

外逆 P-信息智能融合与它的属性析取特征-应用

史开泉¹ 汤积华²

(山东大学数学与系统科学学院 济南 250100)¹ (龙岩学院数学与计算机科学学院 龙岩 364012)²

摘 要 逆 P-集合是由内逆 P-集合 $\bar{X}^F$ 与外逆 P-集合 $\bar{X}^F$ 构成的元素集合对,或者 $(\bar{X}^F, \bar{X}^F)$ 是逆 P-集合。逆 P-集合具有动态特性。利用外逆 P-集合与外逆 P-推理,给出外逆 P-信息智能融合生成、外逆 P-信息智能融合冗余生成与外逆 P-信息智能融合度量。给出外逆 P-信息智能融合定理。给出外逆 P-信息智能融合依赖定理与外逆 P-信息智能融合还原定理、外逆 P-信息智能融合的属性析取特征与属性析取收缩定理、属性析取收缩-未知外逆 P-信息智能融合发现原理以及这些理论结果的应用。逆 P-集合是研究另一类动态信息应用的新理论,新方法;另一类动态信息具有属性析取特征。

关键词 逆 P-集合,逆 P-推理,外逆 P-信息智能融合,属性析取,属性析取收缩,智能融合发现,应用

中图法分类号 O144 文献标识码 A

Intelligent Fusion of Outer Inverse Packet Information and its Application of Attribute Disjunction

SHI Kai-quan¹ TANG Ji-hua²

(School of Mathematics and System Sciences, Shandong University, Jinan 250100, China)¹

(School of Mathematics and Computer Sciences, Longyan University, Longyan 364012, China)²

Abstract Inverse packet sets is composed of internal and outer inverse packet set $\bar{X}^F$ and $\bar{X}^F$, and it is a set pair, i. e., $(\bar{X}^F, \bar{X}^F)$ is a inverse packet sets. It has dynamic characteristics. Based on outer inverse packet set theory and outer inverse packet reasoning, the several concepts are proposed, such as the intelligent fusion generating of outer inverse packet information, its redundance generating and its measure. Then the intelligent fusion theorem, the intelligent fusion dependence and reduction theorem of outer inverse packet information were given. The feature and the contraction theorem of attribute disjunction of intelligent fusion of outer inverse packet information were put forward. The principle of discovering the intelligent fusion of unknown outer inverse packet information by disjunction and contraction of attributes was given, and their application was shown in the end. The inverse packet sets is a new theory and method to research another type of dynamic information, which has the feature of attribute disjunction.

Keywords Inverse packet sets, Inverse packet reasoning, Intelligent fusion of outer inverse packet information, Attribute disjunction, Contraction of attribute disjunction, Intelligent fusion discovery, Application

1 引言

一个普通事实: U 是公司 A 的产品论域, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \subset U$ 是有限产品集合, 每一个产品 $x_i \in X$ 都有产品出售“合同” α_i , $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\} \subset V$ 是 X 的“合同”集合。1°. 若在 α 内补充“合同” α_{n+1} , α 变成 $\alpha^F = \alpha \cup \{\alpha_{n+1}\}$, 则 X 变成 $\bar{X}^F = X \cup \{x_{n+1}\}$; 2°. 若在 α 内删除“合同” α_n , α 变成 $\alpha^F = \alpha - \{\alpha_n\}$, 则 X 变成 $\bar{X}^F = X - \{x_n\}$; 3°. 若在 α 内补充一些“合同”同时又删除另一些“合同”, 则 X 变成一个集合对 $(\bar{X}^F, \bar{X}^F)$; 换一个说法, $(\bar{X}^F, \bar{X}^F)$ 是因为 α 内补充“合同”又删除“合同”而存在。这个事实指出: 产品 $x_i \in X$ 与“合同” α_i 满足析取范式: $\bigvee_{i=1}^n \alpha_i$ 。

把这个事实中的“合同” α_i 定义成“属性” α_i , 对这个事实给出推广, 对这个事实给出数学研究; 利用这个事实, 2012 年

文献[1]提出逆 P-集合(inverse packet sets), 给出逆 P-集合的结构与它在另一类动态信息中的应用^[1-4]。逆 P-集合的特征是: 给定有限普通集合 $X \subset U$, $\alpha \subset V$ 是 X 的属性集合。若在 α 内补充属性, α 变成 α^F , $\alpha \subseteq \alpha^F$, 则集合 X 变成内逆 P-集合 $\bar{X}^F$ (internal inverse packet set $\bar{X}^F$), $X \subseteq \bar{X}^F$ 。若在 α 内删除属性, α 变成 α^F , $\alpha^F \subseteq \alpha$, 则集合 X 变成外逆 P-集合 $\bar{X}^F$ (outer inverse packet set $\bar{X}^F$), $\bar{X}^F \subseteq X$ 。若在 α 内补充一些属性同时又删除另一些属性, 则集合 X 变成一个集合对 $(\bar{X}^F, \bar{X}^F)$; 或者, $(\bar{X}^F, \bar{X}^F)$ 是 X 生成的逆 P-集合。逆 P-集合具有动态特性。文献[1]给出: 在一定条件下, 逆 P-集合 $(\bar{X}^F, \bar{X}^F)$ 被还原成有限普通集合 X (cantor set X)。利用数学概念, 认识逆 P-集合得到: 逆 P-集合是把动态特性引入到有限普通集合 X 内, 改进有限普通集合 X 得到的。逆 P-集合是 P-集合(packet sets)的对偶形式。P-集合被文献[5]在 2008 年提出, 文献

到稿日期: 2013-02-11 返修日期: 2013-05-08 本文受福建省自然科学基金项目(2013J01028), 龙岩市科技计划项目(2011LY20)资助。

史开泉(1945—), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究领域为系统理论与应用; 汤积华(1972—), 男, 副教授, 主要研究领域为信息系统与应用, E-mail: tjh_23@163.com(通信作者)。

[5-15]给出 P-集合在一类动态信息研究中的应用。

从内逆 P-集合 $\bar{X}^F$ 中容易得到:给定 $\alpha_k^F, \alpha_{k+1}^F$ 分别是 $\bar{X}_k^F, \bar{X}_{k+1}^F$ 的属性集合,因为 $\alpha_k^F \subseteq \alpha_{k+1}^F$,则 $\bar{X}_k^F$ 内被补充了一些元素 $x_i, \bar{X}_k^F$ 变成 $\bar{X}_{k+1}^F, \bar{X}_k^F \subseteq \bar{X}_{k+1}^F, \bar{X}_k^F$ 变成 $\bar{X}_{k+1}^F$ 等价于 $\bar{X}_k^F$ 之外的一些元素 $x_i \in U, x_i \in \bar{X}_k^F$,被融合到 $\bar{X}_k^F$ 内, $x_i \in \bar{X}_k^F$ 。换一个说法,在条件 $\alpha_k^F \subseteq \alpha_{k+1}^F$ 下, $\bar{X}_{k+1}^F$ 是 $\bar{X}_k^F$ 的融合。从外逆 P-集合 $\bar{X}^F$ 中容易得到:给定 $\alpha_k^F, \alpha_{k+1}^F$ 分别是 $\bar{X}_k^F, \bar{X}_{k+1}^F$ 的属性集合,因为 $\alpha_{k+1}^F \subseteq \alpha_k^F$,则 $\bar{X}_k^F$ 内被删除了一些元素 $x_i, \bar{X}_k^F$ 变成 $\bar{X}_{k+1}^F, \bar{X}_{k+1}^F \subseteq \bar{X}_k^F, \bar{X}_k^F$ 变成 $\bar{X}_{k+1}^F$ 等价于 $\bar{X}_k^F$ 之内的元素 $x_i \in \bar{X}_k^F$,这些元素 x_i 被融合到 $\bar{X}_k^F$ 之外, $x_i \in \bar{X}_k^F$ 。换一个说法,在条件 $\alpha_{k+1}^F \subseteq \alpha_k^F$ 下, $\bar{X}_{k+1}^F$ 是 $\bar{X}_k^F$ 的融合。容易得到:逆 P-集合能够被应用到信息融合研究中,逆 P-集合是研究信息融合的一个新理论、新方法。

文献[2]提出逆 P-推理(inverse packet reasoning),给出逆 P-推理的结构与应用。逆 P-推理是利用逆 P-集合得到的动态推理。逆 P-推理是由内逆 P-推理(internal inverse packet reasoning)与外逆 P-推理(outer inverse packet reasoning)共同构成的。

利用外逆 P-集合与外逆 P-推理,本文给出外逆 P-信息智能融合与它的属性析取特征研究,本文的主要结果是:给出外逆 P-信息智能融合生成、外逆 P-信息智能融合冗余生成与外逆 P-信息智能融合度量。给出外逆 P-信息智能融合定理、外逆 P-信息智能融合依赖定理与外逆 P-信息智能融合还原定理。给出外逆 P-信息智能融合的属性析取特征与属性析取收缩定理、属性析取收缩-未知外逆 P-信息智能融合发现原理及其应用。

为了便于认识逆 P-集合的结构、动态特征,逆 P-推理模型的推理特征,以及便于概念、模型的引用,把逆 P-集合的结构,逆 P-推理模型引入到本文的第 2 节内,作为本文讨论的预备概念;第 2 节对于接收本文的结果是重要的。逆 P-集合,逆 P-推理的更多概念、特征与应用见文献[1-4]。

2 逆 P-集合与逆 P-推理

约定 U 是有限元素论域, V 是有限属性论域, $X \subset U$ 是有限普通集合, $\alpha \subset V$ 是有限属性集合; $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}, \bar{F} = \{\bar{f}_1, \bar{f}_2, \dots, \bar{f}_n\}$ 是元素(属性)迁移族, $f \in F, \bar{f} \in \bar{F}$ 是元素(属性)迁移; $f \in F$ 的特征是:对于元素 $u \in U, u \in X, f \in F$ 把 u 变成 $f(u) = x' \in X$;对于属性 $\beta \in V, \beta \in \alpha, f \in F$ 把 β 变成 $f(\beta) = \alpha' \in \alpha$ 。 $\bar{f} \in \bar{F}$ 的特征是:对于元素 $x \in X, \bar{f} \in \bar{F}$ 把 x 变成 $\bar{f}(x) = u \in U$;对于属性 $\alpha \in \alpha, \bar{f} \in \bar{F}$ 把 α 变成 $\bar{f}(\alpha) = \beta \in V$ 。元素(属性)迁移是函数概念。

2012 年,文献[1]给出:

给定集合 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_q\} \subset U, \alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k\} \subset V$ 是 X 的属性集合,称 $\bar{X}^F$ 是 X 生成的内逆 P-集合(internal inverse packet set),简称 $\bar{X}^F$ 是内逆 P-集合,而且

$$\bar{X}^F = X \cup X^+ \quad (1)$$

X^+ 称作 X 的 F -元素补充集合,而且

$$X^+ = \{u | u \in U, u \notin X, f(u) = x' \in X, f \in F\} \quad (2)$$

如果 $\bar{X}^F$ 具有属性集合 α^F ,满足

$$\alpha^F = \alpha \cup \{\alpha' | f(\beta) = \alpha' \in \alpha, f \in F\} \quad (3)$$

式(3)中, $\beta \in V, \beta \in \alpha, f \in F$ 把 β 变成 $f(\beta) = \alpha' \in \alpha$;式(1)中, $\bar{X}^F = \{x_1, x_2, \dots, x_r\}, q \leq r, q, r \in \mathbb{N}^+$ 。

给定集合 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_q\} \subset U, \alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k\} \subset V$

是 X 的属性集合,称 $\bar{X}^F$ 是 X 生成的外逆 P-集合(outer inverse packet set),简称 $\bar{X}^F$ 是外逆 P-集合,而且

$$\bar{X}^F = X - X^- \quad (4)$$

X^- 称作 X 的 $\bar{F}$ -元素删除集合,而且

$$X^- = \{x | x \in X, \bar{f}(x) = u \in U, \bar{f} \in \bar{F}\} \quad (5)$$

如果 $\bar{X}^F$ 具有属性集合 α^F 满足

$$\alpha^F = \alpha - \{\beta | \bar{f}(\alpha) = \beta \in \alpha, \bar{f} \in \bar{F}\} \quad (6)$$

式(6)中, $\alpha \in \alpha, \bar{f} \in \bar{F}$ 把 α 变成 $\bar{f}(\alpha) = \beta \in \alpha, \bar{X}^F \neq \emptyset, \alpha^F \neq \emptyset$;式(4)中, $\bar{X}^F = \{x_1, x_2, \dots, x_p\}, p \leq q, p, q \in \mathbb{N}^+$ 。

由内逆 P-集合 $\bar{X}^F$ 与外逆 P-集合 $\bar{X}^F$ 构成的元素集合对,称作 X 生成的逆 P-集合(inverse packet sets),简称逆 P-集合;而且

$$(\bar{X}^F, \bar{X}^F) \quad (7)$$

有限普通集合 X 称作逆 P-集合 $(\bar{X}^F, \bar{X}^F)$ 的基集合(基础集合, ground set)。

利用式(3)得到:

$$\alpha \subseteq \alpha^F \subseteq \alpha_1^F \subseteq \dots \subseteq \alpha_{n-1}^F \subseteq \alpha_n^F \quad (8)$$

利用式(8)得到内逆 P-集合:

$$X \subseteq \bar{X}_1^F \subseteq \bar{X}_2^F \subseteq \dots \subseteq \bar{X}_{n-1}^F \subseteq \bar{X}_n^F \quad (9)$$

由式(6)得到:

$$\alpha_n^F \subseteq \alpha_{n-1}^F \subseteq \dots \subseteq \alpha_2^F \subseteq \alpha_1^F \subseteq \alpha \quad (10)$$

利用式(10)得到外逆 P-集合:

$$\bar{X}_n^F \subseteq \bar{X}_{n-1}^F \subseteq \dots \subseteq \bar{X}_2^F \subseteq \bar{X}_1^F \subseteq X \quad (11)$$

由式(9)、式(11)得到:

$$\{(\bar{X}_i^F, \bar{X}_j^F) | i \in I, j \in J\} \quad (12)$$

称其是逆 P-集合的集合对族,式(12)是逆 P-集合的一般形式; I, J 是指标集合(index set)。

由式(1)一式(12)得到:

定理 1(逆 P-集合第一还原定理) 若 $F = \bar{F} = \emptyset$,则逆 P-集合被还原成有限普通集合 X ;或者

$$(\bar{X}^F, \bar{X}^F)_{F=\bar{F}=\emptyset} = X \quad (13)$$

定理 2(逆 P-集合第二还原定理) 若 $F = \bar{F} = \emptyset$,则逆 P-集合被还原成有限普通集合 X ;或者

$$\{(\bar{X}_i^F, \bar{X}_j^F) | i \in I, j \in J\}_{F=\bar{F}=\emptyset} = X \quad (14)$$

命题 1 逆 P-集合丢失了动态特性,逆 P-集合 $(\bar{X}^F, \bar{X}^F)$ 与有限普通集合 X 等价。

2012 年,文献[2]给出:

$\bar{X}_k^F$ 的属性集合 α_k^F 与 $\bar{X}_{k+1}^F$ 的属性集合 $\alpha_{k+1}^F, \bar{X}_k^F$ 与 $\bar{X}_{k+1}^F$ 满足

$$\text{if } \alpha_k^F \Rightarrow \alpha_{k+1}^F \text{ then } \bar{X}_k^F \Rightarrow \bar{X}_{k+1}^F \quad (15)$$

式(15)称作内逆 P-集合生成的内逆 P-推理(internal inverse packet reasoning); $\alpha_k^F \Rightarrow \alpha_{k+1}^F$ 称作内逆 P-推理条件, $\bar{X}_k^F \Rightarrow \bar{X}_{k+1}^F$ 称作内逆 P-推理结论。

式(15)中,“ $\Rightarrow$ ”与“ $\subseteq$ ”等价。

$\bar{X}_k^F$ 的属性集合 α_k^F 与 $\bar{X}_{k+1}^F$ 的属性集合 $\alpha_{k+1}^F, \bar{X}_k^F$ 与 $\bar{X}_{k+1}^F$ 满足

$$\text{if } \alpha_{k+1}^F \Rightarrow \alpha_k^F \text{ then } \bar{X}_{k+1}^F \Rightarrow \bar{X}_k^F \quad (16)$$

式(16)称作外逆 P-集合生成的外逆 P-推理(outer inverse packet reasoning); $\alpha_{k+1}^F \Rightarrow \alpha_k^F$ 称作外逆 P-推理条件, $\bar{X}_{k+1}^F \Rightarrow \bar{X}_k^F$ 称作外逆 P-推理结论。

$(\bar{X}_k^F, \bar{X}_{k+1}^F)$ 的属性集合 $(\alpha_k^F, \alpha_{k+1}^F)$ 与 $(\bar{X}_{k+1}^F, \bar{X}_k^F)$ 的属性集合 $(\alpha_{k+1}^F, \alpha_k^F), (\bar{X}_k^F, \bar{X}_{k+1}^F)$ 与 $(\bar{X}_{k+1}^F, \bar{X}_k^F)$ 满足

$$\text{if } (\alpha_k^F, \alpha_{k+1}^F) \Rightarrow (\alpha_{k+1}^F, \alpha_k^F), \text{ then } (\bar{X}_k^F, \bar{X}_{k+1}^F) \Rightarrow (\bar{X}_{k+1}^F, \bar{X}_k^F) \quad (17)$$

式(17)称作逆 P-集合生成的逆 P-推理 (inverse packet reasoning); $(\alpha_k^F, \alpha_{k+1}^F) \Rightarrow (\alpha_{k+1}^F, \alpha_k^F)$ 称作逆 P-推理条件, $(\bar{X}_k^F, \bar{X}_{k+1}^F) \Rightarrow (\bar{X}_{k+1}^F, \bar{X}_k^F)$ 称作逆 P-推理结论。

式(17)中, $(\alpha_k^F, \alpha_{k+1}^F) \Rightarrow (\alpha_{k+1}^F, \alpha_k^F)$ 表示 $\alpha_k^F \Rightarrow \alpha_{k+1}^F, \alpha_{k+1}^F \Rightarrow \alpha_k^F$; $(\bar{X}_k^F, \bar{X}_{k+1}^F) \Rightarrow (\bar{X}_{k+1}^F, \bar{X}_k^F)$ 表示 $\bar{X}_k^F \Rightarrow \bar{X}_{k+1}^F, \bar{X}_{k+1}^F \Rightarrow \bar{X}_k^F$ 。

命题 2 逆 P-推理丢失了动态特性, 逆 P-推理是普通推理。

约定 在 3-5 节的讨论中, 2 节中的符号 $X, \bar{X}^F$ 分别记作 $(x), (\bar{x})^F$; 或者 $(x) = X, (\bar{x})^F = \bar{X}^F$; $(x), (\bar{x})^F$ 分别称作信息, 外逆 P-信息; $\forall x_i \in (x)$ 称作 (x) 的信息元, $\forall x_j \in (\bar{x})^F$ 称作 $(\bar{x})^F$ 的信息元。利用 2 节中的概念与模型, 3 节中给出:

3 外逆 P-信息智能融合生成与智能融合度量

定义 1 $(\bar{x})_k^F$ 的属性集合 α_k^F 与 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 的属性集合 α_{k+1}^F , $(\bar{x})_k^F$ 与 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 满足

$$\text{if } \alpha_{k+1}^F \Rightarrow \alpha_k^F, \text{ then } (\bar{x})_{k+1}^F \Rightarrow (\bar{x})_k^F \quad (18)$$

称 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是外逆 P-信息 $(\bar{x})_k^F$ 的智能融合生成, 简称 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 的智能融合。

定义 2 称 $(x)_{k+1}$ 是智能融合 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 的智能融合冗余, 如果

$$(x)_{k+1} = (\bar{x})_k^F - (\bar{x})_{k+1}^F \quad (19)$$

定义 3 称 η_k^F 是智能融合 $(\bar{x})_k^F$ 的智能融合度量, 如果

$$\eta_k^F = \text{card}((\bar{x})_k^F) / \text{card}((x)) \quad (20)$$

式中, $\text{card} = \text{cardinal number}$ 。

定义 4 称 $(\bar{x})_k^F$ 单依赖于 $(\bar{x})_{k+1}^F$, 记作

$$(\bar{x})_{k+1}^F \Rightarrow (\bar{x})_k^F \quad (21)$$

称 $(\bar{x})_k^F$ 双依赖于 $(\bar{x})_{k+1}^F$, 记作

$$(\bar{x})_{k+1}^F \Leftrightarrow (\bar{x})_k^F \quad (22)$$

式(21)、式(22)中, “ $\Rightarrow$ ”与“ $\subseteq$ ”等价, “ $\Leftrightarrow$ ”与“ $=$ ”等价; “单依赖 $\Rightarrow$ ”, “双依赖 $\Leftrightarrow$ ”是数理逻辑 (mathematical logic) 中的概念。

利用定义 1-4, 得到:

定理 3 (外逆 P-信息智能融合生成的属性定理) $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 生成的外逆 P-信息智能融合的充分必要条件是: 存在属性集合 $\nabla \alpha_k^F \neq \emptyset$; $\nabla \alpha_k^F, (\bar{x})_{k+1}^F$ 的属性集合 α_{k+1}^F 与 $(\bar{x})_k^F$ 的属性集合 α_k^F 满足

$$\alpha_{k+1}^F - (\alpha_k^F - \nabla \alpha_k^F) = \emptyset \quad (23)$$

推论 1 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 的外逆 P-信息智能融合, 则存在 $\nabla \alpha_k^F \neq \emptyset$, $(\bar{x})_{k+1}^F$ 的属性集合 α_{k+1}^F 双依赖于 $(\bar{x})_k^F$ 的属性集合 α_k^F 与 α_k^F 的属性删除 $\nabla \alpha_k^F$; 或者,

$$\alpha_{k+1}^F \Leftrightarrow (\alpha_k^F - \nabla \alpha_k^F) \quad (24)$$

推论 2 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 的属性集合 α_k^F 内删除属性 $\nabla \alpha_k^F \neq \emptyset$ 的生成, 则 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 的一个外逆 P-信息智能融合。

定理 4 (外逆 P-信息智能融合的融合度量定理) $(\bar{x})_k^F$ 是 (x) 生成的外逆 P-信息智能融合的充分必要条件是 $(\bar{x})_k^F$ 的融合度量 η_k^F 是单位离散区间 $(0, 1]$ 的一个内点; 或者

$$\eta_k^F \in (0, 1] \quad (25)$$

这里, $(0, 1]$ 是数值 0 与 $1 = \eta = \text{card}((x)) / \text{card}((x))$ 构成的单位离散区间, $\eta = \text{card}((x)) / \text{card}((x))$ 是信息 (x) 的自身融合度量。

定理 5 (外逆 P-信息智能融合与智能融合冗余定理) 若 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 生成的外逆 P-信息智能融合, 则存在 $(x)_k \neq \emptyset, (\bar{x})_{k+1}^F, (\bar{x})_k^F$ 与 $(x)_k$ 满足

$$((\bar{x})_{k+1}^F \cup (x)_k) - (\bar{x})_k^F = \emptyset \quad (26)$$

$(x)_k$ 是 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 的智能融合冗余。

推论 3 若 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 生成的外逆 P-信息智能融合, 则 $(\bar{x})_k^F$ 双依赖于 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 与智能融合冗余 $(x)_k \neq \emptyset$; 或者,

$$((\bar{x})_{k+1}^F \cup (x)_k) \Leftrightarrow (\bar{x})_k^F \quad (27)$$

推论 4 若 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 内删除 $(x)_k$ 的生成, 则 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 生成的一个外逆 P-信息智能融合。

命题 3 信息 (x) 单依赖于任意一个外逆 P-信息智能融合 $(\bar{x})_k^F$, 或者 $(\bar{x})_k^F \Rightarrow (x)$; 反之亦真。

定理 6 (外逆 P-信息智能融合还原定理) 若 $\bar{F} = \emptyset$, 则外逆 P-信息智能融合被还原成信息 (x) ; 或者

$$(\bar{x})_{\bar{F}=\emptyset}^F = (x) \quad (28)$$

$$\{(\bar{x})_j^F \mid j \in J\}_{\bar{F}=\emptyset} = (x) \quad (29)$$

式(29)中, $\{(\bar{x})_j^F \mid j \in J\}$ 是外逆 P-信息智能融合 $(\bar{x})_j^F$ 构成的外逆 P-信息智能融合族。

定理 6 的证明与定理 1, 2 的证明类似, 证明略。

利用 3 节中的结果, 4 节中给出:

4 属性析取收缩与未知外逆 P-信息智能融合发现-辨识

逆 P-集合存在的事实 (产品 $x_i \in X$ 与 x_i 的销售合同 α_i)^[2] 指出: 给定逆 P-集合的基集 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\}$ 是 X 的属性集合, $\forall x_i \in X, x_i$ 的属性 α_i 满足: $\alpha_1 \vee \alpha_2 \vee \dots \vee \alpha_n$ 。利用这个特征, 本节给出外逆 P-信息智能融合的属性析取, 属性析取收缩特征。

定理 7 (外逆 P-信息智能融合的属性析取范式定理) 若 $(\bar{x})_k^F$ 是 (x) 的外逆 P-信息智能融合, 则 $\forall x_i \in (\bar{x})_k^F$ 的属性 α_i 满足属性析取范式, 而且

$$\alpha_i = \bigvee_{i=1}^t \alpha_i \quad (30)$$

这里: $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i, \alpha_{i+1}, \dots, \alpha_n\}$ 是 (x) 的属性集合, $\alpha_k^F = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i\}$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 的属性集合。

推论 5 (智能融合冗余的属性析取范式不变性定理) 若 $(\bar{x})_k^F$ 是外逆 P-信息智能融合 $(\bar{x})_k^F$ 的智能融合冗余, 则 $\forall x_i \in (x)_k$ 的属性 α_i 保持 $\forall x_i \in (\bar{x})_k^F$ 的属性 α_i 具有的属性析取范式; 或者, $\forall x_i \in (x)_k$ 的属性 α_i 满足

$$\alpha_i = \bigvee_{i=1}^t \alpha_i \quad (31)$$

由定理 7 直接得到:

定理 8 (外逆 P-信息智能融合的属性析取收缩定理) 若 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 的外逆 P-信息智能融合, 则 $\forall x_i \in (\bar{x})_{k+1}^F$ 的属性 α_i 满足

$$\alpha_i = (\bigvee_{i=1}^n \alpha_i) - \bigvee_{i=t+1}^n \alpha_i \quad (32)$$

这里: $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i, \alpha_{i+1}, \dots, \alpha_n\}$ 是 $(\bar{x})_k^F$ 的属性集合, $\forall x_i \in (\bar{x})_k^F$ 的属性 α_i 满足 $\alpha_i = \bigvee_{\rho=1}^n \alpha_\rho$ 。

定理 9 (属性析取收缩-未知外逆 P-信息智能融合发现定理) 若 $x_i \in (\bar{x})_{k+1}^F$ 的属性 α_i 是 $x_\rho \in (\bar{x})_k^F$ 的属性 α_ρ 的属性析取收缩; 或者

$$\alpha_i = (\bigvee_{i=1}^n \alpha_i) - \bigvee_{i=t+1}^n \alpha_i \quad (33)$$

则 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 在 $(\bar{x})_k^F$ 之内被发现; $(\bar{x})_{k+1}^F$ 与 $(\bar{x})_k^F$ 满足外逆 P-推理结论 $(\bar{x})_{k+1}^F \Rightarrow (\bar{x})_k^F$ 。

这里: x_i 的属性 α_i 满足 $\alpha_i = \bigvee_{i=1}^t \alpha_i, t < n$ 。

证明: 设 $\alpha_k^F = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_t, \alpha_{t+1}, \dots, \alpha_n\}$, $\alpha_{k+1}^F = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_t\}$ 分别是 $(\bar{x})_k^F$, $(\bar{x})_{k+1}^F$ 的属性集合, $\alpha_{k+1}^F \subseteq \alpha_k^F$; 或者, α_{k+1}^F 是 α_k^F 内被删除属性 $\alpha_{t+1}, \alpha_{t+2}, \dots, \alpha_n$ 得到的; 显然, $\forall x_\lambda \in (\bar{x})_{k+1}^F$ 的属性 α_λ 满足: $\alpha_1 \vee \alpha_2 \vee \dots \vee \alpha_t$; $\forall x_\rho \in (\bar{x})_k^F$ 的属性 α_ρ 满足: $\alpha_1 \vee \alpha_2 \vee \dots \vee \alpha_t \vee \alpha_{t+1} \vee \dots \vee \alpha_n$; 或者, $\alpha_\lambda = \bigvee_{i=1}^t \alpha_i$ 是 $\alpha_\rho = \bigvee_{i=1}^n \alpha_i$ 的属性析取收缩: $\alpha_\lambda = (\bigvee_{i=1}^n \alpha_i) - \bigvee_{i=t+1}^n \alpha_i$. 因为 $\alpha_{k+1}^F \subseteq \alpha_k^F$, 由 2 节中的式(4)一式(6)得到: $(\bar{x})_{k+1}^F \subseteq (\bar{x})_k^F$, $(\bar{x})_{k+1}^F$ 在 $(\bar{x})_k^F$ 之内被发现. 由 2 节中的式(16)得到: $(\bar{x})_{k+1}^F$ 的属性集合 α_{k+1}^F 与 $(\bar{x})_k^F$ 的属性集合 α_k^F , $(\bar{x})_{k+1}^F$ 与 $(\bar{x})_k^F$ 满足外逆 P-推理: if $\alpha_{k+1}^F \Rightarrow \alpha_k^F$, then $(\bar{x})_{k+1}^F \Rightarrow (\bar{x})_k^F$; $(\bar{x})_{k+1}^F \Rightarrow (\bar{x})_k^F$ 是外逆 P-推理结论.

定理 10 (未知外逆 P-信息智能融合辨识定理) 若 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 是属性析取收缩被发现的未知外逆 P-信息智能融合, 则 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 与 $(\bar{x})_k^F$ 满足

$$\text{IDE}((\bar{x})_{k+1}^F, (\bar{x})_k^F) \quad (34)$$

式中, IDE=identification.

利用定理 7—定理 10、推论 5 可得到:

未知外逆 P-信息智能融合发现准则

$(\bar{x})_{k+1}^F$ 是被发现的 $(\bar{x})_k^F$ 的一个未知外逆 P-信息智能融合, $(\bar{x})_k^F$ 与 $(\bar{x})_{k+1}^F$ 满足外逆 P-推理结论 $(\bar{x})_{k+1}^F \Rightarrow (\bar{x})_k^F$; $x_\lambda \in (\bar{x})_{k+1}^F$ 的属性 α_λ 是 $x_\rho \in (\bar{x})_k^F$ 的属性 α_ρ 的属性析取收缩.

利用 2 节中的概念, 3 节、4 节中的结果, 5 节中给出:

5 外逆 P-信息智能融合在信息智能分离-辨识中应用

本节的例子取自计算机视觉信息(数据)智能分离-辨识系统的一个子系统, 子系统工作的特征是: 对已采集到的大量信息(数据), 在给定的规则 W 与推理模型的限定下, 从大量信息(数据) $x_1, x_2, \dots, x_m$ 中分离出满足 W 与推理模型的信息(数据) $x_1, x_2, \dots, x_n, n < m$. 为了简单, 又不失应用的一般性, 本节对子系统已做了适当的简化; 为了通俗, 容易接受并能避开过多的专业概念对解读例子中的讨论带来的困难, 对子系统作了类比与平移, 将其应用到邮件(信函、快递、汇款, 等)的智能分离与辨识中.

山东省是人口大省, 山东省的邮政系统每天收到来自全国四面八方数以百万计的邮件: 信函、快递、汇款等; 这些邮件先到达省会济南然后由济南分发到其它地市、县市; 这些邮件有投递地址, 邮政编码. 邮件 x_i (信函, 快递, 汇款)用信息元 x_i 表示; 邮件的属性 α_i (α_i 的属性值)用邮件的邮政编码表示. x_i 构成信息 (x) , α_i 构成 (x) 的属性集合 α .

$$(x) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\} \quad (35)$$

$$\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_8, \alpha_9, \alpha_{10}\} \quad (36)$$

(x) 是待智能分离的信息, α 是 (x) 的属性集合.

子系统采集到属性(邮政编码) α_3, α_7 ; 生成 $\alpha_1^F = \{\alpha_3, \alpha_7\}$; 子系统利用式(35)、式(36)与外逆 P-推理式(16)得到:

$$\text{if } \alpha_1^F \Rightarrow \alpha, \text{ then } (\bar{x})_1^F \Rightarrow (x). \quad (37)$$

$(\bar{x})_1^F$ 被 x_3, x_7 构成; 或者, $(\bar{x})_1^F = \{x_3, x_7\}$ 是 (x) 生成的外逆 P-信息智能融合; x_3, x_7 是济南、青岛两城市的邮件. 显然, α_1^F 是在 α 内删除 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_8, \alpha_9, \alpha_{10}$ 得到的. 若在 α_1^F 内删除 α_7 , 则在 $(\bar{x})_1^F$ 内删除 x_7 ; 满足

$$\text{if } (\alpha_1^F - \{\alpha_7\}) \Rightarrow \alpha_1^F, \text{ then } ((\bar{x})_1^F - \{x_7\}) \Rightarrow (\bar{x})_1^F \quad (38)$$

$(\bar{x})_2^F = (\bar{x})_1^F - \{x_7\} = \{x_3\}$ 是济南市的邮件. 在外逆 P-

推理的条件下, $(\bar{x})_1^F, (\bar{x})_2^F$ 从 (x) 内被智能(推理)分离:

$$(\bar{x})_1^F = \{x_3, x_7\} \quad (39)$$

$$(\bar{x})_2^F = \{x_3\} \quad (40)$$

显然, 式(39)、式(40)是 (x) 的外逆 P-信息智能融合.

因为 $\alpha_3 \neq \alpha_7$ (邮政编码), 则 $\{x_3\}$ 与 $\{x_7\}$ 满足

$$\text{IDE}(\{x_3\}, \{x_7\})$$

$x_3 \in (\bar{x})_1^F$ 的属性 $\alpha_3, x_7 \in (\bar{x})_1^F$ 的属性 α_7 分别是 $x_i \in (x)$ 的属性 α_i 的属性析取收缩; 或者, 满足 4 节中的式(33).

结束语 本文利用外逆 P-集合与外逆 P-推理交叉, 给出外逆 P-信息智能融合与它的属性析取特征, 给出一些基本理论结果, 给出在外逆 P-推理条件下的未知外逆 P-信息智能融合发现与它的辨识, 给出一个简化了的应用. “智能”来自“推理”, “推理”表现“智能”. 事实上, 我们面对着许多的信息、信息系统, 它们具有动态特征; 逆 P-集合、P-集合是这些动态信息、动态信息系统的数学抽象与数学表示; 逆 P-集合、P-集合是两类动态信息、动态信息系统应用研究的匹配模型.

参考文献

- [1] 史开泉. 逆 P-集合[J]. 山东大学学报: 理学版, 2012, 47(1): 98-109
- [2] 史开泉. P-集合, 逆 P-集合与信息智能融合-过滤辨识[J]. 计算机科学, 2012, 39(4): 1-13
- [3] Lin Hong-kang, Fan Cheng-xian. Embedding-camouflage of inverse P-information and application[J]. International Journal of Convergence Information Technology, 2012, 7(20): 471-480
- [4] Fan Cheng-xian, Huang Shun-liang. Inverse P-reasoning discovery identification of inverse P-information [J]. International Journal of Digital Content technology and its Application, 2012, 6(20): 735-744
- [5] 史开泉. P-集合[J]. 山东大学学报: 理学版, 2008, 43(11): 77-84
- [6] Shi Kai-quan. P-sets and its applications[J]. An International Journal Advances in Systems Science and Applications, 2009, 9(2): 209-219
- [7] 史开泉. P-集合与它的应用特性[J]. 计算机科学, 2010, 37(8): 1-8
- [8] 史开泉. P-推理与信息的 P-推理发现-辨识[J]. 计算机科学, 2011, 38(7): 1-9
- [9] 史开泉. 函数 P-集合[J]. 山东大学学报: 理学版, 2011, 46(2): 62-69
- [10] Shi Kai-quan. Function P-sets[J]. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 2011, 2(4): 281-288
- [11] Fan Cheng-xian, Lin Hong-kang. P-sets and the reasoning-identification of disaster information[J]. International Journal of Convergence Information Technology, 2012, 7(1): 337-345
- [12] Lin Hong-kang, Fan Cheng-xian. The dual form of P-reasoning and identification of unknown attribute[J]. International Journal of Digital Content Technology and its Applications, 2012, 6(1): 121-131
- [13] Lin Rong, Fan Cheng-xian. P-sets and identification of inward Conver-gence information[J]. An International Journal of Convergence Information Technology, 2012, 7(7): 157-164
- [14] 汪洋, 耿红琴, 史开泉. P-集合与动态信息依赖-发现[J]. 系统工程与电子技术, 2011, 33(9): 2035-2038
- [15] 汤积华, 陈保会, 史开泉. P-集合与 $(\bar{F}, F)$ 数据生成-辨识[J]. 山东大学学报: 理学版, 2009, 44(11): 83-92