

MaGraDa: Una Herramienta para el Tratamiento de Grafos en Matemática Discreta

Caballero Palomino, Miguel Ángel Migallón Gomis, Violeta
Penadés Martínez, Jose

Dept. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Universidad de Alicante
E-03071 Alicante

e-mail: MCPI267@red.cam.es, violeta@dccia.ua.es, jpenades@dccia.ua.es

Resumen

Parte de los contenidos en la docencia de la Matemática Discreta, dentro de las titulaciones de Informática, consiste en el estudio de grafos. En este trabajo se presenta una herramienta para la realización de las prácticas de la mencionada asignatura dentro del contexto de los grafos.

1. Introducción

El paquete de software MaGraDa [2] (Grafos para Matemática Discreta) es una aplicación informática programada en lenguaje JAVA [4], [7] y diseñada específicamente para trabajar con grafos. MaGraDa trabaja con grafos tanto dirigidos como no dirigidos y ponderados como no ponderados. Este paquete es sencillo y cómodo de manejar, está basado en menús sobre pantalla y consta de dos pantallas de visualización: *Modo texto* y *Modo gráfico*. Ambas pantallas de trabajo son prácticamente equivalentes en funcionalidad. Es decir, no hay ningún método que esté sólo implementado para una forma de trabajo exclusivamente. Sin embargo, la forma de ofrecer los resultados al usuario no es la misma en los dos modos. En cada uno de ellos se muestran los resultados intentando maximizar la comprensión de los mismos por el usuario. Básicamente, podemos agrupar las aplicaciones que nos ofrece MaGraDa en tres partes: *Manejo de grafos (Grafo)*, *Cálculos Básicos* y *Algoritmos*. En las siguientes secciones veremos las posibilidades de cada uno de estos menús.

2. MaGraDa. Modo texto

El modo *texto* de MaGraDa permite trabajar con los grafos de forma analítica. Es decir, se trabaja en todo momento con los datos del grafo, pero sin visualizarlo gráficamente.

2.1. Modo texto: Menú Grafo

El menú *Grafo* es la parte donde se pueden crear grafos nuevos o abrir grafos ya creados desde fichero, modificarlos, borrarlos de memoria, seleccionarlos o guardarlos en un fichero para su tratamiento posterior. La Figura 1 muestra el formato de este menú.

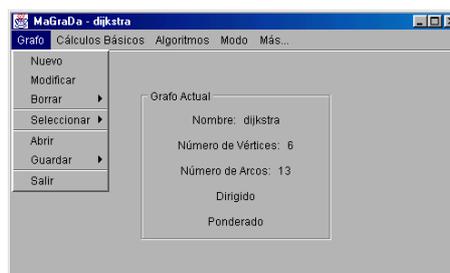


Figura 1. Formato del menú *Grafo*

La parte más interesante del menú *Grafo* está constituida por la creación de un grafo nuevo, en el submenú *Nuevo*. Es aquí, donde se introducen los datos necesarios para la creación de un grafo, tales como si es dirigido, ponderado, el número de vértices y su nombre si es que se les quiere dar alguno. La forma de insertar arcos o aristas (dependiendo si es dirigido o no, respectivamente) se puede realizar bien directamente enumerando

los vértices extremos de cada arco o arista, o bien mediante la introducción de su matriz de pesos o de adyacencia (dependiendo si es ponderado o no). En la Figura 2 podemos observar la pantalla principal que ofrece estas posibilidades.

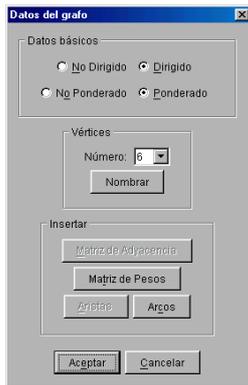


Figura 2. Datos básicos del grafo

2.2. Modo texto: Menú Cálculos Básicos

Hay una serie de características o propiedades básicas de los grafos que se pueden averiguar fácilmente con la serie de métodos incluidos dentro del menú *Cálculos Básicos*, tales como grado de un vértice, matriz de adyacencia o pesos, o ver las aristas (o arcos) que tiene el grafo. También, en el caso de que el grafo sea dirigido, MaGraDa ofrece la utilidad de obtener su correspondiente grafo no dirigido asociado. Para grafos no dirigidos permite obtener un árbol generador de los muchos que pueda tener. Es posible estudiar, también desde este menú, si dos grafos son isomorfos, ver qué vértices alcanzan a otros, así como qué vértices son alcanzados por otros. MaGraDa indica además, de forma razonada, si el grafo es simple, cíclico, completo o conexo. Otra aplicación de gran interés es el cálculo de componentes conexas.

2.3. Modo texto: Menú Algoritmos

La parte más importante de la aplicación, en cuanto a la aplicabilidad de los grafos se refiere, la constituye el menú *Algoritmos*. Dispone de algoritmos muy conocidos en el mundo de los grafos, tales como Warshall, Fleury, Caminos más cortos en grafos acíclicos, PERT, Dijkstra, Floyd-

Warshall, Kruskal y Prim (ver, por ejemplo, [1], [3], [5] y [6]). Sin duda, una de las características más importantes es que MaGraDa los aplica sobre los grafos en curso, de manera que el usuario pueda ver los resultados intermedios para así entender mejor el funcionamiento del correspondiente algoritmo. Por ejemplo, la aplicación del algoritmo de Dijkstra, que calcula los caminos más cortos y sus pesos de un vértice al resto en un grafo dirigido y ponderado, sobre un grafo con 6 vértices previamente definido por el usuario, produciría la información reflejada en la Figura 3 sobre las iteraciones del algoritmo.



Figura 3. Iteraciones del algoritmo de Dijkstra

Si ahora quisiéramos ver explícitamente cuáles son los caminos más cortos y sus pesos, MaGraDa los proporciona en la pestaña *Ver Caminos*, que mostramos en la Figura 4.

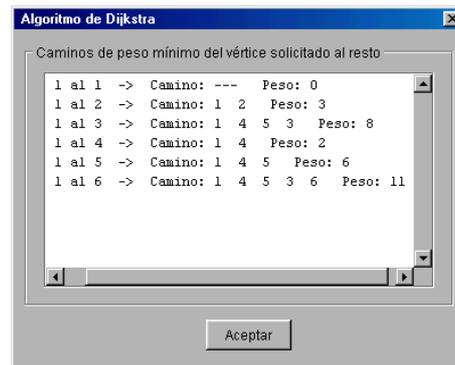


Figura 4. Caminos más cortos y sus pesos

Una de las ventajas que ofrece MaGraDa es que puede tener en memoria varios grafos al mismo tiempo. De esta forma, el usuario puede seleccionar aquel que más le convenga en cada

momento, sin tener que preocuparse por guardarlo en disco antes. La aplicación los mantendrá en memoria y al acabar la sesión, el mismo programa será quien recuerde al usuario si quiere guardar los grafos en archivo para un uso posterior.

3. MaGraDa. Modo gráfico

El modo *gráfico* es la segunda forma de trabajo que ofrece MaGraDa a sus usuarios. Las posibilidades que nos da son las mismas que en modo texto, aunque la forma de ver los resultados no siempre es la misma. Eso sí, se ha buscado que los resultados se ofrezcan siempre de una forma que favorezca la máxima comprensión para el usuario. Comentaremos posteriormente las posibilidades más importantes de los tres menús principales: *Grafo*, *Cálculos Básicos* y *Algoritmos*. Previamente, y para ponernos en situación, vamos a ofrecer, en la Figura 5, una pantalla que nos acerque lo antes posible a este modo de trabajo, en la que MaGraDa presenta un grafo ponderado y dirigido con 6 vértices, concretamente el mismo que hemos utilizado en la subsección 2.3 para presentar un ejemplo del algoritmo de Dijkstra.

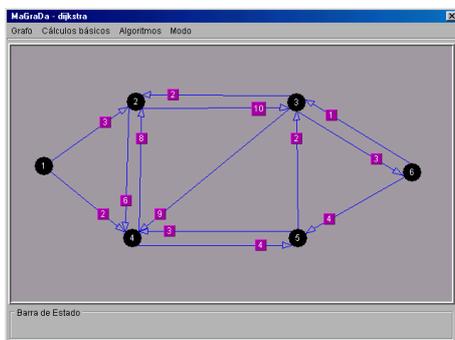


Figura 5. Presentación del modo *gráfico*

Podemos diferenciar la pantalla en tres zonas: la *barra de menús*, para poder acceder a los servicios que nos ofrece la aplicación, el *lienzo* o zona de dibujo donde aparecerán los grafos, y la *barra de estado*, mediante la cual, MaGraDa intentará en todo momento informarnos y ayudarnos en el trabajo con los grafos.

Sobre el lienzo se mostrarán los grafos de la siguiente forma:

- *Vértices*: Se representan mediante círculos negros con su número. Cuando se aplican determinados algoritmos, pueden cambiar de color para resaltarlos.
- *Aristas* o *arcos*: Se representan mediante líneas rojas en el caso de aristas y flechas azules en el caso de arcos, pudiendo existir más de una arista o arco entre el mismo par de vértices.
- *Pesos*: Cuando el grafo sea ponderado se mostrará el peso de cada arista o arco sobre cuadrados de color morado.
- *Rectángulo FIN*: Cuando se activa cualquier algoritmo de forma que existe una interactividad con el grafo, aparecerá en la esquina superior derecha del lienzo un rectángulo con la palabra FIN. Su función consiste en informar a MaGraDa cuándo queremos abandonar el método o algoritmo en cuestión.

Vamos ahora a comentar las diferencias principales de los tres menús con respecto a sus equivalentes en el modo texto.

3.1. Modo gráfico: Menú Grafo

El submenú *Nuevo* hace lo mismo que el que se ha comentado para el modo texto, salvo que ahora es el usuario quién decide en qué coordenadas colocar los vértices o si lo prefiere, disponerlos de forma concéntrica en el centro del lienzo. El submenú *Modificar* nos permite modificar el grafo de una forma más fácil y rápida sin más que pinchar en los vértices sobre los que queremos actuar. Las posibilidades que nos ofrece se pueden ver en la Figura 6.

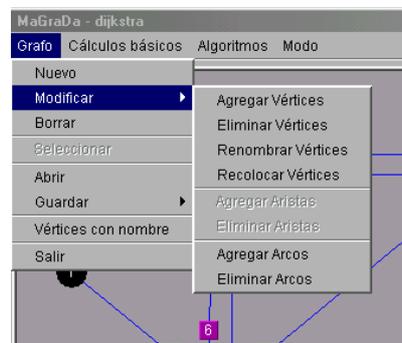


Figura 6. Submenú *modificar* del modo *gráfico*

3.2. Modo gráfico: Menú Cálculos Básicos

Las posibilidades que ofrece el *menú Cálculos Básicos* del modo *gráfico* son idénticas a la de su homónimo del modo *texto*. Como muestra presentamos diversas figuras que ilustran su funcionamiento y claridad gráfica. La Figura 7 muestra los vértices alcanzables desde el que se ha elegido (en este caso el número 4, coloreado en blanco), que se muestran resaltados en azul. La Figura 8 muestra las componentes conexas relacionadas con un vértice cuando pinchamos sobre él; todos los vértices de la misma componente conexas son resaltados en color rojo.

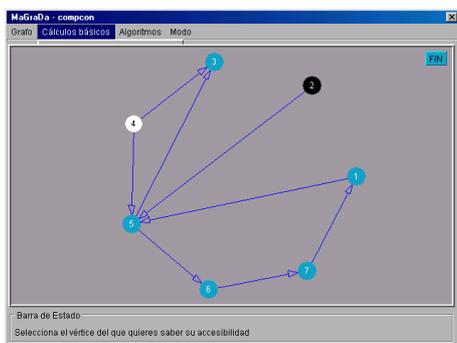


Figura 7. Vértices alcanzables desde el 4

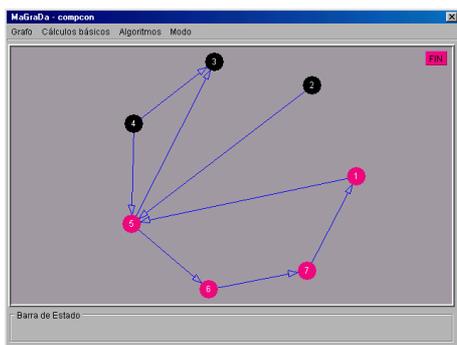


Figura 8. Cálculo de componentes conexas.

3.3. Modo gráfico: Menú Algoritmos

El menú *Algoritmos* del modo *gráfico* ofrece idénticas posibilidades al correspondiente menú en modo *texto*, en cuanto a disponibilidad de algoritmos. La presentación de los mismos se

complementa con la información gráfica adicional. Así por ejemplo, el algoritmo de Dijkstra aplicado sobre el mismo ejemplo anterior de la subsección 2.3, además de ofrecernos la misma información que en modo *texto*, referente a las iteraciones del algoritmo y los caminos más cortos, nos ofrece una pantalla adicional en donde se muestra gráficamente cuáles son esos caminos y sus pesos. La Figura 9 ilustra esta situación.

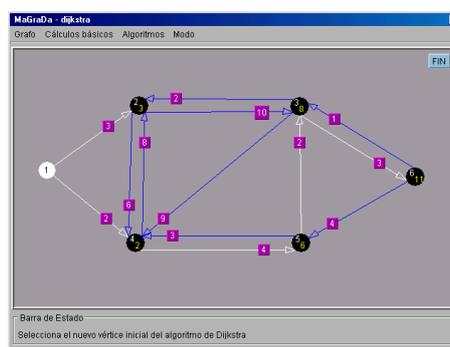


Figura 9. Resultado del alg. de Dijkstra: modo *gráfico*

Este tipo de presentación gráfica está disponible en cualquiera de los algoritmos de la aplicación.

Referencias

- [1] N. L. Biggs. *Matemática discreta*. Vicens Vives, 1994.
- [2] M. A. Caballero, V. Migallón, y J. Penadés. *MaGraDa-1.1*. Disponible en <http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/asignaturas/MD/pracMaGraDa.html>
- [3] N. Christofides. *Graph theory. An algorithmic approach*. Academic Press, 1975.
- [4] A. Froufe. *JAVA 2: Manual de usuario y tutorial*. Ra-Ma, Segunda edición, 2000. Disponible en <http://usuarios.tripod.es/froufe>
- [5] R. P. Grimaldi. *Matemáticas discreta y combinatoria*. Addison-Wesley Iberoamericana, 1989.
- [6] J. Gross y J. Yellen. *Graph theory and its applications*. CRC Press, 1999.
- [7] Sun Microsystems. *The Java Tutorial*. Tutorial on line, disponible en <http://java.sun.com/docs/books/tutorial>.