

外-残缺数据的生成-辨识

李豫颖 林宏康

(宁德师范学院计算机与信息工程系 宁德 352100) (山东大学数学与系统科学学院 济南 250100)

摘要 P-集合具有动态特性,它是研究动态信息系统的一个新的数学工具。利用P-集合结构中的外P-集合与F-元素补充集合,给出外-残缺数据与外-残缺数据圆的概念。外-残缺数据是由 $(x)^F$ 与 $(x)^+$ 构成的一个数据对 $((x)^F, (x)^+)$;外-残缺数据圆是由数据圆 O^F 与 O^+ 构成的一个数据圆对 (O^F, O^+) 。利用外-残缺数据与外-残缺数据圆讨论外-残缺数据的生成与辨识,给出相关定理与外-残缺数据辨识准则,及外-残缺数据辨识的应用。

关键词 P-集合,外-残缺数据,外-残缺数据圆,数据生成-辨识,应用

中图分类号 TP274 文献标识码 A

Generation and Identification of External-distortion Data

LI Yu-ying LIN Hong-kang

(Department of Computer and Information Engineering, Ningde Normal University, Ningde 352100, China)

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

Abstract P-sets have dynamic characteristics. P-sets are a new mathematic tool in dynamic information system. The concepts of external-distortion data and external-distortion data circle were proposed by using the outer P-sets and F-supplemented sets in P-sets structures. External-distortion data is a data pair which is composed of $(x)^F$ and $(x)^+$, or $((x)^F, (x)^+)$. External-distortion data circle is a data circle pair which is composed of O^F and O^+ , or (O^F, O^+) . Using the concepts, this paper discussed the generation and identification about external-distortion. The theorems of generation and identification on external-distortion data were got. The criterion of identification for external-distortion was given. The application on the identification of external-distortion data was provided.

Keywords P-sets, External-distortion data, External-distortion data circle, Data generation-identification, Application

1 引言

计算机通信中,由于通信干扰信号,导致通信网络输出的标准数据 $(x) = \{x_1, x_2, \dots, x_q\}$ 内存在数据元 $x_{q+1}, x_{q+2}, \dots, x_r$ 对 (x) 的侵入, (x) 变成 $(x)^F = \{x_1, x_2, \dots, x_r\}$, $q \leq r$,使数据 (x) 存在盈余或噪音。换句话说,因为 $q \leq r$,则存在数据 $(x)^+ = \{x_{q+1}, x_{q+2}, \dots, x_r\}$,它是由 (x) 中被侵入部分数据元而得到的。这种现象使标准数据 (x) 失真。在这个现象中,存在着什么样的理论特征不被人们知道?事实上,这种现象存在于P-集合^[1,2]中, $(x)^F, (x)^+$ 分别是P-集合结构中的外P-集合、F-元素补充集合。这里,符号 $(x)^F$ 与 $(x)^+$ 在外P-集合中是 $(x)^F = X^F, (x)^+ = X^+$ 。本文利用P-集合的动态特性、外P-集合、F-元素补充集合,把 $(x)^F$ 与 $(x)^+$ 整合在一起,给出外-残缺数据概念,它是由 $(x)^F$ 与 $(x)^+$ 构成的数据对 $((x)^F, (x)^+)$ 。利用外-残缺数据概念,给出外-残缺数据圆,讨论外-残缺数据的辨识与修复,并给出应用。

为了方便讨论,把P-集合的结构简要地引入到本文第2节中。P-集合的更多概念与应用,见文献[1-12]。

2 P-集合的结构^[1,2]

给定有限普通集合 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\} \subset U, \alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k\} \subset V$ 是 X 的属性集合,称 X^F 是 X 生成的内P-集合(internal packet sets X^F),简称 X^F 是内P-集合,而且

$$X^F = X - X^- \quad (1)$$

X^- 称作 X 的F-元素删除集合,而且

$$X^- = \{x | x \in X, \bar{f}(x) = u \in X, \bar{f} \in \bar{F}\} \quad (2)$$

如果 X^F 的属性集合 α^F 满足

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

式中, $\beta \in V, \bar{\beta} \in \alpha; f \in F$ 把 β 变成 $f(\beta) = \alpha' \in \alpha; X^F \neq \emptyset$ 。

给定有限普通集合 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\} \subset U, \alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k\} \subset V$ 是 X 的属性集合,称 X^F 是 X 生成的外P-集合(outer packet sets X^F),简称 X^F 是外P-集合,而且

$$X^F = X \cup X^+ \quad (4)$$

X^+ 称作 X 的F-元素补充集合,而且

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

如果 X^F 的属性集合 α^F 满足

到稿日期:2010-02-21 返修日期:2010-05-09 本文受福建省自然科学基金(2009J01294),山东省自然科学基金(Y2007H02),宁德师范学院科研资助重点项目(2008J002)资助。

李豫颖(1962-),女,副教授,主要研究方向为信息系统理论与应用,E-mail: asszlyy@163.com;林宏康(1954-),男,副教授,主要研究方向为信息系统理论与应用。

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

式中, $\alpha_i \in \alpha, \bar{f} \in \bar{F}$ 把 α_i 变成 $\bar{f}(\alpha_i) = \beta_i \in \alpha, \alpha^F \neq \emptyset$ 。

由内 P-集合 X^F 与外 P-集合 X^F 构成的集合对, 而且 (X^F, X^F) (7)

称作普通集合 X 生成的 P-集合(Packet sets), 简称 (X^F, X^F) 是 P-集合; 普通集合 X 称作 (X^F, X^F) 的基集合(基础集, ground set)。

这里指出:

1°. $F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}, \bar{F} = \{\bar{f}_1, \bar{f}_2, \dots, \bar{f}_n\}$ 是元素迁移族^[1,2]; $f \in F, \bar{f} \in \bar{F}$ 是元素迁移^[1,2], 元素迁移 $f \in F, \bar{f} \in \bar{F}$ 是一种给定的变换或者函数。

2°. 式(4)、式(5)的动态特性与计算机 $T = T+1$ 的动态特性相似。在式(4)、式(5)中, 给定 $X = \{x_1, x_2, x_3\}$, 则 $X^F = X \cup X^+ = X \cup \{u | u \in U, u \notin X, f(u) = x' \in X, f \in F\}$ 的动态特性是: 给定 $u_1, u_2 \in U, u_1, u_2 \notin X$, 则 $f \in F$ 把 u_1 变成 $f(u_1) = x'_1 \in X, f(u_2) = x'_2 \in X$, 式(4)、式(5)变成: $X^F = X \cup \{x'_1, x'_2\} = \{x_1, x_2, x_3\} \cup \{x'_1, x'_2\} = \{x_1, x_2, x_3, x'_1, x'_2\}$ 。令 $X = X^F$, 给定 $u_3 \in U, u_3 \notin X, f(u_3) = x'_3 \in X$, 则: $X^F = X^F \cup \{x'_3\} = \{x_1, x_2, x_3, x'_1, x'_2, x'_3\}$; 以此类推。

3°. P-集合具有动态特性, 它是由若干个集合对 (X_i^F, X_j^F) 构成的集合对族, 而且

$$\{(X_i^F, X_j^F) | i \in I, j \in J\} \quad (8)$$

式中, I, J 是指标集合(index set)。

利用式(1)~式(8)容易得到:

定理 1 若 $F = \bar{F} = \emptyset$, 则 P-集合 (X^F, X^F) 与有限普通集合 X 满足

$$(X^F, X^F)_{F=\bar{F}=\emptyset} = X \quad (9)$$

定理 2 若 $F = \bar{F} = \emptyset$, 则 (X_i^F, X_j^F) 构成的集合对族与有限普通集合 X 满足

$$\{(X_i^F, X_j^F) | i \in I, j \in J\}_{F=\bar{F}=\emptyset} = X \quad (10)$$

式(9)指出: 在 $F = \bar{F} = \emptyset$ 条件下, P-集合 (X^F, X^F) 回到有限普通集合 X 的“原点”; 式(10)指出: 在 $F = \bar{F} = \emptyset$ 条件下, $\forall X_i^F$ 与 $\forall X_j^F$ 都回到有限普通集合 X 的“原点”。

从式(1)~式(8)给出的 P-集合的结构, 容易得到:

命题 1 在静态-动态的条件下, P-集合 (X^F, X^F) 是有限普通集合 X 的一般形式, 有限普通集合 X 是 P-集合的特例。

3 外-残缺数据的生成与外-残缺数据圆

约定 为了方便讨论, 本文第 2 节中的有限集合 X, X^F, X^+ 在本文第 3~6 节中分别记作 $(x), (x)^F, (x)^+$; 或者 $(x) = X, (x)^F = X^F, (x)^+ = X^+$ 。

定义 1 称 $(x) = \{x_1, x_2, \dots, x_q\} \subset U$ 是 U 上的一个数据, $x_i \in (x)$ 称作 (x) 的数据元, $i = 1, 2, \dots, q$, 如果 (x) 具有属性集合 α , 而且

$$\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k\} \quad (11)$$

定义 2 称 $(x)^F = \{x_1, x_2, \dots, x_r\} \subset U$ 是数据 (x) 的一个 F-数据, 而且

$$(x)^F = (x) \cup (x)^+ \quad (12)$$

$$(x)^+ = \{x_{q+1}, x_{q+2}, \dots, x_r\} \subset U \text{ 称作 } (x)^F \text{ 的盈余数据,}$$

而且

$$(x)^+ = \{u | u \in U, u \notin (x), f(u) = x' \in (x), f \in F\} \quad (13)$$

如果 $(x)^F$ 的属性集 α^F 与 (x) 的属性集 α 满足

$$\alpha^F = \alpha - \{\beta_i | \alpha_i \in \alpha, \bar{f}(\alpha_i) = \beta_i \in \alpha, \bar{f} \in \bar{F}\} \quad (14)$$

式中, $q < r; q, r \in N^+$ 。

定义 3 由 $(x)^F$ 与 $(x)^+$ 构成的数据对, 而且

$$((x)^F, (x)^+) \quad (15)$$

称作数据 (x) 生成的一个外-残缺数据, 简称 $((x)^F, (x)^+)$ 是外-残缺数据, 如果 $(x)^F$ 是 (x) 的一个 F-数据, $(x)^+$ 是 $(x)^F$ 的一个盈余数据。

定义 4 称 y 是 (x) 的特征值集合, 而且

$$y = \{y_1, y_2, \dots, y_q\} \quad (16)$$

式中, $y_k \in y$ 是 $x_k \in X$ 的非零特征值 (y_k 是 x_k 的值), $y_k \in R, R$ 是实数集合。

定义 5 称 y^F 是 $(x)^F$ 的特征值集合, 而且

$$y^F = \{y_1, y_2, \dots, y_r\} \quad (17)$$

称 y^+ 是 $(x)^+$ 的特征值集合, 而且

$$y^+ = \{y_{q+1}, y_{q+2}, \dots, y_r\} \quad (18)$$

式中, $y_i \in y^F$ 是 $x_i \in (x)^F$ 的非零特征值 (y_i 是 x_i 的值); $y_j \in y^+$ 是 $x_j \in (x)^+$ 的非零特征值 (y_j 是 x_j 的值); $y_i, y_j \in R$ 。

定义 6 以坐标原点 O 为圆心, 以 $\gamma = 1$ 为半径生成的圆 O 称作数据 (x) 生成的数据单位圆, 简称 O 是 (x) 的数据圆。

其中, $\gamma = \|y\| / \|y\|, \|y\| = (y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_q^2)^{1/2}$ 是 $y = \{y_1, y_2, \dots, y_q\}$ 生成的向量 $(y_1, y_2, \dots, y_q)^T$ 的 2-范数; y 是式(16)。

定义 7 以坐标原点 O 为圆心, 以 γ^F 与 γ^+ 分别为半径生成的数据圆为 O^F 与 O^+ , 由 O^F, O^+ 构成的数据圆对 (O^F, O^+) 称作外-残缺数据 $((x)^F, (x)^+)$ 生成的外-残缺数据圆, 简称 (O^F, O^+) 是外-残缺数据圆。

称 $\hat{\gamma}$ 是外-残缺数据圆 (O^F, O^+) 的半径差, 如果

$$\hat{\gamma} = \gamma^F - \gamma^+ \quad (19)$$

式中, $\gamma^F = \|y^F\| / \|y\|, \|y^F\| = (y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_r^2)^{1/2}$ 是 $y^F = \{y_1, y_2, \dots, y_r\}$ 生成的向量 $(y_1, y_2, \dots, y_r)^T$ 的 2-范数, y^F 是式(17)。 $\gamma^+ = \|y^+\| / \|y\|, \|y^+\| = (y_{q+1}^2 + y_{q+2}^2 + \dots + y_r^2)^{1/2}$ 是 $y^+ = \{y_{q+1}, y_{q+2}, \dots, y_r\}$ 生成的向量 $(y_{q+1}, y_{q+2}, \dots, y_r)^T$ 的 2-范数, y^+ 是式(18)。

图 1 给出外-残缺数据圆 (O^F, O^+) 的直观表示。

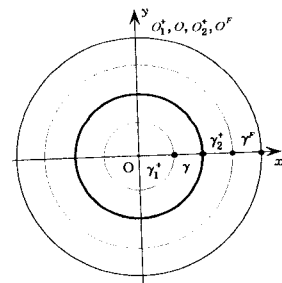


图 1 外-残缺数据圆 (O^F, O^+)

单位数据圆 O 用粗实线表示, 半径 $\gamma = 1$ 。外-残缺数据圆 (O^F, O^+) 中, $(x)^F$ 的数据圆 O^F 用细实线表示, 半径 $\gamma^F > 1$; $(x)^+$ 的数据圆 O^+ 与 O^F 用虚线表示, 半径分别是 $\gamma^+ < 1$ 与 $\gamma^+ > 1$, 表示 $(x)^+$ 的数据圆 O^+ 与单位数据圆 O 的关系。

由定义 1~定义 3 得到:

命题 2 外-残缺数据中, $(x)^F$ 愈大, $(x)^+$ 也愈大; 反之亦真。

命题 3 数据 (x) 与 $(x)^+$ 满足 $(x) \cap (x)^+ = \emptyset$ 。

命题 4 外-残缺数据非空, 或者, $(x)^F \neq \emptyset, (x)^+ \neq \emptyset$ 。

事实上, 由定义 2, $q < r$, 则 $(x)^+ \neq \emptyset, (x)^F \neq \emptyset$ 。

定理 3(外-残缺数据的存在性定理) 设 α 是数据 (x) 的属性集合, 若存在属性集合 α_* , 满足

$$\alpha - \alpha_* \neq \emptyset \quad (20)$$

则存在数据对 $((x)_*, (x)_o), ((x)_*, (x)_o)$ 是一个外-残缺数据。

其中, $(x)_*$ 是 (x) 的一个 F-数据, $(x)_o$ 是 (x) 的一个盈余数据; $(x)_*$ 具有属性集合 α_* , $(x)_o$ 具有属性集合 α_o 。

证明: 因为 $\alpha - \alpha_* \neq \emptyset$, 则 $\alpha_* \subseteq \alpha$, 或者 α_* 是在 α 内被删除属性得到的。又因为 α, α_* 分别是 (x) 与 $(x)_*$ 的属性集, 则利用定义 1、定义 2 得到: $(x) \subseteq (x)_*$, $(x)_*$ 是 (x) 的一个 F-数据, $(x)_* = (x)^F$ 。令 $(x)_o = (x)_* - (x)$, 则 $(x)_* = (x) \cup (x)_o$ 。由定义 2 得到: $(x)_o$ 是 (x) 的一个盈余数据, $(x)_o = (x)^+$ 。于是得到 $((x)_*, (x)_o)$ 是一个外-残缺数据。

定理 4(k 阶外-残缺数据的关系定理) k 阶外-残缺数据 $((x)_k^F, (x)_k^+)$ 满足

$$(x)_1^F \subseteq (x)_2^F \subseteq \dots \subseteq (x)_k^F \quad (21)$$

$$(x)_1^+ \subseteq (x)_2^+ \subseteq \dots \subseteq (x)_k^+ \quad (22)$$

式中, k 阶外-残缺数据 $((x)_k^F, (x)_k^+)$ 是指: 数据 (x) 的属性集 α 经过 k 次属性删除得到的外-残缺数据; $(x)_k^F$ 的属性集 α_k^F 满足 $\alpha_k^F \subseteq \alpha_{k-1}^F \subseteq \dots \subseteq \alpha_1^F \subseteq \alpha$; $(x)_k^+ = (x)_k^F - (x)$; $k \in \{1, 2, \dots, n\}$ 。

事实上, $\alpha_k^F \subseteq \alpha_{k-1}^F \subseteq \dots \subseteq \alpha_1^F \subseteq \alpha$, 则有 $(x)_1^F \subseteq (x)_2^F \subseteq \dots \subseteq (x)_k^F$; 又 $(x)_k^+ = (x)_k^F - (x)$, 显然有 $(x)_1^+ \subseteq (x)_2^+ \subseteq \dots \subseteq (x)_k^+$ 。

定理 5(外-残缺数据圆定理) 若 (O^F, O^+) 是外-残缺数据 $((x)^F, (x)^+)$ 的外-残缺数据圆, 则外-残缺数据圆的半径差 $\hat{\gamma}$ 与数据 (x) 的数据圆的半径 γ 满足

$$\hat{\gamma} < \gamma \quad (23)$$

证明: 由命题 4 与定义 6、定义 7 容易得到 $\gamma^F > 0, \gamma^+ > 0, \gamma > 0$, 则由 γ^F, γ^+ 与 γ 为边构成的三角形中, 满足两边之差小于第三边, 于是得到 $\gamma^F - \gamma^+ < \gamma$, 或者 $\hat{\gamma} < \gamma$; 则有式(23)。

定理 6(k 阶外-残缺数据圆的半径差单位离散区间内点定理) 若 (O_k^F, O_k^+) 是 k 阶外-残缺数据 $((x)_k^F, (x)_k^+)$ 的外-残缺数据圆, $\hat{\gamma}_k$ 是 (O_k^F, O_k^+) 的半径差, 则数值 $\hat{\gamma}_k$ 是单位离散区间 $(0, 1]$ 的内点, 或者

$$\hat{\gamma}_k \in (0, 1) \quad (24)$$

式中, $(0, 1]$ 是由数值 0 与 $\gamma=1$ 构成的单位离散区间。

证明由定理 5 中式(23)直接得到, 证明略。

4 外-残缺数据的辨识与恢复

定理 7(外-残缺数据辨识定理) k 阶外-残缺数据 $((x)_k^F, (x)_k^+)$ 满足

$$\text{IDE} \{ ((x)_k^F, (x)_k^+), \dots, ((x)_2^F, (x)_2^+), ((x)_1^F, (x)_1^+) \}_{k \in \{1, 2, \dots, n\}} \quad (25)$$

式中, $\text{IDE} = \text{identification}^{[1, 2]}$ 。

事实上, 由式(21)与式(22)有: $\text{IDE} \{ (x)_k^F, \dots, (x)_2^F, (x)_1^F \}, \text{IDE} \{ (x)_k^+, \dots, (x)_2^+, (x)_1^+ \}$, 或者有式(25)。

定理 8(外-残缺数据属性恢复定理) 外-残缺数据 $((x)^F, (x)^+)$ 被恢复成数据 (x) 的充分必要条件是: $(x)^F$ 的属性集 α^F 与 (x) 的属性集 α 满足

$$\alpha^F \cup \{ \alpha_i' \mid \beta_i \in V, \beta_i \in \alpha^F, f(\beta_i) = \alpha_i' \in \alpha^F, f \in F \} = \alpha \quad (26)$$

证明: 1°. 由定义 1、定义 2, $(x) \subseteq (x)^F$, 则 $\alpha^F \subseteq \alpha$; 显然, 在 α 与 α^F 之间存在差属性集合 $\Delta\alpha^F = \{ \alpha_i' \mid \beta_i \in V, \beta_i \in \alpha^F, f(\beta_i) = \alpha_i' \in \alpha^F, f \in F \}$ 。若 $((x)^F, (x)^+)$ 被恢复成 (x) , 或者 $(x)^F = (x)$, $(x)^+ = \emptyset$, 则 $(x)^F$ 与 (x) 具有相同的属性集合; 或者, 在 α^F 内补充 $\Delta\alpha^F$, 则有式(26)。2°. 若在 α^F 内补充 $\Delta\alpha^F$, 使式(26)成立, 则 $(x)^F$ 与 (x) 具有相同的属性集合。或者 $(x)^F = (x)$, $(x)^+ = \emptyset$; 或者 $((x)^F, (x)^+)$ 被恢复成 (x) 。

定理 9(外-残缺数据圆恢复定理) 外-残缺数据 $((x)^F, (x)^+)$ 被恢复成数据 (x) 的充分必要条件是: $((x)^F, (x)^+)$ 的外-残缺数据圆半径差 $\hat{\gamma}$ 满足

$$\hat{\gamma} = 1 \quad (27)$$

事实上, 外-残缺数据 $((x)^F, (x)^+)$ 被恢复成数据 (x) , 当且仅当 $(x)^F = (x)$, $(x)^+ = \emptyset$ 。由定义 6、定义 7 得到: $\gamma^F = 1, \gamma^+ = 0$ 。则 $\hat{\gamma} = \gamma^F - \gamma^+ = 1 - 0 = 1$ 。

外-残缺数据的辨识准则

若外-残缺数据 $((x)_i^F, (x)_i^+)$ 与 $((x)_j^F, (x)_j^+)$ 生成的外-残缺数据圆的半径差分别是 $\hat{\gamma}_i$ 与 $\hat{\gamma}_j$, 满足

$$\hat{\gamma}_i = \hat{\gamma}_j \quad (28)$$

则

$$\text{UNI} \{ ((x)_i^F, (x)_i^+), ((x)_j^F, (x)_j^+) \} \quad (29)$$

式中, $\text{UNI} = \text{unidentification}^{[1, 2]}, i < j$ 。

5 外-残缺数据辨识的应用

约定 本节中, $y, y_1^F, y_2^F; y_1^+, y_2^+$ 分别是第 3、第 4 节中的 $(x), (x)_1^F, (x)_2^F; (x)_1^+, (x)_2^+$ 的特征值集合。为了简单, 不产生误解, $y, y_1^F, y_2^F; y_1^+, y_2^+$ 在这一节中称作数据。

本节的数据取自项目(2009J01294)的台风预警搜救系统, 在时刻 $t_0, t_1, t_2 \in T$ 通过传感器采集, 并经过技术方法得到的数据采样值。表 1 中, $(x) = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$, “—”表示空数据。

表 1 系统中 $x_1 - x_5$ 在 $t_0, t_1, t_2 \in T$ 的输出值

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5			
t_0	1.43	1.31	1.78	1.67	1.46	—	—	—
t_1	1.43	1.31	1.78	1.67	1.46	1.62	—	—
t_2	1.43	1.31	1.78	1.67	1.46	1.62	1.57	1.38

由表 1 得到: $y = \{1.43, 1.31, 1.78, 1.67, 1.46\}$, 外-残缺数据 (y_1^F, y_1^+) 与 (y_2^F, y_2^+) 中: $y_1^F = \{1.43, 1.31, 1.78, 1.67, 1.46, 1.62\}$, $y_2^F = \{1.43, 1.31, 1.78, 1.67, 1.46, 1.62, 1.57, 1.38\}$ 。 $y_1^+ = \{1.62\}$, $y_2^+ = \{1.62, 1.57, 1.38\}$ 。外-残缺数据 (y_1^F, y_1^+) 与 (y_2^F, y_2^+) 满足 $y \subset y_1^F \subset y_2^F, y_1^+ \subset y_2^+$ 。由定理 7, (y_1^F, y_1^+) 与 (y_2^F, y_2^+) 可辨识。由定义 6、定义 7 得到:

$$\gamma = \|y\| / \|y\| = (1.43^2 + 1.31^2 + 1.78^2 + 1.67^2 + 1.46^2)^{1/2} / (1.43^2 + 1.31^2 + 1.78^2 + 1.67^2 + 1.46^2)^{1/2} = 3.4424 / 3.4424 = 1$$

$$\gamma_1^F = \|y_1^F\| / \|y\| = (1.43^2 + 1.31^2 + 1.78^2 + 1.67^2 + 1.46^2 + 1.62^2)^{1/2} / 3.4424 = 3.8045 / 3.4424 = 1.1052$$

$$\gamma_1^+ = \|y_1^+\| / \|y\| = (1.62^2)^{1/2} / 3.4424 = 0.4706$$

$$\gamma_2^F = \|y_2^F\| / \|y\| = (1.43^2 + 1.31^2 + 1.78^2 + 1.67^2 + 1.46^2 + 1.62^2 + 1.57^2 + 1.38^2)^{1/2} / 3.4424 = 4.3409 / 3.4424 = 1.2610$$

(下转第 267 页)

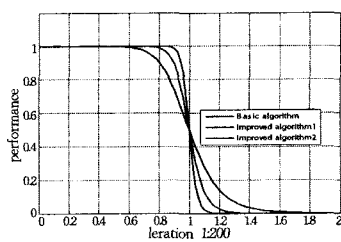


图6 各种迭代方法算法性能比较

结束语 本文仅就导航方面,对机器人在狭隘环境下的行为控制进行了研究,以解决机器人在狭隘环境下行为的早熟收敛、局部最优解、占据存储空间较大、收敛数度慢等问题,提高机器人行为控制的能力。

目前,虽然在分类器理论和应用领域开发出了各种算法,但将 LCS 用于机器人行为控制、定位、路径规划和地图创建等关键技术方面的理论、算法及应用都非常少,因此 LCS 系统在机器人领域的应用开发前景是非常广阔的,同时也是我们今后需要努力研究的方向。

参考文献

- [1] Arkin R C. Behavior-based Robotics [M]. London: The MIT Press, 1998
- [2] Baneamoon S M, Salam R A, Talib A Hj. Learning Process Enhancement for Robot Behavior[J]. International Journal of intelligent Technology, 2007, 2(3)

(上接第 255 页)

$$\gamma_2^+ = \|y_2^+ \| / \|y\| = (1.62^2 + 1.57^2 + 1.38^2)^{1/2} / 3.4424 = 2.6446 / 3.4424 = 0.7682$$

则: $\hat{\gamma}_1 = \gamma_1^F - \gamma_1^+ = 1.1052 - 0.4706 = 0.6346 \in (0, 1)$, $\hat{\gamma}_2 = \gamma_2^F - \gamma_2^+ = 1.2610 - 0.7628 = 0.4982 \in (0, 1)$; 或者, $\hat{\gamma}_1, \hat{\gamma}_2$ 是单位离散区间 $(0, 1]$ 的内点。 $\hat{\gamma}_1 \neq \hat{\gamma}_2$, 由外-残缺数据辨识准则, 可辨识 (y_1^F, y_1^+) 与 (y_2^F, y_2^+) 。

当系统检测到外-残缺数据时, 启动系统修复模块, 使得 $\hat{\gamma} = 1$, 则外-残缺数据被修复成标准数据。本节的例子在实验中得到认证。例子中的辨识与恢复框图, 略。

结束语 在网络传输数据的过程中, 由于参数变化或者信号干扰, 在标准数据 (x) 内存在数据元侵入, 使得数据失真, 传输数据 (x) 出现紊乱。本文应用 P-集合的动态特性, 外 P-集合与 F-元素补充集合, 提出外-残缺数据与外-残缺数据圆的概念。外-残缺数据是一个数据对 $((x)^F, (x)^+)$, 外-残缺数据圆是一个数据圆对 (O^F, O^+) 。通过对外-残缺数据的生成与辨识的讨论, 得到外-残缺数据生成与辨识的一些简单而且重要的结果, 特别是应用外-残缺数据圆与外-残缺数据, 使得外-残缺数据的辨识与恢复具有可操作性。关于数据 (x) 中数据元被丢失使数据失真, 生成 (x) 的内-残缺数据 $((x)^F, (x)^-)$ 的讨论, 见文献[5]。

本文的讨论表明: P-集合是研究动态信息系统的一个新的数学工具。因为信息系统具有动态特性, P-集合也具有动态特性; 显然 P-集合是研究动态信息系统的一个新理论。

参考文献

- [1] Shi Kai-quan. P-sets and its applications [J]. An International

- [3] 张惠娣, 刘士荣. 基于情感与环境认知的移动机器人自主导航控制[J]. 控制理论与应用, 2008, 34(3): 309-404
- [4] 孟愚, 王田苗. 基于遗传算法的行为控制在机器人路径规划中的应用[J]. Robot, 2008, 30(3): 217-222
- [5] Gao Yang, Sun Shu-dong. A collision based local path planning of mobile robots[A]// 2009 International Asia Conference on informatics in Control[C]. Automation and Robots, Xian, China, 2009: 185-190
- [6] Baneamoon S M, Salam R A. Applying steady state in Genetic Algorithm for Robot Behaviors[C]// 2008 International conference on Electronic Design. Malaysia, December 2008
- [7] 谭民, 王硕, 曹志强. 多机器人系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005
- [8] Holland J H. A Mathematical Frame work for Studying Learning in Classifier systems [M]. Cambridge, MA: MIT Press, 1998
- [9] Petr M. Enhanced learning classifier system for robot navigation [C]// Intelligent robots and systems (IROS2005) international conference, 2005: 3390-3395
- [10] Larry B, Matthew S, Anthony B, et al. Learning classifier system ensembles with rule-sharing[J]. IEEE transactions on evolutionary computation, 2007(4): 496-502
- [11] Baneamoon S M, Salam R A. Bucket Brigade Algorithm Enhancement for Robot Behaviors[C]// International Conference on Robotics Vision, Information and Signal Processing (ROVISP 2007). Penang, Malaysia, November 2007: 28-30

Journal Advances in Systems Science and Applications, 2009, 9(2): 209-219

- [2] 史开泉. P-集合[J]. 山东大学学报: 理学版, 2008, 43(11): 77-84
- [3] 史开泉. P-集合与它的应用特征[J]. 计算机科学, 2010, 37(8): 1-8
- [4] 史开泉, 张丽. P-集合与数据外-恢复[J]. 山东大学学报: 理学版, 2009, 44(4): 8-14
- [5] 李豫颖, 谢维奇, 史开泉. F-残缺数据的辨识与恢复[J]. 山东大学学报: 理学版, 2010, 45(9): 57-64
- [6] 汤积华, 陈保会, 史开泉. P-集合与 (F, F) -数据生成-辨识[J]. 山东大学学报: 理学版, 2009, 44(11): 83-92
- [7] 于秀清. P-集合的识别与筛选[J]. 山东大学学报: 理学版, 2010, 45(1): 94-98
- [8] Shi Kai-quan, Li Xiu-hong. Camouflaged information identification and its applications[J]. An International Journal Advances in Systems Science and Applications, 2010, 10(2): 157-167
- [9] Zhang Li, Cui Yu-quan. Outer P-sets and data internal-recovery [J]. An International Journal Advances in Systems Science and Applications, 2010, 10(2): 189-199
- [10] Lin Hong-kang, Li Yu-ying. P-sets and its P-separation theorems[J]. An International Journal Advances in Systems Science and Applications, 2010, 10(2): 209-215
- [11] Huang Shun-liang, Wang Wei, Geng Dian-you. P-sets and its internal P-memory characteristics [J]. An International Journal Advances in Systems Science and Applications, 2010, 10(2): 216-222
- [12] Wang Yang, Geng Hong-qin, Shi Kai-quan. The mining of dynamic information based on P-sets and its applications [J]. An International Journal Advances in Systems Science and Applications, 2010, 10(2): 234-240