

CONTROLE DE VARIÂNCIA MÍNIMA

Giovanni Chemello Caprio

I. Considere o exercício do preditor de um e dois passos, agora com uma entrada de controle:

$$Y_k + 0,7y_{k-1} + 0,1y_{k-2} = u_{k-d} + w_k + 0,4w_{k-1} + 0,03w_{k-2}$$

- 1) Calcule o controle de variância mínima para $d=2$ e $d=3$.
- 2) Faça algumas simulações, estime e compare as variâncias da saída $y(k)$ do sistema controlado nos dois casos e para o sistema sem controle.
- 3) Perturbe alguns dos parâmetros numéricos: 0,7 0,1 0,4 e 0,03 e verifique se a solução inicial continua adequada.

1.

Inicialmente, foi obtido a variância do sistema sem controle, que obteve 1.290. E após este cálculo, foram obtidas o controle de variância mínima para os seguintes casos:

- $d = 2$

Variância sistema controlado $y(k+2)$: 0.695

Parâmetro ótimo = 0.544

- $d = 3$

Variância sistema controlado $y(k+3)$: 0.739

Parâmetro ótimo = 0.279

2.

Com o parâmetro ótimo no programa em relação a variável 'par'. Algumas simulações foram feitas a fim de detectar as possíveis variações:

- Simulação 1

Variância sistema sem controle: 1.317

Variância sistema controlado $y(k+2)$: 0.665

Variância sistema controlado $y(k+3)$: 0.625

- Simulação 2

Variância sistema sem controle: 1.179

Variância sistema controlado $y(k+2)$: 0.635

Variância sistema controlado $y(k+3)$: 0.582

- Simulação 3

Variância sistema sem controle: 0.960

Variância sistema controlado $y(k+2)$: 0.683

Variância sistema controlado $y(k+3)$: 0.581

- Simulação 4

Variância sistema sem controle: 0.962

Variância sistema controlado $y(k+2)$: 0.564

Variância sistema controlado $y(k+3)$: 0.609

- Simulação 5

Variância sistema sem controle: 1.302

Variância sistema controlado $y(k+2)$: 0.635

Variância sistema controlado $y(k+3)$: 0.743

Como pode-se perceber, a variância sem controlador sempre foi maior. E em sua maioria, com 3 passos a variância foi menor, mas não na totalidade de simulações.

3.

Foram perturbados alguns parâmetros do sistema inicial para verificar se a solução estava adequada, como veremos a seguir, as soluções demonstraram-se adequadas ao sistema:

- De 0.7 para 0.8

Variância sistema sem controle: 1.018

Variância sistema controlado $y(k+2)$: 0.641

Parâmetro ótimo = 0.187

Variância sistema controlado $y(k+3)$: 0.702

Parâmetro ótimo = 0.079

- De 0.1 para 0.09

Variância sistema sem controle: 1.361

Variância sistema controlado $y(k+2)$: 0.710

Parâmetro ótimo = 0.048

Variância sistema controlado $y(k+3)$: 0.699

Parâmetro ótimo = 0.499

- De 0.4 para 0.44

Variância sistema sem controle: 1.236

Variância sistema controlado $y(k+2)$: 0.647

Parâmetro ótimo = 0.184

Variância sistema controlado $y(k+3)$: 0.732

Parâmetro ótimo = 0.461

- De 0.03 para 0.05

Variância sistema sem controle: 1.079

Variância sistema controlado $y(k+2)$: 0.591

Parâmetro ótimo = 0.020

Variância sistema controlado $y(k+3)$: 0.659

Parâmetro ótimo = 0.296

➤ Código Utilizado:

```
clc
clear all

w = simOptions('AddNoise',true);%gera o ruído a entrada 'u'
u = idinput(100,'rgs',[0 0.3]);%gera entrada com valores gaussianos

%%sistema ARMA (modelo ARMAX com Uk=0)

sistema = idpoly([1 0.8 0.1],[0],[1 0.4 0.03]); % sistema arma inicial sem
controle
saida_arma = sim(sistema,u,w);% saída do sistema sem controle
valor = max(size(saida_arma));%valor máximo
Var_sc = sum(saida_arma.*saida_arma)/valor; % variância sem controle

par=0.0;%parâmetro da sequência de entrada exógena
```

```

a=0;b=0;c=0;
step=0.001; %aproximação do parametro
cont=0;%contador
l=5; %valor máximo do parametro

while (cont <= l)

    par = par+step; %parâmetro da sequência de entrada exógena

    %sistemas ARMAX

    %modelo ARMAX (com controle U(k-2))

    sistema_armax1 = idpoly([1 0.7 0.1],[0 par],[1 0.4 0.03]);

    yarmax1 = sim(sistema_armax1,u,w); % saída sistema controlado 2 passos a
    frente

    %modelo ARMAX (com controle U(k-3))

    sistema_armax2 = idpoly([1 0.7 0.1],[0 0 par],[1 0.4 0.03]);

    yarmax2 = sim(sistema_armax2,u,w);% saída sistema controlado 3 passos a
    frente

    valor = max(size(saida_arma));
    % Estimação das variâncias para as saídas
    Var_k2 = sum(yarmax1.*yarmax1)/valor; % Variância da saída 2 passos a frente
    Var_k3 = sum(yarmax2.*yarmax2)/valor; % Variância da saída 3 passos a frente

    if (par>=step)

        if Var_k2<b
            b=Var_k2;
            par_Uk2 = par;%parâmetro para o qual a variância do controle de
            % 2 passos a frente foi mínima
        end

        if Var_k3<c
            c=Var_k3;
            par_Uk3 = par;%parâmetro para o qual a variância do controle de
            % 3 passos a frente foi mínima
        end
    end
end

```

```
if cont<step
    a = Var_sc; b = Var_k2; c = Var_k3;
end

    cont = cont + step;
end

fprintf('\n Variância sistema sem controle: %0.3f', a);
fprintf('\n Variância sistema controlado y(k+2): %0.3f', b);
fprintf('\n Parâmetro ótimo = %0.3f',par_Uk2);
fprintf('\n Variância sistema controlado y(k+3): %0.3f \n', c);
fprintf('\n Parâmetro ótimo = %0.3f',par_Uk3);
```