

SOBRE LA MODELACIÓN DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO EN SISTEMAS INTELIGENTES DE INSTRUCCIÓN POR COMPUTADORAS

**Ramón Reig
Manuel Prieto**

SINOPSIS

El propósito de los Sistemas Inteligentes de Instrucción por Computadoras, es crear un ambiente de aprendizaje, donde las acciones del tutor (tácticas y estrategias de enseñanza), dependen de las características individuales de los estudiantes.

En este trabajo se resumen los aspectos más importantes del Problema de Modelación del Estado de Conocimiento de estudiantes, comparándose los modelos teóricos más comunes. Por último presentamos un nuevo Modelo -El Grafo de Niveles-, concebido para los Entrenadores Inteligentes que se desarrollan en el Grupo de Enseñanza por Computadoras de la Universidad de La Habana.

ABSTRACT

The purpose of Intelligent Instruction Systems by Computers, is to create learning environment, where the author's actions (strategies and tactics), depend on the student characteristics.

This paper summarizes the more important aspects of Modelling Problem of the Knowledge's State in Students, through the comparison of the most commonly theoretical models. The last part presents a new model -The Level's Graph- for the Intelligent Trainers that are being developed in Habana University.

INTRODUCTION

El desarrollo de los Sistemas Inteligentes de Instrucción por Computadoras (S.I.I.C.), ha definido un conjunto de capacidades funcionales, equivalentes a las que presentan los tutores cuando interactúan con estudiantes en el Proceso de Enseñanza (Fig. 1).

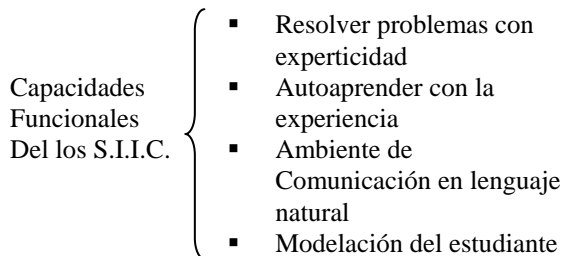


Figura 1

El aspecto de La Modelación del Estudiante, es un mecanismo (de tales Sistemas Inteligentes), que permite elaborar hipótesis acerca del proceso de asimilación de conocimientos de un estudiante, y sugerir determinadas estrategias para hacer más efectiva la Instrucción. Esta Modelación comprende dos niveles fundamentales (Fig. 2).

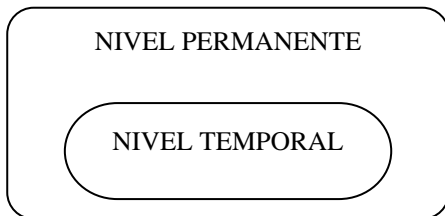


Figura 2. Niveles de La Modelación del Estudiante

En el NIVEL TEMPORAL, el Sistema no tiene información respecto al trabajo anterior del estudiante. Es un nivel interactivo cuya función más importante es el diagnóstico de errores. Cuando una respuesta del estudiante no es correcta (No coincide con la del experto), debe detectar los pasos del razonamiento en que hubo equivocación, para posteriormente sugerir una determinada estrategia de corrección.

Las implementaciones más usadas de este nivel se basan en las ideas de D. Sleeman [1], que plantean la construcción de Modelos de producciones específicas para la resolución de problemas, o sea, posibles sucesiones de las llamadas <BUENAS REGLAS> que conducen a respuestas correctas (Configuraciones ideales), y producciones con <MALAS REGLAS> (Configuraciones erróneas), constituidas por los errores más frecuentes de los estudiantes.

En el NIVEL PERMANENTE, el proceso de Instrucción está muy vinculado a las características individuales de cada estudiante. El Sistema almacena en memoria el comportamiento del alumno en cada sesión de trabajo: las capacidades investigativas, los conceptos que ha olvidado, el conocimiento asimilado hasta el momento, los errores cometidos y otros aspectos relevantes. En este nivel encontramos el Problema de la Modelación del Estado del Conocimiento (P.M.E.C.E.).

MODELOS DE PRESENTACIÓN

Según nuestro punto de vista, el P.M.E.C.E. presenta dos aspectos a considerar:

1. Representación del Conocimiento asimilado por el estudiante (Con Modelos).
2. Control sobre las estrategias de enseñanza con base en un Modelo específico.

De acuerdo con los resultados prácticos de la Epistemología, el conocimiento se manifiesta y se puede medir objetivamente a partir de modificaciones de la reacción del ambiente exterior [2]. Dado lo difícil que resulta realizar tales mediciones (por no existir algoritmos para ello), se han establecido diversos Modelos de representación, en los cuáles se manifiesta la comparación entre la magnitud del conocimiento del estudiante con respecto al del experto. A continuación haremos una breve exposición de éstos:

Modelo de Solapamiento

Las capacidades, estrategias de solución y conceptos del alumno, se representan como un subconjunto de la Base de Conocimientos del Experto. Por ejemplo: En los S.I.I.C. que tienen una representación de conocimiento con Reglas de producción, este modelo permitiría hacer una valoración de <lo que sabe> un estudiante en dependencia de las reglas del experto que él domina (Fig. 3).

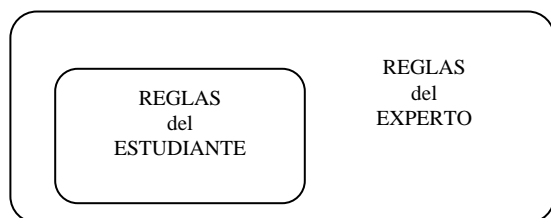


Figura 3. Representación Gráfica del Modelo de Solapamiento

Modelo de Desviación

En este modelo, se representa el conocimiento correcto y el incorrecto. Se tienen en cuenta las configuraciones erróneas que emplea el estudiante en la solución de problemas y se compara con las configuraciones correctas del experto.

En algunas implementaciones tienen alguna atención especial las reglas que conocía el estudiante, pero que no empleó en el momento preciso (Oportunidades perdidas, ver figura 4) [3].

Tiene la desventaja de no reflejar las relaciones entre los distintos niveles de conocimiento.

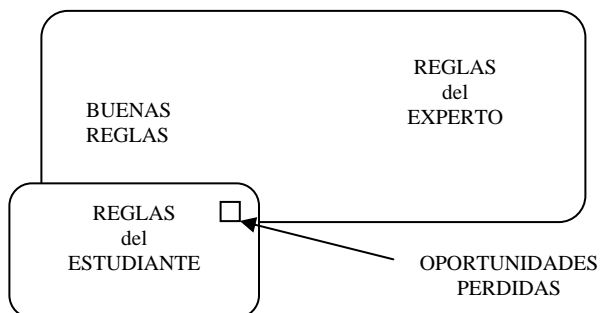


Figura 4. Representación Gráfica del Modelo de Desviación

Modelo del Grafo Genético

En este enfoque, el conocimiento del Experto se particiona en nodos de un grafo, cuyas conexiones van a representar relaciones de evolución, precedencias, analogías, refinamientos y prerrequisitos de la materia impartida [4].

El conocimiento del estudiante se modela sobre esta estructura formando un subgrafo en evolución (En la medida que se obtengan nuevos conocimientos, el subgrafo incorporará nuevos nodos y enlaces) (Fig. 5).

Teóricamente parece ser el más adecuado para una representación evolutiva del conocimiento; pero al aplicarlo en el NIVEL PERMANENTE de la Modelación, se necesita mucha memoria para el almacenamiento de todos estos grafos (Obsérvese que cada nodo representaría a una regla del experto).

Las ideas del Grafo Genético provienen de la teoría del desarrollo psíquico humano formulada por J. Piaget [5], que consideran dicho desarrollo como un proceso completamente autónomo en los estudiantes; que según él, no depende de la enseñanza y la educación. Uno de sus principios, formulados en la pedagogía, plantean que en cada etapa de la enseñanza se proponga al estudiante sólo los conocimientos que pueda comprender enseguida, en dependencia del desarrollo logrado hasta el presente. A esta teoría se contraponen la de prestigiosos psicólogos (P. Galperin, L. Vigotsky y otros), que han desarrollado el concepto de <Zona de desarrollo próximo>. El sentido general del concepto de <Zona > consiste en que en una determinada etapa de su desarrollo, el estudiante puede resolver cierto grupo de Tareas <bajo la dirección de un tutor>, pero no por su propia cuenta. Según esta teoría este grupo de tareas comprenden su zona de desarrollo próximo, en el sentido de que luego serán realizadas por él de forma independiente [5] (Se puede tener acceso a Nodos de Conocimiento sin requerimientos sobre los anteriores nodos).

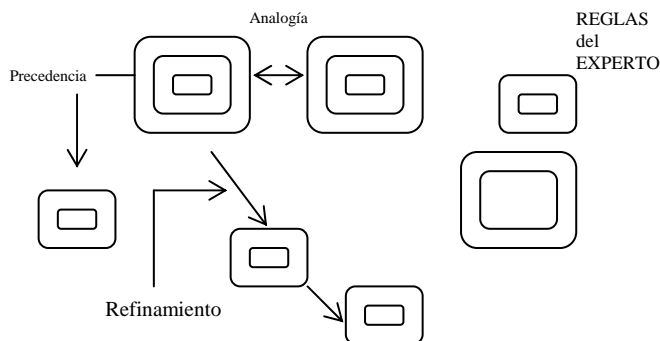


Figura 5. Fragmento de un Grafo Genético

Grafo de Niveles

En nuestro grupo para la construcción de Entrenadores inteligentes, hemos diseñado un nuevo Modelo para resolver el P.M.E.C.E., con una estructura similar al grafo genético (El Grafo de Niveles), mediante el cual el proceso de enseñanza está sujeto a Niveles de Conocimiento por los cuales deben transitar los estudiantes. Se hace una división del dominio del conocimiento en Nodos de un grafo, que en este caso van a representar ejercicios-típicos de la Materia que se imparte.

De esta forma, la Modelación se realiza teniendo en cuenta dos estructuras fundamentales:

El Grafo de Niveles del Experto.

El Registro histórico del Estudiante.

El Grafo de Niveles del Experto es específico para cada materia a impartir y se representa teóricamente por el par (N, E) , donde:

N Conjunto de Nodos del Grafo del Experto

E Conjunto de Enlaces entre los Nodos del Grafo.

Los Nodos representan a las tareas que clásicamente se enseñan a los estudiantes (ejercicios-tipo), para los cuales se definen determinados Niveles de Complejidad, dados por las características propias de la tarea. Supongamos $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ las tareas del experto, entonces debe existir un conjunto $\{N_{i1}, N_{i2}, \dots, N_{ik}\}$ para cada tarea i tal que $i \in [1, n]$.

Los enlaces indican las transmisiones posibles entre la resolución de las tareas y guardarán el valor del Nivel Mínimo de Conocimiento $\{(T_i - T_j) * \}$ que se exige para resolver una tarea T_j desde otra (T_i) que esté conectada con ella. Este es el caso de los enlaces condicionales (Fig. 6).

Figura 6. Fragmento de un Grafo de Niveles con Enlaces Condicionales

En ocasiones se necesitan enlaces más sofisticados. Por ejemplo, cuando es requisito indispensable que para introducir al estudiante en un nuevo conocimiento (Enseñarlo a resolver una determinada tarea), haya resuelto un conjunto de tareas con el nivel mínimo de conocimiento (Fig. 7), formándose una estructura similar a un Grafo AND.OR [6]. A esta variante de enlace lo hemos denominado enlaces requisitos.

Figura 7. Fragmento de un Grafo de Niveles con enlaces requisitos

El Grafo de Niveles presenta un enlace que conecta a un conjunto de tareas que pueden aprenderse en paralelo (Sin requisitos ni condiciones previas) al alcanzarse un determinado nivel, estos son los enlaces paralelos. Siguiendo la misma filosofía de los valores en los enlaces podemos asumir que todas estas tareas están conectadas por enlaces condicionales de valor 0. (Fig. 8).

Figura 8. Fragmento de un grafo de Niveles con enlaces paralelos (condicionales de valor 0)

El Registro histórico por estudiante permite conducir al alumno en la adquisición de nuevos conocimientos. En éste se representa de forma sintetizada el conocimiento asimilado en etapas posteriores (Los Niveles que alcanzó en la Solución de Tareas) y otros aspectos relacionados con su proceso de aprendizaje, de forma tal que permite una Modelación que sigue los criterios de todos los Modelos Clásicos. Los nuevos tópicos a enseñar estarán en dependencia de los caminos del Grafo de Niveles por los que transite el estudiante y de los Niveles adquiridos en las

Tareas que ha resuelto (A criterio del profesor que diseñe la aplicación), formándose un subgrafo que Solapa al grafo del experto con informaciones adicionales en los nodos.

Implementación del Grafo de Niveles

Para la inclusión del Grafo de Niveles en los Entrenadores Inteligentes [6], se implementó un Módulo Independiente en lenguaje Arity/Prolog con las siguientes funciones:

1. Control interactivo sobre el Grafo de Niveles del Experto.
Con el objetivo de poder crear, modificar y verificar cada Grafo del Sistema.
2. Actualización del Registro del Estudiante
Este subprograma trabaja en correspondencia con el nivel temporal de la Modelación (que ya está implementado en los Entrenadores) para una correcta actualización de los Registros de los estudiantes.
3. Diagnosticador de Tareas
Permite sugerir las tareas más adecuadas de acuerdo a los caminos del Grafo transitados por el estudiante.
4. Control estadístico sobre los resultados
Se encargará de presentar de forma gráfica los resultados estadísticos que tiene un determinado estudiante y los conocimientos futuros que podrá adquirir con el Entrenador.

Anexo

```
/* Grafo de Nivel hipotético del experto ejemp_001 */ grafo_Nivel (ejemp_001, bases ([t1, t2, t3]),
condiciones ([cond (t1, t4, 2),
              cond (t1, t7, 5),
              cond (t4, t6, 5),
              cond (t4, t6, 6),
              cond (t7, t6, 2)]),
requisitos  ([req (t2, 2), [t3, 3]], t7)),
paralelos   ([para ([t5, t6]))).
```

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Stevens, A; Collins, A; Goldin; SE, Misconceptions in Student's Understanding en Sleeman, D; Browns, JS Intelligent Tutoring Systems.
- [2] Sluckin, Wladislaw, Cibernética/ Cerebros y Máquinas.
- [3] Alessi, M; Trollip, SR, Computer – Based Instruction.
- [4] Sleeman, D; Browns, JS, Intelligent Tutoring Systems.
- [5] Davidov, V, La enseñanza y el desarrollo psíquico.
- [6] Prieto, M y otros, Consideraciones sobre la construcción de Entrenadores basados en Sistemas Expertos.
- [7] DeVoss, AM; James, D, Educational test and Measurements.