UVG UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Búsqueda Informada

Alan Reyes-Figueroa

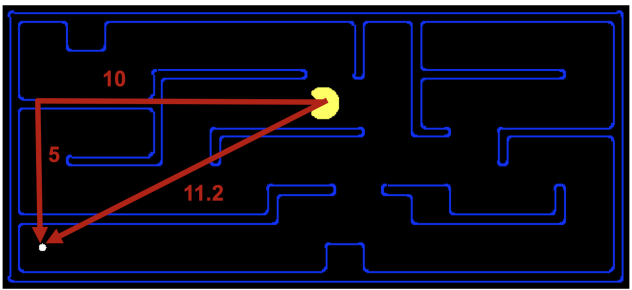
Inteligencia Artificial

(Aula 22) 17.marzo.2025

Búsqueda Informada

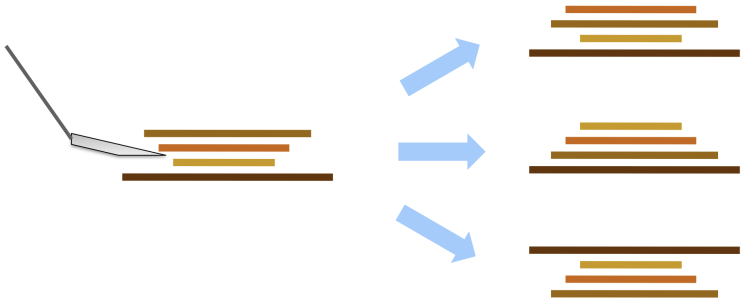
Heurística: Dado $G = (V, E)$ un grafo de estados. Una **heurística de búsqueda** es una función $h : V \to \mathbb{R}$ que estima qué tan cerca (o lejos) estamos del estado o configuración objetivo.

- Es una aproximación del costo real de cuánto falta para llegar al objetivo.
- Son diseñadas específicamente para cada problema de búsqueda.



Heurísticas

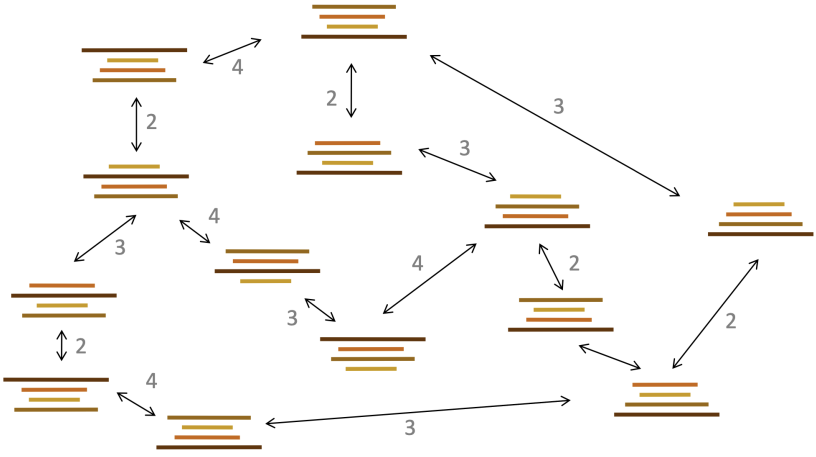
Ejemplo: El problema de los panqueques.



En este ejemplo, el costo de un movimiento es el número o tamaño del *stack* de panqueques a los cuales se les hace *flip* (1, 2, 3 ó 4).

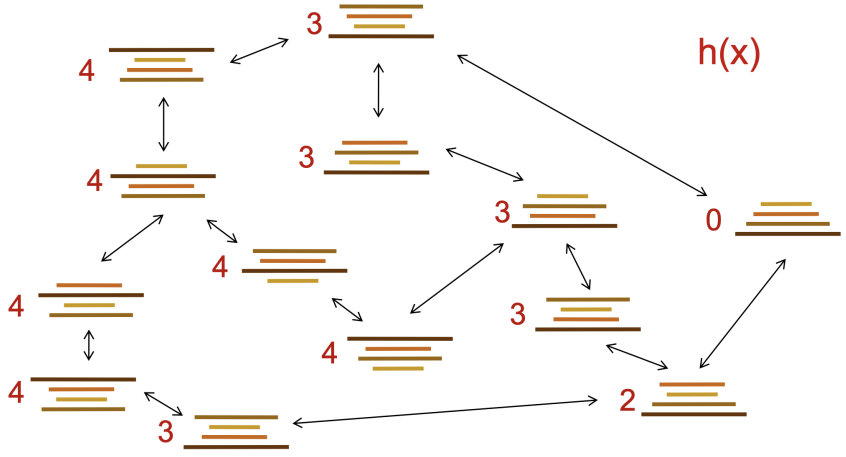
Heurísticas

Ejemplo: El problema de los panqueques.



Heurísticas

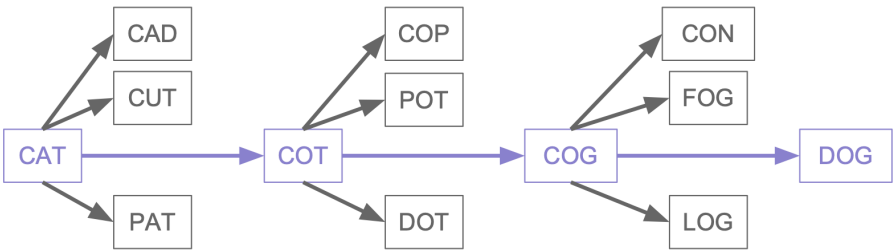
Ejemplo: El problema de los panqueques.



Heurísticas

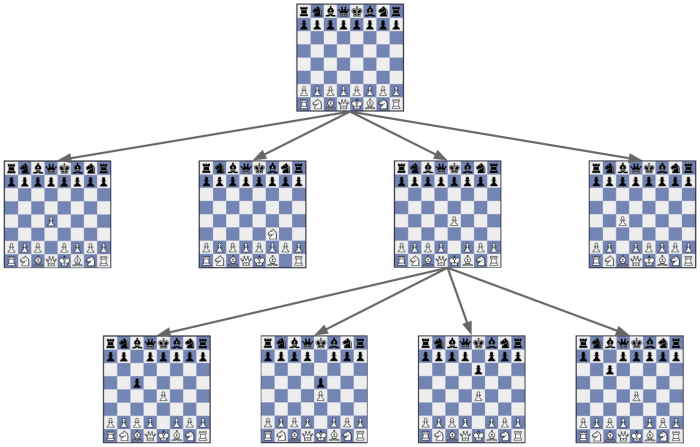
Ejemplo: Juego de mutar palabras

Convertir la palabra **cat** en **dog**.



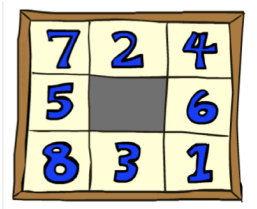
Heurísticas

Ejemplo: Ajedrez.

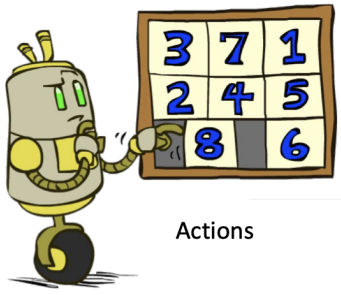


Heurísticas

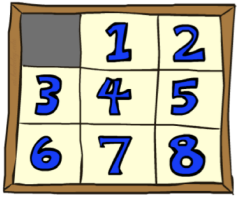
Ejemplo: 8-puzzle.



Start State



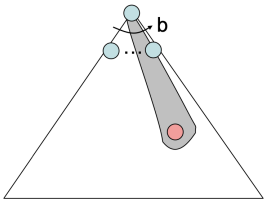
Actions



Goal State

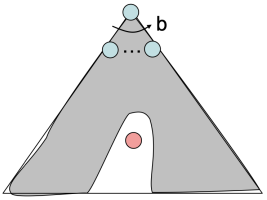
Greedy Search

- Estrategia: expandir el nodo que uno cree está más próximo del estado objetivo.
  Cuidado! Esto se mide usando la función heurística *h*.
- Recordemos que *h* es apenas una aproximación de la distancia real al objetivo.

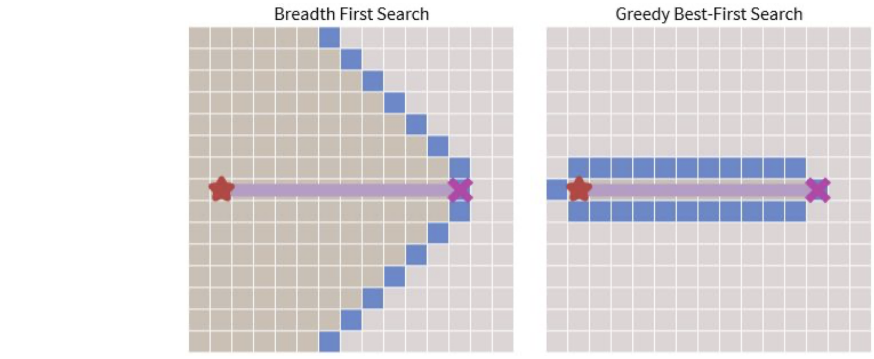


Casos comunes:

- Best-first: Greedy te lleva directo al estado objetivo (incorrecto).
- Peor-caso: Se comporta como un DFS mal guiado.

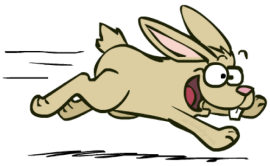


Greedy Search



Cuidado! *Greedy Search* busca y toma como primera opción la que se vea más prometedora (*best-looking*).

UCS

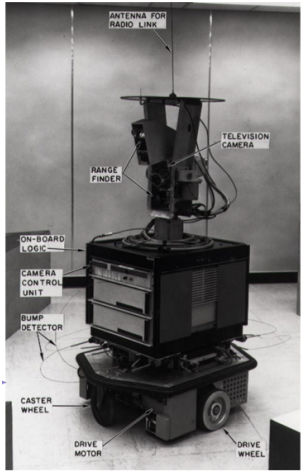


Greedy

A*

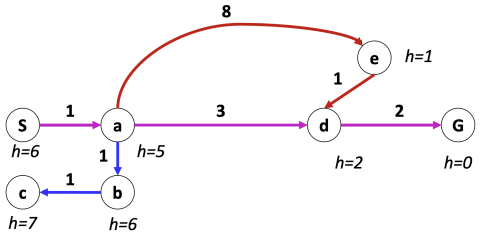
A^*

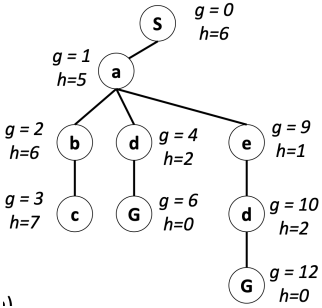
- Desarrollado por Peter Hart, Nils Nilsson, Bertram Raphael en Stanford (1968).
- Originalmente se desarrolló para ayudar a navegar a *Shakey the Robot* a través de una habitación con obstáculos.
- A^* combina las fortalezas de BFS y de *Greedy Search*.
- Al igual que el BFS: este encuentra la ruta más corta.
  Al igual que el *Greedy Search*: este método es rápido.



A^*

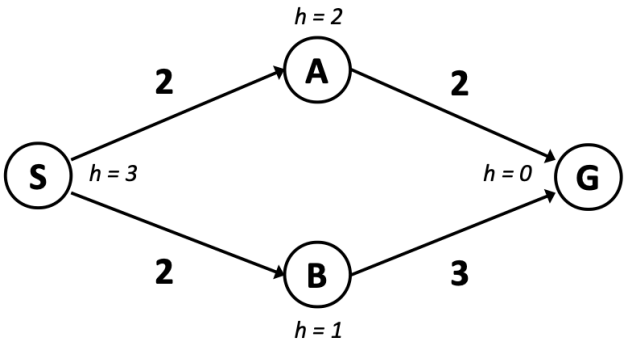
- UCS (Costo uniforme) ordena por costo pasado, o *backward cost* $g(V)$.
- *Greedy Search* ordena por proximidad al objetivo, o *forward cost* $h(V)$.





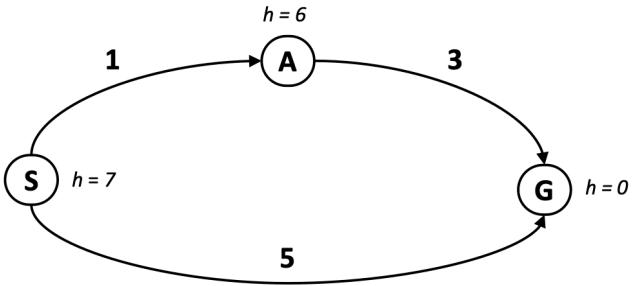
A^* ordena con base en la suma $f(n) = g(n) + h(n)$.

¿Debemos detener el algoritmo A^* al encolar (*enqueue*) un objetivo?
Respuesta: No.



La idea sería deterner el algoritmos hasta que el objetivo se saque de la cola (*dequeue*).

¿Es A^* optimal?
Respuesta: No siempre.



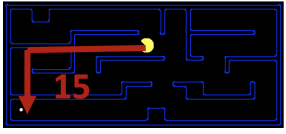
- ¿Qué puede salir mal?
- Costo real al objetivo estimado (worst) < Costo al objetivo (good)
- Requerimos que nuestro estimados sean menores que el costo verdadero!

Heurísticas Admisibles

Una heurística $h : V \to \mathbb{R}$ es **admisible** (u **optimista**) si

$$0 \leq h(v) < h^*(v), \quad \text{para todo } v \in V,$$

donde $h^*(v)$ es el costo real de llegar a un objetivo.



4

Comentario: Construir una heurística admisible es lo más importante (y a la vez lo más complicado) a la hora de implementar A^* en la práctica.

Heurísticas Admisibles

Teorema

Si la función heurística $h : V \to \mathbb{R}$ es un límite inferior para el costo del camino más corto hacia el objetivo, es decir

$$h(v, obj) \leq ruta\_mas\_corta(v, obj), \quad para\ todo\ v \in V,$$

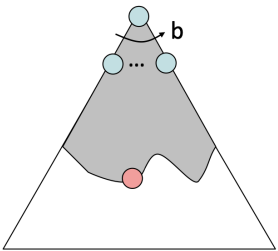
entonces el algoritmo A^* es óptima (siempre encuentra el camino más corto).

Idea de prueba: la heurística *h* es optimista, por lo que nunca ignora un buen camino. A medida que se exploran todos los buenos caminos, descubrimos el camino óptimo.

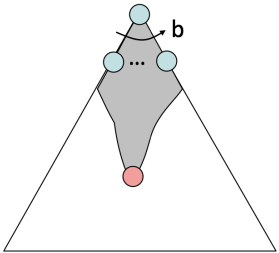
(Voy a agregar la prueba más detallada después).

Propiedades de A^*

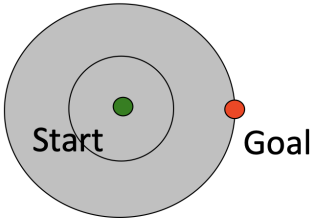
Uniform-Cost

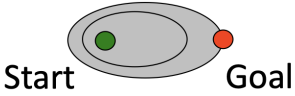


A*

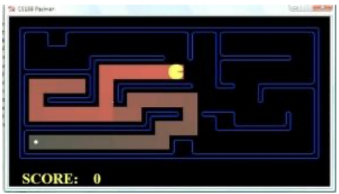


Propiedades de A^*





Propiedades de *A**

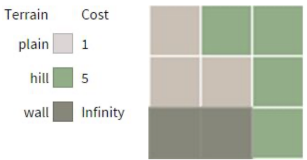


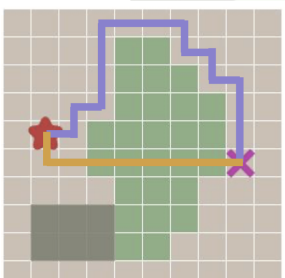
Greedy

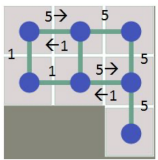
Uniform Cost

A*

Weighted *A**







Terrain Cost

plain 1

hill 5

wall Infinity

Minimum number of steps

Minimum cost path

Weighted A^*

Contraste entre A^* y *Weighted* A^*:

- En el A^* regular, tenemos una función que prioriza como

$$f(v) = \underbrace{\text{pasos a partir de la fuente}}_{g(v)} + \underbrace{\text{costo aproximado al objetivo}}_{h(v)}.$$

- En el weighted A^*, tenemos una función que prioriza como

$$f(v) = \underbrace{\text{costo a partir de la fuente}}_{C(v)} + \underbrace{\text{costo aproximado al objetivo}}_{h(v)}.$$

Aplicaciones

- Videojuegos
- Problemas de ruteo / planificación de rutas
- Problemas de distribución de recursos
- *Robot motion planning*
- Análisis de lenguaje
- Traducción de máquina
- *Speech recognition*
- ...