

به نام خدا:

فرمول اصلی مقاله فرمول 16 است که دارای 2 تا سیگما می باشد. سیگما برای m به دلیل انتگرال گیری زمانی بر روی بازه زمانی کاری و یک سیگما برای k به دلیل مدل سازی عدم قطعیت می باشد.

$$\begin{aligned} \text{Minimize}_{x_i, u_i} \quad & \sum_{i=1}^m \sum_{k=0}^n \frac{1}{m} [|x_i - x_d| + g_i |m[x_{i+1} - x_i] - f(x_i, u_i, \Delta_k)|] \\ \text{s.t.} \quad & x_0 = x_a, \quad x_m = x_b. \end{aligned} \quad (16)$$

در هر مرحله بایستی عبارت فوق را به ازای  $u_i$  و  $x_i$  های مختلف مینیمم کرد. یعنی برای هر تکه زمانی بایستی عملیات بهینه سازی انجام شود.

فرمول 16 به دست آمده در مقاله برای حالت مشتق مرتبه اول و سیستم مرتبه 1 می باشد ولیکن مثال های حل شده در مقاله از مرتبه دو می باشند. لذا باید معادله درجه 2 و مشتق مرتبه 2 را با استفاده از معادله زیر به دست آورد:

$$\ddot{x} = \frac{x(i+2) - 2 * x(i+1) + x(i)}{\left(\frac{1}{m}\right)^2}$$

در صورت جایگزینی و استفاده از مدل مرتبه 2 نیاز به فرض بر این است که اطلاعات 2 نقطه قبل موجود می باشد. همچنین به منظور حل دستگاه معادلات درجه 2 باید مساله را مجدداً بازنویسی نمود و مراحل استخراج فرمول 16 مقاله را طی کرد. همچنین برای شرط دوم مساله

$$\ddot{x} = f(u, x)$$

از

$$\ddot{x} - f(u, x) = 0$$

استفاده کرد.

$$\ddot{x} = m^2(x(i+2) - 2 * x(i+1) + x(i))$$

$$f = -a(t)\dot{x} \cos(3x) + u$$

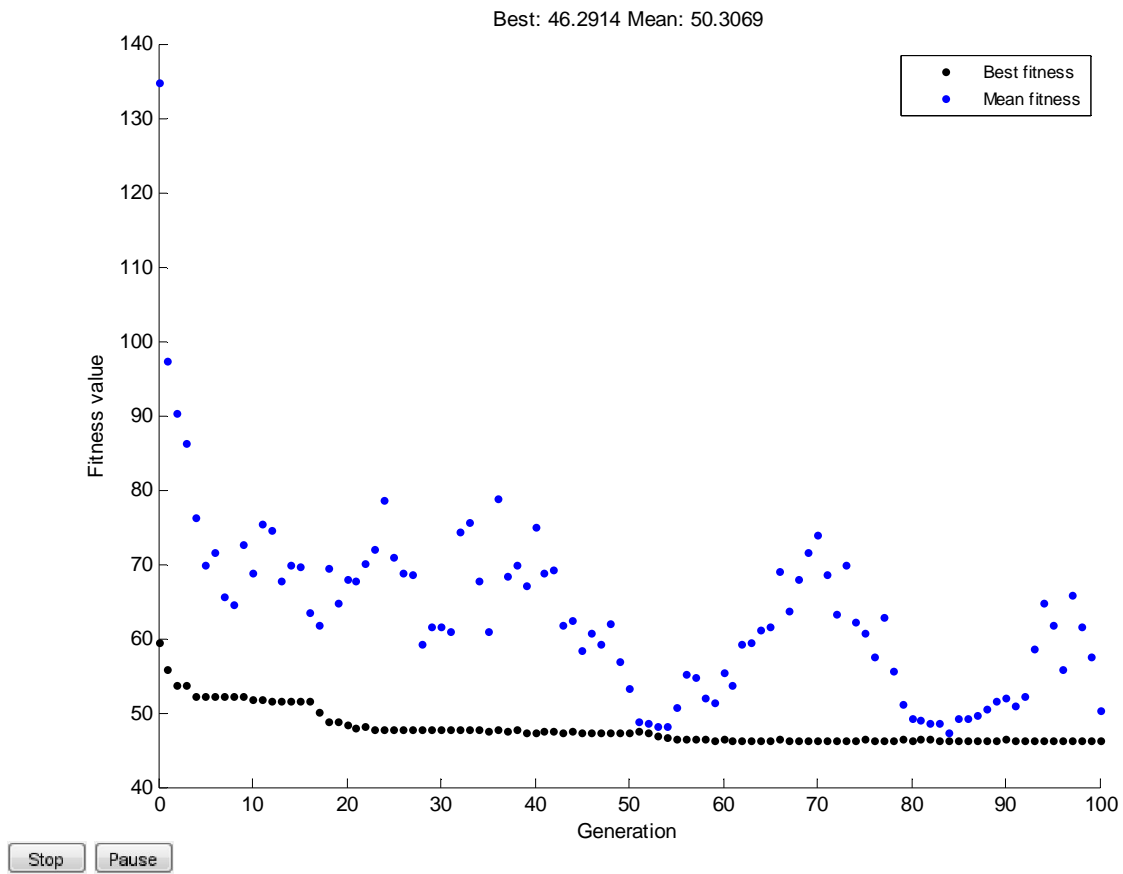
در حالت عادی  $g$  یک تابع یکنواخت است و مقدار آن در بازه زمانی  $(0,1)$  برابر 1 است. اکنون به بررسی حالتی که تابع توزیع  $g$  به صورت یکنواخت نباشد میپردازیم. عملاً نقش  $g$  به صورت یک ضریب در یکی از قسمت‌های تابع هزینه می باشد. همانطور که در مقاله شرح گردیده تابع هزینه از دو قسمت تشکیل شده است. یکی میزان اختلاف  $x$  با سیگنال نطلوب  $x_d$  و دیگری معادلات سیستمی

$$\dot{x} = f_1(x, u), \dot{x} = f_2(x, u)$$

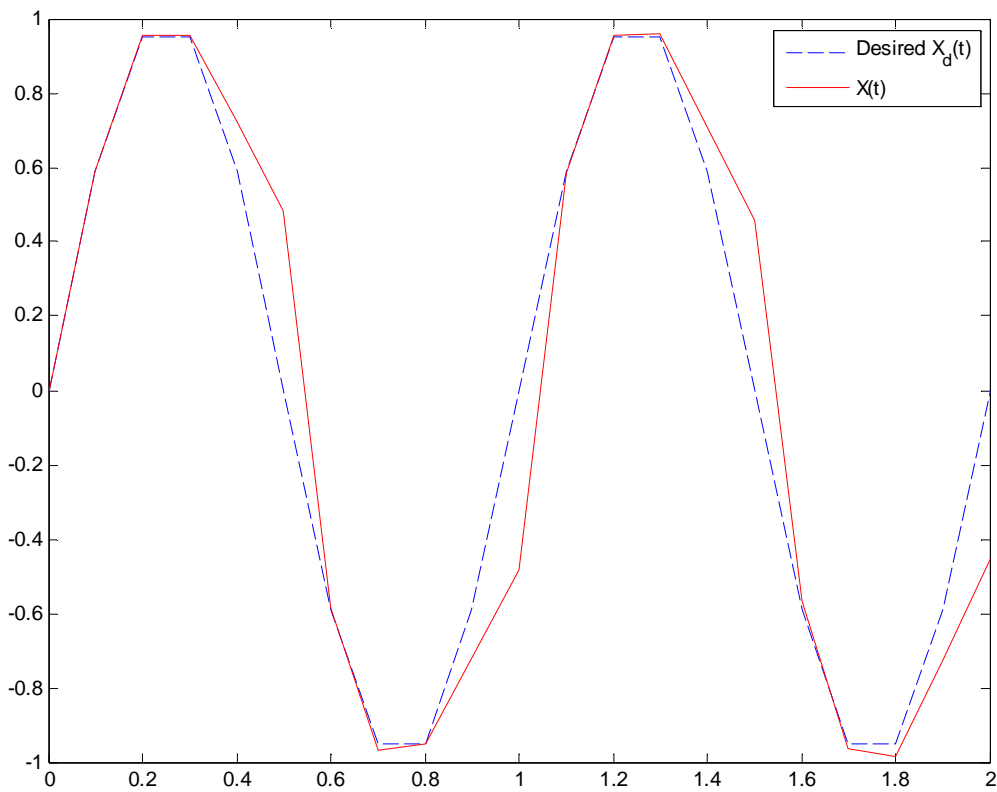
ضریب  $g$  باعث اهمیت معادلات سیستمی می شود. وقتی که  $g$  به صورت نرمال با میانگین زمانی 1.5 در نظر گرفته می شود، بدین معنی است که وزن معادلات سیستمی در لحظه های اولیه بیشتر بوده و وقتی که  $t$  از 5 بزرگتر می شود عملاً نباید هیچ وزنی برای معادلات سیستمی در نظر گرفته شود و تمرکز بهینه سازی بر روی برقراری قسمت اول و نزدیک کردن  $x$  به  $x_d$  است.

در قسمت دوم مقاله باید اثر  $\Delta$  بررسی شود ولیکن تابع  $f$  مورد نیاز داده نشده است همچنین با توجه به نتایج شبیه سازی مقاله ه نظر می رسد شرایطی برای مساله در نظر گرفته شده که در صورت مساله مطرح نشده است. از این موارد می توان به نتیجه سیگنال کنترلی اشاره نمود که مقدار آن بین  $[-10,6]$  است نه  $[-1,8]$  (شرایط ارائه شده در مثال حل شده مقاله)

با این شرایط جواب برای مساله حالت اول حل شده و به صورت زیر می باشد:

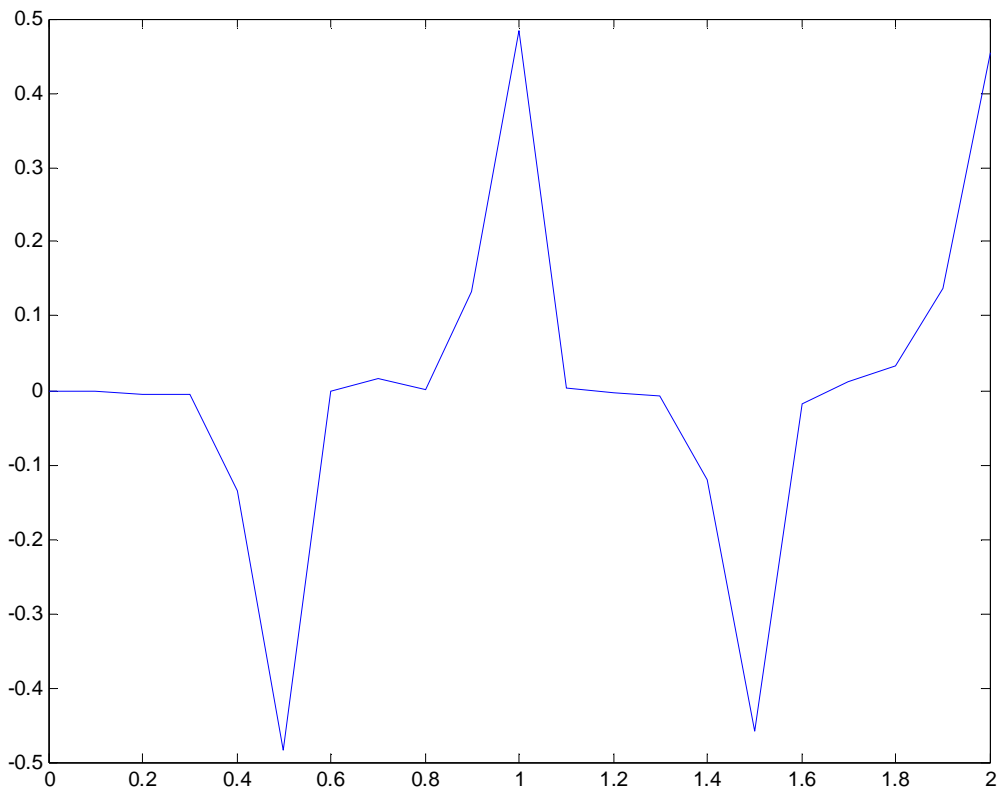


اجرای بهینه سازی توسط الگوریتم ژنتیک برای هر تکه زمانی

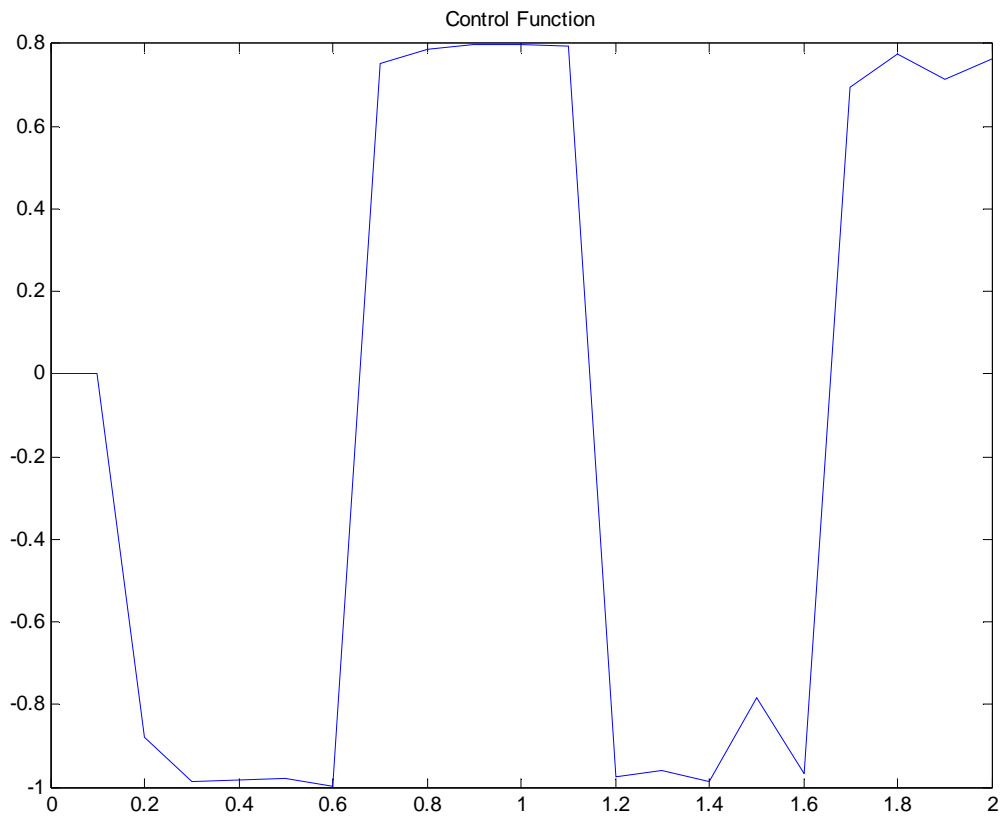


دنبال کردن سیگنال  $x$  و رسیدن آن به  $x_d$

مشاهده می شود که حتما باید 2 نقطه اولیه را دقیقا به آن داد و بقیه نقاط را محاسبه نمود.



مقدار خطای سیگنال تخمینی و مطلوب



میزان سیگنال کنترلی برای لحظات مختلف

توضیح برنامه:

برنامه از 2 تابع تشکیل شده یکی کلیات کار و ژنتیک و رسم ها

دیگری تابع هزینه مورد نیاز

```
function main1
clc
clear all
close all
global k xx xd m a uu
متغیر های global برای ورودی و خروجی توابع غیر از ورودی مستقیم نیاز هستند.
m=10;
t=0:1/m:2;
xd=sin(2*pi*t);

تعیین سیگنال مطلوب
XX مقدار تخمین زده شده را ذخیره می کند

xx(1:2)=xd(1:2);
options=gaoptimset;
```

```

options=gaoptimset(options,'Display','off');
options=gaoptimset(options,'PlotFcns',{@gaplotbestf});
options.TolFun=1e-6;
options.PopulationSize=50;
options.Generations=100;

```

تنظیمات ژنتیک و نمایش مقدار های تابع هزینه

```

for k=3:length(t)
    u,x مقدار هر تکه برای هر تکه مقدار u,x
    محاسبه شود.
    مقدار حد پایین [-1 -1] و حد بالا [1 0.8], برای u,x در نظر گرفته شده است

```

ذخیره سازی u,x پس از ژنتیک

```

xx(k)=al(1);
uu(k)=al(2);
end

```

ترسیم ها

```

figure
plot(t,uu)
title('Control Function')

```

```

figure
plot(t,xd,'--')
hold on
plot(t,xx,'r')
legend('Desired X_d(t)', 'X(t)')

```

```

figure
title('Trajectory Error')
plot(t,xd-xx)

```

end

```

function y= cost (x)
global k xx xd m a

```

تعیین a به صورت یک عدد تصادفی بین ۰ و ۱ (دستور rand یک مقدار تصادفی بین ۰ و ۱ میدهد)

```

a=rand+1;

```

```

u=x(2);
xi=x(1);
g=1;

```

تعیین g با توجه به زمان نوشتن معادلات سیستمی مرتبه ۲

```

x2dot=m^2*(xi-2*xx(k-1)+xx(k-2));
y=(m^2*abs(xi-xd(k))+g*abs(x2dot-f));

```

تعیین تابع هزینه با توجه به معادله ۱۶

end