

# 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 ( $x_i$ ) 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  $f_2$ .