



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Cuaderno de trabajo: Búsqueda A^* (en grafo)¹

Albert Sanchis

DSIC

Departamento de Sistemas
Informáticos y Computación

¹Para una correcta visualización, se requiere Acrobat Reader v. 7.0 o superior

Objetivos formativos

- ▶ Caracterizar la búsqueda convencional en un grafo de estados.
- ▶ Describir búsqueda A^* (en grafo).
- ▶ Construir el árbol de búsqueda A^* (en grafo).
- ▶ Aplicar búsqueda A^* (en grafo) a un problema clásico.
- ▶ Analizar la calidad de búsqueda A^* (en grafo).

Problema: La ruta más corta entre dos puntos

Búsqueda de una ruta más corta desde Arad a Bucarest [1]:



$\text{Acciones}(\text{Arad}) = \{\text{Ir}(\text{Sibiu}), \text{Ir}(\text{Timisoara}), \text{Ir}(\text{Zerind})\}.$

Problema: La ruta más corta entre dos puntos

Distancias en línea recta a Bucharest

	Bucharest		Bucharest
Arad	366	Mehadia	241
Bucharest	0	Neamt	234
Craiova	160	Oradea	380
Drobeta	242	Pitesti	100
Eforie	161	Rimnicu	193
Fagaras	176	Sibiu	253
Giurgiu	77	Timisoara	329
Hirsova	151	Urziceni	80
Iasi	226	Vaslui	199
Lugoj	244	Zerind	374

El algoritmo A^* (en grafo) [2]

```
A* ( $G, s', h$ )           //  $G$  grafo ponderado,  $s'$  start,  $h$  heurística  
   $O = IniCola(s', f_{s'} \triangleq 0 + h(s'))$    // O: cola de prioridad  $f \triangleq g + h$   
   $C = \emptyset$                                // Closed: nodos explorados  
  mientras no ColaVacía( $O$ ):           // 1ro el mejor:  $s = \arg \min_{n \in O} f_n$   
     $s = Desencola(O)$                      // desempates a favor de objetivos  
    si Objetivo( $s$ ) retorna  $s$            // solución encontrada!  
     $C = C \cup \{s\}$                        //  $s$  explorado  
    para toda  $(s, n) \in Adyacentes(G, s)$ : // generación:  $n$  hijo de  $s$   
       $x = (g_s + w(s, n)) + h(n)$            // posible  $f_n$  nuevo  
      si  $n \notin C \cup O$ :  $Encola(O, n, f_n \triangleq x)$   
      si no si  $n \in O$  y  $x < f_n$ :  $Modcola(O, n, f_n \triangleq x)$   
      si no si  $n \in C$  y  $x < f_n$ :  $C = C \setminus \{n\}$ ;  $Encola(O, n, f_n \triangleq x)$   
  retorna NULL                       // ninguna solución encontrada
```

► **Cuestión 1:** Haz una traza del algoritmo A^* (en grafo) aplicado al problema de buscar una ruta más corta desde Arad a Bucarest.

O	C	s
{Arad ($c=0+366=366$)}	{}	—
{Sibiu ($c=140+253=393$), Timisoara ($c=118+329=447$), Zerind ($c=75+374=449$)}	{Arad ($c=0+366=366$)}	Arad
{Rimnicu ($c=140+80+193=413$), Fagaras ($c=140+99+176=415$), Timisoara ($c=118+329=447$), Zerind ($c=75+374=449$), Oradea ($c=140+151+380=671$)}	{Arad ($c=0+366=366$), Sibiu ($c=140+253=393$)}	Sibiu
{Fagaras ($c=140+99+176=415$), Pitesti ($c=220+97+100=417$), Timisoara ($c=118+329=447$), Zerind ($c=75+374=449$), Craiova ($c=220+146+160=526$), Oradea ($c=140+151+380=671$)}	{Arad ($c=0+366=366$), Sibiu ($c=140+253=393$), Rimnicu ($c=220+193=413$)}	Rimnicu
{Pitesti ($c=220+97+100=417$), Timisoara ($c=118+329=447$), Bucharest ($c=239+211+0=450$), Zerind ($c=75+374=449$), Craiova ($c=220+146+160=526$), Oradea ($c=140+151+380=671$)}	{Arad ($c=0+366=366$), Sibiu ($c=140+253=393$), Rimnicu ($c=220+193=413$), Fagaras ($c=239+176=415$)}	Fagaras
{Bucharest ($c=317+101+0=418$), Timisoara ($c=118+329=447$), Zerind ($c=75+374=449$), Craiova ($c=220+146+160=526$), Oradea ($c=140+151+380=671$)}	{Arad ($c=0+366=366$), Sibiu ($c=140+253=393$), Rimnicu ($c=220+193=413$), Fagaras ($c=239+176=415$), Pitesti ($c=317+100=417$)}	Pitesti
{Timisoara ($c=447$), Zerind ($c=449$), Craiova ($c=526$), Oradea ($c=671$)}	{Arad ($c=366$), Sibiu ($c=393$), Rimnicu ($c=413$), Fagaras ($c=415$), Pitesti ($c=417$)}	Bucharest ($c=418$)

- **Cuestión 2:** Construye el árbol de búsqueda resultante de aplicar el algoritmo A^* (en grafo) al problema de búsqueda de una ruta más corta desde Arad a Bucarest.

- ▶ **Cuestión 3:** ¿El algoritmo encuentra solución? **Sí**
- ▶ **Cuestión 4:** Si la respuesta es “Sí”:
 - ▷ ¿Cuál ha sido la solución encontrada? **El camino solución encontrado ha sido: Arad, Sibiu, Rimnicu, Pitesti, Bucharest**
 - ▷ ¿Cuál es el coste de esta solución? **418**
 - ▷ ¿Se trata de la solución óptima? **Sí**

Referencias

- [1] S. Russell and P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, third edition, 2010.
- [2] P. E. Hart, N. J. Nilsson, and B. Raphael. A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 1968.