{k}_2,\ldots,\bar{k}_n\}$，$m_1(\bar{c}*\bar{k}_i)$ 和 $m_2(\bar{c}*\bar{k}_2)$ 对除 ab_i 外的所有谓词解释都相

同,对任意其它的 $\bar{k}\in \mathrm{Dom}(m_1)$, $m_1(\bar{k})$, $m_2(\bar{k})$对所有谓词解释都相同;

3) 对任意 $\bar{k}_i\in\{\bar{k}_1,\bar{k}_2,\ldots,\bar{k}_n\}$,设 ab_i 为 m-元谓词,和$\langle a_1,\ldots,a_m\rangle\in(C\cup D)^m$, a_j 与 ab_i 的第 j 个参量类型相同,若$\langle a_1,\ldots,a_m\rangle\in m_1(I(\bar{c}*\bar{k}_i))(ab_i)$,则$\langle a_1,\ldots,a_m\rangle\in m_2(I(\bar{c}*\bar{k}_i))(ab_i)$;

4) 存在 $\bar{k}_i\in\{\bar{k}_1,\bar{k}_2,\ldots,\bar{k}_n\}$,设 ab_i 为 m-元谓词,存在$\langle a_1,\ldots,a_m\rangle\in(C\cup D)^m$,$a_j$ 与 ab_i 的第 j 个参量类型相同,$\langle a_1,\ldots,a_m\rangle\notin m_1(I(\bar{c}*\bar{k}_i))(ab_i)$而$\langle a_1,\ldots,a_m\rangle\in m_2(I(\bar{c}*\bar{k}_i))(ab_i)$.

定义 4.5. 称 m 是使$\{ab_1,\ldots,ab_n\}$在$\{\bar{k}_1,\bar{k}_2,\ldots,\bar{k}_n\}$中极小的 Γ 在 $\bar{c}$ 内的一个模型 iff m 是 Γ 在 $\bar{c}$ 内的一个唯一名字模型,且对 Γ 在 $\bar{c}$ 内的任意唯一名字模型 m',$m' <_{\bar{c},\{\bar{k}_1,\bar{k}_2,\ldots,\bar{k}_n\}\{ab_1,\ldots ab_n\}} m$ 都不成立.

定义 4.6. $\approx_{\bar{c}}^{\Gamma,\{\bar{k}_1,\ldots,\bar{k}_n\},\{ab_1,\ldots,ab_n\}} A$ iff 对使$\{ab_1,\ldots,ab_n\}$在$\{\bar{k}_1,\bar{k}_2,\ldots,\bar{k}_n\}$中极小的 Γ 在 $\bar{c}$ 内的每一个模型 m,都有 $m\models_{\bar{c}} A$.

定理 4.1. 若$\vdash_{\bar{c}}^{\Gamma,\{\bar{k}_1,\ldots,\bar{k}_n\},\{ab_1,\ldots ab_n\}} A$,则$\approx_{\bar{c}}^{\Gamma,\{\bar{k}_1,\ldots,\bar{k}_n\},\{ab_1,\ldots,ab_n\}} A$.

证明可参阅文献[9]中一阶逻辑限制推理的证明.

例 2:设 c_0,c_1,c_2 为 context 型常元,$\Gamma=\{ist(c_1,ab_1(a)),ist(c_2,ab_2(b)),ist(c_2,ist(c_1,ab_1(c)))\}$

由上面定义可得:$\vdash_{c_0}^{\Gamma,\{c_1,c_2\},\{ab_1,ab_2\}} \forall x(ist(c_1,ab(x)\rightarrow x=a))\wedge\forall x(ist(c_2,ab(x)\rightarrow x=b))$

5 结　论

本文在3点上改进了 Buvac 的工作,定义了一个新的 context 逻辑——QLC,进一步的工作将研究 context 在数据库集成、多理论推理、复杂系统形式化等方面的应用.

参考文献

1 McCarthy J. Generality in artificial intelligence. Turing Award Lecture, Communication of the ACM, July 1987, **37(7)**:1030～1035.

2 McCarthy J. Notes on formalizing context. In the Proc. of IJCAI'93, 1993. 555～560.

3 Guha R V. Context: a formalization and some application. MCC Technical Report, Number ACT-CYC-423-91, MCC, Austin Texas, 1991.

4 Buvac S, Mason I. Propositional logic of context. In the Proceedings of AAAI'93, 1993. 412～419.

5 Buvac S. Quantificational logic of context. In the Proceedings of AAAI-96, 1996. 600～607. also in http://www-formal.stanford.edu/Buvac.

6 Shoham Y. Varieties of context. In Vladimir Lifschitz ed, Artificial Intelligence and Mathematical Theory of Computation, Papers in Honor of John McCarthy, Academic Press, 1991.

7 Giunchiglia E, Traverso P. A multicontext architecture for formalizing complex reasoning. International Journal of Intelligence Systems, 1995, **10(5)**:501～539.

8 Nayak P P. Representing multiple theories. In the Proceedings of AAAI-94, 1994. 1154～1160.

9 Davis M. The mathematics of non-monotonic reasoning. Artificial Intelligence, 1980, **13**:73～80.

A QUANTIFICATIONAL LOGIC OF CONTEXT AND ITS CIRCUMSCRIPTION THEORY

LIU Haiyan　CHEN Huowang　WANG Bingshan

(*Department of Computer Science　National University of Defense Technology　Changsha*　410073)

Abstract　A new QLC(quantificational logic of context), is defined in this paper, which embodies more logical properties of context. Then cases when QLC has equality and when domain-specific axioms are stated in different context sequences are discussed, McCarthy's circumscription theory is also introduced into QLC.

Key words　Context, artificial intelligence, many-sorted logic, nonmonotonic reasoning, circumscription theory.

Class number　TP18