



## Seminario de Solución de Problemas de Inteligencia Artificial I: Tipos de Optimización

M.C. Jesús Hernández Barragán

UDG - CUCEI

Ciclo: 2018-B

## 1 Tipos de Optimización

- Optimización multimodal
- Optimización multi-objetivo
- Optimización acotada
- Optimización combinatoria

## 2 Técnicas Meta-Heurísticas de Optimización

- Adaptación
- Aleatoriedad
- Comunicación
- Retroalimentación
- Exploración y Explotación

# Tipos de Optimización

Existen diferentes tipos de optimización matemática. Hasta este punto, ya deberíamos conocer las siguientes definiciones:

- Optimización
- Función objetivo (función de costo, función de aptitud)
- Parámetros de ajuste
- Máximos y mínimos de una función
- Métodos de optimización clásica

# Tipos de Optimización (continuación)

En general, existen diferentes tipos de problemas de optimización. A continuación se muestran algunos ejemplos:

- Optimización unimodal
- Optimización multimodal
- Optimización multi-objetivo
- Optimización acotada (con restricciones)
- Optimización combinatoria

# Optimización multimodal

Un problema de optimización multimodal es aquel que tiene más de un mínimo local (o máximo local).

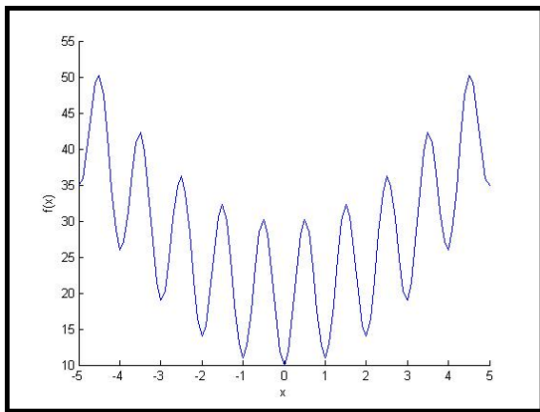
Ejemplo:

Función Rastrigin

$$f(x) = A + x^2 + A \cos(2\pi x)$$

# Optimización multimodal (continuación)

La función Rastrigin (en este caso, de dimensión 1) contiene muchos mínimos y máximos locales, lo que resulta desafiante descubrir el mínimo global.



# Optimización multi-objetivo

En muchas ocasiones es necesario encontrar un subconjunto óptimo de parámetros de ajuste que resulten en la máxima eficiencia de más de una Función Objetivo.

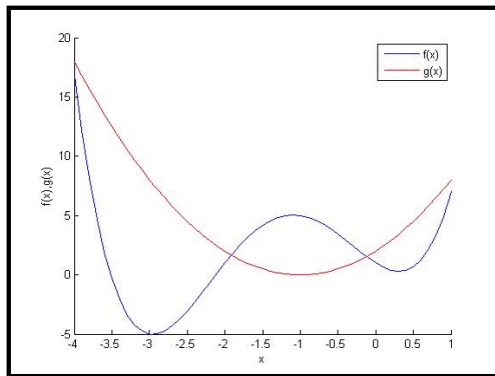
Ejemplo:

$$\min_x f(x), \quad f(x) = x^4 + 5x^3 + 4x^2 - 4x + 1$$

$$\min_x g(x), \quad g(x) = 2(x+1)^2$$

# Optimización multi-objetivo (continuación)

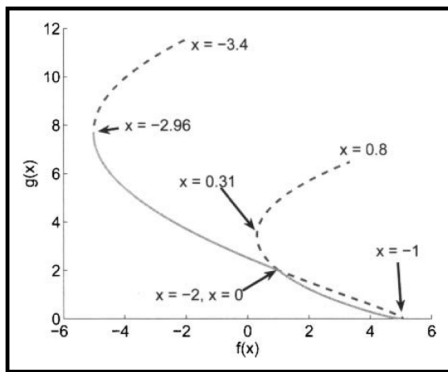
El resultado óptimo no favorece a una u otra Función Objetivo, si no aquel que equilibra el resultado para todas las posibles funciones. En este tipo de optimización, es común utilizar el Frente de Pareto para solucionar el problema.





# Optimización multi-objetivo (continuación)

Frente de Pareto: Se dice que una solución  $x_i$  es solución de Pareto cuando no existe otra solución  $x_j$  tal que mejore en una función sin empeorar las otras funciones.



# Optimización acotada

En muchos problemas, es necesario acotar el espacio de búsqueda para encontrar el conjunto de parámetros de ajuste que maximicen la eficiencia de una Función Objetivo.

Ejemplo:

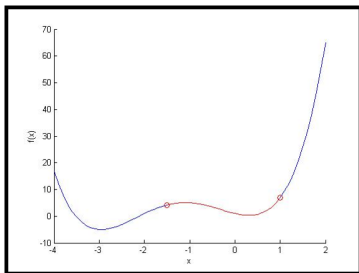
$$\min_x f(x), \quad f(x) = x^4 + 5x^3 + 4x^2 - 4x + 1$$

sujeto a

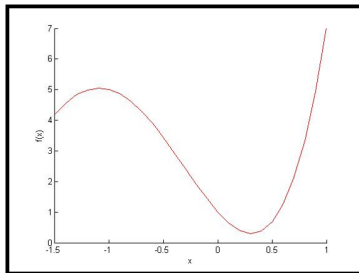
$$-1.5 \leq x \leq 1$$

# Optimización acotada (continuación)

A continuación se presentan dos gráficos que muestran la acotación de la función  $f(x)$  en el rango  $-1.5 \leq x \leq 1$ . Esta acotación normalmente se incluye en un problema de optimización con restricciones.



(a) función acotada



(b) función no acotada

# Optimización combinatoria

Hasta ahora solo consideramos problemas de optimización continua. Sin embargo, existen problemas de optimización discreta, que son llamados problemas de optimización combinatoria.

Ejemplo: Una persona que esta interesada en visitar cuatro lugares diferentes. Estos cuatro lugares se encuentran en cuatro ciudades  $A$ ,  $B$ ,  $C$  y  $D$ . La persona quiere minimizar la distancia recorrida entre estas ciudades. Las soluciones posibles del problema son:

- $S_1 = A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$
- $S_2 = A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow A$
- $S_3 = A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow A$
- $S_4 = A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow A$
- $S_5 = A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$
- $S_6 = A \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$

La mejor solución  $S_i$  depende de las distancias de ciudad a ciudad.

# Técnicas Meta-Heurísticas de Optimización

Para las computadoras, es fácil hacer cálculos de números complejos, cálculos que para los humanos resultarían difíciles de resolver. Sin embargo, se podría decir que una computadora no realiza tareas efectivas que los humanos realizan fácilmente.

Por esta razón, se han intentado realizar algoritmos que traten de emular el comportamiento biológico para resolver dichas tareas. Entre estos algoritmos se encuentran:

- Sistemas Difusos
- Redes Neuronales
- Algoritmos Evolutivos
- Algoritmos Bio-Inspirados

# Técnicas Meta-Heurísticas de Optimización (continuación)

Los algoritmos Evolutivos y Bio-Inspirados son clasificados como técnicas meta-heurísticas de optimización.

Es considerado que las técnicas meta-heurísticas son “Inteligentes”. Existen cinco características que son de vital importancia para el desarrollo de estas técnicas:

- Adaptación
- Aleatoriedad
- Comunicación
- Retroalimentación
- Exploración y Explotación

# Adaptación

Usualmente se considera a la Adaptación ante ambientes cambiantes como una característica de la Inteligencia.

Ejemplo:

- Alguien aprende a realizar una determinada tarea y a partir de ese conocimiento es capaz de Adaptarlo para resolver otra tarea más compleja.

En algunas ocasiones, la Adaptación es una condición necesaria pero no suficiente para la inteligencia.

# Aleatoriedad

En general no nos gusta lo impredecible en nuestras vidas y tratamos de evitarlo. Sin embargo, cierto grado de Aleatoriedad es un componente necesario de la Inteligencia.

Ejemplo:

- Un depredador actúa Aleatoriamente para atacar, así la presa no puede predecir el ataque.

Las técnicas meta-heurísticas requieren cierto grado de Aleatoriedad para trabajar adecuadamente.



# Comunicación

La Comunicación es necesaria para desarrollar Inteligencia y la Inteligencia es necesaria para lograr la Comunicación.

Ejemplo:

- Enseñanza y aprendizaje en un aula de clases.

La mayoría de las técnicas meta-heurísticas involucran una población de soluciones candidatas para resolver un problema. Existe Comunicación entre los integrantes de la población.

# Retroalimentación

La Retroalimentación involucra a la Adaptación, ya que un sistema no puede adaptarse si no puede censar su entorno. Sin embargo la Retroalimentación involucra aprendizaje.

Ejemplo:

- Tarea de ejercicios de matemáticas. El maestro revisa y regresa la tarea para corregir o corregida.

La Retroalimentación no es una condición suficiente para la inteligencia. Un termostato no puede considerarse inteligente. Las técnicas meta-heurísticas incorporan Retroalimentación, sin ella no serían efectivos.

# Exploración y Explotación

La Exploración es la búsqueda de nuevas ideas y/o estrategias. La Explotación es el uso de ideas existentes y/o estrategias que han probado ser exitosas en el pasado.

Ejemplo:

- Encontrar un buen sitio web para realizar un trabajo en específico. Después, aprovechar al máximo la información ofrecida.

La Inteligencia requiere un adecuado balance entre Exploración y Explotación. Las técnicas meta-heurísticas requieren de un adecuado balance entre estos dos conceptos.

# Gracias por tu atención!

Información de contacto:

M.C. Jesús Hernández Barragán

E-mail: [jesus.hdez.barragan@gmail.com](mailto:jesus.hdez.barragan@gmail.com).