

关于多智能体的一致性仿真

系统为: $\dot{x}_i(t) = Ax_i(t) + Bu_i(t), i = 1, \dots, N, \quad (1)$

其中 $x_i \in \mathbb{R}^n, u_i \in \mathbb{R}^n$ 分别为第 i 个智能体的状态变量与控制输入变量(或称为通信协议).

由此本文考虑如下基于采样数据的控制协议:

$$u_i(t) = -K \sum_{j \in \mathcal{N}_i} g_{ij}(x_j(t_k) - x_i(t_k)), t \in [t_k, t_{k+1}), \quad i = 1, \dots, N, \quad (2)$$

其中 $t_k, k \in \mathbb{N}$ 为采样时刻, 并满足 $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_k < \dots, \lim_{k \rightarrow \infty} t_k = +\infty$. K 为需要设计的反馈增益矩阵. 假设 $t_k - t_{k-1} = \tau$, 其中 $\tau > 0$ 为采样周期.

当通信传输过程中可能有数据丢失的数据采样状态反馈器如下形式:

$$q_i(t) = \alpha(t_k)u_i(t) = -\alpha(t_k)K \sum_{j \in \mathcal{N}_i} g_{ij}(x_j(t_k) - x_i(t_k)), t \in [t_k, t_{k+1}), \quad i = 1, \dots, N, \quad (3)$$

t_k 为第 k 次采样时刻,

其中随机变量 $\alpha(t_k)$ 满足 Bernoulli 0-1 分布序列:

$$\begin{aligned} \text{Prob}\{\alpha(t_k) = 1\} &= E\{\alpha(t_k)\} = \bar{\alpha}, \\ \text{Prob}\{\alpha(t_k) = 0\} &= 1 - E\{\alpha(t_k)\} = 1 - \bar{\alpha}, \end{aligned} \quad (4)$$

其中 $E\{\cdot\}$ 表示变量 $\alpha(t_k)$ 的数学期望, $0 < \bar{\alpha} < 1$.

将式 (3) 代入式 (1), 并写成如下集中形式:

$$\dot{x}(t) = (I_N \otimes A)x(t) + \alpha(t_k)(L \otimes BK)x(t_k), t \in [t_{k+1}, t_k) \quad (4)$$

其中 t_k 为采样时刻, 假设 $t_k - t_{k-1} = \tau$, 其中 $\tau > 0$ 为采样周期. 通信拓扑图的拉普拉斯矩阵 L 的取值以及拓扑图如图 1 所示.

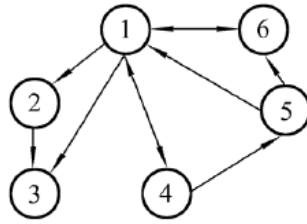


图 1 拓扑图

仿真目的最后使得系统 (1) 在通信协议 (3) 的关系下系统状态每个分量达到一致 (每个智能体初始状态 $x_i(0)$ 初始状态值自行取值)。分别对如下两种情况进行仿真 (拓扑图的拉普拉斯矩阵 L 一样, 动力学系统参数不一样):

(1)

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}, \quad L = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad K = \begin{bmatrix} 1.0073 & -2.1716 \\ 0.7007 & -1.4669 \end{bmatrix}, \quad \bar{\alpha} = 0.8,$$

系统 (1) 中的采样周期 $\tau < 0.3820$ 你自己看着取采样周期, 最后使得智能体 1-6 的状态分量 $x_{i1}(t), x_{i2}(t)$ 分别达到一致, i 表示第 i 个智能体.

(2)

$$A=\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \\ 0 & -5 & 0 \end{bmatrix}, \quad B=\begin{bmatrix} 1 \\ -0.4 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad L=\begin{bmatrix} 3 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix},$$

$$K=[-0.0994 \quad -0.6977 \quad -1.8899], \quad \bar{\alpha}=0.8,$$

系统（1）中的采样周期 $\tau < 0.2941$ 你自己看着取采样周期，同样最后使得智能体1-6的状态分量 $x_{i1}(t), x_{i2}(t)$ 分别达到一致， i 表示第 i 个智能体.