

Tema : Búsqueda

IA : Métodos y técnicas de Búsqueda.

Vicente Martínez Orga.

Buscar :

Consiste en dado un estado inicial alcanzar un estado meta mediante reglas que nos hagan transitar de un estado a otro.

Grafo:

Conjunto de nodos que representan estados o situaciones conectados a través de arcos.

- Factor de ramificación : N° de sucesores de un nodo .

Árbol:

Es un grafo en el que cada nodo , excepto el nodo inicial (raíz) , tiene un solo antecedente .

Hoja : Nodo sin sucesores .

Clases de nodos :

- Cerrados : Aquellos que han sido desarrollados .
- Nodos que han sido explorados pero no desarrollados
- Abiertos : Nodos generados y no explorados .
- Nodos que aún no han sido generados .

Técnica de profundidad :

- Prioridad : Nodos mas profundos

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

■ BÚSQUEDA EN PROFUNDIDAD

1. PONER EL NODO RAIZ EN LA LISTA ABIERTA. DEFINIR UN LÍMITE DE PROFUNDIDAD
1. SI LA LISTA ABIERTA ESTA VACIA, SALIR CON FRACASO. EN CASO CONTRARIO CONTINUAR
3. ELIMINAR EL NODO DE LA CIMA DE LA PILA ABIERTA Y PASARLO A CERRADA. LLAMAR A ESTE NODO n
4. SI EL NIVEL DE n ES IGUAL AL LIMITE DE NIVEL, IR AL PUNTO 2. EN CASO CONTRARIO CONTINUAR
5. DESARROLLAR n , GENERANDO TODOS SUS SUCEORES. COLOCAR ESTOS SUCEORES, SIN NINGÚN ORDEN ESPECIAL, EN LA CIMA DE LA LISTA ABIERTA Y ASIGNAR A CADA UNO UN DIRECCIONADOR HACIA ATRÁS A n

14

BÚSQUEDA EN PROFUNDIDAD

6. SI CUALQUIERA DE ESTOS SUCEORES ES UN NODO META, FINALIZAR CON LA SOLUCIÓN OBTENIDA RETROCEDIENDO A TRAVÉS DE SUS DIRECCIONADORES. EN CASO CONTRARIO CONTINUAR
7. SI CUALQUIERA DE ESTOS SUCEORES ES FINAL SIN ÉXITO, ELIMINARLO DE LA LISTA ABIERTA
8. IR AL PUNTO 2

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue background with a white, curved underline that resembles a stylized '9' or a swoosh.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

■ BÚSQUEDA CON RETROCESO

CONSISTE EN QUE CUANDO UN NODO SE SELECCIONA PARA LA EXPLORACIÓN, SOLO SE GENERA UNO DE SUS SUCESORES Y ESTE NODO GENERADO, A MENOS QUE SEA TERMINAL O FINAL SIN ÉXITO SE SOMETE DE NUEVO PARA LA EXPLORACIÓN

SI EL NODO GENERADO CUMPLE ALGÚN CRITERIO DE PARADA, EL PROGRAMA RETROCEDE AL ANTECESOR MAS CERCANO INEXPLORADO

17

BÚSQUEDA CON RETROCESO

EL ALGORÍTMO QUE DESARROLLA ESTA BÚSQUEDA ES:

1. COLOCAR EL NODO INICIAL EN LA LISTA ABIERTA
2. SI LA LISTA ABIERTA ESTA VACIA, SALIR CON FRACASO, EN OTRO CASO CONTINUAR
3. EXAMINAR EL NODO SUPERIOR DE LA LISTA ABIERTA Y LLAMARLO n
4. SI EL NIVEL DE n ES IGUAL AL LÍMITE DE NIVEL, O SI TODAS LAS RAMAS QUE PARTEN DE n HAN SIDO ATRAVESADAS, ELIMINAR n DE ABIERTA E IR AL PUNTO 2, EN OTRO CASO CONTINUAR

18

BÚSQUEDA CON RETROCESO

5. GENERAR UN NUEVO SUCESOR DE n , LLAMANDOLO n' , PONER n' EN LA CIMA DE LA LISTA ABIERTA Y PROPORCIONAR UN DIRECCIONADOR QUE RETROCEDA A n
6. MARCAR n PARA INDICAR QUE LA RAMA (n,n') SE HA ATRAVESADO
7. SI n' ES EL NODO META, SALIR CON LA SOLUCIÓN OBTENIDA RETROCEDIENDO A TRAVÉS DE LOS DIRECCIONADORES, EN OTRO CASO CONTINUAR
8. SI n' ES FINAL SIN ÉXITO, ELIMINARLO DE LA LISTA ABIERTA

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

Ej: Problema de las 4 reinas en un tablero 4×4 . Las reinas hay que colocarlas de forma que no pueden capturarase entre si, usando como estrategia del conjunto conflictivo la búsqueda con retroceso.

BH Inicial: $i = 1$ 

Reglas:

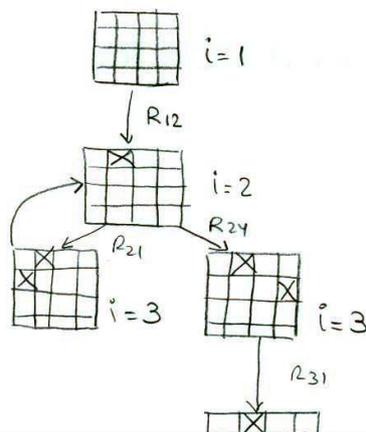
- R_{1j} = Poner reina en fila 1, Columna j
- R_{2j} = Poner reina en fila 2, Columna j
- R_{3j} = Poner reina en fila 3, Columna j
- R_{4j} = Poner reina en fila 4, Columna j
- R_{5j} = Fin.

Criterio de selección de reglas: Seleccionar la regla con menor diagonal así para la fila 1;

Diagonal (1,1) = 4 Diagonal (1,3) = 3
 Diagonal (1,2) = 3 Diagonal (1,4) = 4

De acuerdo a este criterio la ordenación de las reglas queda:

($R_{12}, R_{13}, R_{11}, R_{14}$)
 ($R_{21}, R_{24}, R_{22}, R_{23}$)
 ($R_{31}, R_{34}, R_{32}, R_{33}$)
 ($R_{42}, R_{43}, R_{41}, R_{44}$)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

■ BÚSQUEDA EN AMPLITUD

ESTA BÚSQUEDA DA PRIORIDAD A LOS NODOS DE NIVELES MÁS PRÓXIMOS AL NODO INICIAL EN EL GRAFO DE BÚSQUEDA

EL ALGORITMO QUE DESARROLLA ESTA BÚSQUEDA ES:

28

BÚSQUEDA EN AMPLITUD

1. PONER EL NODO RAIZ EN LA LISTA ABIERTA
2. SI LA LISTA ABIERTA ESTA VACIA, SALIR CON FRACASO; EN OTRO CASO CONTINUAR
3. ELIMINAR EL PRIMER NODO EN LA LISTA ABIERTA Y PASARLO A LA LISTA CERRADA. LLAMAR A ESTE NODO n
4. DESARROLLAR n , GENERANDO TODOS SUS SUCESORES, ASIGNAR A CADA UNO UN DIRECCIONADOR HACIA ATRÁS A n .
5. AÑADIR DICHS SUCESORES A CONTINUACIÓN EN ABIERTA

29

BÚSQUEDA EN AMPLITUD

6. SI EL PRIMER NODO DE LA LISTA ABIERTA ES EL NODO META, SALIR CON LA SOLUCIÓN OBTENIDA RETROCEDIENDO A TRAVÉS DE LOS DIRECCIONADORES. EN CASO CONTRARIO, CONTINUAR
7. SI EL PRIMER NODO EN ABIERTA ES FINAL SIN ÉXITO, ELIMINARLO DE LA LISTA ABIERTA
8. IR A 2

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

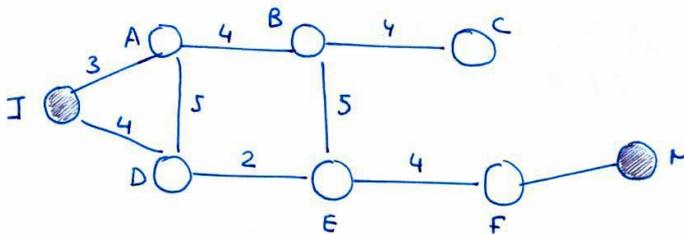
1º

Búsqueda dirigida:

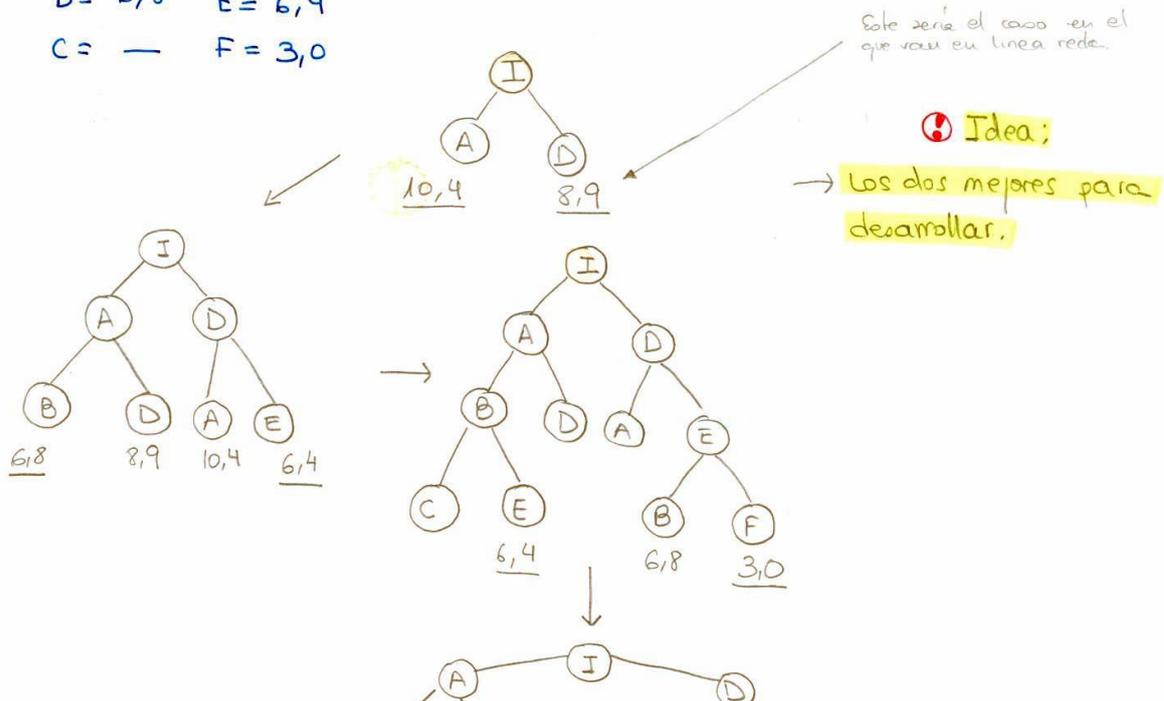
Expaude los 2 nodos de menor peso.

Es similar a la búsqueda por amplitud porque procesa nivel por nivel, pero se diferencia en que en este caso solo se desarrollan los nodos mejores (que se establezcan para cada nivel).

Ej: El mapa de carreteras siguiente comunica una ciudad de partida I con una ciudad meta M, cada vector de conexión nos comunica la distancia entre esos dos nodos, debajo se nos indicará la distancia aérea que existe entre cada ciudad (a excepción de la ciudad C que es un nodo hoja no meta) y la meta M.



A = 10,4	D = 8,9
B = 6,8	E = 6,4
C = —	F = 3,0



Este sería el caso en el que van en línea recta.

Idea:

→ Los dos mejores para desarrollar.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



BÚSQUEDA EN AMPLITUD Y PROFUNDIDAD

EL ALGORITMO QUE DESARROLLA ESTA BÚSQUEDA ES:

1. PONER EL NODO RAIZ EN LA LISTA ABIERTA
2. SI LA LISTA ABIERTA ESTA VACIA, SALIR CON FRACASO, EN OTRO CASO CONTINUAR
3. ELIMINAR EL PRIMER NODO DE LA LISTA ABIERTA Y PASARLO A LA LISTA CERRADA, LLAMAR A ESE NODO n
4. DESARROLLAR n GENERANDO TODOS SUS SUCESORES, ASIGNAR A CADA UNO UN DIRECCIONADOR HACIA ATRÁS A n

38

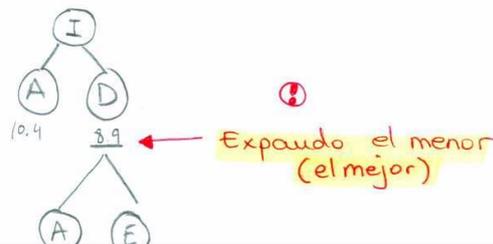
BÚSQUEDA EN AMPLITUD Y PROFUNDIDAD

5. AÑADIR DICHS SUCESORES EN LA LISTA ABIERTA; ORDENAR LOS NODOS DE LA LISTA ABIERTA SEGÚN EL COSTE ACUMULADO HASTA EL MOMENTO, DEJANDO AL FRENTE AQUELLOS DE MENOR COSTE
6. SI EL PRIMER NODO DE LA LISTA ABIERTA ES EL NODO META, SALIR CON LA SOLUCIÓN OBTENIDA RETROCEDIENDO A TRAVÉS DE LOS DIRECCIONADORES. EN CASO CONTRARIO CONTINUAR
7. SI EL PRIMER NODO EN LA LISTA ABIERTA ES FINAL SIN ÉXITO, ELIMINARLO DE LA LISTA ABIERTA
8. IR A 2

39

- Algunas veces puede mejorarse la búsqueda en amplitud y profundidad realizando una estimación sobre las distancias restantes y teniendo datos de las distancias ya acumuladas.

En el ejemplo anterior:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Procedimiento general de búsqueda en grafos

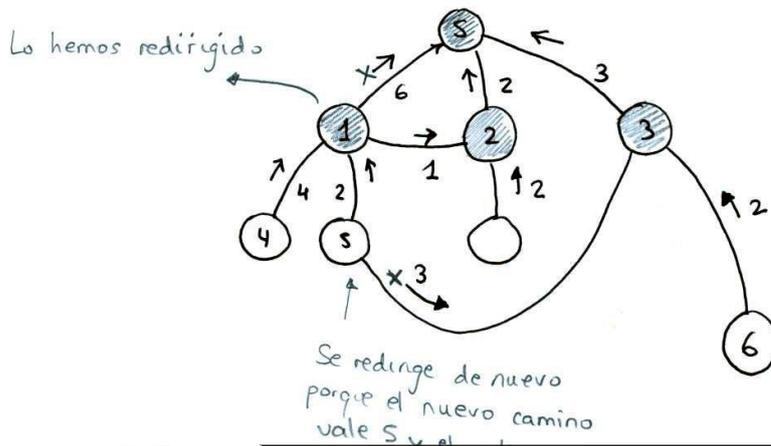
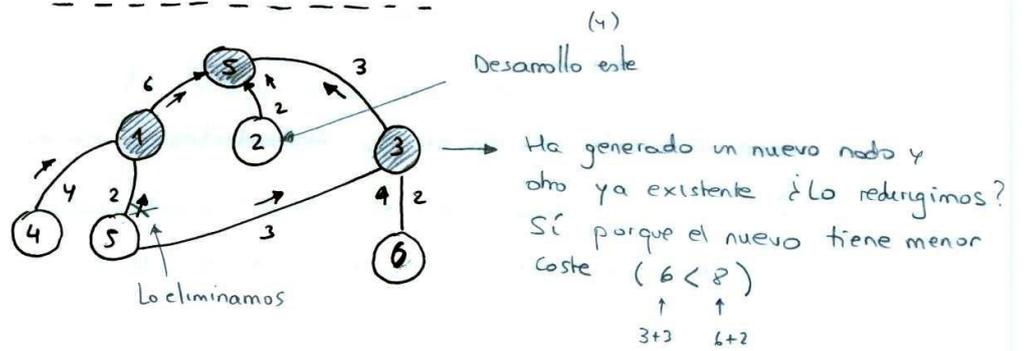
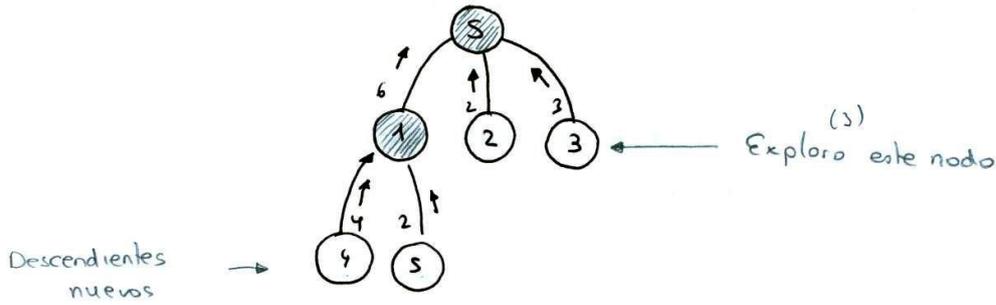
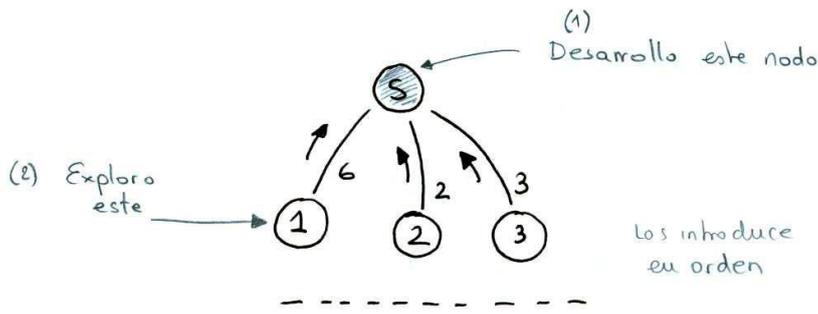
1. Crear un grafo de búsqueda consistente únicamente en el nodo inicial. \textcircled{S}
Poner S en la lista de abierta.
2. Crear la lista de cerrada que inicialmente está vacía.
3. Si la lista de abierta está vacía salir con fracaso.
4. Seleccionar el primer nodo de la lista de abierta y pasarlo a la lista de cerrada llamándolo n.
5. Si n es un nodo meta terminar obteniendo la solución a través de los punteros desde n hasta el nodo inicial.
6. Expandir n generando el conjunto m de sus sucesores que no son antecesores de n. Como mucho hermanos.
7. Poner el puntero hacia n desde aquellos elementos de m que no estuviesen anteriormente en el grafo. Añadirlos a abierta.
Para cada elemento de m que estuviese anteriormente en abierta o en cerrada decir para cada uno de sus descendientes si se redirigen o no sus punteros
8. Reordenar la lista abierta de acuerdo a un esquema arbitrario o a un método heurístico.
9. Ir a 3.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Ej: ○ Abierta ● Cerrada → Puntero



**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

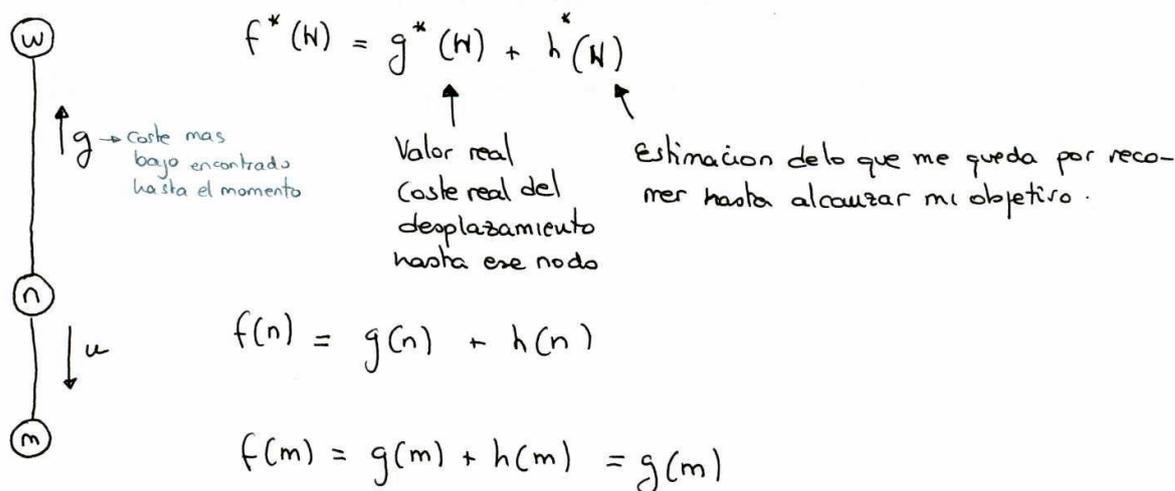
Cartagena99

El mejor el primero

En este procedimiento se escoge para su desarrollo el nodo más prometedor. Para ello es necesario asignar a cada nodo del árbol un valor en base a una función heurística.

Algoritmo A

Es el procedimiento general de búsqueda utilizando una función para realizar la reordenación de los nodos de la lista de abierta.



La estrategia óptima sería $f^*(n) = g^*(n) + h^*(n)$ pero no la tengo, tengo una estimación $f(n) = g(n) + h(n)$.

$f^*(n)$ es el coste real de un conjunto óptimo desde el nodo inicial s a un nodo meta, restringido a que dicho camino pase por el nodo n . Se define una función f que sea estimador de f^* de la siguiente forma $f(n) = g(n) + h(n)$

g es un estimador de g^*

h es un estimador de h^*

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

No se para cuando el nodo meta está en cerrada, sino que se busca la meta con menor coste posible.

- g : Coste del camino que va desde S a n en el árbol de búsqueda. Este camino es de coste más bajo, encontrado hasta el momento.

- h es una función heurística.

El algoritmo A selecciona para ser expandido el nodo en abierta que tiene un valor más pequeño de la función f .

Si $h(n)$ ^{Estimación} es menor o igual que $h^*(n)$ ^{Optima} para todo n entonces el algoritmo se llama A^*

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

EJ

- 7 -

Algoritmo A*

Distancias entre las diferentes ciudades que poseen comunicación directa

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		240					230		325		
2	240		160		85						
3		160		115							
4			115		85	120					
5		85		85		175		145			
6				120	175			181		181	216
7	230							90	150		
8					145	181	90		100		
9	325						150	100		310	
10						181			310		375
11						216				375	

Distancias en línea recta entre cada una de las ciudades y la ciudad 11.

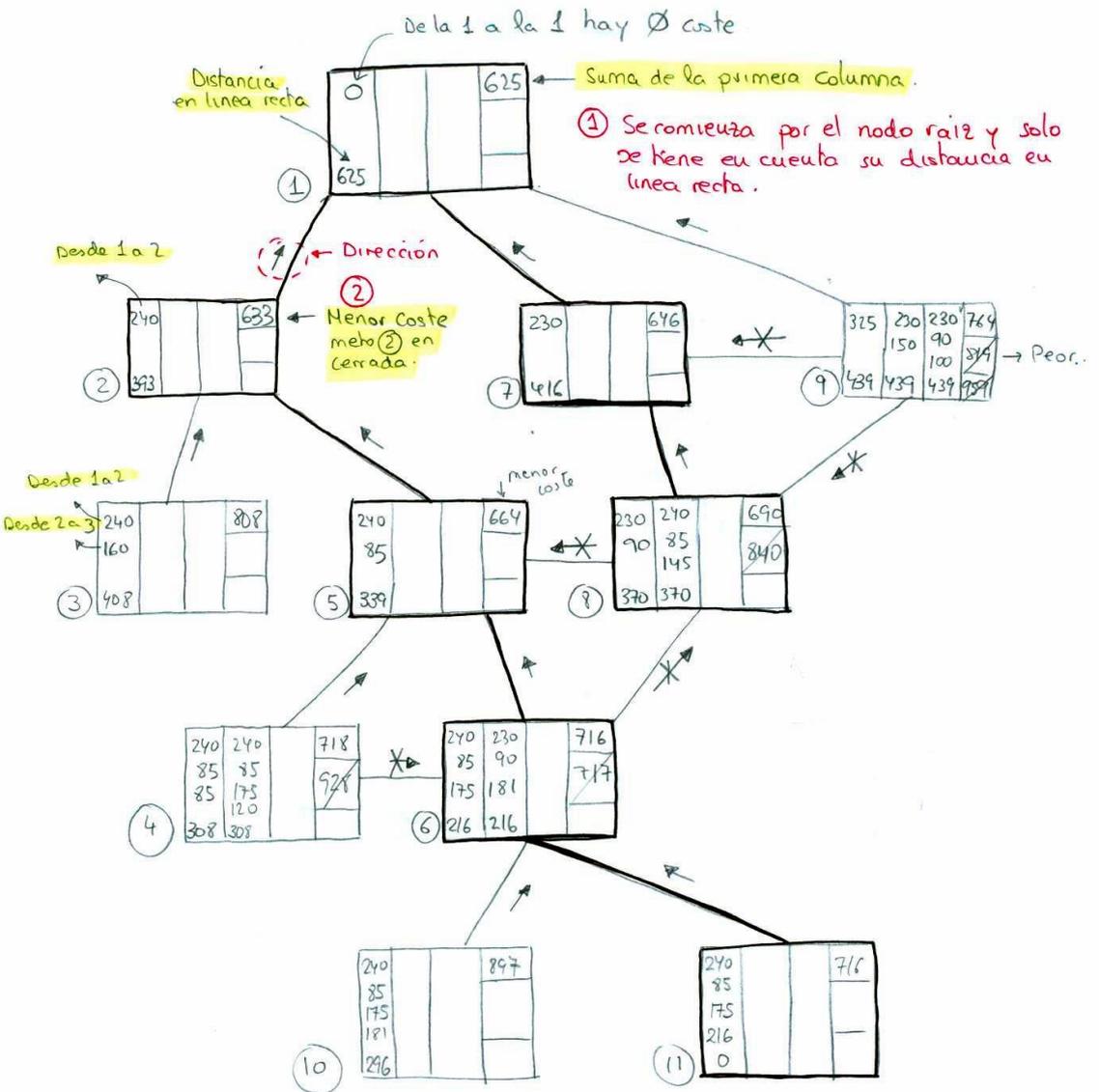
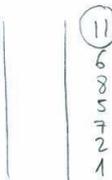
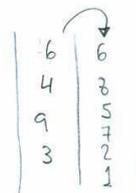
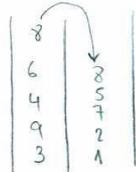
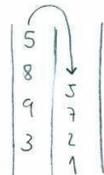
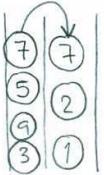
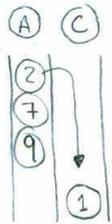
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	625	393	408	308	339	216	416	370	439	216

Aplicando el algoritmo A* llegar desde la ciudad 1 a la ciudad 11.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



→ Se para cuando se alcanza la meta y se mete en pila cerrada.

Ruta : 1 → 2 → 7 → 5 → 8 → 6 → 11

625 → 633 → 664 → 690 → 716 → 716 .

Cartagena99

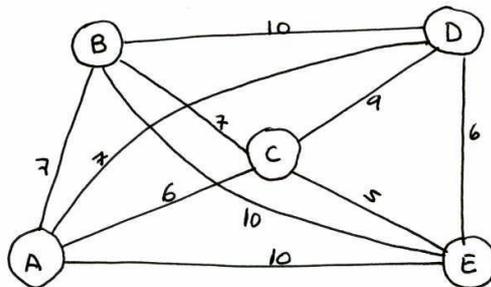
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Propiedades de A^*

- a) Compleitud: Un algoritmo es completo cuando termina con una solución si esta existe
- b) Admisibilidad: Un algoritmo es admisible si asegura encontrar una solución óptima si ésta existe.
- c) Eficiencia: El algoritmo A_1 es mas eficiente que otro A_2 si A_1 está mas informado que A_2 , así cada nodo desarrollado por A_1 es tambien desarrollado por A_2 . A_2 desarrolla almenos tantos nodos como A_1
- d) Optimidad: Un procedimiento es óptimo dentro de un conjunto de procedimientos si es mas eficiente que todos los elementos de dicho conjunto.

Ej: Un vendedor tiene que visitar cada una de las 5 ciudades de la figura comenzando por A y volviendo a A. Existe un camino entre cada par de ciudades. Desarrollar un sistema de producción que resuelva el problema.



La estrategia de resolución del conjunto conflicto es A^*

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

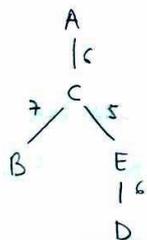
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Base de hechos inicial : A

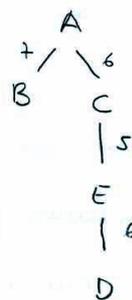
- Base de reglas :
- $R_1 : \text{Si } \neg (\$B\$) \rightarrow \$B$: Si no he visitado B lo visito.
 - $R_2 : \text{Si } \neg (\$C\$) \rightarrow \$C$
 - $R_3 : \text{Si } \neg (\$D\$) \rightarrow \$D$
 - $R_4 : \text{Si } \neg (\$E\$) \rightarrow \$E$
 - $R_5 : \text{Regla para volver a A}$
 $\text{Si } \$B\$ \wedge \$C\$ \wedge \$D\$ \wedge \$E\$ \wedge \neg(A\$A) \rightarrow \$A$
 - $R_6 : \text{Si } A\$A \rightarrow \text{Fin.}$

Paso 1 : Puedo disparar las 4 primeras reglas , para decidir cual cojo uso $A^* \rightarrow f(n) = g(n) + h(n)$.

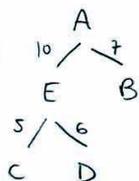
$h(AB) = 24$



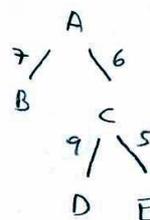
$h(AD) = 24$



$h(AC) = 28$



$h(AE) = 27$

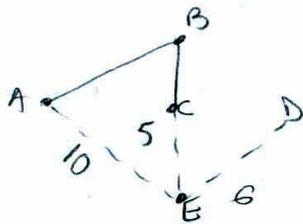
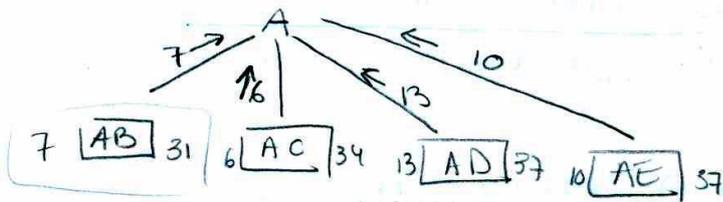


Estos son los árboles de menor coste

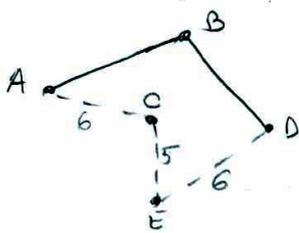
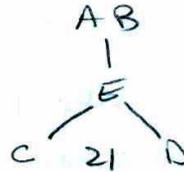
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

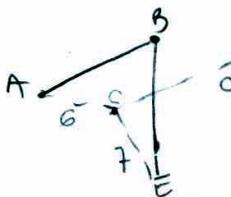
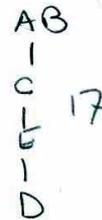
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



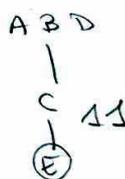
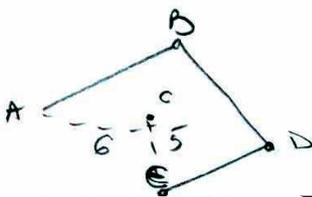
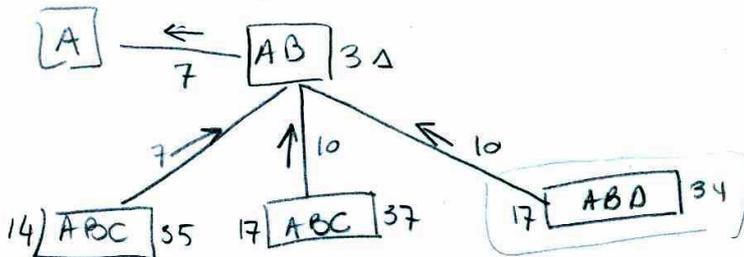
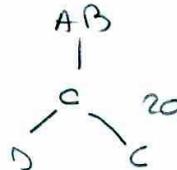
$h(ABC) = 21$



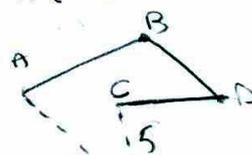
$h(ABD) = 17$



$h(ABE) = 20$



$h(ABD C) = 14$



Cartagena99

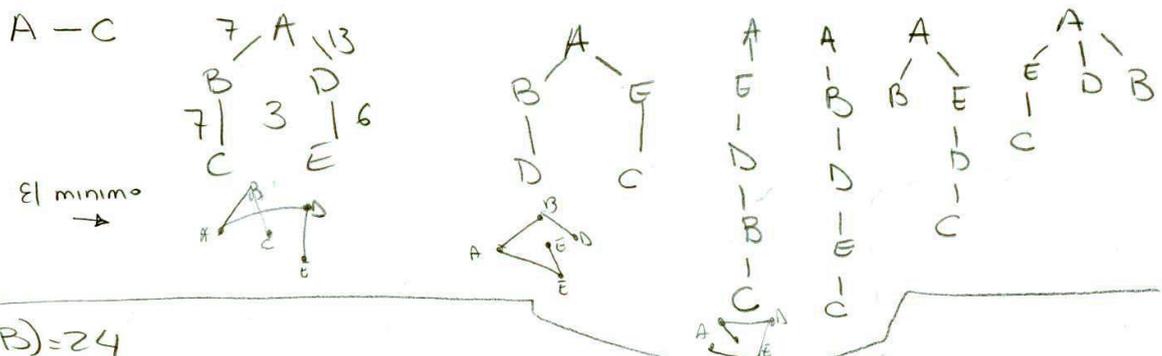
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

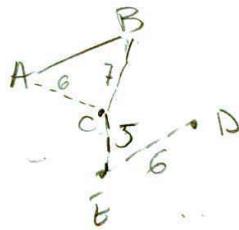
Árbol de Max. Alcauce. Árbol mínimo Extendido

El mínimo grafo conexo y acíclico con todos los vértices, consiste en:

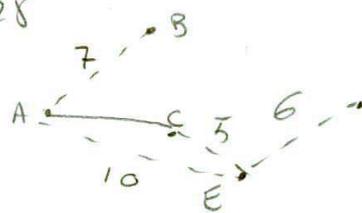
Partiendo del nodo A crear un árbol, de coste mínimo, que visite todos los nodos (no se contemplan las ciudades que se encuentran en el camino recorrido, a excepción del nodo inicial (hoja) de ese camino), y q uno de sus nodos hoja sea el último nodo del camino recorrido.



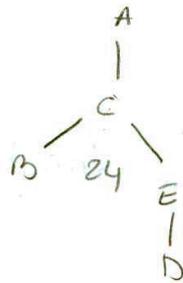
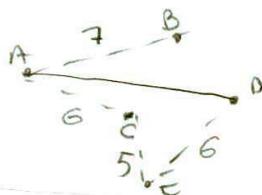
$h(AB) = 24$



$h(AC) = 28$

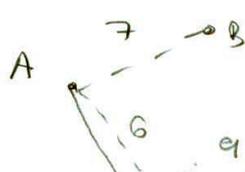


$h(AD) = 24$



$g+h$
 $7+24=31$

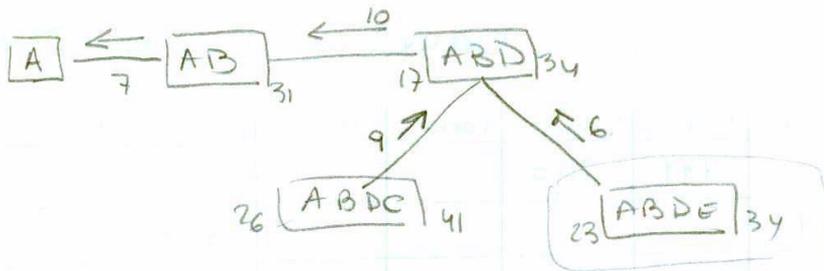
$h(AE) = 27$



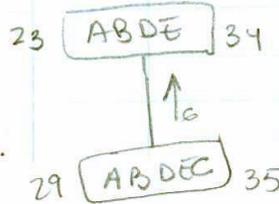
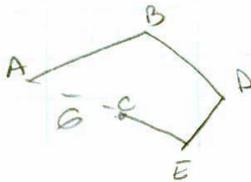
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70





$W(ABDEC) = 6$



Profundización iterativa

Consiste en realizar sucesivas búsquedas, 1° en profundidad, aumentando en cada paso la prof límite, hasta que se encuentra el nodo objetivo.

Prof Iterativa A* (IDA*)

Es una búsqueda en prof. mientras se funciona la función f de los nodos expandidos sea menor o igual (si se está minimizando), o mayor o igual (si se está maximizando), a un valor umbral (H)

Si esta búsqueda en prof termina en un nodo meta, es obvio que hemos encontrado un camino de coste mínimo a la meta, o no, entonces el coste de un camino óptimo debe ser mayor que el valor umbral (H)

Así incrementamos el valor el umbral (H) y

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

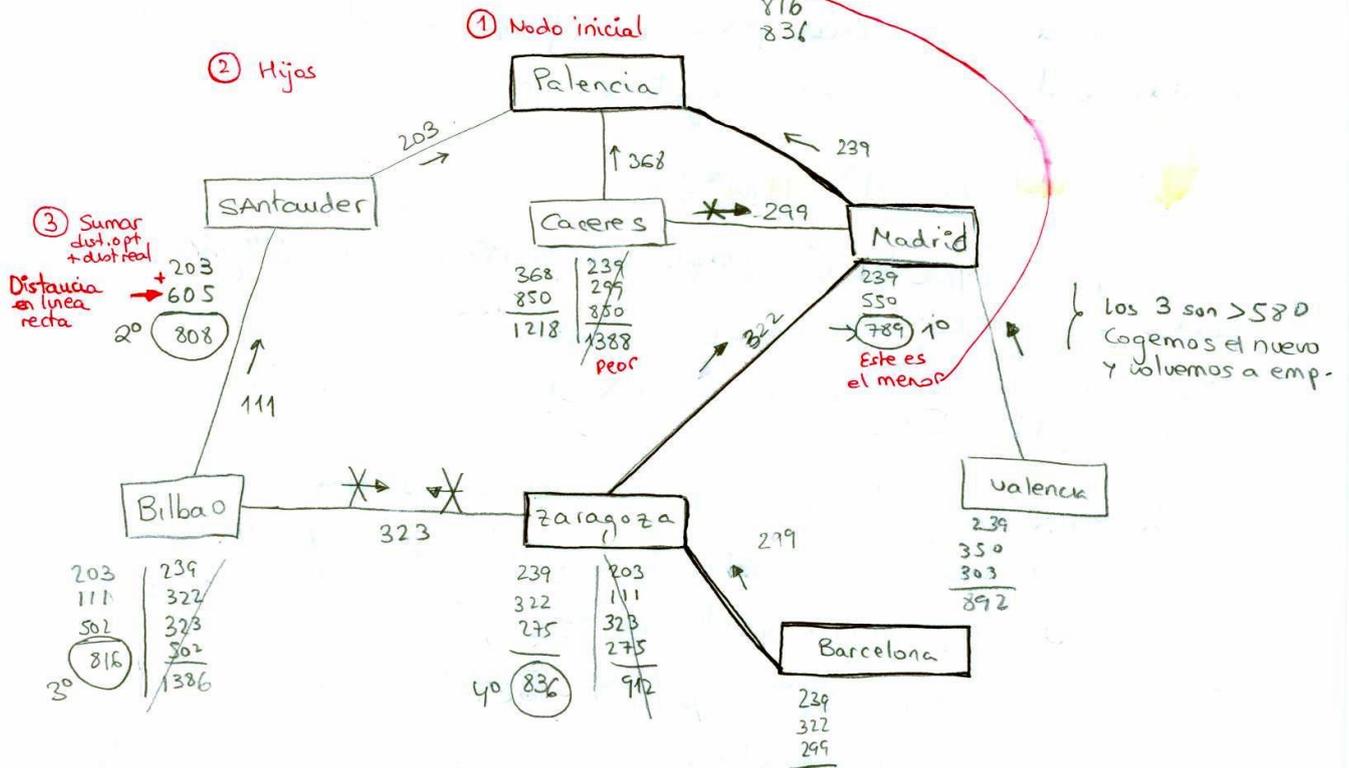


Ej: De Palencia a Barcelona usando IDA*

	Santander	Bilbao	Palencia	Caceres	Madrid	Zaragoza	Barcelona	Valencia
Santander		111	203					
Bilbao	111					323		
Palencia	203			368	239			
Caceres			368		299			
Madrid			239	299		322		350
Zaragoza		323			322		299	
Barcelona						299		352
Valencia					350		352	

Distancia en linea recta:

	Bilbao	Caceres	Madrid	Palencia	Santander	Valencia	Zaragoza
Barcelona	502	850	550	580	605	303	275



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

BIDA*

Se realiza una busqueda en amplitud desde el word final para la constitución de un cjto de words denominada perimetro, seguido, una busqda hacia delante, a partir del word inicial, q se detendrá cud se alcance alguno de los word perimetro.

• Para la creación del perimetro, primero se crea el cjto A_d que contiene todos los words que están a una distancia menor o igual que d del word final, t.

El perimetro P_d , consiste entonces en todos los words de A_d q tienen sucesores fuera de ϵ_l , ϵ_r , que son directamente alcanzables desde otros words que no pertenecen al cjto A_d (por lo tanto, $P_d \leq A_d$).

Evidente mente, el tamaño de P_d crece exponencialmente con la distancia d. Para cada uno de los words m del perimetro, se almacena se distancia al word final $h^*(m)$, y el recorrido óptimo hasta ϵ_l .

A continuación se realiza la 2ª busqda a partir del word inicial, s. Esta busqda ^{podría} realizarse con cualquier algoritmo pero el BIDA*, será el IDA* con la función heurística

$$h_d(n) = \min_{m \in P_d} \{ h(n, m) + h^*(m, t) \}$$

Así la función que se aplica es:

$$f_d(n) = g(n) + h_d(n)$$

↓
 mínima distancia del origen al perimetro + la óptima del recorrido

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

ÁRBOLES ALTERNADOS

ESTOS ÁRBOLES SE APLICAN GENERALMENTE A JUEGOS DE ANTAGONISMO, EN LOS QUE CADA JUGADOR TIENE LA INFORMACIÓN TOTAL SOBRE EL JUEGO, NO EXISTIENDO EL AZAR

CADA NODO DE ESTOS ÁRBOLES REPRESENTA UNA POSICIÓN. LOS CONSECUENTES DE UN NODO PROPORCIONAN LAS POSICIONES A LAS QUE SE PUEDE ACCEDER, USANDO EL CONJUNTO DE REGLAS PERMITIDO, A PARTIR DE LA POSICIÓN QUE REPRESENTA ESTE NODO

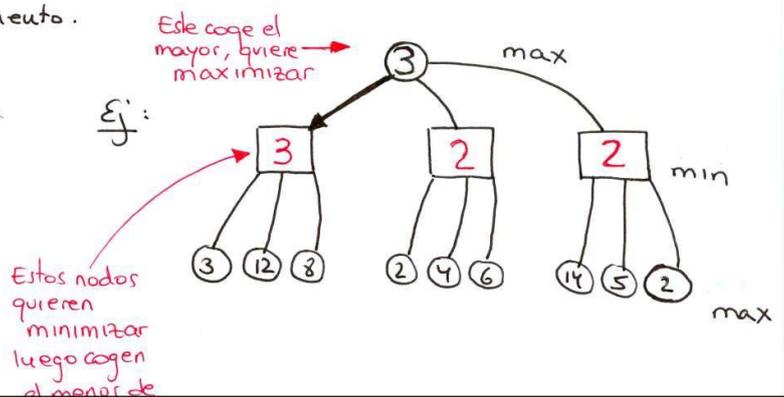
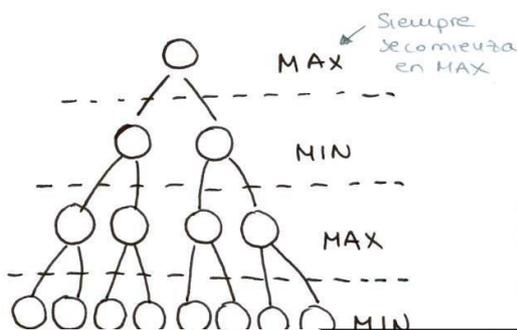
CADA NIVEL DEL ÁRBOL CONTIENE LAS CONDICIONES POSIBLES PARA UNO DE LOS ANTAGONISTAS

Ej: 3 en raya, ajedrez, damas, ...

85

Método Minimax

El procedimiento consiste en, definiendo una función de evaluación para los jugadores descender por el árbol de juego un número de niveles, calculando esta función y retrocediendo con el valor y retrocediendo con el valor superior obtendrá para el jugador que realizó el primer movimiento.

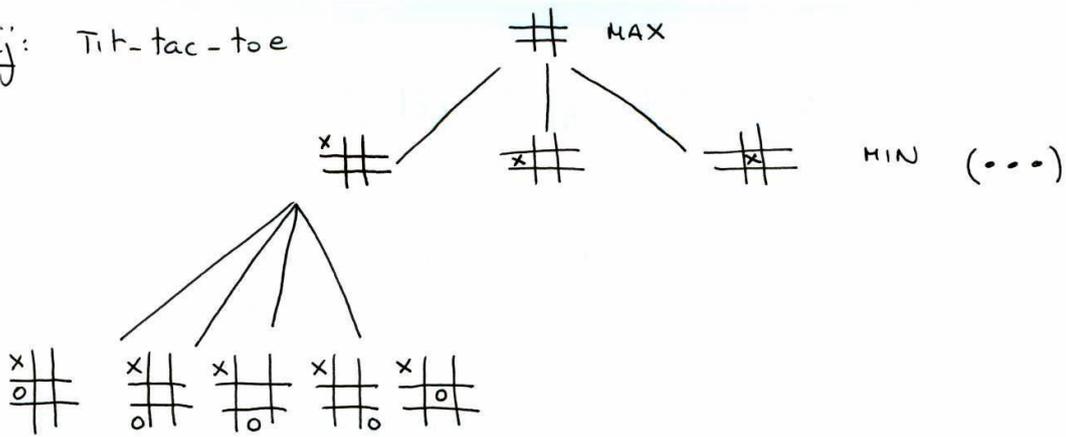


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

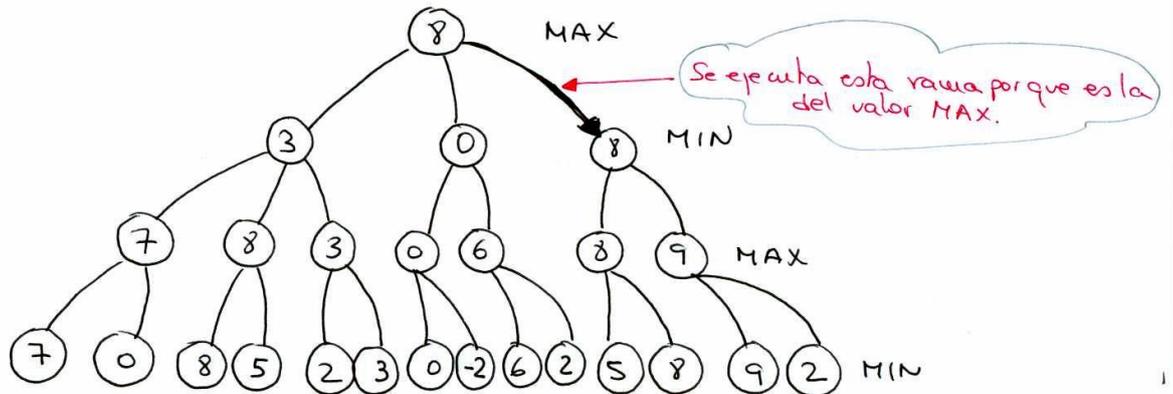
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Ej: Tit-tac-toe



Supongamos que tras haber evaluado todos los casos obtenemos el siguiente árbol:



En las filas MAX subo el máximo de los hijos, en las MIN el mínimo

Poda alfa-beta.

Consiste en no explorar aquellas ramas que no sean de interés para el jugador que lleva a cabo el análisis

- alfa asociado a un nodo max lleva el valor mas alto hasta el momento
- beta asociado a un nodo min lleva el valor mas bajo hasta el momento

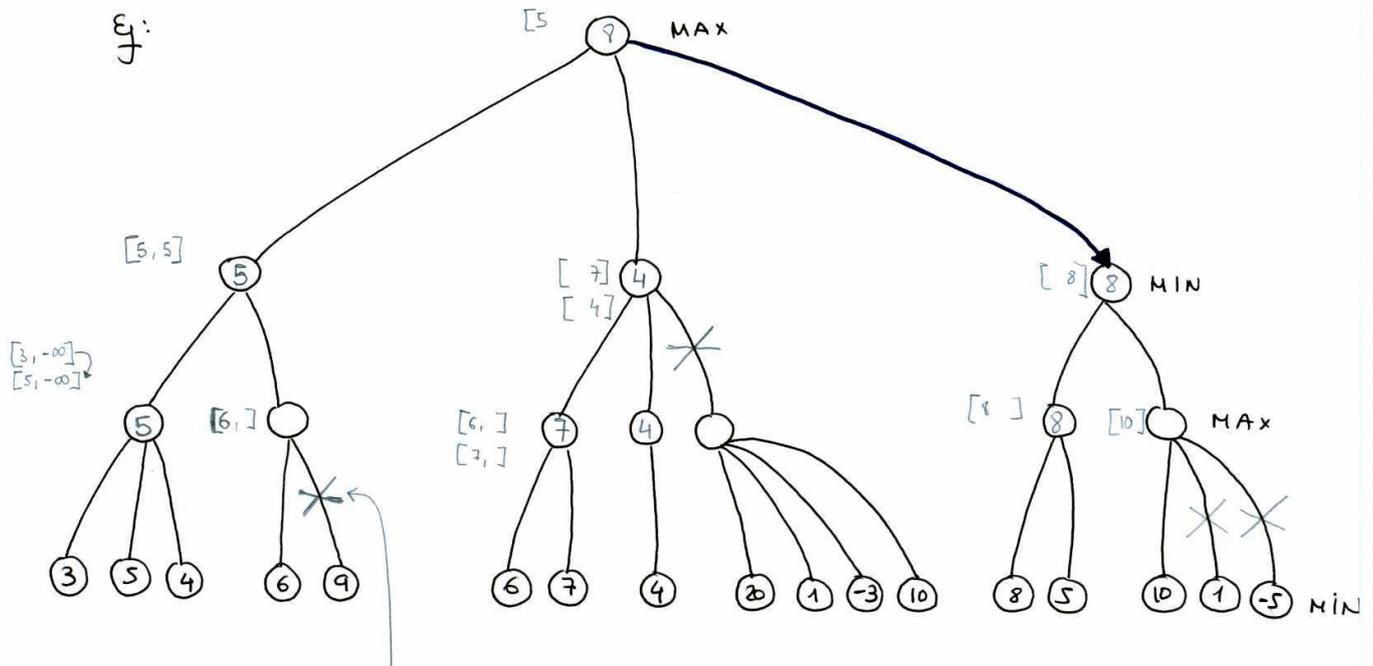
**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

Puede suspenderse la exploración por debajo de:

- Cualquier nodo min que tenga valor β menor o igual que el valor α de cualquiera de sus nodos max ascendentes
- Cualquier nodo max que tenga valor α mayor o igual al valor β de sus nodos ascendentes



No se explora porque el padre coge el máximo y el abuelo el min que es 5 de momento. Como $5 < 6$ da igual el resto de los hijos

Los nodos se van explorando según se generan desde el nodo hoja al raíz



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Procedimiento de búsqueda en espacio de estados (SSS*)

Un estado del SSS* tiene la estructura
(n,e,h)

n = nodo evaluado

e = estado nodo (activado/estudiado)

h = función heurística para el nodo n

108

Algoritmo SSS*

1. Introducir en ABIERTA el estado inicial
(n = i, e = activo, h = + ∞)
2. Eliminar el primer estado de ABIERTA (el de mayor h) (p = (n,e,h))
3. Si n = i y e = estudiado, terminar con h = valor minimax del juego
4. Sino, expandir el nodo p, aplicando un operador del espacio de estados Γ como se indica en la tabla SSS*

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Caso de Γ	Condiciones satisfechas por el estado (n,s,h)	Acción de Γ
1	Si $s = \text{ACTIVO}$ y $n = \text{MAX}$ no terminal	Añadir al principio de ABIERTA los sucesores de n (n, ACTIVO, h) y BORRAR n $h(\text{padre}) = h(\text{hijos})$
2	Si $s = \text{ACTIVO}$ y $n = \text{MIN}$ no terminal	Añadir al principio de ABIERTA el 1er. Sucesor de n ($n, \text{ACTIVADO}, h$) y BORRAR n $h(\text{padre}) = h(\text{hijo})$

110

Caso de Γ	Condiciones satisfechas por el estado (n,s,h)	Acción de Γ
3	Si $s = \text{ACTIVO}$ y n es un nodo terminal	Introducir n delante de todos los estados ESTUDIADOS de ABIERTA con menor h ($n, \text{ESTUDIADO}, \min\{h, f(n)\}$). Si existen empates se ordenan de izquierda a derecha como aparecen en el árbol
4	Si $s = \text{ESTUDIADO}$, $n = \text{MAX}$ y n tiene	Añadir al principio de ABIERTA el siguiente hermano de n

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Caso de Γ	Condiciones satisfechas por el estado (n,s,h)	Acción de Γ
5	Si $s = \text{ESTUDIADO}$, $n = \text{MAX}$ y n no tiene hermanos sin estudiar	Añadir al principio de ABIERTA el padre de n (padre(n), ESTUDIADO, h) con $h(\text{hijo}) = h(\text{padre})$ y BORRAR n
6	Si $s = \text{ESTUDIADO}$, y $n = \text{MIN}$	Añadir al principio de ABIERTA el padre de n (padre(n), ESTUDIADO, h) con $h(\text{hijo}) = h(\text{padre})$, BORRAR n y todos los sucesores de padre(n)

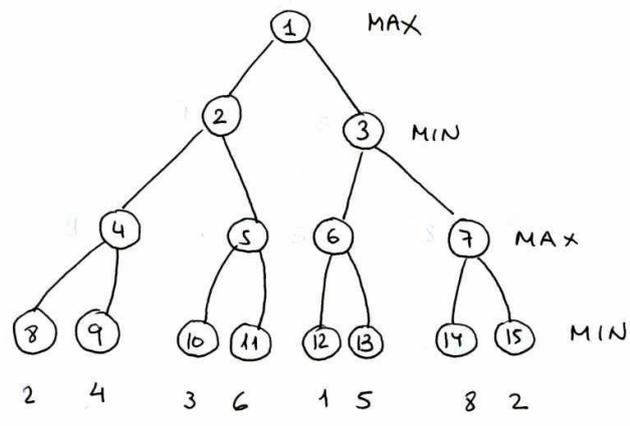
112



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

f: SSS* del árbol: (Prioridad 129)



① Hacemos Minimax

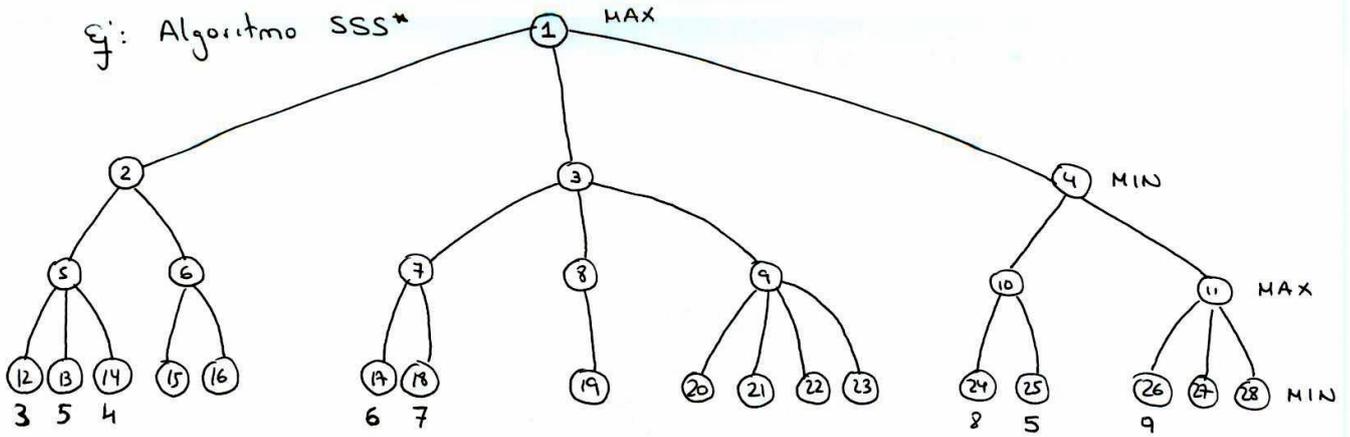
ciclo	T	Abierta.
1	1	(1, A, +∞) ② Introducimos el nodo raíz ③ Vemos con que T ajusta
2	2	(2, A, +∞) (3, A, +∞)
3	1	(4, A, +∞) (3, A, +∞)
4	3	(8, A, +∞) (9, A, +∞) (3, A, +∞) — Es terminal y Activo.
5	3	(9, A, +∞) (3, A, +∞) (8, E, 2)
6	2	(3, A, +∞) (9, E, 4) (8, E, 2) Se ordena de mayor a menor.
7	1	(6, A, +∞) (9, E, 4) (8, E, 2)
8	3	(12, A, +∞) (13, A, +∞) (9, E, 4) (8, E, 2)
9	3	(13, A, +∞) (9, E, 4) (8, E, 2) (12, E, 1)
10	6	(13, E, 5) (9, E, 4) (8, E, 2) (12, E, 1)
11	4	(6, E, 5) (9, E, 4) (8, E, 2)
12	1	(7, A, 5) (9, E, 4) (8, E, 2)
13	3	(14, A, 5) (15, A, 5) (9, E, 4) (8, E, 2) — Se conserva el h del padre.
14	3	(15, A, 5) (14, E, 5) (9, E, 4) (8, E, 2) — min {8, 5} = 5.
15	6	(14, E, 5) (9, E, 4) (8, E, 2) (15, E, 2) — min {5, 2} = 2
16	5	(7, E, 5) (9, E, 4) (8, E, 2) — padre
17	6	(3, E, 5) (9, E, 4) (8, E, 2)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

f: Algoritmo SSS*



Ciclo Caso

Abierta

Ciclo	Caso	Abierta
1	1	(1, A, +∞)
2	2	(2, A, +∞) (3, A, +∞) (4, A, +∞)
3	1	(5, A, +∞) (3, A, +∞) (4, A, +∞)
4	3	(12, A, +∞) (13, A, +∞) (14, A, +∞) (3, A, +∞) (4, A, +∞)
5	3	(13, A, +∞) (14, A, +∞) (3, A, +∞) (4, A, +∞) (12, E, 3)
6	3	(14, A, +∞) (3, A, +∞) (4, A, +∞) (13, E, 5) (12, E, 3)
7	2	(3, A, +∞) (4, A, +∞) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
8	1	(7, A, +∞) (4, A, +∞) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
9	3	(17, A, +∞) (18, A, +∞) (4, A, +∞) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
10	3	(18, A, +∞) (4, A, +∞) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
11	2	(4, A, +∞) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
12	1	(10, A, +∞) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
13	3	(24, A, +∞) (25, A, +∞) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
14	3	(25, A, +∞) (24, E, 8) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
15	6	(24, E, 8) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (25, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
16	4	(10, E, 8) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
17	1	(11, A, 8) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
18	3	(26, A, 8) (27, A, 8) (28, A, 8) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
19	6	(26, E, 8) (27, A, 8) (28, A, 8) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
20	5	(11, E, 8) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
21	6	(4, E, 8) (18, E, 7) (17, E, 6) (13, E, 5) (14, E, 4) (12, E, 3)
22	FIN	(1, E, 8)

Se inserta después en caso de empate

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

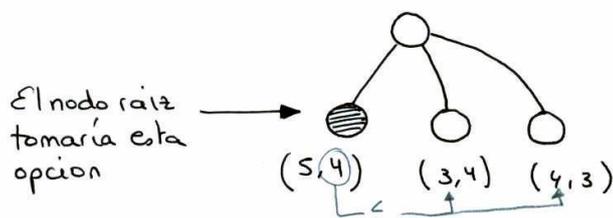
Algoritmo B*

Este algoritmo es válido para 1 (no adecuado) y 2 jugadores, utiliza 2 funciones de evaluación: una que suministra un valor pesimista $p(n)$ y otra que suministra un valor optimista $O(n)$. Se representa por: $[O(n), p(n)]$

Al iniciarse el proceso el nodo raíz tiene los valores $[-\infty, \infty]$.

La condición de fin es: "El valor pesimista del mejor sucesor del nodo raíz sea mayor o igual que el valor optimista de todas sus hermanas".

Para conseguir esto existen 2 estrategias



Diferencias entre los algoritmos A* y B*

El algoritmo A* encuentra siempre la solución si es que esta existe, es decir un camino desde el nodo inicial hasta el final y además de coste mínimo

El algoritmo B*, por el contrario no está enfocado para resolver procesos en los cuales hay que encontrar un nodo final, si no lo que proporciona es un camino, el mejor, entre varios por el cual continuamos la búsqueda

El procedimiento de búsqueda en el algoritmo B* es un procedimiento iterativo, es decir, realiza una búsqueda para encontrar el mejor subárbol y una vez encontrado comienza una nueva búsqueda

A* no repite búsqueda, su proceso es continuado

A* si $h(n) \leq h^*(n)$ encuentra el nodo meta

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99