

Software Educativo para la Enseñanza de Estructuras de Datos en el Grado en Ingeniería Informática *

M^a José Polo Martín
mjpolo@usal.es

Ángeles M^a Moreno
Montero
amoreno@usal.es

Carlos Iglesias Alonso
ciga0001@usal.es

Belén Curto Diego
bcurto@usal.es

Vidal Moreno Rodilla
vmoreno@usal.es

María N. Moreno García
mmg@usal.es

RESUMEN

En este artículo se presenta un software educativo denominado RAED (*Representación de Algoritmos de Estructuras de Datos*) desarrollado en el Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca para apoyar la docencia en materias como Algoritmia y Estructuras de Datos. Estas materias se consideran como materias específicas que deben formar parte de los contenidos formativos comunes en la titulación de grado en Ingeniería Informática.

La aplicación ayuda al estudiante en el estudio y comprensión de las Estructuras de Datos y sus algoritmos de manipulación. Para ello permite trabajar con gran cantidad de estructuras de datos, desde las básicas, como pilas y colas, hasta las más complejas, como árboles y grafos, haciendo hincapié en aquellas partes de los algoritmos que se ha detectado representan mayor dificultad para el estudiante.

Palabras clave

Software educativo, Estructuras de Datos, Algoritmos.

1. INTRODUCCIÓN

Aunque el uso de presentaciones con ordenador ha facilitado enormemente la tarea educativa, permitiendo la exposición de explicaciones y razonamiento, existen ramas de conocimiento en que el uso de estos medios puede no llegar a ser suficiente. Este es el caso que se plantea en el aprendizaje de Estructuras de Datos y Algoritmos, contenidos formativos comunes en el grado de Ingeniería Informática [1], pero cuyos conceptos aparecen en otras muchas disciplinas como matemáticas, telecomunicaciones, lenguajes formales, etc. Las presentaciones permiten la explicación de algoritmos a través de ejemplos, que se representan gráficamente,

y ayudan en el seguimiento de su ejecución y en la comprensión y aprendizaje del mismo. Sin embargo, estos medios son estáticos y proporcionan al estudiante conceptos, desarrollos y ejemplos ya resueltos.

A través de reuniones de coordinación se han diseñado mecanismos para detectar deficiencias en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y para emprender las medidas correctoras. Entre los puntos más vulnerables destaca la gran cantidad de algoritmos que requiere el estudio de estructuras de datos complejas [2, 3, 4] como árboles y grafos. Por ello, surge la necesidad de disponer de herramientas en la enseñanza de este tipo de materias que ayuden al estudiante a la comprensión de conceptos y algoritmos de una forma más dinámica, mediante el seguimiento en la ejecución de un algoritmo, la generación de ejemplos y su solución.

La aplicación RAED -*Representación de Algoritmos de Estructuras de Datos*- es una herramienta educativa para el estudio y comprensión de las Estructuras de Datos y sus algoritmos de manipulación. La herramienta permite interactuar con gran cantidad de algoritmos sin necesidad de haberlos implementado y ayuda en el proceso de estudio de los mismos mediante la generación de ejemplos, su representación gráfica o la posibilidad de guardar estos ejemplos para consultas posteriores.

El resto del artículo se estructura en las siguientes secciones. Inicialmente se explican las principales dificultades que el estudiante encuentra en el estudio de las materias que se abordan y cómo estas se han tenido en cuenta en el diseño de la aplicación RAED. A continuación se describen las principales funcionalidades de la aplicación y se finaliza con unas conclusiones.

2. DISEÑO EDUCATIVO

Desde que se implantó el plan de estudios de Ingeniería Informática de Sistemas en la Universidad de Salamanca, año 1997, el aprendizaje de los algoritmos que manipulan las Estructuras de Datos ha planteado ciertas dificultades a los estudiantes. Algunos de ellos, aún siendo sencillos, como los recorridos en Árboles Binarios (pueden implementarse en tres o cuatro líneas de código) presentan la dificultad de la recursividad. Aunque el alumno conoce este concepto en primer curso, su aplicación para resolver algoritmos que manipulan árboles binarios, siempre plantea problemas.

La forma clásica de explicar estos algoritmos es a través de sencillos ejemplos gráficos que se proporcionan al estudiante como material de apoyo de la asignatura y se utilizan en las explicaciones en las clases magistrales. Estos ejemplos, no

*Departamento de Informática y Automática
Universidad de Salamanca
Plaza de los Caídos, s/n
37008 Salamanca (Spain)

suelen presentar problemas para el estudiante ni en el momento de la explicación ni tampoco en momentos posteriores de su estudio. Sin embargo, si se pide al estudiante que aplique el algoritmo a ejemplos más complejos comienza a tener problemas en su aplicación y no tiene la seguridad absoluta de aplicarlo bien, y por tanto, de haberlo entendido. La dificultad es aún mayor si el estudiante debe implementar nuevas funcionalidades que no son más que pequeñas variaciones de los algoritmos expuestos en clase. Esta dificultad viene dada por la incertidumbre que plantea al estudiante no tener la seguridad de haber entendido el algoritmo básico.

Estos algoritmos básicos se complican al ir especializando la estructura de datos (Árboles Binarios de Búsqueda y los Árboles Equilibrados), por lo cual, es muy importante afianzar los conocimientos básicos, para luego entender algoritmos más complejos. La aplicación que se presenta permite al estudiante, mediante ejemplos concretos y la generación de ejemplos aleatorios, avanzar no sólo los aspectos básicos sino también los más avanzados. Es una herramienta que sirve de apoyo al estudiante ya que este puede practicar con nuevos ejemplos, guardarlos para su estudio posterior y, fundamentalmente, puede tener la seguridad de haber aplicado bien los conceptos y conocimientos estudiados.

3. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN

Las cinco estructuras de datos gestionadas por la aplicación son: *pilas*, *colas*, *árboles*, *montículos binarios*, y *grafos*. Las funcionalidades comunes que la aplicación proporciona en todas las estructuras son la generación de ejemplos (bien de forma aleatoria o ejemplos contruidos por el usuario) y su almacenamiento y recuperación. Las *pilas* y las *colas* son estructuras de datos sencillas que, aunque no presentan gran dificultad en su aprendizaje, se incluyen en la aplicación debido a que sirven de apoyo para el estudio de estructuras de datos más avanzadas, como puede ser el *grafo*. Sobre estas estructuras básicas están implementadas las operaciones típicas: insertar, eliminar, anular, extraer elemento y verificar si la estructura está vacía.

Respecto a la estructura de tipo *árbol* la aplicación permite elegir entre tres tipos de árboles: árboles binarios, árboles binarios de búsqueda y árboles equilibrados. Aunque algunas operaciones están disponibles para todos los tipos de árboles, se destacan los recorridos en árboles binarios tanto en profundidad (preorden, en orden y postorden) como en amplitud; y las operaciones de inserción, eliminación y búsqueda en árboles binarios de búsquedas y árboles equilibrados.

Sobre *montículos binarios* están implementadas las operaciones básicas de insertar y eliminar el elemento mínimo, que aplican los típicos filtrados ascendente y descendente de los algoritmos que manipulan montículos, y algunas operaciones más como la ordenación por montículo, o las operaciones que permiten decrementar o incrementar la clave de un nodo conservando las propiedades del montículo.

Como estructura más genérica la aplicación permite también trabajar con *grafos*. Una vez construido un grafo, el estudiante podrá recorrerlo en amplitud y en profundidad, realizar la ordenación topológica de sus vértices y observar el camino mínimo desde un vértice al resto de los vértices del grafo.

La herramienta permite mediante el ratón generar de forma sencilla los vértices y las aristas del grafo. De forma predefinida, el peso de las aristas toma un valor de 50, pero

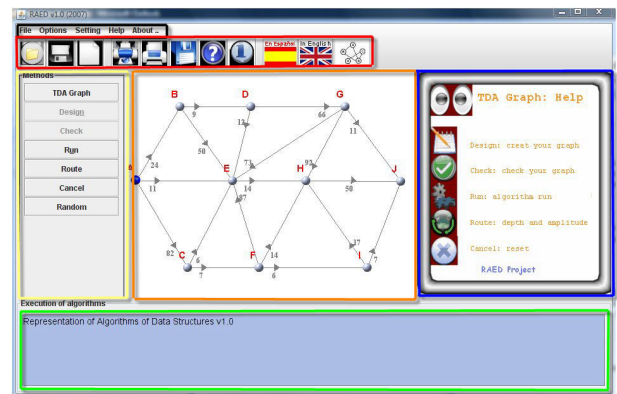


Figure 1: Interfaz en inglés de un grafo.

este puede modificarse fácilmente sin más que desplazar la flecha del arco hacia un nodo u otro con la ayuda del ratón. También es posible reubicar los vértices y aristas del grafo con el ratón y la ayuda de las teclas de *Ctrl* y *Alt*. Con esta funcionalidad se ha obtenido el grafo final que se muestra en la figura 1.

4. CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado la primera versión de la aplicación RAED que implementa, representa gráficamente y permite seguir la ejecución de gran cantidad de algoritmos de estructuras de datos. La aplicación supone un importante refuerzo para que el estudiante supere las principales dificultades detectadas en el estudio de materias como Algoritmia y Estructuras de Datos; materias que forman parte de los contenidos formativos comunes del Grado en Ingeniería Informática.

La herramienta desarrollada permite crear cualquier tipo de estructura de datos, como son: pilas, colas, árboles binarios, árboles binarios de búsqueda, árboles AVL (*Adelson, Velskii y Landis*), montículos binarios y grafos. El estudiante puede seguir paso a paso la ejecución de los algoritmos, pudiendo observar la representación gráfica del tipo de datos abstracto, el código y los resultados (parciales y totales).

Otros aspectos a destacar de la aplicación son el soporte multilingüe basado en ficheros XML, el desarrollo de un sitio web (<http://raed.usal.es>) con información de la herramienta (documentación, noticias, etc.) y zona de descarga.

5. REFERENCIAS

- [1] *Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), marzo 2004.
- [2] A. V. Aho, J. E. Hopcroft, and J. Ullman. *Estructuras de datos y algoritmos*. Addison-Wesley Iberoamericana, 1988.
- [3] O. Cairó and S. Guardati. *Estructuras de datos*. McGraw-Hill, 2006.
- [4] M. Weiss. *Estructuras de datos y algoritmos*. Pearson Education, 1995.