

双论域上的粗糙集模型

朱英丽, 杨 勇, 朱晓钟

(西北师范大学 数学与信息科学学院, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 对推广于双论域的粗糙集进行了更进一步的研究, 提出了独立集的概念, 以独立集为基础讨论了双论域上粗糙集的模型及其性质, 并对引入独立集的粗糙集理论的实际应用进行了分析.

关键词: 双论域; 粗糙集; 独立集

中图分类号: TP18

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)04-0057-04

Rough Set Models on Double Universes

ZHU Ying-li, YANG Yong, ZHU Xiao-zhong

(College of Mathematics and Information Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Based on a new concept of solitary sets, the paper presents the structures of the lower and upper approximations and discusses properties on double universes. For solitary set has its special meaning in application of rough sets on double universes, we can see solitary set is useful for rough set theory.

Key words: double universes; rough sets; solitary sets

1 引言

粗糙集^[1]作为一种处理不精确、不确定与不完全数据的新的数学理论, 在人工智能、模式识别以及决策支持与分析等方面得到了广泛的应用和研究.

粗糙集理论的基本结构基于由一个有限非空论域和其上的等价关系产生的一种近似空间, 并用产生的等价类来构造上下近似. 然而由于等价关系在很多应用领域太受限制, 例如, 现有的好多数据库的属性值可以是一种符号也可以是实数值, 粗糙集理论在处理这些数据时就比较困难. 针对这一问题, 一些广义的粗糙集模型被相继提出^[1-3].

原始的 Pawlak 粗糙集近似算子的定义与其模型的推广是粗糙集理论研究的主要方向, 并且其推广形式主要有以下三种, 一种是将论域上的二元关系推广得出相似关系下的粗糙集模型^[4]、一般关系下的粗糙集模型、基于领域算子的粗糙集模型^[4]、模糊粗糙集模型. 另一种是将粗糙集模型推广到了两个不同但相关的论域下, 从而得到双论域下的粗糙

集模型. 还有一种是为了克服粗糙集中所讨论的问题集 X 的静态特性, 提出了奇异粗糙集理论, 由于具有了动态特性而拥有更大的应用空间. 本文引入一种新的概念—独立集, 根据独立集定义了双论域上的粗糙集模型的上下近似并对其性质进行了进一步的研究.

2 $U \times W$ 上的双论域粗糙集模型

设 U, W 是有限非空论域, R_1, R_2 是分别定义在 U, W 上的等价关系, 定义 $U \times W$ 上的关系 $\tilde{R}$: 对 $(x, y), (x', y') \in U \times W$, $(x, y) \tilde{R} (x', y')$ 当且仅当: xR_1x', yB_2y' ; 称关系 $\tilde{R}$ 为 R_1, R_2 诱导出的 $U \times W$ 上的关系, $[(x, y)]_{\tilde{R}}$ 表示关系 $\tilde{R}$ 上包含 (x, y) 的等价类.

定义 1^[5] ($U \times W$ 上的双论域粗糙集) 设 $X \times Y \subseteq U \times W$, $\tilde{R}$ 为 R_1, R_2 诱导出的 $U \times W$ 上的等价关系, 在近似空间 $(U \times W, \tilde{R})$ 中称: $\tilde{R}_-(X \times Y) = \bigcup \{[(x, y)]_{\tilde{R}} \mid [(x, y)]_{\tilde{R}} \subset X \times Y\}$ 为 $X \times Y$ 的 $\tilde{R}$ 下近似, $\tilde{R}^-(X \times Y) = \bigcup \{[(x, y)]_{\tilde{R}} \mid [(x, y)]_{\tilde{R}} \cap X$

$\times Y \neq \emptyset$ 为 $X \times Y$ 的 $\tilde{R}$ 上近似.

定理 1 设 $(U \times W, \tilde{R})$ 为近似空间, 则: $\tilde{R}_-(X \times Y) = \underline{R}_1(X) \times \underline{R}_2(Y)$, $\tilde{R}^-(X \times Y) = \overline{R}_1(X) \times \overline{R}_2(Y)$.

证明 由文献[5]中定理 2.2 可知, $[(x, y)]_{\tilde{R}} = [x]_{R_1} \times [y]_{R_2}$, 故 $[(x, y)]_{\tilde{R}} \subset X \times Y \Leftrightarrow [x]_{R_1} \times [y]_{R_2} \subset X \times Y \Leftrightarrow [x]_{R_1} \subset X, [y]_{R_2} \subset Y$, 所以 $\tilde{R}_-(X \times Y) = \underline{R}_1(X) \times \underline{R}_2(Y)$, 同理可得, $\tilde{R}^-(X \times Y) = \overline{R}_1(X) \times \overline{R}_2(Y)$.

以上针对的是 R_1, R_2 诱导出的 $U \times W$ 上的等价关系 $\tilde{R}$, 下面考虑更一般的情况, 即 $U \times W$ 中的一般二元关系.

设 U, W 是有限非空论域, R'_1, R'_2 是分别定义在 U, W 上的一般二元关系, 定义 $U \times W$ 上的关系 $\tilde{R}'$: 对 $(x, y), (x', y') \in U \times W, (x, y) \tilde{R}'(x', y')$ 当且仅当: xR'_1x', yR'_2y' ; 称关系 $\tilde{R}'$ 为 R'_1, R'_2 诱导出的 $U \times W$ 上的一般二元关系.

定义 2 (独立集) R'_1, R'_2 是分别定义在 U, W 上的一般二元关系, 当 $x \in U, y \in W$ 时, 如果 $R'_1(x) = \emptyset, R'_2(y) = \emptyset$, 则我们分别称 x, y 是关于关系 R'_1, R'_2 的独立元素, 关系 R'_1, R'_2 的所有独立元素分别组成的集合均称为独立集, 记为 S , 则 $S_1 = \{x \in U \mid R'_1(x) = \emptyset\}, S_2 = \{y \in W \mid R'_2(y) = \emptyset\}$.

事实 当 $x \in U, y \in W$ 时, 如果 x, y 分别是关于关系 R'_1, R'_2 的独立元素, 则 (x, y) 一定是由 R'_1, R'_2 诱导出的关系 $\tilde{R}'$ 上的独立元素, 且关于关系 $\tilde{R}'$ 的所有独立元素组成的集合也称为独立集, 记为 $\tilde{S}$, 则 $\tilde{S} = \{(x, y) \in U \times W \mid \tilde{R}'(x, y) = \emptyset\}$.

引入独立集后, 由于用来诱导 $\tilde{R}'$ 的关系 R'_1, R'_2 将都有可能存在独立集, 且当关系 R'_1, R'_2 之中仅有一个存在独立集时, 则由 R'_1, R'_2 诱导出的关系 $\tilde{R}'$ 将无意义, 所以本文定义 $U \times W$ 上的广义双论域粗糙集如下.

定义 3 ($U \times W$ 上的广义双论域粗糙集) 设 $X \times Y \subseteq U \times W, \tilde{R}'$ 为 R'_1, R'_2 诱导出的 $U \times W$ 上的一般二元关系, 在近似空间 $(U \times W, \tilde{R}')$ 中称: $\tilde{R}'_-(X \times Y) = \{(x, y) \in U \times W \mid \tilde{R}'(x, y) \subset X \times Y\}$ 为 $X \times Y$ 的 $\tilde{R}'$ 下近似, $\tilde{R}'^-(X \times Y) = \{(x, y) \in U \times W \mid \tilde{R}'(x, y) \cap X \times Y \neq \emptyset\}$ 为 $X \times Y$ 的 $\tilde{R}'$ 上近似, 其中 $(x, y) \in \tilde{S}^c$ 或 $(x, y) \in \tilde{S}$.

定理 2 设 $(U \times W, \tilde{R}')$ 为广义近似空间, 则: $\tilde{R}'_-(X \times Y) = \underline{R}'_1(X) \times \underline{R}'_2(Y), \tilde{R}'^-(X \times Y) = \overline{R}'_1(X) \times \overline{R}'_2(Y)$.

证明 由文献[5]中定理 2.2 可知, $\tilde{R}'(x, y) = R'_1(x) \times R'_2(y)$, 于是 $\tilde{R}'(x, y) \subset X \times Y \Leftrightarrow R'_1(x) \times R'_2(y) \subset X \times Y \Leftrightarrow R'_1(x) \subset X, R'_2(y) \subset Y$, 故 $\tilde{R}'_-(X \times Y) = \underline{R}'_1(X) \times \underline{R}'_2(Y)$, 同理得, $\tilde{R}'^-(X \times Y) = \overline{R}'_1(X) \times \overline{R}'_2(Y)$.

3 到上的双论域粗糙集模型

3.1 双论域的粗糙集模型^[5]

定义 4^[5] (U 到 W 上的广义双论域粗糙集) 设 U, W 为两个非空有限集, R 是一个从 U 到 W 的二元关系, 称三元组 (U, W, R) 为广义近似空间, 对任意的 $x \in U$, 记: $R(x) = \{y \in W \mid (x, y) \in R\}$, $R(x)$ 表示 W 中所有与元素 x 相关的元素的集合. 对于任意 $Y \subseteq W, Y$ 关于近似空间 (U, W, R) 的上, 下近似分别定义为 $\underline{R}(Y) = \{x \in U \mid R(x) \subseteq Y\}, \bar{R}(Y) = \{x \in U \mid R(x) \cap Y \neq \emptyset\}$.

Y 的正域 $POS_R(Y)$ 、负域 $NEG_R(Y)$ 、边界域 $BND_R(Y)$ 分别定义为: $POS_R(Y) = \underline{R}(Y), NEG_R(Y) = U - \bar{R}(Y), BND_R(Y) = \bar{R}(Y) - \underline{R}(Y)$.

显然 $\underline{R}$ 和 $\bar{R}$ 是 $2^U \rightarrow 2^U$ 的算子, 分别称为 Y 的下、上近似算子.

定义 5 (串行与逆串行) 设 U 和 W 是两个有限非空论域, R 是从 U 到 W 的一个二元关系. 令 $R_s(x) = \{y \in W \mid xRy, x \in U\} \subseteq W, R_p(y) = \{x \in U \mid xRy, y \in W\} \subseteq U$. 如果对任意的 $x \in U$ 存在 $y \in W$ 使得 $(x, y) \in R$, 即 $R_s(x) \neq \emptyset$, 则称关系 R 是串行的, 如果对于任意的 $y \in W$ 存在 $x \in U$ 使得 $(x, y) \in R$, 即 $R_p(y) \neq \emptyset$, 则称关系 R 是逆串行的.

定义 6 (独立集) 给定 R 是从 U 到 W 的一个二元关系, $x \in U$ 且 $R_s(x) = \emptyset$, 则我们称 x 是关于关系 R 的独立元素, 关于 R 的所有独立元素组成的集合称为独立集, 即 $S = \{x \mid x \in U, R_s(x) = \emptyset\}$.

根据定义 2, 我们可得, 任意 $x \in U, R_s(x) \neq \emptyset$, 即 U 上没有元素 x 关于关系 R 是独立元素, 即当 $S = \emptyset, R$ 是串行的.

定理 3 设 U 和 W 是两个有限非空论域, R 是从 U 到 W 的一个二元关系, 对任意的 $Y, Y_1, Y_2 \subseteq W$, 则定义 3 给出的下近似和上近似满足下列性质:

- (1) $\underline{R}\emptyset = S, \bar{R}\emptyset = \emptyset; \underline{R}W = U, \bar{R}W = S^c$ (S^c 表示 S 在 W 中的补集);
- (2) $S \subseteq \underline{R}(Y), \bar{R}(Y) \subseteq S^c$;
- (3) $\underline{R}(Y) - S \subseteq \bar{R}(Y)$;

(4) $\underline{R}(Y) = U$, 当且仅当 $\bigcup_{x \in U} R_s(x) \subseteq Y$;
 $\bar{R}(Y) = \emptyset$, 当且仅当 $Y \subseteq (\bigcup_{x \in U} R_s(x))^c$;

(5) 如果 $S \neq \emptyset$, 则 $\bar{R}(Y) \neq \underline{R}(Y)$;

(6) $\underline{R}(Y_1 \cap Y_2) = \underline{R}(Y_1) \cap \underline{R}(Y_2)$;

(7) 如果 $Y_1 \subseteq Y_2$, 则 $\bar{R}(Y_1) \subseteq \bar{R}(Y_2)$, $\underline{R}(Y_1) \cap \underline{R}(Y_2)$;

(8) $\bar{R}(Y_1 \cap Y_2) \subseteq \bar{R}(Y_1) \cap \bar{R}(Y_2)$, $\underline{R}(Y_1 \cup Y_2) \supseteq \underline{R}(Y_1) \cup \underline{R}(Y_2)$;

(9) $\underline{R}(Y^c) = (\bar{R}(Y))^c$, $\bar{R}(Y^c) = (\underline{R}(Y))^c$;

(10) 如果 $\underline{R}(Y) = \bar{R}(Y)$, 则 R 一定是串行的;

证明:

(1) $\underline{R}(\emptyset) = \{x \in U \mid R_s(x) = \emptyset \subseteq \emptyset\} = S$,
 $\bar{R}(\emptyset) = \{x \in U \mid R_s(x) \cap \emptyset \neq \emptyset\} = \emptyset$, $\underline{R}(W) = \{x \in U \mid R_s(x) \subseteq W\} = U$, $\bar{R}(W) = \{x \in U \mid R_s(x) \cap W \neq \emptyset\} = S^c$.

(2) 由于 $R_s(x) = \emptyset \subseteq Y$, 故 $S \subseteq \underline{R}(Y)$. 当 $R_s(x) \neq \emptyset$ 时, 才可能存在 $R_s(x) \cap Y \neq \emptyset$, 故得 $\bar{R}(Y) \subseteq S^c$.

(3) $\underline{R}(Y) - S = \{x \in U \mid R_s(x) \subseteq Y \cap R_s(x) \neq \emptyset\} \subseteq \{x \in U \mid R_s(x) \cap Y \neq \emptyset\} = \bar{R}(Y)$.

(4) $\underline{R}(Y) = U \Leftrightarrow \forall x \in U$ 使得 $R_s(x) \subseteq Y$, 即 $\bigcup_{x \in U} R_s(x) \subseteq Y$. $\bar{R}(Y) = \emptyset \Leftrightarrow \forall x \in U$ 使得 $R_s(x) \neq \emptyset$ 且 $R_s(x) \cap Y = \emptyset$, 即 $Y \subseteq (\bigcup_{x \in U} R_s(x))^c$, 故性质(4)满足.

(5) 由于 $S \neq \emptyset$, 则一定存在 $x \in U$ 使得 $R_s(x) = \emptyset$, 根据上近似 $\bar{R}(Y)$ 和下近似 $\underline{R}(Y)$ 的定义可得, $S \subseteq \underline{R}(Y)$, $S \not\subseteq \bar{R}(Y)$, 则 $\bar{R}(Y) \neq \underline{R}(Y)$.

(6) $\underline{R}(Y_1 \cap Y_2) = \{x \in U \mid R_s(x) \subseteq Y_1 \cap Y_2\} = \{x \in U \mid R_s(x) \subseteq Y_1 \text{ 且 } R_s(x) \subseteq Y_2\} = \underline{R}(Y_1) \cap \underline{R}(Y_2)$, 又由于 $\bar{R}(Y_1 \cup Y_2) = \{x \in U \mid (R_s(x) \cap Y_1) \neq \emptyset \cup (R_s(x) \cap Y_2) \neq \emptyset\} = \bar{R}(Y_1) \cup \bar{R}(Y_2)$.

(7) 根据粗糙集的单调性, 当 $Y_1 \subseteq Y_2$ 时, 一定存在 $\bar{R}(Y_1) \subseteq \bar{R}(Y_2)$, $\underline{R}(Y_1) \subseteq \underline{R}(Y_2)$.

(8) 令 $Y_1 \supseteq Y_2$, 则 $Y_1 \cup (Y_1 \cap Y_2) = Y_1$, 故可得 $\bar{R}(Y_1 \cup (Y_1 \cap Y_2)) = \bar{R}(Y_1)$, 因为 $\bar{R}(Y_1 \cup (Y_1 \cap Y_2)) = \bar{R}(Y_1) \cup \bar{R}(Y_1 \cap Y_2)$, 从而 $\bar{R}(Y_1 \cap Y_2) \subseteq \bar{R}(Y_1)$, 当令 $Y_2 \supseteq Y_1 \cap Y_2$ 时, 同理可得 $\bar{R}(Y_1 \cap Y_2) \subseteq \bar{R}(Y_2)$, 故 $\bar{R}(Y_1 \cap Y_2) \subseteq \bar{R}(Y_1) \cap \bar{R}(Y_2)$.

令 $Y_1 \subseteq Y_1 \cup Y_2$, 则 $Y_1 \cup (Y_1 \cap Y_2) = Y_1$, 故可得 $\bar{R}(Y_1 \cap (Y_1 \cup Y_2)) = \bar{R}(Y_1)$, 又 $\bar{R}(Y_1 \cap (Y_1 \cup Y_2)) = \bar{R}(Y_1) \cap \bar{R}(Y_1 \cup Y_2)$, 从而 $\bar{R}(Y_1) \subseteq \bar{R}(Y_1 \cup Y_2)$, 当令 $Y_2 \subseteq Y_1 \cup Y_2$ 时, 同理可得 $\bar{R}(Y_2) \subseteq \bar{R}(Y_1 \cup Y_2)$, 故 $\bar{R}(Y_1 \cup Y_2) \supseteq \bar{R}(Y_1) \cup \bar{R}(Y_2)$.

(9) $(\bar{R}(Y))^c = \{x \in U \mid R_s(x) \cap Y = \emptyset\} =$

$\{x \in U \mid R_s(x) \subseteq Y^c\} = \underline{R}(Y^c)$, 故 $\underline{R}(Y^c) = (\bar{R}(Y))^c$. $(\underline{R}(Y))^c = \{x \in U \mid R_s(x) \subseteq Y\}^c = \{x \in U \mid R_s(x) \cap Y \neq \emptyset\} = \bar{R}(Y^c)$, 于是 $\bar{R}(Y^c) = (\underline{R}(Y))^c$.

(10) 由于 $\underline{R}(Y) = \bar{R}(Y)$, 则对任意 $x \in U$, $\emptyset \neq R_s(x) \subseteq Y \subseteq W$, 故可得 $S = \emptyset$, 即 R 是串行的.

定理4 如果 R 是串行的, 即 $S = \emptyset$ 时, 对任意的 $Y \subseteq W$, 上近似和下近似还满足下列性质:

(1) $\underline{R}(W) = \bar{R}(W) = U$, $\underline{R}(\emptyset) = \bar{R}(\emptyset) = \emptyset$;

(2) $\underline{R}(Y) \subseteq \bar{R}(Y)$;

证明: 以下是上述性质的证明:

(1) $S = \emptyset \Leftrightarrow \forall x \in U, R_s(x) \neq \emptyset$, 故 $\underline{R}(W) = \bar{R}(W) = U$, $\underline{R}(\emptyset) = \bar{R}(\emptyset) = \emptyset$.

(2) 由于 $S = \emptyset$, 则 $\forall x \in U, R_s(x) \neq \emptyset$, 从而 $R_s(x) \subseteq Y \Rightarrow R_s(x) \cap Y \neq \emptyset$, 但 $R_s(x) \cap Y \neq \emptyset$ 时, 存在 $R_s(x) \not\subseteq Y$, 故 $\underline{R}(Y) \subseteq \bar{R}(Y)$.

定理5 设 U, W 是两个有限非空论域, R 是从 U 到 2^W 得一个单值映射: $U \rightarrow 2^W$, 任意 $Y \subseteq W$, $x \in U$, 且 $x \in S^c$, 则一定有 $\bar{R}(Y) = \underline{R}(Y)$.

证明: 由定理1可得, $\underline{R}(Y) \subseteq \bar{R}(Y)$, 只需证明 $\bar{R}(Y) \subseteq \underline{R}(Y)$.

若任给 $x \in \bar{R}(Y)$, 则有 $r(x) \cap Y \neq \emptyset$, 又因为 R 是单值映射, 所以在 W 中只存在某个 y_i , 使得 $r(x) = y_i$, 显然 $y_i \in Y$, 这样就有 $r(x) \subseteq Y$, 即 $x \in \underline{R}(Y)$, 所以 $\bar{R}(Y) \subseteq \underline{R}(Y)$. 综上所述, $\bar{R}(Y) = \underline{R}(Y)$.

定理6 设 U, W 是两个有限非空论域, R 是从 U 到 2^W 得一个集值映射: $U \rightarrow 2^W$, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, 若满足 $r(u_i) \subseteq r(u_2) \subseteq \dots \subseteq r(u_n)$, 且对 $Y \subseteq W$ 有 $u_i \in S^c$, $r(u_i) \subseteq Y$, 则 $\bar{R}(Y) = U$.

证明: 因为 $r(u_i) \subseteq Y$, 则存在 $u_i \in \underline{R}(Y)$, 又因为 $\underline{R}(Y) \subseteq \bar{R}(Y)$, 所以 $u_i \in \bar{R}(Y)$. 根据 $r(u_1) \subseteq r(u_2) \subseteq \dots \subseteq r(u_n)$ 和 $\underline{R}(Y) = \{x \in U \mid r(x) \cap Y \neq \emptyset\}$, 则有 $u_{i+1}, u_{i+2}, \dots, u_n \in \bar{R}(Y)$, 所以 $u_1, u_2, \dots, u_n \in \bar{R}(Y)$, 即 $\bar{R}(Y) = U$.

3.2 双论域上的变精度粗糙集模型^[6-7]

定义7 (集合的相对分类正确率) 设 X 和 Y 表示有限论域 U 上的子集, 令

$$pr(Y|X) = \begin{cases} |X \cap Y| / |X|, & |X| > 0 \\ 1, & |X| = 0 \end{cases}$$

其中, $|X|$ 表示集合 X 的基数, 称 $pr(Y|X)$ 为集合 X 关于集合 Y 的相对分类正确率.

定义8 设 (U, W, R) 为广义近似空间, $0.5 < \beta$

≤ 1 , 对于任意的 $Y \in W$, 定义它的 β -近似算子: $R^\beta(Y) = \{x \in U \mid pr(Y/R_s(x)) \geq \beta\}$ 为 Y 的 β -下近似, $\bar{R}^\beta(Y) = \{x \in U \mid pr(Y/R_s(x)) > 1 - \beta\}$ 为 Y 的 β -上近似.

这里, $pr(Y/R_s(x)) = \frac{|Y \cap R_s(x)|}{|R_s(x)|}, x \in S^c$.

定理 7 对于 $pr(Y/R_s(x)) \in [0, 1]$ 有下列性质:

(1) $pr(Y/R_s(x)) = 1$, 当且仅当 $x \in R(Y) - S$;

(2) $pr(Y/R_s(x)) = 0$, 当且仅当 $x \in S^c - \bar{R}(Y)$;

(3) $0 < pr(Y/R_s(x)) < 1$, 当且仅当 $x \in BND_R(Y)$;

证明:

(1) $x \in R(Y) - S \Leftrightarrow R_s(x) \subseteq Y \cap R_s(x) \neq \emptyset$, 则 $|Y \cap R_s(x)| = |R_s(x)|$, 故可得 $pr(Y/R_s(x)) = 1$.

(2) $\bar{R}(Y) = \{x \in U \mid R_s(x) \cap Y \neq \emptyset\}$, 故 $x \in S^c - \bar{R}(Y) \Leftrightarrow R_s(x) \cap Y = \emptyset \cap R_s(x) \neq \emptyset$, 则 $pr(Y/R_s(x)) = 0$.

(3) $x \in BND_R(Y) \Leftrightarrow R_s(x) \cap Y \neq \emptyset \cap R_s(x) \not\subseteq Y$, $|Y \cap R_s(x)| < |R_s(x)|$, 则 $0 < pr(Y/R_s(x)) < 1$.

3.3 应用

双论域上的粗糙集的一个典型性应用是疾病诊断. 因同一疾病可能同时具有多个症状, 而同一症状可能为多种疾病所共有, 所以两个论域 U 和 W 可分别表示症状集和疾病集, 对于 U 中任意症状 x , 如果病人出现症状 x , 则可能感染了疾病 y , 记为 xRy , 即: $r(x) = \{y \in W \mid (x, y) \in R\}$, 表示与症状 x 有关的疾病. 这样对于某个病人, 如果他具有 $R(Y)$ 中的症状, 则他肯定感染上了 Y 中的疾病; 若他具有 $\bar{R}(Y)$ 中的症状, 则他可能感染了 Y 中的疾病. 本文引入了独立集 S , 给出了与症状 x 无关的疾病集, 则对于某病人, 可首先排除与他所具有的症状无关的

疾病, 这样就降低了疾病诊断的复杂性, 提高了疾病诊断的正确性.

4 结束语

双论域粗糙集模型作为粗糙集模型的一种扩展, 存在两种表现形式, 分别是建立在近似空间 $(U \times W, R)$ 和 (U, W, R) 上, 它们都具有其特殊的意义和应用价值. 本文通过引入独立集, 更精确的定义了概念并提出更多有意义的性质, 为进一步研究和应用双论域粗糙集模型提供了一种新的思想和途径.

参考文献:

- [1] Pawlak Z. Rough set[J]. International Computer and Information Sciences, 1982(11): 341-356.
- [2] Yao Y Y. Two views of the theory of rough sets in finite universes[J]. International Journal of Approximation reasoning, 1996, 15(4): 291-317.
- [3] 亢平, 沈钧毅. 基于扩展粗糙集理论的信用风险分析[J]. 微电子学与计算机, 2008(3): 152-155.
- [4] Yao Y Y. Relation interpretations of neighborhood operators and rough set approximation[J]. Information Sciences, 1998(111): 239-259.
- [5] 余扬. 双论域的粗糙集模型[J]. 科学技术与工程, 2005, 5(10): 661-662.
- [6] Ziarko W. Variable precision rough sets model[J]. JComputer System Science, 1993, 46(1): 39-50.
- [7] 倪啸, 蔡瑞英. 基于变精度粗糙集理论的信息系统数据挖掘应用[J]. 微电子学与计算机, 2009, 26(4): 89-91.

作者简介:

朱英丽 女, (1985-), 硕士. 研究方向为粗糙集理论与应用.

杨勇 男, (1967-), 博士, 副教授. 研究方向为数据挖掘与粗糙集理论.

朱晓钟 男, (1978-), 硕士. 研究方向为数据挖掘与粗糙集理论.