DOI:10.11992/tis.201507055
网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/23.1538.tp.20151110.1354.018.html

决策形势背景的命题推演

马丽[1,2],米据生[1]
(1.河北师范大学 数学与信息科学学院,河北 石家庄 050024; 2. 石家庄经济学院 信息工程学院,河北 石家庄 050031)

摘　要:在形势背景的基础上,通过弱化形式概念构成的条件,定义了比形式概念更为广泛的认知基本单位,即命题。基于一些基本概念如必然命题和充分命题,给出了命题的一些相关性质及各种命题间的关系,以及获取一些新命题的有效方式。通过确定一个命题的程度即确定度,探讨了基于决策形式背景中的命题推理方法,为形势背景上的不确定推理提供了一种新的认知框架。

关键词:概念格; 决策形式背景; 确定度; 必然命题; 充分命题
中图分类号:TP18　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1673-4785(2015)06-0934-04

中文引用格式:马丽,米据生. 决策形势背景的命题推演[J]. 智能系统学报, 2015, 10(6): 934-937.
英文引用格式:**MA Li, MI Jusheng. Propositions reasoning of decision formal contexts[J]. CAAI Transactions on Intelligent Systems**, 2015, 10(6): 934-937.

Propositions reasoning of decision formal contexts

MA Li[1,2], MI Jusheng[1]
(1. College of Mathematics and Information Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China; 2. College of Information and Engineering, Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: With respect to formal context, by weakening the composition condition of a formal concept, this paper proposes that the basic unit of cognition, i.e., proposition, is wider than the current formal concept. Using the concepts of necessary proposition and sufficient proposition as a basis, we provide some related properties of a proposition and the relationship between various propositions, and propose an effective way to obtain some new propositions. Using the degree of determination of a proposition, this paper discusses the propositional reasoning in a decision formal context, and provides a new framework for uncertain reasoning in a formal context.

Keywords: concept lattice; decision formal context; determine degree; necessary proposition; sufficient proposition

形式概念分析[1]是由德国的数学家 R.Wille 教授在 1982 年首次提出来的,作为一种进行数据分析和知识发现的有效的数学工具,用于概念的发现、排序和显示,所有概念连同它们之间的泛化和特化关系构成了概念格,也称为 Galois 格。从数据集中生成概念格的过程实际上是一种概念聚类的过程[2]。作为形式概念分析理论中的一种核心的数据结构,概念格逐渐成为数据分析和规则提取的一种有效工具。不确定性知识表示及推理是人工智能领域中的一个重要的课题。近年来,不确定性推理已发展为知识发现的一个新的分支,它包括定性推理和定量推理。定量不确定性推理方法通过对命题的数值计算提供了因果关系的数值趋势。它首先需要表示和测量不确定信息。不同的信息表示方法和不同的测

收稿日期:2015-07-23.　　**网络出版日期**:2015-11-10.
基金项目:国家自然科学基金资助项目(61170107,61300153).
通信作者:马丽. E-mail:sumasoft@163.com.

量方法决定了不同的不确定性推理[7-10]。所有方法的共同点是使用一个度量来衡量假设。在本文中,通过定义比形式概念更广泛的命题,基于一些基本概念如必然命题和充分命题,以及命题的确定度,讨论了命题的一些相关性质以及获得新命题的一些可行方法。探讨了基于决策形式背景中的命题推理方法。

1 基本概念

以下给出有关形式概念分析的一些基本概念和性质,有关细节的描述在文献[1-3]。

定义 1 设 $(P,\leqslant)$ 和 $(Q,\underset{-}{<})$ 是 2 个偏序集,若存在映射 $f:P\to Q$ 与 $g:Q\to P$,对于 $\forall p_1,p_2\in P$ 和 $\forall q_1,q_2\in Q$,满足以下 3 个条件:

1) $p_1\leqslant p_2\Rightarrow f(p_2)\underset{-}{<}f(p_1)$;

2) $q_1\underset{-}{<}q_2\Rightarrow g(q_2)\leqslant g(q_1)$;

3) $p_1\leqslant g(f(p_1))$ 和 $q_1\underset{-}{<}f(g(q_1))$;

则映射对(f,g)称为偏序集 $(P,\leqslant)$ 和 $(Q,\underset{-}{<})$ 之间的 Galois 连接。

在文献[2]中,给出了(f,g)是 $(P,\leqslant)$ 和 $(Q,\underset{-}{<})$ 之间的 Galois 连接的充要条件为对于任意 $p\in P$,$q\in Q$,有 $p\leqslant g(q)\Leftrightarrow q\underset{-}{<}f(p)$。

定义 2 设 U 为非空有限对象集合,A 为非空有限属性集合,I 为 U 到 A 之间的一个二元关系,即 $I\subseteq U\times A$,则称三元组 $K=(U,A,I)$ 为一个形式背景。$\forall x\in U$,$a\in A$,x 具有属性 a 表示为 $(x,a)\in I$,x 不具有属性 a 表示为 $(x,a)\notin I$。

设 $K=(U,A,I)$ 为一个形式背景,对于 $B\subseteq A$,$X\subseteq U$,可定义一组对偶算子如下:

$B^{\lhd}=\{x\in U\mid(x,a)\in I,\forall a\in B\}$,

$X^{*}=\{a\in A\mid(x,a)\in I,\forall x\in X\}$。

易证 $(*,\lhd)$ 形成偏序集 $(P(U),\subseteq)$ 和 $(P(A),\subseteq)$ 之间的 Galois 连接。$B^{\lhd}$ 表示具有 B 中全部属性的对象的集合,X^{*} 表示 X 中全部对象具有的共同属性的集合。

$\forall x\in U$,记 $\{x\}^{*}$ 为 x^{*},$\forall a\in A$,记 $\{a\}^{\lhd}$ 为 $a^{\lhd}$。若 $\forall x\in U$,$x^{*}\neq\varnothing$ 且 $x^{*}\neq A$;$\forall a\in A$,$a^{\lhd}\neq\varnothing$ 且 $a^{\lhd}\neq U$,则形势背景为正则的。若无特别说明,所提到的形势背景都是正则的。

定义 3 若 $X^{*}=B$ 且 $B^{\lhd}=X$,就称(X,B)为形式背景 K 的一个概念[6]。其中 X 称为概念的外延,B 称为概念的内涵。

用 $L(U,A,I)$ 表示形式背景 $K=(U,A,I)$ 的全体概念,记 $(X_1,B_1)\leqslant(X_2,B_2)$ 当且仅当 $X_1\subseteq X_2(B_1\supseteq B_2)$,则"$\leqslant$"是 $L(U,A,I)$ 上的偏序关系。

性质 1[1] 假设 $K=(U,A,I)$ 是一个形式背景,如果 $X,X_1,X_2\subseteq U$,并且 $B,B_1,B_2\subseteq A$,则

1) $X_1\subseteq X_2\Rightarrow X_2^{*}\subseteq X_1^{*}$;$B_1\subseteq B_2\Rightarrow B_2^{\lhd}\subseteq B_1^{\lhd}$

2) $X\subseteq X^{*\lhd}$,$B\subseteq B^{\lhd *}$;

3) $X\subseteq B^{\lhd}\Leftrightarrow B\subseteq X^{*}\Leftrightarrow X\times B\subseteq I$;

4) $X^{*}=X^{*\lhd *}$,$B^{\lhd}=B^{\lhd *\lhd}$;

5) $(X_1\cup X_2)^{*}=X_1^{*}\cap X_2^{*}$,$(B_1\cup B_2)^{\lhd}=B_1^{\lhd}\cap B_2^{\lhd}$,$(X_1\cap X_2)^{*}\supseteq X_1^{*}\cup X_2^{*}$,$(B_1\cap B_2)^{\lhd}\supseteq B_1^{\lhd}\cup B_2^{\lhd}$。在形式背景 (U,A,I) 下,$\forall B\subseteq A$,记 $I_B=I\cap(U\times B)$,那么 (U,B,I_B) 也是一个形式背景,对于运算 $X^{*}(X\subseteq U)$,在 (U,A,I) 下用 X^{*A} 表示,在 (U,B,I_B) 下用 X^{*B} 表示。显然,$I_A=I$,$X^{*A}=X^{*}$,$X^{*B}=X^{*A}\cap B=X^{*}\cap B$,$X^{*B}\subseteq X^{*}$。

定义 4 称五元组 $K=(U,A,D,I,J)$ 为一个决策形式背景,其中 (U,A,I) 和 (U,D,J) 为形式背景,U 为非空有限对象集,A 为非空有限条件属性集,D 为非空有限决策属性集,且 $A\cap D\neq\varnothing$。

2 命题及性质

本节主要给出通过属性关系定义的各种命题及其性质。

定义 5 设 $K=(U,A,D,I,J)$ 为一个决策形式背景,$B\subseteq A$,$C\subseteq D$,$X\subseteq U$,若 $B\subseteq X^{*A}$,则称 B 为 X 的必要条件属性,若 $X^{*A}\subseteq B$,则称 B 为 X 的充分条件属性;若 $C\subseteq X^{*D}$,则称 C 为 X 的必要决策属性,若 $X^{*D}\subseteq C$,则称 C 为 X 的的充分决策属性。

定理 1 设 $K=(U,A,D,I,J)$ 为一个决策形式背景,$X\subseteq U$,$B_1,B_2\subseteq A$,$C_1,C_2\subseteq D$,则有性质:

1) X^{*A} 是 X 的必要条件属性,X^{*D} 是 X 的必要决策属性;

2) B 为 $B^{\lhd A}$ 的必要条件属性,C 为 $C^{\lhd D}$ 的必要决策属性;

3) $B_1\cup B_2$ 为 $B_1^{\lhd A}\cap B_2^{\lhd A}$ 的必要条件属性,$C_1\cup C_2$ 为 $C_1^{\lhd D}\cap C_2^{\lhd D}$ 的必要决策属性;

4) $B_1\cap B_2$ 为 $B_1^{\lhd A}\cup B_2^{\lhd A}$ 的必要条件属性,$C_1\cap C_2$ 为 $C_1^{\lhd D}\cup C_2^{\lhd D}$ 的必要决策属性。

证明 由性质 1 中 2) 易证定理 1 中 1)、2) 成立,由性质 1 中 2) 和性质 1 中 5) 易证定理 1 中 3) 成立,由性质 1 中 2) 和性质 1 中 6) 易证定理 1 中 4) 成立。

定义 6 设 $K=(U,A,D,I,J)$ 为一个决策形式背景,$X\subseteq U$,$B\subseteq A$,$C\subseteq D$,称 (X,B) 为条件命题,(X,C) 为决策命题。若 $B\subseteq X^{*A}$,则称 (X,B) 为必然条件命题,表示"X 具有条件属性 B",否则

称为不确定条件命题；若 $C \subseteq X^{*D}$，则称 (X,C) 为必然决策命题，表示" X 具有决策属性 C "否则称为不确定决策命题。

定义 7　设 $K=(U,A,D,I,J)$ 为一个决策形式背景，$X \subseteq U$，$B \subseteq A$，$C \subseteq D$，若 $B \subseteq X^{*A}$，且 $C \subseteq X^{*D}$，则称 $(X,B) \rightarrow (X,C)$ 为必然蕴含命题，简记为($X, \langle B,C \rangle$)。

为了统一，将所有特殊命题统称为命题。

定义 8　设 (X_1,B_1) 和 (X_2,B_2) 为两命题，若 $X_1 \subseteq X_2$ 且 $B_1 \subseteq B_2$，则称 (X_1,B_1) 为 (X_2,B_2) 的子命题，(X_2,B_2) 为 (X_1,B_1) 的拓命题。

定理 2　设 (X,B) 为一个命题，则有

1) (X,B) 是 $(X^{*\lhd},B)$ 的子命题；

2) $(X,B^{\lhd *})$ 是 (X,B) 的拓命题；

3) $(X \cup B^{\lhd},B)$ 是 (X,B) 的拓命题；

4) $(X,B \cup X^{*})$ 是 (X,B) 的拓命题；

5) $(X^{*\lhd},B \cap X^{*})$ 不是 (X,B) 的子命题，也不是 (X,B) 拓命题。

证明　由性质 1 和定义 8 易证。

3　命题的确定度

定义 9　设 (X,B) 为一个命题，称

$$D(X,B)=\frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|X|}$$

为命题 (X,B) 的确定度。

定理 3　命题 (X,B) 的确定度具有以下性质：

1) $0 \leqslant D(X,B) \leqslant 1$；

2) (X,B) 为必然命题当且仅当有 $D(X,B)=1$；

3) 若 $B^{\lhd} \subseteq X_1 \subseteq X_2$，则 $D(X_2,B) \leqslant D(X_1,B)$。

证明　由定义 9 易证(1)，(3)。下证(2)成立。

若 (X,B) 为必然命题，则有 $B \subseteq X^{*}$，由性质 1 可知 $X^{*\lhd} \subseteq B^{\lhd}$，又 $X \subseteq X^{*\lhd}$，故有 $X \subseteq B^{\lhd}$，则 $X \cap B^{\lhd}=X$，由定义 9 有 $D(X,B)=1$。

若 $D(X,B)=1$，则 $|X \cap B^{\lhd}|=|X|$，所以 $X \subseteq B^{\lhd}$，由性质 1 可知 $B^{\lhd *} \subseteq X^{*}$，又 $B \subseteq B^{\lhd *}$，所以有 $B \subseteq X^{*}$，由定义 6 可知 (X,B) 为必然命题。

定理 4　设 (X,B) 为一个命题，则有

1) $D(X^{*\lhd},B) \leqslant D(X,B)$，若 $(X^{*\lhd},B)$ 为必然命题，则 (X,B) 也为必然命题；

2) $D(X,B^{\lhd *})=D(X,B)$，若 (X,B) 为必然命题，则 $(X,B^{\lhd *})$ 也为必然命题。

证明 1) 由 $X \subseteq X^{*\lhd}$ 与命题确定度定义，有 $D(X^{*\lhd},B)=\frac{|X^{*\lhd} \cap B^{\lhd}|}{|X^{*\lhd}|} \leqslant \frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|X^{*\lhd}|} \leqslant \frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|X|}=D(X,B)$。若 $(X^{*\lhd},B)$ 为必然命题，则 $B \subseteq X^{*\lhd *}$，又 $X^{*}=X^{*\lhd *}$，所以 $B \subseteq X^{*}$，即 (X,B) 为必然命题。

2) 由性质 $B^{\lhd}=B^{\lhd * \lhd}$ 与命题确定度定义，有 $D(X,B^{\lhd *})=\frac{|X \cap B^{\lhd * \lhd}|}{|X|}=\frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|X|}=D(X,B)$。若 (X,B) 为必然命题，则有 $B \subseteq X^{*}$，故有 $X^{*\lhd} \subseteq B^{\lhd}$，有 $B^{\lhd *} \subseteq X^{*\lhd *}=X^{*}$，即 $(X,B^{\lhd *})$ 也为必然命题。

定理 5　设 (X,B) 为一个不确定命题，则有

1) $D(X \cup B^{\lhd},B) \geqslant D(X,B)$；

2) $D(X,B \cup X^{*}) \geqslant \omega D(X,B)$；

3) $D(X \cup B^{\lhd},B \cup X^{*}) \geqslant \omega D(X,B)$。

其中 $\omega=\frac{|B^{\lhd}|}{|B^{\lhd} \cup X^{*\lhd}|}$，$(0 \leqslant \omega \leqslant 1)$。

证明

1) $D(X \cup B^{\lhd},B)=\frac{|(X \cup B^{\lhd}) \cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}=1$，$D(X,B)=\frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|} \leqslant 1$，故 $D(X \cup B^{\lhd},B) \geqslant D(X,B)$。

2) 由性质 $X \subseteq X^{*\lhd}$，$D(X,B \cup X^{*})=\frac{|X \cap (B \cup X^{*})^{\lhd}|}{|(B \cup X^{*})^{\lhd}|}=\frac{|X \cap (B^{\lhd} \cap X^{*\lhd})|}{|B^{\lhd} \cap X^{*\lhd}|}=\frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd} \cap X^{*\lhd}|}$，而 $\omega D(X,B)=\omega \frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}=\frac{|B^{\lhd}|}{|B^{\lhd} \cup X^{*\lhd}|} \cdot \frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}=\frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd} \cup X^{*\lhd}|}$，又 $\frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd} \cap X^{*\lhd}|} \geqslant \frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd} \cup X^{*\lhd}|}$，故有 $D(X,B \cup X^{*}) \geqslant \omega D(X,B)$。

$$D(X \cup B^{\lhd},B \cup X^{*})=$$
$$\frac{|(X \cup B^{\lhd}) \cap (B \cup X^{*})^{\lhd}|}{|(B \cup X^{*})^{\lhd}|}=$$
$$\frac{|(X \cup B^{\lhd}) \cap (B^{\lhd} \cap X^{*\lhd})|}{|(B^{\lhd} \cap X^{*\lhd})|}=$$
$$\frac{|(X \cap B^{\lhd} \cap X^{*\lhd}) \cup (B^{\lhd} \cap X^{*\lhd})|}{|(B^{\lhd} \cap X^{*\lhd})|}=$$
$$\frac{|(X \cap B^{\lhd}) \cup (B^{\lhd} \cap X^{*\lhd})|}{|(B^{\lhd} \cap X^{*\lhd})|}=$$
$$\frac{|(B^{\lhd} \cap (X \cup X^{*\lhd})|}{|(B^{\lhd} \cap X^{*\lhd})|}=$$
$$\frac{|B^{\lhd} \cap X^{*\lhd}|}{|B^{\lhd} \cap X^{*\lhd}|}=1$$

而 $\omega D(X,B)=\omega \frac{|X \cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}=\frac{|B^{\lhd}|}{|B^{\lhd} \cup X^{*\lhd}|} \cdot$

$\frac{|X\cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}=\frac{|X\cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}\cup X^{*\lhd}|}\leqslant\frac{|B^{\lhd}\cap X^{*\lhd}|}{|B^{\lhd}\cup X^{*\lhd}|}\leqslant 1$，所以有 $D(X\cup B^{\lhd},B\cup X^{*})\geqslant \omega D(X,B)$。

定理 6　$D((X_1\cup X_2)^{*},B)=D(X_1{}^{*},B)+D(X_2{}^{*},B)-D(X_1{}^{*}\cup X_2{}^{*},B)$。

证明 $D((X_1\cup X_2)^{*},B)=$

$$\frac{|(X_1\cup X_2)^{*}\cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}=\frac{|X_1{}^{*}\cap X_2{}^{*}\cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}=\frac{|(X_1{}^{*}\cap B^{\lhd})\cap(X_2{}^{*}\cap B^{\lhd})|}{|B^{\lhd}|}=\frac{|X_1{}^{*}\cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}+\frac{|X_2{}^{*}\cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}-\frac{|(X_1{}^{*}\cap B^{\lhd})\cup(X_2{}^{*}\cap B^{\lhd})|}{|B^{\lhd}|}=$$

$$D(X_1{}^{*},B)+D(X_2{}^{*},B)-D(X_1{}^{*}\cup X_2{}^{*},B)。$$

故有

$$D((X_1\cup X_2)^{*},B)=D(X_1{}^{*},B)+D(X_2{}^{*},B)-D(X_1{}^{*}\cup X_2{}^{*},B)$$

定理 7　$D((X_1\cap X_2)^{*},B)\geqslant D(X_1{}^{*},B)+D(X_2{}^{*},B)-D(X_1{}^{*}\cap X_2{}^{*},B)$。

证明

$$D((X_1\cap X_2)^{*},B)=\frac{|(X_1\cap X_2)^{*}\cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}\geqslant\frac{|B^{\lhd}\cap(X_1{}^{*}\cup X_2{}^{*})|}{|B^{\lhd}|}=\frac{|(X_1{}^{*}\cap B^{\lhd})\cup(X_2{}^{*}\cap B^{\lhd})|}{|B^{\lhd}|}=\frac{|X_1{}^{*}\cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}+\frac{|X_2{}^{*}\cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}-\frac{|(X_1{}^{*}\cap X_2{}^{*})\cap B^{\lhd}|}{|B^{\lhd}|}=$$

$$D(X_1{}^{*},B)+D(X_2{}^{*},B)-D(X_1{}^{*}\cap X_2{}^{*},B)。$$

所以有 $D((X_1\cap X_2)^{*},B)\geqslant D(X_1{}^{*},B)+D(X_2{}^{*},B)-D(X_1{}^{*}\cap X_2{}^{*},B)$。

定理 8　设 $K=(U,A,D,I,J)$ 为一个决策形式背景，$X\subseteq U$，$B\subseteq A$，$C\subseteq D$，若 (X,B) 为必然命题，且 $D(B^{\lhd},C)\leqslant\varepsilon$，则 $D(X,C)\leqslant\varepsilon$。（此处 $0\leqslant\varepsilon\leqslant 1$）。

证明　若 (X,B) 为必然命题，则由定义 6 有 $B\subseteq X^{*}$，所以有 $X\subseteq B^{\lhd}$，$D(X,C)=\frac{|X\cap C^{\lhd}|}{|C^{\lhd}|}\leqslant\frac{|B^{\lhd}\cap C^{\lhd}|}{|C^{\lhd}|}=D(B^{\lhd},C)\leqslant\varepsilon$。

4　结束语

本文通过弱化形式概念构成的条件，定义了比概念更广泛的命题，基于一些基本概念如必然命题和充分命题，确定了一个命题的程度即确定度，并讨论了命题的一些相关性质以及获得一些新命题的有效方法。探讨了基于决策形式背景中的命题推理方法，为命题之间的不确定推理提供了一种新的框架。在后续的研究中，会讨论更广泛的、更复杂的如不完备的形式背景及模糊形式背景的命题推理。本文的讨论还是一个尝试，相关研究还有待进一步深入。

参考文献：

[1] GANTER B, WILLE R. Formal concept analysis: mathematical foundations[M]. Berlin: Springer, 1999.

[2] WILLE R. Restruturing lattice theory: an approh based on hierarhies of conepts[M]//RIVAL I. Ordered Sets. Netherlands: Springer, 1982: 445-470.

[3] BELOHLAVEK R. Fuzzy Galois connections[J]. Mathematical Logic Quarlerly, 1999, 45(4): 497-504.

[4] WEI Ling, QI Jianjun, ZHANG Wenxiu. Attribute reduction theory of concept lattice based on decision formal contexts [J]. Science in China Series F: Information Sciences, 2008, 51(7): 910-923.

[5] WANG Hong, ZHANG Wenxiu. Approaches to knowledge reduction in generalized consistent decision formal context [J]. Mathematical and Computer Modelling, 2008, 48(11/12): 1677-1684.

[6] LI Jinhai, MEI Changlin, LYU Yuejin. Knowledge reduction in decision formal contexts[J]. Knowledge-Based Systems, 2011, 24(5): 709-715.

[7] CHEN Shuwei, XU Yang, MA Jun. A linguistic truth-valued uncertainty reasoning model based on lattice-valued logic[M]//WANG Lipo, JIN Yaochu. Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005, 3613: 276-284.

[8] BELLAMN R E, ZADEH L A. Decision-making in a fuzzy enviroment[J]. Management Science, 1970, 17(4): B-141-B-164.

[9] BOBILLO F, STRACCIA U. Generalized fuzzy rough description logics[J]. Information Sciences, 2012, 189: 43-62.

[10] KANEIWA K, KAMIDE N. Paraconsistent computation tree logic[J]. New Generation Computing, 2011, 29(4): 391-408.

作者简介：

马丽,女,1977 年生,副教授,博士生,主要研究方向为形式概念分析、近似推理,粗糙集等。参与国家自然科学基金多项。