

Una Aplicación de la Tecnología de MultiAgentes a los Sistemas Tutores Inteligentes: Enseñanza de Computación en Carreras de Ingeniería

JIMÉNEZ REY, M. Elizabeth (ejimenez@mara.fi.uba.ar)

GROSSI, María Delia (mdgrossi@mara.fi.uba.ar)

PERICHINSKY, Gregorio (gperi@mara.fi.uba.ar)

Paseo Colón N° 850 - 4° Piso - Tel. 4343-0891 Int. 142

Departamento de Computación. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.

Resumen

Se presenta la primera etapa de una línea de investigación dentro del Proyecto de Investigación Acreditado I015 “Manufactura Integrada por Computadora en Sistemas Complejos para el Desarrollo Social, Industrial y de Tecnología”.

Se ilustran en un marco teórico los temas básicos que pretende aunar este trabajo: los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) y los Sistemas MultiAgentes (SMA).

Se describen las características de los Sistemas Tutores Inteligentes y de los Sistemas MultiAgentes y se fundamenta la utilización de la metodología multiagente para el modelado del sistema tutor inteligente aplicado a la enseñanza de computación en carreras de ingeniería.

Caracterización de los Sistemas Tutores Inteligentes

Introducción

Durante casi 30 años, se ha realizado investigación en el campo de los sistemas tutores inteligentes. Se los califica como “inteligentes” para contrastarlo con los sistemas tradicionales de instrucción por computadora (CAI: Computer Assisted Instruction), siendo la diferencia el uso de técnicas de la Inteligencia Artificial. Se les atribuye “inteligencia” a estos sistemas por su capacidad de resolver los problemas que presenta a los estudiantes y de explicar cómo lo hizo.

Al igual que los sistemas de CAI tradicionales, permiten un mayor grado de individualización en la instrucción; en particular, un STI, relaciona la instrucción con el entendimiento de las metas y creencias del estudiante.

En un sistema de CAI no inteligente, el orden y plan de interacción están más bien predefinidos; mientras que en un STI, se usan técnicas de Inteligencia Artificial tales como planificación, optimización y búsquedas, dejando que el sistema decida “inteligentemente” el orden de presentación del contenido al alumno.

La interacción puede ser muy variada en un STI: desde los pasivos o reactivos, que dependen completamente de esperar a que el alumno realice una acción bien determinada hasta los tutores oportunistas que constantemente presentan nueva información, pasando por los asesores, caracterizados por observar al alumno mientras realiza una tarea, sin interferir constantemente, pero explicando o enseñando un concepto en un momento importante o cuando el alumno lo pide.

No basta con indicarle a un estudiante su error y luego cuál es la solución correcta; debe hacer hipótesis basadas en su historial de errores, y de acuerdo a eso, detectar la fuente del problema.

Definición de los STI

Un STI es un sistema de enseñanza asistida por computadora, que utiliza técnicas de Inteligencia Artificial, principalmente para representar el conocimiento y dirigir una estrategia de enseñanza. Es capaz de comportarse como un experto, tanto en el dominio de conocimiento que enseña (mostrando al alumno cómo aplicar dicho conocimiento), como en el dominio pedagógico (donde es capaz de diagnosticar la situación en la que se encuentra el estudiante y de acuerdo a ello ofrecer una acción o solución que le permita progresar en el aprendizaje).

Los STI son sistemas computacionales con modelos de contenido instruccionales que especifican qué enseñar y estrategias de enseñanza que especifican cómo enseñar.

Considerando que los estudiantes poseen diferentes estilos o formas de aprendizaje, es importante que un STI sea capaz de ofrecer instrucción individualizada, es decir, debe ser capaz de adaptar sus instrucciones para satisfacer los estilos individuales de cada aprendiz. Este es el principio general que rige la concepción de un STI.

Los Sistemas Tutores Inteligentes tienen la capacidad de adaptarse a las particularidades de cada alumno, proporcionando de esta manera ambientes que facilitan el aprendizaje del usuario.

Estos sistemas aprovechan el conocimiento de que disponen para guiar el proceso del tutorial, y adaptarse al nivel y otras características del alumno.

Arquitectura de los STI

Kaplan generaliza la arquitectura de los sistemas tutores inteligentes a cuatro componentes:

- La interfase, que permite a los usuarios interactuar con el sistema. Se distinguen tres tipos específicos de usuarios: el Estudiante, el Instructor, y el Desarrollador del sistema.
- El modelo instruccional o pedagógico, que se encarga de definir la estrategia para transmitir el conocimiento a los usuarios.
- El modelo experto o del dominio, que versa sobre la materia o curso que se impartirá.
- El modelo del estudiante, que refleja cuánto conoce el estudiante sobre el dominio, así como las experiencias cognitivas y de aprendizaje que ha llevado, en base a lo cual puede obtenerse un diagnóstico. [4]

Desde el punto de vista de la Inteligencia Artificial, hay diversas formas de implementar dicho modelo.

Caracterización de los Sistemas MultiAgentes

Introducción

La constante búsqueda de sistemas tomadores de decisiones determinó la aparición y el desarrollo de muchas áreas dentro de la Inteligencia Artificial (IA). Una de estas áreas, desarrollada en los últimos años, se denomina Inteligencia Artificial Distribuida (IAD). Los Sistemas MultiAgentes constituyen un área de investigación de la Inteligencia Artificial Distribuida. [3]

El planteo básico de la Inteligencia Artificial Distribuida partía del reconocimiento de que, hasta entonces, la Inteligencia Artificial se había centrado en emular las funciones cognitivas y de razonamiento del ser humano, de manera aislada de su contexto social, soslayando una componente crucial de la inteligencia humana: su dimensión social. La IAD buscaba explorar la dimensión social de la Inteligencia Artificial. ¿Cómo hacer para que sistemas computacionales más o menos autónomos o más o menos inteligentes puedan interactuar entre sí para resolver problemas mucho más complejos de los que cada uno por separado puede resolver?

A principios de los años noventa, el campo tenía unos doce años, desde la aparición de los primeros artículos que le dieron origen. Existía además ya una cierta organización a nivel mundial; los principales grupos que trabajaban en el campo, no más de unos treinta, se reunían periódicamente

en tres talleres de trabajo, uno en Estados Unidos, otro en Europa, y otro en Japón y Australia. En esos años se estaban construyendo las primeras aplicaciones de esta nascente tecnología. [5]

En los últimos años la IAD se tornó un dominio de investigación muy prometedor. Actualmente, miles de sistemas especialistas se basan en los conceptos de distribución de atribuciones para la especialización de tareas Según G. Weiss, la IAD, contraponiéndose a la inteligencia artificial clásica, basa su modelo de inteligencia en el comportamiento social transponiéndose el énfasis hacia las acciones e interacciones entre entidades denominadas agentes . [1]

El abordaje de agentes se preocupa en estudiar el comportamiento de una sociedad constituida por agentes que poseen autonomía y tienen como objetivo realizar tareas que no son posibles de ser realizadas individualmente o colectivamente.

Definición de los SMA

Según Russell & Norvig, un agente es un sistema capaz de percibir a través de sensores las informaciones del ambiente donde está insertado y reaccionar a través de efectores. Un agente se puede definir como una entidad de software que exhibe un comportamiento autónomo, que está situado en algún ambiente sobre el cual es capaz de realizar acciones para alcanzar sus propios objetivos de proyecto y a partir del cual percibe alteraciones. Posee un conjunto de propiedades específicas asociadas a su papel en la sociedad multiagente donde está insertado. Deben ser racionales, tales que escojan la mejor decisión posible en un momento dado. [4]

Ya existe consenso en que un agente debe tener como mínimo: autonomía (su comportamiento debe estar definido por su propia experiencia además de sus percepciones, sin limitarse a ninguno de los dos), reactividad y habilidad social (comunicación con otros agentes del ambiente).

En un abordaje clásico para el área de agentes, la definición de Wooldridge, visualiza un agente como una entidad con capacidad de resolución de problemas encapsulada. En este contexto, un agente tiene las siguientes propiedades:

- Autonomía: ejecuta la mayor parte de sus acciones sin interferencia directa de agentes humanos o de otros agentes computacionales, teniendo control total sobre sus acciones y estado interno;
- Habilidad social: interactúa con otros agentes (humanos o computacionales) para completar la resolución de sus problemas o para auxiliar a otros agentes;
- Capacidad de reacción: percibe y reacciona a las alteraciones del ambiente en que está insertado;
- Capacidad pro-activa: agentes, de tipo deliberativo, además de actuar en respuesta a las alteraciones ocurridas en su ambiente, presentan un comportamiento orientado a objetivos, tomando iniciativas cuando lo consideran apropiado. [2]

*Un **Agente Inteligente** es, desde un punto de vista ideal, aquel que responde al ambiente con la mejor decisión posible en una situación dada.*

En el paradigma de los Sistemas Multiagentes, se aplican conceptos como la cooperación, negociación y especialización a las interacciones entre los agentes, para conseguir una meta común. Si puede compararse un agente con un ser humano, en el manejo de una función, de la misma manera puede compararse un sistema multiagente con un grupo de trabajo humano. [4]

Enfoque Metodológico

Introducción

Los Sistemas Tutores Inteligentes, como sistemas educacionales proyectados para ofrecer algún tipo de auxilio personalizado al alumno, considerando el proceso de aprendizaje de un determinado

contenido, involucran aspectos de Ingeniería del Software y no aspectos meramente pedagógicos en su modelado e implementación. En los últimos años, la tendencia para este tipo de ambiente es utilizar la tecnología de agentes para ampliar las posibilidades de realizar esa asistencia personalizada al alumno.

La aplicación de la tecnología de agentes en la concepción de Sistemas de Información está justificada cuando el problema posee las siguientes características:

- El dominio involucra distribución intrínseca de los datos, capacidad de resolución de problemas y responsabilidades.
- Necesidad de mantener la autonomía de las subpartes, sin una pérdida de la estructura organizacional.
- Complejidad en las interacciones, incluyendo negociación, información compartida y coordinación.
- Imposibilidad de descripción de la solución del problema a priori, debido a la posibilidad de perturbaciones en tiempo real en el ambiente y procesos de negocio de naturaleza dinámica.

Por tanto, los softwares educacionales pueden utilizar la tecnología de agentes porque poseen todas esas características. [2]

Ventajas de utilización de arquitecturas SMA en STI

Las propuestas de utilización de arquitecturas SMA en STI aportan una gran ventaja en relación a las arquitecturas tradicionales de STI por presentar una flexibilidad en el tratamiento de los elementos que componen el sistema. Además, el hecho de usar agentes para modelar sus componentes, posibilita el agrupamiento de la arquitectura tradicional (un módulo = un agente) o la explosión de cada módulo en varios agentes.

El modelado de STI en una arquitectura funcional de agentes es más que un abordaje generalista. Teóricamente, el modelado no presenta límites para el número de agentes que pueden participar del proceso de adquisición del conocimiento, proceso éste que ocurre a través de la negociación de los papeles de los agentes, tanto tutores como aprendices.

Citando a Claude Frasson, “Una de las más promisorias aplicaciones de agentes autónomos está probablemente en la educación y el entrenamiento.” [2]

Según Shoham, una sociedad de agentes para aprender y enseñar puede ser la solución para la construcción de ambientes de enseñanza y de aprendizaje, si los agentes trabajan de una manera concurrente y autónoma para alcanzar sus objetivos.

El uso de agentes en la concepción de sistemas educacionales puede aportar algunas ventajas como: reacción a las acciones del usuario, credibilidad, modelado de sistemas cooperativos multiusuarios y modularidad, por el hecho de que cada agente es un módulo único e independiente del otro, siendo más fácil adicionar otros agentes a estos sistemas.

Se puede considerar que las ventajas son:

- El conocimiento puede distribuirse entre varios “tutores”, cada uno con sus creencias, deseos, objetivos, emociones y planes de acción. Esta distribución crea mayores oportunidades de variar técnicas pedagógicas.
- El aprendiz interactúa con un tutor de forma más flexible.
- El aprendiz puede comunicar conocimientos al tutor que serán comunicados a otros aprendices.

Las metodologías multiagentes han surgido como una alternativa para concebir aplicaciones de aprendizaje distribuido, debido al conjunto de características inherentes al concepto de SMA y a las peculiaridades de una sociedad de agentes. La razón principal es el hecho de que esta tecnología lidia muy bien con aplicaciones críticas, tales como: distancia, cooperación entre diferentes entidades e integración de diferentes componentes de software.

Los avances más recientes en el campo de los ambientes de aprendizaje inteligentes, han propuesto el uso de arquitecturas basadas en sociedades de agentes. Los principios de los sistemas multiagentes han mostrado un potencial bastante adecuado al desarrollo de sistemas de enseñanza,

debido a que por su naturaleza, el problema de la enseñanza y del aprendizaje puede ser resuelto más fácilmente de forma cooperativa. Además, ambientes de enseñanza basados en arquitecturas multiagentes posibilitan el soporte del desarrollo de sistemas de forma más robusta, más rápida y con menos costos.

Conclusiones

Se desarrollará la situación que se plantea como un STI desarrollado con la tecnología de SMA. Siendo los autores de este trabajo docentes de la materia Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, de formación básica obligatoria para alumnos de todas las carreras de Ingeniería (excepto para aquellos que cursan Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Informática), el trabajo a desarrollar cumplirá con las características de una Interfase Inteligente, pues será una ayuda al usuario (alumno) para facilitarle el aprendizaje del contenido de la asignatura, pero irá más allá, pues contará con modelos apropiados del alumno y del conocimiento, para dirigir el comportamiento del usuario y convertirlo en un proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Pero el proyecto no sustituirá la enseñanza por parte del profesor; sino que apoyará al mismo, durante el proceso de ejercitación del alumno; para lograr esto, deberá contar con la capacidad inteligente, de observar qué está intentando realizar el usuario, para determinar su comportamiento, encontrar sus fallas y aciertos, retroalimentar al usuario; crear su perfil, y alimentar con dicha información una base de conocimiento, la cual será usada tanto por el profesor como por el alumno para guiar el proceso de aprendizaje. Específicamente, el papel del profesor como Transmisor de Conocimiento no será cubierto por el proyecto propuesto; se enfoca al proceso de Asesor, que apoya al alumno después de haber pasado la etapa de Receptor. Si bien es perfectamente posible integrar la información del comportamiento del usuario con un STI que cubra el papel de Transmisor, no será objetivo de este trabajo el hacerlo.

Referencias

1. Anderson de Rezende Rocha, Elmo Melquíades de Souza Júnior, Júlio César Alves. 2003. *Introdução aos Agentes Inteligentes e aos sistemas Multiagentes*. UFLA Universidade Federal de Lavras. DCC - Departamento de Ciência da Computação. Campus Universitário, CEP 37.200-000, Lavras (MG). {undersun,elmojunior,jcalves}@comp.ufla.br.
2. Bolzan, W., Martins Giraffa, L.M. 2002. *Estudo Comparativo sobre Sistemas Tutores Inteligentes Multiagentes Web*. Technical Report Series. Number 024. Faculdade de Informática. PUCRS. Brazil.
3. Bordini., R., Vieira, R., Freitas Moreira, A. *Fundamentos de Sistemas Multiagentes*. Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro de Ciências de Comunicação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – Departamento de Informática. Universidade de Caxias do Sul, R.S.
4. Guardia Robles, B. México, D.F. 1997. *Asesores Inteligentes para apoyar el Proceso de Enseñanza de Lenguajes de Programación*. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Ciudad de México.
5. Lemaître, Christian. *Sistemas Multiagentes*.
<http://www.lania.mx/biblioteca/newsletters/2000-otono-invierno/linea-inv-cil.htm>