神经网络控制作业

1、BP神经网络系统辨识

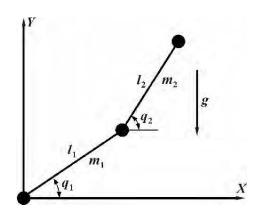
假设系统真实模型为:

$$y(k+1) = \frac{y(k) - y(k-1)}{\sqrt{1 + y(k)^2}} + u(k)^3$$

拟应用 BP 神经网络进行<u>系统辨识</u>, 选择<u>串-并联</u>模式, 请自行选择网络结构, 样本点数并比较不同的结构和样本点数的辨识结果。(BP 算法需自己编程实现, 不能使用神经网络工具箱)

2、神经网络控制器设计

如图所示为双关节机械臂简图。



 q_1 代表机械臂 1 角位移, q_2 代表机械臂 2 角位移, m_1 代表机械臂 1 的质量, m_2 代表机械臂 2 的质量, l_1 代表机械臂 1 的长度, l_2 代表机械臂 2 的长度,g 代表重力加速度。

两关节机械臂系统(不考虑摩擦力)的动力学方程为:

$$M(q)\ddot{q} + C(q,\dot{q})\dot{q} + G(q) + \tau_{J}(q,\dot{q},t) = \tau \tag{1}$$

M(q) 代表 $n \times n$ 阶正定惯性矩阵, $C(q,\dot{q})$ 代表 $n \times n$ 阶惯性矩阵,G(q) 代表 $n \times 1$ 阶惯性向量,q 代表关节角位移量, \dot{q} 代表角速度矢量, \ddot{q} 代表角加速度矢量, $\tau_d(q,\dot{q},t)$ 代表外部干扰矩阵, τ 代表输入控制矩阵。

其中:

$$M(q) = \begin{pmatrix} p_1 + p_2 + 2p_3 \cos q_2 & p_2 + p_3 \cos q_2 \\ p_2 + p_3 \cos q_2 & p_2 \end{pmatrix}$$
 (2)

$$C(q,q) = \begin{pmatrix} -p_3 \dot{q}_2 \sin q_2 & -p_3 (\dot{q}_1 + \dot{q}_2) \sin q_2 \\ p_3 \dot{q}_1 \sin q_2 & 0 \end{pmatrix}$$
(3)

$$G(q) = \begin{pmatrix} p_4 g \cos q_1 + p_5 g \cos(q_1 + q_2) \\ p_5 g \cos(q_1 + q_2) \end{pmatrix}$$
(4)

其中参数 $p_1 = (m_1 + m_2)l_1^2$, $p_2 = m_2l_2^2$, $p_3 = m_2l_1l_2$, $p_4 = (m_1 + m_2)l_1$, $p_5 = m_2l_2$, $l_1 = 1.8m$, $l_2 = 1.4m$, $m_1 = 2.7kg$, $m_2 = 2.1kg$, $g = 9.8m/s^2$.

机械臂<u>期望运动轨迹</u>为 $q_1=q_2=0.8\cos(\pi t)$,系统初始状态为 $q(0)=(0,0)^T$ 。请设计神经网络控制方案,通过控制两个关节的输入力矩 $\tau=(\tau_1,\tau_2)^T$ 使得系统可以按照期望轨迹运动,分别考虑两种情况:

- (1) 在没有外界扰动的情况, $\tau_d(q,\dot{q},t)=0$ 。
- (2) 在存在外界扰动的情况, $\tau_d(q,\dot{q},t) = \begin{pmatrix} 30\cos(\pi t) \\ 60\cos(\pi t) \end{pmatrix}$ 。

在 MATLAB 中进行仿真,给出 q_1,q_2 的实际轨迹与期望轨迹的变化曲线,以及输入力矩 au_1, au_2 的变化曲线。