

Maestría y Doctorado en Ciencia de la Computación

Inteligencia Artificial

Evolución Diferencial

Dr. Edward Hinojosa Cárdenas
ehinojosa@unsa.edu.pe
29 de Agosto del 2020



UNSA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

Índice



Objetivos del Curso

Computación Evolutiva

Evolución Diferencial

Objetivos del Curso



- ▶ **Conocer, comprender e implementar algoritmos evolutivos para resolver problemas complejos.**
- ▶ Conocer, comprender e implementar algoritmos de inteligencia de enjambre para resolver problemas complejos.
- ▶ Conocer, comprender e implementar algoritmos inmunes artificiales para resolver problemas complejos.
- ▶ Conocer, comprender e implementar sistemas basados en lógica difusa para resolver problemas complejos.

Computación Evolutiva

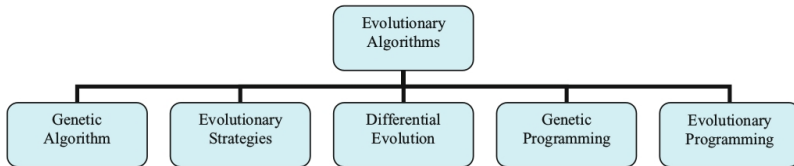


Figure: Algoritmos Evolutivos

Evolución Diferencial



4

- La Evolución Diferencial fue propuesta por Storn y Price en 1995 [1].



Figure: Rainer Storn y Kenneth Price

Evolución Diferencial



- ▶ La Evolución Diferencial (ED) es un algoritmo de búsqueda basado en una población. Se compara con los AG, dado que incorpora conceptos implícitos de mutación, cruzamiento y selección basada en la aptitud.
- ▶ Al igual que los AG, la ED genera iterativamente mejores soluciones a un problema al manipular una población de soluciones.

Evolución Diferencial



- ▶ Cada solución en la ED está representada por un vector de n dimensiones.
- ▶ En la ED realiza la mutación y después el cruzamiento.
- ▶ La ED nació de la idea de utilizar un vector de diferencias para modificar un vector de la población.
- ▶ Veremos la ED definida como $DE/rand/1/bin$.



Evolución Diferencial

Differential Evolution Algorithm

Create an initial population $\{x^1, \dots, x^n\}$ of n random real-valued vectors;
Decode each vector into a solution;
Evaluate fitness of each solution;

repeat

for each vector $x^j \in \{x^1, \dots, x^n\}$ **do**

 Select three other vectors randomly from the population;

 Apply difference vector to base vector to create variant vector;

 Combine vector x^j with variant vector to produce new trial vector;

 Evaluate the fitness of the new trial vector;

if trial vector has higher fitness than x^j **then**

 Replace x^j with the trial vector;

end

end

until terminating condition;

Evolución Diferencial - Mutación



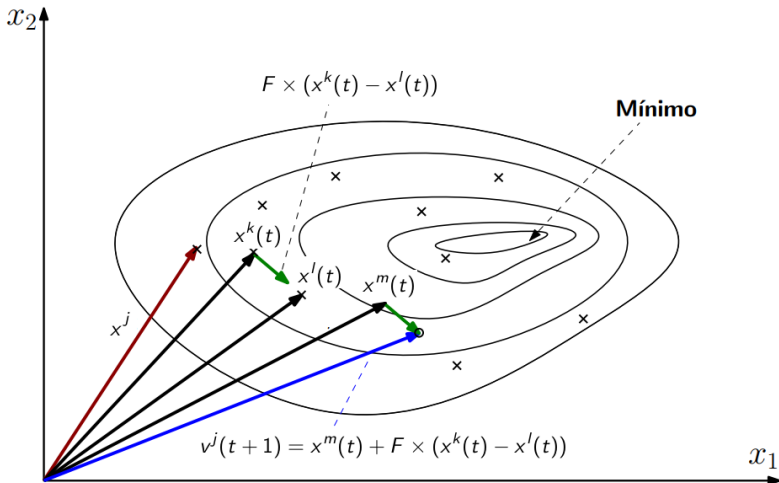
- Un vector de diferencia ponderado (vector variante) se obtiene adicionando la diferencia ponderada entre dos vectores de la población a otro vector.

$$v^j(t+1) = x^m(t) + F \times (x^k(t) - x^l(t))$$

- $m \neq k \neq l$
- x^m es el vector base
- F es un coeficiente en el intervalo, típicamente $F \in (0, 2]$



Evolución Diferencial - Mutación





Evolución Diferencial - Mutación - Ejemplo

1. Escoja un vector "target".

2. Aleatoriamente escoja dos vectores.

3. Aleatoriamente escoja un vector para la mutación.

Individuo 1	Individuo 2	Individuo 3	Individuo 4	Individuo 5	Individuo 6
2.63	3.60	1.29	1.58	2.77	2.58
0.68	0.92	0.22	0.12	0.40	0.94
0.89	0.92	0.14	0.09	0.81	0.63
0.04	0.33	0.40	0.05	0.83	0.13
0.06	0.58	0.34	0.66	0.12	0.34
0.94	0.86	0.20	0.66	0.60	0.54

Población Actual

4. Realice la diferencia y aplique la constante de mutación.

Individuo 1	+ -		Individuo 6
2.63			2.58
0.68			0.94
0.89			0.63
0.04			0.13
0.06			0.34
0.94			0.54

Vector de Diferencias	
0.80	
0.83	
0.28	
-0.07	
0.19	

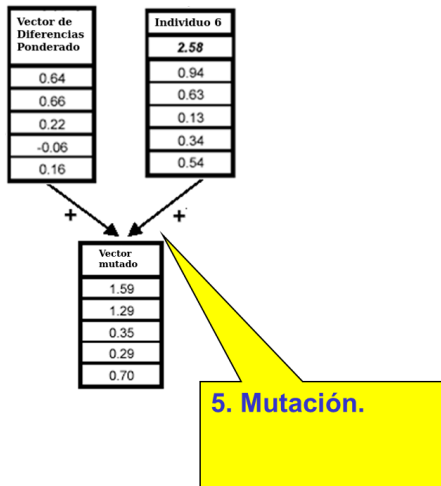
Vector de Diferencias Ponderado	
0.64	
0.66	
0.22	
-0.06	
0.16	

Individuo 6
2.58
0.94
0.63
0.13
0.34
0.54

$\times F$



Evolución Diferencial - Mutación - Ejemplo

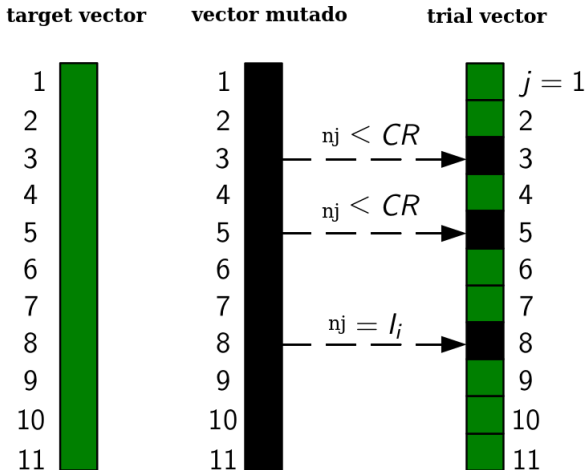


Evolución Diferencial - Cruzamiento



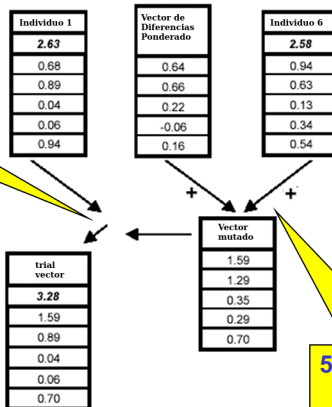
- ▶ Se realiza con la finalidad de aumentar la diversidad de los vectores mutados.
- ▶ El resultado del cruzamiento entre el “target vector” y el vector mutado es denominado “trial vector”, y es obtenido de la siguiente manera (CR es la Constante de Cruzamiento):

Evolución Diferencial - Cruzamiento - Ejemplo



Evolución Diferencial - Cruzamiento - Ejemplo

5. Cruzamiento con Probabilidad CR



5. Mutación.

Evolución Diferencial - Selección



- ▶ Después de la mutación y cruzamiento, se realiza el proceso de selección.
- ▶ En caso la aptitud del “trial vector” sea mejor que el “target vector”, el trial vector ocupa un lugar en la siguiente población, caso contrario, el target vector se mantiene en la siguiente población.



Evolución Diferencial - Selección - Ejemplo

Individuo 1	trial vector
2.63	3.28
0.68	1.59
0.89	0.89
0.04	0.04
0.06	0.06
0.94	0.70

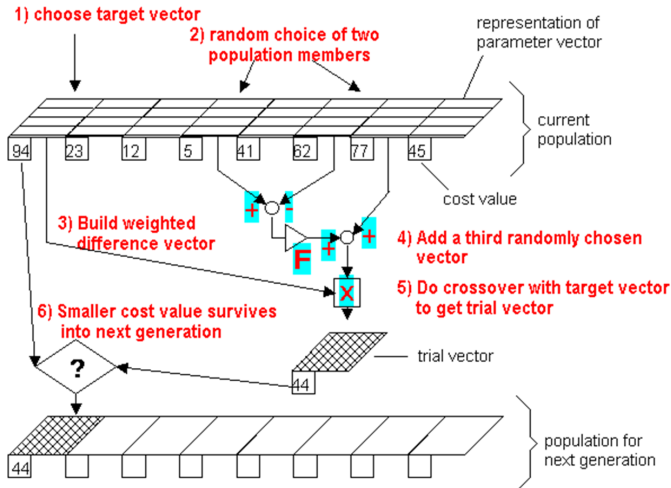
6. Seleccionar el vector con mejor actitud.

Individuo 1					
2.63					
0.68					
0.89					
0.04					
0.06					
0.94					

Siguiente Población



Evolución Diferencial - Flujograma





Ejemplo de Implementación de ED

- Minimizar la siguiente función (Considere los límites de las variables solo para la población inicial):

$$f(x, y, a, b) = (x+2y-7)^2 + (2x+y-5)^2 + (a+2b-7)^2 + (2a+b-5)^2$$

$$-10.0 \leq x \leq 10.0$$

$$-10.0 \leq y \leq 10.0$$

$$-10.0 \leq a \leq 10.0$$

$$-10.0 \leq b \leq 10.0$$



Ejemplo de Implementación de ED

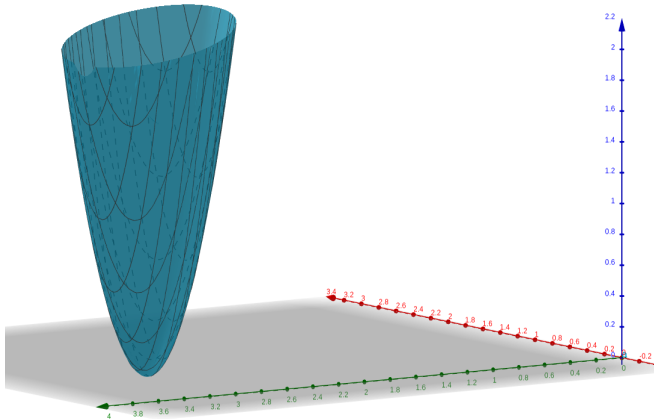


Figure: Parte de la Función a Optimizar

Ejemplo de Implementación de un algoritmo de PG



- ▶ Considere los siguientes parámetros:
 - ▶ Cantidad de Individuos: 10
 - ▶ Cantidad de Dimensiones: 4
 - ▶ Constante de Mutación (F): 0.8
 - ▶ Constante de Cruzamiento (CR): 0.5
 - ▶ Cantidad de Iteraciones: 200

¡GRACIAS!



Bibliografía



[1] J. H. Holland.

Differential evolution: a simple and efficient adaptive scheme for global optimization over continuous spaces.

International Computer Science Institute, 1995.