

DISEÑO DE HEDEA: UNA HERRAMIENTA PARA LA CONSTRUCCION DE SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES

Mario A. Romero Inzunza, Enrique Sucar Succar, Pilar Gómez-Gil
Coordinación de Ciencias Computacionales
m_romeroinzunza@inaoep.mx, esucar@inaoep.mx, pgomez@inaoep.mx,

RESUMEN

En el presente trabajo se describe el diseño de una herramienta de autoría llamada HEDEA para sistemas tutores inteligentes (STI) que trabajan con un laboratorio virtual. Uno de los principales problemas para el desarrollo de los tutores inteligentes es la gran cantidad de tiempo y personal experto que se requiere para implementarlos. En este artículo se presentan resultados preliminares obtenidos por una herramienta de autoría que permite a un profesor no experto en el área de tutores inteligentes desarrollar un STI a partir de la definición temática de un curso. Los resultados preliminares muestran que HEDEA promete ser una buena herramienta de apoyo al uso de laboratorios virtuales y tutores inteligentes

existente. Para la generación del STI el docente requiere utilizar el temario de un curso en orden jerárquico de temas, sub-temas y conceptos, asociando cada concepto a las variables de los experimentos que pueden ser resueltos en el laboratorio virtual.

Este artículo se encuentra organizado de la siguiente manera: la sección II presenta un resumen de los conceptos principales de STI's. La sección III describe algunas herramientas de autoría existentes y las compara con otras herramientas disponibles conocidas como *Shells*. La sección IV describe la arquitectura y aspectos de diseño de HEDEA. La sección V muestra la estrategia utilizada para evaluar el prototipo de la herramienta construida. La sección VI presenta algunas conclusiones y propone algunas ideas para continuar esta investigación.

I. INTRODUCCIÓN

Un sistema tutor inteligente es un programa de computadora que instruye a un estudiante, de manera que dicha enseñanza se adapte a las necesidades de cada alumno utilizando técnicas de inteligencia artificial [1]. El utilizar sistemas tutores inteligentes en laboratorios virtuales ha mostrado mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje [2]. Sin embargo, sigue siendo muy costosa su construcción, debido el tiempo de desarrollo necesario y el requerimiento de personal experto tanto en tutores inteligentes como en la asignatura en la que se quiere desarrollar.

Para atacar los problemas descritos se ha desarrollado una herramienta de autoría (llamada HEDEA) basada en modelos probabilistas relacionales [3], la cual permite que un docente no experto en modelos probabilistas pueda generar un sistema tutor inteligente para un laboratorio virtual

II. TUTORES INTELIGENTES

Un tutor inteligente es “un sistema de software que utiliza técnicas de inteligencia artificial (IA) para representar el conocimiento e interactuar con los estudiantes para enseñárselo” [1]. Se le nombra “inteligente” porque tiene la capacidad de adaptarse a las necesidades de cada estudiante. Un STI consta de tres módulos base: tutor, estudiante y experto. El módulo tutor, proporciona un modelo del proceso de enseñanza. El módulo (o modelo) del estudiante representa el conocimiento adquirido por éste en un tiempo determinado. El módulo experto (o base de conocimiento) contiene la información que se le enseñará a los estudiantes, todo el material de las prácticas, exposiciones, experimentos, etc. Un cuarto componente en un STI es la interfaz, la cual se encarga de administrar el proceso en que el estudiante se comunica con el sistema tutor inteligente.

III. HERRAMIENTAS DE AUTORÍA

Para disminuir los tiempos de desarrollo de un STI, generalmente se utilizan herramientas de autorías y *shells* de diseño [4]. Los *shells* son herramientas prefabricadas, diseñadas para que los expertos en el desarrollo sistemas tutores inteligentes las administren para facilitar su desarrollo. Las herramientas de autoría, por otro lado obtienen los mismos resultados de los *shells*, pero incorporan una interfaz que pueda ser utilizada por personal no experto en el desarrollo de STI's. El objetivo principal de las herramientas de autoría es que los profesores puedan desarrollar tutores inteligentes para las asignaturas que están enseñando.

HEDEA (Herramienta de Autoría) utiliza modelos relacionales probabilistas para representar el comportamiento del estudiante, basado en lo propuesto en [5]. El esquema general utilizado para el modelo relacional del estudiante se presenta en la Figura 1 Existen varias maneras de modelar el conocimiento de un estudiante. Sin embargo, dadas las características de expresividad que muestran los modelos relacionales probabilistas y el buen desempeño en el modelado de STI obtenido por las redes bayesianas, se decidió utilizar este tipo de modelo.

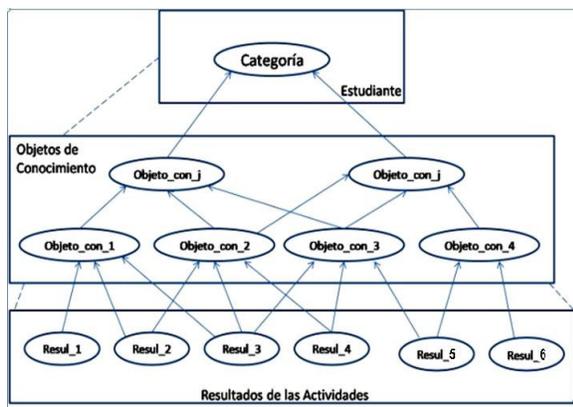


Figura. 1 Modelo Relacional Probabilista del estudiante. Adaptado de [5].

IV. HERRAMIENTA PROPUESTA: HEDEA

La herramienta de autoría desarrollada requiere la existencia de un laboratorio virtual de enseñanza. Dicho laboratorio debe tener

claramente definidas las variables que pueden ser evaluadas durante la ejecución de los experimentos que el laboratorio soporta y ser capaz de exportar estos valores a través de archivos de texto u otros tipos de archivos.

En la figura 2 se muestra el esquema de trabajo de HEDEA. El docente introduce información sobre el laboratorio a diseñarse, la cual se organiza en archivos de configuración y permite la definición jerárquica del conocimiento esperado del estudiante al final del curso. Esta información también incluye la asignación de pesos de importancia a los temas cubiertos y la asociación de las variables resultantes en los experimentos al conocimiento correspondiente. Los resultados de evaluación de estas variables permiten al tutor inteligente determinar si el conocimiento del estudiante ha sido modificado después de la realización de dichos experimentos. La configuración de la base de conocimiento se realiza mediante la captura de un temario con 3 niveles de profundidad (temas, subtemas y conceptos). Cada uno de estos niveles tiene un porcentaje de aportación de conocimiento hacia el padre. Un ejemplo de un temario se muestra en la figura 3.

La definición de la base de conocimiento se genera un grafo el cual es una traducción automática del temario capturado por el docente con lo cual se tiene el mapa jerárquico de temas, subtemas y conceptos. Como parte de la definición de la base de conocimiento, a cada uno de los conceptos hoja del grafo generado a partir del temario, se le asocian un conjunto de variables de los experimentos a resolver, con lo que se indica la dependencia del conocimiento.

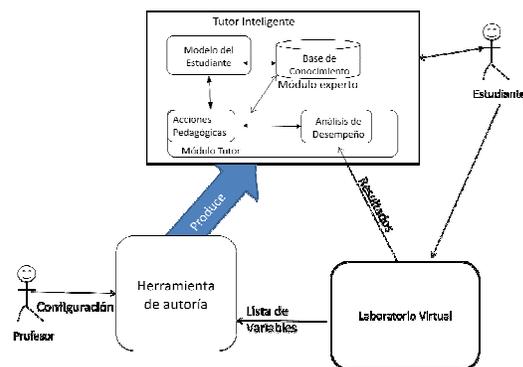


Figura 2. Esquema general de trabajo de la herramienta de Autoría. Se muestra como el docente introduce los archivos de configuración y la herramienta produce a un STI, el cual una vez generado interactúa con un estudiante y un laboratorio virtual.

La modificación del grafo para añadir las variables de los experimentos se realiza mediante el enlace manual donde se selecciona la hoja del grafo y se une al conjunto de variables del o de los experimentos asociados. La cual después se utilizara para hacer una representación del modelo del estudiante.

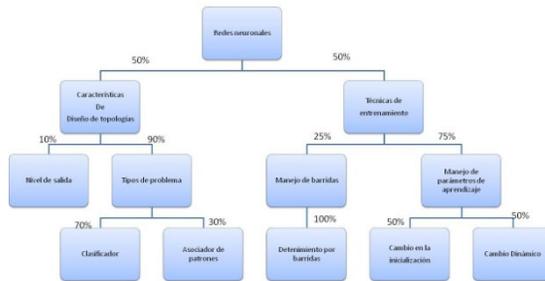


Figura3.- Ejemplo de un temario tomado de [8] mostrando los porcentajes de conocimiento que aporta cada concepto “hijo” hacia su concepto “padre.” Se observa que cada nivel de profundidad debe sumar 100%.

Una vez que se ha generado la base de conocimiento, se tiene que generar el modelo del estudiante, utilizando los porcentajes para las variables asignados por el docente, que el/la estudiante resolverán durante los experimentos. Esta generación incluye dos procesos importantes. El primero implica la generación automática de una red bayesiana que represente el temario del curso, como el ejemplo mostrado en la figura 3. El segundo proceso implica la adaptación de esta red utilizando los valores de los experimentos que hayan sido realizados por el estudiante. Para la ejecución automática del segundo proceso se añaden dos nodos adicionales por cada nodo de la red bayesiana, con lo cual se permite tomar en consideración los valores obtenidos por la interacción del estudiante en experimentos previos.

La inferencias que realiza la nueva red bayesiana es utilizando un nodo transitorio el cual es inicializado con el valor obtenido por el experimento anterior, Después genera un nodo donde se fusione el resultado de los experimentos anteriores con el resultado obtenido por el experimento que estaba ejecutando. Así al final de la ejecución de un experimento el cambio en el conocimiento en el modelo del estudiante esta dado por todo el historial de experimentos que ha ejecutado.

El modulo tutor fue construido utilizando reglas de decisión del tipo: Si <Evaluación> entonces <<Acción a tomar>> [4]. Este módulo

permite asociar las reglas a cada parte del conocimiento que quiera generarse o mantener el mismo valor para todos los niveles.

La generación del STI implica generar automáticamente carpetas de archivos con el nombre del laboratorio y las palabras “tutor inteligente” la cual contiene carpetas de configuración, laboratorio asociado y motor de inferencia. El motor de inferencia es construido por HEDEA a través utilizando la herramienta de construcción de sistemas de apoyo a decisiones llamada Elvira [6]. Para cada estudiante que utilizará el STI y que es registrado en HEDEA, ésta genera una carpeta, la cual contiene los archivos para el modelado del estudiante que se actualizan cada vez que se resuelve un nuevo experimento, modificándose automáticamente después de cada experimento los parámetros del modelo probabilista relacional.

V. EVALUACIÓN

Para evaluar el funcionamiento de HEDEA se realizó un caso de estudio construyéndose un pequeño tutorial para enseñar redes neuronales artificiales de varios niveles [8]. Existen tres aspectos principales a evaluar para este tipo de herramientas: usabilidad, funcionamiento del modelo, y funcionamiento del tutor inteligente, los cuales se describen a continuación.

Actualmente HEDEA es todavía un prototipo, por lo que con respecto a usabilidad, se consideraron solo 2 atributos a evaluarse de los 5 que propone Ferre [9]: la satisfacción del usuario y facilidad de aprendizaje de uso de la herramienta. La tabla 1 muestra el cuestionario que se diseñó para realizar esta evaluación, y los resultados obtenidos al ser evaluada por un profesor no experto en laboratorios virtuales ni sistemas tutoriales inteligentes. En esta evaluación preliminar la herramienta obtuvo una calificación de 1.7 en una escala de 0 a 3.

Para evaluación del modelo del estudiante utilizado en esta herramienta se diseñó una interfaz secundaria a la herramienta, que permite al docente visualizar los resultados de la ejecución de experimentos de manera artificial. El docente captura manualmente posibles resultados de las variables y analiza el cambio en el conocimiento.

Con respecto a la evaluación del funcionamiento del STI generado, cabe mencionar que el trabajo reportado en [2] que utiliza STI's basados en modelos probabilísticos, mostró resultados prometedores para este tipo de arquitecturas por lo que se espera obtener

resultados similares en la evaluación correspondiente a este trabajo.

Tabla 1. Cuestionario de usabilidad aplicado a la herramienta de autoría HEDEA

No. Pregunta	Descripción de la pregunta	Importancia	Atributo	Calificación (0-3)	Sub-Total
1	Construir un temario con conceptos pesados es una tarea fácil.	0.2	Aprendizaje	2	0.4
2	He aprendido a utilizar HEDEA rápidamente	0.2	Aprendizaje	2	0.4
3	Fue fácil seguir las instrucciones de la herramienta	0.2	Aprendizaje	1	0.2
4	Los pasos para registrar mis experimentos en HEDEA son fáciles.	0.1	Satisfacción	2	0.2
5	Me gustaría recomendar HEDEA a mis colegas	0.2	Satisfacción	2	0.4
6	HEDEA me permite corregir o cambiar mis entradas fácilmente.	0.1	Satisfacción	1	0.1
TOTAL (máximo valor 3):					1.7

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Se presenta una nueva herramienta de autoría que permite desarrollar STI basados en modelos probabilísticos partiendo del temario pesado de un curso. La generación del modelo del estudiante se realiza de manera automática y es transparente al usuario. Los STI generados por la herramienta son asociados a un laboratorio virtual existente. El modelo del estudiante toma en cuenta los valores de experimentos previos lo cual permite darle mayor valor al historial o a su último resultado.

Dentro del trabajo futuro para esta investigación está el diseño y generación de un módulo tutor que incorpore estrategias y modelos pedagógicos eficientes para ser utilizadas en el STI. Esto permitirá que el docente solo se ocupe de lo que se va a enseñar y el tutor pueda adaptarse utilizando algún modelo pedagógico o modelos pedagógicos ya probados. La evaluación de desempeño del tutor requiere por lo menos el tiempo de duración de un curso completo, a fin de identificar cuáles son los avances de los estudiantes que utilizaron el STI y compararlos con los que no lo utilizaron.

Otras extensiones incluyen la generalización de HEDEA de manera que permita diseñar sistemas tutores inteligentes, para ambientes web, móviles y diversos sistemas operativos; asimismo, se requiere diseñar estrategias que permitan ensamblar los STI generados por la herramienta a plataformas de enseñanza o gestores de contenido para cursos

mediante la web. Por último el desarrollar una interfaz de captura mediante iconos que permita al usuario dibujar el mapa conceptual, así como extender la versión actual a más de tres niveles de profundidad en la enseñanza ayudaría a mejorar la usabilidad de este sistema.

VII. AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al CONACyT por el apoyo otorgado a través de la beca para estudios de Maestría # 13147, así como al INAOE por los apoyos otorgados para realizar sus estudios.

VIII. REFERENCIAS

- [1] Feedman, R., Ali S. S., y McRoy "What is an Intelligent Tutoring System?" *Intelligence (Intelligence) #3*, 15-16 (2000)
- [2] Noguez, J., Sucar, L.E., "A Probabilistic Relational Student Model for Virtual Laboratories," *enc. pp.2-9, Sixth Mexican International Conference on Computer Science (ENC'05) (2005).*
- [3] Getoor, Lise, Friedman, Koller D., Pfeffer A., y Taskar B., "Probabilistic Relational Models." In *An Introduction to Statistical Relational Learning*, by L. Getoor and B. Taskar, 129-174. MIT Press, (2007)
- [4] Murray, T. "Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of the State of Art." *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 98-129 (1999)
- [5] Noguez, J. *Modelo probabilista relacional del estudiante para laboratorios Virtuales*, Tesis Doctoral. Cuernavaca, Morelos: ITESM, Capus Cuernavaca (2005)
- [6] Elvira. Elvira. 01 01, 2001. <http://leo.ugr.es/elvira/> (accessed 01 18, 2009).
- [7] Salgueiro, F., Cataldi Z., Lage F., y García-Martínez, R., "Sistemas Tutores Inteligentes: Redes Neuronales para Selección del Protocolo Pedagógico." *IV Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación*. Buenos Aires, Argentina, 255-266 (2005).
- [8] Gómez-Gil, P. *Diseño de un Laboratorio Virtual Básico de Redes Neuronales de Retropropagación* Reporte Técnico. Laboratorio de redes neuronales. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y electrónica. Coordinación de Ciencias Computacionales, 2009.
- [9] Ferré, X., Juristo, N., Windl, H. C., L. Usability Basics for Software Developers. *IEEE Software* 18,1, 22-28 (2001).