

OPTIMIZACIÓN

ALAN REYES-FIGUEROA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

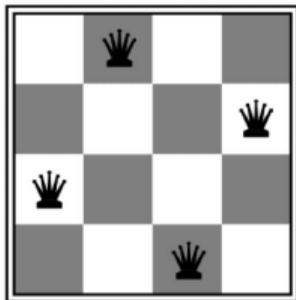
(AULA 09) 12.FEBRERO.2024

Búsqueda y Optimización

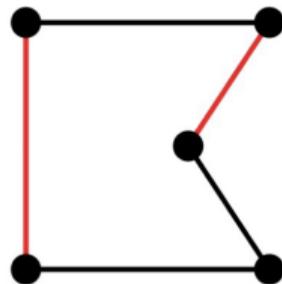
En muchos problemas de búsqueda, el camino es irrelevante, y lo único que interesa es llegar a la solución objetivo (estado = solución objetivo).

En este caso, el espacio de estados = espacio de configuraciones. Y, en la mayoría de ocasiones, problema se reduce a

- Hallar la(s) configuración(es) que cumpla ciertas restricciones (e.g. N-queens),
- Hallar la(s) configuración(es) óptima(s) (e.g. TSP).



.. .. .



Optimización

En estos escenarios, podemos formular nuestro problema de búsqueda como un problema de optimización

$$\text{Hallar } \mathbf{x}^* = \operatorname{argmin}_{\mathbf{x} \in \Omega} F(\mathbf{x})$$

ó

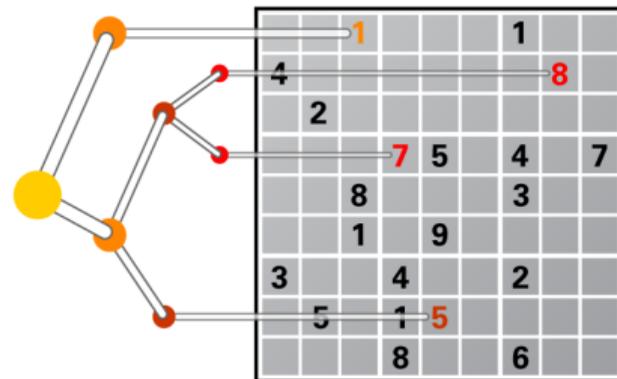
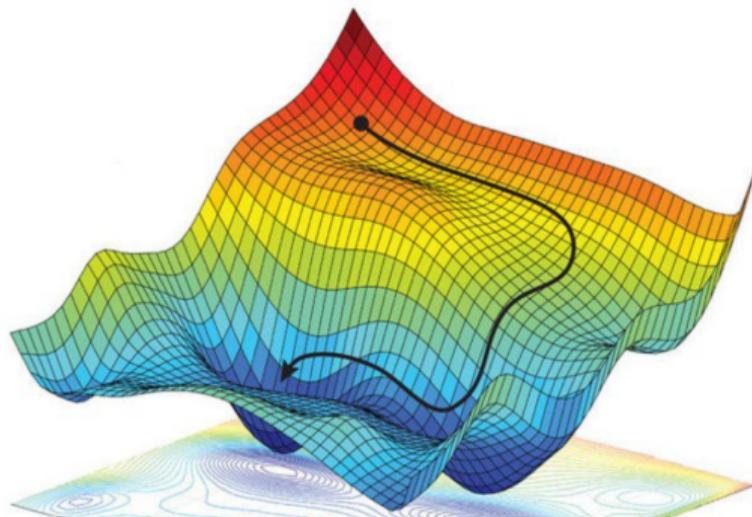
$$\text{Hallar } \mathbf{x}^* = \operatorname{argmin}_{\mathbf{x} \in \Omega} F(\mathbf{x}), \quad \text{sujeto a } G(\mathbf{x}).$$

Aquí estamos entrando dentro del área de optimización. En las siguientes semanas desarrollamos métodos de búsqueda en donde intervienen algoritmos de optimización.

Separaremos nuestras estrategias de búsqueda en 2 grandes grupos:

- Optimización continua,
- Optimización combinatoria o discreta.

Optimización



(a) Optimización continua, (b) Optimización discreta.

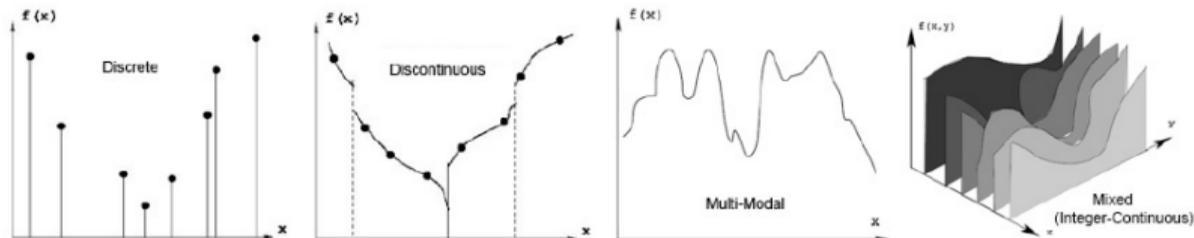
Optimización Discreta

Introducimos ahora algunos métodos del área llamada optimización estocástica. La idea principal es que desarrollamos métodos de búsqueda en donde interviene algunas de las siguientes:

- aleatoriedad,
- distribuciones.

Esto métodos sirven principalmente para atacar problemas de tipo

- espacio factible discreto
- múltiples mínimos locales (multimodal)



Algunas funciones problemáticas: (a) discreta, (b) discontinua, (c) multimodal, (d) mixta.

Definiciones básicas:

Una **heurística**, o técnica heurística, es cualquier enfoque para la resolución de problemas o el autodescubrimiento que emplea un método práctico que no se garantiza que sea óptimo, perfecto o racional, pero que es suficiente para alcanzar una meta o aproximación inmediata a corto plazo.

Se utiliza cuando es imposible o poco práctico encontrar una solución óptima. En ese caso, se pueden utilizar métodos heurísticos para acelerar el proceso de búsqueda de una solución satisfactoria.

Ejemplos: prueba y error, regla empírica o una conjetura educada (*educated guess*).

En computación y optimización matemática, una **metaheurística** es un procedimiento de nivel superior o heurística diseñado para encontrar, generar o seleccionar una heurística (algoritmo de búsqueda parcial) que puede proporcionar una solución suficientemente buena para un problema de optimización.

Optimización Discreta

Las metaheurísticas muestran un subconjunto de soluciones que, de otro modo, es demasiado grande para ser enumerado o explorado por completo. Hacen relativamente pocas suposiciones sobre el problema de optimización.

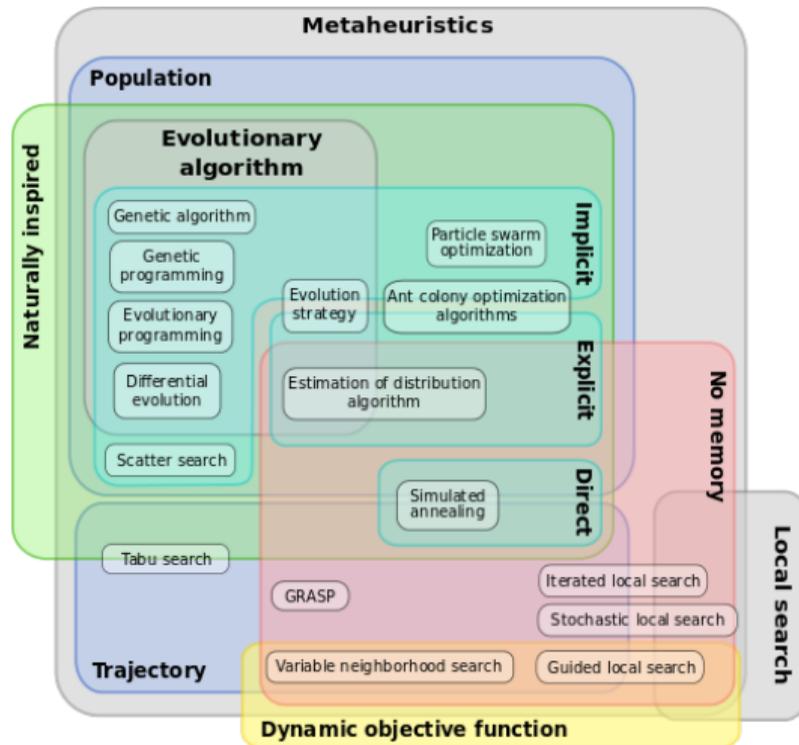
En comparación con los algoritmos de optimización y los métodos iterativos, las metaheurísticas no garantizan que se pueda encontrar una solución globalmente óptima. Muchas metaheurísticas implementan alguna forma de optimización estocástica \implies la solución encontrada depende de un conjunto de variables aleatorias generadas.

Ejemplos: Búsqueda local, algoritmos bio-inspirados, algoritmos evolutivos.

Características de las metaheurísticas:

- son estrategias que guían el proceso de búsqueda.
- exploran de manera eficiente el espacio de búsqueda, soluciones sub-óptimas.
- son algoritmos aproximados y generalmente no deterministas.
- no son específicas de un problema.

Optimización Discreta



Representación

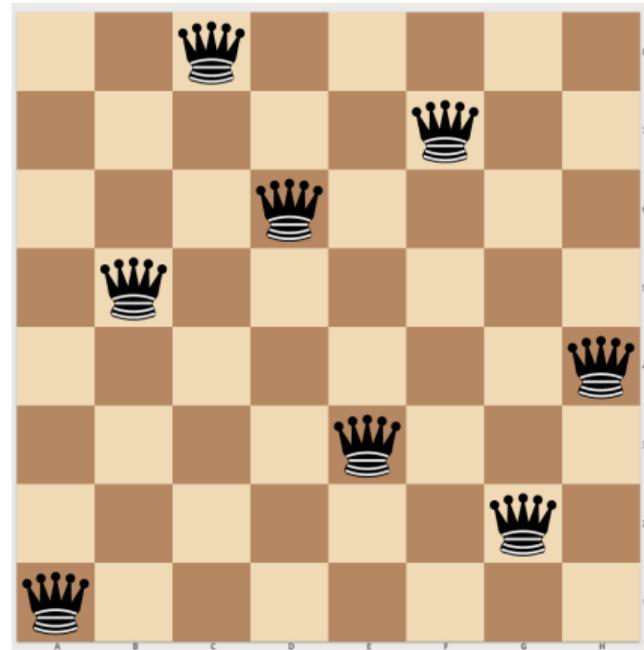
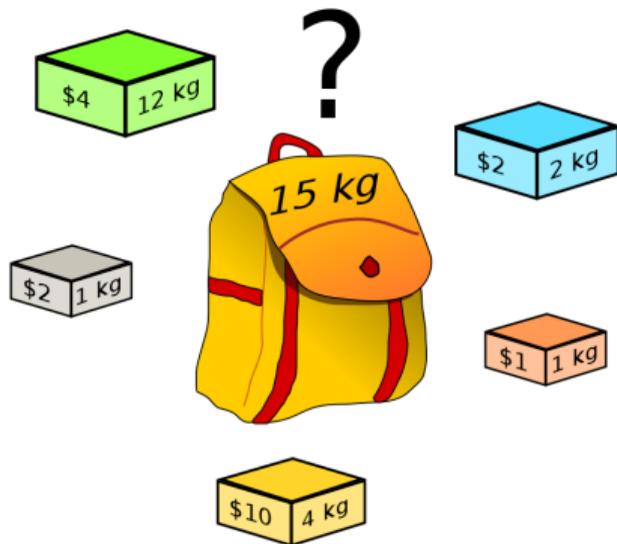
Importante!! Los algoritmos de optimización discreta son bastante sensibles al tipo de representación que usamos en nuestro problema.

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9

5	3	4	6	7	8	9	1	2
6	7	2	1	9	5	3	4	8
1	9	8	3	4	2	5	6	7
8	5	9	7	6	1	4	2	3
4	2	6	8	5	3	7	9	1
7	1	3	9	2	4	8	5	6
9	6	1	5	3	7	2	8	4
2	8	7	4	1	9	6	3	5
3	4	5	2	8	6	1	7	9

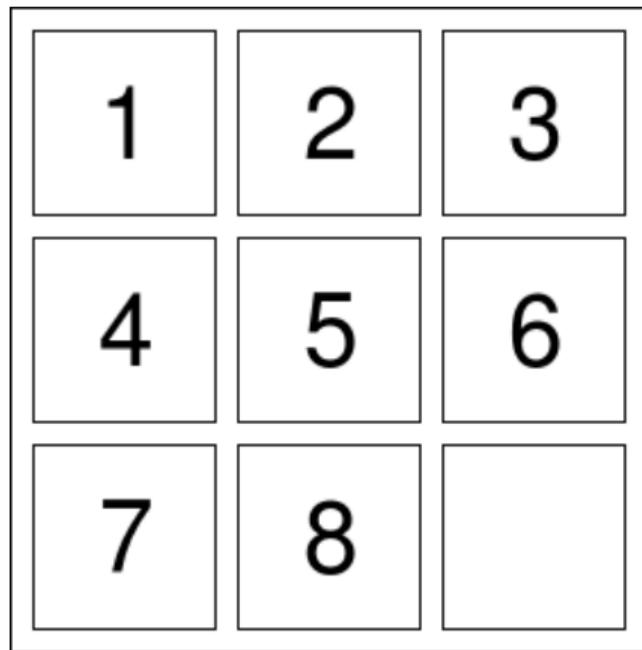
Sudoku.

Representación



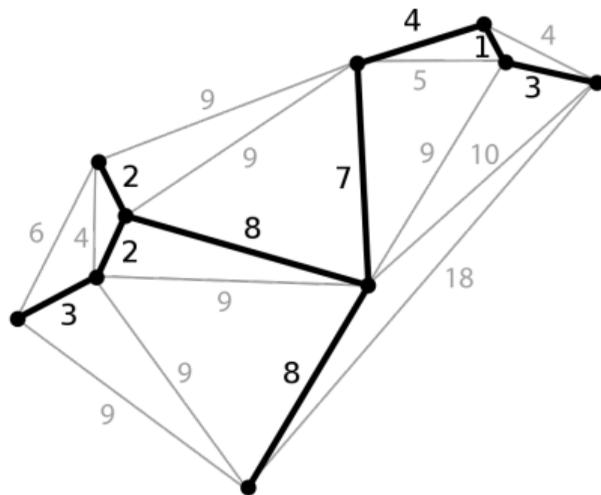
(a) Knapsack problem, (b) 8-queens Problem.

Representación



(a) 15-puzzle, (b) 8-puzzle.

Representación



(a) *Minimum spanning tree*, (b) *Vertex covering*.

Búsqueda Parcial y Soluciones Subóptimas

En optimización discreta o combinatoria, es común tratar de buscar soluciones en espacios altamente grandes.

En un problema de optimización discreta, la idea es hallar la configuración óptima \mathbf{x}^* de

$$\text{Hallar } \mathbf{x}^* = \operatorname{argmin}_{\mathbf{x} \in \Omega} F(\mathbf{x})$$

sin tener que hacer una **búsqueda exhaustiva** (1 por 1). (Esto incurre casi siempre en un problema NP o NP-hard).

La idea es desarrollar algoritmos "inteligentes", en el sentido que no exploran todo el espacio de configuraciones Ω de forma completa.

En lugar de ello, la mayoría de métodos hace una **búsqueda simplificada** o **aleatoria**, pero de forma inteligente. En esta exploración parcial de Ω , casi siempre obtienen una solución **subóptima**, pero aceptable del problema.