

Problema de Optimización usando Algoritmos Genéticos

Módulo 4: Técnicas computacionales avanzadas para modelar fenómenos sociales

Concentración en Economía Aplicada y Ciencia de Datos ITESM-SF

CDMX, Feb-Jun 2026



Resolución de un Problema de Optimización con AG Simple

Conocimientos Previos Necesarios

- Conocer la función a optimizar y definir el problema (maximización o minimización)
- Número de variables de decisión
- Precisión en decimales para cada variable
- Espacio de búsqueda (intervalos de cada variable)

Selección de Métodos y Parámetros

- Métodos de selección, crusa y mutación
- Número de generaciones
- Tamaño de la población
- Probabilidad de crusa (P_c)
- Probabilidad de mutación (P_m)

Pasos de un Algoritmo Genético Simple



El algoritmo itera a través de generaciones sucesivas, aplicando operadores genéticos para evolucionar la población hacia soluciones óptimas. El proceso continúa hasta alcanzar el número máximo de generaciones especificado.

```
Algorithm 1: ag_simple
Input: Generaciones
Generar población inicial
Iniciar t = 0
Evaluar la población inicial
while t < Generaciones do
    Selección
    Cruza
    Mutación
    Evaluación de la nueva población
    t = t + 1
end while
```

Estructuras de Datos Básicas

Es preciso definir estructuras de datos que alberguen los datos de cromosomas (individuos), fenotipo, valores de la función objetivo y valores de aptitud (fitness).

Cromosomas

Matriz de tamaño número de individuos × longitud del individuo. Cada renglón corresponde al genotipo de un individuo.

Fenotipo

Variables de decisión en el dominio del problema. Matriz de tamaño número de individuos × número de variables de decisión.

Función Objetivo

Valores del desempeño de los fenotipos. Escalares para un objetivo, vectoriales para multiobjetivo.

Aptitud

Valores escalares no negativos obtenidos mediante función de escalamiento o rankeo.

Representación Matricial de Estructuras

Cromosoma

$$\text{cromosoma} = \begin{bmatrix} g_{1,1} & g_{1,2} & \cdots & g_{1,L_{ind}} \\ g_{2,1} & g_{2,2} & \cdots & g_{2,L_{ind}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{N_{ind},1} & g_{N_{ind},2} & \cdots & g_{N_{ind},L_{ind}} \end{bmatrix}$$

Función Objetivo

$$\text{objetivo} = \begin{bmatrix} y_{1,1} & y_{1,2} & \cdots & y_{1,N_{obj}} \\ y_{2,1} & y_{2,2} & \cdots & y_{2,N_{obj}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{N_{ind},1} & y_{N_{ind},2} & \cdots & y_{N_{ind},N_{obj}} \end{bmatrix}$$

Fenotipo

$$\text{fenotipo} = \begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & \cdots & x_{1,N_{var}} \\ x_{2,1} & x_{2,2} & \cdots & x_{2,N_{var}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N_{ind},1} & x_{N_{ind},2} & \cdots & x_{N_{ind},N_{var}} \end{bmatrix}$$

Aptitud

$$\text{aptitud} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix}$$

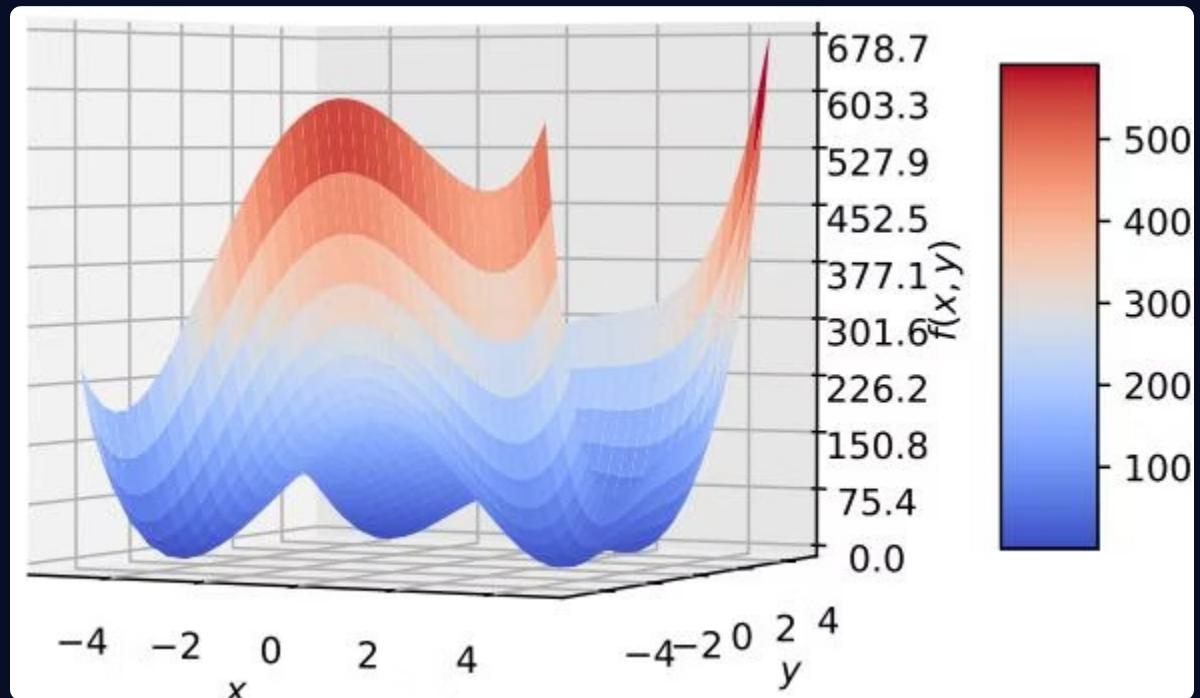
Ejemplo: Función Himmelblau

Especificaciones del Problema

Función:

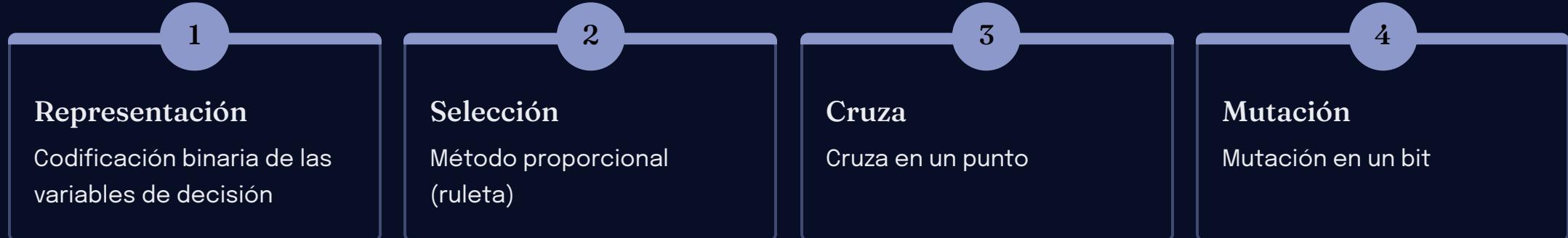
$$f(x, y) = (x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2$$

- Variables de decisión: 2
- Precisión en decimales: 6
- Espacio de búsqueda: $-5 \leq x, y \leq 5$



Superficie 3D de la función Himmelblau mostrando cuatro mínimos locales en forma de silla de montar.

Configuración del Algoritmo Genético



Codificación de las Variables

Para codificar las variables del problema en binario, primero calculamos la longitud del cromosoma necesaria utilizando la siguiente expresión:

$$L = \lceil \log_2((l_{sup} - l_{inf}) \times 10^{\text{precision}}) \rceil$$

Para ambas variables x, y con límites $-5 \leq x, y \leq 5$ y precisión de 6 decimales:

$$L_x = L_y = \lceil \log_2((5 - (-5)) \times 10^6) \rceil = 24$$

Las cadenas que representarán a x y y serán de longitud 24 bits cada una. La longitud total del cromosoma es **48 bits**.



Decodificación de las Variables

Para evaluar el problema, decodificamos el cromosoma (representación binaria) a las variables de decisión en el dominio del problema.

Paso 1: Conversión a Decimal

Calculamos el valor decimal de cada subcadena de bits. Para el ejemplo:

- $\text{decimal}(x) = 2968711$
- $\text{decimal}(y) = 14828673$

Paso 2: Mapeo al Dominio Real

Utilizamos la expresión:

$$x_i = l_{inf} + \text{decimal}(bits) \frac{l_{sup} - l_{inf}}{2^{L_{ind}} - 1}$$

Resultados:

- $x = -3.23051$
- $y = 3.838578$

Evaluación de la Función

Con los valores decodificados, evaluamos la función objetivo de Himmelblau:

$$f(x, y) = (x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2$$

Sustituyendo $x = -3.23051$ y $y = 3.838578$:

$$f(x, y) = (-3.23051^2 + 3.838578 - 11)^2 + (-3.23051 + 3.838578^2 - 7)^2$$

329.96

Valor de la Función

Resultado de la evaluación para el individuo decodificado

Este valor representa el desempeño del individuo en el espacio de búsqueda y será utilizado para calcular su aptitud en el proceso de selección.