適應控制(HW5)_MRAS

0056C203 廖育賢

OBJECTIVE - THE PROBLEM AND THE PURPOSE

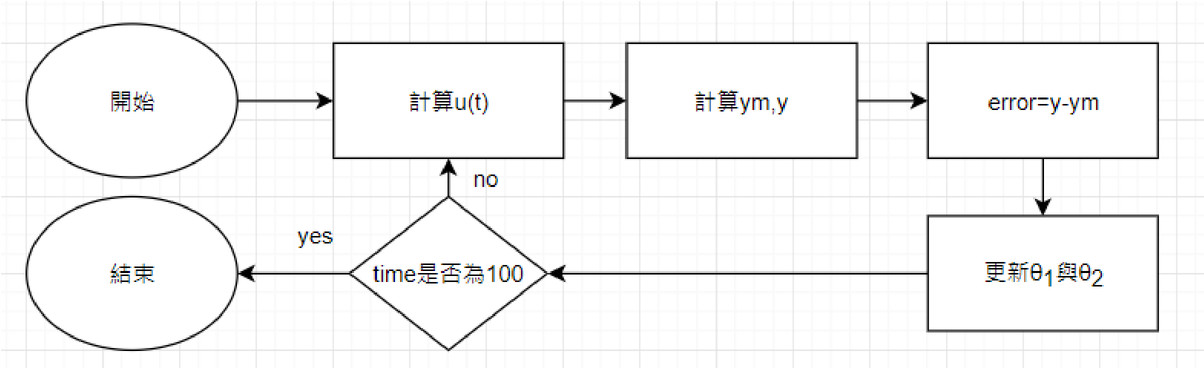
此次報告我們以 Model-Reference 的方法可控制未知的受控體達到我們所需之輸出。

PROCEDURE

METHOD

首先我們計算 u(t)，算出 desired ym(t)以及 y(t)，並計算 error，使用 MIT rule 找到我們要更新的控制器參數θ_1與θ_2，重複以上步驟。

PROGRAM FLOW CHART



EQUATION

STSTEM MODEL:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dx}} = -\mathrm{ay} + \mathrm{bu}$$

CLOSED LOOP SYSTEM

$$\frac{dy_m}{dt} = -a_m y_m + b_m u_c$$

CONTROLLER

$$\mathrm{u(t)} = \theta_1 u_c(t) - \theta_2 y(t)$$

MIT RULE

$$\mathrm{e} = \mathrm{y} - y_m$$

$$\mathrm{J}(\theta) = \frac{1}{2} e^2$$

$$\frac{d\theta_1}{dt} = -\gamma\left(\frac{a_m}{\frac{d}{dt} + a_m} u_c\right)e$$

$$\frac{d\theta_2}{dt} = \gamma\left(\frac{a_m}{\frac{d}{dt} + a_m} y\right)e$$

SIMULATION RESULTS

PROGRAM CODES

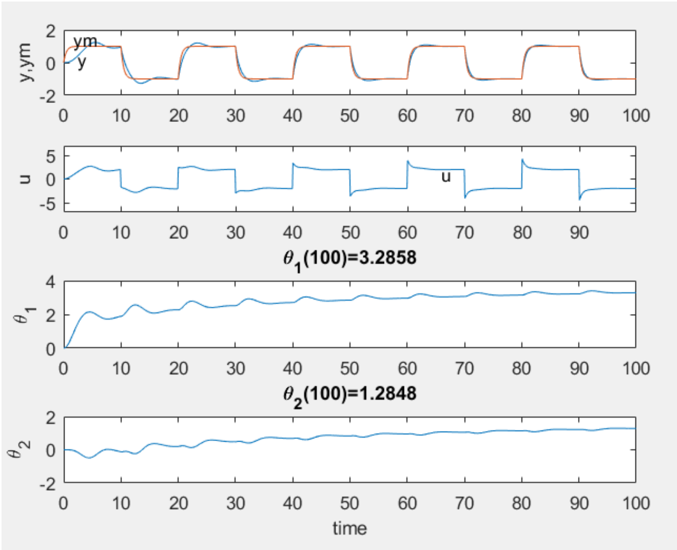
```
% MARS
% J(theta1,theta2)=0.5*error^2
clc,clear;
a=1;b=0.5;
am=2;bm=2;
R=[0.2 1 5];%gamma
uc(1:100)=1;
uc(101:200)=-1;
uc=[uc uc uc uc uc];
uc=[uc uc uc uc uc];
uc=[uc uc uc uc uc];
ts=0.1;
time=100;
for s=1:1:3
  r=R(s);
  theta1(1)=0;
  theta2(1)=0;

  theta1_prime=0;
  theta2_prime=0;

  y(1)=0;
  ym(1)=0;
  i=0;
  for k=0:ts:(time-ts)
    i=i+1;
    u(i)=theta1(i)*uc(i)-theta2(i)*y(i);

    y_prime=-a*y(i)+b*u(i);
    ym_prime=-am*ym(i)+bm*uc(i);

    y(i+1)=y(i)+y_prime*ts;
    ym(i+1)=ym(i)+ym_prime*ts;
```

```
    e=y(i+1)-ym(i+1);

    theta1_double_prime=( -am*theta1_prime-r*am*uc(i+1)*e );
    theta2_double_prime=( -am*theta2_prime+r*am*y(i+1)*e  );

    theta1_prime=theta1_prime+theta1_double_prime*ts;
    theta2_prime=theta2_prime+theta2_double_prime*ts;

    theta1(i+1)=theta1(i)+theta1_prime*ts;
    theta2(i+1)=theta2(i)+theta2_prime*ts;
end
figure,
subplot(411)
plot(0:ts:time,y);
hold on
plot(0:ts:time,ym);
suptitle(['MRAS : \gamma=',num2str(r)])
ylabel('y,ym')
text(1.5,0.2145,' y')
text(1.7, 1.4,'ym')
%axis([-inf, inf, -1.5, 1.5])

subplot(412)
plot(0:ts:time-ts,u);
ylabel('u')
text(65, 1,' u')
axis([-inf, inf, -7, 7])

subplot(413)
plot(0:ts:time,theta1);
ylabel('\theta_1'),title(['\theta_1(100)=',num2str(theta1(1001))])

subplot(414)
plot(0:ts:time,theta2);
xlabel('time'),ylabel('\theta_2'),title(['\theta_2(100)=',num2str(theta2(1001))])
if r==1 && time>=500
    figure
    plot(theta1,theta2),xlabel('\theta_1'),ylabel('\theta_2')
    title('Relation between \theta_1 and \theta_2')
    hold on,plot(theta1,theta1-(a/b))
```

```
    axis([-inf, inf, -1, inf])
  end
end
```

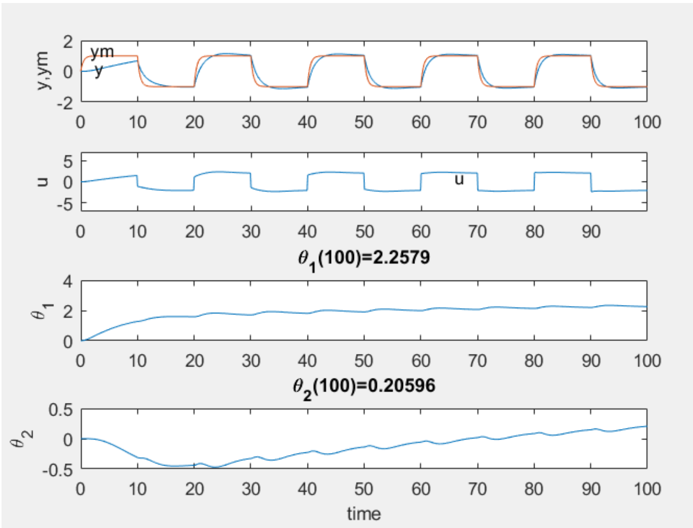
GRAPH

GAMMA=1



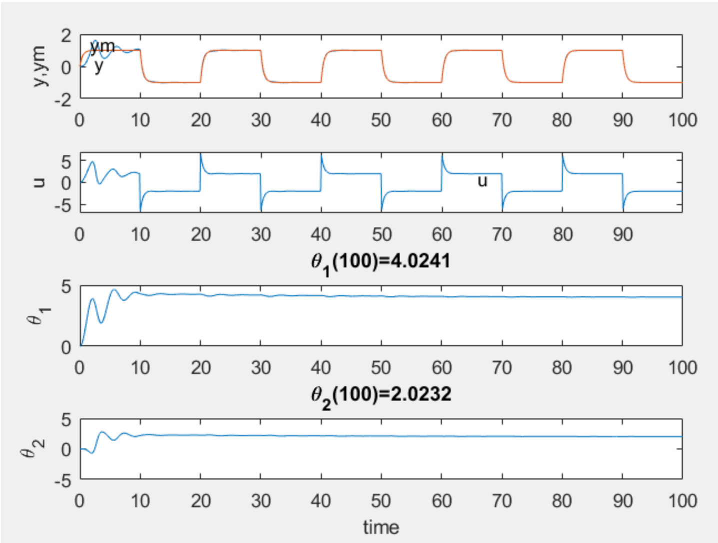
圖一

GAMMA=0.2



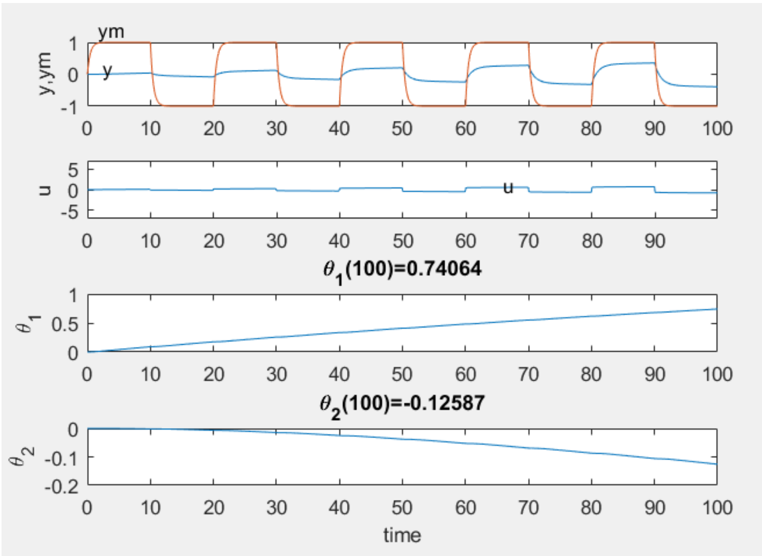
圖二

GAMMA=5



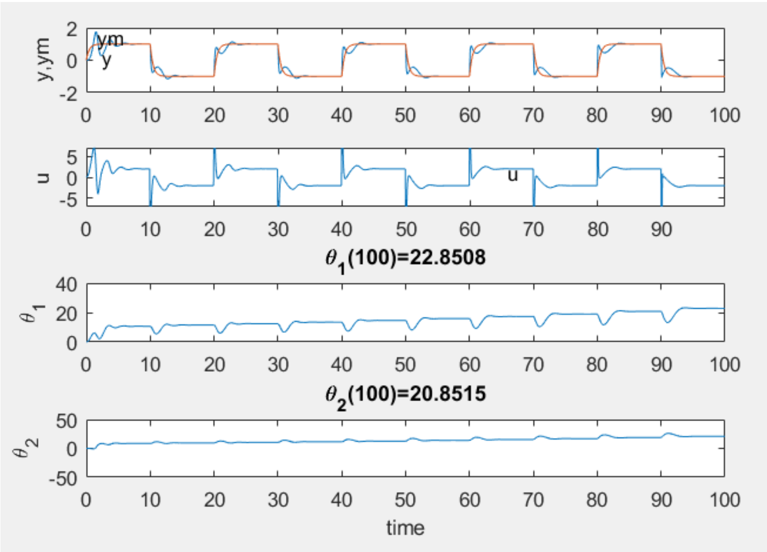
圖三

GAMMA=0.01



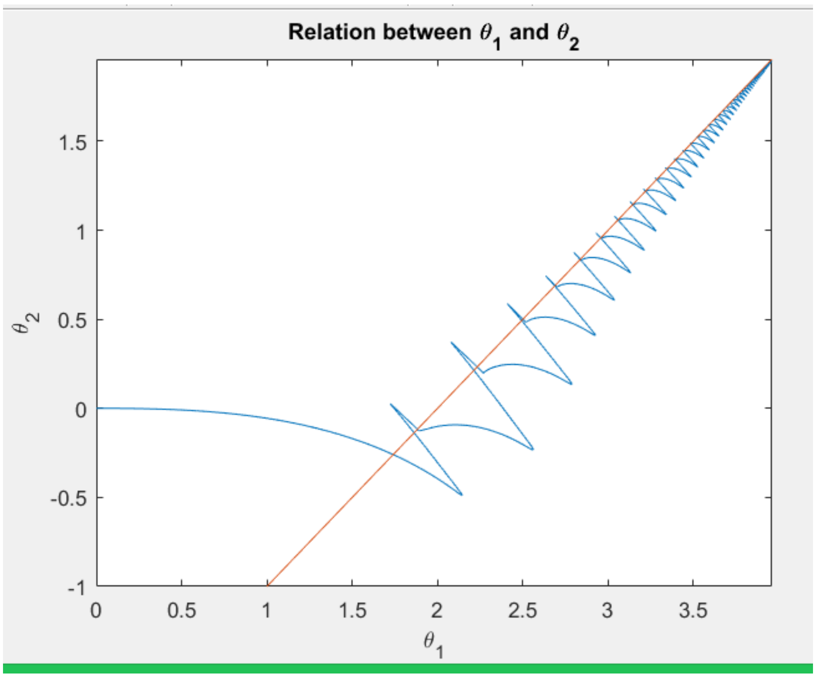
圖四

GAMMA=20



圖五

RELATION BETWEEN THETA (GAMMA=1 ,TIME=500)



圖六

TABLE

t = 100	Theta1	Theta2
gamma = 0.2	2.2579	0.2059
gamma= 1	3.2858(optimum:4)	1.2848(optimum:2)
gamma= 5	4.0241	2.0232
gamma = 0.01	0.7406	0.1258
gamma= 20	22.85	20.85

表一

CONCLUSION-ANALYSIS

比較圖一至圖五，可以看到越大的 gamma 值，theta 修正量越大，y 越快追到 ym，但 gamma 若太大(如圖五)，系統很不穩定，control 訊號 u 也耗能大；gamma 太小(如圖四)，雖然 u 耗能小，但是 y 根本達不到 desired ym；以 gamma=1 來說，是目前最合適的結果，y 訊號很漂亮，u 也可接受。

由圖六，由兩 theta 作圖，theta2=theta1-a/b (a=1,b=0.5)，可得 theta 最後會停在斜直線的收斂點(3.96,1.96)上，此為 optimum $\theta_1=4$ 與 optimum $\theta_2=2$ 之值。

MRAS 目標是將 error=y-ym 收斂為零，而控制器的參數 theta 並不一定需要達到最佳值(如表一)，因為我們的 command signal (u_c) 的平方，對時間的積分值隨著時間增加，影響 theta 變化量 $\Delta\theta$ 的收斂情況，由 $\theta(t)= \theta^{\circ}(\text{optimum})+\Delta\theta$，如果 $\Delta\theta$ 收斂為零，我們將會得到最佳 θ，影響 $\Delta\theta$ 收斂之因素為 uc，此為 MRAS 的特性。