



MANUAL DE USUARIO

EJEMPLO DE LA MOCHILA

EJECUCIÓN DEL ALGORITMO

- 1) Como primera medida, debemos ingresar los valores referidos a la utilidad y peso de cada uno de los objetos. En cuanto a los pesos, tener que en cuenta que no deben superar el valor correspondiente a la capacidad máxima de la mochila ingresado en el siguiente paso.

Configuración de objetos

Objeto 1 - Utilidad		Peso	
Objeto 2 - Utilidad		Peso	
Objeto 3 - Utilidad		Peso	
Objeto 4 - Utilidad		Peso	

- 2) Luego vamos a introducir los valores necesarios para la simulación referidos al peso máximo de la mochila, probabilidad de cruce, probabilidad de mutación y cantidad de iteraciones; todos los parámetros mencionados deben cumplir con las restricciones que se encuentran en pantalla.

Configuración de simulación

Peso máximo de la mochila	$1 \leq x \leq 100$
Probabilidad de cruce	$0 \leq x \leq 1$
Probabilidad de mutación	$0 \leq x \leq 1$
Cantidad de iteraciones	$1 \leq x \leq 100$



- 3) A continuación, debemos seleccionar los bits correspondientes a los individuos de manera manual utilizando el menú desplegable “v” o bien haciendo click en la opción “Generar bits aleatorios”. Tanto los bits ingresados de manera manual como los generados de forma aleatoria deberán cumplir con la restricción de no superar el valor referido al peso máximo de la mochila ingresado en el paso anterior, ya que de ser así se informará al respecto mediante un mensaje de error.

Parámetros del algoritmo

Configuración de objetos				Configuración de bits de individuos					Configuración de simulación	
Objeto 1 - Utilidad	7	Peso	6	Individuo 1	0 v	0 v	0 v	0 v	Peso máximo de la mochila	16
Objeto 2 - Utilidad	3	Peso	2	Individuo 2	0 v	0 v	0 v	0 v	Probabilidad de cruce	0.98
Objeto 3 - Utilidad	6	Peso	1	Individuo 3	0 v	0 v	0 v	0 v	Probabilidad de mutación	0.06
Objeto 4 - Utilidad	1	Peso	2	Individuo 4	0 v	0 v	0 v	0 v	Cantidad de iteraciones	100
				Generar bits aleatorios					Limpiar simulador	Ejecutar simulador

- 4) Finalmente hacemos click en “Ejecutar algoritmo” para iniciar la simulación. Mediante la opción “Limpiar campos”, tenemos la posibilidad de borrar todos los valores introducidos tanto binarios como decimales.

Parámetros del algoritmo

Configuración de objetos				Configuración de bits de individuos					Configuración de simulación	
Objeto 1 - Utilidad	7	Peso	6	Individuo 1	0 v	0 v	0 v	0 v	Peso máximo de la mochila	16
Objeto 2 - Utilidad	3	Peso	2	Individuo 2	0 v	0 v	0 v	0 v	Probabilidad de cruce	0.98
Objeto 3 - Utilidad	6	Peso	1	Individuo 3	0 v	0 v	0 v	0 v	Probabilidad de mutación	0.06
Objeto 4 - Utilidad	1	Peso	2	Individuo 4	0 v	0 v	0 v	0 v	Cantidad de iteraciones	100
				Generar bits aleatorios					Limpiar simulador	Ejecutar simulador



INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

- 1) Mediante las utilidades de los objetos ingresados, definimos la función objetivo a los fines de maximizar el espacio en la mochila, tal y como se muestra a continuación,

$$\text{Maximizar } \sum_{i=1}^n U_i x_i$$

X_i : Objeto i U_i : Utilidad del Objeto i

A modo de ejemplo utilizaremos las siguientes utilidades para definir la función objetivo (también llamada función Fitness):

Objeto 1 - Utilidad	4
Objeto 2 - Utilidad	5
Objeto 3 - Utilidad	6
Objeto 4 - Utilidad	3

$$\text{Función Objetivo: } Z = 4x_1 + 5x_2 + 6x_3 + 3x_4$$

- 2) Además, debemos tener en cuenta las restricciones en cuanto al peso de cada uno de los objetos, como así también la capacidad total de la mochila:

Restricciones

$$\text{Sujeto a: } \sum_{i=1}^n P_i x_i \leq \text{Capacidad mochila}$$

En el siguiente ejemplo utilizaremos los siguientes pesos para definir las restricciones:

Objeto 1	-	Peso	7
Objeto 2	-	Peso	6
Objeto 3	-	Peso	8
Objeto 4	-	Peso	2
Peso máximo de la mochila			15

$$\text{Restricción: } 7x_1 + 6x_2 + 8x_3 + 2x_4 \leq 15$$

- 3) A continuación, debemos armar la tabla correspondiente a la primera iteración, ubicando los bits de cada individuo para calcular la utilidad y el peso total de los mismos como así también la probabilidad y su acumulada.

Configuración de bits de individuos

Individuo 1	1 ▾	1 ▾	0 ▾	0 ▾
Individuo 2	0 ▾	1 ▾	1 ▾	0 ▾
Individuo 3	0 ▾	1 ▾	0 ▾	1 ▾
Individuo 4	1 ▾	0 ▾	1 ▾	0 ▾



Iteraciones

« < 1 2 3 4 5 ... 100 > »

Función Objetivo: $Z = 4X_1 + 5X_2 + 6X_3 + 3X_4$

Función de Restricción: $7X_1 + 6X_2 + 8X_3 + 2X_4 \leq 15$

Función de Probabilidad: $P = \frac{\text{Utilidad del Individuo}}{\text{Suma de las Utilidades}}$

Población de Padres

Población 0	Variables				Bits	Función objetivo		Restricciones	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
Individuos	X1	X2	X3	X4		Utilidad Total del Individuo	Peso Total del Individuo			
Individuo 1	1	1	0	0		9	13		0.24	0.24
Individuo 2	0	1	1	0		11	14		0.29	0.53
Individuo 3	0	1	0	1		8	8		0.21	0.74
Individuo 4	1	0	1	0		10	15		0.26	1.00

Ejemplo Individuo 1:

Utilidad total = $4x1+5x1+6x0+3x0 = 9$

Peso total = $7x1+6x1+8x0+2x0 = 13$

Probabilidad = $9/38 = 0,24$

- Luego de calcular las utilidades, pesos y probabilidades, se deben seleccionar los padres para realizar tantos cruces como sean necesarios y de esa manera obtener los cuatro hijos que integrarán la población para la iteración siguiente.
- El simulador asigna dos probabilidades aleatorias (en color azul) para elegir dos individuos de la Tabla de población de padres.

Cruces entre Padres

Cruce 1 Cruce 2 Cruce 3

Elección de Padres

Probabilidad padre 1	0.9	→	Individuo elegido	4	Bits	1	0	1	0
Probabilidad padre 2	0.22	→	Individuo elegido	1	Bits	1	1	0	0



- 6) Para la elección de los individuos, los valores correspondientes a las probabilidades aleatorias son comparados con los de la columna probabilidad acumulada de la tabla Población de padre, y aquel valor acumulado que primero supere la probabilidad aleatoria es considerado padre. Tal y como se muestra en la figura.

Población de Padres

Población 0		Variables						
Individuos	X1	X2	X3	X4	Utilidad Total del Individuo	Peso Total del Individuo	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
Individuo 1	1	1	0	0	9	13	0.24	0.24
Individuo 2	0	1	1	0	11	14	0.29	0.53
Individuo 3	0	1	0	1	8	8	0.21	0.74
Individuo 4	1	0	1	0	10	15	0.26	1.00

Cruces entre Padres

Cruce 1 Cruce 2 Cruce 3

Elección de Padres

Probabilidad padre 1	0.9	Individuo elegido	4	Bits	1	0	1	0
Probabilidad padre 2	0.22	Individuo elegido	1	Bits	1	1	0	0

- 7) En cuanto al cruzamiento, el simulador asigna una probabilidad aleatoria (en color azul) de cruce y si la misma resulta ser menor que la probabilidad de cruce ingresada como dato al inicio de la simulación, entonces los bits de los padres seleccionados en el inciso anterior se cruzarán.

Cruzamiento

Probabilidad de Cruce	0.22	<	0.98	¿Cruzan?	SI
-----------------------	------	---	------	----------	----

- 8) A continuación, se asigna de manera aleatoria una probabilidad de punto de corte para definir entre cuáles genes se encuentra.
- Entre gen 1 y gen 2 -> Probabilidad de 0 – 0.33
Entre gen 2 y gen 3 -> Probabilidad de 0.33 – 0.66
Entre gen 3 y gen 4 -> Probabilidad de 0.66 – 0.99



Tal y como se muestra en el siguiente ejemplo, el punto de corte se encuentra entre los genes 1 y 2.

Elección de Padres

Probabilidad padre 1	0.9	Individuo elegido	4	Bits	1	0	1	0
Probabilidad padre 2	0.22	Individuo elegido	1		Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4
				Bits	1	1	0	0

Cruzamiento

Probabilidad de Cruce	0.22	<	0.98	¿Cruzan?	SI			
Punto de Corte	0.32			Bits Cruce 1	1	1	0	0
Entre gen	1	y gen	2		Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4
				Bits Cruce 2	1	0	1	0

Punto de corte con probabilidad entre 0 y 0.33
Probabilidad aleatoria de punto de corte = 0.32

- 9) Seguidamente, se encuentra el proceso de Mutación para el cual se asignará una probabilidad aleatoria de mutación para cada uno de los genes que integran a los hijos. Luego se verifica si cada probabilidad aleatoria resulta menor a la probabilidad de mutación ingresada al inicio de la simulación. En caso de ser menor el bit de ese gen debe ser reemplazado por el opuesto, de lo contrario la estructura del cromosoma no se modifica (Tal y como se muestra en el ejemplo).

Mutación

Prob Mutación Hijo 1	0.72	0.17	0.88	0.72	<	0.1	Bits Hijo 1	1	1	0	0	Peso	13
Prob Mutación Hijo 2	0.73	0.69	0.5	0.46	<	0.1	Bits Hijo 2	1	0	1	0	Peso	15

- 10) Finalmente, debemos calcular los pesos totales de cada uno de los posibles hijos utilizando la restricción establecida al inicio de la simulación, y de esa manera podremos definir si dichos hijos resultan aceptados o rechazados para integrar la nueva población.
- Ejemplo:

$$\text{Peso hijo 1} = 7 \times 1 + 6 \times 1 + 8 \times 0 + 2 \times 0 = 13$$

Mutación

Prob Mutación Hijo 1	0.72	0.17	0.88	0.72	<	0.1	Bits Hijo 1	1	1	0	0	Peso	13	≤ 15 cumple
Prob Mutación Hijo 2	0.73	0.69	0.5	0.46	<	0.1	Bits Hijo 2	1	0	1	0	Peso	15	≤ 15 cumple

Hijos Resultantes

Hijo	1	Estado	Aceptado	Bits	1	1	0	0
Hijo	2	Estado	Aceptado	Bits	1	0	1	0



El procedimiento de cruce de los padres que se mencionó anteriormente se repetirá en la misma iteración hasta hallar los cuatro hijos que formarán parte de la nueva población (como población de padres) utilizada en la siguiente iteración. A modo ilustrativo se muestra el cruce 2 (Donde se obtienen un hijo) y cruce 3 (Donde se obtiene el hijo restante), como así también la población final de la primera iteración:

Cruces entre Padres

Cruce 1Cruce 2Cruce 3

Elección de Padres

Probabilidad padre 1	0.38	Individuo elegido	2	Bits	0	1	1	0
Probabilidad padre 2	0.89	Individuo elegido	4	Bits	1	0	1	0

Cruzamiento

Probabilidad de Cruce	0.56	<	0.98	¿Cruzan?	SI					
Punto de Corte	0.27				Bits Cruce 1	0	0	1	0	
Entre gen	1	y gen	2	Bits Cruce 2			1	1	1	0

Mutación

Prob Mutación Hijo 1	0.02	0.69	0.24	0.71	<	0.1	Bits Hijo 1	1	0	1	0	Peso	15
Prob Mutación Hijo 2	0.23	0.97	0.71	0.21	<	0.1	Bits Hijo 2	1	1	1	0	Peso	21

Hijos Resultantes

Hijo	3	Estado	Aceptado	Bits	1	0	1	0
Hijo	-	Estado	Rechazado	Bits	1	1	1	0



Cruces entre Padres

Cruce 1 Cruce 2 **Cruce 3**

Elección de Padres

Probabilidad padre 1: 0.72

Individuo elegido: 3

Bits: 0 1 0 1

Probabilidad padre 2: 0.87

Individuo elegido: 4

Bits: 1 0 1 0

Cruzamiento

Probabilidad de Cruce: 0.01 < 0.98

¿Cruzan?: SI

Punto de Corte: 0.44

Bits Cruce 1: 0 1 1 0

Entre gen: 2 y gen: 3

Bits Cruce 2: 1 0 0 1

Mutación

Prob Mutación Hijo 1: 0.96 0.21 0.76 0 < 0.1

Bits Hijo 1: 0 1 1 1

Peso: 16

Prob Mutación Hijo 2: 0.81 0.73 0.55 0.46 < 0.1

Bits Hijo 2: 1 0 0 1

Peso: 9

Hijos Resultantes

Hijo: -

Estado: Rechazado

Bits: 0 1 1 1

Hijo: 4

Estado: Aceptado

Bits: 1 0 0 1

Luego de obtener los cuatro hijos con sus respectivos bits, a continuación, se muestra como quedaría la población de hijos resultante de la iteración N°1, la cual es definida como la población de Padres en la iteración N° 2:

Población de Hijos

Población 1	Variables				Utilidad Total del Individuo	Peso Total del Individuo	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
Individuos	X1	X2	X3	X4				
Individuo 1	1	1	0	0	9	13	0.25	0.25
Individuo 2	1	0	1	0	10	15	0.28	0.53
Individuo 3	1	0	1	0	10	15	0.28	0.81
Individuo 4	1	0	0	1	7	9	0.19	1.00



Iteraciones

« < 1 2 3 4 5 ... 100 > »

Función Objetivo: $Z = 4X_1 + 5X_2 + 6X_3 + 3X_4$

Función de Restricción: $7X_1 + 6X_2 + 8X_3 + 2X_4 \leq 15$

Función de Probabilidad: $P = \frac{\text{Utilidad del Individuo}}{\text{Suma de las Utilidades}}$

Población de Padres

Población 1	Variables							
Individuos	X1	X2	X3	X4	Utilidad Total del Individuo	Peso Total del Individuo	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
Individuo 1	1	1	0	0	9	13	0.25	0.25
Individuo 2	1	0	1	0	10	15	0.28	0.53
Individuo 3	1	0	1	0	10	15	0.28	0.81
Individuo 4	1	0	0	1	7	9	0.19	1.00

Una vez que se ejecutaron la totalidad de las iteraciones indicadas al principio de la simulación, obtenemos la población final resultante.

Iteraciones

« < 1 ... 96 97 98 99 100 > »

Función Objetivo: $Z = 4X_1 + 5X_2 + 6X_3 + 3X_4$

Función de Restricción: $7X_1 + 6X_2 + 8X_3 + 2X_4 \leq 15$

Función de Probabilidad: $P = \frac{\text{Utilidad del Individuo}}{\text{Suma de las Utilidades}}$

Población de Padres

Población 99	Variables							
Individuos	X1	X2	X3	X4	Utilidad Total del Individuo	Peso Total del Individuo	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
Individuo 1	0	1	0	1	8	8	0.20	0.20
Individuo 2	1	1	0	1	12	15	0.29	0.49
Individuo 3	1	1	0	0	9	13	0.22	0.71
Individuo 4	1	1	0	1	12	15	0.29	1.00



Población de Hijos

Población 100	Variables							
Individuos	X1	X2	X3	X4	Utilidad Total del Individuo	Peso Total del Individuo	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
Individuo 1	1	1	0	1	12	15	0.33	0.33
Individuo 2	1	1	0	1	12	15	0.33	0.67
Individuo 3	1	0	0	1	7	9	0.19	0.86
Individuo 4	0	1	0	0	5	6	0.14	1.00

Población final

Población 100	Variables							
Individuos	X1	X2	X3	X4	Utilidad Total del Individuo	Peso Total del Individuo	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
Individuo 1	1	1	0	1	12	15	0.33	0.33
Individuo 2	1	1	0	1	12	15	0.33	0.67
Individuo 3	1	0	0	1	7	9	0.19	0.86
Individuo 4	0	1	0	0	5	6	0.14	1.00