

El Problema de Optimización Multiobjetivo

Búsqueda del Frente de Pareto con NSGA-II

AAB

Circe

19 de octubre de 2025

El Paradigma: Optimización Multiobjetivo

- El código resuelve un problema de **Optimización Multiobjetivo** (MOO) donde se deben optimizar **varias funciones** simultáneamente.
- **Conflicto de Objetivos:** Los objetivos suelen estar en conflicto (mejorar uno empeora otro).
- **Solución:** No existe una única mejor solución, sino un conjunto de soluciones llamado **Frente de Pareto**.

Algoritmo Utilizado

NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II): Un algoritmo genético diseñado para encontrar y mantener la diversidad en el Frente de Pareto.

El Problema de Prueba: ZDT1

- El código utiliza una versión del problema de prueba **ZDT1** (Zitzler, Deb, Thiele).
- Es un problema clásico con un Frente de Pareto **convexo** bien definido.
- El objetivo es **minimizar** ambas funciones, $f_1(\mathbf{x})$ y $f_2(\mathbf{x})$.
- **Variables de Decisión:** $n = 3$ variables, donde $x_i \in [0,0, 1,0]$.

Las Funciones Objetivo

- Se definen dos funciones objetivo, $f_1(\mathbf{x})$ y $f_2(\mathbf{x})$, que dependen de las variables $\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3)$:

Objetivo 1: $f_1(\mathbf{x})$

$$f_1(\mathbf{x}) = x_1$$

f_1 es mínima cuando x_1 es pequeña.

Objetivo 2: $f_2(\mathbf{x})$

$$f_2(\mathbf{x}) = g(\mathbf{x}) \cdot h(f_1, g)$$

f_2 introduce el **conflicto** entre objetivos mediante una función de penalización $g(\mathbf{x})$.

Mecanismo de Búsqueda del NSGA-II

- El algoritmo utiliza dos criterios para seleccionar y clasificar soluciones:
- **1. Rango de Pareto (Rank):**
 - Clasifica las soluciones en **frentes no dominados**.
 - Se prefieren soluciones con menor rango (Frente 1 es el mejor).
- **2. Distancia de Crowding (Crowding Distance):**
 - Mide la densidad de soluciones alrededor de un individuo.
 - Se prefieren soluciones con mayor distancia para **mantener la diversidad** del Frente de Pareto.

Resultado Esperado: El Frente de Pareto

- El resultado del algoritmo es un conjunto de puntos en el espacio de objetivos.
- **Representación Gráfica:**
 - Cada punto representa una solución (\mathbf{x}_i) mapeada a los valores de sus objetivos (f_1, f_2).
 - Se espera obtener una curva suave (convexa, en el caso ZDT1) en la esquina inferior izquierda.
- **Interpretación:** Cada punto del frente representa un **compromiso óptimo** entre los objetivos f_1 y f_2 .