

Algoritmo de Costo Uniforme

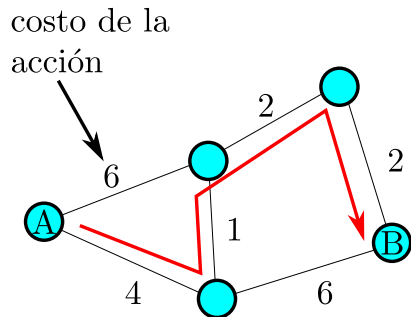
Stalin Muñoz Gutiérrez

Centro de Ciencias de la Complejidad
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Hasta el momento hemos considerado la optimalidad como trayectorias más cortas medidas en número de acciones en el grafo de estados acciones.

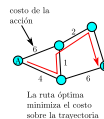
Hoy vamos a ver como encontrar soluciones óptimas en grafos con acciones que tienen costos distintos.

Optimalidad de costo



La ruta óptima
minimiza el costo
sobre la trayectoria

Optimalidad de costo



En un grafo pesado la trayectoria con menor número de pasos, no es necesariamente la más óptima.

En este ejemplo la ruta más corta en número de pasos tiene un costo igual a la suma de 4 más 6 igual, esto es 10.

La ruta indicada, sin embargo, tiene el doble de pasos y un costo total de 9.

En este ejemplo, esta es la ruta óptima.

Algoritmo de Costo Uniforme (Uniform Cost Search)

Definido a partir de un BFS

El algoritmo de Costo Uniforme (UCS), es como un algoritmo BFS con dos cambios:

Algoritmo de Costo Uniforme

2018-09-26

└ Algoritmo de Costo Uniforme (Uniform Cost Search)

El algoritmo de costo uniforme también se conoce como UCS por sus siglas en inglés que significan *Uniform Cost Search*.

Para definirlo partimos del algoritmo BFS como base.

Le haremos dos cambios.

Algoritmo de Costo Uniforme (Uniform Cost Search)

Definido a partir de un BFS

El algoritmo de Costo Uniforme (UCS), es como un algoritmo BFS con dos cambios:

- la agenda es una cola de prioridad (*priority queue*) con el estado de menor costo al frente.

Algoritmo de Costo Uniforme

2018-09-26

└ Algoritmo de Costo Uniforme (Uniform Cost Search)

Definido a partir de un BFS

El algoritmo de Costo Uniforme (UCS), es como un algoritmo BFS con dos cambios:

- la agenda es una cola de prioridad (*priority queue*) con el estado de menor costo al frente.

BFS utiliza un cola como estructura de datos para representar la agenda.

UCS utilizará una cola de prioridad.

Una cola de prioridad mantiene el estado de menor costo al frente de la agenda.

Algoritmo de Costo Uniforme (Uniform Cost Search)

Definido a partir de un BFS

El algoritmo de Costo Uniforme (UCS), es como un algoritmo BFS con dos cambios:

- la agenda es una cola de prioridad (*priority queue*) con el estado de menor costo al frente.
- el algoritmo no se detiene cuando encuentra el objetivo, sino cuando el estado meta está al frente de la agenda.

Algoritmo de Costo Uniforme

2018-09-26

Algoritmo de Costo Uniforme (Uniform Cost Search)

Definido a partir de un BFS

El algoritmo de Costo Uniforme (UCS), es como un algoritmo BFS con dos cambios:

- la agenda es una cola de prioridad (*priority queue*) con el estado de menor costo al frente.
- el algoritmo no se detiene cuando encuentra el objetivo, sino cuando el estado meta está al frente de la agenda.

El algoritmo no se detiene al encontrar la meta.

Continúa la ejecución hasta que la meta sea el nodo al frente de la cola de prioridad.

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

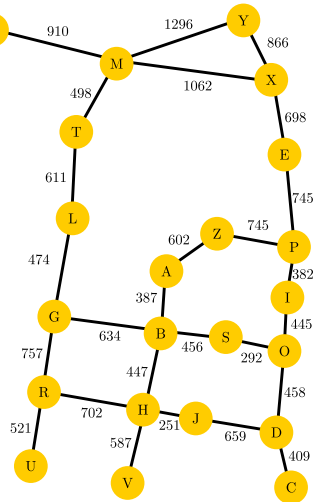
Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

Meta: Ruta menor costo a P

[B] ← Estado Inicial

Expandidos



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



Vamos a ver el algoritmo UCS en funcionamiento para el ejemplo de encontrar la ruta de la estación Bellas Artes a la estación Pino Suarez del metro.

Nos interesa la ruta óptima, entendida no como el número de pasos o acciones, sino como la ruta cuya suma de los costos sobre la trayectoria sea mínima.

El costo que estamos considerando es la distancia entre las estaciones.

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

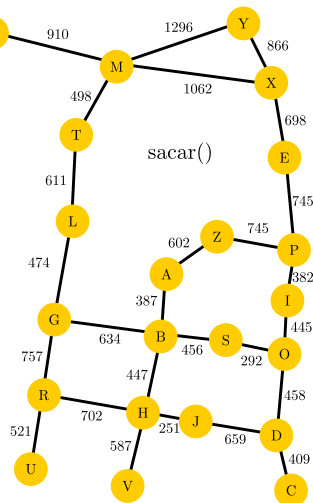
Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

[X]

En la cola de prioridad
el elemento de menor costo
es el que se saca.

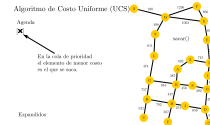
Expandidos



Algoritmo de Costo Uniforme

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



Ingresamos el estado inicial a la agenda.

UCS utiliza una cola de prioridad.

El nodo de menor costo, siempre es el primero en salir.

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

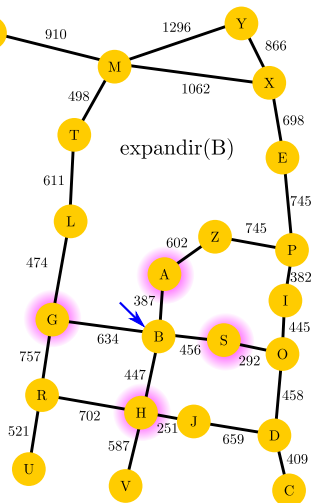
Agenda

$$[\emptyset]$$

$$[G_B^{634} \quad A_B^{387} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$$

El subíndice indica el estado predecesor.
El superíndice el costo acumulado de la trayectoria.

Expandidos

$$[B]$$


Algoritmo de Costo Uniforme

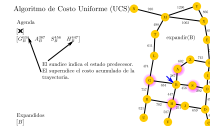
Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Expandimos a B , lo agregamos al conjunto de expandidos.

Al agregar los nodos anotamos no solo de dónde vienen, como lo hemos estado haciendo, también indicamos con un superíndice el costo acumulado de la trayectoria desde el estado inicial.

En este caso son las distancias directas de la estación inicial en metros.

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



- ↳ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Al sacar de la agenda, el estado que sale es A , la estación más cercana.

└ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

El elemento al frente de la cola de prioridad es A con un costo de 387.

◀ ◻ ▶ ◀ ◻ ▶ ◀ ≡ ▶ ◀ ≡ ▶ ≡



Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agrega:

$S[2] = 88$ $S[3] = 88$ $S[4] = 88$

El elemento al frente de la cola de prioridad es A con un costo de 88.

Expandir

[D]

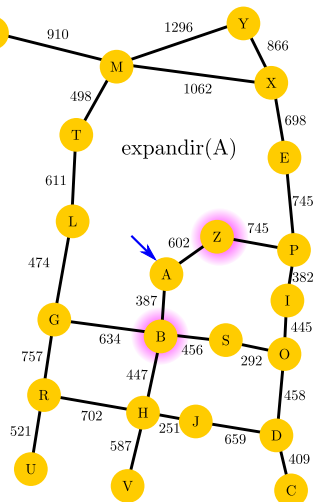
Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

$[X]$
 $[G_B^{634} \quad \cancel{A_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$

Expandidos
 $[B \quad A]$



Algoritmo de Costo Uniforme

— Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Expandimos A .

Se agrega Z , su costo es la suma del costo acumulado en A que es de 387 y la distancia de A a Z que es de 602.

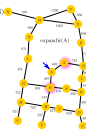
Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

$[X]$
 $[G_B^{634} \quad \cancel{A_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$

Expandidos
 $[B \quad A]$



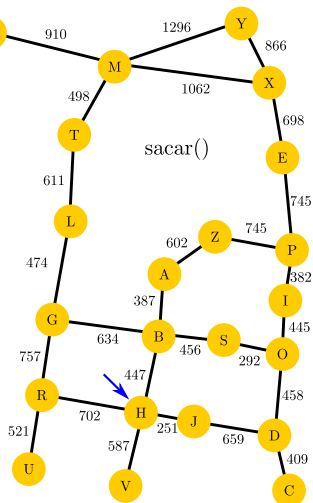
- ↳ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

El siguiente nodo en salir es H .

sacar()

$$[G_B^{634} \quad \cancel{A}_B^{387} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$$
$$[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \mathbb{K}_B^{447}]$$

El siguiente nodo en salir es H .

$$\begin{bmatrix} B & A \end{bmatrix}$$


Algoritmo de Custo Uniforme (UCS)

Agrupar

$$\begin{bmatrix} G_{\text{atual}} \\ G_{\text{prox}} \end{bmatrix} \leftarrow \begin{bmatrix} X_{\text{atual}}^T & S_{\text{atual}}^{1/2} \\ X_{\text{prox}}^T & S_{\text{prox}}^{1/2} \end{bmatrix}$$

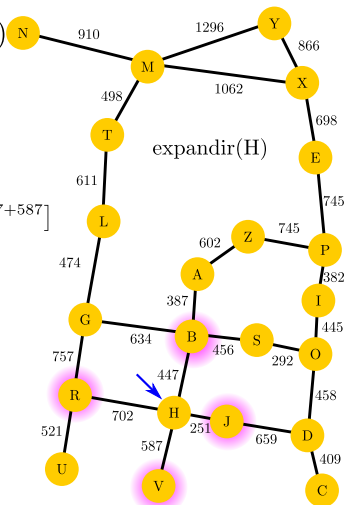
Especificar

$$\begin{bmatrix} B & A \end{bmatrix}$$

- ↳ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Agregamos 3 sucesores R , J y V .

Cada uno acumula el costo del estado H con el de la transición efectiva.

$$[G_B^{634} \quad \cancel{A_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$$
$$[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \mathbb{K}_B^{447}]$$
$$[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad S_B^{456} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}]$$
$$\begin{bmatrix} B & A & H \end{bmatrix}$$
[illegible]

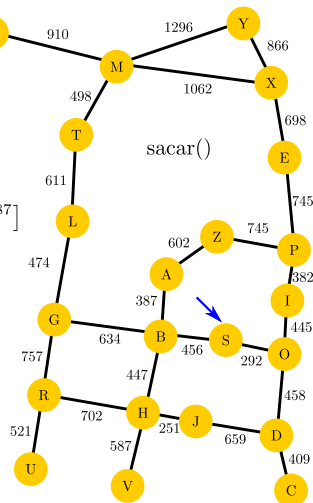
Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

$$[\mathbb{X}]$$
$$[G_B^{634} \quad \cancel{A_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$$
$$[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \mathbb{K}_B^{447}]$$
$$[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad X_B^{456} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}]$$

Expandidos

$$\begin{bmatrix} B & A & H \end{bmatrix}$$


Algoritmo de Costo Uniforme

2018-09-26

- ↳ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Ahora S es el de menor costo.

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

$$[G_1^{100} \quad \mathbf{x}_1^{100} \quad S_1^{100} \quad H_1^{100}]$$
$$\begin{bmatrix} G_{\text{H}}^{(30)} & Z_A^{(30+100)} & S_{\text{B}}^{(30)} & \mathbf{X}_{\text{B}}^{(37)} \\ G_{\text{H}}^{(30)} & Z_A^{(30)} & \mathbf{X}_{\text{B}}^{(30)} & S_{\text{B}}^{(47+70)} & Z_{\text{B}}^{(47+81)} & V_{\text{B}}^{(47+57)} \end{bmatrix}$$

Environ Biol Fish (2015) 98:1111–1121

$$\begin{bmatrix} B & A & B \end{bmatrix}$$


Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

[~~B~~]

[G_B^{634} ~~A_B^{387}~~ S_B^{456} H_B^{447}]

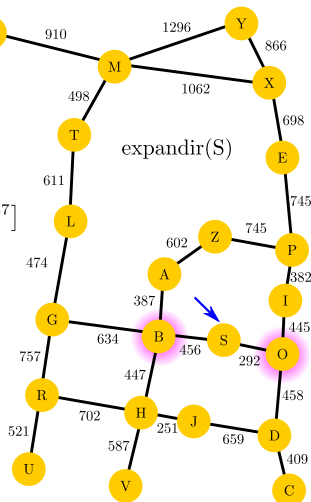
[G_B^{634} $Z_A^{387+602}$ S_B^{456} ~~H_B^{447}~~]

[G_B^{634} Z_A^{989} ~~S_B^{456}~~ $R_H^{447+702}$ $J_H^{447+251}$ $V_H^{447+587}$]

[G_B^{634} Z_A^{989} $O_S^{456+292}$ R_H^{1149} J_H^{698} V_H^{1034}]

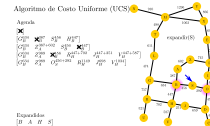
Expandidos

[B A H S]



└ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Expandimos S , agregando el estado O .



- ↳ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

El estado de menor costo ahora es G .
Lo sacamos.

El estado de menor costo ahora es G .
Lo sacamos.

El estado de menor costo ahora es G .
Lo sacamos.

El estado de menor costo ahora es G .
Lo sacamos.

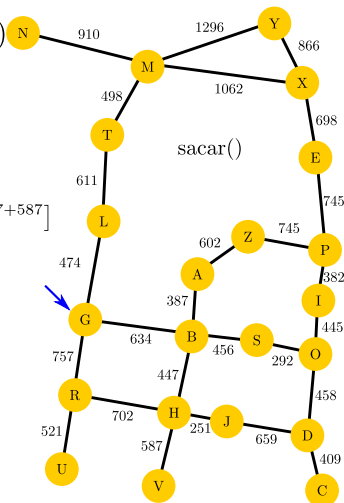
El estado de menor costo ahora es G .
Lo sacamos.

El estado de menor costo ahora es G .
Lo sacamos.

El estado de menor costo ahora es G .
Lo sacamos.

El estado de menor costo ahora es G .
Lo sacamos.

El estado de menor costo ahora es G .
Lo sacamos.



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

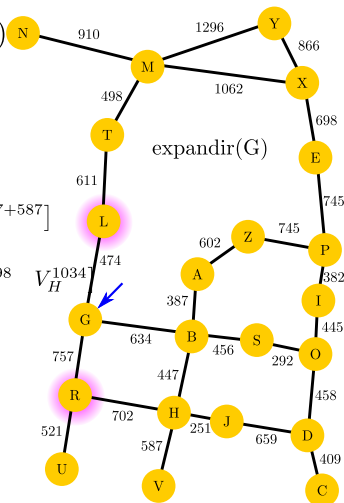
Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

$[B]$
 $[G_B^{634} \quad \cancel{A_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \cancel{H_B^{447}}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{S_B^{456}} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{456+292} \quad R_H^{1149} \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{634+757} \quad L_G^{634+474} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{748} \quad R_H^{1149} \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034}]$

Expandidos

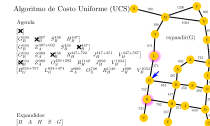
$[B \quad A \quad H \quad S \quad G]$



2018-09-26

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Al expandirlo agregamos a L y a R .



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

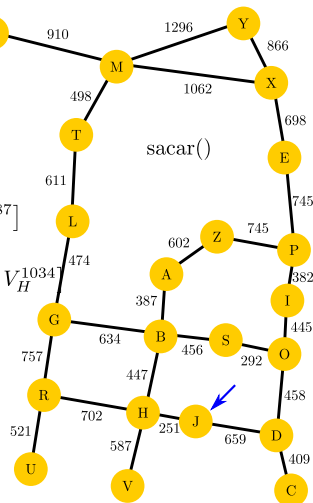
Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

$[\cancel{B}]$
 $[G_B^{634} \quad \cancel{A_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \cancel{H_B^{447}}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{S_B^{456}} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}]$
 $[\cancel{G_B^{634}} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{456+292} \quad R_H^{1149} \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{634+757} \quad L_G^{634+474} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{748} \quad R_H^{1149} \quad \cancel{J_H^{698}} \quad V_H^{1034}]$

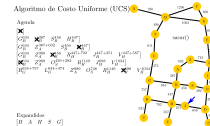
Expandidos

$[B \quad A \quad H \quad S \quad G]$



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

El siguiente nodo en salir es J .



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

[~~B~~]

[G_B^{634} ~~A_B^{387}~~ S_B^{456} H_B^{447}]

[G_B^{634} $Z_A^{387+602}$ S_B^{456} ~~H_B^{447}~~]

[G_B^{634} Z_A^{989} ~~S_B^{456}~~ $R_H^{447+702}$ $J_H^{447+251}$ $V_H^{447+587}$]

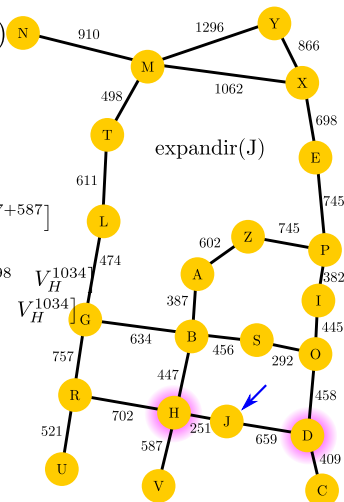
[~~G_B^{634}~~ Z_A^{989} $O_S^{456+292}$ R_H^{1149} J_H^{698} V_H^{1034}]

[$R_G^{634+757}$ $L_G^{634+474}$ Z_A^{989} O_S^{748} R_H^{1149} ~~J_H^{698}~~ V_H^{1034}]

[R_G^{1391} L_G^{1108} Z_A^{989} O_S^{748} R_H^{1149} $D_J^{698+659}$ V_H^{1034}]

Expandidos

[B A H S G J]



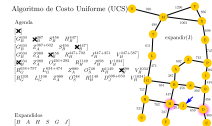
Algoritmo de Costo Uniforme

2018-09-26

└ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Lo expandimos.
Agregamos a D .

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

[~~B~~]

[G_B^{634} ~~A_B^{387}~~ S_B^{456} H_B^{447}]

[G_B^{634} $Z_A^{387+602}$ S_B^{456} ~~H_B^{447}~~]

[G_B^{634} Z_A^{989} ~~S_B^{456}~~ $R_H^{447+702}$ $J_H^{447+251}$ $V_H^{447+587}$]

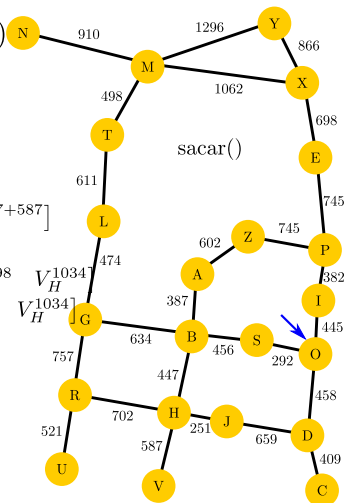
[~~G_B^{634}~~ Z_A^{989} $O_S^{456+292}$ R_H^{1149} J_H^{698} V_H^{1034}]

[$R_G^{634+757}$ $L_G^{634+474}$ Z_A^{989} O_S^{748} R_H^{1149} ~~J_H^{698}~~ V_H^{1034}]

[R_G^{1391} L_G^{1108} Z_A^{989} ~~O_S^{748}~~ R_H^{1149} $D_J^{698+659}$ V_H^{1034}]

Expandidos

[B A H S G J]



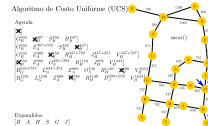
Algoritmo de Costo Uniforme

2018-09-26

└ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Ahora O es el de menor costo.
Lo sacamos.

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

[~~B~~]

[G_B^{634} ~~A_B^{387}~~ S_B^{456} H_B^{447}]

[G_B^{634} $Z_A^{387+602}$ S_B^{456} ~~H_B^{447}~~]

[G_B^{634} Z_A^{989} ~~S_B^{456}~~ $R_H^{447+702}$ $J_H^{447+251}$ $V_H^{447+587}$]

[~~G_B^{634}~~ Z_A^{989} $O_S^{456+292}$ R_H^{1149} J_H^{698} V_H^{1034}]

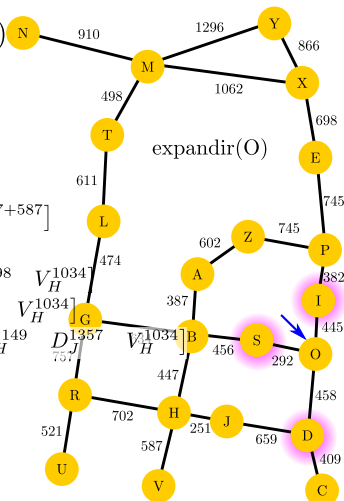
[$R_G^{634+757}$ $L_G^{634+474}$ Z_A^{989} O_S^{748} R_H^{1149} ~~J_H^{698}~~ V_H^{1034}]

[R_G^{1391} L_G^{1108} Z_A^{989} ~~O_S^{748}~~ R_H^{1149} $D_J^{698+659}$ V_H^{1034}]

[R_G^{1391} L_G^{1108} Z_A^{989} $I_O^{748+445}$ $D_O^{748+458}$ R_H^{1149} D_J^{1357} V_H^{1034}]

Expandidos

[B A H S G J O]

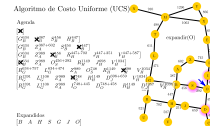


Algoritmo de Costo Uniforme

└ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Al expandir a O agregamos a I y a D.

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



2018-09-26

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

[X]

G_B^{634}

$\cancel{A_B^{387}}$

S_B^{456}

H_B^{447}

G_B^{634}

$Z_A^{387+602}$

S_B^{456}

$\cancel{H_B^{447}}$

G_B^{634}

Z_A^{989}

$\cancel{S_B^{456}}$

$R_H^{447+702}$

$J_H^{447+251}$

$V_H^{447+587}$

$\cancel{G_B^{634}}$

Z_A^{989}

$O_S^{456+292}$

R_H^{1149}

J_H^{698}

V_H^{1034}

$R_G^{634+757}$

$L_G^{634+474}$

Z_A^{989}

O_S^{748}

R_H^{1149}

$\cancel{J_H^{698}}$

V_H^{1034}

R_G^{1391}

L_G^{1108}

Z_A^{989}

$\cancel{O_S^{748}}$

R_H^{1149}

$D_J^{698+659}$

V_H^{1034}

R_G^{1391}

L_G^{1108}

$\cancel{Z_A^{989}}$

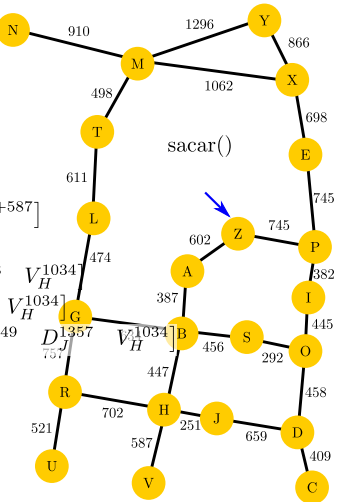
$I_O^{748+445}$

$D_O^{748+458}$

R_H^{1149}

Expandidos

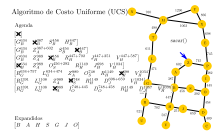
[B A H S G J O]



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

El que está al frente ahora es Z.
Lo sacamos.

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

[~~B~~]

[G_B^{634} ~~A_B^{387}~~ S_B^{456} H_B^{447}]

[G_B^{634} $Z_A^{387+602}$ S_B^{456} ~~H_B^{447}~~]

[G_B^{634} Z_A^{989} ~~S_B^{456}~~ $R_H^{447+702}$ $J_H^{447+251}$ $V_H^{447+587}$]

[~~G_B^{634}~~ Z_A^{989} $O_S^{456+292}$ R_H^{1149} J_H^{698} V_H^{1034}]

[$R_G^{634+757}$ $L_G^{634+474}$ Z_A^{989} O_S^{748} R_H^{1149} ~~J_H^{698}~~ V_H^{1034}]

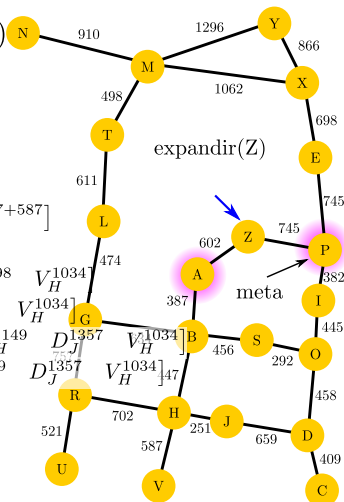
[R_G^{1391} L_G^{1108} Z_A^{989} ~~O_S^{748}~~ R_H^{1149} $D_J^{698+659}$ V_H^{1034}]

[R_G^{1391} L_G^{1108} ~~Z_A^{989}~~ $I_O^{748+445}$ $D_O^{748+458}$ R_H^{1149} D_J^{1357} V_H^{1034}]

[R_G^{1391} L_G^{1108} $P_Z^{989+745}$ I_O^{1193} D_O^{1206} R_H^{1149} D_J^{1357} V_H^{1034}]

Expandidos

[B A H S G J O Z]

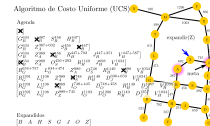


└ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Encontramos el estado meta P .

Pero no hemos terminado...

Lo agregamos a la agenda.



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

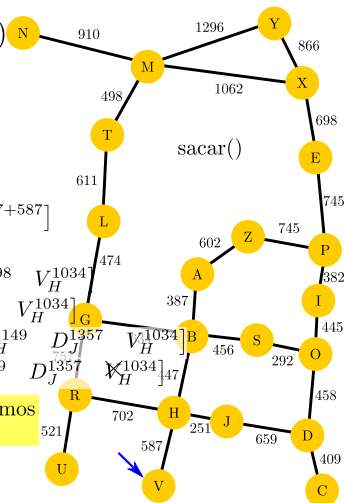
Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

 $[B]$ $[G_B^{634} \quad \cancel{A_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$ $[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \cancel{H_B^{447}}]$ $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{S_B^{456}} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}]$ $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{456+292} \quad R_H^{1149} \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034}]$ $[R_G^{634+757} \quad L_G^{634+474} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{748} \quad R_H^{1149} \quad \cancel{J_H^{698}} \quad V_H^{1034}]$ $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{O_S^{748}} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{698+659} \quad V_H^{1034}]$ $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad \cancel{Z_A^{989}} \quad I_O^{748+445} \quad D_O^{748+458} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad V_H^{1034}]$ $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad P_Z^{989+745} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad \cancel{V_H^{1034}}]$

El algoritmo no se detiene aunque ya encontramos la meta. Lo hará al sacarla de la agenda.

Expandidos

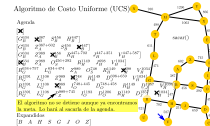
 $[B \quad A \quad H \quad S \quad G \quad J \quad O \quad Z]$ 

Algoritmo de Costo Uniforme

2018-09-26

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



Terminaremos cuando el estado meta este al frente de la cola de prioridad.

Ahora al frente queda V.

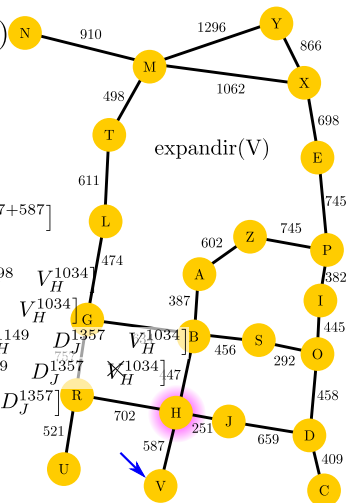
Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

 $[X]$ $[G_B^{634} \quad \cancel{A_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$ $[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \cancel{H_B^{447}}]$ $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{S_B^{456}} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}]$ $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{456+292} \quad R_H^{1149} \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034}]$ $[R_G^{634+757} \quad L_G^{634+474} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{748} \quad R_H^{1149} \quad \cancel{J_H^{698}} \quad V_H^{1034}]$ $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{O_S^{748}} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{698+659} \quad V_H^{1034}]$ $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad \cancel{Z_A^{989}} \quad I_O^{748+445} \quad D_O^{748+458} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad V_H^{1034}]$ $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad P_Z^{989+745} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad \cancel{V_H^{1034}}]$ $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}]$

Expandidos

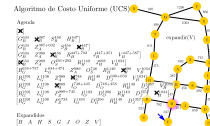
 $[B \quad A \quad H \quad S \quad G \quad J \quad O \quad Z \quad V]$ 

Algoritmo de Costo Uniforme

2018-09-26

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



Lo exapandimos.

Pero no genera sucesores que no se hayan expandido previamente.

- Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

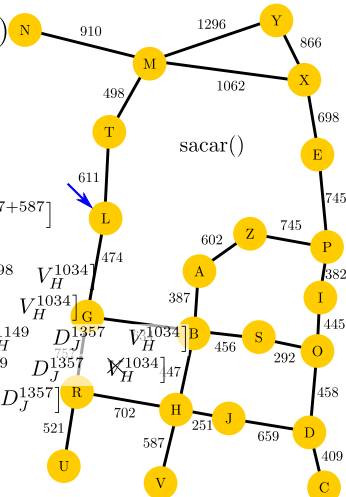
En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

En este paso el estado de menor costo es L .
Lo sacamos.

[illegible]

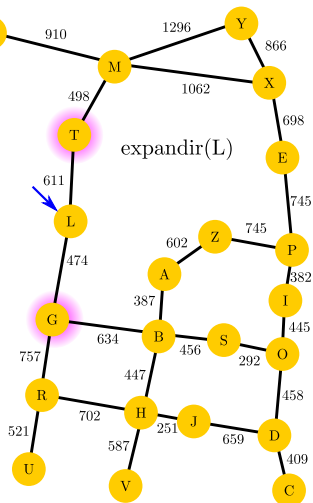
Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

$[G_B^{634} \quad \cancel{X_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \cancel{X_B^{447}}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{X_B^{456}} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{456+292} \quad R_H^{1149} \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{634+757} \quad L_G^{634+474} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{748} \quad R_H^{1149} \quad \cancel{X_H^{698}} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{X_S^{748}} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{698+659} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad \cancel{X_A^{989}} \quad I_O^{748+445} \quad D_O^{748+458} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad P_Z^{989+745} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad \cancel{X_H^{1034}}]$
 $[R_G^{1391} \quad \cancel{X_G^{1108}} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}]$
 $[R_G^{1391} \quad T_L^{1108+611} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}]$

Expandidos

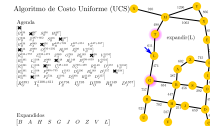
 $[B \quad A \quad H \quad S \quad G \quad J \quad O \quad Z \quad V \quad L]$


2018-09-26

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Agregamos a su sucesor T .

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

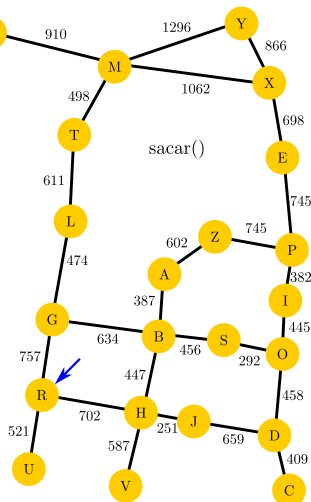
Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

[~~X~~]
 $[G_B^{634}, \cancel{X}_B^{387}, S_B^{456}, H_B^{447}]$
 $[G_B^{634}, Z_A^{387+602}, S_B^{456}, \cancel{X}_B^{447}]$
 $[G_B^{634}, Z_A^{989}, \cancel{X}_B^{456}, R_H^{447+702}, J_H^{447+251}, V_H^{447+587}]$
 $[G_B^{634}, Z_A^{989}, O_S^{456+292}, R_H^{1149}, J_H^{698}, V_H^{1034}]$
 $[R_G^{634+757}, L_G^{634+474}, Z_A^{989}, O_S^{748}, R_H^{1149}, \cancel{X}_H^{698}, V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391}, L_G^{1108}, Z_A^{989}, \cancel{X}_S^{748}, R_H^{1149}, D_J^{698+659}, V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391}, L_G^{1108}, \cancel{X}_A^{989}, I_O^{748+445}, D_O^{748+458}, R_H^{1149}, D_J^{1357}, V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391}, L_G^{1108}, P_Z^{989+745}, I_O^{1193}, D_O^{1206}, R_H^{1149}, D_J^{1357}, \cancel{X}_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391}, \cancel{X}_G^{1108}, P_Z^{1734}, I_O^{1193}, D_O^{1206}, R_H^{1149}, D_J^{1357}]$
 $[R_G^{1391}, T_L^{1108+611}, P_Z^{1734}, I_O^{1193}, D_O^{1206}, R_H^{1149}, D_J^{1357}]$

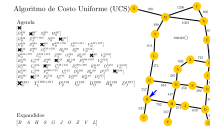
Expandidos

[B A H S G J O Z V L]



└ Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Al frente queda *R*.
Lo sacamos.



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

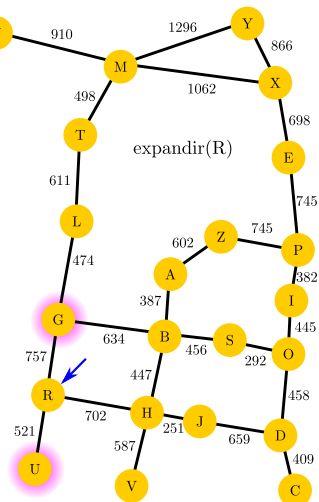
Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

$[X]$
 $[G_B^{634} \quad \cancel{X}_B^{387} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \cancel{X}_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{X}_B^{456} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{456+292} \quad R_H^{1149} \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{634+757} \quad L_G^{634+474} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{748} \quad R_H^{1149} \quad \cancel{X}_H^{698} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{X}_S^{748} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{698+659} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad \cancel{X}_A^{989} \quad I_O^{748+445} \quad D_O^{748+458} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad P_Z^{989+745} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad \cancel{X}_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad \cancel{X}_G^{1108} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}]$
 $[R_G^{1391} \quad T_L^{1108+611} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1391+521} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}]$

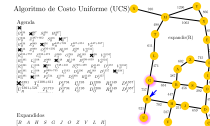
Expandidos

$[B \quad A \quad H \quad S \quad G \quad J \quad O \quad Z \quad V \quad L \quad R]$



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

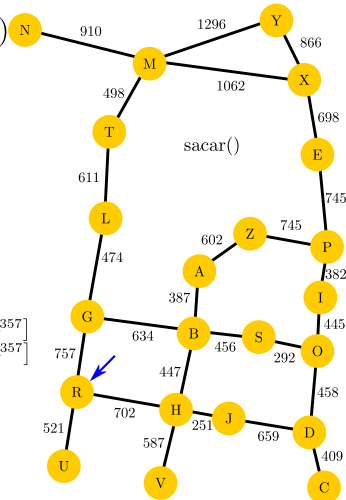
Agregamos al estado U .



- Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

El siguiente al frente es R ,
lo acabamos de expandir, no se agregan estados.

Se desecha R , ya se había expandido.

$$[B \ A \ H \ S \ G \ J \ O \ Z \ V \ L \ R]$$


Algoritmo de Custo Uniforme (UCS)

Agenda

- 1. $Agenda = \{ \langle n, g(n) \rangle \mid n \text{ é o nó inicial} \}$
- 2. **Se** $Agenda = \emptyset$ **então** $return()$ **fim**
- 3. $\langle n, g(n) \rangle = \text{remove}(Agenda)$
- 4. **Se** n **é o nó destino** **então** $return(n)$ **fim**
- 5. $g(n) = g(n) + c(n, n')$
- 6. $n' = \text{filhos}(n)$
- 7. **Para cada** n' **fazer**
- 8. $g(n') = g(n) + c(n, n')$
- 9. $Agenda = \text{insere}(Agenda, \langle n', g(n') \rangle)$
- 10. **Fim para**
- 11. **Se** $g(n) > g(n')$ **então** $Agenda = \text{insere}(Agenda, \langle n, g(n) \rangle)$ **fim**
- 12. **Fim se**
- 13. **Fim para**
- 14. **Fim se**

Se o custo E , for um heurístico, o algoritmo é o A*.

Exemplos

(A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z)

2018-09-26

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

[X]

[G⁶³⁴_B X³⁸⁷_B S⁴⁵⁶_B H⁴⁴⁷_B]

[G⁶³⁴_B Z³⁸⁷⁺⁶⁰²_A S⁴⁵⁶_B X⁴⁴⁷_B]

[G⁶³⁴_B Z⁹⁸⁹_A X⁴⁵⁶_B R⁴⁴⁷⁺⁷⁰²_H J⁴⁴⁷⁺²⁵¹_H V⁴⁴⁷⁺⁵⁸⁷_H]

[X⁶³⁴_B Z⁹⁸⁹_A O⁴⁵⁶⁺²⁹²_S R¹¹⁴⁹_H J⁶⁹⁸_H V¹⁰³⁴_H]

[R⁶³⁴⁺⁷⁵⁷_G L⁶³⁴⁺⁴⁷⁴_G Z⁹⁸⁹_A O⁷⁴⁸_S R¹¹⁴⁹_H X⁶⁹⁸_H V¹⁰³⁴_H]

[R¹³⁹¹_G L¹¹⁰⁸_G Z⁹⁸⁹_A X⁷⁴⁸_S R¹¹⁴⁹_H D⁶⁹⁸⁺⁶⁵⁹_J V¹⁰³⁴_H]

[R¹³⁹¹_G L¹¹⁰⁸_G X⁹⁸⁹_A I⁷⁴⁸⁺⁴⁴⁵_O D⁷⁴⁸⁺⁴⁵⁸_O R¹¹⁴⁹_H D¹³⁵⁷_J V¹⁰³⁴_H]

[R¹³⁹¹_G L¹¹⁰⁸_G P⁹⁸⁹⁺⁷⁴⁵_Z I¹¹⁹³_O D¹²⁰⁶_O R¹¹⁴⁹_H D¹³⁵⁷_J X¹⁰³⁴_H]

[R¹³⁹¹_G X¹¹⁰⁸_G P¹⁷³⁴_Z I¹¹⁹³_O D¹²⁰⁶_O R¹¹⁴⁹_H D¹³⁵⁷_J]

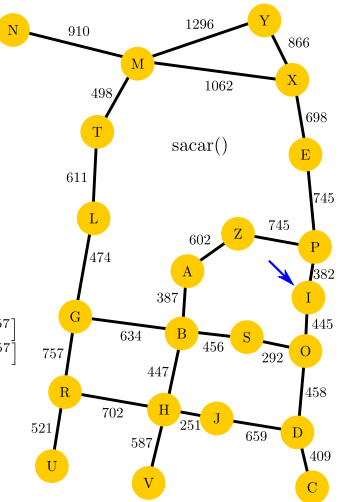
[X¹³⁹¹_G T¹¹⁰⁸⁺⁶¹¹_L P¹⁷³⁴_Z I¹¹⁹³_O D¹²⁰⁶_O R¹¹⁴⁹_H D¹³⁵⁷_J]

[U¹³⁹¹⁺⁵²¹_R T¹⁷¹⁹_L P¹⁷³⁴_Z I¹¹⁹³_O D¹²⁰⁶_O X¹¹⁴⁹_H D¹³⁵⁷_J]

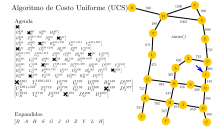
[U¹⁹¹²_R T¹⁷¹⁹_L P¹⁷³⁴_Z X¹¹⁹³_O D¹²⁰⁶_O D¹³⁵⁷_J]

Expandidos

[B A H S G J O Z V L R]



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

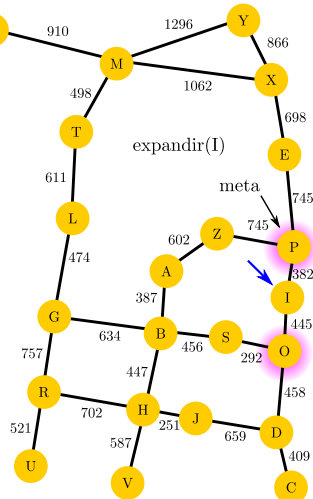


Es el turno de I.

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



Nos encontramos nuevamente con el estado meta P .
Lo agregamos y continuamos...

$$\begin{array}{l}
[\mathbf{X}] \\
[G_B^{634} \quad \mathbf{X}_B^{387} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}] \\
[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \mathbf{X}_B^{447}] \\
[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad \mathbf{X}_B^{456} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}] \\
[\mathbf{X}_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{456+292} \quad R_H^{1149} \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034}] \\
[R_G^{634+757} \quad I_G^{634+474} \quad Z_{989} \quad O_S^{748} \quad R_H^{1149} \quad \mathbf{X}_H^{698} \quad V_H^{1034}] \\
[R_L^{1391} \quad L_G^{1108} \quad Z_{989} \quad \mathbf{X}_H^{748} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{698+659} \quad V_H^{1034}] \\
[R_L^{1391} \quad L_G^{1108} \quad \mathbf{X}_A^{989} \quad I_O^{748+445} \quad D_O^{748+458} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad V_H^{1034}] \\
[R_L^{1391} \quad L_G^{1108} \quad P_Z^{989+745} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad \mathbf{X}_H^{1034}] \\
[R_L^{1391} \quad \mathbf{X}_G^{1108} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}] \\
[\mathbf{X}_G^{1391} \quad T_L^{1108+611} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}] \\
[U_R^{1391+521} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad \mathbf{X}_H^{1149} \quad D_J^{1357}] \\
[U_R^{1912} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad \mathbf{X}_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad D_J^{1357}] \\
[U_R^{1912} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad P_I^{1193+382} \quad D_O^{1206} \quad D_J^{1357}]
\end{array}$$
$$[B \ A \ H \ S \ G \ J \ O \ Z \ V \ L \ R \ I]$$


Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

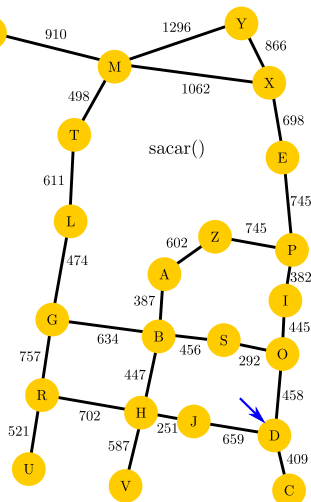
Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

$[X]$
 $[G_B^{634} \ X_B^{387} \ S_B^{456} \ H_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \ Z_A^{387+602} \ S_B^{456} \ X_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \ Z_A^{989} \ X_B^{456} \ R_H^{447+702} \ J_H^{447+251} \ V_H^{447+587}]$
 $[X_B^{634} \ Z_A^{989} \ O_S^{456+292} \ R_H^{1149} \ J_H^{698} \ V_H^{1034}]$
 $[R_G^{634+757} \ L_G^{634+474} \ Z_A^{989} \ O_S^{748} \ R_H^{1149} \ X_H^{698} \ V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \ L_G^{1108} \ Z_A^{989} \ X_S^{748} \ R_H^{1149} \ D_J^{698+659} \ V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \ L_G^{1108} \ X_A^{989} \ I_O^{748+445} \ D_O^{748+458} \ R_H^{1149} \ D_J^{1357} \ V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \ L_G^{1108} \ P_Z^{989+745} \ I_O^{1193} \ D_O^{1206} \ R_H^{1149} \ D_J^{1357} \ X_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \ X_G^{1108} \ P_Z^{1734} \ I_O^{1193} \ D_O^{1206} \ R_H^{1149} \ D_J^{1357}]$
 $[X_G^{1391} \ T_L^{1108+611} \ P_Z^{1734} \ I_O^{1193} \ D_O^{1206} \ R_H^{1149} \ D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1391+521} \ T_L^{1719} \ P_Z^{1734} \ I_O^{1193} \ D_O^{1206} \ X_H^{1149} \ D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1912} \ T_L^{1719} \ P_Z^{1734} \ X_O^{1193} \ D_O^{1206} \ D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1912} \ T_L^{1719} \ P_Z^{1734} \ P_I^{1193+382} \ X_O^{1206} \ D_J^{1357}]$

Expandidos

[B A H S G J O Z V L R I]



2018-09-26

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Al frente queda D .
Lo sacamos.



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

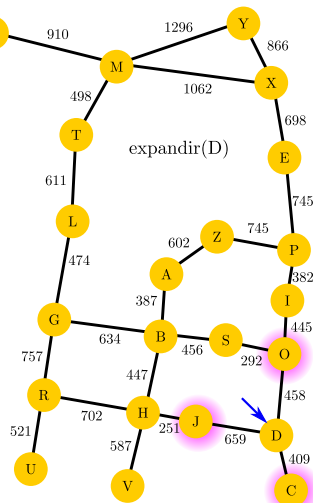
Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

Agenda

$[X]$
 $[G_B^{634} \quad \cancel{X_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \cancel{X_B^{447}}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{X_B^{456}} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{456+292} \quad R_H^{1149} \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{634+757} \quad L_G^{634+474} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{748} \quad R_H^{1149} \quad \cancel{X_H^{698}} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{X_S^{748}} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{698+659} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad \cancel{X_A^{989}} \quad I_O^{748+445} \quad D_O^{748+458} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad P_Z^{989+745} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad \cancel{X_H^{1034}}]$
 $[R_G^{1391} \quad \cancel{X_G^{1108}} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}]$
 $[R_G^{1391} \quad T_L^{1108+611} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1391+521} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad \cancel{X_H^{1149}} \quad D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1912} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad \cancel{X_O^{1193}} \quad D_O^{1206} \quad D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1912} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad P_I^{1193+382} \quad \cancel{X_O^{1206}} \quad D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1912} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad P_I^{1575} \quad C_D^{1206+409} \quad D_J^{1357}]$

Expandidos

$[B \quad A \quad H \quad S \quad G \quad J \quad O \quad Z \quad V \quad L \quad R \quad I \quad D]$



2018-09-26

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

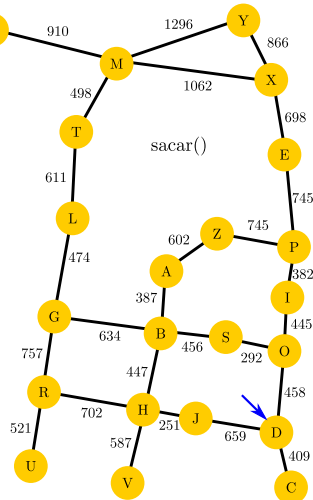
Agregamos a C.

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



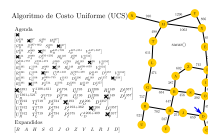
- Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

El de menor costo es nuevamente D .
Se desecha.

$$\begin{array}{l}
\left[\begin{array}{cccc} G_B^{634} & \cancel{X}_B^{387} & S_B^{456} & H_B^{447} \end{array} \right] \\
\left[\begin{array}{cccc} G_B^{634} & Z_A^{387+602} & S_B^{456} & \cancel{X}_B^{447} \end{array} \right] \\
\left[\begin{array}{cccc} G_B^{634} & Z_A^{989} & \cancel{X}_B^{456} & R_H^{447+702} \end{array} \right] \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587} \\
\left[\begin{array}{cccc} \cancel{G}_B^{634} & Z_A^{989} & O_S^{456+292} & R_H^{1149} \end{array} \right] \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034} \\
\left[\begin{array}{cccc} R_G^{634+757} & I_G^{634+474} & Z_{89}^{989} & O_{748}^{748} \end{array} \right] \quad R_H^{1149} \quad \cancel{X}_H^{698} \quad V_H^{1034} \\
\left[\begin{array}{cccc} R_G^{1391} & I_G^{1108} & Z_{89}^{989} & \cancel{X}_S^{748} \end{array} \right] \quad R_H^{1149} \quad D_J^{698+659} \quad V_H^{1034} \\
\left[\begin{array}{cccc} R_{1391} & I_G^{1108} & \cancel{X}_A^{989} & I_O^{748+445} \end{array} \right] \quad D_O^{748+458} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad V_H^{1034} \\
\left[\begin{array}{cccc} R_G^{1391} & I_G^{1108} & P_Z^{989+745} & I_O^{1193} \end{array} \right] \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad \cancel{X}_H^{1034} \\
\left[\begin{array}{cccc} R_G^{1391} & \cancel{X}_G^{1108} & P_Z^{1734} & I_O^{1193} \end{array} \right] \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \\
\left[\begin{array}{cccc} \cancel{X}_G^{1391} & T_L^{1108+611} & P_Z^{1734} & I_O^{1193} \end{array} \right] \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \\
\left[\begin{array}{cccc} U_R^{1391+521} & T_L^{1719} & P_Z^{1734} & I_O^{1193} \end{array} \right] \quad D_O^{1206} \quad \cancel{X}_H^{1149} \quad D_J^{1357} \\
\left[\begin{array}{cccc} U_R^{1912} & T_L^{1719} & P_Z^{1734} & \cancel{X}_O^{1193} \end{array} \right] \quad D_O^{1206} \quad D_J^{1357} \\
\left[\begin{array}{cccc} U_R^{1912} & T_L^{1719} & P_Z^{1734} & P_I^{1193+382} \end{array} \right] \quad \cancel{X}_O^{1206} \quad D_J^{1357} \\
\left[\begin{array}{cccc} U_R^{1912} & T_L^{1719} & P_Z^{1734} & P_I^{1575} \end{array} \right] \quad C_D^{1206+409} \quad \cancel{X}_J^{1357}
\end{array}$$
$$[B \ A \ H \ S \ G \ J \ O \ Z \ V \ L \ R \ I \ D]$$


2018-09-26

Ejemplo: Encontrar ruta de B a P



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

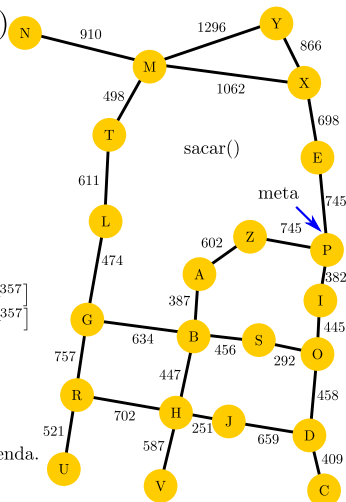
Agenda

~~[X]~~
~~[G_B⁶³⁴ X_B³⁸⁷ S_B⁴⁵⁶ H_B⁴⁴⁷]~~
~~[G_B⁶³⁴ Z_A³⁸⁷⁺⁶⁰² S_B⁴⁵⁶ X_B⁴⁴⁷]~~
~~[G_B⁶³⁴ Z_A⁹⁸⁹ X_B⁴⁵⁶ R_H⁴⁴⁷⁺⁷⁰² J_H⁴⁴⁷⁺²⁵¹ V_H⁴⁴⁷⁺⁵⁸⁷]~~
~~[G_B⁶³⁴ Z_A⁹⁸⁹ O_S⁴⁵⁶⁺²⁹² R_H¹¹⁴⁹ J_H⁶⁹⁸ V_H¹⁰³⁴]~~
~~[R_G⁶³⁴⁺⁷⁵⁷ L_G⁶³⁴⁺⁴⁷⁴ Z_A⁹⁸⁹ O_S⁷⁴⁸ R_H¹¹⁴⁹ X_H⁶⁹⁸ V_H¹⁰³⁴]~~
~~[R_G¹³⁹¹ L_G¹¹⁰⁸ Z_A⁹⁸⁹ X_S⁷⁴⁸ R_H¹¹⁴⁹ D_J⁶⁹⁸⁺⁶⁵⁹ V_H¹⁰³⁴]~~
~~[R_G¹³⁹¹ L_G¹¹⁰⁸ X_A⁹⁸⁹ I_O⁷⁴⁸⁺⁴⁴⁵ D_O⁷⁴⁸⁺⁴⁵⁸ R_H¹¹⁴⁹ D_J¹³⁵⁷ V_H¹⁰³⁴]~~
~~[R_G¹³⁹¹ L_G¹¹⁰⁸ P_Z⁹⁸⁹⁺⁷⁴⁵ I_O¹¹⁹³ D_O¹²⁰⁶ R_H¹¹⁴⁹ D_J¹³⁵⁷ X_H¹⁰³⁴]~~
~~[R_G¹³⁹¹ X_G¹¹⁰⁸ P_Z⁷³⁴ I_O¹¹⁹³ D_O¹²⁰⁶ R_H¹¹⁴⁹ D_J¹³⁵⁷]~~
~~[X_G¹³⁹¹ T_L¹¹⁰⁸⁺⁶¹¹ P_Z⁷³⁴ I_O¹¹⁹³ D_O¹²⁰⁶ R_H¹¹⁴⁹ D_J¹³⁵⁷]~~
~~[U_R¹³⁹¹⁺⁵²¹ T_L¹⁷¹⁹ P_Z⁷³⁴ I_O¹¹⁹³ D_O¹²⁰⁶ X_H¹¹⁴⁹ D_J¹³⁵⁷]~~
~~[U_R¹⁹¹² T_L¹⁷¹⁹ P_Z⁷³⁴ X_O¹¹⁹³ D_O¹²⁰⁶ D_J¹³⁵⁷]~~
~~[U_R¹⁹¹² T_L¹⁷¹⁹ P_Z⁷³⁴ P_I¹¹⁹³⁺³⁸² X_O¹²⁰⁶ D_J¹³⁵⁷]~~
~~[U_R¹⁹¹² T_L¹⁷¹⁹ P_Z⁷³⁴ P_I¹⁵⁷⁵ C_D¹²⁰⁶⁺⁴⁰⁹ X_J¹³⁵⁷]~~
~~[U_R¹⁹¹² T_L¹⁷¹⁹ P_Z⁷³⁴ X_I¹⁵⁷⁵ C_D¹⁶¹⁵]~~

Expandidos

[B A H S G J O Z V L R I D]

meta al frente de la agenda.



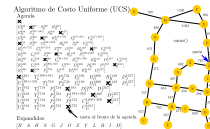
2018-09-26

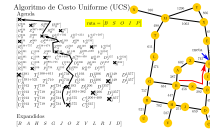
Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

El siguiente en salir de la agenda es P.

Nuestra meta.

Estamos listos para recuperar la ruta óptima.





Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

Algoritmo de Costo Uniforme (UCS)

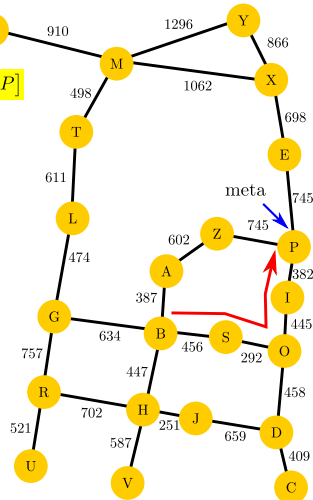
Agenda

$[X]$
 $[G_B^{634} \quad \cancel{X_B^{387}} \quad S_B^{456} \quad H_B^{447}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{387+602} \quad S_B^{456} \quad \cancel{X_B^{447}}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{X_B^{456}} \quad R_H^{447+702} \quad J_H^{447+251} \quad V_H^{447+587}]$
 $[G_B^{634} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{456+292} \quad R_H^{1149} \quad J_H^{698} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{634+757} \quad L_G^{634+474} \quad Z_A^{989} \quad O_S^{748} \quad R_H^{1149} \quad \cancel{X_H^{698}} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad Z_A^{989} \quad \cancel{X_S^{748}} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{698+659} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad \cancel{X_A^{989}} \quad I_O^{748+445} \quad D_O^{748+458} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad V_H^{1034}]$
 $[R_G^{1391} \quad L_G^{1108} \quad P_Z^{989+745} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357} \quad \cancel{X_H^{1034}}]$
 $[R_G^{1391} \quad \cancel{X_G^{1108}} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}]$
 $[R_G^{1391} \quad T_L^{1108+611} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad R_H^{1149} \quad D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1391+521} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad I_O^{1193} \quad D_O^{1206} \quad \cancel{X_H^{1149}} \quad D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1912} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad \cancel{X_O^{1193}} \quad D_O^{1206} \quad D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1912} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad P_I^{1193+382} \quad \cancel{X_O^{1206}} \quad D_J^{1357}]$
 $[U_R^{1912} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad P_I^{1575} \quad C_D^{1206+409} \quad \cancel{X_J^{1357}}]$
 $[U_R^{1912} \quad T_L^{1719} \quad P_Z^{1734} \quad \cancel{X_Y^{1575}} \quad C_D^{1615}]$

Expandidos

$[B \ A \ H \ S \ G \ J \ O \ Z \ V \ L \ R \ I \ D]$

ruta = $[B \ S \ O \ I \ P]$



Ejemplo: Encontrar ruta de B a P

La ruta encontrada por el algoritmo es: B, S, O, I, P .

Con un costo total de 1575 metros.

Observamos que en la agenda la primera ruta encontrada al estado meta es de 1734 metros.

UCS nos encontró la ruta óptima en distancia.

Desde luego en una aplicación de la vida real tendríamos que incluir los costos de los transbordos para cambiar de línea del metro.

Aún en este pequeño mapa, se puede apreciar que UCS toma mucho tiempo y requiere de mucha memoria.

Análisis asintótico de UCS

Algoritmo UCS

1. Memoria.

- $O(b^{1+\frac{C}{\epsilon}})$

2. Tiempo.

- $O(b^{1+\frac{C}{\epsilon}})$

3. Calidad.

- Solución óptima.

4. Completez.

- Completo.

- C es el costo de la trayectoria más corta al nodo meta.
- ϵ es el menor de los costos para las acciones.

└ Análisis asintótico de UCS

- $O(b^{1+\frac{C}{\epsilon}})$

- $O(b^{1+\frac{C}{\epsilon}})$

- Solución óptima.

- Completo.

- C es el costo de la trayectoria más corta al nodo meta.
- ϵ es el menor de los costos para las acciones.

Análisis asintótico de UCS

Algoritmo UCS

1. Memoria.

- $O(b^{1+\frac{C}{\epsilon}})$

2. Tiempo.

- $O(b^{1+\frac{C}{\epsilon}})$

3. Calidad.

- Solución óptima.

4. Completez.

- Completo.

- C es el costo de la trayectoria más corta al nodo meta.

- ϵ es el menor de los costos para las acciones.

Considerar también el costo de sacar el mínimo de la cola de prioridad.
Típicamente: $O(\log n)$

Análisis asintótico de UCS

- Memoria.
 - $O(b^{1+\frac{C}{\epsilon}})$
 - Tiempo.
 - $O(b^{1+\frac{C}{\epsilon}})$
 - Calidad.
 - Solución óptima.
 - Completez.
 - Completo.
- C es el costo de la trayectoria más corta al nodo meta.
 • ϵ es el menor de los costos para las acciones.
 Considerar también el costo de sacar el mínimo de la cola de prioridad. Típicamente: $O(\log n)$