

SISTEMA DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE INTELIGENTE PARA GRAFOS

Natalia Martínez Sánchez, Gheisa Ferreira Lorenzo, Zoila Zenaida García Valdivia,
Maikel León Espinosa

[_natalia,gheisa,zgarcia,mle_@uclv.edu.cu](mailto:{natalia,gheisa,zgarcia,mle}@uclv.edu.cu)

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. (Cuba)

Campo de investigación: modelos matemáticos. Nivel educativo: superior

Palabras clave: grafo, interfaz, inteligente

Resumen

La teoría de grafos es un tema de estudio de la Matemática Discreta que por su importancia está presente en asignaturas de la carrera Ciencia de la Computación. Dificultades presentadas con respecto a su aprendizaje, han conducido al diseño e implementación de un Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente (SEAI) que aborde esta temática. Los SEAI se caracterizan por aplicar técnicas de Inteligencia Artificial (IA) al desarrollo de sistemas de enseñanza asistida por computadoras, donde el término “inteligente” se asocia a la capacidad del sistema de adaptarse dinámicamente al desarrollo del aprendizaje del estudiante. El sistema para Grafos ha sido implementado en la Herramienta computacional para Elaborar Sistemas de Enseñanza/Aprendizaje Inteligentes (HESEI), la cual además de utilizar técnicas de IA emplea Mapas Conceptuales. Con la combinación de ambos recursos se logra la adaptación del SEAI con mayor precisión según las características del alumno. Como resultado de este trabajo se obtuvo un Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente para la enseñanza de Grafos, específicamente en lo que se refiere a la terminología básica y ejemplos. El sistema obtenido se ha probado con estudiantes de segundo año de la carrera de Ciencias de la Computación en la Facultad de Matemática, Física y Computación de la Universidad Central de Las Villas.

Introducción

La teoría de grafos es un tema de estudio de la Matemática Discreta que por su importancia está presente en otras asignaturas de la carrera Ciencia de la Computación (Johnsonbaugh, 1999). Dificultades presentadas con respecto a su aprendizaje, han conducido al diseño e implementación de un Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente que, a la vez que da tratamiento a esta materia, la vincula con asignaturas como: Estructuras de Datos, Modelos de Optimización y Compiladores, mediante la ejemplificación.

El desarrollo de esta aplicación de software educativo obliga a conjugar el trabajo de equipos multidisciplinarios con el fin de mejorar el aprendizaje de un dominio del conocimiento a través del uso de la tecnología. Para esto, se busca generar un entorno de aprendizaje lo más similar posible a lo que sería una buena instrucción en un entorno real.

En el campo de los Sistemas de Enseñanza/Aprendizaje Inteligentes, este tipo de aplicaciones se caracterizan por aplicar las técnicas de Inteligencia Artificial (IA) al desarrollo de sistemas de enseñanza asistida por computadoras, donde el término “inteligente” se asocia a la capacidad del sistema de adaptarse dinámicamente al desarrollo del aprendizaje del estudiante (Bello, 2002).

Desarrollo

En los últimos años la enseñanza de las Matemáticas, así como la forma de “hacer Matemáticas” está cambiando. La presencia de computadoras en los hogares, en las escuelas, junto a la existencia de una gran cantidad de buenos programas diseñados específicamente para “hacer Matemáticas”, está lentamente produciendo cambios metodológicos importantes y positivos en la enseñanza de esta disciplina (García L, 2001).

Las computadoras constituyen un estupendo laboratorio matemático que permite experimentar, suplir carencias en el bagaje matemático del alumno, desarrollar la intuición, conjeturar, comprobar, demostrar, y en definitiva “ver las situaciones matemáticas” de una forma práctica. Por esta razón se han convertido en un valioso instrumento didáctico.

El software educativo, o más específicamente, el software para la educación en matemáticas involucra a tres grandes ciencias:

- La psicología, mediante un conocimiento no elemental de las ciencias cognitivas.
- La matemática, mediante la creación de un adecuado dominio de conocimiento para cualquier tipo de sistema o programa y con la creación de algoritmos eficientes.
- La computación, que hace factible instanciar la reunión de los dos mundos anteriores.

Según Shute (1993), en evaluaciones de software educativo se ha encontrado que la mayoría del software en el mercado tiene en general uno o dos de los atributos mencionados, pero relegan de manera importante a otro de ellos. Puede encontrarse, por ejemplo, software con gran capacidad de manejo de imágenes y que en realidad constituye todo un portento de programación pero de una pobreza enorme en su capacidad de enseñar matemáticas. O bien software con intenciones didácticas pero de una pobreza en los algoritmos empleados que conlleva a errores conceptuales matemáticos. Es necesario entonces, que para la producción de software educativo las personas tengan presentes estos tres elementos y que la carencia de alguno de ellos debilita la intención de este tipo de software que es ayudar, o ser un instrumento de ayuda, en el aprendizaje y enseñanza de las matemáticas.

En el Centro de Estudios de Informática (CEI) de la Facultad de Matemática Física y Computación en la Universidad Central “Martha Abreu” de Las Villas (UCLV) radica el grupo de investigación “Informática Educativa”, en el cual se desarrollan proyectos de investigación que utilizan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para lograr mejores resultados en la enseñanza/aprendizaje. En uno de estos proyectos se implementa una herramienta computacional para elaborar Sistemas de Enseñanza/Aprendizaje Inteligentes, denominada HESEI, la cual utiliza técnicas de IA y Mapas Conceptuales con el objetivo de adaptar con mayor precisión el Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente a las características del alumno. Esta herramienta facilita el diseño e implementación de software educativos destinados a cualquier nivel de enseñanza. Sus fundamentos teóricos se apoyan en la Ingeniería del Conocimiento, las técnicas de IA, así como la Ciencia Pedagógica. Por medio de entrevistas y sesiones realizadas con los profesores más experimentados se recopilan conocimientos valiosos que se pueden formalizar y codificar (García Z, 2000).

La figura 1 muestra la arquitectura de HESEI, que incluye Razonamiento Basado en Casos (RBC) y un algoritmo de Reconocimiento de Patrones (RP) para lograr la implementación del Modelo del Estudiante con una previa selección de rasgos.

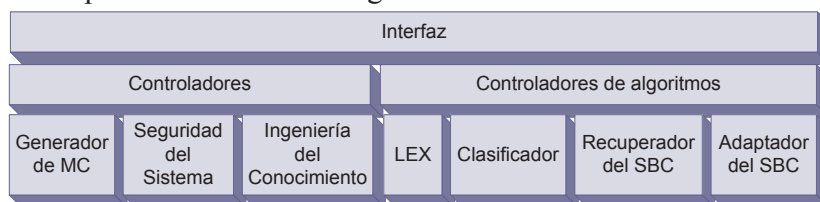


Figura 1. Arquitectura de HESEI

Una breve descripción de algunas componentes que conforman la arquitectura del sistema se presenta a continuación:

- *Interfaz*: Tiene un editor que le permite al profesor introducir toda la información necesaria para preparar los Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente y editar las preguntas.

Además, a través de esta componente el estudiante podrá interactuar con el Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente elaborado en forma de Mapa Conceptual adaptado según sus características.

- *Seguridad del sistema*: Componente encargada de identificar el tipo de usuario que interactúa con la herramienta.
- *Ingeniería del Conocimiento*: Esta componente capta todo el conocimiento que el profesor desea tener en cuenta en su Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente.
- *LEX*: Está estrechamente relacionada con la componente Ingeniería del Conocimiento. Se utiliza un algoritmo (LEX) de RP para reducir el espacio de representación inicial (rasgos que conforman el Modelo del Estudiante).
- *Clasificador*: Es una estructura de datos utilizada para asignarle a cada estudiante el entrenador adecuado en cada tópico y así ir conformando su Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente.
- *Recuperador y adaptador del SBC*: En esta componente se implementó un Sistema Basado en Casos compuesto por la Base de Casos y los algoritmos de recuperación y adaptación de casos según resultados obtenidos en (Gutiérrez, 2003).

Gran parte del éxito de cualquier Sistema Basado en el Conocimiento es que se realice una buena ingeniería del conocimiento teniendo en cuenta que el usuario no es experto en informática (Bello, 2002). La herramienta utiliza técnicas de RP para ayudar al profesor en esta tarea. La estructura de todo Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente elaborado con HESEI como el que se expone en este trabajo se muestra en la figura 2, dándole la posibilidad al profesor de estructurar su sistema desde el tema general a tratar, hasta las preguntas que realizará en cada tópico:

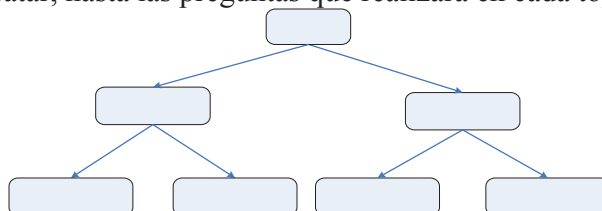


Figura 2. Estructura de un Sistema de Enseñanza/Aprendizaje elaborado con HESEI

Un diagrama general de casos de uso de HESEI se muestra en la figura 3. En el mismo se presenta los dos actores fundamentales del sistema: Estudiante y Profesor. El Sistema de Enseñanza/aprendizaje Inteligente de Grafos, al ser una aplicación concreta de HESEI permite también estos actores a través de los cuales se maneja todo el proceso:

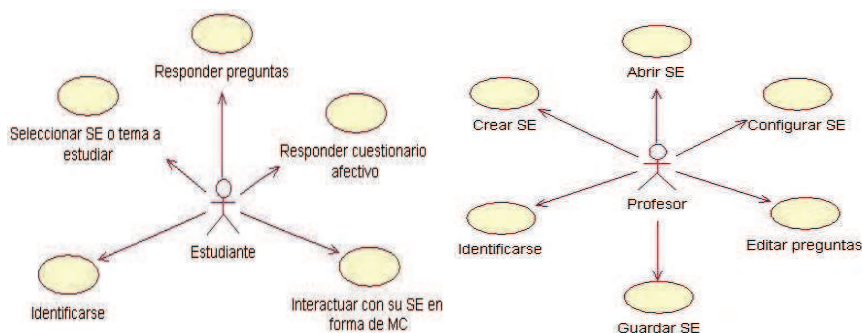


Figura 3: Diagramas de Casos de Usos de los actores en HESEI

En las figuras 4 y 5 se aprecia un ejemplo del Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente implementado con HESEI para aprender la teoría de grafos, específicamente la figura 4 representa un esquema de la estructuración de los contenidos del tema de grafos en la Matemática Discreta.



Figura 4: Esquema de la estructuración de los contenidos del tema de grafos en la Matemática Discreta

Se ha querido presentar mediante un Mapa Conceptual el Tópico 1 relativo a la Terminología básica, según se muestra en la figura 5.



Figura 5: Mapa Conceptual relativo a la Terminología básica de grafos

Se cuenta con un editor de preguntas, herramienta de fácil manejo, que facilita la confección de preguntas de forma dinámica, además permite editarlas después de creadas y resueltas.

El profesor puede elaborar preguntas pertenecientes a un tópico determinado. Antes de editar se conocerá la cantidad de tópicos y la cantidad de preguntas de cada tópico.

Posteriormente se elige el tipo de pregunta. Toda esa información debe ser almacenada ya que el estudiante deberá responder las preguntas que el profesor editó al visualizar el tema seleccionado.

Luego que el profesor edite las preguntas y éstas queden almacenadas, se guardará la respuesta para cuando el estudiante responda. Primeramente el profesor debe introducir las respuestas para que luego el sistema pueda verificar si coinciden con las del estudiante y el profesor pueda llegar a determinadas conclusiones.

Ejemplo de Cuestionario relacionado con el Tópico 1:

Pregunta 1. Marque la respuesta correcta:

a) Un grafo (o grafo no dirigido) consta de un conjunto de V vértices y un conjunto E de aristas tales que cada arista $e \in E$ queda asociada a un par de vértices.

b) Un grafo (o grafo no dirigido) consta de un conjunto de V vértices y un conjunto E de aristas tales que cada arista $e \in E$ queda asociado a un par ordenado de vértices.

c) Un grafo (o grafo no dirigido) consta de un conjunto de V vértices y un conjunto E de aristas tales que cada arista $e \in E$ queda asociado a un par no ordenado de vértices.

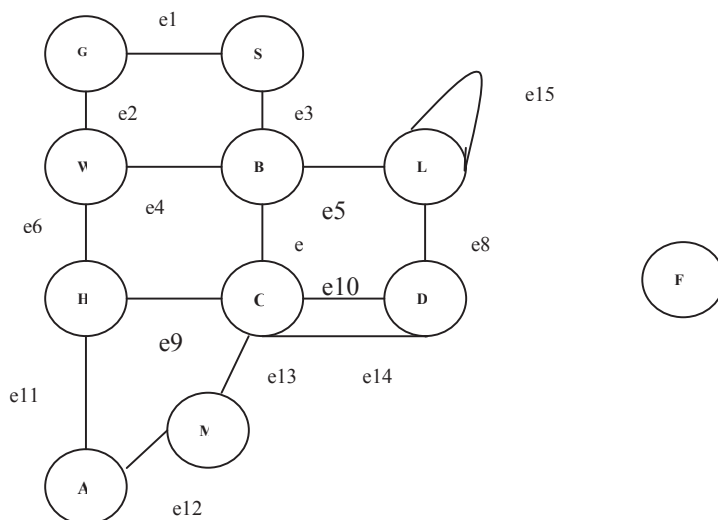
Pregunta 2. Enlace las columnas A y B según el siguiente grafo que aparece posteriormente:

Columna A

- a). G, L, D
- b). e1
- c). e1, e7, e8
- d). M y C
- e). e10, e14
- f). ce15
- g). F

Columna B

- e son aristas paralelas
- g vértices aislados
- a son vértices
- f lazo
- b aristas incidentes en G y S
- c son aristas.
- d son vértices adyacentes
- h). e2, e3



Conclusiones metodológicas del docente:

- Si las respuestas de las Preguntas 1 y 2 son incorrectas entonces el estudiante tiene serias dificultades en la terminología básica del tema de grafos (debe estudiar la definición de grafo e incluso de digrafo).
- Si la respuesta de la Pregunta 1 es correcta y de la Pregunta 2 es incorrecta entonces se debe enfatizar en la definición y plantear la terminología básica de la rama izquierda.
- Si las respuestas de las Preguntas 1 y 2 son correctas entonces se debe pasar a la rama derecha del árbol.

Por su parte, HESEI muestra el Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente en forma de Mapa Conceptual como se aprecia en la siguiente figura.

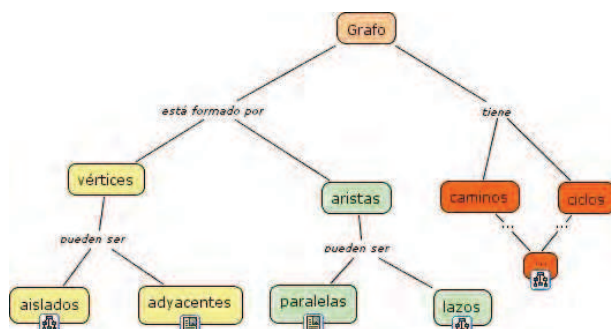


Figura 6: Mapa Conceptual relativo a la terminología básica después de la inferencia

- Conceptos que no domina aún, y además no puede acceder a estudiarlos hasta que no domine los anteriores
- Conceptos que ya domina y se tiene acceso a la información que estos nodos contienen
- Conceptos que debe aprender el estudiante y por ende, tiene acceso a la información que estos brindan

Conclusiones

Como resultado de este trabajo se obtuvo un Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente para la enseñanza de grafos, específicamente en lo que se refiere a la terminología básica y ejemplos.

La utilización de la herramienta HESEI facilitó el trabajo, pues sin profundizar en aspectos decisivos en la implementación de un Sistema de Enseñanza/Aprendizaje Inteligente, como son las técnicas de Inteligencia Artificial, se logró un sistema que se adapta a las características cognitivas y afectivas del estudiante para la enseñanza de esta temática. Esta herramienta consta de un módulo Metodológico y un módulo Afectivo que ayudan al profesor a reflexionar y realizar un profundo trabajo metodológico para estructurar el sistema y confeccionar los cuestionarios y entrenadores con los cuales el estudiante va a estudiar, sin descuidar el estilo de aprendizaje (teórico, pragmático, práctico y reflexivo). También trabaja con un módulo de ayuda a la difícil tarea de Ingeniería del Conocimiento que es decisiva en la elaboración de estos sistemas. Estando estas características expuestas en el Sistema para Grafos estas ventajas ayudan al aprendizaje de esta temática.

El sistema obtenido se ha probado con un grupo reducido de estudiantes, para ir perfeccionándolo y ponerse en uso en el próximo curso escolar a estudiantes de segundo año de la carrera de Ciencias de la Computación en la Facultad de Matemática, Física y Computación de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Referencias Bibliográficas

- Bello, R. (2002). *Aplicaciones de la Inteligencia Artificial*. Guadalajara, Jalisco, México: Ediciones de la Noche.
- García, L. (2001). *Introducción a la Matemática Discreta*. La Habana. Cuba: Pueblo y Educación.
- García, Z. et al. (2000). *Introducción a la Inteligencia Artificial*. Guadalajara, Jalisco, México: Ediciones de la Noche.
- Gavrilov, G. (1980). *Problemas de Matemática Discreta*. Moscú. URSS: MIR.
- Guardati, S. (1994). Razonamiento Basado en Casos. *Soluciones Avanzadas*, 13, 31-43.
- Gutiérrez, I. (2003). *Modelo para la Toma de Decisiones usando Razonamiento Basado en Casos en condiciones de Incertidumbre*. Disertación doctoral no publicada, UCLV, Santa Clara, Cuba.
- Johnsonbaugh, R. (1999). *Matemáticas Discretas* (4ta. Ed.) México: Prentice Hall.
- Shute, V. (1993). Principles for evaluating Intelligent Tutoring Systems. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 4(3), 245-271.