

文章编号: 1001-0920(2007)08-0918-04

基于 Lyapunov 函数方法的时滞车辆纵向跟随控制

任殿波^{a,b}, 张继业^a

(1. 西南交通大学 a. 牵引动力国家重点实验室, b. CAD 工程中心, 成都 610031)

摘要: 应用向量 Lyapunov 函数方法和比较原理, 基于非线性车辆动态耦合模型, 研究具有时间滞后的车辆跟随系统的指数稳定性问题, 得到了车辆跟随系统的指数稳定性判据. 根据滑模控制策略确定了车辆跟随系统的纵向控制规律, 基于稳定性准则设计了车辆纵向跟随控制器参数. 仿真结果表明, 基于该方法设计的车辆纵向跟随控制器能使跟踪误差具有较快的收敛率.

关键词: 智能交通系统; 自动车辆跟随系统; 控制; 向量 Lyapunov 函数方法; 时间滞后

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A

Lyapunov function approach to longitudinal following control of vehicles in platoon with delays

REN Dian-bo^{a,b}, ZHANG Ji-ye^a

(a. State Key Laboratory of Traction Power, b. CAD Engineering Center, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China. Correspondent: REN Dian-bo, E-mail: rdianbo@tom.com)

Abstract: By using the vector Lyapunov function and comparison method, based on the nonlinear dynamically coupled model of string of vehicles, the exponential stability of vehicle following systems with delays is studied. The new stability sufficient condition is obtained. Based on the new results for the exponential stability of string of vehicle, applying sliding mode control method, the longitudinal control laws for each vehicle in the platoon are obtained and the longitudinal following controllers are designed. The simulation result shows that the convergence rates of spacing errors and velocity errors of the vehicle platoon are fast by using the controller.

Key words: Intelligent transportation system; Automated vehicle following system; Control; Vector Lyapunov function method; Time delays

1 引言

自动化公路系统(AHS)主要研究目的是使公路系统以及车辆具有一定的智能,依靠智能实现车辆的自动驾驶,并将交通流调整至最佳状态,减少人工驾驶引起的交通事故,提高整个公路系统的安全性和运行效率. AHS 研究的一项重要内容是车辆的编队控制^[1-3],即把进入高速公路的车辆组成车队,车辆间设定固定的间距,车辆入队后自动行驶,通过在车体上设计安装跟随控制器,由控制器根据车队领头车辆和前面车辆的状态信息产生控制命令,实现车辆自动跟随,使车辆间的车距自动保持在规定的范围内.

车辆跟随控制分为纵向跟随控制和侧向跟随控制. 关于车辆纵向跟随控制器的设计有很多策略,如

文献[4-7]研究了基于 PID 控制类型的设计方法;文献[8-11]利用了滑模控制策略;文献[12]采用了模糊控制方法. 文献[8]在研究车辆跟随系统的稳定性时采用了标量 Lyapunov 函数方法,而标量 Lyapunov 方法在分析具有强耦合的非线性系统稳定性时效果不理想^[13]. 文献[9]利用向量 Lyapunov 函数方法,通过集结比较方程,分别对有限维和无限维的车辆跟随系统的稳定性进行了研究,得到了比文献[8]更大的系统参数稳定区域.

鉴于信息的传输和车辆的动力学行为对控制指令具有时间滞后,而文献[8,9]没有考虑时间滞后因素,本文利用向量 Lyapunov 函数法,研究具有时滞的车辆跟随系统的稳定性以及车辆纵向跟随控制器的设计.

收稿日期: 2006-05-21; 修回日期: 2006-12-22.

基金项目: 新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-04-0889); 四川省青年科技基金项目(05ZQ026-015).

作者简介: 任殿波(1968 →),男,山东利津人,博士生,从事交通信息工程及控制的研究; 张继业(1965 →),男,四川夹江人,教授,博士生导师,从事车辆动力学与控制、智能交通系统的研究.

2 车辆跟随系统的稳定性分析

与含时滞的车辆跟随系统相联系的微分方程

为

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = f_1(x_1, 0, 0), \\ \dot{x}_i = f_i(x_i, x_{i-1}(t - \tau_i), \dot{x}_{i-1}(t - \tau_i)), \\ \quad i = 2, 3, \dots \end{cases} \quad (1)$$

其中 $x_i \in R^n, f_i: R^n \times R^n \times R^n \rightarrow R^n$, 且 $f_i(0, 0, 0) = 0, \tau_i \in [0, +\infty)$ 表示固定的时间延迟. 假定系统 (1) 的初始条件为 $x_i(s) = \phi_i(s), -\tau_i < s < 0, \phi_i$ 在区间 $(-\tau_i, 0]$ 上有界且连续; 假设系统 (1) 存在零解, 且零解是其唯一的平衡点.

本文中, f 表示 Euclidean 范数; $f_i(t)$ 定义为 $\sup_{t \in [0, t_0]} f_i(t)$, $f_i(s)$ 定义为 $\sup_{s \in (-\tau_i, 0]} f_i(s)$.

引理 1 假定 $v_i(t) > 0 (\forall t \geq 0, i = 1, \dots, N)$, 且满足微分不等式

$$\dot{v}_i - g_i(v_i, v_{i-1}(t - \tau_{i-1}), \dots, v_1(t - \tau_{i-1}), t) \times [-\alpha v_i^m + \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j v_{i-j}^m(t - \tau_j)] < 0, \quad i = 1, 2, \dots \quad (2)$$

对于 $v_i > 0$, 有 $g_i(\cdot) > 0; \alpha > 0, \beta_j \geq 0, \beta_j = 0 (j < i); \tau_j \in [0, +\infty)$ 为一常数. 如果存在 $v = (v_{10}, v_{20}, \dots)$ 使得

$$-\alpha v_{i0}^m + \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j v_{i-j,0}^m < 0, i = 1, 2, \dots, \quad (3)$$

且 $\inf_i \{v_{i0}\} = \delta > 0, \sup_i \{v_{i0}\} = M > 0$, 则对于任意给定的 $\epsilon > 0$, 存在 $\delta > 0$ 使得 $\sup_i v_i(s) < \delta \Rightarrow \sup_i v_i(t) < \epsilon$.

证明 对于任意给定的 $\epsilon > 0$, 存在 $l_0 > 0$ 满足 $\delta = \inf_i \{l_0 v_{i0}\}, \epsilon = \sup_i \{l_0 v_{i0}\}$. 引入集合

$$\begin{aligned} Z &= \{z(l) : z_i = l v_{i0}, l > 0, i = 1, 2, \dots, N\}, \\ O &= \{u : u_i = l_0 v_{i0}, u_j = l_0 v_{j0}, \\ &\quad j = i, i, j = 1, 2, \dots, N\}. \end{aligned}$$

不难看出 $O \subset Z(z(l_0))$. 若 $\sup_i v_i(s) < \delta$, 得 $v(s) \in Z(z(l_0))$, 且 $v(s) \in O$.

下面证明, 当 $t > 0$ 时, 有 $\sup_i v_i(t) < \delta$. 用反证法. 假定存在某一时刻 $t_0 > 0$, 使得 $\sup_i v_i(t_0) = \delta$, 则存在某时刻 $t_1 \in [0, t_0]$ 和某个 i 使得 $v_i(t_1) = O$, 即

$$v_i(t_1) = l_0 v_{i0}, v_j(s) = l_0 v_{j0}, s \in (-\tau_j, t_1], \quad j = i, i, j = 1, 2, \dots$$

这就意味着在 $t = t_1$ 时, 有 $\dot{v}_i = 0$. 然而, 由式 (2) 可得

$$\dot{v}_i - g_i(v_i, v_{i-1}(t_1 - \tau_{i-1}), \dots, v_1(t_1 - \tau_{i-1}), t) \times$$

$$\begin{aligned} & [-\alpha v_i^m + \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j v_{i-j}^m(t_1 - \tau_j)] \\ & g_i(\cdot) [-\alpha v_i^m + \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j \sup_{s \in (-\tau_j, t_1]} v_{i-j}^m(s)]. \quad (4) \end{aligned}$$

再由 $g_i(\cdot) > 0$ 及式 (3) 和 (4) 可推得

$$\dot{v}_i - g_i(\cdot) [-\alpha (l_0 v_{i0})^m + \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j \sup_{s \in (-\tau_j, t_1]} v_{i-j}^m(s)]$$

$$g_i(\cdot) [-\alpha (l_0 v_{i0})^m + \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j (l_0 v_{i-j,0})^m] < 0.$$

这与 $\dot{v}_i = 0$ 是矛盾的, 所以假定不成立. 因而对任意 $\epsilon > 0$, 存在 $\delta > 0$ 使得 $\sup_i v_i(s) < \delta \Rightarrow \sup_i v_i(t) < \epsilon$.

下面在引理 1 的基础上, 给出并证明系统 (1) 的一个稳定性判定定理.

定理 1 如果系统 (1) 是有限维的, 即 $1 \leq i \leq N$, 且满足下面的条件, 则系统 (1) 的零解是全局指数稳定的:

- 1) $f_i(y_1, y_2, y_3) - f_i(z_1, z_2, z_3) = l_1(y_1 - z_1) + l_2(y_2 - z_2) + d(y_3 - z_3), 0 < d < 1;$
- 2) 对于系统 $\dot{x}_i = f_i(x_i, 0, 0), i = 1, 2, \dots, N$, 存在一个 Lyapunov 函数 $v_i(x_i)$ 和 $\tau_i, h, \beta, \gamma > 0$, 使得

$$\begin{aligned} & \tau_i x_i^{-2} v_i(x_i) - h x_i^{-2}, \\ & \frac{\partial v_i}{\partial x_i} f_i(x_i, 0, 0) - \beta x_i^{-2}, \\ & \frac{\partial v_i}{\partial x_i} - \gamma x_i^{-1}. \end{aligned}$$

证明 由条件 1) 可得

$$\begin{aligned} \dot{x}_i &= f_i(x_i, x_{i-1}(t - \tau_{i-1}), \dot{x}_{i-1}(t - \tau_{i-1})) - f_i(0, 0, 0) \\ &= l_1 x_i + l_2 x_{i-1}(t - \tau_{i-1}) + d \dot{x}_{i-1}(t - \tau_{i-1}) \\ &= l_1 x_i + (l_2 + dl_1) [x_{i-1}(t - \tau_{i-1}) + d x_{i-2}(t - 2\tau_{i-2}) + \dots + d^{i-2} x_1(t - (i-1)\tau_{i-1})]. \quad (5) \end{aligned}$$

因为 $\beta > 0$, 存在充分小的正数 ϵ 使得 $-\beta + h < 0$. 令 $w_i(x_i) = e^{\epsilon t} v_i$, 求得

$$\begin{aligned} \dot{w}_i &= \frac{\partial v_i}{\partial x_i} f_i(x_i, x_{i-1}(t - \tau_{i-1}), \dot{x}_{i-1}(t - \tau_{i-1})) e^{\epsilon t} + e^{\epsilon t} v_i = \\ &= \left\{ \frac{\partial v_i}{\partial x_i} [f_i(x_i, x_{i-1}(t - \tau_{i-1}), \dot{x}_{i-1}(t - \tau_{i-1})) - f_i(x_i, 0, 0)] + \frac{\partial v_i}{\partial x_i} f_i(x_i, 0, 0) + v_i \right\} e^{\epsilon t}. \end{aligned}$$

记 $j = j, j = 1, 2, \dots, i - 1$, 由条件 2) 及式(5) 得

$$\begin{aligned} \dot{w}_i &= e^{-\lambda t} \left[(-\lambda + h) x_i^2 + \right. \\ &\quad \left. 4 x_i (l_2 x_{i-1}(t-h) + \right. \\ &\quad \left. d \dot{x}_{i-1}(t-h)) \right] \\ &+ x_i e^{-\lambda t} \left[(-\lambda + h) x_i + \right. \\ &\quad \left. 4(l_2 + dl_1) (x_{i-1}(t-h) + \right. \\ &\quad \left. d x_{i-2}(t-h) + \dots + \right. \\ &\quad \left. d^{i-2} x_1(t-h)) \right] \\ &+ x_i e^{-\lambda t/2} \left\{ (-\lambda + h) (h^{-1} w_i)^{1/2} + \right. \\ &\quad \left. 4(l_2 + dl_1) (h^{-1} w_{i-1}(t-h))^{1/2} + \right. \\ &\quad \left. d(w_{i-2}(t-h))^{1/2} + \dots + \right. \\ &\quad \left. d^{i-2} (w_1(t-h))^{1/2} \right\}. \end{aligned}$$

因为 $-\lambda + h < 0, 0 < d < 1$, 取 $w_{1,0} = 1$, 则总能找到 $w_{i,0} > 0, i = 2, 3, \dots, N$, 使得

$$\begin{aligned} &(-\lambda + h) (h^{-1} w_{i,0})^{1/2} + \\ &4(l_2 + dl_1) (h^{-1} w_{i-1,0})^{1/2} + \\ &d(w_{i-2,0})^{1/2} + \dots + d^{i-2} < 0, \\ &i = 1, 2, \dots, N, \end{aligned}$$

满足引理 1 的条件. 因为对于任意 $\epsilon > 0$, 根据条件 2), 有 $\sup_i x_i(s) < \epsilon \Rightarrow \sup_i v_i(s) < \epsilon h^2$. 取 $\epsilon = h^{-2}$, 则有 $\sup_i v_i(s) < \epsilon$, 进一步推得 $\sup_i w_i(s) < \epsilon$. 根据引理 1, 存在 δ 使得 $\sup_i w_i(t) < \epsilon$, 再按条件 2), 得到

$$\begin{aligned} \sup_i x_i(t) &= h^{-1} (v_i(x_i))^{1/2} \\ &= h^{-1} \delta^{1/2} e^{-\lambda t/2}, i = 1, 2, \dots, N. \end{aligned}$$

所以系统(1) 的零解是全局指数稳定的.

3 车辆跟随系统的滑模控制及控制系统模型

第 i 个车辆的动力学行为可用微分方程^[9] 表示为

$$\ddot{x}_i = \frac{u_i - c_i \dot{x}_i^2 - F_i}{M_i} \quad (6)$$

其中: x_i 为车辆位移, u_i 为车辆动力, $c_i \dot{x}_i^2$ 为空气阻力, F_i 为车辆与路面之间的摩擦力, M_i 为车的质量. 领头车辆的位移、速度和加速度分别为 x_0, v_0 和 a_0 . 车间距误差定义为

$$L_i(t) = x_i - x_{i-1} - L_i, i = 1, 2, \dots, \quad (7)$$

其中 L_i 是第 i 辆车与第 $i - 1$ 辆车之间的固定间距. 采用滑模控制方法, 定义切换函数为

$$\begin{aligned} S_i &= \dot{x}_i - \dot{x}_{i-1}(t-h) + \\ &q_1 (x_i - x_{i-1}(t-h) - L_i) + \\ &q_2 (\dot{x}_i - v_0(t-h)) + \\ &+ \dots + q_i \left(x_i - x_0(t-h) - \sum_{j=1}^i L_j \right). \end{aligned} \quad (8)$$

其中: τ 为时间滞后; q_1, q_2 和 q_3 是待定参数. 令

$$\dot{S}_i + S_i = 0, i = 1, 2, \dots, \quad (9)$$

其中 $\tau > 0$. 由式(6), (8), (9) 不难得到

$$\begin{aligned} u_i &= c_i \dot{x}_i^2 + F_i + \frac{M_i}{1 + q_2} [\ddot{x}_{i-1}(t-h) + \\ &+ q_2 \dot{v}_0(t-h) - q_1 (\dot{x}_i - \dot{x}_{i-1}(t-h)) - \\ &+ q_3 (\dot{x}_i - \dot{x}_0(t-h)) - S_i]. \end{aligned} \quad (10)$$

将式(10) 代入(6) 可得

$$\begin{aligned} \ddot{x}_i &= \frac{1}{1 + q_2} [\ddot{x}_{i-1}(t-h) + q_2 \dot{v}_0(t-h) - \\ &+ q_1 (\dot{x}_i - \dot{x}_{i-1}(t-h)) - \\ &+ q_3 (\dot{x}_i - \dot{x}_0(t-h)) - S_i], \end{aligned} \quad (11)$$

再联系式(7) 可得

$$\begin{aligned} \ddot{z}_i + \dot{z}_i + \frac{q_1 + q_3}{1 + q_2} (z_i + \dot{z}_i) &= \\ \frac{1}{1 + q_2} [\ddot{z}_{i-1}(t-h) + \dot{z}_{i-1}(t-h) + \\ q_1 (\dot{z}_{i-1}(t-h) + z_{i-1}(t-h))], \\ i = 1, 2, \dots \end{aligned} \quad (12)$$

令 $z_i = \dot{z}_i + z_i$, 定义 $z_0 = 0, \dot{z}_0 = 0, \ddot{z}_0 = 0$, 取 $h_1 = \frac{q_1 + q_3}{1 + q_2}, l_2 = \frac{q_1}{1 + q_2}, d = \frac{1}{1 + q_2}$. 由式(12) 得

$$\begin{cases} \dot{z}_1 = -h_1 z_1, \\ \dot{z}_i = -h_1 z_i + l_2 z_{i-1}(t-h) + d \dot{z}_{i-1}(t-h), \\ i = 2, 3, \dots \end{cases} \quad (13)$$

不难看出, 式(13) 是(1) 的一个特例. 因为系统(13) 是基于简化的车辆模型(6) 得到的一个车辆跟随系统模型. 下面用系统(1) 的稳定性判据推导满足系统(13) 稳定性条件的控制参数.

4 控制参数的设计

如果 $q_1 > 0, q_2 > 0, q_1 + q_3 > 0$, 则有 $h_1 > 0, l_2 > 0, 0 < d < 1$. 联系式(1) 和(13) 可得

$$\begin{aligned} f(z_i, z_{i-1}(t-h), \dot{z}_{i-1}(t-h)) &= \\ &- h_1 z_i + l_2 z_{i-1}(t-h) + d \dot{z}_{i-1}(t-h) \\ &- h_1 z_i + l_2 z_{i-1}(t-h) + d \dot{z}_{i-1}(t-h) \end{aligned}$$

满足定理 1 条件 1). 令 $v_i = z_i^2$, 则有 $l_1 = 1, h = 1, a_4 = 2, a_3 = 2h_1 > 0$, 满足定理 1 条件 2). 根据定理 1, 可判定系统(13) 在有限维情况下, 其零解全局指数稳定. 再由 $z_i = \dot{z}_i + z_i, \dot{z}_i > 0$, 不难推得, 当 t 时, $|z_i(t)| \rightarrow 0$.

综合上述分析, 控制参数 q_1, q_2 和 q_3 应满足

$$q_1 > 0, q_2 > 0, q_1 + q_3 > 0. \quad (14)$$

5 数值仿真

考虑车辆跟随系统, 由 4 个车辆组成. 控制参数 q_1, q_2, q_3 和 τ 分别为 1, 2, 3 和 5, 符合有限维车辆跟随系统稳定性的判定条件(14). 时间滞后 τ 为 0.1, 车间距 $L_1 = 2, L_2 = 3, L_3 = 4$. 初始车间距误差 $z_1 = 0.6, z_2 = 0.5, z_3 = 0.4$. 初始速度 $v_0 = 25, \dot{x}_1 =$

25.5, $\dot{x}_2 = 26, \dot{x}_3 = 26.5$. 领头车辆加速度历时如下:

$$a_0 = \begin{cases} 0, & t < 4; \\ -0.25(t-4), & 4 \leq t < 7; \\ -0.75, & 7 \leq t < 10; \\ 0.25(t-10) - 0.75, & 10 \leq t < 16; \\ 0.75, & 16 \leq t < 19; \\ 0.25(19-t) + 0.75, & 19 \leq t < 22; \\ 0, & t \geq 22. \end{cases}$$

仿真结果如图 1 ~ 图 4 所示. 其中:图 1 和图 2 为采用控制律(10) 时的车辆跟随控制效果;图 3 和图 4 为采用文献[9] 中控制律(9) 时的车辆跟随控制效果. 从图 1 和图 2 看出, 3 个跟随车辆的速度能够很快逼近领头车辆的速度, 车间距误差的收敛速

度也很快;而图 3 和图 4 中采用的控制律由于没考虑时间滞后因素, 速度跟踪误差和车间距误差收敛缓慢.

6 结 语

本文应用向量 Lyapunov 函数方法, 研究具有时间滞后的车辆跟随系统的指数稳定性问题, 并基于稳定性准则设计控制参数. 仿真结果表明了该方法的有效性. 当然还有一定的不足之处, 由于采用了简化的车辆动力学方程, 作用在车辆上的空气阻力与摩擦力以及车辆质量等认为是不变的, 而这些量实际上都具有不确定性.

参考文献(References)

[1] Sheikholeslam S. Longitudinal control of a platoon of vehicles III: Nonlinear model[R]. Berkeley: University of California, 1990.

[2] Stankovic S S, Stanojevic M J, Siljak D D. Decentralized overlapping control of a platoon of vehicles [J]. IEEE Trans on Control Systems Technology, 2000, 8(5): 816-832.

[3] No T S, Chong K T, Roh D H. A Lyapunov function approach to longitudinal control of vehicles in a platoon [J]. IEEE Trans on Vehicular Technology, 2001, 50(1): 116-124.

[4] Shladover S E. Longitudinal control of automated guideway transit vehicles within platoons [J]. J of Dynamic System Measurement and Control. 1978, 100(4): 302-310.

[5] Shladover S E. Longitudinal control of automotive vehicles in close-formation platoons [J]. J of Dynamic System, Measurement and Control, 1991, 113: 231-241.

[6] Sheikholeslam S, Desoer C A. Longitudinal control of a platoon of vehicles I: Linear model [R]. Berkeley: University of California, 1989.

[7] Fujioka T. Longitudinal vehicle following control for autonomous driving [C]. Proc AVEC '96 Int Symp Advanced Vehicle Control. Aachen, 1996: 1293-1304.

[8] Swaroop D, Hedrick J K. String stability of interconnected systems [J]. IEEE Trans on Automatic Control, 1996, 41(3): 349-357.

[9] Zhang J, Suda Y, Iwasa T, et al. Vector Lyapunov function approach to longitudinal control of vehicles in a platoon [J]. JSME Int J (Series C), 2004, 47(2): 653-658.

[10] Hedrick J K, Narendran V K. Longitudinal vehicle controller design for IVHS systems [C]. Proc of American Control Conf. Boston, 1991: 3107-3112.

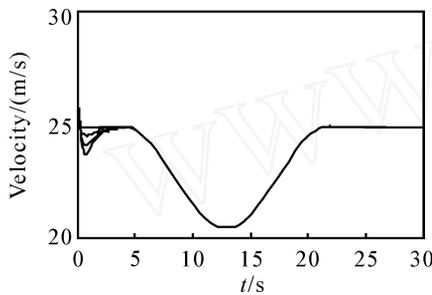


图 1 考虑时滞的车辆跟随控制速度变化曲线

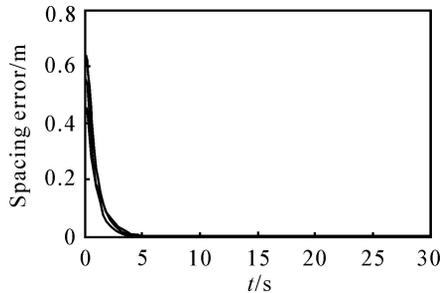


图 2 考虑时滞的车辆跟随控制车间距误差变化曲线

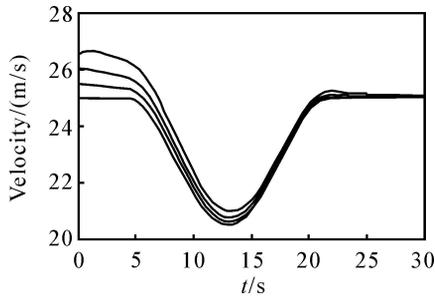


图 3 未考虑时滞的车辆跟随控制速度变化曲线

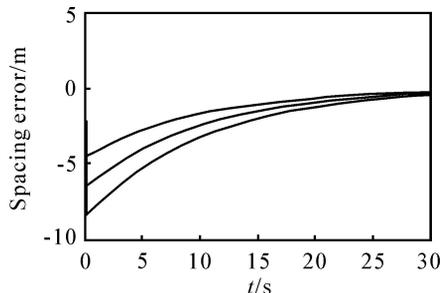


图 4 未考虑时滞的车辆跟随控制车间距误差变化曲线

(下转第 926 页)

稳态偏差.通过仿真实验的比较可以看出,该方法具有较好的稳态和暂态控制特性.

参考文献(References)

- [1] Dole F J, Ogunnaike B A, Pearson R K. Nonlinear model based control using second-order Volterra models [J]. Automatica, 1996, 31(5):697-714.
- [2] Liu B, Shen Q, Su H Y, et al. A nonlinear predictive control algorithm based on fuzzy online modeling and discrete optimization Systems[C]. Proc IEEE Int Conf on System, Man and Cybernetics. Washington, 2003, 1: 816-821.
- [3] Kambhampati C, Mason J D, Warwick K. A stable one-step-ahead predictive control of non-linear systems [J]. Automatica, 2000, 36: 485-495.
- [4] 黄道平, 朱学峰, 周其节. 基于一种集成模型的多变量非线性预测控制[J]. 控制理论与应用, 1999, 16(1): 38-42.
(Huang Dao-ping, Zhu Xue-feng, Zhou Qi-jie. Multivariable nonlinear predictive control based on an integrating model [J]. Control Theory and Applications, 1999, 16(1): 38-42.)
- [5] Zhong W M, He G L, Pi D Y, et al. SVM with polynomial kernel function based nonlinear model one-step-ahead predictive control [J]. Chinese J of Chemical Engineering, 2005, 13(3): 373-379.
- [6] Vapnik V. The nature of statistical learning theory [M]. New York: Springer-Verlag, 1995.
- [7] 舒仲周, 张继业, 曹登庆. 运动稳定性[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2001.
(Shu Zhong-zhou, Zhang Ji-ye, Cao Deng-qing. Stability of motion [M]. Beijing: China Rail Press, 2001.)
- [8] 舒仲周, 张继业, 曹登庆. 运动稳定性[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2001.
(Shu Zhong-zhou, Zhang Ji-ye, Cao Deng-qing. Stability of motion [M]. Beijing: China Rail Press, 2001.)
- [9] 舒仲周, 张继业, 曹登庆. 运动稳定性[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2001.
(Shu Zhong-zhou, Zhang Ji-ye, Cao Deng-qing. Stability of motion [M]. Beijing: China Rail Press, 2001.)
- [10] 舒仲周, 张继业, 曹登庆. 运动稳定性[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2001.
(Shu Zhong-zhou, Zhang Ji-ye, Cao Deng-qing. Stability of motion [M]. Beijing: China Rail Press, 2001.)
- [11] McMahon D H, Narendran V K. Longitudinal vehicle controller design for IVHS: Theory and experiment [C]. Proc of American Control Conf. Chicago, 1992: 1753-1757.
- [12] Aracil J, Heredia G, Ollero A. Global stability analysis of fuzzy path tracking using frequency response [J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2000, 13(1): 109-119.

(上接第 921 页)

《控制与决策》第四届编委会第一次会议在无锡召开

本刊讯 《控制与决策》第四届编委会第一次会议,于7月4日在江苏省无锡市召开。《控制与决策》主编王福利教授,副主编冯纯伯院士、程代展研究员,编委王行愚教授、邵世煌教授、顾树生教授、刘建昌教授等16位专家参加了会议。徐心和编委受主编的委托主持会议。

王福利主编致欢迎辞。他首先代表张嗣瀛主编,对各位副主编和编委在百忙中前来参加会议表示热烈的欢迎,对各位编委多年来对期刊工作的亲切关怀和大力支持表示衷心的感谢。然后他简要介绍了本刊取得的成绩以及当前面临的主要挑战。他强调:学术期刊最重要的就是要坚持学术水平,多发表高水平的文章,以满足广大读者的需求。他还提出了要办中英文混合版期刊的设想。

《控制与决策》编辑部主任曹洪武同志代表编辑部向编委会汇报了期刊工作。汇报的主要内容有:第四届编委会组建情况,来稿情况和用稿情况,审稿工作及存在的问题,国内外检索情况,影响因子及其他

指标,期刊获奖情况,存在的几个问题。

在听取了主编的欢迎辞和编辑部的工作汇报后,各位副主编和编委纷纷发言。大家对期刊工作给予了高度评价,认为本刊在张嗣瀛主编多年的领导下,一直坚持正确的办刊方针,发表了一大批最新研究成果。东北大学和《控制与决策》编辑部做了大量工作,期刊工作取得了很大的成绩。学术期刊必须坚持学术水平,引领学科的发展。可以向一些知名专家主动约稿,请他们撰写带有新方向的高水平的稿件;也要借鉴国外一些期刊的做法,出版某一研究方向的专辑。文章的质量取决于审稿质量,因此需要建立人才库,扩大审稿队伍,加强审稿工作。以后应实行匿名审稿制,也可以考虑编委审稿制。编委会对于期刊的发展具有重要作用,今后要经常召开编委会,并且形成制度。与会的专家表示,今后要积极支持期刊工作,为把《控制与决策》办成国内一流、国际知名的期刊而努力。