

Aplicación de un sistema generador de cursos para la enseñanza de Automática a través de Internet

Estrella Gómez Fernández
Dpto. Programación e Ingeniería del Software
Escuela Superior de Informática (UE-CEES)
estrella@dpris.esi.uem.es

Joaquín Aranda Almansa
Dpto. Informática y Automática
F. Ciencias (UNED)
jaranda@dia.uned.es

J. A. López-Orozco
Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática
F. CC. Físicas (UCM)
jalo@dacya.ucm.es

Bonifacio Andrés Toro
Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática
F. CC. Físicas (U.C.M.)
deandres@dacya.ucm.es

Resumen

En este artículo se presenta un sistema para la generación de cursos de Automática. El sistema desarrollado, al igual que los sistemas hipermedia adaptativos, dispone de una red semántica en forma de grafo donde se estructura toda la información sobre un área determinada. A partir de ella es capaz de generar cursos listos para ser utilizados por el usuario o alumno. En el artículo se muestra como se construye la base de conocimiento por parte del profesor, cómo éste marca los objetivos a conseguir en un curso específico y cómo los cursos son vistos por los alumnos.

Palabras Clave: Hipermedia adaptativa, Automática, Educación en Internet.

1 INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, un curso por Internet es la transcripción a soporte informático del texto de dicho curso. En este soporte se incluyen enlaces a otras páginas del hipertexto y a otros materiales multimedia (audio, simulaciones, videos, animaciones,...). El sistema se complementa con otros sistemas de ayuda, como son los glosarios, las notas de los alumnos, etc. [1],[2],[14],[15],[16]

Un gran inconveniente de estos cursos es que son un material estático, diseñado para una determinada audiencia y con el criterio de estructuración de los profesores que lo diseñan. En muchas ocasiones el profesor de cualquier tipo de enseñanza, presencial o de educación a distancia, genera una gran cantidad de material que posteriormente no suele reutilizar para dar otros cursos. El material base sí que es utilizado, pero suele ocurrir que al profesor le sea más sencillo rediseñar un nuevo curso que aprovechar directamente el material que generó.

Otro problema con el que se enfrenta la enseñanza a través de cursos por Internet es cómo generar contenidos que se adecuen al usuario que accede en cada momento. Cambiar de audiencia y considerar otros criterios o nivel de profundización del curso supone, en muchos casos, casi tener que plantearse un nuevo proyecto. Sería necesario tener herramientas adaptativas que se ajusten al nivel y progresos del alumno en cuestión y a su vez faciliten la labor del profesor.

Para solventar este problema hemos planteado un modelo en el que la estructuración de los conocimientos que se muestran en el sistema hipermedia está en función de sus dependencias para adquirirlos. Es decir, se supone que cada nodo es una explicación completa (hecha a un determinado nivel de profundización) de un determinado concepto o tópico. Esta estructura es transparente al alumno, pero el profesor sí es consciente de ella y la puede utilizar para crear su propio curso. A partir de esta estructura, el sistema adapta el contenido de la información mostrada al alumno según los objetivos perseguidos, su nivel de conocimientos previos y el nivel de profundización que se desea alcanzar.

Los sistemas hipermedia en educación son utilizados para proporcionar al estudiante una forma de conducirse por el material didáctico del que dispone. En este sentido, los sistemas hipermedia adaptativos son necesarios para adaptar la información al nivel de conocimiento real del estudiante [3], [5], [7] y para soportar la navegación en diferentes niveles, para ello a partir de los enlaces existentes se van sugiriendo los mejores enlaces a seguir [6], [8], [9], [18]

El núcleo de un sistema hipermedia adaptativo es un conjunto de tópicos o conceptos. Los tópicos representan piezas elementales del conocimiento de la materia que se está tratando. El tamaño de los tópicos depende de la materia. Generalmente estos tópicos están enlazados formando una red semántica. Esta red (o grafo) representa el modelo de la estructura de la materia a enseñar. La mayoría de los sistemas

hipermedia adaptativos están basados en estos tipos de modelos, los cuales pueden ser más o menos simples. Los modelos más simples son modelos de un único nivel sin hacer una distinción entre diferentes tipos de tópicos y de enlaces, en modelos más avanzados se distinguen varias clases de tópicos y varias clases de enlaces [4], [5], [6], [13], [17].

La relación entre los tópicos y las páginas hipermediales pueden ser también más o menos complejas. Aunque en casi todos los sistemas existentes se utiliza la regla de que “cada tópico tiene una página como representación externa (o varias si la cantidad de información relativa a este tópico es muy grande)”.

El sistema desarrollado, al igual que los sistemas hipermedia adaptativos, dispone de una red semántica en forma de grafo donde se estructura toda la información sobre un área determinada. A partir de ella es capaz de generar cursos listos para ser utilizados por el usuario o alumno. El sistema tiene dos modos de generación: partiendo del nivel del alumno y los objetivos que persigue genera un curso o secuencia de aprendizaje hasta que obtenga el conocimiento requerido; o genera un curso del nivel o niveles solicitados para aprender lo solicitado.

Pero tan importante como la generación de cursos, es que el sistema sea capaz de apoyar al profesor en la labor de organizar, gestionar y utilizar eficientemente el material didáctico que genere. En este aspecto se ha realizado un especial énfasis en el desarrollo de la herramienta para que permita su máximo aprovechamiento. Aunque el esfuerzo de elaboración e inserción del material necesario es un poco mayor que el que le supondría al profesor generar un curso, merecerá la pena puesto que su modificación, actualización y utilización posterior será directa y simple, ahorrando mucho trabajo y permitiendo incluso generar cursos con distintas restricciones, estudios sobre eficiencia en la forma de dar un tema, etc.

Además, si el volumen de la información y del material didáctico es grande, se hace imprescindible una herramienta que permita estructurar y mostrar la información de acuerdo a distintas necesidades y restricciones del profesor o del curso que va a impartir en cada momento. El sistema desarrollado permite agrupar toda la información que se genere de forma coherente y estructurada y que a los cursos se pueda añadir y ampliar secciones o temas sin ninguna dificultad.

El generador no sólo construye un curso basado en los requisitos del alumno, sino que se adapta a las inquietudes del alumno, construye las páginas de hipertexto necesarias para mostrarle la información

progresivamente y a medida que el alumno la necesita o solicita.

2 SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DINÁMICA DE CURSOS

El conjunto de tópicos o información introducida forman una base de conocimiento completa sobre una determinada materia. Un curso sobre esta materia supone una ordenación de parte estos tópicos y de los enlaces de las páginas que los contienen, de forma que el estudiante pueda avanzar en el curso sin una desorientación en la navegación y siguiendo una estructura lógica de conocimientos previos que tiene que estudiar. En cierta medida el problema es semejante al problema de la obtención de información de un hipertexto mediante tours guiados generados dinámicamente [11], aunque con notables diferencias. La propuesta de Guinan y Smeaton va dirigida a la obtención de información en respuesta directa a una consulta de un usuario, para ello combinan la metáfora de tour guiado de Hammond y Allinson [12] y las técnicas de obtención de información de Frisse [10]. La propuesta presentada es la creación de una nueva estructura hipertextual en la que los enlaces van marcando la precedencia de estudio de los correspondientes conceptos, según los objetivos que se quieran conseguir y el nivel inicial del alumno.

Para crear la estructura hipertextual, se parte de una base de conocimiento en la que se establece una relación de orden entre los conceptos. Esta base de conocimiento se representa en forma de grafo dirigido donde los nodos son los tópicos o conceptos y los arcos representan las relaciones de precedencia entre los conceptos.

El problema base para la generación del curso es: dado un tópico, t_i , dar una lista ordenada de todos los nodos necesarios para poder entender y explicar ese tópico. Después de seleccionar el nodo que se va a explicar se extrae el subgrafo asociado al curso, a este subgrafo le denominamos *estructura del curso*. La estructura del curso obtenida tendrá estructura de semirretículo superior donde el supremo del conjunto es el propio t_i .

Una red en la que los vértices representan tareas (o actividades) y las aristas representan relaciones de precedencia entre las tareas, se denomina *red de actividades en vértices*. Estas redes se utilizan en investigación operativa para la planificación de proyectos. El grafo propuesto se puede ver también como una red de actividades en vértices. El algoritmo que comprueba que el digrafo es acíclico va a generar también una ordenación lineal, es decir, una *ordenación topológica* de los vértices (nodos).

Dicho orden topológico no es único, ya que nodos que no son predecesores el uno del otro pueden aparecer con el orden cambiado. Sin embargo cualquier orden generado garantiza que los conceptos que se mostrarán al alumno seguirán un orden en el que ningún concepto será presentado antes de mostrar los conocimientos necesarios para su correcta comprensión y asimilación.

3 GENERACIÓN DE CURSOS DE AUTOMÁTICA.

Como ejemplo de la utilización y funcionamiento del generador de cursos desarrollado, se presenta la generación de distintos cursos sobre Automática.

La base de conocimiento introducida consta de distintos conceptos (nodos) sobre Automática, donde las aristas indican conceptos que preceden a otros conceptos, es decir, conocimientos que debería adquirir el alumno antes de alcanzar el siguiente nodo. Por ejemplo, en la figura 1 se puede ver cómo para alcanzar el concepto numerado como 1.5 es necesario aprender antes los tópicos 1.4 y 1.6, y antes que estos el tópico 1.3, y así sucesivamente. Esta relación es la que permite al sistema dar un orden adecuado a los contenidos que genera, por ello es muy importante la estructura que el profesor construye a medida que inserta los nodos.

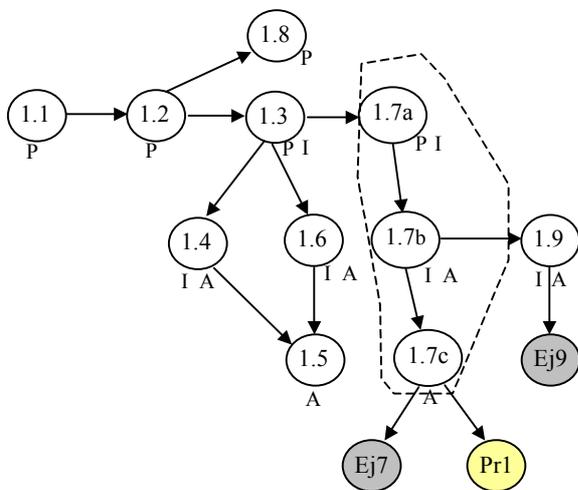


Figura 1: Ejemplo de un grafo de la base de conocimiento

En la figura 1 se puede observar un ejemplo completo de un grafo que puede darse en el sistema. En el cabe destacar que los nodos 1.7 forman una categoría, que existen dos nodos de tipo ejercicio (asociados a los nodos de teoría 1.7c y 1.9) y que existe una práctica asociada al nodo 1.7c. También se puede observar el nivel de cada uno de los nodos, lo que dará lugar a distintas generaciones de cursos según el nivel del usuario y el nivel que desea alcanzar. Distintos ejemplos de cursos obtenidos a partir de este grafo se incluyen en la tabla 1. Nu representa el nivel del

usuario, Cu el nivel del curso que desea seguir y los niveles de usuario son P principiante, I intermedio y A avanzado. El curso elegido corresponde, para simplificar, a una categoría que contiene todos los nodos mostrados en la figura 1.

Tabla 1: Generación de distintos cursos

Nu P – Cu P	Nu P – Cu P I	Nu I – Cu I A
1.1	1.1	1.3
1.2	1.2	1.7a
1.3	1.3	1.4
1.7a	1.7a	1.6
1.8	1.8	1.7b
	1.4	1.9
	1.6	1.5
	1.7b	1.7c
	1.9	

El sistema no sólo permite la inserción de forma simple y cómoda del conocimiento estructurado como se muestra en la figura 1, sino que además apoya al profesor en la gestión y organización de la base de conocimiento y en la administración y seguimiento de los alumnos. En todas las pantallas correspondientes al profesor, por ejemplo la mostrada en la figura 2, a la izquierda se dispone de un menú con diferentes opciones para la gestión de la base de conocimiento (gestión de páginas, gestión de categorías y gestión de cursos) y para la administración de los alumnos (gestión de alumnos). Con ellas se pueden modificar nodos, aristas, realizar estadísticas, dar de alta a cursos o alumnos, etc.

3.1 INTRODUCCIÓN DE TÓPICOS

Para introducir un grafo como el mostrado en la figura 1, es necesario que se indiquen una serie de datos para cada nodo:

1.- Información sobre el tópico en cuestión, como son el Título, URL, tipo de página (teoría, práctica, ejercicio) y Nivel del concepto presentado (básico, intermedio, avanzado).

2.- La relación de ese concepto dentro de la base de conocimiento donde es insertado, esto es, las páginas precedentes o conceptos que se deben conocer antes de mostrar éste y la categoría o categorías a las que pertenece.

Un ejemplo de la pantalla para modificar un nodo o concepto, disponible para el profesor, puede verse en la figura 2. Lo primero que se muestra es la información sobre el tópico y a continuación unas listas de selección para indicar las páginas y categorías precedentes al nodo en cuestión. Las primeras dos listas presentan todos los tópicos existentes en la base de conocimiento (la de la izquierda) y qué tópicos son necesarios conocer antes de acceder a éste (la lista de la derecha). Esto es lo

que da lugar a las aristas del grafo de la base de conocimiento.

Los nodos introducidos pueden ser documentos HTML, XML, pdf o en cualquier otro formato visible por el navegador. En realidad no se introduce la información, sino sólo el enlace o dirección URL donde se encuentra dicha información. Esto permite utilizar toda aquella información disponible por el profesor o en la red para la construcción de su base de conocimiento.



Figura 2: Opción *Modificar nodo*

El concepto de categoría es una agrupación de páginas (o tópicos) que tienen una cierta relación o que pueden ser agrupadas juntas bajo algún tipo de interpretación. También pueden realizarse categorías de categorías. Las categorías permiten jerarquizar la base de conocimiento, estructurando y clasificando la información introducida. Además permite que el acceso a un conjunto de información, tema o módulo sea sencillo y directo.

Por ejemplo, en el nodo de teoría de la figura 2 se muestra en la parte inferior dos listas de selección, la de la izquierda indica las categorías existentes o disponibles y la de la derecha a qué categoría de las existentes pertenece (podría no pertenecer a ninguna).

3.2 NODOS DE PRÁCTICAS Y EJERCICIOS

Son nodos que están asociados a nodos de teoría. Se introducen igual que los nodos de teoría, pero no se muestran dentro del índice de estudio del alumno, a no ser que desee ver un determinado ejercicio o práctica en cuyo caso se mostrará toda la teoría que necesita para realizar y comprender adecuadamente dicha práctica.

Los nodos de ejercicios y de prácticas están asociados a nodos de teoría y se muestran cuando el usuario lo solicita y además se encuentra en un nodo de teoría que tenga asociado nodos de este tipo. En la figura 3 se muestra los ejercicios asociados a un nodo de teoría. Estos ejercicios sólo están visibles si se pulsa

en el enlace denominado *ejercicios*. En ese momento se despliega un menú con todos aquellos disponibles para ese nodo con el nivel del usuario adecuado.

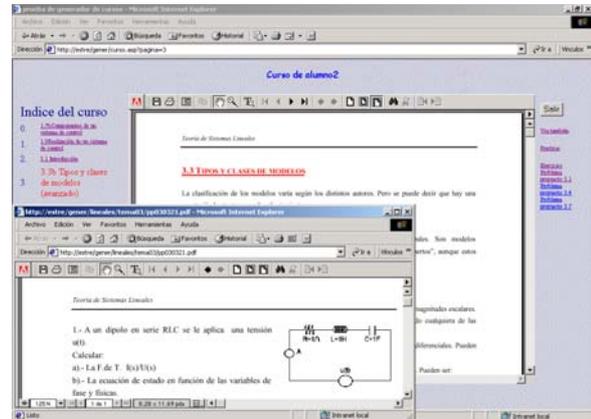


Figura 3: Ejercicios asociados a un nodo de teoría

Conviene recordar que la construcción de la base de conocimiento no implica generar nueva documentación, sino que sólo se debe estructurar la ya existente. Así, se pueden utilizar ejemplos, ejercicios o prácticas existentes en otras direcciones de Internet de igual forma que si estuviesen físicamente en el servidor donde está la herramienta con sólo indicar la URL correspondiente. Un ejemplo de este caso se puede observar en la figura 4, donde se muestra una práctica realizada con *Matlab Web Server* disponible en un servidor diferente al servidor donde está instalado el generador de cursos.

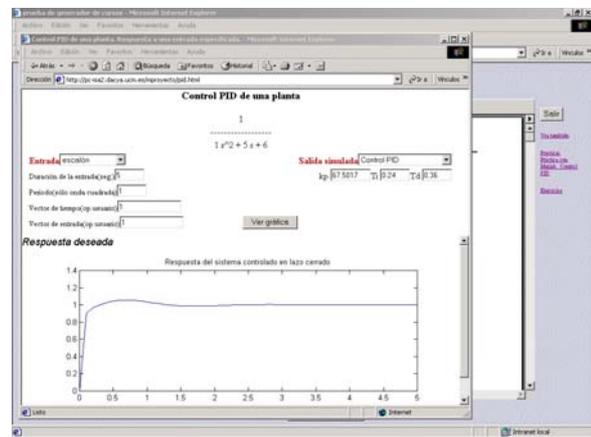


Figura 4: Ejemplo de una práctica

3.3 CREACIÓN DE UN CURSO

La creación de un curso concreto está reservada para el profesor, pero el curso estará disponible para todos los alumnos que deseen seguirlo.

Para crear un curso sólo es necesario marcar los nodos y categorías que se desea que estén dentro de ese curso. Los nodos pueden ser de teoría, ejercicios y prácticas. Estos nodos pueden ser documentos HTML, XML, pdf o en cualquier otro formato visible por el navegador. El generador incluirá de forma

automática todos aquellos tópicos que son necesarios para comprender correctamente los conceptos de los nodos y categorías marcadas por el profesor. Es conveniente recordar que los tópicos pueden estar incluidos en distintos cursos, pero esto no implica la duplicación de la información, puesto que únicamente se definen los enlaces necesarios para mostrarla.



Figura 5: Definición/creación de un curso

En la figura 5 se muestra la pantalla donde se define un curso por parte del profesor. Lo único que el profesor necesita es señalar qué tópicos y/o categorías pertenecen al curso. En la figura 6, se muestra la generación del curso definido por el profesor. Puede verse que aparecen nodos que no han sido introducidos directamente en la generación del curso pero que son necesarios para entender alguno de los conceptos o categoría que sí se han marcado como pertenecientes al curso. Esto es debido al esquema realizado por el profesor cuando introduce los nodos y crea sus dependencias.

4 CURSOS VISTOS POR EL ALUMNO

El alumno no genera cursos, sino que la herramienta construye en el orden adecuado los enlaces necesarios para el correcto seguimiento y estudio del tópico o curso que haya seleccionado.

Lo primero que se le pregunta al alumno es su nivel de conocimiento para evitar presentarle información de un nivel que no le corresponde. Después debe señalar hasta qué nivel desea alcanzar los conocimientos solicitados. Este nivel será igual o superior al nivel del alumno, de forma que se le generará un curso que le permita conocer ese tópico hasta el nivel solicitado.

Finalmente debe seleccionar el tópico sobre el que desea aprender. Dispone de tres opciones:

1.- Escoger un nodo concreto. En este caso el alumno está señalando que desea aprender o revisar un tópico únicamente. Se generarán todos los enlaces a conceptos precedente y en el orden adecuado para

alcanzar y comprender adecuadamente ese tópico solicitado.



Figura 6: Curso generado

2.- Escoger una categoría. En ese caso se trata de un tópico más amplio que el anterior, ya que lo que se está escogiendo es un tema, módulo, o cualquier otra agrupación de conceptos y por tanto se le presentará un curso para aprender todo lo referente a la categoría seleccionada.

3.- Escoger un curso. En este caso la herramienta genera un curso del nivel del alumno o desde su nivel hasta que alcance el nivel solicitado.

Una vez ha escogido el curso que desea realizar se le muestra el índice de los tópicos que debe estudiar y en el orden adecuado. Los botones de navegación anterior y siguiente conducen de manera ordenada al alumno durante el curso. Además, dispone de los menús *Vea también*, *prácticas* y *ejercicios* que puede consultar en todo momento. Estos menús desplegables mostrarán los ejercicios y prácticas asociados con el nodo que está siendo presentado. La opción *Vea también*, permite que el alumno consulte otras explicaciones o nodos más avanzados si desea ampliar sus conocimientos sobre el tópico actual. La figura 7 muestra todas estas opciones.



Figura 7: Curso a nivel principiante

En ella se puede observar los nodos que se recomiendan en el vea también, los botones de navegación y el índice del curso. El curso seleccionado es el mismo de la figura 6, pero a un nivel principiante, por lo que muchos nodos de nivel superior han sido ocultados.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Universidad Complutense de Madrid su apoyo a este trabajo mediante su ayuda económica a través de los *Proyectos de la UCM de investigación educativa*, PIE 4/99 y PIE 4/2000, cuyo material didáctico ha sido utilizado en el sistema desarrollado para construir un curso adaptativo.

Referencias

- [1] Aranda, J.; Dormido, S.; Morilla, F.; Ruipérez, P.; Sánchez, J.: "Control Engineering Education On The Web", 2nd Ii/Itap Workshop On Distance Learning Conception And Exploitation Of The VirtualLaboratory In The Framework Of The Virtual Campus,Academical And Industrial Vision (Wesic'98 World Congress), Gerona, 1 De Junio 1998
- [2] Aranda, J, Dormido, S M^a. A. Canto, J.L. Fdez Marrón, F. Morilla, J. A. Ramos, C. De Castro, Open Hypermedia System for Automatic Control Teaching, en Human Resources, Human Potential, Human Development: the Role of Distance Education, A. Kirkwood, P. Lefrere, and K. Mann (Eds.), European Distance Education Network, 1994, pp. 121-124. ISBN 0749270403.
- [3] Beaumont, I. (1994) User modelling in the interactive anatomy tutoring system Anatom-Tutor. User models and user adapted interaction. 4, 1, 21-45
- [4] Boecker H.D., Hohl H. And Schwab T. (1990) "Hydadapter-Individualizing Hypertext". In Diaper D. Et al. (ed.) INTERACT'90. *Proceedings of the IFIP TC13 Third International Conference on Human-Computer Interaction*. North-Holland. Pp. 931-936.
- [5] Brusilovsky, P Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia;. Adaptive Hypertext and Hypermedia. Kluwer Academic Publishers 1998
- [6] Brusilovsky P. and Pesin L. (1994) ISIS-Tutor: "An adaptive hypertext learning environment". *Proceedings of JCKBSE'94, Japanese-CIS Symposium on knowledge-based software engineering*. Pereslavl-Zalesski, Tokyo. Pp. 83-87.
- [7] Brusilovsky P., Pesin L., and Zyryanov M. (1993) Towards an adaptive hypermedia component for an intelligent learning environment. In Bass L.J., Gornostaev J. And Unger C. (eds) *Human-Computer Interaction. Lectures Notes in Computer Science #753*, Springer Verlag, Pp. 348-358.
- [8] Brusilovsky P. And Zyranov M. (1993) "Intelligent tutor, environment and manual for physical geography". In *PEG'93. Proceeding of the Seventh International PEG Conference*. Edinburgh. Pp. 63-73.
- [9] De La Passardiere B. And Dufresne A. (1992) "Adaptive navigational tools for educational hypermedia". In Tomek I. (ed.) *Computer Assisted Learning. Prodeedings of the 4th International Conference, ICCAL'92*. Springer-Verlag. Pp. 555-567.
- [10] Frisse M.E. (1988) "Searching for Information in a Hypertext Medical Handbook". *Communications of the ACM*, vol. 31. Pp. 881-886.
- [11] Guinan C. and Smeaton A.F. (1992) "Information Retrieval from Hypertext Using Dynamically Planned Guidad Tours". *ACM ECH Conference*. Milano. Pp. 122-130.
- [12] Hammond N. and Allinson L. (1987) "The Travel Metaphor as Design Principle and Training Aid for Navigating around Complex Systems". In *Proceedings of the 3rd Conference of the British Computer Society Human-Computer Interacion Specialist Group*. Pp. 75-90.
- [13] Kobsa A., Mueller D. And Nill A. (1994) "KN-AHS: An adaptive hypertext client of the user modelling system BGP-MS". *Proceedings of the Fourth International Conference on user modeling*.
- [14] López-Orozco, J.A. y Andrés-Toro, B., de la Cruz, J.M. y Esteban, S. (2000). "Herramienta virtual e interactiva para la enseñanza de las asignaturas de Control de Sistemas". I Jornadas de Trabajo "Enseñanza vía Internet/Web de la Ingeniería de Sistemas y Automática" EWISA 2000. 11-13 de mayo. Universidad Politécnica de Valencia.
- [15] Sánchez, J. Aranda, J Dormido, R Generación de Aplicaciones Multimedia, Universidad Nacional de Educación a Distancia. Textos de Educación Permanente. Programa de Enseñanza Abierta. 1998.

- [16] Sánchez, J. Aranda, R. Dormido, Generación de Aplicaciones Multimedia, Universidad Nacional de Educación a Distancia. Textos de Educación Permanente. Programa de Enseñanza Abierta. 1998.
- [17] Scott P.J. and Ardron D.J. (1994) "Integrating concept networks and hypermedia". *Proceedings of ED-MEDIA'94-World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia*. AACE. Pp. 516-521.
- [18] Tang H., Barden R. And Clifton C. (1990). "A new learning environment based on hypertext and ITIS technology". *In Proceedings of the International conference on advanced research on computers education*.