

DOI:10.3969/j.issn.1673-4785.201210019

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/23.1538.TP.20130515.0836.001.html>

# 采用 Leader-follower 和模糊反馈机制的 机器鱼队形控制

单素素, 纪志坚, 翟海川

(青岛大学 自动化工程学院, 山东 青岛 266071)

**摘要:**在 Leader-follower 框架下的多机器鱼系统队形控制中, 针对 Leader 和 Follower 相对独立及落后机器鱼离队等问题, 在传统的 Leader-follower 队形控制算法中引入模糊反馈控制器进行反馈调节, 使得领航机器鱼 Leader 能定时检查 Follower 的位置, 将多机器鱼系统的队形控制问题转化为具有反馈调节的 Follower 跟踪 Leader 的位置和方向的问题, 以增强多机器鱼队形控制的稳定性, 更好地协同作业完成任务. 仿真试验验证了所提出的方法能较好地实现多机器鱼系统的队形控制.

**关键词:**多机器鱼系统; 队形控制; Leader-follower; 模糊反馈控制器; 反馈调节; 协同作业

**中图分类号:**TP242.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-4785(2013)03-0247-07

中文引用格式: 单素素, 纪志坚, 翟海川. 采用 Leader-follower 和模糊反馈机制的机器鱼队形控制[J]. 智能系统学报, 2013, 8(3): 247-253.

英文引用格式: SHAN Susu, JI Zhijian, ZHAI Haichuan. The formation control of multi-robot fish based on leader-follower and fuzzy feedback mechanism[J]. CAAI Transactions on Intelligent Systems, 2013, 8(3): 247-253.

## The formation control of multi-robot fish based on leader-follower and fuzzy feedback mechanism

SHAN Susu, JI Zhijian, ZHAI Haichuan

(College of Automation Engineering, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

**Abstract:** In the formation control of multi-robot fish under the leader-follower framework, the fuzzy feedback controller was introduced to traditional leader-follower formation control algorithm in efforts to cope with the relative independence of the leader and followers, as well as the desertion of the laggard robot fishes. The goal was to ensure that the pilot robotic fish could check the position of followers regularly. In order to enhance the stability of the formation control of multi-robot fish and complete the task of collaborative operation, the formation control problem of multi-robot fish system was transformed into the problem of followers' tracking the position and orientation of the leader with the addition of the feedback regulation. Simulations verify that the proposed method can better realize the formation control of the robotic fish system.

**Keywords:** multi-robot fish system; formation control; leader-follower; fuzzy feedback controller; feedback regulation; collaborative operation

在多机器鱼系统中协作是必不可少的, 而机器鱼的队形控制则是一个具有典型性和通用性的协作

问题, 是多机器鱼协作的基础<sup>[1]</sup>. 无论是从提升机器鱼的智能化水平还是从加快其实用化进程来说, 多机器鱼队形控制研究都有着及其重要的意义和价值<sup>[2-3]</sup>.

多条机器鱼通过队形控制策略, 能在某种环境

收稿日期: 2012-10-12. 网络出版日期: 2013-05-15.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61075114, 41076062).

通信作者: 纪志坚. E-mail: jizhijian@pku.org.cn.

约束下,始终保持一定的队形<sup>[4-7]</sup>前进.这种策略一般包含 2 个步骤:1) 依据所处环境,确定各机器鱼的目标位置;2) 再由控制策略得到控制命令,机器鱼在控制命令的约束下便能以一定的队形运行到目标位置.目前,大致有 3 种方法可以应用于机器鱼队形控制,即 Leader-follower 算法<sup>[8]</sup>、基于行为算法<sup>[9]</sup>和虚拟结构法<sup>[10]</sup>.其中,Leader-follower 算法是将队形中的机器鱼划分为 Leader 和 Follower 2 个角色,Follower 的运行状态由 Leader 决定,进而实现队形控制.这种控制方法比较简单,但因 Leader 与 Follower 之间没有信息反馈,相对独立,在复杂环境中 Follower 在跟踪过程中容易丢失<sup>[8]</sup>.一些文献中给出了针对该算法缺点的解决方法,文献[11]应用精确反馈线性化方法设计控制器来确保编队的渐近稳定.本文则是在 Leader-follower 算法的基础上引入模糊反馈控制器,使得 Follower 能够实时地将队形信息通过模糊控制器反馈给 Leader,确保 Leader 及时调整自身运行状态,使落后或离队的 Follower 可以通过反馈调节作用重新回归队伍,以更好地实现队形控制.

### 1 基本的 Leader-follower 队形控制策略

由多条机器鱼组成一个群体中,一条机器鱼为 Leader,其他的鱼均为 Follower,各个 Follower 与 Leader 都有一定的相对位置关系,并同时跟踪 Leader 的位置及方向<sup>[12]</sup>.Leader 可以控制整个系统的运动趋势,其状态由所有 Follower 共享<sup>[13]</sup>,由此实现多机器鱼的队形控制.

基本的 Leader-follower 队形控制策略还衍生出很多扩展形式,比如单一 Leader 的  $l-\varphi$  算法、多个 Leader 的  $l-l$  算法以及跟踪链算法等.目前,基于 Leader-follower 队形控制中多采用  $l-\varphi$  控制方法<sup>[14]</sup>.而编队队形中按跟踪的拓扑结构,又可分为串联编队和并联编队.在串联编队结构中,每个 Follower 根据与它相邻近的机器鱼来确定自己的位置;并联编队结构中,Follower 则是根据 Leader 的位置去确定自身位置.文献[15]对比分析了这 2 种拓扑结构的稳定性,在群体中只存在单一 Leader 时,并联编队的稳定度要优于串联编队.在本文中,采用并联结构来对机器鱼进行控制.

#### 1.1 Leader 向目标点运行

在 Leader-follower 队形控制策略中,Leader 作为这个队形的参照物,对整个队列能否准确运行到目标位置起决定作用.在这里先分析 Leader 的运行

状态,确保它必须向目标位置行进.构建 Leader 的运动模型<sup>[16]</sup>,如图 1 所示.

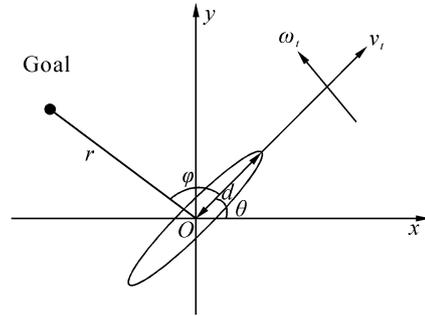


图 1 Leader 的运动模型

Fig.1 Movement model of Leader

设定  $O$  点为机器鱼的参考原点,根据 Leader 的运动模型,并考虑机器鱼有效旋转半径  $d$  的影响,可得式(1)<sup>[16]</sup>:

$$\begin{cases} \dot{r} = dw_l \sin \varphi - v_l \cos \varphi; \\ \dot{\varphi} = \frac{v_l \sin \varphi}{r} + \frac{dw_l \cos \varphi}{r} - \omega_l. \end{cases} \quad (1)$$

式中: $r$  为机器鱼参考原点与目标点的距离, $\varphi$  为机器鱼中心线与目标点的夹角.

控制的最终目标是使 Leader 到达目标点,即  $r=0, \varphi=0$ .可以将控制策略定义为:

$$\begin{cases} \dot{r} = -\alpha_1 r; \\ \dot{\varphi} = -\alpha_2 \varphi. \end{cases} \quad (2)$$

式中: $\alpha_1, \alpha_2$  是给定的比例系数,二者均为正数.将式(1)、(2)联立可以解得控制变量为:

$$\begin{cases} w_l = \frac{\alpha_1 \sin \varphi + \alpha_2 \varphi \cos \varphi}{r \cos \varphi - d} r; \\ v_l = \frac{\alpha_1 (r - d \cos \varphi) + d \varphi \alpha_2 \sin \varphi}{r \cos \varphi - d} r. \end{cases}$$

考虑到  $(v_{lmax}, w_{lmax})$  的限制,控制变量应为:

$$w_l = \begin{cases} w_{lmax}, & w_l > w_{lmax}; \\ w_l, & -w_{lmax} \leq w_l \leq w_{lmax}; \\ -w_{lmax}, & w_l < -w_{lmax}. \end{cases}$$

$$v_l = \begin{cases} v_{lmax}, & v_l > v_{lmax}; \\ v_l, & -v_{lmax} \leq v_l \leq v_{lmax}; \\ -v_{lmax}, & v_l < -v_{lmax}. \end{cases}$$

#### 1.2 队形保持

本文采用  $l-\varphi$  控制的方法<sup>[14]</sup>来保持队形.它是通过控制 2 条机器鱼之间的相对距离  $l$  和相对角度  $\varphi$ ,使之达到一对理想值  $(l_d, \varphi_d)$ ,从而形成和保持一个良好的编队队形,如图 2 所示.

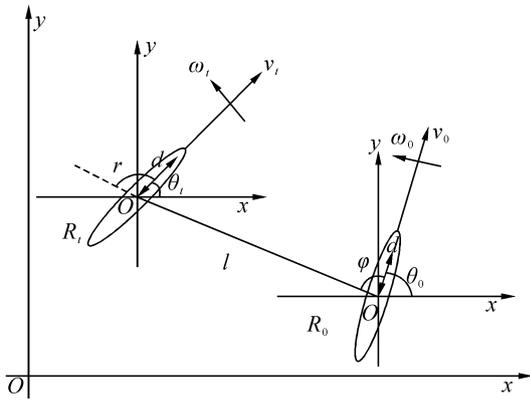


图 2 基于  $l-\varphi$  的队形保持

Fig.2 Formation keeping based on  $l-\varphi$

下面以一个由 2 条机器鱼组成的系统为例,给出该算法的详细说明.在控制过程中,领航机器鱼 Leader 的状态表示为  $R_0(x_0, y_0, v_0, w_0)$ , 跟随机器鱼 Follower 的状态表示为  $R_i(x_i, y_i, v_i, w_i)$ , 机器鱼线速度的正方向为机器鱼前行的方向,角速度的正方向为逆时针方向.根据队形要求, Follower 相对于 Leader 的相对参数为  $(l, \varphi)$ , 如图 2 所示, 可得式 (3)<sup>[16]</sup>:

$$\begin{cases} \dot{l} = v_i \cos r - dw_i \sin r - v_0 \cos \varphi + dw_0 \sin \varphi; \\ \dot{\varphi} = \frac{1}{l}(v_0 \sin \varphi + dw_0 \cos \varphi - v_i \sin r - dw_i \cos r - lw_0). \end{cases} \quad (3)$$

式中:  $w_0, w_i$  分别为 Leader 和 Follower 的角速度,  $\theta_0, \theta_i$  分别为 Leader 和 Follower 运动方向与正  $x$  轴的夹角, 由几何知识可知  $r = \varphi + \theta_0 - \theta_i$ ,  $l_d, \varphi_d$  分别为队形要求中 Follower 相对于 Leader 的理想距离和方位角.为使 2 条机器鱼保持一定的队形, 控制的最终目标为  $(l-l_d) \rightarrow 0, (\varphi-\varphi_d) \rightarrow 0$ . 将控制策略定义为:

$$\begin{cases} \dot{l} = \beta_1(l_d - l); \\ \dot{\varphi} = \beta_2(\varphi_d - \varphi). \end{cases} \quad (4)$$

将式(3)、(4)联立可解得控制变量为:

$$\begin{cases} w_i = -\frac{\cos r}{d}[\beta_2 l(\varphi_d - \varphi) - v_0 \sin \varphi - dw_0 \cos \varphi + lw_0 + \rho \sin r]; \\ v_i = \rho + dw_i \tan r. \end{cases}$$

式中:  $\rho = \frac{\beta_1(l_d - l) + v_0 \cos \varphi - dw_0 \sin \varphi}{\cos r}$ .

同样, 考虑到  $(v_{imax}, w_{imax})$  的限制, 控制变量应变为:

$$w_i = \begin{cases} w_{imax}, & w_i > w_{imax}; \\ w_i, & -w_{imax} \leq w_i \leq w_{imax}; \\ -w_{imax}, & w_i < -w_{imax}. \end{cases}$$

$$v_i = \begin{cases} v_{imax}, & v_i > v_{imax}; \\ v_i, & -v_{imax} \leq v_i \leq v_{imax}; \\ -v_{imax}, & v_i < -v_{imax}. \end{cases}$$

由此可以看出, 在  $l-\varphi$  算法中, 只要给定领航机器鱼的角速度、线速度、位置和航向, 跟随者就可以保证向着与领航机器鱼相对距离为  $l$  和相对方向为  $\varphi$  的位置移动, 实现队形的保持.

## 2 基于 Leader-follower 算法引入反馈调节的多机器鱼队形控制

### 2.1 基本思想

在传统的 Leader-follower 算法中, 机器鱼系统的队形控制简单且稳定, 但 Leader 和 Follower 相对独立, 在复杂环境中易出现离队现象. 本文在保留 Leader-follower 算法优点的基础上引入反馈环节, 使机器鱼队伍在复杂环境中能更好地保持队形并避开障碍物, 多机器鱼的队形控制更加有效. 具有反馈调节的队形控制结构如图 3 所示.

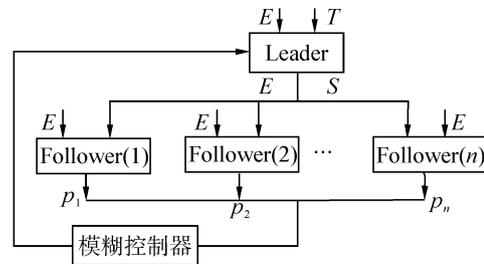


图 3 具有反馈调节的 Leader-follower 队形控制结构

Fig.3 Leader-follower formation control structure with feedback regulation

### 2.2 基本原理

本文设计的具有反馈调节的 Leader-follower 队形控制的基本原理如下:

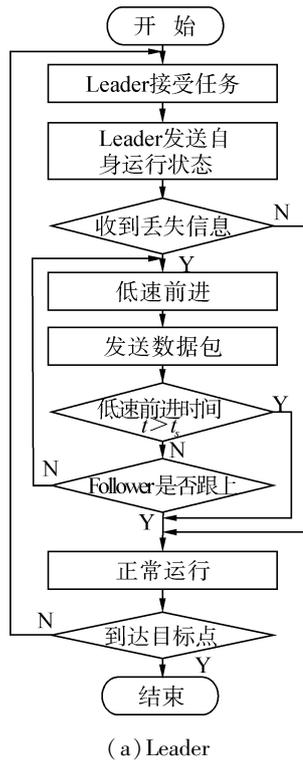
1) 开始时 Leader 接受任务  $T$ , 然后根据外界环境  $E$  规划运动路径, 并将自身的运行状态  $R_0(x_0, y_0, v_0, w_0)$  发送给每个 Follower.

2) 每个 Follower 根据接收到的信息计算自己在队形中的相对位置  $p_i = (x_i, y_i) (i = 1, 2, \dots, n)$ , 结合外界环境  $E$ , 根据队形控制策略产生控制变量, 即  $(v_i, w_i)$ .

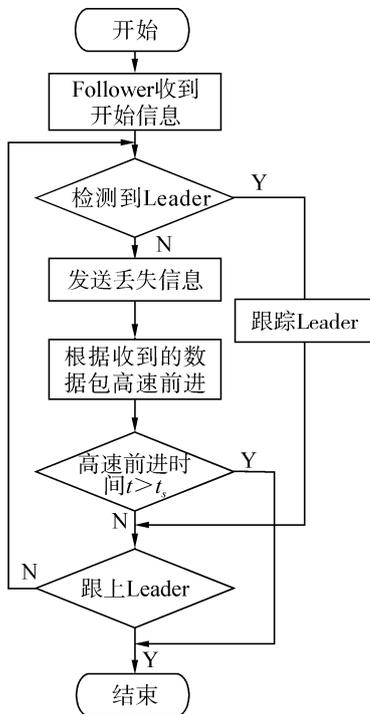
3) 队形信息  $P = (p_1, p_2, \dots, p_n)$  通过模糊控制器反馈给 Leader, 其中  $p_1$  为 Follower(1) 的相对位置. 正常运行时 Leader 不将队形反馈信息作为自己运行的依据, 仅依靠 Follower 自身调整运行状态来提高队形保持率. 当个别机器鱼有离队现象时, Leader 开始低速前进, 同时离队的 Follower 开始高速前进, 使得落后的机器鱼能够回归队伍, 防止 Follower 掉

队.在特殊情况下,如等待时间  $t > t_s$  而 Follower 仍不能跟上 Leader,这时 Leader 会放弃故障机器鱼,恢复正常运行.

队形保持算法流程图如图 4 所示.



(a) Leader



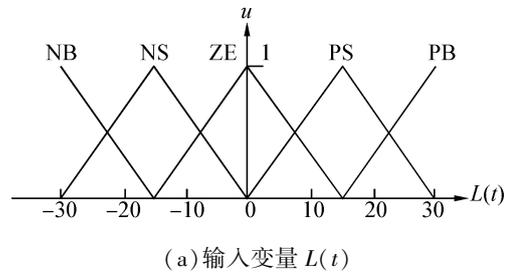
(b) Follower

图 4 队形保持算法流程

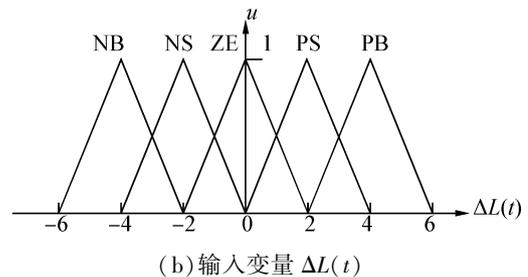
Fig.4 Algorithm flowchart of keeping formation

### 2.3 反馈控制器的设计

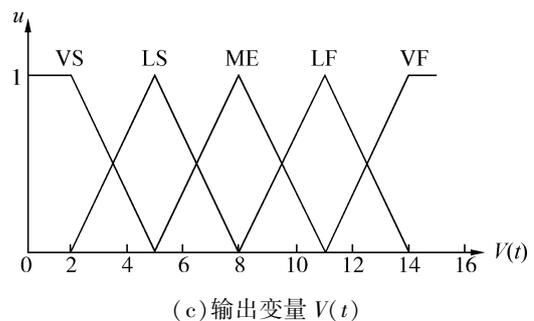
本文以一个由 2 条机器鱼所组成的系统为例进行反馈控制器的设计.所设计的反馈控制器有 4 个输入变量,分别对应 2 个输出变量,而且这 2 个输出变量是并列关系.首先使用  $t$  时刻跟随者与领航者之间的理想距离与实际距离之差  $L(t) = l_d - l$ ,以及差值变化率  $\Delta L(t)$  作为输入变量,领航机器鱼在  $t$  时刻的速度档位  $V(t)$  作为输出变量.其中,  $L(t)$  的论域为  $[-30, 30]$ ,模糊集表示为  $\{NB, NS, ZE, PS, PB\}$ ;差值变化率  $\Delta L(t)$  的论域为  $[-6, 6]$ ,模糊集表示为  $\{NB, NS, ZE, PS, PB\}$ ;输出变量  $V(t)$  的论域为  $[1, 15]$ ,模糊集表示为  $\{VS, LS, ME, LF, VF\}$ .输入输出各模糊控制变量的隶属度函数如图 5 所示.



(a) 输入变量  $L(t)$



(b) 输入变量  $\Delta L(t)$



(c) 输出变量  $V(t)$

图 5 距离输入输出变量的隶属度函数

Fig.5 Membership function of the position input variable and position output variable

其次,以  $t$  时刻跟随者与领航者之间的理想方位角与实际方位角之差  $\theta(t) = \varphi_d - \varphi$ ,以及差值变化率  $\Delta\theta(t)$  作为输入变量,领航机器鱼  $t$  时刻的方向档位  $P(t)$  作为输出变量.对差值  $\theta(t)$  进行模糊化可以得到  $\{NB, NS, ZE, PS, PB\}$ ;对差值变化  $\Delta\theta(t)$  进

行模糊化可得 {NB, NS, ZE, PS, PB}; 输出变量  $P(t)$  的论域为  $[-7, 7]$ , 其模糊集为 {LB, LS, ME, RS, RB}. 输入输出各模糊控制变量的隶属度函数如图 6 所示.

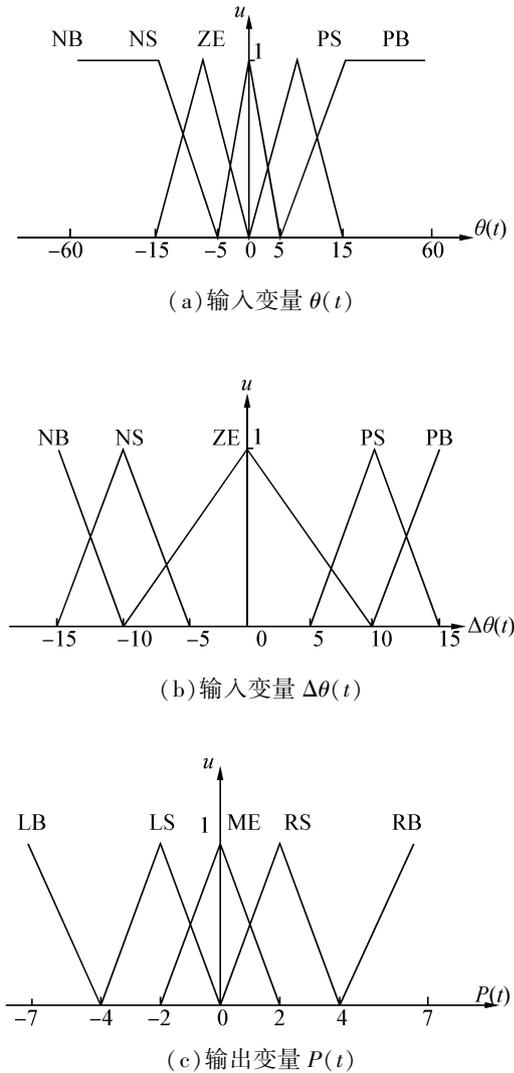


图 6 方位角输入输出变量的隶属度函数

Fig.6 Membership function of the orientation input variable and orientation output variable

由于模糊控制器的 2 个输出变量是并列关系, 因此需要建立 2 个并列的规则库, 其模糊推理规则可以分别表示为:

If  $L(t)$  and  $\Delta L(t)$ , then  $V(t)$  ;

If  $\theta(t)$  and  $\Delta\theta(t)$ , then  $P(t)$  .

经过多次试验后, 可以得到相应的模糊控制规则表, 如表 1 和 2 所示. 在经过模糊化和模糊推理建立模糊规则后, 基于最大隶属度法, 将得到的输出变量进行清晰化. 这样就可以得到精确的速度档位和方向档位值, 即领航机器鱼为了更好地保持队形即将执行的 2 个游动指令.

表 1 机器鱼速度档位控制规则表

Table 1 Speed stalls control rule table of multi-robot fish

$\Delta L(t)$	$V(t)$				
	$L(t)=$ NB	$L(t)=$ NS	$L(t)=$ ZE	$L(t)=$ PS	$L(t)=$ PB
NB	VS	VS	VS	ME	LF
NS	VS	VS	LS	ME	LF
ZE	LS	LS	ME	LF	LF
PS	LS	ME	LF	VF	VF
PB	LS	ME	VF	VF	VF

表 2 机器鱼方向档位控制规则表

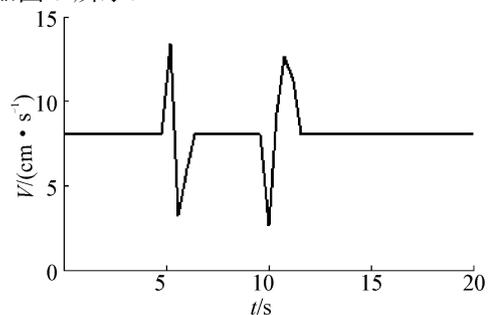
Table 2 Direction stalls control rule table of multi-robot fish

$\Delta\theta(t)$	$P(t)$				
	$\theta(t)=$ NB	$\theta(t)=$ NS	$\theta(t)=$ ZE	$\theta(t)=$ PS	$\theta(t)=$ PB
NB	LB	LB	LS	ME	RS
NS	LB	LB	LS	ME	RS
ZE	LB	LS	ME	RS	RB
PS	LS	ME	RS	RB	RB
PB	LS	ME	RS	RB	RB

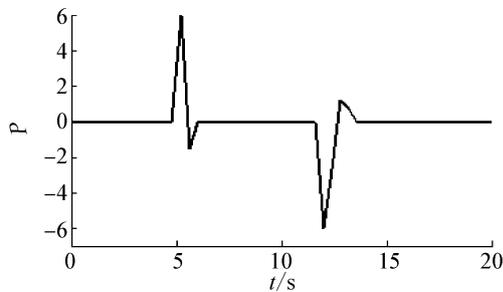
### 3 仿真实验与分析

在实验仿真过程中, 以 2 条机器鱼在复杂环境中保持一定队形, 并运动到指定位置为目标. 首先 Leader 根据环境信息自主规划运动路径, 并将自身的状态信息传递给各个 Follower. 然后每个 Follower 分别计算自己在队形中的位置并将自身的信息反馈给 Leader. 最终在正常运行状态下, Leader 不受队形反馈信息的影响, 队形仅依靠 Follower 自行调整速度和方位角来保持.

利用 MATLAB 工具, 根据各控制变量的隶属度函数及模糊规则建立模糊反馈控制器, 并将其导入到 Simulink 工作区, 搭建出反馈控制环节. 实验中, 在 5 s 时加入扰动, 使 Follower 与 Leader 之间的距离和方位角均偏离理想值; 在 10 s 时加入扰动仅使距离偏离理想值; 在 12 s 时再次加入扰动仅使方位角偏离理想值. 得到 Leader 的速度档位和方向档位波形图如图 7 所示.



(a) 速度档位



(b) 方向档位

图 7 Leader 的速度档位和方向档位

Fig.7 Speed and direction stalls of the leader

从仿真结果可以看出,当 Follower 与 Leader 之间的距离或方位角偏离理想值时,在反馈调节作用下 Leader 在速度和方向档位上均能及时作出响应,使整个队形尽快恢复到正常运行状态。

根据基于 Leader-follower 队形控制的基本原理及算法流程图编写 m 文件,并在 m 文件中调用 Simulink 中搭建的反馈调节模块.多机器鱼系统加入反馈调节后的队形控制仿真结果如图 8 所示.仿真结果表明多机器鱼系统在复杂环境下实现了队形控制,没有出现落后机器鱼离队和死锁等问题。

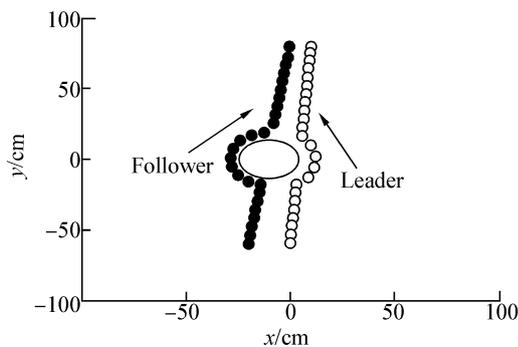


图 8 基于 Leader-follower 的多机器鱼系统队形控制仿真

Fig.8 Formation control simulation figure of multi-robot fish system based on the leader-follower

#### 4 结束语

本文以机器鱼系统为研究对象,在 Leader-follower 算法的基础上引入模糊反馈控制器,使得领航机器鱼 Leader 能定时检查 Follower 的位置,保证落后和离队的 Follower 相应地调整自身的运行状态顺利归队.由仿真结果可以看出,采用 Leader-follower 和模糊反馈机制相结合的策略对机器鱼进行队形控制效果良好,既实现了多机器鱼系统的队形保持,又保证了队形运动的流畅性.这些研究成果对于多机器鱼系统后续的研究起着积极的促进作用,对机器

鱼实现编队控制,更好地完成协作任务具有非常重要的意义。

#### 参考文献:

- [1] 谭民,范永,徐国华.机器人团体协作与控制的研究[J]. 机器人, 2001, 23(2): 178-182.  
TAN Min, FAN Yong, XU Guohua. Research on control and cooperation for swarm robot systems[J]. Robot, 2001, 23(2): 178-182.
- [2] SFAKIOTAKIS M, LANE D M, DAVIES J B C. Review of fish swimming modes for aquatic locomotion[J]. IEEE Journal of Oceanic Engineering, 1999, 24(2): 237-252.
- [3] 刘军考,陈在礼,陈维山,等.水下机器人新型仿鱼鳍推进器[J].机器人, 2000, 22(5): 427-432.  
LIU Junkao, CHEN Zaili, CHEN Weishan, et al. A new type of underwater turbine imitating fish-fin for underwater robot[J]. Robot, 2000, 22(5): 427-432.
- [4] BEARD R W, LAWTON J, HADAEGH F Y. A coordination architecture for spacecraft formation control[J]. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2001, 9(6): 777-790.
- [5] YAMAGUCHI H, BURDICK J W. Asymptotic stabilization of multiple nonholonomic mobile robots forming group formations[C]//Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Leuven, Belgium, 1998: 3573-3580.
- [6] TANNER H G, PAPPAS G J, KUMAR V. Leader to formation stability[J]. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 2004, 20(3): 443-455.
- [7] DAS A K, FIERRO R, KUMAR V, et al. A vision-based formation control framework[J]. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 2002, 18(5): 813-825.
- [8] WANG P K C. Navigation strategies for multiple autonomous mobile robots moving in formation[J]. Journal of Robotic Systems, 1991, 8(2): 177-195.
- [9] KUPPAN CHETTY R M, SINGAPERUMAL M, NAGARAJAN T. Behavior based multi robot formations with active obstacle avoidance based on switching control strategy[J]. Advanced Materials Research, 2012, 433-440: 6630-6635.
- [10] 任德华,卢桂章.对队形控制的思考[J].控制与决策, 2005, 20(6): 601-606.  
REN Dehua, LU Guizhang. Thinking in formation control [J]. Control and Decision, 2005, 20(6): 601-606.
- [11] 张金学,掌明.非完整机器人 Leader-follower 编队控制器设计[J].智能计算机与应用, 2011(4): 20-22.  
ZHANG Jinxue, ZHANG Ming. Design of Leader-follower formation controller for nonholonomic mobile robots[J]. Intelligent Computer and Applications, 2011(4): 20-22.
- [12] 张磊.多智能体机器人系统设计与编队问题的研究[D].武汉:华中科技大学, 2005: 6-12.

ZHANG Lei. Research on multi-agent robots system and formation control [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2005: 6-12.

[13] 丁磊, 郭戈. 一种船队编队控制的 backstepping 方法[J]. 控制与决策, 2009, 27(2): 299-303.

DING Lei, GUO Ge. Formation control for ship fleet based on backstepping[J]. Control and Decision, 2009, 27(2): 299-303.

[14] DESAI J P, OSTROWSKI J, KUMAR V. Controlling formations of multiple mobile robots[C]//Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Leuven, Belgium, 1998: 2864-2869.

[15] 程磊. 多移动机器人协调控制系统的研究与实现[D]. 武汉: 华中科技大学, 2005: 37-42.

CHENG Lei. Research and implementation on multiple mobile robots coordination control system[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2005: 37-42.

[16] 董胜龙, 陈卫东, 席裕庚. 多移动机器人编队的分布式控制系统[J]. 机器人, 2000, 22(6): 433-438.

DONG Shenglong, CHEN Weidong, XI Yugeng. An distributed control system for multi-mobile robots formation [J]. Robot, 2000, 22(6): 433-438.

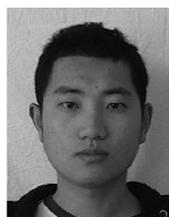
#### 作者简介:



单素素, 女, 1988 年生, 硕士研究生, 主要研究方向为多智能体系统.



纪志坚, 男, 1973 年生, 教授, 博士生导师, 博士, 主要研究方向为群体系统动力学与协调控制、复杂网络、切换动力系统的分析与控制、系统生物以及基于网络的控制系统等. 先后主持国家自然科学基金 2 项, 参与国家自然科学基金及国家“973”和“863”计划项目多项. 发表学术论文 40 余篇, 其中被 SCI 检索 16 篇、EI 检索 30 余篇.



翟海川, 男, 1988 年生, 硕士研究生, 主要研究方向为多智能体系统.

## 第 14 届 IEEE 国际计算智能信息研讨会 14th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics

Authors are welcome to submit original and unpublished papers and attend the 14th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics to be held on November 19—21, 2013 in Budapest, Hungary.

The Symposium is organized with the focus of bringing together scientists from any country working on computational intelligence and its applications with the aims at providing an opportunity for sharing and discussing the recent research developments in this field. The idea is to have a small number of lecturers and participants in a relaxed and informal atmosphere.

#### Author's Schedule

Full paper submission: August 12, 2013

Notification: September 9, 2013

Final manuscript submission: October 7, 2013

#### Contact

Secretary Anikó Szaká Óbuda University

E-mail: szakal@uni-obuda.hu

Website: <http://conf.uni-obuda.hu/cinti2013/index.html>