

# 基于粗糙形式概念分析的上下文推理方法

安敬民

(大连海事大学信息科学技术学院 大连 116026)

**摘 要** 现阶段上下文推理系统虽然引入了语用网这一技术,利用语用网在处理动态知识上的优势,解决了上下文不适合处理现实世界的动态知识的问题,即使这样仍然缺乏对上下文信息中模糊性、不确定性的处理;本文借鉴粗糙形式概念分析对形式背景中隐含概念的模糊性、不确定性处理方法,提出了基于粗糙形式概念分析的上下文推理方法。该方法在原有的上下文推理方法上引入了粗糙形式概念抽取的属性集合幂集方法,在判断上下文信息是否一致后对该信息构成的形式背景进行完整性概念提取,提高了信息源的完整性,推理出上下文的信息更全面。

**关键词** 上下文; 模糊性; 不确定性; 粗糙形式概念分析; 形式背景;

**中图法分类号** \*\*\*\* **DOI 号** \*投稿时不提供 DOI 号\* **分类号**

## A Context Reasoning Method Based on Rough Formal Concept Analysis

An Jing min

(Department of Information Science and Technology, Dalian Maritime University, Dalian, 116026, China)

**Abstract** at present, pragmatic web is introduced into context reasoning system, the advantage of using pragmatic network in dealing with dynamic knowledge, the problem that dynamic knowledge is not suitable for the real world is solved. Even though it is still lack of dealing with context-fuzziness and context-uncertainty .Method based on formal context's fuzziness and uncertainty is handled by rough formal concept analysis, a context reasoning method based on rough formal concept analysis is proposed. It is based on original context reasoning method, introduced into attribute sets power set method of rough formal concept extracting. After judging whether the context information is consistent, the formal context of the information is extracted. Improve the integrity of the information -source, the inference of the more comprehensive context- information.

**Key words** context; fuzziness; uncertainty; rough formal concept analysis;; formal context;

## 0 引言

现阶段对于上下文感知系统框架大多都是静态的<sup>[1]</sup>,不能根据用户真实特定的情况和动态的变化来捕获用户真实意图近而无法给出最适合用户当前的服务的问题,已经提出利用语用网<sup>[1]</sup>来解决的方案,利用语用网在表达动态知识方面的优势<sup>[1]</sup>来解决上下文静态框架的问题。

语用网驱动的上下文感知系统<sup>[1]</sup>虽然解决了静态框架问题,但是由于上下文信息中模糊性、不确定性的存在,而并没有对其进行很好的处理。本文针对这一问题,借鉴了粗糙形式概念分析在抽取属性集合完整性的优势并结合语用网驱动的上下文,提出了基于粗糙形式概念分析的上下文推理方法。该方法主要是在《语用网驱动的上下文感知系统》的推理方法上增加了粗糙形式概念抽取属性集的

收稿日期: 年-月-日; 最终修改稿收到日期: 年-月-日 \*投稿时不填写此项\*. 本课题得到… …基金中文完整名称(No.项目号)、… …基金中文完整名称(No.项目号)、… …基金中文完整名称(No.项目号)资助.作者名1(通讯作者), 性别, xxxx年生, 学位(或目前学历), 职称, 是/否计算机学会(CCF)会员(提供会员号),主要研究领域为\*\*\*\*、\*\*\*\*.E-mail: \*\*\*\*\*.作者名2(通讯作者), 性别, xxxx年生, 学位(或目前学历), 职称, 是/否计算机学会(CCF)会员(提供会员号),主要研究领域为\*\*\*\*、\*\*\*\*.E-mail: \*\*\*\*\*.作者名3(通讯作者), 性别, xxxx年生, 学位(或目前学历), 职称, 是/否计算机学会(CCF)会员(提供会员号),主要研究领域为\*\*\*\*、\*\*\*\*.E-mail: \*\*\*\*\*(给出的电子邮件地址应不会因出国、毕业、更换工作单位等原因而变动。请给出所有作者的电子邮件)

第1作者手机号码(投稿时必须提供,以便紧急联系,发表时会删除): … …, E-mail: … …\*此部分6号宋体\*

幂集方法 (RFCA), 将低层或者高层的上下文的信息作为具有二元关系的形式背景, 计算形式背景中的属性集合的幂集, 得到粗糙形式概念的内涵<sup>[2]</sup>, 再根据其特定算法得到粗糙形式概念的上近似外延和下近似外延<sup>[2]</sup>, 最后可以达到将上下文中有用信息完整性的提取, 改善了上下文信息中存在的模糊性和不确定性的问题, 是对原有推理方法的补充和改进。

## 1 粗糙形式概念

### 1.1 形式背景

设形式背景为一个三元组, 为  $B = (O, A, R)$ , 其中  $O$  为形式对象,  $A$  为属性集合,  $R$  为  $O$  与  $A$  之间的二元关系  $R \subseteq O \times A$ <sup>[3]</sup>。

### 1.2 形式概念

定义 1<sup>[3]</sup>. 若二元组  $C = (M, N)$  满足:  $M \subseteq O$ ,  $N \subseteq A$ , 令  $M = \{a \in A / \forall o \in M, oRa\}$ ,  $N = \{o \in O / \forall a \in N, oRa\}$ , 其中  $M$  是  $O$  中说有的属性集,  $N$  是  $A$  中所有属性的对象集, 则  $C$  被称为  $B$  中的一个精确形式概念。其中  $M, N$  分别被称为  $C$  的外延和内涵。

在精确形式概念中扩展引出了粗糙形式概念。

定义 2<sup>[2]</sup>. 同理若设形式背景  $B = (O, A, R)$ , 若三元组  $D = (M_+, M_-, N)$  满足:  $M_+ = \{o \in O / \exists a \in N, oRa\}$ ,  $M_- = \{o \in O / \forall a \in N, oRa\}$ ,  $N = \{a \in A / \exists o \in M_+, \forall o \in M_-, oRa\}$ , 则  $D$  被称为形式背景  $B$  的一个粗糙形式概念, 其中  $M_+$ ,  $M_-$ ,  $N$  分别被称为粗糙形式概念的上近似外延, 下近似外延和内涵。

从上面可以得出精确形式概念和粗糙形式概念不同在于粗糙形式概念有上近似外延和下近似外延, 而二者均不能从形式背景  $B$  中直接导出, 但是可以通过对属性幂集计算来实现<sup>[2]</sup>。粗糙包括“可能”和“肯定”, 从上面定义知道“可能”被包含在内涵中的所有属性所覆盖的对象集为上近似外延, “肯定”被包含在内涵中的所有属性所覆盖的对象集为下近似外延<sup>[2]</sup>。最后算出属性集合所以子集为属性集的幂集。

## 2 属性集幂集在 RFCA 中的抽取方法

### 2.1 属性集幂集

定义 3. 令  $f(S) = \{x | x \subseteq S\}$ ,  $S$  是任意一个集

合, 则称  $f(S)$  为  $S$  的幂集<sup>[4]</sup>。若集合  $S$  中有  $n$  个元素, 则它的幂集个数为  $2^n$  个<sup>[4]</sup>, 如  $S = \{a, b\}$ , 那么它的幂集  $f(x) = \{\{a\}, \{b\}, \{a, b\}, \{\}\}$ 。

一个集合的幂集就是包括了所以得它的子集, 所以属性集的幂集包括了它的所以属性可能的组合, 不仅保留了原属性集还补充上了一些隐含的属性集合, 这样保证了形式背景上概念抽取的完整性<sup>[2]</sup>, 进而较好的处理了不确定性和模糊性。

### 2.2 RFCA抽取属性集合幂集方法

粗糙形式概念可以由一个三元组表示, 如  $D = (M_+, M_-, N)$ , 其中  $M_+$  上近似外延和  $M_-$  下近似外延组成其外延部分; 上近似外延和下近似外延需要通过从形式背景中抽取其属性 (内涵) 来计算得出, 其方法具体见下图 1 所示。

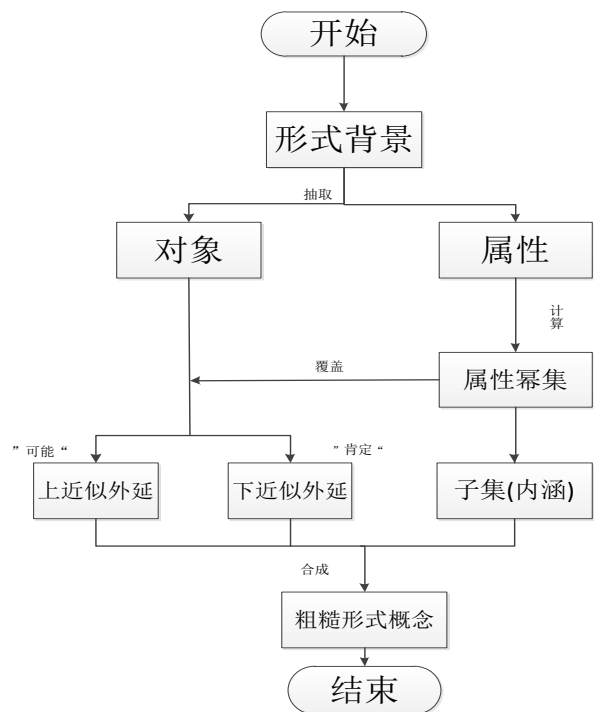


图1 粗糙形式概念抽取流程图

## 3 上下文推理方法

### 3.1 上下文及上下文属性

上下文是表示实体状态的, 它可以表述出实体的任何状态任何时间上的信息。实体可以是人, 或者交互过程中相关的物, 地点以及对象。

上下文属性是用来表述上下文特征的元素, 它具有标志符, 类型和值, 其值与各领域兴趣值一致, 例如, 一个人目前穿的衣服的颜色, 现在所在的地

点以及实时的体温等等都是上下文的属性。

### 3.2 改进的上下文推理算法

在原语用网驱动的上下文感知系统中, 已经对原本上下文不适合处理表达动态知识的问题做了改善, 但是仍然存在缺乏对信息不确定性和模糊性的处理, 所以引入 RFCA 对这一问题进行改善。原语用网驱动的上下文感知系统中的推理方法是利用低层上下文来推导出高层上下文<sup>[5]</sup>, 以及利用利用上下文存储库中的启发性知识来判断上下文信息的一致性<sup>[1]</sup>。本推理算法在其基础上增加了 RFCA, 其具体流程如图 2 所示。

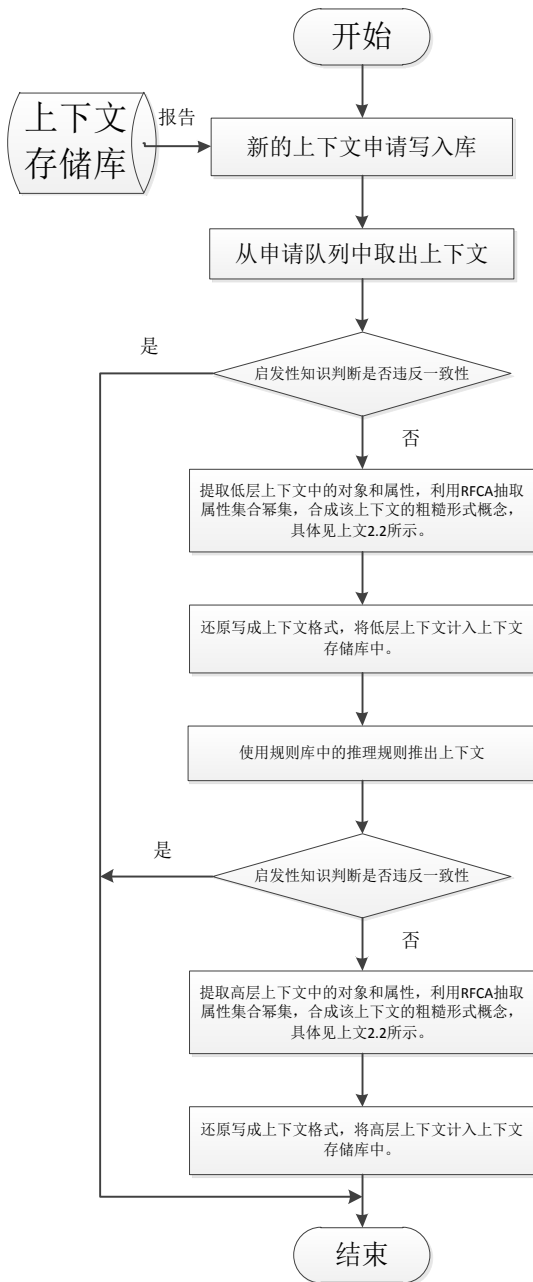


图 2 基于 RFCA 的上下文推理流程图

图 2 所示的基于 RFCA 的上下文推理流程图具体关键步骤如下:

(1) 发现新的上下文, 上下文存储库提出将新的上下文写入库申请; 将该上下文从申请队列中取出做准备。

(2) 上下文存储库中的启发性知识对该上下文进行判断, 若不满足一致性, 则直接删除该上下文; 否则, 将该上下文交到下一个处理模块。

(3) 将满足一致性的上下文作为形式背景, 使用上文 2.2 节所述的方法, 将形式背景中的对象和属性抽取出来, 对属性进行幂集计算, 计算出上近似外延和下近似外延, 最后合成粗糙形式概念。

(4) 将合成的粗糙形式概念逐一写回成上下文的格式, 在上下文存储库中利用推理规则退出高层上下文。

(5) 再次判断是否满足一致性, 同上 (2)。

(6) 将高层上下文进行粗糙形式概念合成, 同上 (3)。

(7) 将 (6) 所得到的结果再次写成上下文格式, 放入上下文存储库。

至此, 一次上下文更新或者对一个新的上下文处理就完成了。

### 3.3 基于 RFCA 的上下文推理算法

输入: 从队列中取出的一个上下文;

输出: 一个或者几个粗糙形式概念。

Begin:

```

(O,A,R) = f_constructFormalContext (O,A) ;//
    将上下文转化为形式概念
objectSet = f_construct (O) ;//在三元组中获取
    对象集
attributeSet = f_construct (A) ;//在三元组中获
    取属性集
A_powerSet = f_constructPowerSet (attribute);
    //计算属性集幂集
for (i=1; i<n+1; i++)
{
    M = objectSet[i];
    N = A_powerSet[i];
    if (DKE (M,N) == 1) //对 M,N 进行笛卡尔
        集计算, 判断是否完全相关
        down_extention = M; //下近似外延
        connotation = N; //内涵 }
    else if (DKE (M,N) == 0) //对 M,N
        进行笛卡尔集计算, 判断是否部分相关
    {
        up_extention = M; //上近似外延
        connotation = N; //内涵 }
    else loop; }
  
```

End

### 3.4 应用实例

如将一个上下文作为一个形式背景，抽取对象集  $O=\{1,2\}$ ，属性集  $A=\{a, b\}$ ，将形式背景用二维表表示，如表 1 所示。

表 1 形式背景

	属性 a	属性 b
对象 1	0	1
对象 2	1	1

由属性集可求得幂集为  $P(A)=\{\{a\}, \{b\}, \{a, b\}, \{\}\}$ ，再求的上近似外延和下近似外延，如表 2 所示。

表 2 内涵与上近似外延和下近似外延计算表

内涵 $N$	上近似外延 $M_{\text{上}}$	下近似外延 $M_{\text{下}}$
$a$	2	2
$b$	1,2	1,2
$a, b$	1,2	2
$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$

如上表 2 所示，合成了粗糙形式概念，除去空集（无意义），得到三种定义良好的粗糙形式概念，具体如下表 3 所示。

表 3 形式背景对应的粗糙形式概念

粗糙形式概念	内涵 $N$	上近似外延 $M_{\text{上}}$	下近似外延 $M_{\text{下}}$
$RFC_1$	$a$	2	2
$RFC_2$	$b$	1,2	1,2
$RFC_3$	$a, b$	1,2	2

上表 3 所示的具有良好定义的粗糙形式概念  $RFC_1$ ， $RFC_2$  及  $RFC_3$  都可以将其作为一条上下文，若低层上下文抽取出的粗糙形式概念，则将这些定义良好的概念放入上下文存储库中，利用推理规则可以使得信息源更加全面，在推理出的高层上下文的过程中自然就解决了不确定性和模糊性，使得推理结果更加准确；如从高层上下文中抽取，放入上下文存储库中可以增加上下文存储库中有用信息的信息量，为以后推理等相关操作服务。

## 4 对比分析

本文主要描述在原《语用网驱动的上下文感知

系统》的基础上对其推理方法进行的改进，并与其他几个经典的上下文推理方法进行了比较，具体见表 4 所示。

表 4 基于 RFCA 的上下文推理方法与其他经典上下文推理方法的比较

上下文推理方法名称	使用的方法或者借鉴的技术	能否处理动态知识	能否处理信息的模糊性和不确定性
基于 RFCA 上下文推理方法	RFCA	✓	✓
基于 RDF 上下文推理方法	RDF	×	×
基于本体的上下文处理方法	本体	×	×
语用网驱动的上下文处理方法	语用网，本体	✓	×

从上表 4 中不难看出，基于 RFCA 的上下文推理方法是继承了语用网驱动的上下文感知系统的推理方法的特点再加上借用 RFCA 的优势，可以处理信息的不确定性和模糊性，要相比其他的推理方法有优势，可以对用户的意图把握更加准确，为用户提供更加满意的服务。

## 5 结束语

本文在《语用网驱动的上下文感知系统》的上下文推理方法上做了改进，借鉴已经经过验证的粗糙形式概念分析（RFCA）的理论，对原本系统不能对信息进行不确定性和模糊性的处理的缺点进行了改善，利用了 RFCA 可以使得原本系统利用推理规则推出的信息更加全面可靠，对用户的意图的识别和获取更加精确。

但是该推理方法还是存在不足，如在原本系统上增加了 RFCA 理论，在计算出新的粗糙形式概念时，可能有较少的粗糙形式概念并不存在和实际不符，造成系统有冗余，系统运行效率可能还需要提高等问题。

## 参 考 文 献

[1]张慧, 李冠宇, 王元刚. 语用网驱动的上下文感知系统设计[J]. 计算机应用研究, 2015, 32(5): 1412-1416.

[2]王丹, 黄映辉, 李冠宇. 粗糙形式概念抽取的属性集合幂集方法[J]. 计算机工程与设计, 2011, 32(9): 3162-3165.

[3]甘特尔, 维勒, 垣. 形式概念分析[M]. 科学出版社, 2007.

[4]苏北. Z 规格说明中幂集算子自动求精的研究与实现[D]. 沈阳: 沈阳工业大学, 2006.

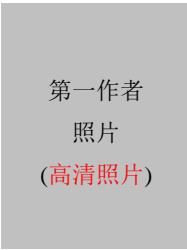
[5]Delbru R, Tummarello G, Polleres A. Context-dependent owl reasoning in sindice-experiences and lessons learnt[C]//International Conference on Web Reasoning and Rule Systems. Springer Berlin Heidelberg, 2011: 46-60.

[6]李艳娜. 一种基于本体的上下文感知系统及处理方法[J]. 2010.

[7]Forstadius J, Lassila O, Seppanen T. RDF-based model for context-aware reasoning in rich service environment[C]//Pervasive Computing and Communications Workshops, 2005. PerCom 2005 Workshops. Third IEEE International Conference on. IEEE, 2005: 15-19.

[8]侯亚南. 构建语义 Web 本体的粗糙概念格方法[D]. 大连: 大连海事大学, 2010.

[8]曲开社, 翟岩慧, 梁吉业, 等. 形式概念分析对粗糙集理论的表示及扩展[J]. 软件学报, 2007, 18(9): 2174-2182.



**Author1, ...** \*计算机学报第 1 作者提供照片电子图片，尺寸为 1 寸。英文作者介绍内容包括：出生年,学位(或目前学历),职称,主要研究领域（**与中文作者介绍中的研究方向一致**）。\*字体为小 5 号 Times New Roman\*

**AuthorX, ...** \*英文作者介绍内容包括：出生年,学位(或目前学历),职称,主要研究领域（**与中文作者介绍中的研究方向一致**）。\*字体为小 5 号 Times New Roman\*

Background

\*论文背景介绍为**英文**，字体为小 5 号 Times New Roman 体\*

论文后面为 400 单词左右的英文背景介绍。介绍的内容包括：

本文研究的问题属于哪一个领域的什么问题。该类问题目前国际上解决到什么程度。

本文将问题解决到什么程度。

课题所属的项目。

项目的意义。

本研究群体以往在这个方向上的研究成果。

本文的成果是解决大课题中的哪一部分，如果涉及 863\973 以及其项目、基金、研究计划，注意这些项目的英文名称应书写正确。