

## 控制系统数字仿真第六次上机作业要求

一、 Matlab Function 模块的使用练习，要求：

(1) 编写一个名为 mfun 的函数，完成如下功能：

- ① 若输入信号为 1 个，则直接将其输出
- ② 若输入信号为 2 个，则将第二个信号取绝对值后输出；
- ③ 若输入信号为 2 个以上，则将第三个信号取负值输出；

提示：使用 nargin

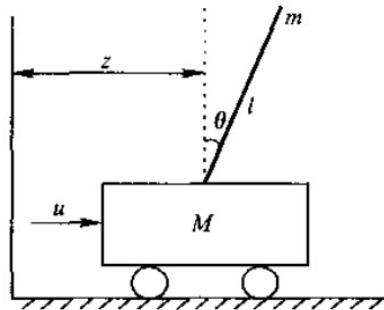
(2) 使用 Matlab Function 模块，将编写的函数在 Simulink 中运行，检验输出结果是否和函数要求一致。

(3) 具备过零检测能力。

二、 利用 sfuntmpl 模板创建 level 1 格式的 S 函数的练习

倒立摆的模型如下所示

$$\begin{cases} \ddot{z} = \frac{(u + ml\dot{\theta}^2 \sin \theta) \cos \theta - (g \sin \theta + l\dot{\theta}^2 \sin \theta \cos \theta)m}{M \cos \theta} \\ \ddot{\theta} = \frac{(M + m)(g \sin \theta + l\dot{\theta}^2 \sin \theta \cos \theta) - \cos \theta(u + ml \sin \theta)}{Ml \cos^2 \theta} \end{cases}$$



上式中  $l$  为摆杆长度， $m$  为摆杆质量， $M$  为小车质量， $\theta$  为摆杆和铅锤线的夹角， $u$  为小车作用力， $z$  为小车位置。倒立摆控制要求是通过设计反馈控制器  $u = K_1 z + K_2 \dot{z} + K_3 \theta + K_4 \dot{\theta}$  使得倒立摆摆杆的摆角  $\theta = 0$  且  $z$  稳定在某一位置。

作业要求：

(1) 编写关于倒立摆的 level 1 格式 m-s 函数，该函数附加参数为摆杆长度  $l$ ，摆杆质量  $m$ ，小车质量  $M$ 。

状态选取为:  $\begin{cases} x_1 = z \\ x_2 = \dot{z} \\ x_3 = \theta \\ x_4 = \ddot{\theta} \end{cases}$ , 初始状态为[0, 0, 0.1, 0];

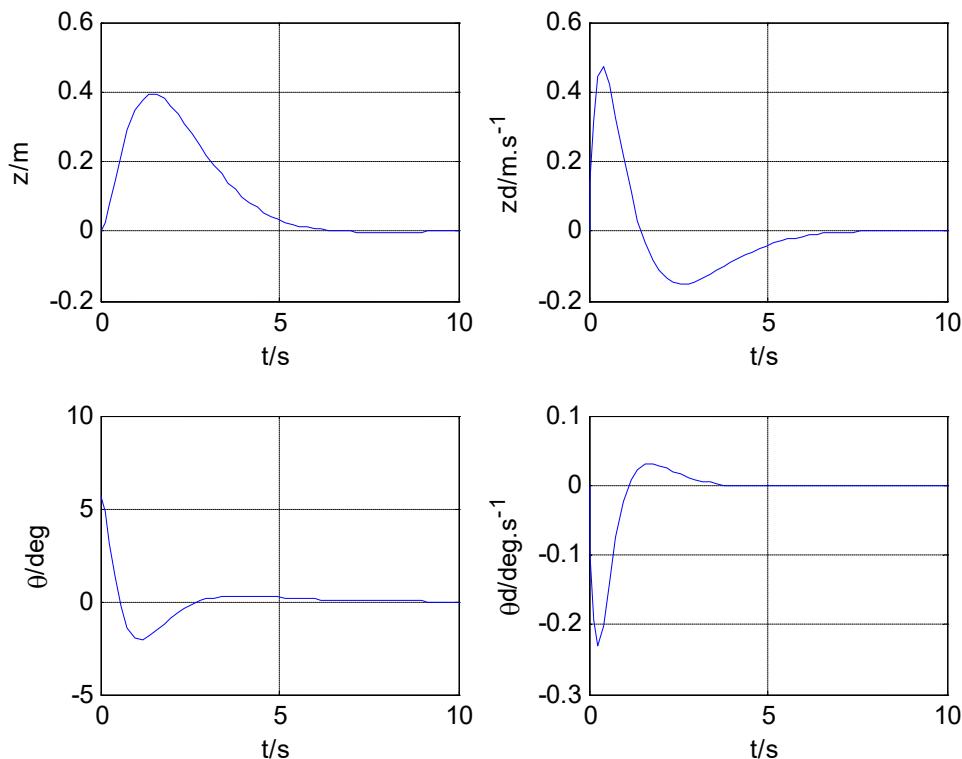
(2) 设计由位置  $z$ 、摆角  $\theta$  及其微分信号反馈信号构成全状态反馈控制器

$u = f(z, \theta, \dot{z}, \dot{\theta})$ , 添加到 Simulink 仿真系统中, 使  $\theta$  稳定并保持为 0;

在  $l=1, m=0.1, M=1$  的情况下, 保证倒立摆稳定的全状态反馈控制器为

$$u = z + 2.4146\dot{z} + 34.1064\theta + 10.6737\dot{\theta}$$

其控制效果如下



(3) 改变摆杆长度  $l$ , 摆杆质量  $m$ , 小车质量  $M$  的参数值, 检验控制器的控制效果, 若系统发散, 则重新设计控制器参数, 并画图对比。

三、利用 Simulink 模块搭建上述倒立摆的动态仿真系统, 用练习 2 中所设计的控制器对所搭建的倒立摆动态系统进行控制, 检验控制效果。

四、阅读《MATLAB 的 S-Function 编写指导》, 学习《编写指导》第二章中范例, 并完成连续系统、离散系统、混合系统、变步长系统的 S 函数的编写。