

第五章 模型预测控制

1. 请举出一个采用模型预测控制的生活或工程应用实例。

模型预测控制在智能温室控制中得到了广泛的应用。模型预测控制可以根据温室内的温度、湿度、二氧化碳浓度等环境参数，以及作物长势等信息，建立温室环境的数学模型。然后，利用模型来预测未来一段时间内的温室环境变化，并计算出最优的控制策略，以实现温室环境的稳定和作物的最佳生长条件。

例如，在智能温室中，模型预测控制可以控制通风系统、加热系统和灌溉系统等设备，以调节温室内的温度、湿度和二氧化碳浓度。同时也可以根据作物的生长需求和温室内的环境参数，预测未来一段时间内的温室环境变化，并计算出最优的控制策略。例如，当温度过高时，模型预测控制会打开通风系统，并关闭加热系统，以降低温室内的温度；当湿度过低时，则会打开灌溉系统，以提高温室内的湿度。

2. 设某控制系统的实际运动方程为

$$y(k+2) + y(k+1) + 0.25y(k) = u(k), \quad y(0) = y(1) = 0.$$

请采用动态矩阵法设计轨迹跟踪控制律，其中跟踪轨迹为 $w(k) \equiv 1$ 。

(1) 采用带有辨识误差的预测模型

$$y(k+2) + 1.1y(k+1) + 0.28y(k) = u(k)$$

计算阶跃响应序列 $s(k)$ ，请选择适当的序列长度 N 并说明理由。

得到的阶跃响应序列 $s(k)$ 如下：

0.0000
0.0000
1.0000
-0.1000
0.8300
0.1150
0.6411
0.2626
0.5316
0.3417
0.4753

0.3815
0.4473
0.4012
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335
0.4335

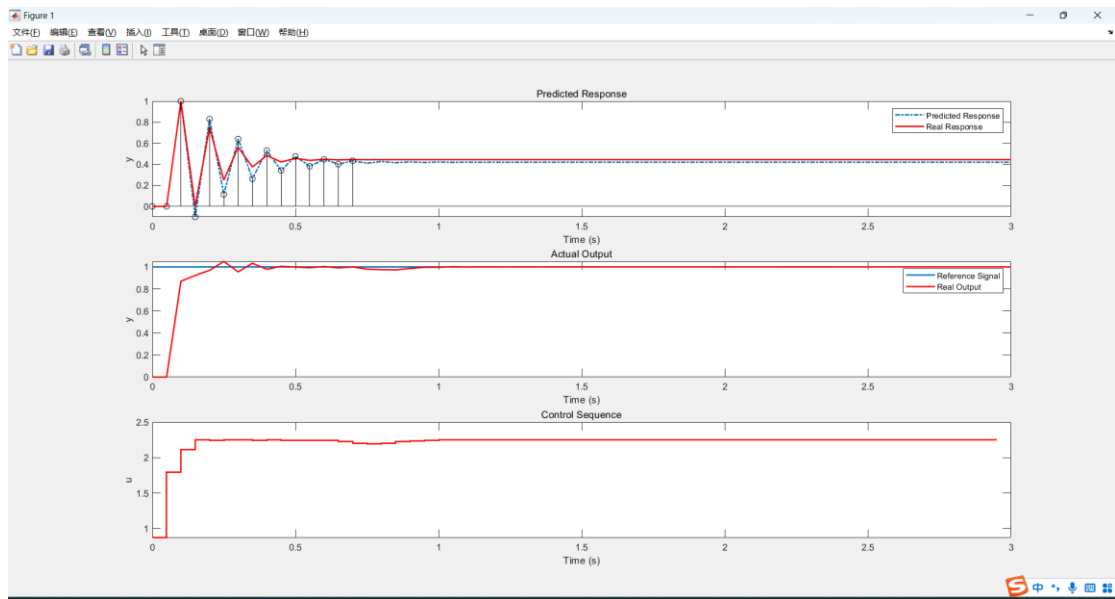
选取适当的序列长度 $N = 15$ ，据观测，当选择 $N = 15$ 时，采样能够基本覆盖整个暂态过程，使得预测较为准确。

(2) 选择适当的预测窗口宽度 P 和控制窗口 L 并说明理由；选择权重系数 Q, R 并利用 MATLAB 计算给出反馈增益 \mathbf{d} ，绘制仿真响应曲线并说明控制效果（仿真程序可自行编写，也可运行附件提供的代码）。

选择预测窗口宽度 $P = 20$ ，控制窗口 $L = 5$ ，因为预测窗口需要大致 20~30 个采样，同时控制窗口应为预测窗口的 20~30%，至少有 2~3 步。选择权重系数为 $Q = \text{eye}(P), R = 0.2 * \text{eye}(L)$ ，得到最终反馈增益 \mathbf{d} 为：

0.0000	
0.0000	0.0172
0.4037	0.0102
-0.0513	0.0152
0.1261	0.0116
-0.0162	0.0233
0.0137	0.0149
0.0207	0.0160
0.0046	0.0135
0.0203	0.0135
0.0076	

最终得到的仿真响应曲线为：



可以看出，对于输出的控制效果较好，虽然中间由于刚结束暂态过程导致产生了一些浮动，但在稳态时与给定跟随曲线很接近。同时，由于给定预测模型存在辨识误差，在预测相应时产生了一些静差，但最终预测效果很好。