

智能系统控制 实验二

PID 和专家 PID 控制器的控制效果对比 实验报告

顾俊杰 19122753

一、实验目的

求三阶传递函数的阶跃响应

$$G_p(s) = \frac{523500}{s^3 + 87.35s^2 + 10470s}$$

其中对象采样时间为 1ms。

分别设计 PID 控制器与专家 PID 控制器，仿真过程中 ε 取 0.001，专家 PID 程序中的五条规则与控制算法的五种情况相对应。对比 PID 和专家 PID 控制器的控制效果。

二、实验环境

实验环境：Matlab R2018b

实验中专家系统额外增加了五条规则：

误差特别大时开环控制；

误差绝对值增加时控制；

误差绝对值减小时，保持不变；

误差处于极值状态时控制；

误差小于要求时，采用 P1 控制调节稳态误差。

三、实验步骤

1、PID 系统：

在过程控制中，按偏差的比例（P）、积分（I）和微分（D）进行控制的 PID 控制器（亦称 PID 调节器）是应用最为广泛的一种自动控制器。它具有原理简单，易于实现，适用面广，控制参数相互独立，参数的选定比较简单等优点；而且在理论上可以证明，对于过程控制的典型对象——“一阶滞后+纯滞后”与“二阶滞后+纯滞后”的控制对象，PID 控制器是一种最优控制。PID 调节规律是连续系统动态品质校正的一种有效方法，它的参数整定方式简便，结构改变灵活。

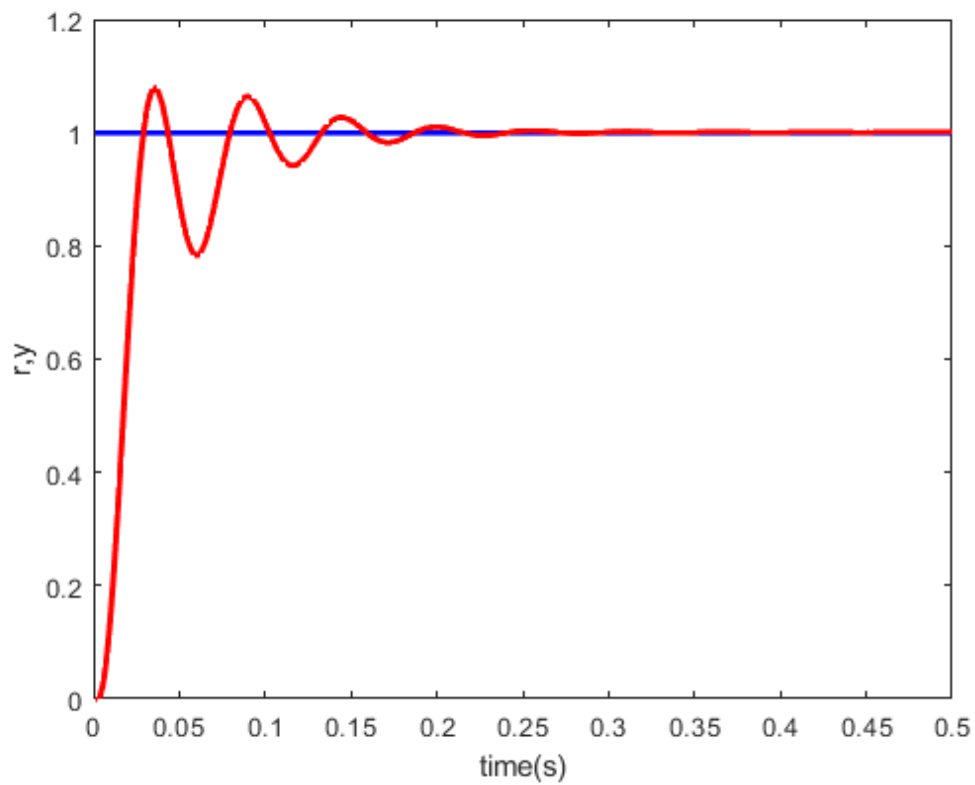
PID 控制的 MatLAB 代码如下：

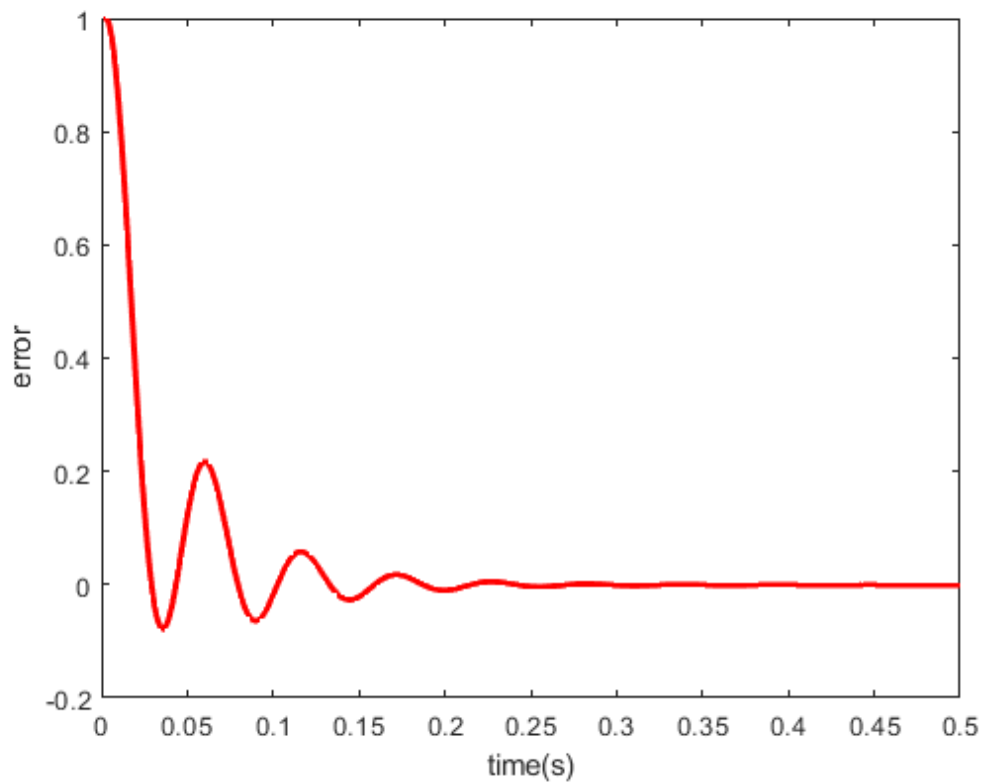
```
clear all;
close all;
ts=0.001;
sys=tf(5.235e005,[1,87.35,1.047e004,0]);%Plant
dsys=c2d(sys,ts,'z');
[num,den]=tfdata(dsys,'v');
u_1=0; u_2=0; u_3=0; u_4=0;
y_1=0; y_2=0; y_3=0;
ei=0;
kp=0.96; ki=0.03; kd=0.01;
error_1=0;
for k=1:1:500
    time(k)=k*ts;
    yd(k)=1.0;
    y(k)=-den(2)*y_1-den(3)*y_2-
```

```

den(4)*y_3+num(1)*u_1+num(2)*u_2+num(3)*u_3+num(4)*u_4;
    error(k)=yd(k)-y(k);%CalculatingP
    derror(k)=error(k)-error_1;%CalculatingD
    ei=ei+error(k)*ts; u(k)=kp*error(k)+kd*derror(k)/ts+ki*ei;%PID Controller
    u_4=u_3;u_3=u_2;u_2=u_1;u_1=u(k);
    y_3=y_2;y_2=y_1;y_1=y(k);
    error_1=error(k);
end
figure(1);
plot(time,yd,'b',time,y,'r','linewidth',2);
xlabel("time(s)");ylabel('r,y');
figure(2);
plot(time,yd-y,'r','linewidth',2);
xlabel("time(s)");ylabel("error");

```





2、专家PID 控制：

实验中专家系统额外增加了五条规则：

- 误差特别大时开环控制；
- 误差绝对值增加时控制；
- 误差绝对值减小时，保持不变；
- 误差处于极值状态时控制；
- 误差小于要求时，采用 P1 控制调节稳态误差。

专家 PID 本质在于通过偏差和偏差的增量来判断应采用的 PID 控制类型，从而更快更平稳地实现收敛，

专家 PID 控制的 MatLAB 代码如下：

```
%Expert PID Controller
clear all;
clc;
close all;
ts=0.001; %采样时间
sys=tf(5.235e005, [1, 87.35, 1.047e004, 0]); %被控对象传递函数
dsys=c2d(sys, ts, 'z'); %z 变换，离散化
[num, den] = tfdata(dsys, 'v'); %获得离散化模型的分子分母多项式系数
u_1=0; u_2=0; u_3=0; %控制变量 u (k-1), u (k-2), u (k-3) 初值
```

```

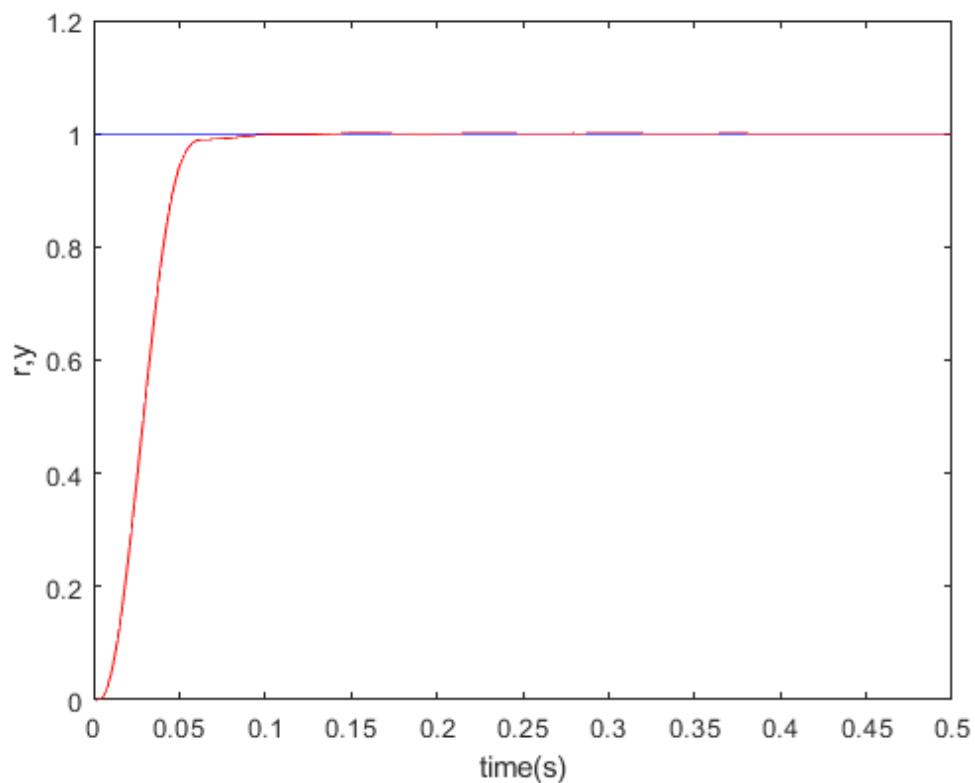
y_1=0; y_2=0; y_3=0;%输出变量 y(k-1), y(k-2), y(k-3) 初值
x=[0,0,0]';%误差, 误差积分项, 误差微分项
x2_1=0;
kp=0.6; ki=0.03 ;kd=0.01 ;
%上面是利用常规方法整定的PID 参数值
error_1=0; %误差 e(k-1)初始值
for k=1:1:500
    time(k)=k*ts;%第 k 步的时间
    r(k)=1.0; %输入为单位阶跃信号
    u(k)=kp*x(1)+kd*x(2)+ki*x(3);%PID Controller
    %Expert control rule
    if abs(x(1))>0.8 %Rule1:误差特别大时开环控制 (分段定值控制)
        u(k)=0.45;
    elseif abs(x(1))>0.40
        u(k)=0.40;
    elseif abs(x(1))>0.20
        u(k)=0.12;
    elseif abs(x(1))>0.01
        u(k)=0.10;
    end
    if x(1)*x(2)>0 || (x(2)==0)%Rule2: 误差绝对值增加时
        if abs(x(1))>=0.05
            u(k)=u_1+2*kp*x(1);%误差较大时控制规则
        else
            u(k)=u_1+0.4*kp*x(1);%误差较小时控制规则
        end
    end
    if(x(1)*x(2)<0 & x(2)*x2_1>0) | (x(1)==0) %Rule3:误差绝对值减小
    时, 保持不变
        u(k)=u(k);
    end
    if x(1)*x(2)<0 & x(2)*x2_1<0 %Rule4:误差处于极值状态时
        if abs(x(1))>=0.05
            u(k)=u_1+2*kp*error_1;%误差极值较大时
        else
            u(k)=u_1+0.6*kp*error_1;%误差极值较小时
        end
    end
    if abs(x(1))<=0.001 %Rule5:误差小于要求时, 采用 P1 控制调节稳态误
    差
        u(k)=0.5*x(1)+0.010*x(3);
    end
    %Restricting the output of controller
    if u(k)>=10

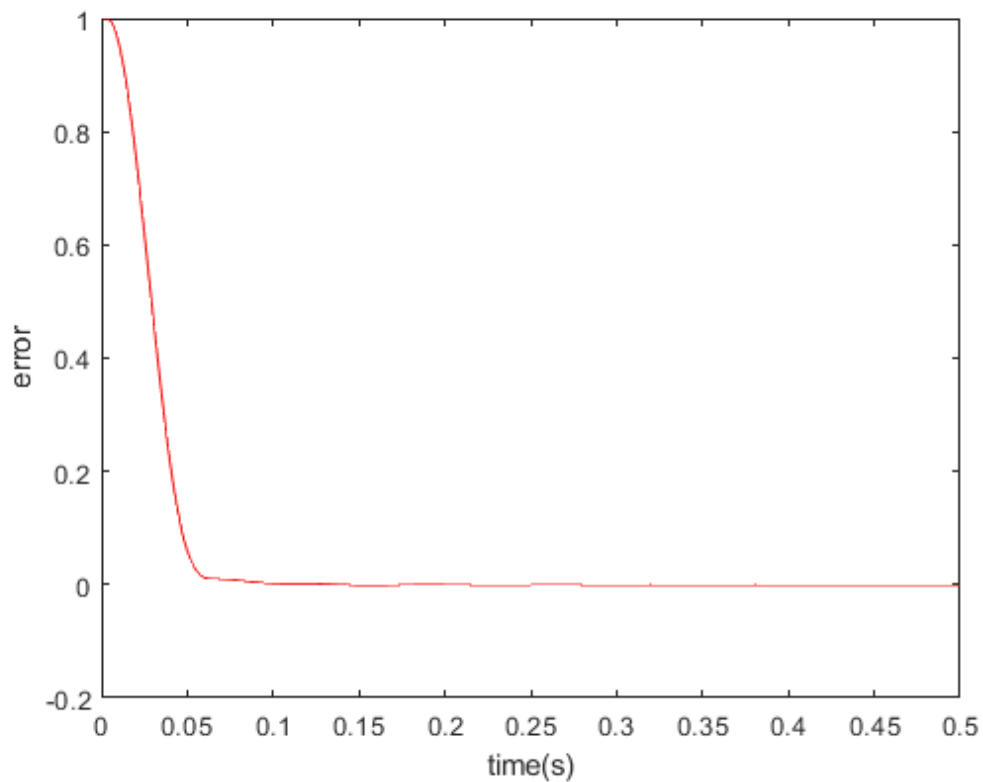
```

```

        u(k)=10;
    end
    if u(k)<=-10
        u(k)=-10;
    end
    %下面为离散化的被控对象模型
    y(k)=-den(2)*y_1-den(3)*y_2-
den(4)*y_3+num(1)*u(k)+num(2)*u_1+num(3)*u_2+num(4)*u_3;
    error(k)=r(k)-y(k);
    %-----Return of parameters-----%
    u_3=u_2;u_2=u_1;u_1=u(k);%更新控制变量
    y_3=y_2;y_2=y_1;y_1=y(k);%更新输出变量
    x(1)=error(k);%比例分量 x (1) =e (k)
    x2_1=x(2);%更新误差变化率
    x(2)=(error(k)-error_1)/ts;%微分分量 x (2)=e(k)-e(k-1)
    x(3)=x(3)+error(k)*ts;%积分分量 x (3) =Ze(k)
    error_1=error(k);%更新误差 e (k-1):e (k-1)=e(k)
end
figure(1);
plot(time,r,'b',time,y,'r');
xlabel(' time(s)'); ylabel(' r,y');
figure(2);
plot(time,r-y,'r');
xlabel(' time(s)');ylabel(' error')

```





3、PID 控制与专家 PID 控制的对比：

可以观察到专家 PID 控制较一般 PID 控制而言，到达平衡状态的时间更短，误差不存在反复保持减小。采用专家 PID 控制的效果在本实验中优于一般 PID 控制。

专家系统相较于其他控制方式而言，优势在于：

1.模型的容量大大扩充，通过不断增删修改规则，可以满足任意动态的控制要求，尤其适用于强干扰，时变的，非线性系统的控制，鲁棒性，自适应性很好。

2.可以充分利用先验知识。

3.可以接受定性的描述（可能会需要结合模糊数学的知识）。

4.可以通过故障检测获得更丰富的知识，进行自我的改善和提升。

5.长期连续的可靠性。