

EA721 - Princípios de Controle e Servomecanismo

Turma A

Trabalho Computacional 02

Thiago Maximo Pavão - 247381
Vinícius Esperança Mantovani - 247395

Código das Animações:

```
function animacaoPendulo()
x0 = [deg2rad(30) 2 0 0]';
tempoTotal = 3;
%parametros = [m M ell g];
ell=0.36; %estável
%ell=0.507; %instável
parametros = [0.23 2.4 ell 9.81];
[theta,dotTheta,x,dotX,t]=simulaPendulo(x0,tempoTotal,parametros);
videoPendulo(t,x,theta,parametros, dotTheta)
%imagensPendulo(t,x,theta,parametros)
%
function videoPendulo(tempo,x,theta,parametros,dotTheta)
[tempo,x,theta] = estende(tempo,x,theta,1);
writerObj = VideoWriter('videoPendulo.avi','Motion JPEG AVI');
open(writerObj);
fig = figure();
%dimCarro [largura altura raioRoda];
dimCarro = [3 1.25 0.3];
dimHaste = 4*parametros(3);
raioHaste=0.2;
f=1;
while f <= length(tempo)
    valorTheta = theta(f);
    valorX = x(f);
    absDotTheta = abs(dotTheta);

    limite = 150;
    if length(absDotTheta) >= limite
        maxValue = max(absDotTheta(1:limite));
    else
        maxValue = max(absDotTheta);
    end
    normalizedDotTheta = absDotTheta(f)/max(maxValue);
    normalizedDotTheta = max(0, min(1, normalizedDotTheta));
    hold on;
    axis equal;
    axis([-4 4 -1 5]);

    desenhaCarro(dimCarro,valorX, normalizedDotTheta);
    origemHaste = [valorX dimCarro(2)];% ajuste aqui
```

```

desenhaHaste(origemHaste,valorTheta,dimHaste,raioHaste);

hold off;
F = getframe();
fprintf('f=%d -> theta=%.3f r=%.3f\n',f,valorTheta,valorX);
writeVideo(writerObj,F);
    clf(fig);
    f=f+1;
end
close(writerObj);
close(fig);
%
function imagensPendulo(tempo,x,theta,parametros)
[tempo,x,theta] = estende(tempo,x,theta,1);
%dimCarro [largura altura raioRoda];
dimCarro = [3 1.25 0.3];
dimHaste = 4*parametros(3);
raioHaste=0.2;
fig = figure();
f=1;
while f<= length(tempo)
    valorTheta = theta(f);
    valorX = x(f);
    hold on;
    axis equal;
    axis([-4 4 -1 5]);

    desenhaCarro(dimCarro,valorX);
    origemHaste = [valorX dimCarro(2)];% ajuste aqui
    desenhaHaste(origemHaste,valorTheta,dimHaste,raioHaste);

    hold off;
    fprintf('f=%d -> theta=%.3f r=%.3f\n',f,valorTheta,valorX);

    if f < 10
        nomeFig = strcat('frame_00',num2str(f),'.png');
    elseif f < 100
        nomeFig = strcat('frame_0',num2str(f),'.png');
    else
        nomeFig = strcat('frame_',num2str(f),'.png');
    end
    img = getframe(fig);
    imwrite(img.cdata,nomeFig);
    f=f+1;
    clf(fig);
end
%
function [t_e,x_e,theta_e] = estende(t,x,theta,fator)

t_e = [];
x_e = [];
theta_e = [];
for i=1:length(t)

```

```

    for j=1:fator
        t_e = [t_e;t(i)];
        x_e = [x_e;x(i)];
        theta_e = [theta_e;theta(i)];
    end
end
%
function desenhaCarro(dimCarro,x,dotTheta)
%dimCarro = [tamX tamY];
tX=dimCarro(1);
tY=dimCarro(2);
raioRoda = dimCarro(3);
%desenha corpo principal do carro
pts = [x-tX/2 0;
        x+tX/2 0;
        x+tX/2 tY;
        x-tX/2 tY];
f=fill(pts(:,1),pts(:,2),'k');
colorVar = [1 1-dotTheta 1-dotTheta];
set(f,'FaceColor',colorVar,'FaceAlpha',0.75);
rotRiscoRoda=-x/raioRoda;
%desenha roda esquerda
meioCirculo([x-0.7*(tX/2) 0],1.33*raioRoda,[0 0 0.7]);
circulo([x-0.7*(tX/2) 0],raioRoda,[0 0 0]);
riscoRoda([x-0.7*(tX/2) 0],raioRoda,[1 0 0],rotRiscoRoda);
%desenha roda direita
meioCirculo([x+0.7*(tX/2) 0],1.33*raioRoda,[0 0 0.7]);
circulo([x+0.7*(tX/2) 0],raioRoda,[0 0 0]);
riscoRoda([x+0.7*(tX/2) 0],raioRoda,[1 0 0],rotRiscoRoda);
%desenha o solo
f=line([-4 4],[-raioRoda -raioRoda]);
set(f,'Color',[0 0 0]);
para=1;
%
function desenhaHaste(origem,theta,ell,raioMassa)
dir=[ell*sin(theta) ell*cos(theta)];
dir=dir./norm(dir);
ort(2)=1;
ort(1)=-(dir(2)*ort(2))/dir(1);
ort=ort./norm(ort);
%da origem da haste
p1 = [origem(1)-0.0*ell*sin(theta) origem(2)-0.0*ell*cos(theta)];
p2 = [origem(1)+ell*sin(theta) origem(2)+ell*cos(theta)];
sizeHaste = 0.03;
p2a=p2-sizeHaste*ort;
p2b=p2+sizeHaste*ort;
p1a=p1+sizeHaste*ort;
p1b=p1-sizeHaste*ort;
pts = [p2a;p2b;p1a;p1b];
f=fill(pts(:,1),pts(:,2),'b');
%circulo no final
circulo(p2,raioMassa,[0 0 1]);
%

```

```

function circulo(centro,raio,cor)
th = 0:0.1:2*pi;
x = raio*cos(th) + centro(1);
y = raio*sin(th) + centro(2);
f=fill(x,y,'k');
set(f,'FaceColor',cor);
%
function meioCirculo(centro,raio,cor)
th = 0:0.1:pi;
x = raio*cos(th) + centro(1);
y = raio*sin(th) + centro(2);
f=fill(x,y,'k');
set(f,'FaceColor',cor);
%
function riscoRoda(centro,raio,cor,rot)
th = rot:0.1:rot+pi;
x = raio*(cos(th)) + centro(1);
y = raio*(sin(th)) + centro(2);
f=fill(x,y,'k');
set(f,'FaceColor',cor);
%
function [theta,dotTheta,x,dotX,t] = simulaPendulo(x_zero,tempo_total,par)
intervaloTempo = [0 tempo_total];
optOde = odeset ( 'maxStep' ,0.05);
dinamica = @(t, x) dinamicaPendulo(t, x, par);
[t,y] = ode45(dinamica, intervaloTempo, x_zero, optOde);
theta = y(:, 1);
dotTheta = y(:,2);
x = y(:,3);
dotX = y(:,4);
%
function X = dinamicaPendulo(~, x, par)
u = 137.78*x(1) + 25.97*x(2) + 22.36*x(3) + 27.57*x(4);
m=par(1);
M=par(2);
ell=par(3);
g=par(4);
num_x2_pt = u*cos(x(1))-(m+M)*g*sin(x(1))+m*ell*cos(x(1))*sin(x(1))*x(2)^2;
den_x2_pt = m*ell*(cos(x(1)))^2-(m+M)*ell;
num_x4_pt = u+m*ell*sin(x(1))*(x(2))^2-m*g*cos(x(1))*sin(x(1));
den_x4_pt = m+M-m*(cos(x(1)))^2;
X = [x(2); num_x2_pt/den_x2_pt; x(4); num_x4_pt/den_x4_pt];

```