Feladatok megoldása MATLAB GA segítségével

1. Feladat

Állványra akasztott, súlytalan rugóra két darab m = 78,4 g tömegű testet akasztunk. A testek egyensúlyban vannak. A rugó megnyúlása ekkor Δl = 5 cm. Hirtelen az egyik test leesik, ezután a másik a rugón harmonikus rezgőmozgást végez. Mekkora lesz a legnagyobb abszolút értékű gyorsulás és mely időpillanatban éri ezt el a test?

A = Δl/2 = 2,5 cm = 0,025 m

g ≈ 10 m/s^2

$\omega = \sqrt{\frac{g}{A}}$

$\varphi = -\pi/2$

$a(t) = -\omega^2 A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$.

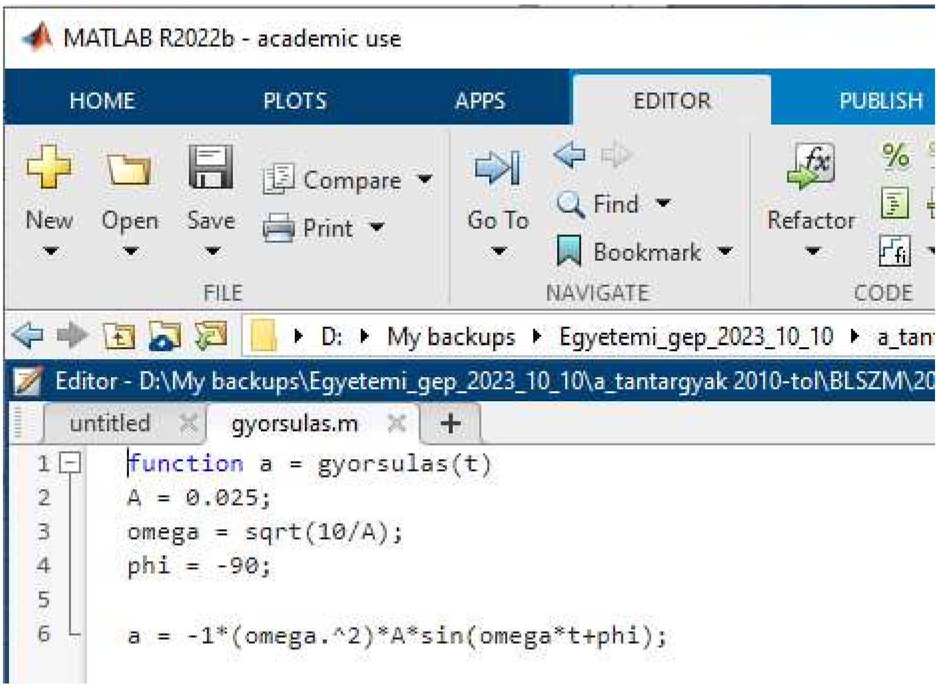
A fentebbiekből láthatjuk, hogy a gyorsulás és az időpillanat kivételével minden adott, tehát az adatokat behelyettesítve a következő képletet kapjuk a gyorsulás időfüggvényére:

$$a(t) = -\sqrt{\frac{10\,\frac{m}{s^2}}{0{,}025\,m}}^{\,2} * 0{,}025\,m * \sin\left(\sqrt{\frac{10\,\frac{m}{s^2}}{0{,}025\,m}} * t + \frac{-180°}{2}\right)$$

Ez lesz jelen esetben a fitneszfüggvényünk is.

Megoldás

A MATLAB-ot megnyitva létrehozunk egy új scriptet, majd a következő függvényt adjuk meg:



Megadjuk a függvény nevét és a változók számát a parancs sorban:

```
Command Window
>> objectivFunction=@gyorsulas

objectivFunction =

  function_handle with value:

    @gyorsulas

>> nvars=1

nvars =

     1
```

Beálltjuk a megállási feltételt:

```
Command Window
>> opts=gaoptimset('Generations',1000)

opts =

  struct with fields:

        PopulationType: []
          PopInitRange: []
        PopulationSize: []
            EliteCount: []
     CrossoverFraction: []
        ParetoFraction: []
    MigrationDirection: []
     MigrationInterval: []
     MigrationFraction: []
           Generations: 1000
```

A genetikus algoritmust lefuttatva egy lehetséges megoldás, amit kaphatunk:

```
>> [x,FVAL]=ga(objectivFunction,nvars,opts)
Optimization terminated: average change in the fitness value less than options.FunctionTolerance.

x =

    8.6624


FVAL =

   -9.9999
```

Ebből láthatjuk, hogy a legnagyobb abszolút értékű testre ható gyorsulás a rezgés közben kb. 10 m/s^2, ami nem meglepő, hiszen ez a gravitációs gyorsulás közelítőleges értéke.

A 8,6624 s pedig egy, a mozgás kezdetétől számított lehetséges időpillanat, amikor a maximális mértékű gyorsulás hat a testre. Többszöri futtatás esetén láthatjuk, hogy az időpillanat többféle értéket is felvehet, hiszen harmonikus rezgőmozgás esetén a maximális gyorsulást a test az alsó végkitérésnél éri el, ezt pedig gyakorlatilag végtelenszer eléri.

Konklúzió

Ebből is láthatjuk, hogy a genetikai algoritmus nem túl bonyolult feladat esetében is helyes eredményt ad.

---

2. Feladat

Ferde hajítás akkor jön létre, ha a test kezdősebessége nem vízszintes és nem is függőleges. A ferde hajítás két mozgás összegének tekinthető: a test vízszintesen egyenes vonalú egyenletes mozgást végez, a mozgás függőleges összetevője pedig egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás.

Feladat:

Egy testet v_0= 4 m/s kezdősebességgel hajítunk el. Mekkora hajítási szöggel érjük el a legnagyobb hajítási időtartamot? (A gravitációs állandó g=10m/s^2)

Ha a test a vízszintes talajról indul, akkor a hajítás távolsága az a d távolság, amelyet a test vízszintesen megtesz addig, amíg újra visszaér a kiindulási szintre (y = 0). Ha az ehhez szükséges időtartamot t_h jelöli, akkor felírhatjuk az alábbi képletet:

$$0 = v_0 \cdot t_{\mathrm{h}} \cdot \sin\alpha - \frac{g}{2} \cdot t_{\mathrm{h}}^2$$

Ebből a hajítás időtartama:

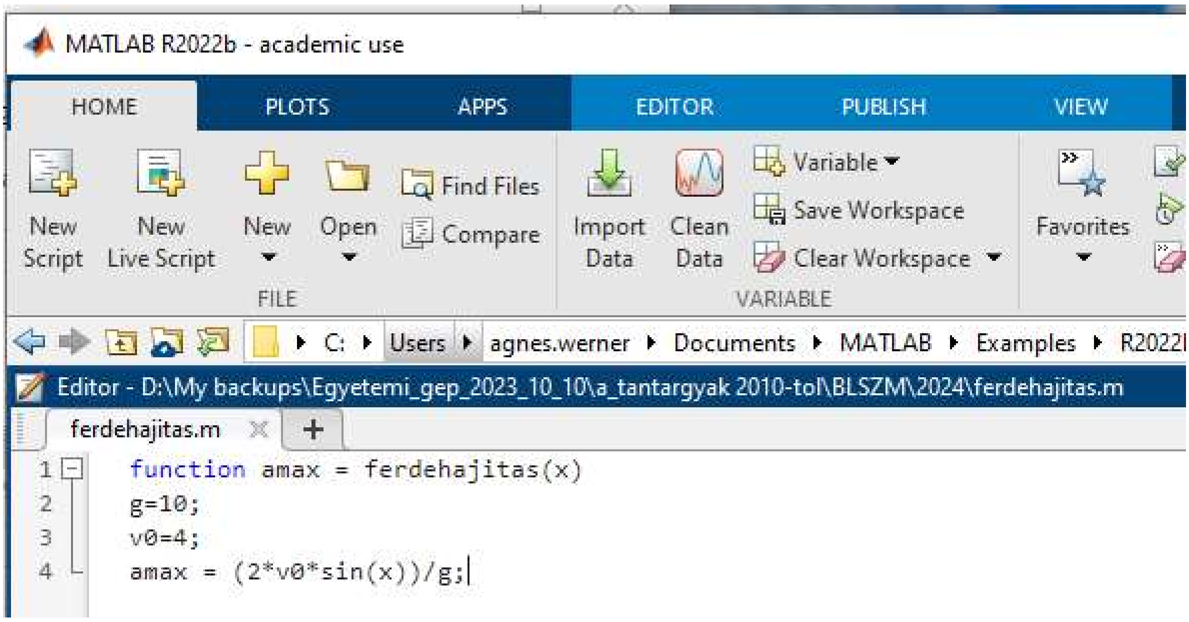
$$t_{\mathrm{h}} = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin\alpha}{g}$$

Ebbe a v_0 -t és a g-t behelyettesítve megkapjuk a fitness függvényünket:

$$t_h = \frac{2 * 4 * \sin(\alpha)}{10}$$

Megoldás

A MATLAB-ot megnyitva létrehozunk egy új scriptet, majd a következő függvényt adjuk meg:



Beállítások:

1. Hívjuk meg a fitness function: @ferdehajitas

```
>> ObjectiveFunction=@ferdehajitas

ObjectiveFunction =

  function_handle with value:

    @ferdehajitas
```

2. Number of variables-t állítsuk 1-re, hiszen 1 bemeneti paraméterünk van.

```
>> nvars=1

nvars =

     1
```

3. Lower + Upper Boundot állítsuk [-2*π; 2* π] értékre, hogy csak a helyes szögtartományt vegyük figyelembe (-180˚-180˚)

```
>> LB= [-180]

LB =

  -180

>> UB=[180]

UB =

   180
```

4. Init range legyen [0;10]

```
>> options=gaoptimset('Generations',100,'PopulationSize',50,'PopInitRange',[0;10],'Display','iter')
```

(Beállítottunk néhány egyéb paraméter is.)

Elindítható időmérés: `>> tic`

GA függvény meghívása:

Command Window

```
>> [x,FVAL]=ga(ObjectiveFunction,nvars,[],[],[],[],LB,UB,[],options)

Single objective optimization:
1 Variable(s)

Options:
CreationFcn:       @gacreationuniform
CrossoverFcn:      @crossoverscattered
SelectionFcn:      @selectionstochunif
MutationFcn:       @mutationadaptfeasible

                                  Best           Mean      Stall
Generation        Func-count        f(x)           f(x)    Generations
    1               100          -0.7887        -0.1178        0
    2               147          -0.7887        -0.3489        1
    3               194          -0.7887        -0.5675        2
    4               241          -0.7984         -0.714        0
    5               288          -0.7984        -0.7391        1
    6               335          -0.7984         -0.756        2
    7               382          -0.7992        -0.7568        0
    8               429          -0.7992        -0.7843        1
    9               476          -0.7992        -0.7909        2
   10               523             -0.8        -0.7958        0
   11               570             -0.8        -0.7967        1
   12               617             -0.8        -0.7978        2
   13               664             -0.8        -0.7994        3
   14               711             -0.8        -0.7995        4
   15               758             -0.8        -0.7997        5
   16               805             -0.8        -0.7998        6
   17               852             -0.8           -0.8        7
   18               899             -0.8           -0.8        8
   19               946             -0.8           -0.8        9
   20               993             -0.8           -0.8       10
   21              1040             -0.8           -0.8       11
   22              1087             -0.8           -0.8       12
fx 23              1134             -0.8           -0.8       13
```

```
Command Window
   37          1792         -0.8         -0.8      27
   38          1839         -0.8         -0.8      28
   39          1886         -0.8         -0.8      29
   40          1933         -0.8         -0.8      30
   41          1980         -0.8         -0.8      31
   42          2027         -0.8         -0.8      32
   43          2074         -0.8         -0.8      33
   44          2121         -0.8         -0.8      34
   45          2168         -0.8         -0.8      35
   46          2215         -0.8         -0.8      36
   47          2262         -0.8         -0.8      37
   48          2309         -0.8         -0.8      38
   49          2356         -0.8         -0.8      39
   50          2403         -0.8         -0.8      40
   51          2450         -0.8         -0.8      41
   52          2497         -0.8         -0.8      42
   53          2544         -0.8         -0.8      43
   54          2591         -0.8         -0.8      44
   55          2638         -0.8         -0.8      45
   56          2685         -0.8         -0.8      46
   57          2732         -0.8         -0.8      47
   58          2779         -0.8         -0.8      48
   59          2826         -0.8         -0.8      49
   60          2873         -0.8         -0.8      50
Optimization terminated: average change in the fitness value less than options.FunctionTolerance.

x =

    4.7124


FVAL =

   -0.8000
```

Összegzés:

Tehát a fenti ábra mutatja, hogy a maximális hajítási időtartam kb. 0,8 sec, amit 4,7124˚ szöggel érhetünk el. Ha többször futtatjuk ezt a scriptet, láthatjuk, hogy mindig ezt az eredményt fogjuk kapni.