

Seminario de solución de problemas de inteligencia artificial

Practica 03

Javier Emmanuel Astudillo Salamanca

213496188

[Seminario de solucion de problemas de inteligencia artificial](#)

[Practica 03](#)

[Javier Emmanuel Astudillo Salamanca](#)

[213496188](#)

[Descripción](#)

[Marco teorico](#)

[Heuristica](#)

[Metaheuristica](#)

[Algoritmos genéticos evolutivos](#)

[Descripción](#)

[Genotipo](#)

[Fitness](#)

[Metodo de seleccion](#)

[Apareamiento](#)

[Condicion de parada](#)

[Mutacion](#)

[Desarrollo](#)

[Individuo](#)

[Poblacion](#)

[Método genera alelo](#)

[Metodo de eleccion](#)

[Apareamiento](#)

[Selección de los mejores](#)

[Ciclo principal](#)

[Resultados](#)

[Mutacion 0%](#)

[Generacion 0](#)

[Generacion 50](#)

[Generacion 100](#)

[Mutacion 1%](#)

[Generacion 0](#)

[Generacion 50](#)

[Generacion 100](#)

[Mutacion 2%](#)

[Generacion 0](#)

[Generacion 50](#)

[Generacion 100](#)

[Mutacion 5%](#)

[Generacion 0](#)

[Generacion 50](#)

[Generacion 100](#)

[Conclusiones](#)

[Nota](#)

[Referencias](#)

Descripción

Considere el problema de

$$\min_x f(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2$$

En un dominio de búsqueda [-5, +5], para una esfera dimension 20. El límite de generaciones a 100, el tamaño de la población de 20, compare los rangos de mutación de 1%, 2%, 5%.

Marco teorico

Heurística

Algunos problemas de optimización son difíciles de solucionar por medio de métodos tradicionales debido a la complejidad, cantidad de respuestas o simplemente por que con el poder de cómputo actual tardaríamos una eternidad en resolverlos.¹

Es ahí cuando entran en acción las metaheurísticas que nos define heurística de la siguiente manera:

“Procedimiento simple, a menudo basado en el sentido común, que se supone que ofrecerá una buena solución (aunque no necesariamente la óptima) a problemas difíciles, de un modo fácil y rápido”. (Zanakis y Evans, 1981) ”²

Así pues se utilizan cuando no existe un método exacto de resolución, cuando el que existe demora bastante tiempo para encontrar una respuesta óptima o cuando se tienen limitaciones de tiempo.

Metaheurística

Las metaheurísticas como las heurísticas, tampoco garantizan la obtención de un óptimo al problema, a diferencia de las heurísticas las metaheurísticas tratan de evitar los óptimos locales, enfocados en el óptimo global.

La lógica de las técnicas metaheurísticas es similar: el punto de partida es una solución (o conjunto de soluciones) que típicamente no es óptima. A partir de ella se obtienen otras

¹ (2014). Algoritmos Evolutivos y Algoritmos Genéticos. Retrieved September 6, 2016, from <http://www.it.uc3m.es/~jvillena/irc/practicas/estudios/aeag>.

² (2013). Técnicas metaheurísticas - Ingeniería de Organización y Logística. Retrieved September 6, 2016, from <http://www.iol.etsii.upm.es/arch/metaheuristicas.pdf>.

parecidas, de entre las cuales se elige una que satisface algún criterio, a partir de la cual comienza de nuevo el proceso. Este proceso se detiene cuando se cumple alguna condición establecida previamente.

Algoritmos genéticos evolutivos

Su raíz procede de los algoritmos bioinspirados, basados en imitar el comportamiento o algún fenómeno existente en la naturaleza para resolver el problema, emplean métodos heurísticos no deterministas de “búsqueda”, “aprendizaje”, evolución.

Descripción

En el caso del algoritmo en cuestión, se basa en la máxima evolutiva de “Los más aptos sobreviven y dejan descendencia”, por lo tanto este algoritmo utiliza una función para evaluar a los más aptos, lo que se llama “fitness” esta función sirve como un indicador de cuáles son los individuos más aptos y cuales son los que nos interesan para “dejar descendencia”, la idea de que se reproduzcan los más aptos es que con cada generación se tenga una solución más cercana al óptimo global y que cuando se alcance la condición de parada se tenga un resultado lo más cercano al óptimo global posible.

Genotipo

Cada individuo cuenta con un genotipo que consta de valores binarios “0s” y “1s” agrupándolos y representando estos grupos características o el “fenotipo” del individuo.

En este problema en particular el genotipo consta de un grupo de 4 genotipos , uno por cada variable y consta de 5 alelos en lugar de 4.

Fitness

Es una magnitud que mide qué tan apto es el individuo (solución) con respecto a sus pares, indicándonos un mayor valor que es más cercano al óptimo.

Metodo de seleccion

Existen varios métodos de selección siendo los más populares el de “ruleta” o “torneo”, en el presente trabajo se utilizara el método de ruleta. Que consiste en evaluar a cada individuo para obtener su “fitness” y en base a ese valor otorgarle una probabilidad, a mayor “fitness” mayor probabilidad de ser elegido.

Una vez calculada esa probabilidad mediante una función “random” que elija dos individuos diferentes para aparearse.

Apareamiento

Una vez que se han elegido los dos individuos para aparearse el método que usaremos para hacer esto es el de “swap” que consiste en tomar el genotipo de cada individuo y mediante una función random elegir un número entre (1 y n -1), n siendo el número de genes que tiene la población.

Una vez teniendo este número, se procede a hacer un intercambio de los genes a partir de esa posición por ejemplo:

$$X = 2$$

Individuo 1 : [3.23, 2.22, -1.45, ...]

Individuo 2 : [2.45, -4.56, -1.5, ...]

Hijo 1 : [3.23, -4.56, -1.5, ...]

Hijo 2 : [2.45, 2.22, -1.45, ...]

Condicion de parada

Esta condición de parada es arbitraria y puede ser un número determinado de generaciones, determinado tiempo, cuando las generaciones no cambien mas, etc.

Para este trabajo se decidió establecer la condición de parada en 100 generaciones.

Mutacion

Para darle variedad a la población y buscar un individuo que se acerque mas a la solución ideal sin importar si estuvo o no presente en la primera generación, se implementa la mutación.

Se elige un porcentaje de mutación y a partir de este se calcula el número de alelos que tienen que cambiar en la población, es decir si se tiene una población de 20 individuos y cada uno tiene 20 alelos el total de la poblacion tendra “400 alelos”.

Si se tiene un porcentaje de mutación del 1%, mutaremos 4 alelos.

$$20 * 20 = 400 \% 1 = 4$$

```
def mutarPoblacion(self):
    numeroMutantes = int(math.ceil(self.tamanoPoblacion * self.numAlelos * self.porcentajeMutacion))

    for i in range( numeroMutantes ):
        aux = self.poblacion[ random.randint( 0, self.tamanoPoblacion - 1 ) ]
        aux.setMutacion( random.randint( 0, self.numAlelos - 1 ) , self.generaAlelo() )
```

Una vez que se calcula el número de alelos que tiene que ser mutados, se inicia un ciclo de que itere ese número de veces y en cada iteración se elige un individuo de la población y un alelo de ese individuo se asigna un valor en el rango de [- 5, +5].

Desarrollo

Primero declaramos las clases y atributos que nos ayudaran a resolver el problema:

Individuo

```
class Individuo(object):
    """docstring for Individuo"""
    def __init__(self, genoma, fenotipo):
        super(Individuo, self).__init__()

        self.genoma = genoma
        self.fitness = -1
        self.fx = None

    def setFitness(self, fitness):
        self.fitness = fitness
    def setFx(self, fx):
        self.fx = fx
```

Que cuenta con 3 atributos: genoma, fitness.

Un constructor que toma por parámetro “genoma”.

Se agregó el atributo fx para guardar el resultado de la función original y a diferencia de la práctica anterior el genoma y el fenotipo son arreglos.

Poblacion

```
class Poblacion(object):
    """docstring for Poblacion"""

    def __init__(self, funcionFitness ):

```

```

super(Poblacion, self).__init__()

self.poblacion = []
self.poblacionNueva = []

self.funcionFitness = funcionFitness
self.totalFitness = 0

```

Cuenta con 2 atributos “población” y “hijos” que son listas que almacenan la población actual de la que se eligen los individuos más aptos y “hijos” que almacena los hijos de los individuos que se aparean.

Método genera alelo

```

def generaAlelo(self):    return  ( random.random() * random.randint( self.minAlelo, self.maxAlelo ) )

```

Método de elección

Para este trabajo se eligió el método de ruleta que se implementa de la siguiente manera:

```

def ruleta( self ):
    totalProbabilidad = 0
    elegido = round( random.random() , NUM_DECIMALES )

    for individuo in self.poblacion:
        aux = (individuo.fitness / self.totalFitness)
        totalProbabilidad += aux

        if elegido <= totalProbabilidad:
            return individuo

```

Se inicializa la variable auxiliar “totalProbabilidad” a 0 que sirve como acumulador del rango de probabilidad que tiene cada individuo, la variable “elegido” guarda un valor aleatorio entre 0 y 1 con 4 cifras decimales y por cada individuo se asegura que el valor elegido no haya caído en el rango asignado a ese individuo, si es así regresa al individuo.

Apareamiento

Para la función aparear se eligió el método “swap”.

Primero se elige el número de alelos que se van a conservar por cada individuo, con una función random que elige un número entre (1 y n - 1), siendo n el número total de alelos.

Enseguida se emplean 2 variables auxiliares que guardaran los genomas resultantes del swap e inicializará 2 objetos individuo inicializarlos con el genotipo resultante y el fenotipo que se obtiene haciendo una llamada a “diccionario Genómico” y se regresan los dos individuos resultantes.

```
def aparear(self, padre, madre):  
    numAlelos = random.randint( 1, len( padre.genoma ) - 1 )  
  
    genoma1 = padre.genoma[ : numAlelos ] + madre.genoma[ numAlelos : ]  
    genoma2 = madre.genoma[ : numAlelos ] + padre.genoma[ numAlelos : ]  
  
    return Individuo( genoma1 ) ,      Individuo( genoma2)
```

Selección de los mejores

Para la elección de los mejores para aparearse se utiliza la ruleta que regresa a los individuos más aptos es necesario que ambos individuos sean diferentes, por lo que es necesario asegurarse que esto no ocurra, una vez que tenemos a dos individuos diferentes, se aparea y se integran a la lista “hijos”.

```
def seleccionMejores( self ):  
    aux1 = self.ruleta()  
  
    flag = True  
  
    while( flag ):  
        aux2 = self.ruleta()  
  
        if aux1 != aux2:  
            flag = False  
  
    hijos = self.aparear( aux1, aux2 )  
  
    self.hijos.append( hijos[0] )  
    self.hijos.append( hijos[1] )
```

Ciclo principal

```
def cicloPrincipal(self):  
    numGeneraciones = 0
```

```

p.inicializaPoblacion()
p.calculaFitness()
p.sortPoblacion()
print("Generacion " + str(numGeneraciones) )
p.imprimirPoblacion()

while (numGeneraciones <= self.maxGeneraciones):
    #print(len(self.poblacion))
    self.hijos = []
    self.resetTotalFitness()
    self.sortPoblacion()
    self.calculaFitness()

    while len(self.hijos) < self.tamanoPoblacion:
        self.seleccionMejores()
        self.mutarPoblacion()

    self.setPoblacion( self.hijos )

    numGeneraciones += 1

    if (numGeneraciones % 50) == 0:
        print("Generacion " + str(numGeneraciones) )
        p.calculaFitness()
        p.sortPoblacion()
        p.imprimirPoblacion()

```

Inicializamos el “numGeneraciones” a 0, así como la variable “población” pasándole como parámetro la función con la que evaluará el “fitness”, inmediatamente después se inicializa la población.

Se inicia un ciclo que tiene como condición de paro que el número de generaciones sea igual al máximo.

Al inicio de cada ciclo se eliminan todos los elementos en “hijos”, poner a 0 el “totalFitness” y asignar a cada individuo el fitness actual.

Así mismo se entra a un segundo ciclo que ejecuta la selección de los mejores individuos, los aparea e inserta los hijos a la nueva población, repitiendo esto hasta que “hijos” tenga el

tamaño de requerido, una vez que se tiene la población “hijos”, se procede a mutar esa población.

Por último se asigna “hijos” a la “población” y se incrementa el contador de generaciones, se repite el ciclo hasta que se cumple con la condición de paro.

Resultados

Mutacion 0%

Generacion 0

generation 0																				
-4.72	-0.04	-3.51	3.78	0.69	0.03	3.3	-3.21	3.23	-0.81	-1.77	2.12	1.08	-4.72	0.92	-1.47	-1.94	-0.25	-0.1	-0.46	f(x) = 119.7352 fitness(x) = 0.0084
0.43	4.69	1.78	0.0	3.53	0.0	1.35	4.51	-2.34	0.0	-0.9	0.86	-3.36	-0.32	0.84	-1.52	-3.04	1.06	0.81	f(x) = 104.9322 fitness(x) = 0.0095	
3.2	-0.9	-0.37	2.35	-0.68	0.83	0.97	4.75	-0.92	-0.15	0.49	-3.33	0.11	-2.83	-0.66	0.48	-2.86	2.9	-3.94	0.79	f(x) = 93.6225 fitness(x) = 0.0107
0.67	0.09	-0.78	0.0	2.0	-4.21	-1.53	2.67	-2.11	0.68	2.08	0.0	-1.81	-3.87	-3.46	3.23	0.0	-1.78	0.0	0.63	f(x) = 85.9125 fitness(x) = 0.0116
2.62	2.56	0.0	-1.44	0.39	-1.07	0.25	0.18	-0.25	-1.71	-0.25	4.6	0.25	2.17	0.0	1.0	-4.6	1.16	-0.21	-3.94	f(x) = 85.0434 fitness(x) = 0.0118
-2.21	-1.27	0.0	1.56	-1.53	-2.09	2.33	1.35	1.93	0.0	0.41	0.99	-3.69	4.53	-0.16	1.42	3.55	0.87	0.45	2.48	f(x) = 83.6832 fitness(x) = 0.0119
0.97	0.46	3.1	-2.62	0.66	1.39	-0.34	1.35	0.98	-2.01	-0.27	1.22	-3.8	0.57	0.74	0.23	-0.13	-3.91	2.69	0.58	f(x) = 82.6073 fitness(x) = 0.0121
0.16	-1.94	0.29	0.45	3.07	3.45	0.0	-1.01	3.58	-1.16	0.82	1.55	0.14	-2.7	0.5	2.7	0.0	0.14	3.51	0.41	f(x) = 71.0427 fitness(x) = 0.0141
1.72	3.16	-1.16	-4.46	-1.3	-0.1	-3.23	-0.86	-1.04	1.57	-1.32	0.57	1.91	1.11	-0.4	0.0	-0.57	0.0	-3.54	-0.68	f(x) = 70.9639 fitness(x) = 0.0141
-1.82	-1.43	0.0	-2.07	2.75	-1.9	0.9	-2.91	0.23	-0.95	-2.05	-0.45	-0.74	2.2	1.71	-1.29	0.72	-4.13	-1.03	-2.05	f(x) = 68.142 fitness(x) = 0.0147
3.97	-1.57	1.7	0.65	0.45	-1.27	-0.19	-1.15	4.04	-20.65	0.86	-1.42	-2.35	0.88	1.16	0.54	0.95	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 63.4775 fitness(x) = 0.0158
0.0	1.94	-0.97	3.08	2.24	-1.1	0.2105	-1.17	-1.039	0.0	0.153	-0.28	-2.68	0.99	2.39	0.47	-2.52	-3.86	0.0	-1.64	f(x) = 62.3279 fitness(x) = 0.016
-1.09	1.8	-1.88	0.69	-0.76	-2.16	1.88	2.54	-0.24	0.0	1.14	-3.73	1.12	1.19	-3.33	-1.1	0.07	0.16	-2.66	0.9	f(x) = 61.8717 fitness(x) = 0.0162
0.99	-0.27	0.76	-2.56	-0.08	0.01	-4.93	-1.23	1.05	0.72	0.45	-2.94	-2.66	1.07	0.72	0.73	1.98	-1.52	0.28	-0.49	f(x) = 60.2917 fitness(x) = 0.0166
0.0	-0.24	-1.59	0.73	1.19	-3.9	0.25	-3.7	0.0	-1.31	0.16	-0.01	-3.33	-1.17	0.31	-0.48	-0.64	3.13	-0.36	-0.77	f(x) = 59.9643 fitness(x) = 0.017
-2.55	0.04	-3.2	0.0	1.43	0.65	0.2	-2.25	-0.9	1.11	0.0	-2.52	0.94	-1.52	1.74	-0.57	-3.82	-0.71	-1.37	-0.5	f(x) = 56.5448 fitness(x) = 0.0177
-0.76	-2.17	0.14	-2.23	1.71	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.79	0.5	0.34	-0.12	-1.23	-0.35	0.24	-2.67	-0.7	-3.71	4.2	f(x) = 55.0082 fitness(x) = 0.0182
0.72	0.0	0.78	0.53	-1.19	-1.9	-3.93	0.15	0.12	-1.33	0.36	0.84	0.38	-2.25	1.71	0.0	1.27	-1.59	1.7	-1.72	f(x) = 42.6111 fitness(x) = 0.0235
0.14	0.84	1.3	0.06	1.2	-0.74	1.18	-0.58	2.5	-1.29	3.58	1.5	-0.82	2.65	-0.25	0.9	-1.85	0.46	0.24	0.0	f(x) = 40.9599 fitness(x) = 0.0244
-1.47	2.06	2.7	-0.98	-1.68	-1.87	0.74	-2.26	0.43	-0.52	0.0	0.0	-0.85	1.76	0.72	1.73	0.07	-1.65	0.77	-1.74	f(x) = 40.7922 fitness(x) = 0.0245

Peor individuo → Fitness : 0.0084 f(x) : 119.7352

Mejor individuo → Fitness : 0.0245 f(x) : 40.7922

Generacion 50

generation 50																				
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1.47	0.09	-1.88	-0.98	1.43	0.0	0.0	-0.29	0.09	-0.52	0.5	0.0	-0.12	1.76	0.72	0.54	0.86	-1.6	0.68	-0.76	f(x) = 17.5952 fitness(x) = 0.0568
-1																				

[illegible]

Peor individuo \rightarrow Fitness : 0.0568 $f(x)$: 17.5952

Mejor individuo \rightarrow Fitness : 0.0568 $f(x)$: 17.5952

Mutacion 1%

1.00	0.0	0.0	1.71	0.37	-3.89	-0.86	-0.09	-2.49	3.94	-3.66	1.25	0.09	0.0	0.2	0.0	-3.93	0.11	-4.59	-2.01	-4.26	f(x) = 114.4352 fitness(x) = 0.0087
0.03	0.0	0.01	-0.55	-0.77	-4.96	-0.91	-1.45	-1.14	3.06	0.0	0.34	1.39	0.95	0.94	0.0	-1.12	-4.36	4.46	2.55	-0.01	f(x) = 119.4471 fitness(x) = 0.0088
1.53	0.0	0.09	1.66	0.69	-1.35	-0.15	0.96	-0.86	0.98	-0.86	-0.33	0.13	-0.03	0.74	0.0	-1.12	-4.36	4.46	2.55	-0.01	f(x) = 119.4471 fitness(x) = 0.0088
1.1	1.55	2.49	4.24	2.27	-0.53	-0.26	0.0	2.54	-2.99	2.24	2.68	0.87	-0.73	3.96	2.14	0.99	-0.77	2.17	4.03	4.34	f(x) = 55.6222 fitness(x) = 0.0105
-2.3	-2.94	0.59	0.65	2.22	0.39	0.54	1.55	-4.83	-0.87	-0.52	-0.11	-2.61	0.0	0.18	0.96	1.44	0.0	0.13	3.85	f(x) = 82.8431 fitness(x) = 0.0121	
-2.19	-2.18	-1.43	-4.78	0.68	2.64	0.08	0.34	-1.12	-2.77	-2.59	-2.44	-0.88	0.69	-3.52	-1.66	1.03	-2.05	0.11	-1.37	f(x) = 82.6965 fitness(x) = 0.0121	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	f(x) = 82.6965 fitness(x) = 0.0121	
0.57	0.27	-0.77	1.57	4.62	0.62	1.95	2.45	1.29	0.0	2.11	-1.83	-0.98	-1.01	-0.78	-2.86	-0.59	3.0	2.45	-1.08	0.15	f(x) = 77.9645 fitness(x) = 0.0128
0.0	1.69	1.45	0.0	0.0	-1.43	2.32	-0.35	-3.6	2.63	0.0	1.95	-4.94	3.64	-0.73	-1.88	0.0	0.0	0.0	0.15	f(x) = 77.9645 fitness(x) = 0.0128	
2.82	-0.06	-0.07	2.06	0.37	1.68	-0.27	-0.08	-1.64	0.0	1.62	-1.77	-0.38	-0.65	-4.38	0.0	-0.68	-0.0	0.87	0.92	f(x) = 71.9648 fitness(x) = 0.0139	
1.3	1.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	f(x) = 71.9648 fitness(x) = 0.0139	
-0.1	-1.09	-2.57	-3.24	-0.93	-0.24	-0.94	-1.97	-1.94	2011.84	1.61016	1.6	0.38	0.14	-0.54	1.76	1.94	-0.28	-1.31	-2.83	f(x) = 58.9624 fitness(x) = 0.017	
-3.31	-2.19	-0.93	-0.43	0.93	0.0	-1.19	-0.12	-0.829	-0.38	-0.0502	-0.77	-0.94	0.58	-0.1	3.41	2.79	-0.55	-1.1	2.34	f(x) = 58.1897 fitness(x) = 0.0172	
0.0	0.0	0.0	-0.129	0.91	0.71	-1.12	-2.21	-0.59	1.05	0.83	-0.68	0.04	-2.06	-0.9	-0.35	1.07	0.0	-0.01	-0.62	f(x) = 45.6456 fitness(x) = 0.0217	
0.14	0.0	-2.83	-2.63	0.1	0.0	-2.24	-0.21	-0.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	f(x) = 45.6456 fitness(x) = 0.0217	
1.14	3.82	3.88	-0.48	1.69	1.35	0.49	0.41	2.41	-1.56	-0.81	0.08	-0.88	-1.63	1.11	0.93	-0.38	-0.06	2.19	1.9	f(x) = 43.9319 fitness(x) = 0.0228	
0.89	-0.7	-0.79	0.0	0.62	-0.35	0.85	-1.77	-0.41	-1.38	1.15	0.41	3.04	-2.33	-0.45	0.0	-2.39	-1.06	3.37	-0.78	f(x) = 43.4575 fitness(x) = 0.023	
1.14	0.63	-2.32	0.25	2.99	-0.73	0.0	-0.77	-0.85	1.11	-0.31	0.64	-0.44	-1.62	-1.64	0.0	1.94	-0.63	0.3	0.78	f(x) = 42.8088 fitness(x) = 0.0234	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	f(x) = 42.8088 fitness(x) = 0.0234	
0.18	0.7	-1.51	0.03	0.97	0.34	1.54	0.56	2.24	-1.26	0.0	2.18	0.83	1.81	-0.19	-0.66	-2.58	0.25	1.92	1.91	f(x) = 31.2559 fitness(x) = 0.0303	

Peor individuo \rightarrow Fitness : 0.0087 $f(x)$: 114.4352

Mejor individuo \rightarrow Fitness : 0.032 $f(x)$: 31.2559

Generations: 50																				
-1.72	0.84	-0.27	0.0	1.13	-0.54	-2.06	1.55	3.03	-1.76	-2.24	-0.89	0.0	-0.04	0.36	-0.23	-1.94	-0.05	0.0	-3.03	f(x) = 43.219 fitness(x) = 0.0231
0.07	1.44	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	-2.06	1.55	-0.04	-1.42	-0.35	-0.89	1.69	3.39	-0.48	-0.23	-0.52	0.0	0.0	2.7	f(x) = 36.9419 fitness(x) = 0.0231
-0.81	1.44	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	-2.06	1.55	-0.04	-1.42	-0.35	-0.89	1.69	3.39	-0.48	-0.23	-0.52	0.0	0.0	2.7	f(x) = 36.9419 fitness(x) = 0.0231
-0.81	1.44	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	1.0	1.77	0.0	-1.76	-2.24	-0.89	0.0	0.0	0.36	-0.23	-1.94	-0.05	1.05	0.0	f(x) = 22.808 fitness(x) = 0.0428
-1.02	1.44	-0.48	-0.94	1.13	2.31	-1.1	1.55	0.0	-1.76	-0.35	-0.89	0.0	-0.04	0.36	1.76	-0.82	-0.05	0.0	-0.21	f(x) = 22.5484 fitness(x) = 0.0445
-2.06	0.84	-0.27	0.71	1.13	-0.54	-2.06	1.55	0.0	-1.42	-0.35	-0.9	0.9	1.65	0.0	-0.74	-0.82	-0.05	0.0	-0.21	ind(f(x) = 21.4975 fitness(x) = 0.0465
-0.18	1.44	-0.48	-0.94	1.13	2.31	-1.1	1.55	0.0	-1.42	-0.35	-0.89	0.0	0.0	0.36	1.76	-0.82	-0.05	0.0	-0.21	ind(f(x) = 21.4975 fitness(x) = 0.0465
0.18	1.44	-0.48	-0.94	1.13	2.6	1.39	1.55	0.0	0.0	-0.35	0.62	-0.61	0.71	0.0	-0.23	-1.94	-0.05	0.0	-0.32	ind(f(x) = 20.8932 fitness(x) = 0.0479
-1.46	1.44	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	0.43	3.05	0.0	-0.51	-0.94	0.9	-0.61	0.0	0.36	-0.74	-0.82	-0.05	0.0	-0.2	ind(f(x) = 20.6064 fitness(x) = 0.0498
0.81	1.44	-0.48	-0.94	1.13	1.4	0.43	-2.86	0.0	-1.42	-0.35	0.62	-0.61	-0.04	0.36	-0.23	-0.52	-0.05	-0.24	0.0	f(x) = 19.2427 fitness(x) = 0.052
-0.18	1.44	-0.48	-0.94	1.13	1.6	2.43	-2.86	0.0	-1.42	-0.35	0.62	-0.61	-0.04	0.36	-0.23	-0.52	-0.05	-0.24	0.0	f(x) = 19.2427 fitness(x) = 0.052
0.08	0.84	-0.27	0.05	1.13	1.4	0.43	-2.86	0.0	-1.42	-0.35	0.62	-0.61	-0.04	0.36	-0.23	-1.54	-0.05	-0.24	0.0	f(x) = 17.8889 fitness(x) = 0.0559
0.07	1.44	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	1.0	1.55	0.0	-1.42	-0.35	0.9	1.65	0.0	-0.74	-0.82	-0.05	0.0	-0.21	ind(f(x) = 15.8839 fitness(x) = 0.063	
-0.48	1.24	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	1.0	1.55	0.0	-1.42	-0.35	0.9	1.65	0.0	-0.74	-0.82	-0.05	0.0	-0.21	ind(f(x) = 15.8894 fitness(x) = 0.0643	
-0.48	1.24	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	1.07	1.55	0.0	-1.42	-0.35	0.62	-0.61	-0.04	0.36	-0.23	-0.52	-0.05	-0.24	0.0	ind(f(x) = 15.8894 fitness(x) = 0.0643
-0.81	1.44	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	-1.83	1.55	0.0	-1.42	-0.35	0.62	0.0	-0.04	0.0	-0.74	-0.82	-0.05	-0.24	0.0	ind(f(x) = 14.9332 fitness(x) = 0.067
-0.48	1.24	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	-1.83	-1.07	0.0	-1.42	-0.35	0.62	0.0	-0.04	0.0	-0.74	-0.82	-0.05	-0.24	0.0	ind(f(x) = 12.7045 fitness(x) = 0.0787
0.18	1.44	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	1.26	1.55	0.0	-1.42	-0.35	0.62	-0.61	-0.04	0.08	-0.23	-0.82	-0.05	-0.24	0.16	f(x) = 12.471 fitness(x) = 0.0803
-0.48	1.24	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	1.32	1.55	0.0	-1.42	-0.35	0.62	-0.61	-0.04	0.08	-0.23	-0.82	-0.05	-0.24	0.16	ind(f(x) = 12.471 fitness(x) = 0.0803
-0.48	1.24	-0.48	-0.94	1.13	-0.54	0.43	1.55	0.0	-1.42	-0.35	0.62	-0.61	-0.04	0.08	-0.23	-0.82	-0.05	-0.24	0.16	f(x) = 10.7193 fitness(x) = 0.0995

Peor individuo \rightarrow Fitness : 0.0231 $f(x)$: 43.2190

Mejor individuo → Fitness : 0.0933 $f(x)$: 10.7193

Generacion 100

0.15	0.45	-0.02	0.7	4.85	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.17	-0.81	0.0	-0.61	-0.07	-0.37	-4.94	0.2	-0.05	0.0	0.0	f(x) = 50.143 fitness(x) = 0.0199
0.15	0.0	-0.02	0.05	2.72	-0.54	0.0	0.99	0.0	0.17	-0.81	0.0	-0.61	-0.07	-0.37	-4.94	0.2	-0.05	0.0	0.0	f(x) = 34.3523 fitness(x) = 0.0291
0.15	0.0	-0.02	0.7	-1.3	3.76	-3.94	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 33.5988 fitness(x) = 0.0298
0.15	0.45	-0.02	0.7	4.85	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 26.205 fitness(x) = 0.0382
0.15	0.45	-0.02	0.05	0.0	-0.54	0.0	0.0	0.0	2.92	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 10.7464 fitness(x) = 0.0931
0.15	0.45	-0.02	0.0	0.0	-0.54	0.0	0.0	0.0	2.92	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 10.7464 fitness(x) = 0.0931
0.15	0.0	-0.02	0.7	-1.3	-0.54	0.0	0.0	0.0	1.57	0.0	0.0	-0.61	0.76	-0.43	-1.71	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 9.0621 fitness(x) = 0.1103
0.15	0.0	0.0	0.7	0.0	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.17	0.0	0.61	-0.61	1.0	-2.39	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 8.386 fitness(x) = 0.1192
0.15	0.0	-0.02	0.7	0.0	-0.54	0.0	0.0	0.0	-1.75	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.37	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 5.4892 fitness(x) = 0.1822
0.15	0.45	-0.02	-1.55	0.0	0.96	0.38	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 5.3596 fitness(x) = 0.1866
0.7	0.0	-0.02	0.7	0.0	-0.54	0.0	0.0	0.0	1.57	0.0	0.0	-0.61	0.76	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 4.9728 fitness(x) = 0.2011
0.15	0.0	-0.02	0.7	0.0	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.17	0.0	0.61	-1.02	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 3.5465 fitness(x) = 0.282
0.15	0.45	-0.02	0.7	0.0	0.96	0.0	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 3.3277 fitness(x) = 0.3005
0.15	0.45	-0.02	0.0	0.0	-0.54	0.0	0.99	0.0	0.17	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 3.2081 fitness(x) = 0.3119
0.15	0.45	-0.02	0.7	0.0	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	-0.62	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 3.046 fitness(x) = 0.3283
0.15	0.45	-0.02	0.7	0.0	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 2.7066 fitness(x) = 0.3695
0.15	0.45	-0.02	0.7	0.0	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 2.7066 fitness(x) = 0.3695
0.15	0.0	-0.02	0.0	0.0	-0.54	0.0	0.99	0.0	0.17	-0.81	0.0	-0.61	0.07	-0.37	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 2.6967 fitness(x) = 0.3696
0.15	0.0	-0.02	0.7	0.0	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.17	0.0	0.0	-0.61	1.0	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 2.5026 fitness(x) = 0.3996
0.15	0.0	-0.02	0.7	-0.83	-0.54	0.0	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	-0.61	0.11	-0.43	-0.24	0.2	-0.05	0.08	0.0	f(x) = 2.3084 fitness(x) = 0.4332

Peor individuo → Fitness : 0.0199 f(x) : 50.143

Mejor individuo → Fitness : 0.4332 f(x) : 2.3084

Mutacion 2%

Generacion 0

0.07	-1.4	2.82	3.28	0.97	-3.75	-0.33	-3.83	-2.83	2.41	0.0	4.12	1.6	3.12	-2.91	-0.57	-3.24	1.42	0.31	-4.2	f(x) = 132.4154 fitness(x) = 0.0076
2.05	-1.36	0.84	0.54	-0.42	-2.35	2.74	-1.76	-2.5	0.69	1.65	1.99	0.0	3.08	4.52	-4.43	-4.57	0.94	0.82	0.26	f(x) = 110.5593 fitness(x) = 0.0201
3.46	-3.72	0.0	-4.85	0.39	1.53	-1.0	1.48	0.0	0.0	2.81	0.69	0.02	-0.19	-0.31	3.43	2.64	1.56	3.05	1.17	f(x) = 95.3723 fitness(x) = 0.0105
-1.05	1.7	1.6	0.71	-3.78	0.58	4.02	2.51	1.64	-0.43	2.43	0.5	0.41	3.18	-0.71	0.0	4.71	0.78	-1.04	0.45	f(x) = 88.1216 fitness(x) = 0.0113
0.0	-3.96	2.77	-0.59	1.67	-1.67	0.65	0.47	1.32	2.33	-3.46	0.38	-2.02	0.17	-4.65	0.0	2.83	0.0	-1.74	-0.66	f(x) = 85.9688 fitness(x) = 0.0116
-1.31	0.0	0.0	-3.24	-0.19	2.73	-0.1	0.08	-0.91	-2.66	3.9	-1.02	-0.14	1.84	1.65	1.93	-2.57	-1.52	0.75	-3.72	f(x) = 77.6706 fitness(x) = 0.0129
0.58	1.64	-0.3	2.76	-0.28	-3.18	1.52	4.34	1.26	0.12	0.0	-1.74	0.0	3.68	2.22	-0.17	2.7	-1.17	0.62	0.45	f(x) = 74.4731 fitness(x) = 0.0134
2.97	3.39	1.54	0.67	0.0	2.22	0.0	2.44	-0.66	0.0	0.0	-0.29	-2.87	-3.4	-0.54	-2.63	0.23	0.92	-3.13	-0.9	f(x) = 73.1064 fitness(x) = 0.0137
0.08	1.28	0.37	-0.85	0.97	-2.96	0.61	1.71	0.18	-0.86	-0.48	-2.5	2.31	0.64	4.32	-3.55	1.66	2.41	1.88	0.8	f(x) = 72.6557 fitness(x) = 0.0138
1.79	-0.79	0.0	1.19	-2.78	-0.49	-0.44	0.0	-3.83	0.0	-3.58	2.07	2.82	-2.05	1.04	0.45	-0.47	-2.48	-1.44	1.99	f(x) = 70.6893 fitness(x) = 0.0159
0.44	0.0	0.0	0.56	-0.53	0.58	-2.68	0.0	-1.37	1.46	0.0	-0.22	0.0	2.49	-3.25	-3.12	0.0	-3.74	2.15	2.48	f(x) = 63.6379 fitness(x) = 0.0157
-0.68	-2.38	1.43	-0.01	0.0	0.9	0.94	0.75	-3.85	1.2	-1.12	1.78	-0.73	-1.52	0.0	3.12	-2.95	-0.11	2.45	1.64	f(x) = 61.0896 fitness(x) = 0.0164
0.0	-0.66	-1.99	-0.75	-2.2	0.89	0.88	0.83	3.82	0.77	-2.75	0.99	-2.2	-0.61	-2.83	0.0	1.4	0.92	0.92	2.64	f(x) = 59.6752 fitness(x) = 0.0168
0.0	-0.35	-0.33	-0.75	0.0	0.0	2.25	0.0	-4.33	1.7	4.14	1.64	0.82	0.0	-2.34	-0.4	0.84	-0.41	-0.63	-0.63	f(x) = 55.5022 fitness(x) = 0.018
2.18	-0.14	-2.97	1.92	-0.26	0.0	0.07	0.0	-3.64	1.46	0.95	1.92	-0.14	1.79	-1.68	-1.46	-1.3	-0.31	-2.55	0.99	f(x) = 53.9858 fitness(x) = 0.0185
1.52	0.94	-0.17	0.41	-1.93	-0.15	4.74	-1.0	0.45	0.66	-2.41	1.28	-0.53	2.85	-0.22	-0.03	0.66	1.83	-0.5	-0.93	f(x) = 52.1113 fitness(x) = 0.0192
-0.12	-0.49	1.59	0.61	-0.95	0.75	-1.8	-0.32	0.0	-3.38	2.84	0.0	1.46	1.05	-2.49	-1.04	0.0	0.0	0.14	-3.42	f(x) = 49.6991 fitness(x) = 0.0201
0.9	1.16	0.0	0.66	1.39	-1.76	-0.58	0.0	-2.2	1.65	-1.57	-0.75	3.8	-0.84	0.56	0.68	-0.23	-1.47	0.53	-0.94	f(x) = 48.76 fitness(x) = 0.0205
3.15	-0.48	0.8	1.61	-1.03	-0.77	0.0	-1.61	0.88	0.35	-0.26	-1.21	0.3	-3.14	-2.08	1.38	0.38	0.97	2.98	0.86	f(x) = 46.8785 fitness(x) = 0.0213
-2.64	-1.89	-1.85	-1.07	0.3	-0.23	-0.01	-2.13	1.18	1.92	0.0	-0.79	-1.15	0.0	-0.83	-0.21	0.01	-2.64	-1.75	-1.86	f(x) = 41.0653 fitness(x) = 0.0244

Peor individuo → Fitness : 0.0076 f(x) : 132.4154

Mejor individuo → Fitness : 0.0244 f(x) : 41.0653

Generacion 50

Iteration 50																				
0.19	0.0	0.95	-0.6	0.28	0.48	1.61	0.19	0.88	0.9	0.56	-0.32	1.19	-3.49	0.24	-1.1	-0.25	2.19	-0.11	-2.66	f(x) = 33.0865 fitness(x) = 0.0302
0.19	0.0	0.95	-0.6	0.28	0.48	1.61	-4.29	-0.7	-1.08	0.0	0.47	-0.57	-0.3	0.0	-1.45	0.01	0.88	-0.11	0.84	f(x) = 28.4669 fitness(x) = 0.0351
-2.93	-0.03	0.15	0.0	0.28	0.75	0.33	0.19	0.88	-1.08	-3.48	0.47	0.43	-0.3	0.0	0.0	0.01	-0.02	-0.11	1.93	f(x) = 27.6663 fitness(x) = 0.0361
-2.93	-0.03	-0.15	0.23	-0.29	-0.15	1.0	-1.44	0.88	-1.08	0.56	0.47	-2.99	-0.3	1.88	0.0	0.01	-0.02	-0.11	-0.83	f(x) = 27.5588 fitness(x) = 0.0363
0.22	-0.03	-0.15	0.23	0.28	-0.15	1.61	-4.29	0.88	-1.08	0.0	0.47	-0.57	-0.3	0.0	-1.45	0.01	0.17	-0.11	-0.83	f(x) = 26.6108 fitness(x) = 0.0376
2.74	0.0	-0.24	1.56	0.0	0.75	1.61	0.19	0.88	-0.8	0.56	0.05	0.43	-1.62	0.0	0.0	0.01	0.0	2.29	0.0	f(x) = 22.9706 fitness(x) = 0.0435
0.19	0.0	0.95	-0.6	-0.29	-0.15	1.0	-1.44	0.88	-1.08	-3.48	0.47	0.43	-0.3	0.0	0.0	0.01	-0.02	-0.11	1.93	f(x) = 22.7637 fitness(x) = 0.0439
0.22	2.3	-0.15	0.23	0.28	0.83	1.0	0.19	0.88	-1.08	-3.27	0.47	-0.57	-0.3	0.0	0.07	0.01	-0.02	-0.11	0.84	f(x) = 21.22 fitness(x) = 0.0471
-0.06	-0.03	-0.78	2.19	-0.5	-0.15	1.0	-0.24	0.0	-1.08	0.0	-1.82	-0.57	-0.3	0.0	0.89	0.01	-1.69	-0.11	-0.65	f(x) = 15.9643 fitness(x) = 0.0526
2.41	0.0	1.28	0.23	0.28	-0.15	1.61	0.19	1.07	-1.08	0.0	0.47	0.43	-0.98	0.0	0.2	0.0	0.17	-0.11	-0.38	f(x) = 14.0984 fitness(x) = 0.0709
0.22	-0.03	-0.15	0.0	0.28	0.75	-1.76	0.19	0.88	-1.08	0.56	0.47	0.43	1.44	-1.32	0.2	0.01	0.17	-0.11	0.84	f(x) = 11.1385 fitness(x) = 0.0989
0.19	0.0	1.28	0.23	0.28	-0.15	1.61	0.19	0.88	-1.08	0.0	-1.82	-0.57	-0.3	0.0	0.0	0.01	-0.02	-0.11	-0.83	f(x) = 10.8083 fitness(x) = 0.0925
0.19	0.0	1.28	0.0	0.28	0.75	1.0	0.19	0.88	-1.08	0.56	0.47	0.43	-0.3	0.0	0.0	0.01	-0.02	-0.11	1.93	f(x) = 9.8544 fitness(x) = 0.1015
0.19	0.0	0.95	-0.6	0.28	-0.15	1.0	-1.44	0.88	-1.08	0.56	0.47	0.43	-0.3	0.0	0.2	0.01	-0.02	-0.11	-0.65	f(x) = 7.9737 fitness(x) = 0.1254
0.19	0.0	0.95	-0.6	0.28	0.75	1.61	0.19	0.88	-1.08	0.0	0.47	-0.57	-0.3	0.0	0.2	0.01	0.17	-0.11	0.84	f(x) = 7.8264 fitness(x) = 0.1261
0.22	-0.03	-0.15	0.0	0.28	0.75	0.33	0.19	0.88	-1.08	0.56	0.47	-0.16	-0.3	1.88	0.0	0.01	-0.02	-0.11	-0.83	f(x) = 7.6821 fitness(x) = 0.1302
0.22	-0.03	-0.15	-1.2	0.16	0.75	1.0	0.19	0.88	-0.23	0.56	0.47	0.43	1.44	0.0	0.2	-0.31	0.17	-0.11	-0.83	f(x) = 7.6353 fitness(x) = 0.1310
0.19	0.0	0.95	-0.6	0.28	0.75	1.0	0.19	0.88	-1.08	0.56	0.47	0.43	0.0	0.0	0.2	0.01	0.88	0.0	-0.63	f(x) = 7.1431 fitness(x) = 0.1419
0.22	-0.03	-0.15	0.23	0.28	0.75	0.33	0.19	0.88	-1.08	0.56	0.47	0.43	1.44	0.0	0.2	0.01	0.17	-0.11	0.84	f(x) = 6.9737 fitness(x) = 0.1444
0.19	-0.03	-0.15	0.72	0.28	0.03	1.0	0.19	0.88	-1.08	0.56	0.47	-0.57	-0.3	-0.53	0.2	0.01	-0.02	-0.11	-0.83	f(x) = 5.6727 fitness(x) = 0.1721

Generacion 100

Generacion 100	2.26	0.38	1.09	0.14	0.49	-0.25	-2.93	0.87	0.0	0.23	-0.87	-0.16	-0.38	0.61	-3.02	-1.0	1.15	-0.96	0.31	-1.97	f(x) = 33.7359 fitness(x) = 0.0296
	-0.58	0.0	0.33	0.0	0.28	0.33	0.66	4.33	-2.26	0.58	-0.87	-0.16	-0.38	0.61	-0.53	0.4	1.32	0.0	0.31	1.78	f(x) = 32.0062 fitness(x) = 0.0312
	-0.58	0.0	0.56	0.0	0.28	0.33	-0.43	-0.11	0.79	-1.89	-0.87	-0.16	-0.38	0.0	-0.41	1.98	-0.66	3.82	1.62	0.84	f(x) = 28.6109 fitness(x) = 0.035
	-0.58	0.0	-0.33	0.0	0.28	0.33	0.66	-0.11	0.23	-0.16	-0.87	-0.16	1.27	0.02	1.39	1.98	-0.66	3.82	0.5	0.84	f(x) = 25.3814 fitness(x) = 0.0394
	-0.58	0.0	0.56	-3.93	0.28	0.33	0.66	-0.11	0.0	-0.93	-0.87	-0.16	-0.38	0.61	-0.53	0.4	1.32	-0.66	0.31	0.84	f(x) = 22.9709 fitness(x) = 0.0437
	-0.58	0.11	0.56	0.0	0.28	0.33	0.66	-0.11	0.0	0.58	-0.87	3.51	1.27	0.02	1.39	-1.0	-0.66	-0.96	0.31	0.84	f(x) = 21.3751 fitness(x) = 0.0463
	0.69	-0.6	1.09	0.14	0.49	-0.25	-2.78	0.49	0.0	-0.16	1.49	1.24	1.27	0.02	1.39	-1.0	-0.66	-0.96	0.31	0.84	f(x) = 20.7872 fitness(x) = 0.0481
	2.67	0.0	-0.15	2.07	0.28	0.33	0.66	-0.11	0.23	0.58	-0.87	-0.16	1.27	0.02	-0.53	-0.55	-1.64	-0.96	0.31	-0.51	f(x) = 19.4134 fitness(x) = 0.0515
	-2.26	0.0	-0.33	2.07	0.28	0.33	0.66	-0.11	0.23	0.58	-0.87	-0.16	1.27	0.02	-0.53	0.4	0.21	-0.96	0.31	1.78	f(x) = 17.5744 fitness(x) = 0.0569
	0.69	-0.6	-1.93	2.46	0.49	0.33	-0.82	-0.11	0.23	-0.16	-0.87	-0.16	0.17	0.02	-0.41	-1.0	-0.66	-0.96	0.31	0.84	f(x) = 15.856 fitness(x) = 0.0631
	-2.26	0.0	-0.15	2.07	0.28	0.33	0.66	-0.11	0.23	0.58	-0.87	-0.16	1.27	0.02	-0.53	0.4	1.32	0.25	0.31	0.0	f(x) = 15.16 fitness(x) = 0.066
	-0.58	0.0	0.56	0.0	-2.63	-0.25	-1.16	0.87	0.0	-0.16	-0.87	-0.16	-0.38	0.61	-0.41	-1.0	-0.66	-0.96	0.31	0.84	f(x) = 14.3811 fitness(x) = 0.0695
	0.69	-0.6	1.09	0.14	0.49	-0.25	-1.16	0.49	0.0	-0.16	1.49	1.24	-0.38	0.61	-0.53	0.4	1.32	0.0	0.31	0.84	f(x) = 11.2283 fitness(x) = 0.0891
	0.72	0.0	0.56	0.0	0.5	0.33	-0.43	0.0	0.79	-0.93	1.49	1.24	-0.38	0.02	-0.53	0.4	1.32	-0.96	0.31	0.84	f(x) = 10.6909 fitness(x) = 0.0935
	-0.58	0.0	-0.33	0.0	-1.37	-0.25	0.39	0.87	0.56	-0.93	1.49	1.24	-0.38	0.02	-0.53	0.4	0.21	-0.96	0.31	-0.51	f(x) = 10.1497 fitness(x) = 0.0985
	0.69	0.0	-0.33	0.0	0.28	-0.25	0.0	0.87	0.79	-0.93	1.49	1.24	-0.38	0.02	-0.53	0.4	1.32	0.25	0.31	0.84	f(x) = 9.9464 fitness(x) = 0.1005
	-0.58	-0.6	1.09	0.14	0.49	-0.25	-1.16	0.87	0.0	-0.16	-0.87	-0.16	-0.38	0.61	-0.53	0.4	1.32	-0.96	0.5	0.84	f(x) = 9.6752 fitness(x) = 0.1034
	-0.58	0.0	-0.33	0.0	0.28	0.33	0.66	-0.11	0.23	0.58	-0.87	-0.16	1.27	0.02	1.39	-1.0	-0.66	-0.96	0.31	0.84	f(x) = 8.9332 fitness(x) = 0.1119
	-0.58	0.0	0.56	0.0	0.28	0.33	0.66	-0.11	0.0	-0.16	0.0	-0.16	-0.38	-1.31	-0.53	0.4	1.32	-0.96	0.31	0.84	f(x) = 7.0926 fitness(x) = 0.141
	0.0	0.0	0.56	0.0	0.28	0.33	-0.43	-0.11	0.0	-0.16	-0.87	-0.16	0.17	0.02	-0.41	-1.0	-0.66	-0.96	0.31	0.84	f(x) = 4.8581 fitness(x) = 0.2058

Peor individuo → Fitness : 0.0296 f(x) : 33.7359

Mejor individuo → Fitness : 0.2058 f(x) : 4.8581

Mutacion 5%

Generacion 0

generation 0	2.6	-0.77	0.5	3.17	-2.14	-1.92	-0.13	0.0	2.82	4.95	4.48	0.3	1.8	1.78	0.41	0.16	-0.38	-2.83	-0.56	3.58	f(x) = 106.415 fitness(x) = 0.0094		
1	1.9	3.92	2.06	2.99	-2.43	3.26	-2.62	0.89	1.26	2.84	1.77	0.0	-0.37	0.0	-0.03	2.85	-2.49	-4.2	1.0	-0.51	f(x) = 102.4994 fitness(x) = 0.0098		
2	-2.65	-0.32	1.42	1.87	-0.6	4.92	1.48	-0.94	1.9	0.09	1.35	0.16	-3.64	-0.69	-0.64	3.27	-0.56	0.73	0.0	2.91	f(x) = 101.3523 fitness(x) = 0.0099		
3	0.69	2.17	0.68	0.18	-0.42	-1.75	3.28	0.0	3.59	1.09	-0.36	3.64	0.0	1.24	-2.48	4.68	-0.78	-1.4	-2.2	-2.4	f(x) = 89.9286 fitness(x) = 0.0111		
4	0.88	-4.9	-1.26	0.73	-1.78	0.52	-0.78	1.89	0.0	0.3	2.63	-0.59	-2.31	-4.47	1.19	-0.06	0.0	-3.29	0.7	-2.0	f(x) = 83.8711 fitness(x) = 0.0119		
5	0.67	-0.39	0.72	0.0	-0.14	-1.14	-1.79	-4.35	1.72	1.24	2.46	1.82	-2.58	-0.38	0.0	3.47	-1.03	0.01	0.0	3.39	f(x) = 79.5122 fitness(x) = 0.0126		
6	1.74	3.02	1.1	-0.87	0.68	-0.38	-3.73	-3.63	0.37	-1.61	-0.53	2.14	1.71	2.99	-0.42	-0.91	-2.47	-2.69	1.03	-1.55	f(x) = 78.9722 fitness(x) = 0.0127		
7	0.0	-1.61	-0.29	0.37	0.65	2.04	1.54	-2.85	4.88	2.02	0.0	-2.12	1.63	-0.02	-1.79	0.86	-0.14	-0.98	-3.24	2.2	f(x) = 73.1681 fitness(x) = 0.0137		
8	2.42	-0.56	-2.17	-0.89	0.3	-3.51	-0.75	-0.22	0.06	-0.11	2.35	2.54	0.98	0.6	2.93	-0.82	-3.2	-0.71	0.0	-2.91	f(x) = 72.2885 fitness(x) = 0.0138		
9	0.76	3.78	-1.51	-3.35	-0.84	-0.7	-0.17	-0.95	1.55	-0.39	1.8	3.55	0.0	0.49	-1.94	1.16	-0.15	-0.24	-0.92	2.96	f(x) = 63.913 fitness(x) = 0.0156		
10	-0.51	2.35	0.0	0.0	0.0	-0.86	-0.45	0.0	-3.1	3.89	-1.36	-0.27	-3.81	2.8	-1.34	-0.62	0.65	-1.97	-0.94	-0.0	f(x) = 63.1552 fitness(x) = 0.0158		
11	0.0	-1.87	1.83	-0.14	2.21	0.0	-1.12	-0.71	-0.27	0.49	-0.81	-2.41	4.36	1.21	-3.37	1.22	2.52	0.08	-1.29	-0.14	f(x) = 61.6607 fitness(x) = 0.0162		
12	0.24	1.02	0.0	-3.55	-0.42	-0.66	0.98	-0.19	-3.0	-2.0	-3.57	-1.0	2.09	-1.12	-3.88	-0.22	0.17	1.52	1.66	-0.49	f(x) = 58.5916 fitness(x) = 0.0171		
13	-0.54	0.12	0.0	0.4	0.67	1.19	0.0	-0.97	1.48	1.56	1.62	1.14	Score	2.79	-3.72	-2.3	-0.58	0.0	-2.05	1.82	-1.98	f(x) = 50.9542 fitness(x) = 0.0196	
14	-0.35	-0.41	3.82	0.86	-3.84	0.67	-0.93	-0.95	0.82	200.22	-0.03	0.01	0.81	from	1.02	0.23	0.89	0.78	-1.74	-2.85	-1.03	-1.09	f(x) = 49.018 fitness(x) = 0.0204
15	0.0	-1.4	-0.74	-4.81	-2.43	1.87	0.0	0.3	1.52	19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	f(x) = 48.2496 fitness(x) = 0.0207		
16	0.2	-1.9	-0.14	-0.43	-1.24	0.28	-2.16	-0.92	-0.52	0.0	0.11	-3.65	-0.75	2.84	2.14	0.0	0.14	-0.66	-1.47	0.0	f(x) = 40.462 fitness(x) = 0.0247		
17	-0.85	1.66	2.1	-0.08	0.0	-0.29	0.0	-0.94	3.91	-1.74	-1.88	0.4	-0.03	-1.69	0.93	0.01	0.0	-1.19	-1.85	0.99	f(x) = 40.3347 fitness(x) = 0.0248		
18	0.05	0.33	0.77	-1.67	0.76	-1.13	-0.13	-0.01	2.05	0.05	-1.39	0.82	-0.55	0.0	2.3	1.34	-0.83	2.71	-2.21	-1.52	f(x) = 34.8451 fitness(x) = 0.0287		
19	0.0	0.93	0.79	-1.18	-1.21	0.0	-1.65	0.44	1.23	-1.91	1.18	2.37	1.55	-0.89	-0.4	-0.19	0.0	0.0	0.81	2.73	0.23	f(x) = 31.0166 fitness(x) = 0.0322	

Peor individuo → Fitness : 0.0094 f(x) : 106.4150

Mejor individuo → Fitness : 0.0322 f(x) : 31.0166

Generacion 50

Generacion 50	-0.06	4.21	0.67	-0.81	0.0	-2.41	-1.04	-2.78	0.0	2.78	-2.94	0.91	-1.22	0.15	1.93	0.77	-0.77	-1.35	0.32	1.74	f(x) = 62.0197 fitness(x) = 0.0161
	3.71	-3.81	0.0	1.96	0.01	-0.35	-0.88	1.14	1.21	0.38	3.74	-0.45	0.62	-1.66	-0.8	0.0	-0.77	-0.01	-2.43	-0.31	f(x) = 60.5331 fitness(x) = 0.0165
	-1.01	3.38	4.7	2.15	0.81	0.16	-0.86	-2.78	0.0	-0.9	0.0	-0.45	0.32	0.15	-0.8	0.77	-0.77	0.23	-0.19	1.74	f(x) = 54.3547 fitness(x) = 0.0184
	0.37	0.65	0.0	-0.06	1.36	-0.39	-0.86	-3.23	0.42	-0.86	1.72	1.83	-0.04	-0.63	-1.34	3.46	1.35	2.85	3.01	0.39	f(x) = 54.2211 fitness(x) = 0.0184
	0.0	-3.81	0.98	1.96	0.01	-0.35	-0.88	0.07	0.96	0.38	3.74	0.91	-1.22	0.15	-0.8	0.77	-0.77	-1.35	-0.19	1.74	f(x) = 44.3719 fitness(x) = 0.0225
	2.35	0.54	0.0	1.06	0.01	-2.41	-0.21	3.69	-0.57	0.38	0.0	2.58	-1.22	0.15	0.69	0.77	1.85	-0.23	-0.32	-0.31	f(x) = 39.776 fitness(x) = 0.0251
	-1.77	-0.69	0.67	1.96	0.0	-2.41	-4.37	-0.15	0.0	0.38	-0.55	-0.45	0.0	-0.37	-1.34	0.77	1.85	-0.23	-0.32	-0.31	f(x) = 39.6688 fitness(x) = 0.0252
	-1.92	-0.66	-2.5	-0.27	0.81	0.0	0.9	2.44	0.0	0.38	-2.94	0.74	2.39	0.15	-0.8	0.0	-0.25	-0.23	-0.32	-1.71	f(x) = 36.7571 fitness(x) = 0.0272
	3.71	-0.69	0.67	1.06	0.01	-2.41	-0.88	0.07	-0.13	0.38	0.0	2.58	-1.22	0.15	-0.8	0.77	1.85	-0.23	-0.32	-0.31	f(x) = 35.6368 fitness(x) = 0.0281
	0.2	0.39	0.0	-2.54	0.91	-1.87	1.92	1.77	0.09	-1.8	0.0	2.58	-1.22	0.15	-0.8	0.77	1.85	-0.23	-0.32	-0.31	f(x) = 34.0602 fitness(x) = 0.0294
	1.25	-0.69	-1.66	-2.49	0.0	0.0	-4.37	-0.15	0.21	0.0	-0.55	-0.45	0.32	-0.53	-0.8	0.0	-0.77	0.0	-0.32	-0.31	f(x) = 32.4769 fitness(x) = 0.0308
	0.0	-0.69	0.67	1.06	0.81	-0.39	-4.37	-0.15	0.21	0.0	-0.34	-0.45	0.32	-0.53	-0.8	0.0	-0.77	0.0	-0.32	-0.31	f(x) = 29.982 fitness(x) = 0.0334
	1.25	-0.69	-1.66	-2.49	0.0	0.0	-0.88	0.53	-0.13	0.38	0.0	2.58	-1.22	0.15	-0.8	0.77	-1.93	-0.23	-0.32	-0.31	f(x) = 25.5884 fitness(x) = 0.0391
	0.0	-0.69	0.67	1.06	0.81	-0.39	-0.88	0.53	-0.13	0.38	0.0	2.58	-1.22	0.15	-0.8	-0.09	1.57	1.07	2.71	-1.27	f(x) = 25.4755 fitness(x) = 0.0393
	0.37	0.49	0.0	0.76	0.81	-0.39	-0.88	2.44	0.0	0.38	-2.94	0.74	0.32	0.15	-0.8	0.0	-0.25	-1.35	-0.19	1.74	f(x) = 23.516 fitness(x) = 0.0425
	0.0	-0.69	0.67	1.06	0.81	-0.39	-0.88	0.53	-0.13	0.38	0.0	2.58	-1.22	0.15	-0.8	0.77	-1.93	-0.23	-0.32	-0.31	f(x) = 23.2788 fitness(x) = 0.043
	0.51	0.49	0.	1.11	-0.2	-0.39	-0.88	-1.76	0.0	0.38	0.0	2.58	-1.22	0.26	-0.8	1.62	-0.77	-1.35	-0.19	1.74	f(x) = 22.9257 fitness(x) = 0.0436
	0.0	-0.69	0.67	0.0	0.71	-0.58	-0.88	0.14	0.42	0.63	0.0	0.38	0.32	0.15	3.04	1.62	-0.77	-1.35	-0.19	1.74	f(x) = 20.7533 fitness(x) = 0.0482
	1.51	0.49	0.	1.22	0.81	-0.39	-0.88	-1.76	0.0	0.38	0.0	2.58	-1.22	0.26	-0.8	1.62	-0.77	-1.35	-0.19	1.74	f(x) = 20.5568 fitness(x) = 0.0482
	0.0	-0.69	0.67	1.06	0.81	-0.39	-0.88	0.53	-0.13	0.38	0.0	0.38	0.0	0.83	-0.8	0.65	-0.77	-1.35	2.26	-0.31	f(x) = 13.5765 fitness(x) = 0.0726

Generacion 100

Generacion 100																									
-0.69	-0.2	0.66	1.85	-1.17	-1.38	3.14	-2.34	-2.93	3.77	-4.02	1.39	-0.9	-0.6	3.58	-0.5	2.05	-3.48	0.19	0.96	f(x) = 95.3937	fitness(x) = 0.0105				
-0.69	-0.2	-0.08	2.78	-2.8	0.33	-1.1	-3.89	0.14	-2.89	1.75	-2.19	-3.61	-0.8	2.14	3.42	2.77	0.0	0.0	0.0	f(x) = 86.5101	fitness(x) = 0.0116				
0.44	-0.38	-1.11	0.86	-0.44	0.33	-4.32	-4.78	0.14	1.4	-0.52	-2.19	0.36	2.61	1.92	-0.29	0.91	-0.34	-1.75	0.73	f(x) = 85.4684	fitness(x) = 0.0118				
-0.69	-0.2	-0.08	2.78	-2.8	0.33	-1.1	-3.89	0.14	-2.89	1.75	-2.19	-3.61	2.88	2.14	0.0	2.77	0.0	0.0	0.0	f(x) = 82.4845	fitness(x) = 0.0121				
-1.37	-0.2	0.66	-0.33	0.9	0.33	1.53	4.42	1.4	-0.86	-4.02	1.39	-1.86	-0.6	-3.94	1.31	2.05	-1.29	0.19	0.96	f(x) = 73.6528	fitness(x) = 0.0136				
1.67	0.0	1.55	-0.33	-1.64	3.76	1.63	3.1	2.47	-2.89	-0.49	0.96	0.0	1.94	-1.75	-2.33	3.38	0.02	-0.13	0.86	f(x) = 71.8004	fitness(x) = 0.0139				
0.44	-0.38	-1.11	0.86	-0.44	0.33	-4.32	-4.78	0.14	1.4	-0.52	-2.19	0.36	2.61	1.92	-0.29	0.91	-0.34	-1.75	0.73	f(x) = 65.5587	fitness(x) = 0.0153				
-0.69	-0.2	-0.08	2.78	-2.8	0.33	-1.1	-3.89	0.14	1.4	-3.43	0.0	-0.63	-2.68	1.39	-0.29	0.91	-0.34	-1.75	-2.38	f(x) = 63.1852	fitness(x) = 0.0158				
-4.88	1.12	1.56	0.76	2.52	2.7	-2.56	-0.0	2.36	-0.67	-0.78	-0.14	0.0	0.0	1.92	-0.29	0.91	-0.34	-1.75	0.73	f(x) = 63.1852	fitness(x) = 0.0158				
0.25	-0.2	-0.01	-0.33	-2.8	-0.88	-2.56	-2.34	2.36	-0.67	-0.78	2.5	-3.61	0.0	2.14	0.0	0.0	-0.76	-1.01	0.73	f(x) = 53.5319	fitness(x) = 0.0187				
0.25	-0.2	1.55	-0.33	-1.17	-3.36	-1.64	-2.34	0.0	-0.67	-0.78	2.5	0.0	0.0	1.92	0.0	-1.06	2.25	-3.38	0.73	f(x) = 52.621	fitness(x) = 0.019				
1.67	0.0	-1.5	1.85	3.89	2.63	-0.93	-0.16	0.2	0.31	1.43	0.27	1.54	-0.8	-0.28	3.42	0.0	0.0	-1.01	0.73	f(x) = 49.9617	fitness(x) = 0.02				
0.25	-0.2	1.55	-0.33	2.52	2.7	-2.56	-1.41	2.36	-0.67	-0.78	2.5	0.0	0.0	0.71	0.68	-0.99	-0.78	-1.01	-2.25	f(x) = 46.2907	fitness(x) = 0.0216				
0.17	-0.2	0.66	-0.33	0.39	0.33	-1.1	-0.68	0.14	0.36	1.75	-2.19	-3.61	3.18	2.14	0.0	0.0	-0.76	-1.01	0.73	f(x) = 45.5225	fitness(x) = 0.0247				
1.67	0.0	0.37	1.85	0.6	0.99	-1.1	-0.68	-1.95	1.4	1.44	-2.19	0.21	0.15	0.6	1.1	0.76	-3.64	-1.01	0.73	f(x) = 44.5225	fitness(x) = 0.0247				
1.67	0.04	0.37	1.85	0.6	2.63	0.0	-0.16	1.02	-0.8	1.43	0.27	0.93	0.0	2.14	3.42	-1.57	0.0	0.0	-0.16	f(x) = 37.0908	fitness(x) = 0.027				
1.67	0.0	-1.5	1.85	0.6	2.63	0.0	-0.16	0.2	0.31	1.43	0.27	1.54	2.88	2.14	0.0	0.0	-0.78	-1.01	0.73	f(x) = 35.4129	fitness(x) = 0.0282				
0.93	-0.2	-0.9	1.0	0.6	3.76	-1.1	-0.9	0.14	1.4	0.24	0.0	-0.63	0.31	2.14	0.0	-2.56	0.0	1.42	-0.16	f(x) = 34.9682	fitness(x) = 0.0286				
1.52	0.04	0.37	1.85	0.6	-0.39	-1.1	-0.68	0.37	1.4	-0.52	-2.19	0.36	2.61	0.71	0.68	-0.99	-0.49	-1.01	-2.25	f(x) = 30.4378	fitness(x) = 0.0329				
-0.69	-0.2	-0.08	-0.33	-2.8	0.33	-1.1	-0.68	0.14	0.36	0.03	-2.19	0.0	0.0	1.92	-0.29	0.91	-0.34	-1.75	0.73	f(x) = 23.5228	fitness(x) = 0.0425				

Peor individuo → Fitness : 0.0105 f(x) : 95.3937

Mejor individuo → Fitness : 0.0425 f(x) : 23.5228

Conclusiones

Es una variación al algoritmo usado anteriormente, pues se elimina el fenotipo y se da una mayor variedad a los alelos, por lo que sería imposible darles un valor binario a tantas variables.

En esta ocasión se insertó la función `mutarPoblacion()` que nos sirvió para mejorar la respuesta, pues de no haberlo hecho solo se hubiera podido buscar un mínimo local, pues la muestra de individuos se limitaría a alguna combinación de la generación inicial alejándose del mínimo global.

Variando el porcentaje de mutación desde 0%, 1%, 2% y 5% las conclusiones a las que llegué fueron que cuando no hay mutación, se logra una buena combinación de genes pero se limita solamente a aquellos que fueron elegidos en la primera generación por lo que generalmente no es un buen máximo global.

Con 1% fue con el porcentaje que mejor resultados obtuve, pues permite encontrar un mínimo local entre la población inicial y le permite mantenerse a lo largo de las generaciones a los mejores individuos, con ese pequeño porcentaje de variedad permite explorar resultados que no aparecen en la primera generación, fue la que mejor resultados me dio.

2% de mutación no genera malos resultados, siguen siendo cercanos al mínimo global, sin embargo son ligeramente peores que con 1%, un valor intermedio más cercano al 1% creo que sería el óptimo.

Con el 5% de mutación se genera demasiada aleatoriedad lo que repercute en la evaluación del fitness y en el resultado final.

Nota

Había un inquietud que tenía que probar y era que la función que nos mostró en clase para generar un número aleatorio entre -5 y 5 , si en verdad era uniformemente aleatoria.

Realice una prueba con el siguiente código python:

```
import random
```

```
ITERACIONES = 100000
```

```
a = [0] * 11
```

```
b = [0] * 11
```

```
for i in range( ITERACIONES ):
```

```
    a[ int( round( random.random() * random.randint( -5, 5 ) ) ) + 5 ] += 1
```

```
    b[ int( round( random.uniform( -5, 5 ) + 5 ) ) ] += 1
```

```
print( a )
```

```
print( b )
```

Lo que hace es crear un arreglo de tamaño 11 conteniendo ceros e iterando 100,000 veces usando una función parecida a la que nos dio y otra usando “random.uniform(- 5 , 5)”, obteniendo el número flotante, lo redondea al entero mas proximo y lo castea a entero para poder obtener un índice del arreglo y agrega un offset de +5 para que no este fuera de rango.

Es decir:

Quando el valor sea -4.9 será redondeado a -5.0, casteado a -5 y con el offset corresponde al índice 0 del arreglo.

a [0] y sumándole 1 unidad cada vez que salga ese numero.

a[0] += 1

Y así con todos los números del rango con la siguientes respuestas.

```
[936, 3007, 5587, 9402, 16162, 29839, 16071, 9378, 5658, 3062, 898]  
[4879, 10111, 9855, 9927, 10054, 10013, 10058, 9886, 10245, 9929, 5043]
```

Por falta de tiempo y exceso de cansancio, no formatee la salida, pero el arreglo de arriba corresponde a los valores obtenidos con la función en forma de:

```
random() * randint( -5 , 5 )
```


En el cual es mucho más probable que genere un valor cercano a cero, es 30 veces más probable que genere un 0 que un -5, como en este caso el mejor fitness se logra con 0's es por eso que nos da tan buenas respuestas, sin embargo está viciado desde su concepción, en un caso en el que el mejor fitness no se logre con 0's no daría una respuesta ni siquiera próxima.

El arreglo de abajo muestra los resultados de la función random uniforme, lo cual nos muestra que si es uniforme, siendo los valores menos probables -5 y 5, debido que solo los números entre -4.6 y -5 e redondeará a -5, lo cual es la mitad de por ejemplo -3 [-3.4 , -2.6].

Encontre esta funcion para generar flotantes aleatorios uniformes en c++

```
float randomFloat(float a, float b)
{
    float random = ((float) rand()) / (float) RAND_MAX;
    float diff = b - a;
    float r = random * diff;
    return a + r;
}
```

<http://stackoverflow.com/questions/5289613/generate-random-float-between-two-floats>

Espero pueda hacer sus propias pruebas y me pueda responder si estoy en lo correcto o cometi algún error.

Referencias

(2014). Algoritmos Evolutivos y Algoritmos Genéticos. Retrieved September 6, 2016, from <http://www.it.uc3m.es/~jvillena/irc/practicas/estudios/aeag>.

(2013). Técnicas metaheurísticas - Ingeniería de Organización y Logística. Retrieved September 6, 2016, from <http://www.iol.etsii.upm.es/arch/metaheuristicas.pdf>.