第12卷第6期
1995年12月

控制理论与应用
CONTROL THEORY AND APPLICATIONS

Vol. 12, No. 6
Dec., 1995

模糊闭环系统的语言分析方法*

睢　刚　陈来九
(东南大学动力系·南京,210018)

摘要：本文基于被控对象的规则模型,推导出了模糊闭环控制系统的语言关系模型,并用语言关系矩阵讨论了模糊系统的稳定性问题,给出了模糊系统语言稳定的充要条件.最后通过两个例子说明了所提出的方法是有效的.

关键词：模糊系统；模糊推理；稳定性

1　引　言

模糊控制理论及其应用的研究已引起工业过程控制界的广泛兴趣[1,2].由于缺乏完善的模糊控制理论及有效的模糊控制系统分析方法,使得模糊控制在工业过程自动控制中的实际应用受到了限制.因此,人们希望能在建立被控对象模糊模型的基础上,象传统控制理论那样提出一些分析和综合的方法,以指导模糊控制的实际应用.

稳定性是控制理论及应用的核心问题.文献[3]利用贴近度的概念对模糊系统的稳定性问题进行了研究,提出了一种模糊闭环系统稳定性的分析方法.但该方法给出的模糊系统稳定的充分条件和必要条件是两个不同的条件,而且用该方法不能得到模糊系统的闭环模型,因此不利于模糊系统的分析与综合.

本文在文献[3]的基础上提出了模糊闭环系统的语言关系模型,并给出了模糊系统语言稳定的充要条件,通过对两个实例的分析结果表明,本文提出的模糊系统语言分析方法是简单且有效的.

2　模糊闭环系统语言关系模型

考虑图1所示的模糊控制系统,其中 X 为被控对象的语言状态变量,U 为控制输入语言变量,其论域分别为 $\overline{X}$ 和 $\overline{U}$.假设被控对象的动态特性用如下一组规则表示：

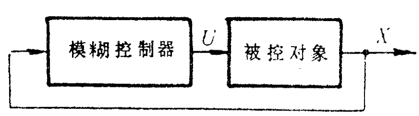

图1　模糊控制系统

$$r_i:\quad \text{if}\quad X_k\quad \text{is}\quad A_i\quad \text{and}\quad U_k\quad \text{is}\quad B_i$$
$$\text{then}\quad X_{k+1}\quad \text{is}\quad C_i,\quad i=1,2,\cdots,l. \tag{1}$$

其中 $A_i,C_i\in F(\overline{X})$,$B_i\in F(\overline{U})$,$F(\cdot)$ 表示定义在某论域上的所有模糊集的集合.为了获得模糊控制系统的闭环模型,本文用单位向量表示模糊集.设在论域 $\overline{X}$ 上定义有 m 个参考模糊集[4] $X_1,X_2,\cdots,X_m$；在论域 $\overline{U}$ 上定义有 n 个参考模糊集 $U_1,U_2,\cdots,U_n$,则论域 $\overline{X}$ 和 $\overline{U}$ 上的任一参考模糊集可分别用一 m 维和 n 维单位向量表示.例如 X_2 可用 $(0,1,0,\cdots,0)$ 表示;U_3 可用 $(0,0,1,0,0)$ 表示.这样式(1)可改写成如下形式

* 国家自然科学基金资助项目.

本文于1994年5月27日收到.1994年11月11日收到修改稿.

r_i: if X_k is I_{Ai} and U_k is I_{Bi} then X_{k+1} is I_{Ci}, $i=1,2,\cdots,l$. (2)

其中 I_{Ai},I_{Ci} 为 m 维单位向量,分别代表 A_i 和 C_i,I_{Bi} 为 n 维单位向量,代表 B_i.

根据文献[1,3,5],若式(2)中的规则之间的联系为取大($\vee$)运算,and 为取小($\wedge$)运算,并用 Mamdani 蕴涵关系表达规则,则在 max-min 合成推理算法下,式(2)可表达为

$$X_{k+1}=\bigvee_{i=1}^{l}(X_k\circ R_{Ai}\wedge U_k\circ R_{Bi}). \tag{3}$$

其中

$$R_{Ai}=I_{Ai}\wedge I_{Ci}=I_{Ai}^{\mathrm{t}}\circ I_{Ci},\quad R_{Bi}=I_{Bi}\wedge I_{Ci}=I_{Bi}^{\mathrm{t}}\circ I_{Ci}.$$

若模糊控制器用如下结构的一组规则表示

if X_k is A' then U_k is B'.

那么同样可获得控制器的如下关系式

$$U_k=X_k\circ R_C. \tag{4}$$

将式(4)代入式(3)得

$$X_{k+1}=\bigvee_{i=1}^{l}[(X_k\circ R_{Ai})\wedge(X_k\circ R_C\circ R_{Bi})].$$

令

$$\mathrm{R}'_{Bi}=R_C\circ R_{Bi},$$

则

$$X_{k+1}=\bigvee_{i=1}^{l}(X_k\circ R_{Ai}\wedge X_k\circ \mathrm{R}'_{Bi}). \tag{5}$$

注意到系统在某一时刻只能处于一种语言状态下,这意味着 X_k 总是为一单位向量,故式(5)可进一步写成

$$X_{k+1}=X_k\circ\bigvee_{i=1}^{l}(R_{Ai}\wedge \mathrm{R}'_{Bi}). \tag{6}$$

若由式(6)计算得的 X_{k+1} 不是单位向量,不失一般性,令 $X_{k+1}=I_1\vee I_2$,其中 I_1 和 I_2 为单位向量,这表示系统在 $k+1$ 时刻所处的状态是 I_1 或 I_2. 此时系统 $k+2$ 时刻的状态可按如下方法计算:

$$\begin{aligned}X_{k+2}&=[\bigvee_{i=1}^{l}(I_1\circ R_{Ai}\wedge I_1\circ \mathrm{R}'_{Bi})]\vee[\bigvee_{i=1}^{l}(I_2\circ R_{Ai}\wedge I_2\circ \mathrm{R}'_{Bi})]\\&=[\bigvee_{i=1}^{l}I_1\circ(R_{Ai}\wedge \mathrm{R}'_{Bi})]\vee[\bigvee_{i=1}^{l}I_2\circ(R_{Ai}\wedge \mathrm{R}'_{Bi})]\\&=[I_1\circ\bigvee_{i=1}^{l}(R_{Ai}\wedge \mathrm{R}'_{Bi})]\vee[I_2\circ\bigvee_{i=1}^{l}(R_{Ai}\wedge \mathrm{R}'_{Bi})]\\&=(I_1\vee I_2)\circ\bigvee_{i=1}^{l}(R_{Ai}\wedge \mathrm{R}'_{Bi})=X_{k+1}\circ\bigvee_{i=1}^{l}(R_{Ai}\wedge \mathrm{R}'_{Bi}).\end{aligned}$$

由此可知,式(6)总是成立的. 令

$$R_p=\bigvee_{i=1}^{l}(R_{Ai}\wedge \mathrm{R}'_{Bi}),$$

则

$$X_{k+1}=X_k\circ R_p. \tag{7}$$

称式(7)为模糊闭环系统的语言关系模型,R_p 为闭环系统的语言关系矩阵,它是一个元素为 0 或 1 的常数矩阵.

3　模糊系统语言稳定性分析

模糊闭环系统稳定性语言分析是讨论任意状态 X_k 连续通过方程式(7)后，能否达到平衡状态.

定义　对于由 $X_{k+1} = X_k \circ R_p$ 描述的系统，如果状态 X_e 满足 $X_e = X_e \circ R_p$，则称 X_e 为系统的平衡状态.

性质　若 $X_{e1}, X_{e2}, \cdots, X_{en}$ 为模糊系统式(7)的平衡状态，令 $X_e = \bigvee_{i=1}^{n} X_{ei}$，则 $X_e = X_e \circ R_p$.

证
$$X_e \circ R_p = (\bigvee_{i=1}^{n} X_{ei}) \circ R_p = \bigvee_{i=1}^{n} (X_{ei} \circ R_p) = \bigvee_{i=1}^{n} X_{ei} = X_e.$$

定理 1　若由 $X_{k+1} = X_k \circ R_p$ 描述的系统在且仅在初始状态 $X_{ki}(i = 1,2,\cdots,M, M \leqslant m)$ 下稳定于平衡点 X_e，则一定存在正整数 N，当 $n \geqslant N$ 时有
$$R_p^n \circ X_e^{\mathrm{t}} = \bigvee_{i=1}^{M} X_{ki}^{\mathrm{t}}.$$

证　系统共有 m 个初始状态(对应于论域 $\overline{X}$ 上的 m 个参考模糊集)，可表示为 $X_{ki}(i = 1,2,\cdots,M), X_{kj}(j = M+1,\cdots,m)$. 系统在且仅在 X_{ki} 下稳定于平衡点 X_e，是指存在正整数 N，当 $n \geqslant N$ 时有
$$X_{ki} \circ R_p^n = X_e,$$
且
$$X_{kj} \circ R_p^n \wedge X_e = (0,0,\cdots,0).$$
由此得
$$X_{ki} \circ R_p^n \circ X_e = 1, \tag{8}$$
$$X_{kj} \circ R_p^n \circ X_e = 0. \tag{9}$$
因 X_{ki}, X_{kj} 均为单位向量，故由式(8)得
$$(R_p^n \circ X_e^{\mathrm{t}}) \wedge (\bigvee_{i=1}^{M} X_{ki}^{\mathrm{t}}) = \bigvee_{i=1}^{M} X_{ki}^{\mathrm{t}}. \tag{10}$$
由式(9)得
$$(R_p^n \circ X_e^{\mathrm{t}}) \wedge (\bigvee_{j=M+1}^{m} X_{kj}^{\mathrm{t}}) = (0,0,\cdots,0)^{\mathrm{t}}. \tag{11}$$
由式(10)，(11)必然得到下式：
$$R_p^n \circ X_e^{\mathrm{t}} = \bigvee_{i=1}^{M} X_{ki}^{\mathrm{t}}.$$

定理 2　若系统 $X_{k+1} = X_k \circ R_p$ 存在正整数 N，当 $n \geqslant N$ 时有 $R_p^n \circ X_e^{\mathrm{t}} = \bigvee_{i=1}^{M} X_{ki}^{\mathrm{t}} (M \leqslant m)$，并且 $X_{ki} \circ R_p^n$ 为单位向量，则系统在初始状态 $X_{ki}(i = 1,2,\cdots,M)$ 下一定稳定于平衡点 X_e.

证　若 $n \geqslant N$ 时有 $R_p^n \circ X_e^{\mathrm{t}} = \bigvee_{i=1}^{M} X_{ki}^{\mathrm{t}}$，则
$$X_{ki} \circ R_p^n \circ X_e^{\mathrm{t}} = X_{ki} \circ \bigvee_{i=1}^{M} X_{ki}^{\mathrm{t}}.$$
由此得
$$X_{(k+n)i} \circ X_e^{\mathrm{t}} = 1.$$
因 $X_{ki} \circ R_p^n$ 为单位向量，故 $X_{(k+n)i}$ 为单位向量. 由上式必然得
$$X_{(k+n)i} = X_e.$$

在上述定理中，若 $M = m$，则

$$\bigvee_{i=1}^{M} X_{ki}^{t} = [1,1,\cdots,1]^{t}.$$

由此可得模糊系统稳定的充要条件.

推论 由 $X_{k+1} = X_k \circ R_p$ 描述的模糊系统,对任意初始状态 X_k 都稳定于平衡状态 X_e 的充要条件为:存在一个正整数 N,当 $n \geqslant N$ 时,R_p^n 的行向量均为单位向量,且下式成立:

$$R_p^n \circ X_e^t = [1,1,\cdots,1]^t.$$

下面给出两个例子说明模糊系统语言分析的方法及其有效性.

例 1[6] 考虑图 2 所示的小球平衡系统.显然小球在位置 C 或 D 时是稳定的.

设 X 为小球系统的状态变量,其论域 $\overline{X}$ 上定义有五个模糊集 A,C,P,D,B,分别表示小球所处的位置区域,则小球系统可用如下一组规则描述:

if X_k is A then X_{k+1} is C,
if X_k is C then X_{k+1} is C,
if X_k is P then X_{k+1} is C,
if X_k is P then X_{k+1} is D,
if X_k is D then X_{k+1} is D,
if X_k is B then X_{k+1} is D.

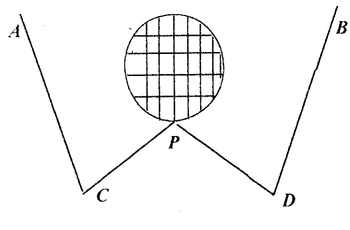

图 2 小球平衡系统

若用单位向量表示模糊集,$I_A = (1,0,0,0,0)$,$I_C = (0,1,0,0,0)$,$I_P = (0,0,1,0,0)$,$I_D = (0,0,0,1,0)$,$I_B = (0,0,0,0,1)$,则可求得小球系统语言关系矩阵

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}.$$

由 $I_C \circ R = I_C$ 和 $I_D \circ R = I_D$ 知,C 和 D 为系统的平衡点,且$(I_C \vee I_D) \circ R = I_C \vee I_D$. 又

$$I_p \circ R = [0,1,0,1,0] = I_C \vee I_D,$$

说明小球在 P 位置时或者稳定于 C 或者稳定于 D. 由于当 $n \geqslant 1$ 时有:

$$R^n \circ I_C^t = [1,1,1,0,0] = I_A \vee I_C \vee I_P.$$

由推论知,小球不可能在任意初始状态都稳定于 C. 由于 $I_A \circ R^n$,$I_C \circ R^n$ 为单位向量,由定理 2 可知小球在 A 或 C 时将稳定于 C,而 $I_p \circ R^n$ 不是单位向量,故小球在 P 时不一定稳定于 C. 对 D 位置的分析有类似结果. 以上这些讨论结果与实际情况是完全相符的.

例 2[3] 图 3 中 H 是一水容器,具有可变水位,干扰 f 影响容器的排水量. 通过调节阀 u 向 H 注水. 设已有一个模糊控制器 u 将水位稳定在点 O 附近.

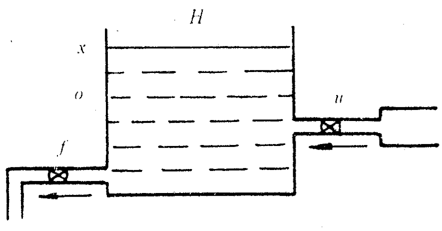

图 3 水位控制系统

设 E 为水位 x 对点 O 的偏差变量,U 为控制输入变量,则水位的动态特性可用下述规则

粗略表示

r_1: if E_k is NB and U_k is PB, then E_{k+1} is ZE,
r_2: if E_k is NB and U_k is PS, then E_{k+1} is NS,
r_3: if E_k is NB and U_k is ZE, then E_{k+1} is NB,
r_4: if E_k is NB and U_k is NS, then E_{k+1} is NB,
r_5: if E_k is NB and U_k is NB, then E_{k+1} is NB,
r_6: if E_k is NS and U_k is PB, then E_{k+1} is PS,
r_7: if E_k is NS and U_k is PS, then E_{k+1} is ZE,
r_8: if E_k is NS and U_k is ZE, then E_{k+1} is NS,
r_9: if E_k is NS and U_k is NB, then E_{k+1} is NB,
r_{10}: if E_k is ZE and U_k is PB, then E_{k+1} is PB,
r_{11}: if E_k is ZE and U_k is PS, then E_{k-1} is PS,
r_{12}: if E_k is ZE and U_k is ZE, then E_{k+1} is ZE, (12)
r_{13}: if E_k is ZE and U_k is NS, then E_{k+1} is NS,
r_{14}: if E_k is ZE and U_k is NB, then E_{k+1} is NB,
r_{15}: if E_k is PS and U_k is PB, then E_{k+1} is PB,
r_{16}: if E_k is PS and U_k is ZE, then E_{k-1} is PS,
r_{17}: if E_k is PS and U_k is NS, then E_{k+1} is ZE,
r_{18}: if E_k is PS and U_k is NB, then E_{k+1} is NS,
r_{19}: if E_k is PB and U_k is PB, then E_{k+1} is PB,
r_{20}: if E_k is PB and U_k is PS, then E_{k+1} is PB,
r_{21}: if E_k is PB and U_k is ZE, then E_{k+1} is PB,
r_{22}: if E_k is PB and U_k is NS, then E_{k+1} is PS,
r_{23}: if E_k is PB and U_k is NB, then E_{k+1} is ZE,

若模糊控制器的控制规则为：

r_{c1}: if E_k is NB, then U_k is PB,
r_{c2}: if E_k is NS, then U_k is PS,
r_{c3}: if E_k is ZE, then U_k is ZE, (13)
r_{c4}: if E_k is PS, then U_k is NS,
r_{c5}: if E_k is PB, then U_k is NB,

并用单位向量(1,0,0,0,0),(0,1,0,0,0),(0,0,1,0,0),(0,0,0,1,0)和(0,0,0,0,1)分别表示模糊集 PB,PS,ZE,NS 和 NB,则可求得模糊控制器的语言关系矩阵：

$$R_C = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

进一步可求得闭环系统的语言关系矩阵：

$$R_p = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

由于当 $n \geqslant 2$ 时，R_p^n 的行向量均为单位向量，且

$$R_p^n \circ (0,0,1,0,0)^{\mathrm{t}} = [1,1,1,1,1]^{\mathrm{t}}.$$

由模糊系统语言分析方法的推论可知式(13)的控制规则能在任意初始状态下将水位稳定在 O 点附近.

若对象式(12)中的规则 r_1 和 r_{23} 变为

r_1: if E_k is NB and U_k is PB, then E_{k+1} is NS,

r_{23}: if E_k is PB and U_k is NB, then E_{k+1} is PS.

则闭环语言关系矩阵为：

$$R_p = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

由于当 $n \geqslant 2$ 时，R_p^n 的行向量为单位向量，且

$$R_p^n \circ (0,0,1,0,0)^{\mathrm{t}} = [1,1,1,1,1]^{\mathrm{t}}.$$

由推论可知，模糊控制器式(13)仍然可以将水位在任意初始状态下控制在 O 点附近.

若水位动态特性式(12)不变，而把控制规则式(13)的 r_{c5} 改为：

$$\text{if } E_k \text{ is PB, then } U_k \text{ is ZE} \tag{14}$$

则

$$R_C = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

此时闭环语言关系矩阵为：

$$R_p = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

显然当 $n \geqslant 2$ 时有

$$R_p^n=\begin{bmatrix}1&0&0&0&0\\0&0&1&0&0\\0&0&1&0&0\\0&0&1&0&0\\0&0&1&1&0\end{bmatrix},$$

$$R_p^n\circ(0,0,1,0,0)^{\tau}=(0,1,1,1,1)^{\tau},$$

故控制系统不能在任意状态下将水位控制在 O 点附近. 但由定理 2 知，系统在初始状态 PS，ZE，NS 和 NB 下可稳定于点 O 附近，而在初始状态 PB 时则不能. 这可从式(12) 中的规则 r_{21} 和控制规则式(14) 中体会出来. 因为这时有闭环关系：

$$\text{if}\quad E_k\quad \text{is}\quad \text{PB},\quad \text{then}\quad E_{k+1}\quad \text{is}\quad \text{PB}.$$

上面的分析结果与文献[3]是完全一致的，可见本文所提出的模糊系统分析方法是有效的.

4 结　论

本文提出了一种模糊系统的语言分析方法. 用该方法可方便地由模糊开环系统和模糊控制器计算出模糊闭环系统. 利用语言关系矩阵可方便地分析模糊系统的语言稳定性. 由两个例子可见该分析方法是有效的且合理的. 由于该方法不涉及模糊集的具体定义，可能会给控制系统的设计及具体应用带来方便.

参 考 文 献

[1] Lee, C. C.. Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller——Part Ⅰ; Part Ⅱ, IEEE Trans. Syst. Man. and Cybern, 1990, SMC-20(2): 404—418

[2] Sugeno, M.. An Introductory Survey of Fuzzy Control. Information Sciences, 1985, 36: 59—83

[3] 陈建勤，吕剑虹，陈来九. 模糊控制系统的闭环模型及稳定性分析. 自动化学报，1994，20(1)：1—8

[4] Pedrycz, W.. An Identification Algorithm in Fuzzy Relational Systems. Fuzzy Sets and Systems, 1984, 13: 153—167

[5] Chen, J. Q., Chen L. J.. Study on Stability of Fuzzy Closed-Loop Control Systems. Fuzzy Sets and Systems, 1993, 57: 159—168

[6] Gupta, M. M, Trofan, G. M. and Kiszka, J. B. Controllability of Fuzzy Control Systems. IEEE Trans. Syst. Man. and Cybern, 1986, SMC-16(4): 576—582

A Linguistic Analysis Method For Fuzzy Closed Loop System

JU Gang　and　CHEN Laijiu

(Department of Power Engineering, Southeast University · Nanjing, 210018, PRC)

Abstract: A linguistic relation model of fuzzy closed loop systems is deduced based on the rule model of the controlled process in this paper. The stability of fuzzy systems is discussed by means of linguistic relation matrix, and the sufficient and necessary conditions of the fuzzy systems' stability is given. Two examples show the proposed method is useful.

Key words: fuzzy control; fuzzy reasoning; stability

本文作者简介

睢　刚　1988年7月毕业于东南大学动力系.1991年3月获硕士学位.现为东南大学动力系讲师,在职博士生.主要从事火电厂热工过程控制的科研工作.目前研究领域是模糊控制.

陈来九　见本刊1995年第5期640页.

中国智能机器人'95研讨会会议纪要

中国智能机器人'95学术研讨会于1995年10月21日—26日在长沙中南工业大学召开.这是一次关于智能机器人领域的全国性学术大会,来自全国的代表、专家和领导以及国家科委、国家自然科学基金委和国家863计划智能机器人专家组代表共100多人出席了这次盛会.

大会开幕式上,国家科委高技术司自动化领域办公室主任李武强高工代表国家科委和863计划自动化领域专家委员会首席科学家蒋新松院士,国际科技学会委员、中国科学院院士张钟俊教授,国防科技大学校长、中国工程院院士郭桂蓉教授,湖南省科委主任张寅南教授,中南工业大学党委书记汪诗训教授和中南工大信息工程学院院长沈德耀教授先后在会上致词,并表示祝贺.中国工程院院士钟掘教授、湖南省政协副主席何绍勋教授、国家自然科学基金委员会自动化学科主任徐孝涵教授、国家863计划智能机器人主题专家组成员贾培发教授、黑龙江省科学院院长张铨教授、国务院学位委员会和国家自然科学基金委员会学科组专家吴沧浦教授、国务院学位委员会自动控制学科组专家常文森教授等也出席了大会开幕式.中国人工智能学会、中国宇航学会机器人专业委员会、中国有色金属学会计算机与自动化专业委员会、全国高校机电自动化及机器人研究会等单位发来贺电贺信,热烈祝贺大会顺利召开.中国科学院副院长胡启恒院士、中国科学院副院长路甬祥院士、国务院学位委员会自动化学科组专家冯纯伯教授和彭嘉雄教授、以及国家863计划第二届智能机器人专家组组长卢桂章教授等来信来电祝贺.

大会主席、中国智能机器人专业委员会主任蔡自兴教授致开幕词,并作了《智能机器人技术的发展趋势与对策》的报告.蒋新松院士的报告《国际无人无缆潜水技术的发展》在大会上作了宣读.王炎、吴沧浦、张铨、张国荣和严学高等教授先后作了大会报告.

本次会议得到全国从事智能机器人研究及应用单位及其科技人员的大力支持.大会程序委员会共收到应征论文一百多篇,经过评审后录用90篇,收入论文集,由《中国有色金属学报》正式出版.论文涉及机器人综论、机器人体系结构、机器人运动学和动力学、机器人控制及智能控制、机器人视觉与传感系统、人工神经网络应用、机器人规划、机器人语言及其它智能技术等.许多论文的研究工作得到了国家八五攻关项目、国家自然科学基金、国家863计划及各部委和省科学基金的支持.大多数论文具有较高的学术水平和应用价值.论文的研究工作反映出我国智能机器人技术研究的丰硕成果和最新进展.与会代表和专家在大会和三个分会场上认真地宣读了论文,并进行了热烈讨论,交流了各自的研究成果与经验,检阅了近两年来我国智能机器人研究的进展,探讨了国内外智能机器人的发展趋势以及我国发展智能机器人的策略.大家认为,本次会议对促进我国智能机器人的发展具有重要意义.

大会期间,中国智能机器人专业委员会举行了一届二次会议.会议听取、讨论和通过了《中国智能机器人专业委员会工作报告》和《中国人工智能学会智能机器人专业委员会工作条例》,并讨论了下届研讨会的主题和举办地点等问题.与会代表对各级领导和科学家的热情鼓励、对大会顾问、国家科委高技术司、国家自然科学基金委、863智能机器人专家组和湖南省科委领导和专家的热情指导、对大会程序委员会和组织委员会的辛勤劳动、对承办单位中南工业大学信息工程学院和中南工业大学科协的大力支持与热情接待表示衷心感谢.大家对本次会议的各项工作表示满意,并对会议取得园满成功表示热烈祝贺.