

SISTEMAS TUTORIALES INTELIGENTES

Martha Vitalia Corredor M.

RESUMEN

Los sistemas tutoriales inteligentes (STI) son una nueva forma de programas para adelantar Instrucción Apoyada por Computador (IAC) con herramientas de Inteligencia Artificial (IA). Su finalidad es tratar de simular un maestro experto, no solamente en su dominio de un área de conocimiento sino también en su pedagogía y comunicación con el alumno. Su desarrollo implica manejo completo e inteligente del conocimiento de la materia, de pedagogía y de modelaje del alumno. En este artículo se presenta una revisión conceptual de los antecedentes, características y exigencias de un STI y se sintetiza lo que se pretende lograr con un prototipo de STI en la Universidad Industrial de Santander, para enseñar Anatomía.

INTRODUCCION

Por ser el aprendizaje una etapa importante en el desarrollo de toda actividad educativa es necesario exigir para la enseñanza las más calificadas ayudas tecnológicas. Se plantea, por tanto, el uso de medios didácticos que sirvan de apoyo y no de obstáculo, y que hagan fácil el trabajo de maestros y alumnos en vez de suponer una complicación de sus tareas.

Dentro de esta línea se presenta el desafío del desarrollo de sistemas tutoriales con características tales que abarquen el tratamiento inteligente de información relacionada con un cierto dominio, el modelado del conocimiento del estudiante, distintos tipos de estrategias de enseñanza y una interfaz para la comunicación con el estudiante.

Ante la posibilidad de desarrollar este nuevo tipo de sistemas tutoriales, los investigadores en el área han mirado con esperanza los adelantos de las investigaciones técnicas y herramientas de la Inteligencia Artificial (IA), la Pedagogía y la Psicología Cognoscitiva.

Estado del arte en STI

Las aplicaciones educativas de la tecnología del computador surgieron desde los primeros años de la década de los 60. Estas aplicaciones han incluido programación de cursos, instrucción apoyada con computador, realización de pruebas, simulación de modelos y procesos, así como desarrollo de tutoriales mediante el uso de lenguajes de programación o lenguajes y sistemas de autoría.

Los tres enfoques fundamentales de las aplicaciones del computador a través del tiempo han sido:

- a. El de inmersión en el entorno. El alumno tiene libertad para interactuar con el computador usándolo en la solución de sus problemas, por tanto debe conocer algún lenguaje que le permita programar el computador.
- b. Uso de juegos y simulación. El alumno, mediante un juego o experimento simulado, prueba, adquiere o aclara conceptos y desarrolla habilidades
- c. Instrucción asistida por computador (IAC). Intenta motivar y controlar el aprendizaje de una materia mediante el desarrollo de programas de instrucción.

Antecedentes de los STI

Los primeros programas desarrollados en la rama de la IAC aplican esta metodología: presentación del material de estudio, preguntas con respuesta breve, análisis de respuestas, diagnóstico del alumno y bifurcación a material de apoyo, si es necesario, o presentación de nuevo material.

Desarrollos posteriores de la IAC incorporan el concepto de individualización de la instrucción, en el que el material y la ejercitación de los cursos se adaptan a las necesidades, intereses y nivel de conocimiento del alumno.

A finales de la década de los 60 y primeros años de la década de los 70, los investigadores sobre usos educativos del computador, miraron con esperanza la aparición de la inteligencia artificial (IA). Al mismo tiempo se reconoce que los cursos de IAC desarrollados hasta el momento eran rudimentarios y un poco forzados.

Por qué se recurrió a la IA?

Un análisis de los programas tradicionales para la IAC señala las siguientes limitaciones [1]:

- Incapacidad para orientar diálogos en el lenguaje natural.
- Incapacidad para comprender la materia que se está enseñando en el sentido que el programa no puede aceptar preguntas no anticipadas.
- Incapacidad para comprender la naturaleza de los errores de los estudiantes.
- Incapacidad para sacar provecho de la experiencia con los estudiantes o experimentar con la estrategia de enseñanza.

Estas limitaciones se derivan, en buena medida, de la forma como se representa y organiza el conocimiento de la materia y de la ausencia de conocimiento pedagógico experto en los programas tradicionales para IAC.

Estas fallas han sido abordadas como problemas de IA por algunos investigadores que miraron con expectativas cómo sus técnicas de representación del conocimiento, métodos de inferencia y estrategias de control son herramientas importantes para superar estas limitaciones y lograr la creación de un STI.

Evolución y perspectivas de los STI

En los setentas se empieza a hablar y a desarrollar Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) y es Carbonell en 1970 [2] quien define este segundo tipo de IAC que es conocido como IAC basada en el conocimiento o IAC Inteligente. A los primeros usos de las técnicas de IA en IAC se les llamó IAC GENERATIVA, pues los sistemas desarrollados tenían capacidad para generar problemas desde una gran base de datos que contenía la materia de estudio.

Pero los STI señalados por Carbonell, eran más que simples generadores de problemas, debían ofrecer lo que Brown [3] llama entorno de aprendizaje reactivo, en el cual el programa de instrucción se encarga del entrenamiento del estudiante y el diálogo tutorial orienta la instrucción según los conocimientos, intereses y conceptos erróneos del estudiante.

Koffman y Blount [4] y otros investigadores señalan además que un STI debe ser capaz de deducir hipótesis basadas en la historia de errores del estudiante para encontrar cuál es la causa real de sus dificultades.

Para el desarrollo de los STI, los investigadores han empleado técnicas de IA sobre la comprensión del lenguaje natural, representación del conocimiento, métodos de inferencia y técnicas de aprendizaje, además de algunas aplicaciones específicas como simplificación algebraica, integración simbólica, diagnóstico médico, solución de problemas y prueba de teoremas.

Nuevos desarrollos de los STI, se caracterizan por la inclusión de experiencia adicional relacionada con el entorno de aprendizaje del estudiante y métodos y técnicas de enseñanza. Con estas nuevas características se han desarrollado sistemas más flexibles, adaptados a los

intereses del estudiante y con métodos pedagógicos que facilitan el proceso de aprendizaje.

En el desarrollo de un STI se distinguen cuatro componentes básicos: el módulo experto, módulo del modelo del estudiante, módulo de estrategias de enseñanza y el módulo de interfaz con el usuario. Pero, debido al tamaño y complejidad de este tipo de sistemas, no existe aún un STI en el cual se hayan desarrollado todos los componentes con todas las características que proponen los investigadores en el área como Carbonell, Brown, Koffman y otros. A continuación se destacan algunos STI sobre los cuales se ha trabajado uno de estos módulos [5].

- SOPHIE, que permite al estudiante probar y depurar fallas hipotéticas en un circuito electrónico y GUIDON, que instruye al estudiante a partir de la base de conocimiento del Sistema Experto Mycin el cual diagnostica enfermedades infecciosas de la sangre. Estos sistemas incorporan técnicas de IA en su módulo experto.

- WEST, que evalúa y sugiere mejoras en la habilidad del estudiante para la formación de expresiones aritméticas a nivel elemental y BUGGY, que modela errores cometidos por el estudiante al resolver problemas aritméticos y presenta evidencia de que esos errores son desviaciones sistemáticas de los procedimientos correctos. Estos sistemas incorporan técnicas de IA en su modelo del estudiante.

- MENO-TUTOR es un entorno de trabajo en el cual las reglas de tutoría pueden definirse, probarse y el sistema puede cambiarlas dada la interacción con el estudiante. Este sistema incorpora técnicas de aprendizaje por máquina para cambiar las estrategias de enseñanza.

En los últimos años ha surgido una toma de conciencia de que la aplicación de la tecnología de los Sistemas Basados en el Conocimiento puede mejorar la calidad y eficiencia de los STI.

Artículos de Freedman y Rosenking [6] y Kearsley y Seidel [7] concluyen que la nueva generación de STI debe incorporar conceptos nuevos sobre adquisición, representación y manejo del conocimiento del experto, resolución de problemas de diferentes formas, explicación de su razonamiento y adquisición de conocimiento en cuanto a estrategias de enseñanza a partir de la interacción usuario-sistema.

Componentes de un STI

Con estos sistemas se trata de crear un programa de instrucción que pueda parecerse, lo más posible, a un buen maestro en su actividad de enseñanza, resaltando su capacidad para detectar las lagunas de conocimiento del alumno, acercarse a cada situación de aprendizaje y utilizar estrategias tutoriales a la medida del estudiante.

El logro de un sistema con las anteriores características exige desarrollar un programa tutorial compuesto por los módulos mostrados en la figura 1 [8].

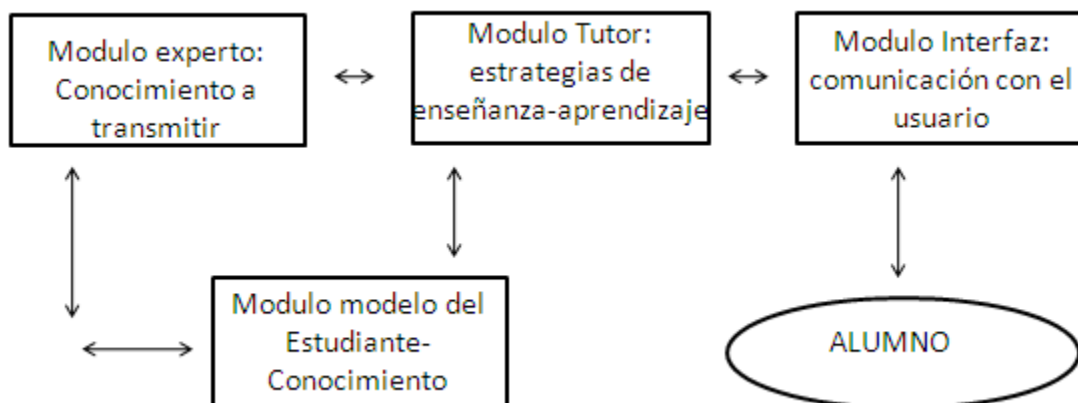


Figura 1. Arquitectura de un STI

Cada uno de estos módulos posee características especiales, así:

- a. **Módulo Experto:** Contiene conocimiento del área de enseñanza y cubre los posibles razonamientos para las respuestas del estudiante. Además suministra problemas para resolver o tópicos a discutir. Este módulo debe reconocer una solución incorrecta aunque no sea capaz de resolver los problemas que presenta al estudiante, debe tener la capacidad para presentar diferentes ejercicios, que aún no teniendo una estrategia de resolución común, den al alumno la impresión de que son diferentes.
- b. **Módulo Modelo del Estudiante:** Contiene información acerca de cada estudiante. Se usa para predecir el nivel de comprensión del estudiante o reconocer su estilo de aprendizaje. Suministra diferente número de preguntas para identificar y detectar las anomalías en el aprendizaje del alumno, la estrategia empleada por éste para resolver problemas y conocer exactamente lo que entiende para evitarle repeticiones tediosas durante una sesión de aprendizaje.
- c. **Módulo Tutor:** Contiene las estrategias, reglas y procesos que orientan las interacciones del sistema con el estudiante. Entre sus objetivos está: la elección del tipo de problema a resolver, el control y crítica del rendimiento del alumno, facilitar ayuda si el estudiante la requiere, seleccionar material de apoyo en caso de error y definir hasta dónde se permite al estudiante equivocarse.
- d. **Módulo Interfaz con el Usuario:** Encargado de generar salidas correctas para el estudiante, interpretar sus respuestas, organizarlas y pasarlas al sistema de tutoría. Este módulo es el que ha recibido menos atención por los problemas de comprensión de lenguaje natural.

SISTEMAS EXPERTOS vs STI

Los sistemas expertos (SE) son una de las ramas de aplicación de la IA cuyo desarrollo y uso ha mostrado resultados muy positivos y por tanto han despertado, en los últimos años, el interés de su aplicación en distintas áreas.

Antes de citar la relación SE-STI vale la pena aclarar un poco sobre la definición y arquitectura de un SE. Observando la gráfica de la figura 2 podemos distinguir los componentes básicos de un SE [9].

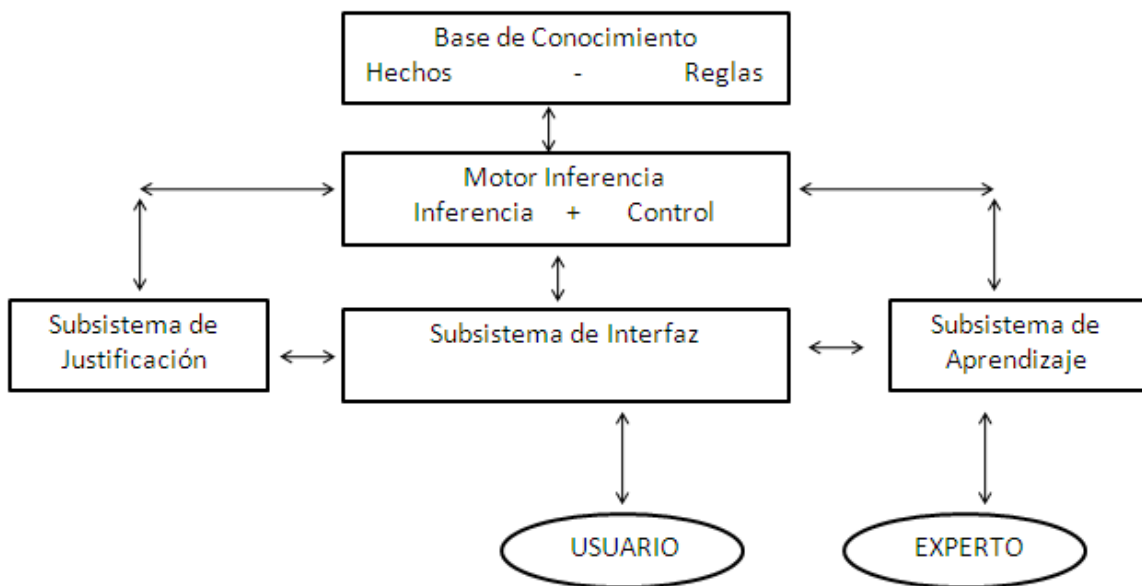


Figura 2. Arquitectura de un SE

En forma resumida podemos definir un SE como un programa de computador con capacidad para procesar gran cantidad de información simbólica, realizar procesos de inferencia y búsqueda heurística, justificar sus respuestas y preguntas durante un proceso de consultas y dar respuestas como lo haría un experto en el área.

Este conjunto de tareas se logra mediante la interacción de sus cinco componentes:

- a. Base de conocimiento: que contiene todo el conocimiento del dominio organizado en la Base de Hechos que son los conceptos conocidos, los supuestos de partida y propiedades que se van deduciendo y en la Base de Reglas que es el conocimiento y los trucos adquiridos por el experto a través de su experiencia de trabajo y que utiliza para la solución de sus problemas.

- b. Motor de Inferencia: contiene el mecanismo lógico de razonamiento y las estrategias de control para deducir respuestas y justificar soluciones obtenidas.
- c. Subsistema de Justificación: encargado de explicar cómo se obtuvo una respuesta, por qué se procedió en determinada forma y por qué se solicitan ciertos datos durante un proceso de inferencia.
- d. Subsistema de Interfaz: permite la comunicación con el usuario para dar respuesta a sus consultas, solicitarle datos o justificar soluciones.
- e. Subsistema de aprendizaje: encargado de interactuar con el experto con el fin de actualizar la Base de Conocimiento.

Analizando las características de los SE puede verse que su uso alcanza todos los módulos de los STI:

Módulo Experto: Es el experto que trae y maneja el conocimiento de la materia.

Módulo Tutor: Experto en técnicas de enseñanza para elegir conceptos, fijar el nivel de dificultad de la enseñanza y controlar el proceso de aprendizaje.

Módulo Modelo del Estudiante: Experto que analiza las respuestas del alumno buscando detectar conceptos desconocidos, nivel de asimilación y motivación.

Módulo Interfaz con el Usuario: Experto interpretador del lenguaje natural.

Como se ve en un STI se busca la integración de cuatro SEs y por tanto no es tarea fácil de lograr sino mediante la adquisición de experiencia y el desarrollo gradual de prototipos de STI.

TRABAJO EN LA UIS: EXPERTO EN ANATOMIA

En la actualidad los estudiantes de pregrado del departamento de Sistemas Arturo Brokate, Jesús Cabrera y José Luis Castro, están desarrollando como proyecto de grado un prototipo de STI para la enseñanza de anatomía en el primer semestre de Bacteriología. Me permito transcribir en forma muy resumida las características de cada uno de los módulos que se están implementando, así como el método de trabajo utilizado.

Método de trabajo

Los pasos que se han seguido para el desarrollo del trabajo han sido los siguientes:

- Formación del grupo en los siguientes aspectos: desarrollo de programas para la IAC, técnicas de representación del conocimiento, mecanismos de inferencia y estrategias de control aportados por la IA para el desarrollo de programas inteligentes y forma de aplicación de éstos en la realización de software educativo. Esta formación se realizó mediante el desarrollo de un seminario, una clase formal, reuniones periódicas, recopilación y análisis de bibliografía sobre los distintos tópicos.
- Selección del área de estudio para la cual se desarrollaría el STI. En nuestro caso se escogió el estudio del sistema cardiovascular que es un tema correspondiente a la materia de anatomía del primer semestre de Bacteriología.
- Comunicación inicial del grupo de trabajo con el equipo de médicos profesores de la materia los cuales se mostraron interesados en el STI y en colaborar con el aporte de bibliografía y su conocimiento.
- Asistencia del grupo de trabajo a algunas clases teóricas y prácticas de la materia para observar el comportamiento de los estudiantes frente al contenido y su forma de presentación así como los métodos de enseñanza y evaluación utilizados.
- Diseño y desarrollo de cada uno de los módulos del STI cuyas características se describen a continuación. La programación del sistema se está realizando en Turbo Prolog.

Módulo Experto

Una vez obtenida formación en IAC e IA y estudiados algunos de los STI ya implementados en distintas universidades americanas, se escogió el área de anatomía para desarrollar nuestro STI.

Esta propuesta se llevó a cinco profesores del departamento de Morfología de la Facultad de Salud de la UIS (expertos en anatomía) los cuales mostraron interés en el desarrollo del sistema así como deseo de colaborar con la formalización del conocimiento que debía introducirse dentro de este módulo.

Para la adquisición del conocimiento se asistió a las clases dictadas por los profesores expertos, particularmente las clases teórico-prácticas sobre Sistema Cardiovascular. Esta asistencia facilitó determinar tipos de métodos de enseñanza que se usan y las expectativas de aprendizaje del estudiante.

De otro lado se hizo recopilación de conceptos en libros, enciclopedias y atlas de anatomía, así como consultas a los expertos con el fin de aclarar conceptos y poder organizar en forma correcta la Base de Conocimiento. Es importante señalar que la parte de trabajo con los expertos requiere tiempo y paciencia puesto que se trata de personas con muchas

obligaciones que cumplir.

Una vez analizado el conocimiento y los métodos de enseñanza a utilizar se decidió estructurarlo en forma de Red Semántica (RS) puesto que facilita el uso de la recursividad en búsquedas e inferencias y el manejo de toda la información para este tipo de materia. Esta RS contiene definiciones, funciones, localizaciones, características y divisiones de cada uno de los temas tratados en el Sistema Cardiovascular: corazón, arterias, venas, ganglios linfáticos y circulación fetal. Sólo se llegó a la RS después de probar varias formas de representación puesto que fue la que más se ajustó para el desarrollo de los demás módulos.

Durante el desarrollo de esta Base de Conocimiento ha habido necesidad de consultar continuamente a los expertos para que le critiquen su organización y corrijan posibles errores por interpretaciones erróneas del material teórico. Se dejará implementado un subsistema de adquisición del conocimiento que será un programa para interactuar con el experto e ir alimentando la BC del sistema.

Módulo Pedagógico

En este módulo se conjugan todas las estrategias pedagógicas del STI. Cada interacción del sistema con el estudiante se denomina sesión y se compone de las siguientes etapas: inicio, pre diagnóstico, enseñanza y terminación.

En el inicio de la sesión se presenta una introducción del tema específico y se motiva al estudiante para el aprendizaje.

El pre diagnóstico permite evaluar el nivel de conocimiento del alumno y ubicarlo en una determinada unidad de estudio.

La enseñanza comprende cuatro fases: presentación del material, evaluación, corrección y resolución.

La presentación se hace utilizando formas diferentes de acuerdo con el método escogido para un estudiante específico. Estas formas comprenden gráficas con textos, esquemas, resúmenes y cuadros sinópticos. La evaluación se hace por temas y una general al final, utilizando preguntas de falso y verdadero, de escogencia múltiple y de completar; la evaluación de respuestas se hace mirando respuestas ya fijadas o alternativas, si el estudiante ha contestado en forma que no es la anticipada. En la recuperación de preguntas erróneas se lleva al estudiante a descubrir el por qué y donde se equivocó.

Algunas de las dificultades encontradas son la falta de criterios que deben tenerse en cuenta para evaluar al estudiante y la falta de una definición precisa sobre métodos de enseñanza más adecuados para determinado tipo de alumnos.

Módulo Interfaz

Las labores que cumple este módulo dentro del STI son: presentación del sistema, captura de datos, presentación de pre diagnóstico y evaluación, presentación del material de enseñanza, interpretación de respuestas dadas o preguntas hechas por el alumno al sistema. Es por tanto importante su labor de comunicador entre el STI y el exterior.

La parte más importante es la comprensión del lenguaje natural ya que permite un nivel más adecuado de comunicación. En este caso se maneja la interpretación de preguntas que el usuario puede hacer al sistema en un momento cualquiera de la sesión. La realización de esta tarea presenta dificultades relacionadas con el análisis sintáctico y semántico de cada frase.

REFERENCIAS

1. Ford L. (1984). Intelligent Computer Aided Instruction in Artificial Intelligence: Human Effects. Londres: Ellis Harwood Limited.
2. Carbonell, J.R. (1970). IEEE Transactions on Man Machine Systems, 11 (4), 190-202.
3. Brown, G. P. Report No. TR-182, Laboratory for computer Science MIT.
4. Koffman, E.B. and Blount, S.E. (1975). Artificial Intelligence 6, 215-234.
5. Barr and Feigenbaum (1982). The Handbook of Artificial Intelligence. California: W. Kaufmann Inc.
6. Freedman and Rosenking. (1986). IEEE Expert, 1(3), 31-38.
7. Kearsley and Seidel. (1985). Automation in training and education, 27 (1), 61-74.
8. Novoa Julio y Martínez Luis (1986). Documento II Semana sobre Informática en la ingeniería y en la enseñanza, UIS, p. 203-215.
9. Harmon Paul and King David (1985). Expert Systems: Articial Intelligence in Bussiness. John Wiley & Sons, Inc.