

Herramienta docente para algoritmos de búsqueda en Inteligencia Artificial

Instrucciones de uso.

José Carlos Martínez Velázquez

Contents

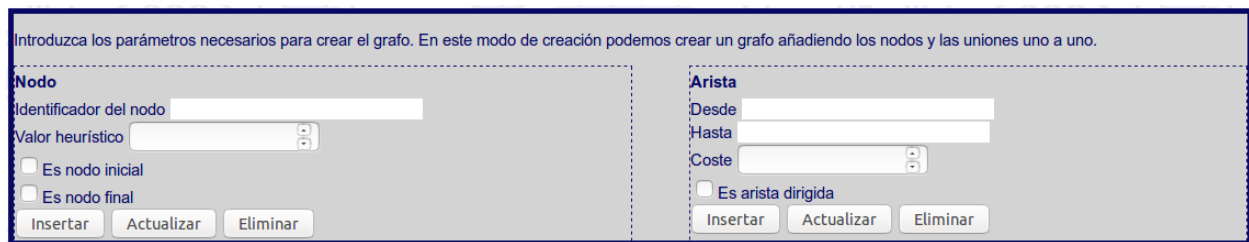
Entrada de un grafo a la aplicación.	2
Dibujar un grafo.	2
Importar un grafo.	2
Edición del grafo	4
Edición rápida	4
Edición completa.	4
Exportación de un grafo	5
Resolución de un grafo	5
Particularidades de la búsqueda en profundidad y la búsqueda en anchura	6
Particularidades de descenso iterativo	6
Particularidades de A*	7
Particularidades de Costo uniforme	7
Particularidades de búsqueda retroactiva	7
Particularidades de escalada simple y por la máxima pendiente	7
Generación de heurísticas	8

Entrada de un grafo a la aplicación.

Tenemos dos opciones para introducir a la aplicación un grafo que resolver: dibujarlo o importarlo. Si no hemos exportado un grafo previamente, forzosamente debemos usar la primera opción. Vamos a ver cómo utilizar ambas formas de entradas de grafo.

Dibujar un grafo.

La interfaz no es demasiado complicada. Si pulsamos en **Dibujar/Editar Grafo**, situado en el menú superior, aparecerá una interfaz donde podremos importar nodos y arcos. Para poder introducir un arco, previamente deben existir los nodos (o el nodo, en caso de que la arista tenga como origen y destino el mismo nodo) que une la arista. La interfaz es la siguiente:



Introduzca los parámetros necesarios para crear el grafo. En este modo de creación podemos crear un grafo añadiendo los nodos y las uniones uno a uno.

Nodo	Arista
Identificador del nodo <input type="text"/>	Desde <input type="text"/>
Valor heurístico <input type="text"/>	Hasta <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Es nodo inicial	Coste <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Es nodo final	<input type="checkbox"/> Es arista dirigida
<input type="button" value="Insertar"/>	<input type="button" value="Insertar"/>
<input type="button" value="Actualizar"/>	<input type="button" value="Actualizar"/>
<input type="button" value="Eliminar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>

Figura 1. Interfaz de dibujo de grafo.

Si queremos insertar un nodo, rellenaremos los campos del formulario de la izquierda. El identificador del nodo es obligatorio. Se pueden marcar las opciones de nodo inicial o final si el nodo cumple estas características o puede no marcarse ninguno si el nodo es intermedio. En ningún caso se permitirá introducir un nodo que sea inicial y final al mismo tiempo. El valor heurístico, si se deja vacío, tomará por defecto el valor 0 (cero). Esto es porque hay algoritmos que no usan esta información y el usuario no tiene por qué conocer qué heurística tiene. Si se usa esta opción, el usuario debe ser consciente de que si aplica algoritmos que usan la información heurística, los resultados podrían no ser los esperados.

Si queremos introducir una arista, debemos rellenar el formulario de la derecha. Introduciremos el nodo origen y destino, el coste de la arista, que si se deja en blanco toma el valor 0 (cero), y si es arista dirigida o no. Una arista dirigida desde un nodo A a otro nodo B implica que existe un camino directo con un coste c desde A hasta B pero no desde B hasta A. Una arista no dirigida desde A hasta B implica que existe un camino de ida y vuelta con el mismo coste c entre ambos nodos. Para insertar nodos o aristas nos valdremos del botón **Insertar**. Los demás botones nos servirán para la actualización del grafo que explicaremos más adelante.

Importar un grafo.

La segunda opción para insertar un grafo en el sistema, es importarlo. Para importar un grafo, necesitamos un archivo en formato *txt* que estructura la siguiente información:

Datos del grafo

Resto de datos

Nodos: A,B,C,D,E,F,G,H,I,J
Heurísticas: 7,4,8,2,3,5,2,0,0,0
Aristas:
de A a B dirigida con coste 5
de A a C dirigida con coste 2
de A a D dirigida con coste 4
de C a E dirigida con coste 3
de C a F dirigida con coste 2
de D a G dirigida con coste 4
de E a H dirigida con coste 3
de F a I dirigida con coste 6
de G a I dirigida con coste 8
de G a J dirigida con coste 1
Nodo inicial: A.
Nodo(s) final(es): H,I.

Representación gráfica del grafo

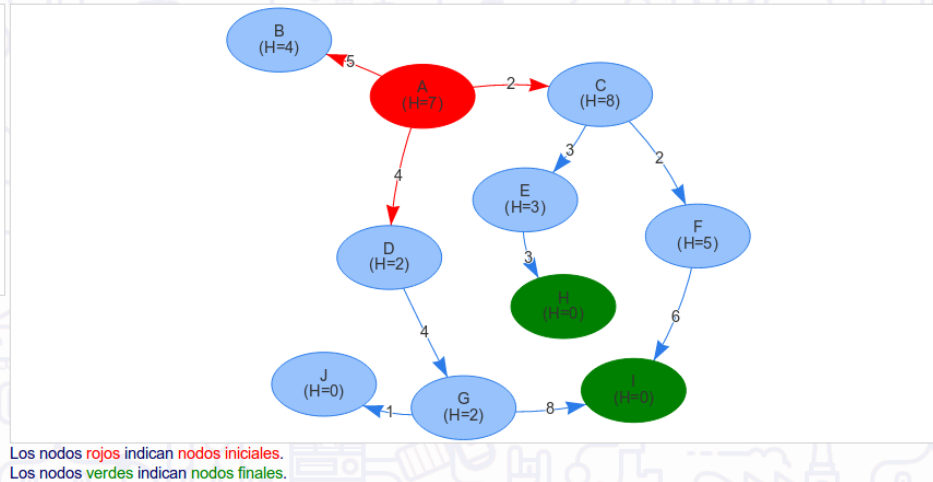


Figura 3. Ejemplo de grafo en el sistema.

Edición del grafo

El sistema cuenta con dos sistemas de edición del grafo. Uno rápido y otro un poco más versátil. Pasamos a enunciarlos rápidamente

Edición rápida

La edición rápida se hace sobre la misma representación gráfica del nodo. Este modo de edición sólo permite cambiar cuáles son los nodos finales y cambiar el inicial. Para cambiar el nodo inicial, haremos clic sobre el nodo inicial actual (rojo) y pasará a ponerse en color amarillo, esto significa que el sistema está esperando que se le indique qué nodo pasa ahora a ser inicial. En este momento podemos clicar sobre cualquier nodo intermedio (azul) y pasará a ponerse como inicial (el feedback que obtenemos es que dicho nodo cambia a rojo, el que era antes inicial pasa a colocarse azul y se actualiza la información disponible a la izquierda). No se puede establecer un nodo final como inicial, en caso de intentarlo el sistema nos avisa con un error. Para establecer un nuevo nodo final, basta con hacer doble clic sobre cualquier nodo intermedio, pasará a colocarse en verde y se actualizará la información disponible a la izquierda. Si hacemos doble clic sobre un nodo final, este pasará a ser intermedio (deja de ser nodo final) y, como siempre, la información disponible a la izquierda reflejará este cambio. No se puede establecer como inicial el nodo inicial, de intentarlo, el sistema nos avisa con un error.

Edición completa.

El modo de edición completa se hace mediante el formulario de dibujado, por lo que es necesario hacer clic en el menú superior, opción **Dibujar/Editar Grafo**. Para editar un nodo, hacemos clic en él y el formulario de nodo se rellenará automáticamente con toda la información actual del nodo. Si cambiamos la información actual (excepto el identificador) y clicamos en el botón **Actualizar**, cambiaremos toda la información. Dado que sólo se puede definir un nodo inicial, si este está definido, veremos que el checkbox de nodo inicial estará deshabilitado. En caso de clicar el nodo inicial se pondrá en amarillo esperando que se clique en otro nodo para definir un nuevo nodo inicial, pero en cuanto se actualice la información clicando el botón **Actualizar**, el sistema entiende que no era eso lo que queríamos hacer, de manera que actualiza el nodo y deja de esperar un nuevo nodo inicial. Para resetear el formulario (o cancelar el estado de espera de nuevo nodo inicial)

podemos clicar en el espacio blanco que no sea nodo ni arista. No es necesario que este modo de edición también permite editar lo mismo que permitía el modo de edición rápida, salvo el cambio de nodo inicial.

Del mismo modo que con los nodos, se puede proceder con las aristas, pudiendo cambiar el coste y si es dirigida. Además de todo esto, clicando el nodo o la arista y pulsando el botón **Eliminar**, conseguimos que el nodo o arista en cuestión deje de formar parte del grafo.

Exportación de un grafo

Una vez que un grafo está en el sistema, este puede exportarse por comodidad y retomar el trabajo con él más adelante. Un grafo puede ser exportado cuando se dibuja o bien cuando se importa (y se modifica). Cuando un grafo es dibujado o importado, el sistema nos muestra un nuevo submenú superior con varias opciones, entre ellas, exportar grafo. Este botón nos permitirá obtener un archivo *txt* que podremos importar posteriormente. Para exportar un archivo debemos hacer clic en el botón exportar grafo en el submenú superior y se nos activará la descarga del archivo:

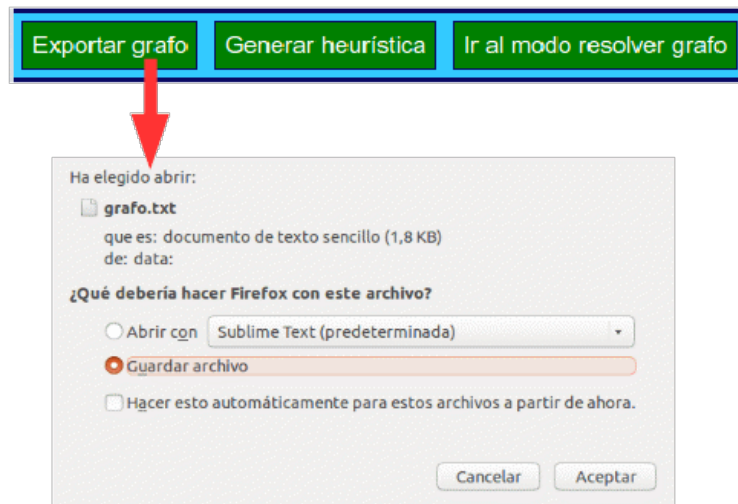


Figura 4. Cómo exportar un grafo.

El archivo obtenido no debería manipularse, para asegurarse de que el sistema lo importará correctamente. En caso contrario, no se garantiza que el sistema pueda interpretar la sintaxis del archivo.

Resolución de un grafo

La principal funcionalidad del sistema es resolver el grafo mediante un algoritmo de búsqueda. El sistema permite resolver grafos mediante los siguientes algoritmos:

- Búsqueda en profundidad
- Búsqueda en anchura
- Descenso iterativo
- A*
- Búsqueda de costo uniforme (Dijkstra)
- Búsqueda retroactiva
- Escalada simple
- Escalada por la máxima pendiente

Una vez cargado un grafo en el sistema, en el submenú superior, clicamos en **Ir al modo resolver grafo**. Se nos abrirá una sección de la página consistente en un cuadro donde se irán dibujando los distintos pasos de la resolución del grafo y un pequeño formulario que nos permitirá seleccionar un algoritmo de entre los anteriormente mencionados y un límite de iteraciones. El límite de iteraciones se establece para evitar que el script congele la máquina en caso de ciclo infinito u otras casuísticas que se pueden dar. Se puede establecer un límite máximo de 1000 pasos, dado el carácter docente de la herramienta y el tipo de grafos para el que está diseñado. Si a continuación pulsamos el botón **Resolver**, pasaremos al modo donde veremos los pasos que da el algoritmo elegido, con botones de paso adelante, paso atrás, ir al final e ir al principio. Estos botones controlarán tanto el paso en el que se encuentra el grafo como el estado actual de la estructura de datos usada en el algoritmo y un cuadro de explicaciones en lenguaje natural, tal como muestra el siguiente ejemplo:

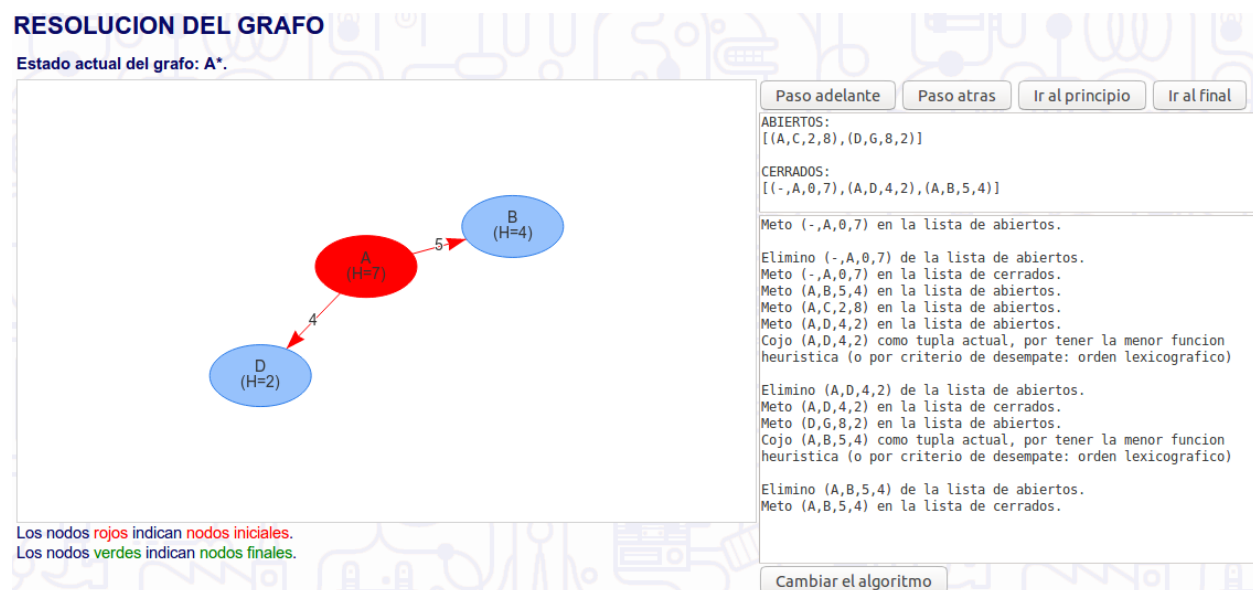


Figura 5. Paso arbitrario de la resolución de un grafo.

Además, dispondremos de un botón de cambiar el algoritmo que nos permitirá volver al formulario anterior y poder elegir otro algoritmo de búsqueda de entre los disponibles. A continuación pasaremos a explicar cómo debemos interpretar las estructuras de datos para cada algoritmo:

Particularidades de la búsqueda en profundidad y la búsqueda en anchura

Los algoritmos de búsqueda en profundidad y anchura gestionan listas de nodos abiertos y cerrados. Cada elemento de estas listas es una tupla de dos elementos que significa lo siguiente:

(*nodo padre*, *nodo hijo*)

Cuando se inserta en abiertos el nodo inicial, el nodo padre se representa con un guión: (*—*, *nodo inicial*).

Particularidades de descenso iterativo

El algoritmo de descenso iterativo gestiona listas de nodos abiertos y cerrados. Cada elemento de estas listas es una tupla de elementos que significa lo siguiente:

$$(nodo\ padre, nodo\ hijo, nivel\ nodo\ hijo)$$

Cuando se inserta en abiertos el nodo inicial, el nodo padre se representa con un gui3n y el nivel es 0: $(-, nodo\ inicial, 0)$.

Particularidades de A*

El algoritmo A* gestiona listas de nodos abiertos y cerrados. Cada elemento de estas listas es una tupla de elementos que significa lo siguiente:

$$(nodo\ padre, nodo\ hijo, componente\ g, componente\ h)$$

Cuando se inserta en abiertos el nodo inicial, el nodo padre se representa con un gui3n, la componente g es 0: $(-, nodo\ inicial, 0, componente\ g\ inicial)$.

Recordemos que la informaci3n en A* se calculaba como una funci3n $f(n) = g(n) + h(n)$, donde:

- $g(n)$ Camino recorrido desde el nodo inicial hasta el nodo n .
- $h(n)$ Heurística del nodo n (estimaci3n del coste hasta un nodo final).

Particularidades de Costo uniforme

El algoritmo de Costo uniforme gestiona listas de nodos abiertos y cerrados. Cada elemento de estas listas es una tupla de elementos que significa lo siguiente:

$$(nodo\ padre, nodo\ hijo, componente\ g)$$

Cuando se inserta en abiertos el nodo inicial, el nodo padre se representa con un gui3n, la componente g es 0: $(-, nodo\ inicial, 0, componente\ g\ inicial)$. Dado que Costo uniforme se puede interpretar como un caso particular de A* donde la informaci3n heurística no es relevante, debemos entender como componente g lo mismo que en A* significa: el camino recorrido desde el nodo inicial hasta dicho nodo.

Particularidades de b3squeda retroactiva

El algoritmo de b3squeda retroactiva gestiona una sola lista donde cada elemento es una tupla que significa lo siguiente:

$$(nodo\ actual, numero\ de\ hijos\ expandidos)$$

Cuando se inserta el nodo inicial en el primer paso, el n3mero de hijos expandidos es cero: $(nodo\ inicial, 0)$.

Particularidades de escalada simple y por la m3xima pendiente

Los algoritmos de escalada simple y por la m3xima pendiente gestionan una sola lista donde cada elemento es una tupla que significa lo siguiente:

$$(nodo\ padre, nodo\ hijo, componente\ h)$$

Cuando se inserta el nodo inicial en el primer paso, el nodo padre es representado con un gui3n: $(-, nodo\ inicial, componente\ h)$. La componente h no es m3s que la heurística del nodo, esto es, la estimaci3n de coste desde dicho nodo hasta un nodo final.

Generación de heurísticas

Para experimentar qué ocurre cuando se generan distintos tipos de heurísticas en el algoritmo A*, el sistema dispone de un módulo de generación de heurísticas para dicho algoritmo. Se permite generar heurísticas que fuerzan un número determinado de cambios en cerrados o bien heurísticas admisibles (donde A* alcanza el óptimo). Para generar una heurística, debemos tener un grafo cargado en el sistema y pulsar, en el submenú superior, el botón **Generar heurística**. Se abrirá un módulo que o bien pide un rango de cambios en cerrados o se puede marcar un checkbox para generar una heurística admisible, en cuyo caso los campos de los rangos se deshabilitarán. Si no es posible encontrar una heurística que cumpla las condiciones, el sistema avisa con un error. Si la heurística es encontrada, el sistema informa de la heurística encontrada, el número de cambios que generará y, al cerrar el cuadro de diálogo, la función heurística es actualizada automáticamente, lo cual puede comprobarse en el cuadro de información, a la izquierda del grafo introducido.