



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID

APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS EN PROBLEMAS DE ASIGNACIÓN DE RUTAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ACCESORIOS Y EQUIPOS MÉDICOS

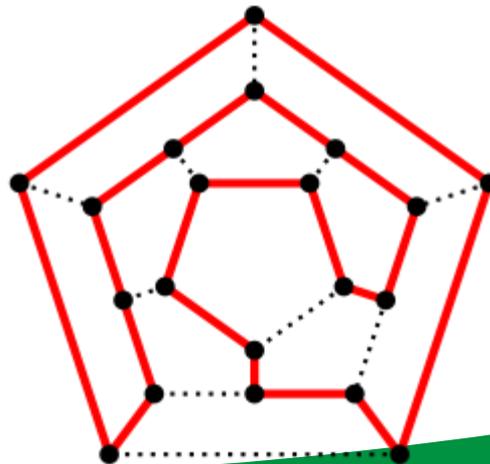
M. Sc. Sergio A. Fernández Henao





INTRODUCCIÓN

Se presenta la aplicación de las Metaheurísticas mediante la construcción de un Algoritmo Genético que busca encontrar una solución de buena calidad enfocada en la minimización del recorrido de despacho en un circuito hamiltoniano.





DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

- El problema de distribuir productos desde ciertos depósitos a sus usuarios finales juega un papel central en la gestión de algunos sistemas logísticos, y su adecuada planificación puede significar considerables ahorros y ventajas competitivas (Toht et al., 2000).
- La comercializadora estudiada ha ido aumentando el número de clientes locales, por lo que la programación de ruta para la entrega de la mercancía es cada vez más compleja, debido a que, la combinación de clientes cambia cada vez que se debe realizar un recorrido de entrega, generando un sin número de posibles alternativas de solución.

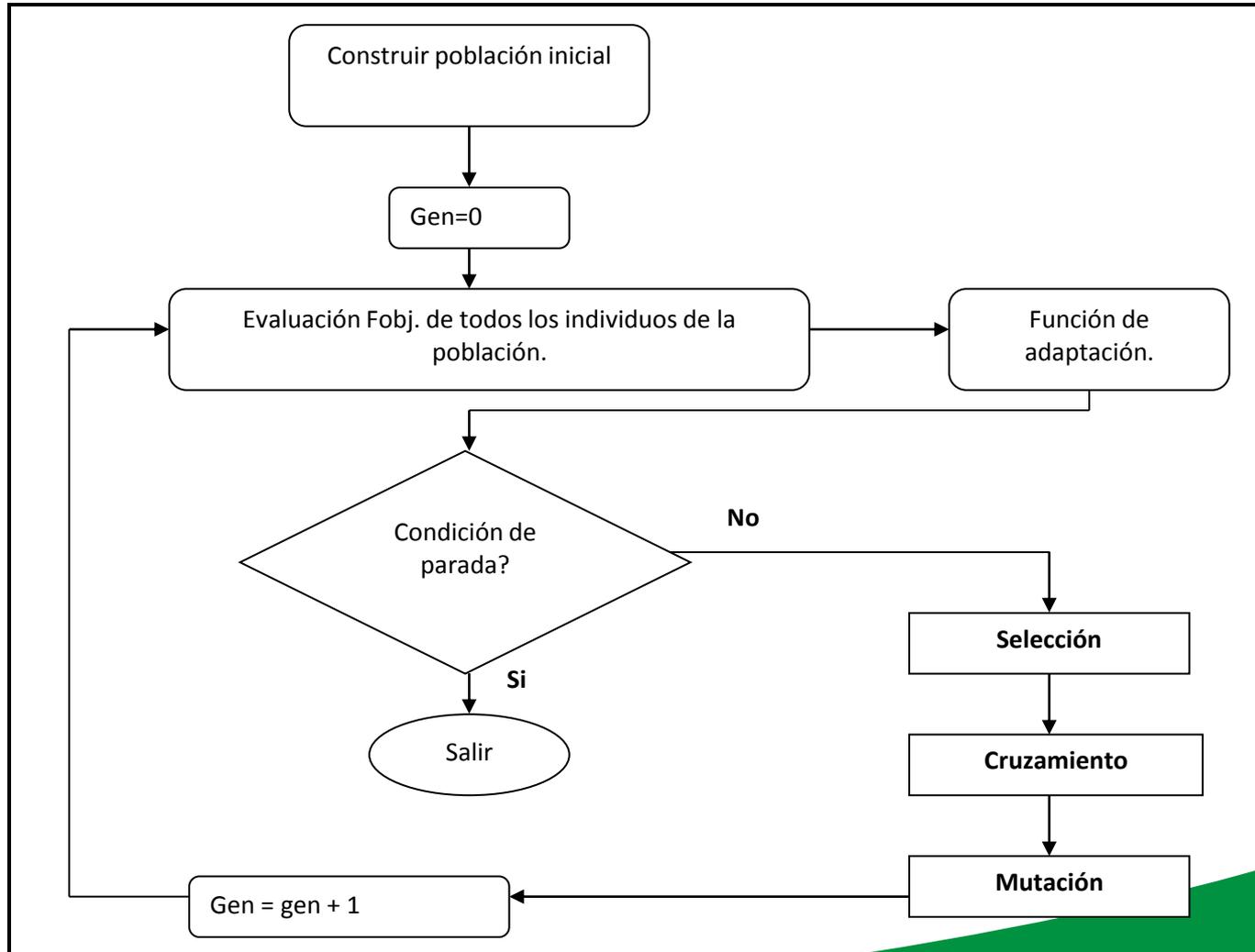


OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

- Construir un Algoritmo Genético que indique el recorrido de entrega de mercancía, de tal manera, que se logre el menor kilometraje posible en cada programación.



ALGORITMO GENÉTICO





CONSTRUCCIÓN DEL ALGORITMO

Información Preliminar

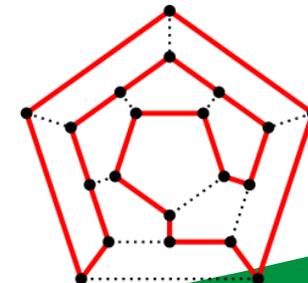
- El proceso de la distribución de la mercancía en la empresa, se desarrolla como un problema PAV (Problema del Agente Viajero), en donde el vehículo distribuidor debe hacer un tour que pase por cada uno de los clientes, de manera que se minimice el recorrido total.



Información Preliminar

- Para un grafo conectado de n vértices ($n > 2$), las posibles alternativas de solución que pueden ser obtenidas son:
- $(n-1)!/2$
- Como actualmente se tiene 20 clientes más la empresa, el modelo PAV contemplará 21 vértices. Partiendo de la fórmula citada las posibles alternativas de solución serán:

$$2.4329 * 10^{18}$$





Información Preliminar

Total de Alternativas de Solución:	2.4329×10^{18}
Operaciones por Año (Procesador 1 Giga):	3.15×10^{16}
Tiempo Total de Análisis (años):	77.23 años

Explosión Combinatorial



CONSTRUCCIÓN DEL ALGORITMO

Codificación

Nodo	Número
La Empresa	1
Artesanar	2
Beatriz Helena Ladino Peláez	3
Biomedic	4
Centro de terapias José Celestino Mutis	5
.....	...
.....	...
.....	...
Salud Morena	20
Sol Verde	21



Codificación

Matriz de distancias “d”

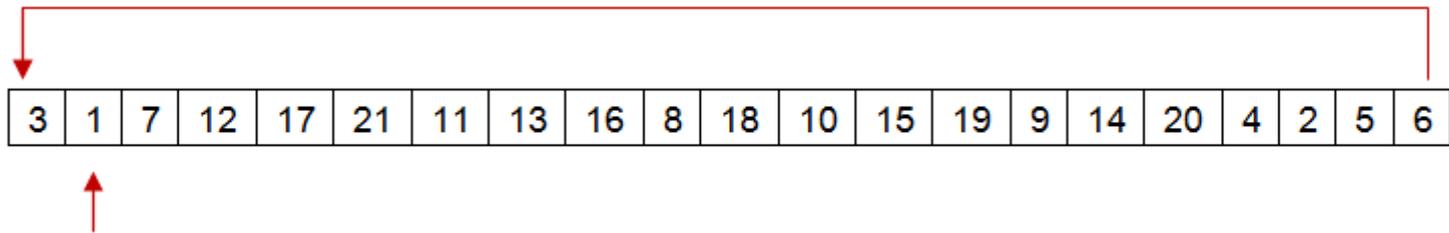
	Empresa	2	3	4	5	.	18	19	20	21
Empresa	0	1.2	1.8	0.2	0.8	.	1	0.5	0.6	1.2
2	1.2	0	0.7	1.4	1.6	.	1.6	1.5	1.6	0.8
3	1.8	0.7	0	2	2	.	1.9	1.7	1.8	0.5
4	0.2	1.4	2	0	0.9	.	0.8	0.1	0.2	1.8
5	0.8	1.6	2	0.9	0	.	0.3	0.8	0.007	1.2
.
18	1	1.6	1.9	0.8	0.3	.	0	0.6	0.4	2
19	0.5	1.5	1.7	0.1	0.8	.	0.6	0	0.07	1.3
20	0.6	1.6	1.8	0.2	0.007	.	0.4	0.07	0	1.2
21	1.2	0.8	0.5	1.8	1.2	.	2	1.3	1.2	0



CONSTRUCCIÓN DEL ALGORITMO

Población Inicial

- Será generada de forma aleatoria. Teniéndose en cuenta que el circuito obtenido es Hamiltoniano. Es decir, no se permite visitar un cliente más de una vez y la alternativa obtenida los deberá incluir a todos.





Población Inicial

- La población inicial es una matriz generada de manera aleatoria, en la cual, la cantidad de filas es controlada por un parámetro denominado “tampoblación” (Tamaño de la población) y la cantidad de columnas es controlada por el número de nodos “numgenes” que se deban visitar (Número de genes en cada cromosoma). Es así, como cada vector de la matriz que forma la población inicial, será una alternativa de solución

```
*****construir poblacion inicial

numgenes=21; %empresa mas 20 clientes

tampoblacion=30; %tamaño de la poblacion

poblacion=zeros (tampoblacion, numgenes);
for i=1 :tampoblacion
    poblacion(i,:)=randperm(numgenes); %generador de la matriz de secuencias
end
poblacion
```



Función Objetivo

- Se evalúa la función objetivo de cada una de las alternativas de solución teniendo en cuenta la distancia (kilometraje) total recorrida en cada tour.

```
%funcion de adaptacion
```

```
function valfunobj=funcionobj(tampoblacion,numgenes, poblacion,d)

for j=1:tampoblacion
    valfunobj(j,1)=0;
    for i=1:numgenes-1
        valfunobj(j,1)= valfunobj(j,1)+d(poblacion(j,i),poblacion(j,i+1));
    end
    valfunobj(j,1)= valfunobj(j,1)+ d(poblacion(j,numgenes),poblacion(j,1));
end
```



Selección

Se utiliza Torneo determinístico, técnica presentada por Goldberg and Deb (2004), quien plantea que en este tipo de selección se realizan torneos entre parejas de individuos escogidos aleatoriamente y la alternativa de mayor calidad (mejor valor de la función de objetivo) es seleccionada para pasar su copia genética a la siguiente generación. Se debe escoger, usando torneo, un número de alternativas igual al tamaño de la población. Por esta razón, si el tamaño de la población es n , se deben realizar $2n$ torneos para conformar el total de individuos.

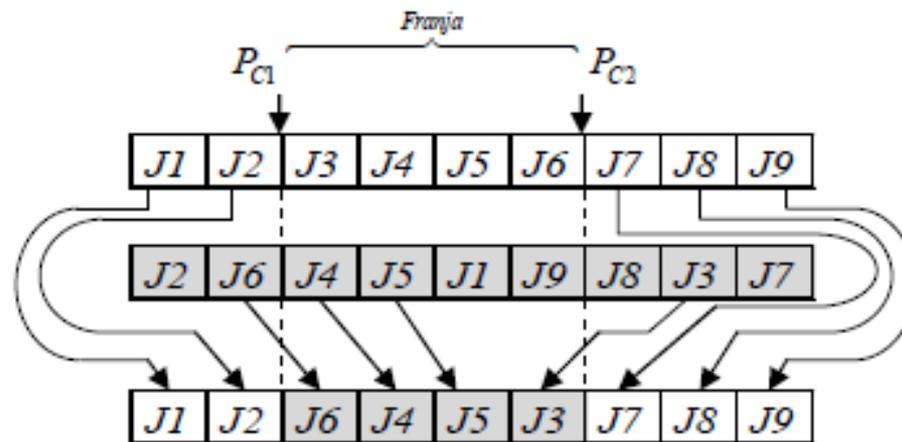
```
%funcion seleccion por torneo version 1

function selecreprod=selecciontorneo (valfunobj,tampoblacion)
pos=randperm(tampoblacion);
pos=pos'; %traspuesta ' para que quede vector columna
for t=1 : tampoblacion-1
    individuo1=valfunobj (pos (t));
    individuo2=valfunobj (pos (t+1));
    if individuo1<individuo2
        selecreprod(t,1)= pos (t);
    else
        selecreprod(t,1)= pos (t+1);
    end
end
%ultimo torneo
t=t+1; %toma el ultimo
individuo1=valfunobj (pos (t));
individuo2=valfunobj (pos (1));
if individuo1<individuo2
    selecreprod(t,1)= pos (t);
else
    selecreprod(t,1)= pos (1);
end
```



Cruzamiento

- Se utiliza el operador PMX, el cual puede ser visto como una recombinação de permutaciones que garantiza que todos los alelos son encontrados sólo una vez en cada descendiente (Murata and Ishibuchi, 1995).
- **Paso 1:** Se escogen aleatoriamente de la población dos cromosomas (alternativas de solución), los cuales se llamarán Padre y Madre.
- **Paso 2:** Se generan aleatoriamente dos puntos de corte P_{c1} y P_{c2} .
- **Paso 3:** Los genes que están fuera de la franja limitada por los dos puntos de corte son copiados del padre al descendiente, conservando las mismas posiciones.
- **Paso 4:** Los genes faltantes en el descendiente son tomados de la madre, conservando el orden en el que se encuentran en ella.





Mutación

- Para ejecutar esta parte del Algoritmo Genético se usó un valor de 0.4 como la tasa de mutación y se le asignó a un parámetro llamado “tasamutacion”. Es así, como después de haber realizado la Selección y el Cruzamiento respectivo, se genera un número aleatorio entre 0 y 1 para ser comparado con la tasa de mutación. Si el valor está por debajo de dicha tasa, se inicia el proceso de Mutación.

```
%mutacion
function hijomutado=mutacion(numciudades,hijo)

hijomutado=hijo;
contador=0;
p1=floor(rand*numciudades)+1;
p2=floor(rand*numciudades)+1;

if p1>p2    %se garantiza que el primer aleatorio sea menor que el segundo
    temp=p1;
    p1=p2;
    p2=temp;
end

for i=p1:p2
    hijomutado(i)=hijo(p2-contador);
    contador=contador+1;
end
```



SOLUCIÓN DE BUENA CALIDAD

- Alternativa incumbente (tour que se debe realizar).

4	15	8	19	12	13	20	5	17	18	11	14	10	3	9	21	16	7	6	2	1
---	----	---	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	---	---	----	----	---	---	---	---

- Para una distancia total recorrida de 9,949 km



CONCLUSIONES

- Históricamente se recorrían alrededor de 20.93 kilómetros en las entregas, con la utilización del algoritmo genético se obtiene una reducción del 52.5%. Además, el tiempo de las entregas disminuye de una jornada completa a media jornada.



CONCLUSIONES

- Los Algoritmos Genéticos son idóneos cuando se tiene problemas de explosión combinatorial, ya que, permiten la exploración de una cantidad relevante de alternativas de solución. Sin embargo no se garantiza la optimalidad, por lo que hay que realizar varias corridas hasta estar seguro de la solución.



BIBLIOGRAFÍA

- Fernández, S. (2010), Algoritmos Genéticos Aplicados en los Sistemas de Producción Tipo Pull, Universidad Tecnológica de Pereira.
- Granada, M. (2009), Algoritmos Evolutivos y Técnicas Bioinspiradas. De la teoría a la práctica. Universidad Tecnológica de Pereira.
- González, G. (2006), Metaheurísticas aplicadas al ruteo de vehículos. Universidad Nacional. Bogotá.



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME ISAZA CADAVID



Certificado N° 02 3208-1

Certificado N° GP 025



POLITÉCNICO COLOMBIANO

JAIME ISAZA CADAVID

*En el Poli somos:
Deporte, tecnología y medio ambiente.*

Campus Central * Carrera 48 N° 7-151 Medellín-Colombia-Suramérica
Conmutador (574) 444 7654 Medellín - Bello - Rionegro
Fax (574) 2680067

Centro de Laboratorios, Prácticas y Experimentación Carrera 58 N°27b-125 Bello-Colombia-SA

