

1^a
Emisión

Módulo 6

Cómputo Evolutivo

Tema 5: Algoritmos genéticos multiobjetivo

Dr. Isidro Gómez Vargas



DGTIC UNAM
DIRECCIÓN GENERAL DE CÓMPUTO Y
DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN
Y COMUNICACIÓN



DIPLOMADO **Inteligencia artificial aplicada**

Vía Webconference Modalidad a distancia

Objetivo

El participante comprenderá los conceptos básicos de los algoritmos genéticos el problema multi-objetivos, así como ejemplos prácticos desarrollados en Python.



Contenido

- 5.1 Manejo de restricciones
- 5.2 Problema de optimización multiobjetivo
- 5.3 Optimización multiobjetivo con preferencias a priori
- 5.4 Optimización multiobjetivo con preferencias a posteriori
 - 5.4.1 Basados en No-Dominancia de Pareto y en dominancia de Pareto



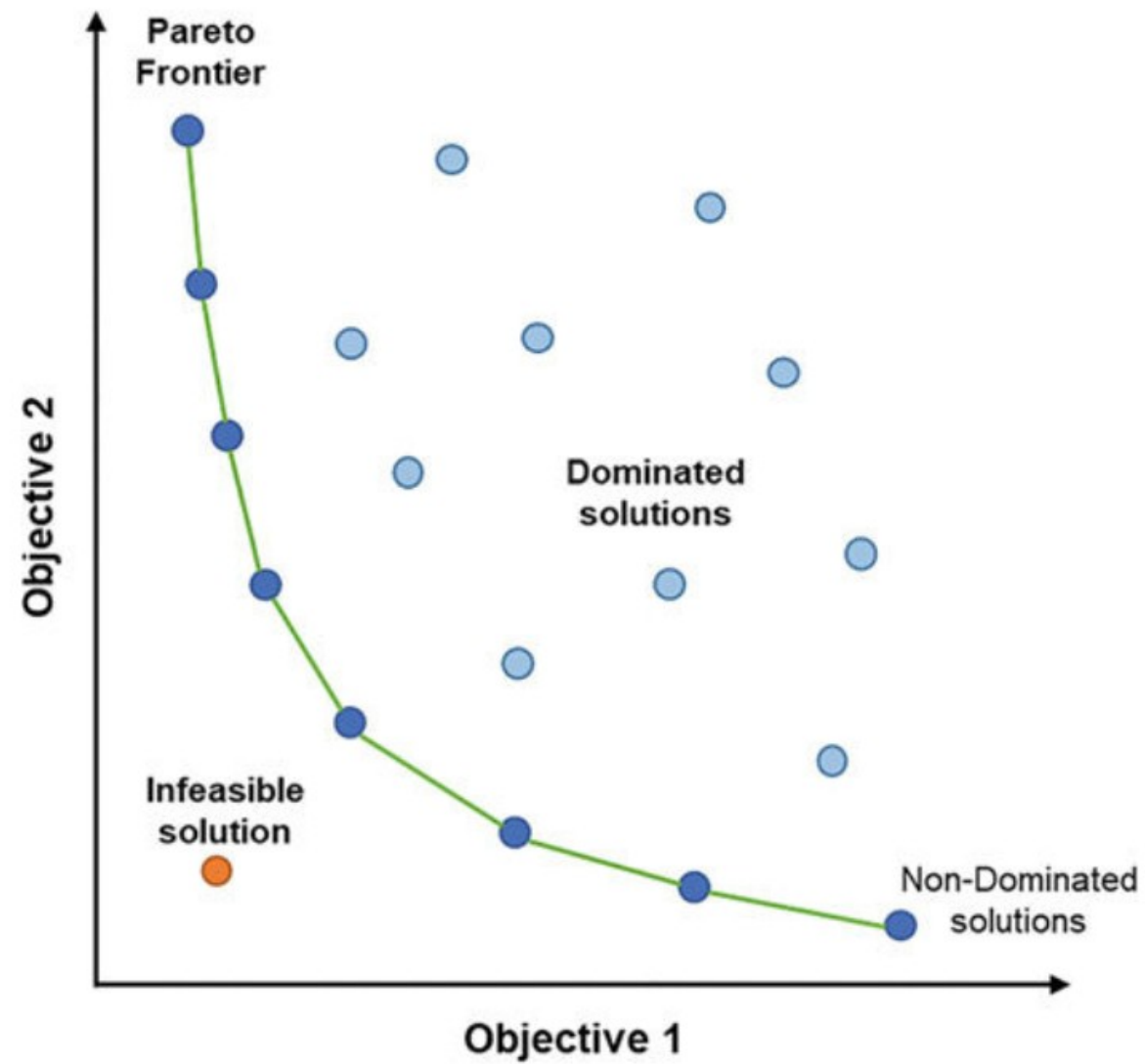
5. Algoritmos genéticos multiobjetivo

Se utilizan para resolver problemas de optimización multiobjetivo, es decir, problemas en los que hay que optimizar varias funciones objetivo simultáneamente.

A diferencia de los algoritmos genéticos clásicos que buscan una única solución óptima, buscan una serie de soluciones óptimas que satisfagan múltiples objetivos.

Esto se logra mediante la definición de un conjunto de soluciones llamado **frente de Pareto**, que representa todas las soluciones no dominadas en el espacio de búsqueda.





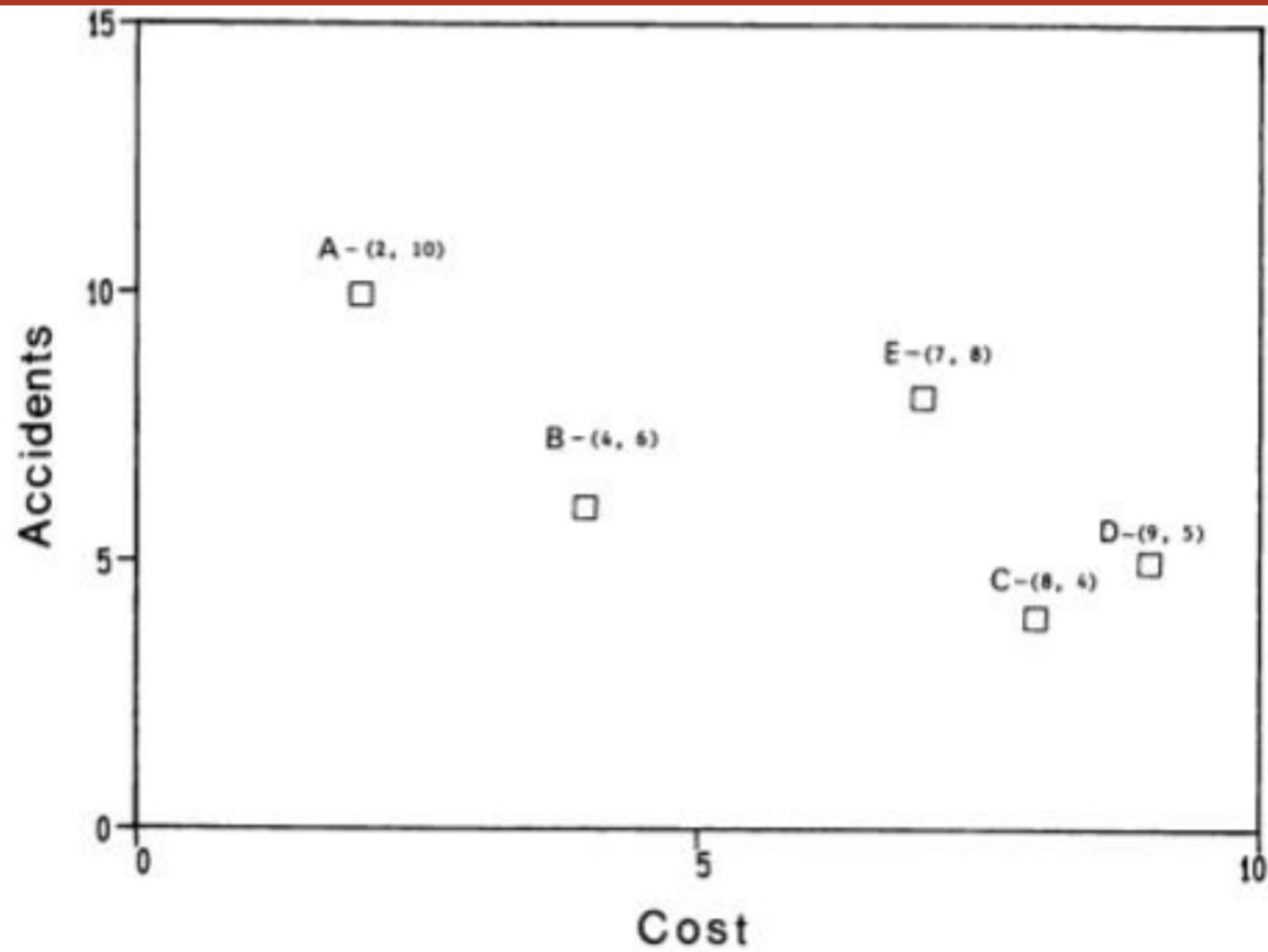


FIGURE 5.28 Illustration of multiobjective optimization. Five scenarios compared on the basis of accidents and widget cost. The scenarios A, B, and C are said to be nondominated.

5. Algoritmos genéticos multiobjetivo

La idea principal detrás de los AGMO es que se utilizan técnicas de selección, cruzamiento, mutación y reemplazo para evolucionar una población de soluciones, donde cada solución representa un punto en el espacio de búsqueda. La población evoluciona a lo largo de varias generaciones hasta que se encuentra un conjunto de soluciones que representan el frente de Pareto.

Una vez obtenido el frente de Pareto, el usuario puede elegir una solución que satisfaga sus necesidades en función de los criterios adicionales que se tengan. Además, se pueden utilizar técnicas de visualización, análisis y selección interactiva para explorar y entender mejor el frente de Pareto.



5.1. Manejo de restricciones

El manejo de restricciones es un aspecto importante en los algoritmos genéticos multi-objetivo (AGMO) porque, en muchos problemas de optimización, las soluciones factibles están sujetas a restricciones que deben cumplirse. En otras palabras, no todas las soluciones son válidas, ya que deben cumplir ciertas condiciones para ser consideradas como soluciones factibles.



5.1. Manejo de restricciones

Algunos ejemplos

- 1) **Penalización:** esta técnica consiste en asignar una penalización a las soluciones que violan alguna restricción. En lugar de descartar las soluciones inadecuadas, se les asigna un valor de aptitud muy bajo, lo que hace que sean menos propensas a ser seleccionadas para la reproducción y, por lo tanto, disminuye su influencia en la población.



5.1. Manejo de restricciones

2) **Método de ranking:** esta técnica se basa en el concepto de ranking de restricciones, donde se clasifican las restricciones en función de su importancia. Luego, se asigna un peso a cada restricción y se utiliza este peso para modificar la función objetivo del AGMO. Esto permite que las soluciones que violan las restricciones más importantes sean penalizadas de manera más significativa.



5.1. Manejo de restricciones

3) Método de dominancia restringida: esta técnica utiliza un operador de dominancia que considera tanto la aptitud como la factibilidad de las soluciones. Se busca maximizar la aptitud y minimizar la cantidad de restricciones violadas. Las soluciones factibles tienen prioridad sobre las soluciones no factibles, lo que significa que se seleccionan primero las soluciones factibles antes de considerar las no factibles.



5.2 Ejemplo de problema multi-objetivo

Un fabricante de automóviles quiere optimizar la calidad, el costo y la eficiencia de combustible de un nuevo modelo de automóvil. Para simplificar, supongamos que hay tres variables de diseño que pueden ajustarse: el tamaño del motor, el peso del automóvil y la aerodinámica. También supongamos que hay tres objetivos a considerar: maximizar la calidad, minimizar el costo y maximizar la eficiencia de combustible.



5.2 Ejemplo de problema multi-objetivo

Este es un problema de optimización multi-objetivo porque hay tres objetivos que deben satisfacerse simultáneamente, y no hay una única solución óptima que pueda cumplir todos los objetivos al mismo tiempo. Por ejemplo, es posible que aumentar la calidad del automóvil requiera un motor más grande y un peso más pesado, lo que podría reducir la eficiencia de combustible y aumentar el costo. Por lo tanto, hay un compromiso entre los objetivos que debe considerarse.



5.3 Optimización multiobjetivo con preferencias apriori

En la optimización multiobjetivo con preferencias apriori, se busca encontrar un conjunto de soluciones que satisfagan no solo los objetivos, sino también las preferencias del usuario. En otras palabras, el usuario puede tener preferencias en cuanto a qué objetivos son más importantes y cómo se deben ponderar los diferentes objetivos para obtener una solución óptima.



5.3.1 Agregación

El método de función de agregación se utiliza para convertir múltiples objetivos en un solo objetivo, lo que permite la aplicación de técnicas de optimización de una sola variable.

En este método, se utiliza una función de agregación que toma como entrada los valores de los objetivos y los pesos correspondientes asignados por el usuario para cada objetivo. La función de agregación produce un valor único que representa la calidad global de la solución en términos de todas las metas.



5.3.1 Agregación

Existen diferentes formas de definir una función de agregación, como la suma ponderada, la media ponderada y la función de utilidad. La suma ponderada se utiliza comúnmente y se define como la suma de los productos de cada objetivo con su peso correspondiente. La función de utilidad es otra forma común de función de agregación y se basa en la teoría de la utilidad de la economía. La función de utilidad asigna un valor de utilidad a cada objetivo y luego los combina en una función global de utilidad.



5.3.1 Agregación

Supongamos que tenemos una empresa que produce dos tipos de productos: A y B. Queremos maximizar el beneficio de la empresa, que se define como la suma de las ganancias por cada tipo de producto, sujeto a dos objetivos: minimizar el costo de producción y maximizar la calidad de los productos.



5.3.1 Agregación. Suma ponderada

```
def suma_ponderada(beneficio_A, beneficio_B, costo_A, costo_B, peso_calidad, peso_costo):  
    """  
    Función de agregación de suma ponderada para maximizar el beneficio de la empresa,  
    sujeto a los objetivos de minimizar el costo de producción y maximizar la calidad de los productos.  
    """  
    valor_objetivo_global = peso_calidad * (beneficio_A + beneficio_B) - peso_costo * (costo_A + costo_B)  
    return valor_objetivo_global
```



5.3.2 Agregación. Programación de metas.

Para implementar la programación de metas en un algoritmo genético multiobjetivo, se utiliza una función de aptitud modificada que tenga en cuenta las metas establecidas por el usuario. Esta función de aptitud asigna un valor de aptitud más alto a las soluciones que se acercan a las metas especificadas, y un valor de aptitud más bajo a las soluciones que se alejan de esas metas. Luego, el algoritmo genético se ejecuta normalmente, utilizando la función de aptitud modificada para evaluar y seleccionar soluciones.



5.3.2 Agregación: Ordenamiento lexicográfico

El proceso de ordenamiento lexicográfico implica ordenar las soluciones en función de una serie de criterios. El primer criterio es el objetivo más importante para el usuario, y las soluciones se ordenan en función de ese objetivo. Si hay varias soluciones que tienen el mismo valor para ese objetivo, entonces se utilizan los valores del segundo objetivo para desempatar. Este proceso se repite para cada uno de los objetivos, de manera que las soluciones se ordenan por orden de importancia de los objetivos.



5.3.2 Agregación: Ordenamiento lexicográfico

Por ejemplo, si se tienen dos objetivos, A y B, y se establece que A es más importante que B, entonces el proceso de ordenamiento lexicográfico ordenará las soluciones primero por su valor en A, y luego por su valor en B. Si hay varias soluciones que tienen el mismo valor para A, entonces se ordenarán en función de su valor en B.



5.4 Optimización multiobjetivo con preferencias a posteriori

La optimización multiobjetivo con preferencias a posteriori basada en la dominancia de Pareto es una técnica de optimización que se utiliza para resolver problemas con múltiples objetivos, donde se desea encontrar un conjunto de soluciones que sean óptimas en términos de varios criterios simultáneamente, pero que también cumplan con la propiedad de la dominancia de Pareto.

