

Modelo referencial de hipermedio, basado en teoría de grafos, para minimizar el problema de desorientación del usuario (*)

Adelaide Bianchini, M.Sc.

Depto. de Computación y Tecnología de la Información

Universidad Simón Bolívar – Caracas

Telf.: ++58-2-9063267

Fax: ++58-2-9063243

e-mail: abianc@ldc.usb.ve

Palabras claves: hipermedios, desorientación del usuario, teoría de grafos, ambiente hipermedios educativos.

Resumen

Un problema que deben enfrentar los diseñadores de hipermedios, especialmente aquellos que desean crear contenidos educativos, es todo lo referente a su organización, los mecanismos de recorrido y exploración que se brindan y evitar que durante el proceso de navegación, el usuario sufra del llamado problema de desorientación. Se ha reportado que muchos estudiantes no tienen la capacidad de escoger el mejor camino al recorrer contenidos instruccionales en un ambiente hipermedio y no puede comprometerse la responsabilidad del diseñador de los materiales para guiar al estudiante. En este trabajo se propone un modelo referencial de hipermedio en el cual se definen todas las operaciones sobre los hiperdocumentos como algoritmos y conceptos formales de la teoría de grafos, con el fin de minimizar el problema de desorientación del usuario en ambientes hipermedios educativos. Este modelo se incorpora a un ambiente de aprendizaje-enseñanza basado en el WWW, que se está desarrollando en la Universidad Simón Bolívar de Caracas.

I. Introducción.

Hipermedia es el resultado de la combinación del hipertexto y la multimedia, donde hipertexto se entiende como la organización de una base de información en bloques discretos de contenido llamado nodos (en su mínimo nivel), conectados a través de enlaces cuya selección genera distintas formas de recuperar la información de la base; la multimedia consiste en la tecnología que utiliza la información almacenada en diferentes formatos y medios, controlados por un usuario [Balasubramanian, 1995], [Bianchini, 1992], [Salampasis, 1995], [Rada, 1991].

Algunas de las áreas de interés en hipermedios son: estudio y diseño de modelos, diseño de herramientas y mecanismos de navegación y el problema de desorientación del usuario.

Desde el punto de vista de modelos, las

propuestas de los autores especializados suelen basarse en la teoría de grafos, adaptándola de diferentes formas [Capps et al, 1996], [Car, 1997], [Crouch et al, 1989], [Kopetzki et al, 1999], [Lim et al, 1998] dando lugar, entre otros, a modelos basados en hipergrafos [Tompa, 1989], bigrafos, redes de Petri [Stotts et al, 1989], hiperredes o grafos dinámicos interactivos [Díaz et al, 1996] y [Zizi, 1996], higrafos [Mattos et al, 1998], contextos anidados [Casanova et al, 1991], redes semánticas, agregaciones o clusters [Botafogo et al, 1991], [Rivlin et al, 1994].

Existen varios modelos para definir sistemas hipermediales [Bianchini et al, 1992], [Díaz et al, 1996], [Halasz et al, 1994], [Hardman et al, 1994]; sin embargo en el nivel más elemental, estos sistemas hipermediales están fundamentados en el siguiente modelo básico, constituido por un submodelo de datos y un submodelo de procesos.

* Publicado en las Memorias del Congreso Internacional de Computación - CIC 2000, pp.121-130. México, Noviembre 2000.

En el submodelo de datos, los nodos se interrelacionan mediante enlaces dirigidos, para formar la estructura de un digrafo [Parunak, 1991]. Todas las operaciones de inserción, eliminación y actualización de nodos y enlaces están provistas por operaciones de grafos. Los nodos, son las unidades primitivas para organizar la información en el espacio hipermedial: funcionan como colecciones de datos no estructurados los cuales son agrupados de forma tal de crear una entidad lógica. Esta entidad existe para proveer abstracciones coherentes de información dentro del espacio de información representado en la estructura hipermedial. Los enlaces son las otras unidades fundamentales del submodelo de datos: implementan la dirección de las conexiones entre nodos, están asociados como anclas a un nodo fuente y proveen al usuario la habilidad de activarlos para moverse hacia un nodo destino. Este submodelo de datos basado en grafos fue utilizado para definir HAM - Hypertext Abstract Machine- [Campbell et al, 1988], en búsqueda de un mecanismo para definir el diseño lógico de un hiperdocumento.

El submodelo de procesos se refiere a los mecanismos de acceso a la información representada en la estructura. Por lo tanto, en ambientes hipermediales no alcanza con definir cómo se organizan los nodos y enlaces, se requiere de la descripción de la dinámica, es decir las navegaciones que constituye el primer medio que tiene el

usuario para acceder a los contenidos. La característica básica del acceso a través de la navegación es que el usuario se "mueve" a través de los enlaces sin necesidad de ayudas externas.

El modelo básico anterior constituye un medio aproximado de representación de hipermedios. Sin embargo, esta estructura puede ser poco adecuada para efectos de navegación, orientación y comprensión de hiperdocumentos, y la estructuración de éstos puede afectar tanto las estrategias de navegación dirigidas como las no dirigidas, a menos que el modelo sea enriquecido, sin perder de vista el modelo básico.

En lo que se refiere a herramientas y mecanismos de navegación, se han estudiado las estrategias utilizadas por los usuarios en el recorrido de espacios hipermediales [Catlegde et al, 1995], [De Vocht, 1994], [Frisse et al, 1990] y se han creado distintas herramientas que facilitan esos recorridos, [Chang et al, 1995], [Dömel, 1994], [Durand et al, 1998], [Furnas, 1986], [Furnas, 1997], [Mukherjea et al, 1995] y [Greer et al, 1997], entre otros.

El tema de discusión sobre el llamado problema de desorientación del usuario [Conklin, 1987], [Nielsen, 1990] está relacionado con el proceso de navegación, las herramientas y mecanismos y la estructuración de hiperdocumentos.

En [Bianchini, 2000] se revisan varios mecanismos y herramientas de navegación, y se modelan y conceptualizan haciendo uso de conceptos y algoritmos de teoría de grafos, como se muestra en la tabla 1.

Algoritmos y conceptos en grafos	Herramientas				
	Historia	Visitas guiadas	Diagramas/ Mapas	Indices	Marcas
Recorridos DFS y BFS	X	X	X	X	
Alcance		X	X	X	
Conectividad			X	X	
Orden Topológico		X		X	
Subgrafos			X	X	X
Caminos y distancia	X	X	X	X	
Arboles cobertores		X	X	X	

Tabla I. Modelaje de las herramientas de navegación en función de algoritmos y conceptos de grafos

Considerando que estas herramientas fueron diseñadas para minimizar el problema de desorientación del usuario, se propone un modelo referencial de hipermedio, dirigido a usuarios autores de hiperdocumentos. En este modelo se describen las operaciones sobre un hiperdocumento en función de conceptos y algoritmos sobre grafos para minimizar el problema de desorientación del usuario en ambientes hipermediales, en especial aquellos en los cuales se crean contenidos educativos.

II. Modelo referencial de hipermedio.

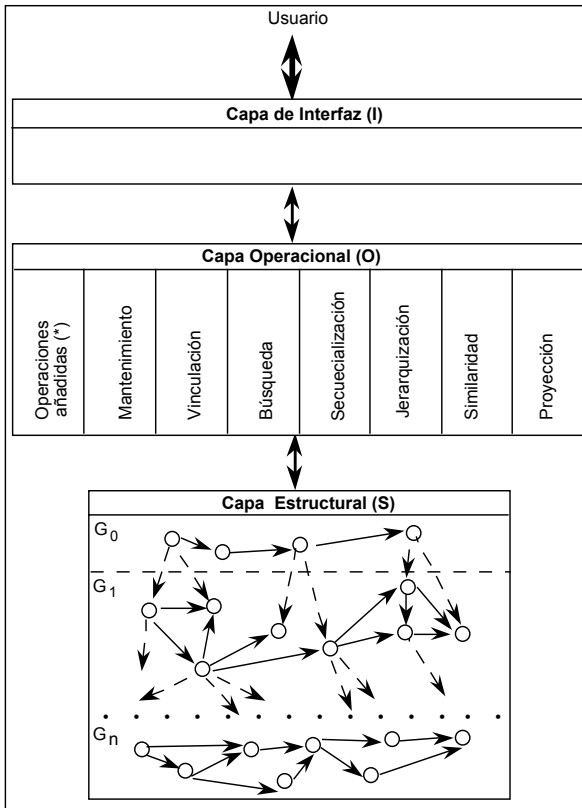
En la literatura se utiliza, a veces, en forma indiscriminada los términos: sistemas hipertexto, hipertexto, e hiperdocumento; sin embargo, es necesario aclarar que se hace referencia a objetos distintos, y que en lo sucesivo se utilizará las siguientes definiciones para evitar confusiones:

- **Definición 1. Hiperdocumento.** Es el contenido de información, incluyendo los fragmentos de información y las conexiones entre esos fragmentos, organizado en forma hipertextual, indiferente sea el sistema utilizado para leer o escribir tal documento.
- **Definición 2. Sistema hipertexto.** Es una herramienta de software que permite leer y escribir hiperdocumentos. Este sistema no contiene hiperdocumentos.
- **Definición 3. Hipertexto.** Es un sistema hipertexto que contiene hiperdocumentos. Si además contiene elementos multimediales, se hace referencia a *hipermedio*.
- **Definición 4. Hiperespacio.** Es el término que describe el número total de locaciones y todas sus interconexiones en un ambiente hipertextual y/o hipermedial.

En base a lo anterior, se define un hipermedio $H = (S, O, I)$, donde:

- **S** representa la estructura de todo el hiperespacio, es decir los componentes y las relaciones que existen entre los contenidos de información. Puede ser considerado como el submodelo de datos asociado a todo el ambiente, y en lo sucesivo se llamará *capa estructural*.
- **O** representa el conjunto de operaciones que caracterizan la dinámica asociada al hipermedio y donde se define el comportamiento de las operaciones que puedan llevarse a cabo sobre S. En lo sucesivo se llamará *capa operacional*. Esta capa puede considerarse como el submodelo de procesos asociado a todo el ambiente. El conjunto de operaciones que se integran en esta capa se derivan de los atributos asociados al proceso de navegación y los atributos identificados en los mecanismos de ayuda al usuario. El objetivo principal de estas operaciones es que sean utilizadas para orientar al usuario durante la navegación de un hiperdocumento. Las operaciones necesarias deben i) permitir la creación de hiperdocumentos, ii) proveer a los usuarios de un medio para trasladarse de un nodo a otro, iii) orientar al usuario durante el proceso de navegación, iv) devolver resultados tales que el usuario pueda tomar decisiones en cada una de las interacciones con el sistema, v) ser un medio de búsqueda dirigida hacia objetivos precisos o no, y vi) el usuario pueda recuperar información relevante.
- **I** representa la interfaz entre la aplicación de base y el usuario, y está definido por el conjunto de modos, elementos y ayudas gráficas que facilitan la exploración, consecución y visualización de información. **I** se considera como el submodelo de interface asociado al ambiente, que transforma las operaciones realizadas en **O** y muestra el resultado de las mismas con alguna especificación gráfica o modal, al usuario. Se le llamará *capa de Interfaz*.

Este modelo se muestra en la fig.1.



(*) Conjunto de operaciones que pueden ser agregadas para futuras necesidades

Fig. 1. Modelo referencial de hipermedio

III. Descripción de las capas Estructural y Operacional del modelo.

A continuación se presenta en detalle cada uno de los elementos que constituyen las capas estructural y operacional del modelo. La capa de interfaz no se ampliará en detalles, ya que el objetivo primordial del trabajo es la relación que existe entre la estructura de los hipertextos y las operaciones que se pueden llevar a cabo sobre esa estructura con el fin de aliviar el problema de desorientación en espacios hipertextuales.

Capa Estructural (S).

$S = (V, E \cup J)$ es un grafo dirigido acíclico jerárquico, de forma tal que:

- $V = V_0 \cup V_1 \cup \dots \cup V_n$,
 $E = E_0 \cup E_1 \cup \dots \cup E_m$, $E_i \neq E_k$
 $\forall i, k = 0, \dots, m \quad n, m \geq 1$
- $G_i = (V_i, E_i)$ es un grafo dirigido

acíclico y etiquetado, llamado

Contexto en el nivel i y

$$G = G_0 \cup G_1 \cup G_2 \cup \dots \cup G_n$$

- $J = J_1 \cup J_2 \cup \dots \cup J_q$, donde cada

$$J_p = \{(u, v) \text{ con } u \in V_{p-1} \text{ y } v \in V_p\}$$

$$\forall p = 1, \dots, m \text{ y } q \geq 1.$$

Cada conjunto de arcos E_i , representa los enlaces referenciales entre cada nodo de V_i en el grafo G_i , por lo que el conjunto E representa todos los enlaces referenciales del hipertexto S . Cada conjunto de arcos J_p , representa los enlaces que existen para definir la jerarquía dentro del hipertexto. Cada uno de los nodos representa un fragmento de un hipertexto, y tiene asociado un conjunto de atributos entre los cuales están los siguientes:

- TipoContenido, es el tipo de contenido que puede encontrarse en un fragmento, ya sea texto, imagen, video, etc.
- Contenido, es la lista de contenidos que reside en un nodo. Cada contenido tiene asociado el TipoContenido.
- Contexto, es el nivel al cual pertenece el nodo dentro del hipertexto.
- REnlace, la lista de nodos adyacentes, bajo enlaces referenciales, es decir los nodos que están en el mismo Contexto.
- JEnlace, la lista de nodos adyacentes, bajo enlaces jerárquicos.
- Encabezado, es una lista que contiene información acerca del nombre físico de cada uno de los contenidos, privilegio, fecha de creación y versión, palabras claves asociadas a cada contenido.

Un ejemplo de este grafo se puede observar en la Fig. 2, con la siguiente definición:

$$S = (V, E \cup J) \text{ con}$$

$$V = V_0 \cup V_1 \text{ y } E = E_0 \cup E_1$$

$$V_0 = \{a, b, c\}, E_0 = \{e_9, e_{10}\}$$

$$V_1 = \{t, u, w, x, y, z\},$$

$$E_1 = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8\}$$

$$G_0 = (V_0, E_0), G_1 = (V_1, E_1) \text{ y}$$

$$J_1 = \{j_1, j_2, j_3, j_4, j_5, j_6\}$$

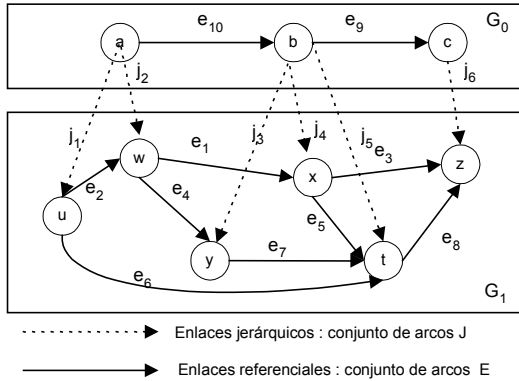


Fig. 2 Grafo dirigido acíclico jerárquico

Capa Operacional (O).

Las operaciones que se proponen en esta capa son las siguientes:

1. Enlazado o vinculación: que constituye la característica básica del ambiente hipermedial, ya que este proceso permite el acceso directo a un elemento localizado en el hiperespacio: dentro de este proceso se destacan el enlazado estático, generalmente provistos por el autor del hiperdocumento y el enlazado dinámico, generado en forma automática por los contextos específicos que puedan asociarse a los enlaces.

Este proceso actúa directamente sobre los nodos y enlaces referenciales que forman el hiperdocumento, permitiéndole al autor, una vez generados los contenidos de información, enlazarlos ya sea a su siguiente contenido y crear contextos, o para asociarlos mediante los enlaces jerárquicos y formar estructuras jerárquicas, como tablas de contenidos o índices.

La acción principal que se realiza en este proceso es la creación de enlaces:

EnlazarNodo(Nodoi, Contextoi, Nodoj, Contextoj) → Enlace
{Nodoi es la cola del enlace y Nodoj es la cabeza del enlace}
Si Contextoi=Contextoj, entonces devuelve un REnlace
sino devuelve un JEnlace.

2. Búsqueda: es el medio natural para localizar información y está asociado a la toma de decisión del usuario. Generalmente define un proceso basado en búsqueda de texto, ya sea sobre los contenidos, textuales o no, que se encuentran en el hiperdocumento, o aquellas palabras claves almacenadas en el encabezado de cada uno de esos contenidos. El proceso hace uso de un motor de búsqueda **F** que actúa sobre los distintos predicados **P_i** que el usuario formula con cualquiera de los atributos que tienen los nodos, y la acción de esta operación es de la siguiente forma:

$$F(P_1, P_2, P_3, \dots, P_n) \rightarrow (Nodo_i)^*, \quad i \geq 0$$

ya que la búsqueda puede dar un resultado vacío.

3. Linearización: es el proceso que reduce la complejidad de un hiperdocumento n-dimensional a una dimensión, lo cual se logra mediante la inclusión de caminos secuenciales a través de los hiperdocumentos. Es el proceso más antiguo asociado a los hipermedios, y se remonta a Vannevar Bush, en 1945, en los orígenes del concepto de hipertexto [Bush, 1945].

La linearización es un proceso semiautomático en este modelo, por la definición misma de la estructura. Al tratarse de un grafo dirigido acíclico, al realizar un ordenamiento topológico sobre el grafo, se obtiene una familia de recorridos desde un nodo inicial, y estos recorridos pueden convertirse en visitas guiadas que pueden orientar al usuario, en un mismo contexto. Si la linearización se desea jerárquica, entonces se lleva a cabo un recorrido DFS, desde el nivel en el cual se encuentra el usuario hacia los siguientes niveles:

- Para el caso de linearización en un contexto dado, la acción que se lleva a cabo es la siguiente:

$$T(G_i, v_k) \rightarrow (v_k, v_p) \cdot [(v_p, v_q)]^*,$$

con $(v_k, v_p) \in E_i$

es decir se hace uso de enlaces referenciales.

- Para el caso de linearización jerárquica, la acción que se lleva a cabo es la siguiente:

$$DFS(v_i) \rightarrow [(v_i, v_k)]^*,$$

con $(v_i, v_k) \in J_i$,

es decir se hace uso de enlaces jerárquicos, creándose los arcos de un árbol, en el cual se escogerán cada una de los caminos (ramas) desde la raíz v_i y se construyen esos recorridos como una lista de arcos.

4. Jerarquización: es el proceso por el cual la estructura de un hiperdocumento se organiza en forma jerárquica, similar a la estructura de una tabla de contenido de un libro. El proceso lleva a cabo un recorrido en amplitud (BFS), ya sea sobre todo el hiperdocumento es decir una jerarquización total, o sobre los contextos con lo cual se tiene una jerarquización por contexto. Las acciones que se llevan a cabo son:

- Para la jerarquización total:

$BFS(S, \text{NodoActual}, N) \rightarrow \text{arbol}(\text{NodoActual})$
 $N = \text{longitud deseada de camino}$
 NodoActual es el nodo donde está situado el usuario.

- Para la jerarquización por contexto:

$\text{Contexto}(\text{NodoActual}) \rightarrow \text{ContextoActual}$,
 (es decir el grafo G_i)
 $BFS(G_i, \text{NodoActual}, N) \rightarrow$
 $\text{arbol}(\text{NodoActual})$;
 $N = \text{longitud deseada de camino}$
 NodoActual es el nodo donde está situado el usuario.

Con el proceso anterior se puede obtener la estructura de un mapa local o global, y depende de la longitud de caminos indicada por el usuario y así obtener distintos niveles de detalle; si el usuario se mueve al próximo nivel, se actualizarían los objetos de la estructura de árbol resultante. Para efectos de visualización de resultados, estos pueden ser gráficos o textuales y depende de la interfaz que seleccione el usuario.

5. Asociación por similitud: es el proceso que tiene como objetivo enlazar y conectar nodos del hiperdocumento que tengan contenidos similares, pero que en la estructura del hiperdocumento no estaban enlazados. Tomando como referencia los métodos utilizados en el área de recuperación de información, el proceso se basa en el cálculo de similitudes entre cada par de documentos, para obtener un vector de similitud SIM . Este vector SIM tendría la siguiente estructura:

$$SIM = [(s_{ij}^k, v_i^k, v_j^k), \dots, (s_{nm}^k, v_n^k, v_m^k)],$$

donde s_{ij}^k , es el coeficiente de similitud entre los nodos v_i y v_j del contexto k .

Este vector sería la entrada a un algoritmo que construye el subgrafo que contiene aquellos nodos involucrados en el proceso. El algoritmo construye un árbol, en base al siguiente algoritmo:

$\text{CrearArbol}(G_k, SIM) \rightarrow \text{Arbol}$

$\text{Ordenar}(SIM[s, (\text{nodo}_i, \text{nodo}_j)], \text{descendiente por } s)$;

$\text{ListaArbol} \leftarrow \text{vacía}$;

Para todas las tuplas $[s_{ij}, (\text{nodo}_i, \text{nodo}_j)]$ en SIM hacer

Si (nodo_i No está en ListaArbol Y nodo_j No está en ListaArbol) entonces

$T \leftarrow \text{Arbol}(\text{nodo}_i, \text{nodo}_j, \text{null})$;

$\text{ListaArbol} \leftarrow \text{ListaArbol} + \text{nodo}_i + \text{nodo}_j$;

Si (nodo_i está en ListaArbol Y nodo_j No está en ListaArbol) entonces $\text{Arbol}(\text{nodo}_i, \text{nodo}_j, \text{null})$;

Si (nodo_j está en ListaArbol Y nodo_i No está en ListaArbol) entonces $\text{Arbol}(\text{nodo}_j, \text{nodo}_i, \text{null})$;

Si (nodo_i está en ListaArbol Y nodo_j está en ListaArbol) entonces Ignorar esta tupla;

El operador $\text{Arbol}(\text{nodo}_i, \text{nodo}_j, \text{nodo}_k)$ crea un árbol con raíz nodo_i , e hijos nodo_j y nodo_k . Este algoritmo va creando arboles locales, ya que el algoritmo divide y estructura todos los nodos en árboles disjuntos. Para crear el árbol global, se requiere del siguiente procedimiento en el cual se mezclan los arboles creados en CrearArbol , empezando por el

último creado ya que sus nodos tendrán asociadas medidas de similaridad muy pequeñas:

MezclarArbol → *ArbolGlobal*

L := |*ListaArbol*|;

Para *i*: = *L* hasta 1 hacer

 Tomar [*s*, (*raiz_i*, *nodo_j*)] o

 [*s*, (*nodo_j*, *raiz_i*)] de *SIM*, donde *s* es

 máximo y *nodo_j* No está en el arbol_{*j*};

 Mezclar arbol_{*i*} con arbol_{*j*}, con *nodo_j*

 padre de arbol_{*j*};

 Eliminar arbol_{*i*} de *ListaArbol*;

6. Proyección. define el proceso por el cual se visualiza y se maneja la estructura del hiperdocumento. Este proceso se utiliza para orientar al usuario, ya que su función principal es la creación de diagramas e informar al usuario dónde está situado, hacia dónde puede dirigirse, dándole además una vista de su contexto local y global. Los algoritmos utilizados en esta operación son aquellos que transforman estructuras de datos para ser llevadas a un espacio bidimensional, (considerando las restricciones del medio de visualización, que es una pantalla plana), o un espacio tridimensional con ayuda de algoritmos para el manejo de espacios virtuales con los cuales pueden visualizarse relaciones espaciales entre objetos, en tres dimensiones. Los productos que se obtienen de este proceso son parte de los insumos de la capa de interfaz.

7. Mantenimiento: define los procesos de creación, actualización y eliminación de nodos en los hiperdocumentos.

8. Operaciones añadidas: son todos aquellos nuevos procesos que se pudiesen llevar a cabo sobre los hiperdocumentos.

IV. Conclusiones.

Este modelo se utilizará en la creación de un ambiente de enseñanza-aprendizaje basado en el WWW, que se está diseñando en la Universidad Simón Bolívar de

Caracas [Aula Virtual, 2000]. Uno de los objetivos del ambiente es el diseño e implementación de una herramienta para la creación de materiales educativos.

En varios experimentos llevados a cabo en el ámbito educativo, específicamente lo que respecta al diseño de contenidos para la educación, se ha detectado que a pesar de que los hipermedios se están utilizando ampliamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje, los estudiantes tratan de imaginarse la estructura de los hiperdocumentos similar a la de un libro. Al principio los contenidos se navegan en forma lineal; cuando los estudiantes profundizan en el proceso, tratan de imaginarse las estructuras de forma jerárquica. En la medida que los estudiantes avanzan en el uso del ambiente, reconocen la estructura de redes [Oliver et al, 1995], [Oliver et al, 1996]. También se ha reportado que muchos estudiantes no tienen la capacidad de escoger el mejor camino al recorrer contenidos instruccionales en un ambiente hipermedio y no puede comprometerse la responsabilidad del diseñador de los materiales para guiar al estudiante [McGrath, 1992].

En esta herramienta se propone al autor de hiperdocumentos, una serie de operaciones con las cuales se pueda orientar a los estudiantes durante el proceso de navegación de contenidos educativos. En ella se incluyen la definición de recorridos lineales mediante el proceso de *linearización*, el cual permitirá al estudiante, poco experimentado en el ambiente, una serie de recorridos lineales a través de visitas guiadas, considerando la precedencia de los tópicos incorporados en el hiperdocumento. Con la obtención de tablas de contenido mediante la operación de *jerarquización* los estudiantes van utilizando el esquema jerárquico. Utilizando la operación de *asociación por similaridad*, los contenidos similares pueden ser recuperados sin necesidad de exploración errática; se presentará al estudiante un subgrafo que contiene aquella información no asociada por el autor del documento. Con este objeto, el estudiante más experimentado se sentirá más libre durante su

recorrido. Desde el punto de vista de interfaz, con la operación *Proyección*, se crean todas las estructuras necesarias para construir mapas y diagramas para que el lector pueda visualizar la estructura del hiperdocumento y orientarse.

En este modelo, la asistencia al autor de hiperdocumentos es supervisada en forma transparente. No se permiten ciclos, por lo que el usuario lector no tendrá la posibilidad de perderse entre los múltiples fragmentos de información.

El modelo presentado se está refinando para incorporarle todos aquellos aspectos relacionados con la capa de Interfaz, módulo primordial para la interactividad entre el ambiente y el autor o el lector de hiperdocumentos.

Referencias.

[**Aula Virtual, 2000**] Aula Virtual II: Extensión al proyecto DID S1-CA-411. USB, Asociado al proyecto CYTED-UNESCO. Caracas, Marzo 2000.

[**Balasubramanian, 1995**]

Balasubramanian, V. (1995): "State of the art review of hypermedia: issues and applications".

http://www.isg.sfu.ca/~duchier/misc/hypertext_review/index.html

[**Bianchini, 1992**] Bianchini, A. (1992): "Metodología para el desarrollo de aplicaciones académicas en ambiente multimedia". Trabajo de ascenso a la categoría de Prof. Asociado, Universidad Metropolitana. Caracas, Octubre 1992.

[**Bianchini et al, 1992**] Bianchini, A., Ramírez, R. (1993): "ED-ExperMedia: Integrando Inteligencia Artificial e hipermedia". Proceedings CNIASE '92. Caracas, Octubre 1992. pp. 9-21.

[**Bianchini, 2000**] Bianchini, A. (2000): "El uso de grafos en la resolución del problema de desorientación en los espacios hipermediales". Trabajo de Grado, Maestría en Ciencias de la Computación. Universidad Simón Bolívar, Caracas.

Marzo 2000.

[**Botafogo et al, 1991**] Botafogo, R., Scheiderman, B. (1989): "Identifying aggregate in hypertext structure". Proceedings ACM Hypertext'91. pp. 63-74.

[**Bush, 1945**] Bush, V. (1945): "As we may think". The Atlantic Monthly, 176 (1), 1945, pp 101-108.

<http://www.isg.sfu.ca/~ducier/misc/vbush/vbush.h.shtml>

[**Campbell et al, 1988**] Campbell, B., Goodman, J. (1988): "HAM: A general purpose hypertext abstract machine". CACM, Vol. 31, N° 7, July 1988. pp. 856-861.

[**Capps et al, 1996**] Capps, M., Ladd, B., Stotts, D. (1996): "Enhanced graph model in the web: multi-client, multi-head, multi-tail browsing". 5th International WWW Conference, May 1996. Paris.

http://www5conf.inria.fr/fich_html/papers/P19/Overview.html

[**Car, 1997**] Car, A. (1997): "Hierarchical graph - A Spatial Concept for an Efficient Organization of Spaces and Wayfinding". Computer-human Interaction '97. Workshop on Navigation on Electronic Worlds. March 1997.

<http://www.sis.pitt.edu/~car/chi.html>

[**Casanova et al, 1991**] Casanova, M., Tucherman, L., Lima, M. J., Rangel, J., Rodriguez, N. Soares, L. (1991): "The nested context model for hyperdocuments". Proceedings ACM Hypertext'91. ACM Press, New York, pp. 193-201.

[**Catledge et al, 1995**] Catledge, L., Pitkow, J. (1995): "Characterizing Browsing Strategies in the World Wide Web". Proceedings Third International Conference on the World Wide Web - WWW 95. May 1995.

<http://www.igd.fhg.de/www/www95/papers/UserPatterns.Paper4.formatted.html>

[**Chang et al, 1995**] Chang, Y., Chi, E. (1995): "HTGraph: a new method for information access over the world wide web".

<http://www.cs.dartmouth.edu/~samr/DAGS95/Papers/chang.html>

[**Conklin, 1987**] Conklin, J. (1987): "Hypertext: An Introduction and Survey". IEEE Computer, September 1987. pp. 17-41

[**Crouch et al, 1989**] Crouch, D., Crouch, C.,

- Andreas, G. (1989): "The use of cluster hierarchies in hypertext information retrieval". Proceedings ACM Hypertext '89. ACM Press, New York, pp. 225-237.
- [**De Vocht, 1994**] De Vocht, J. (1994): "Experiments for the Characterization of Hypertext Structures". Master's Thesis, Eindhoven University of Technology. April 1994. <http://www.wis.win.tue.nl/~debra/joep>
- [**Díaz et al, 1996**] Díaz, P., Catenazzi, N., Aedo, I. (1996): "De la Multimedia a la Hipermedia. Madrid", RA-MA Editores, Madrid. 1996.
- [**Dömel, 1994**] Dömel, P. (1994): "Webmap - A Graphical Hypertext Navigation Tool". The Second International WWW Conference Fall '94. Chicago, 1994.
- [**Durand et al, 1998**] Durand, D., Kahn, P. (1998): "MAPATM: a system for inducing and visualizing hierarchy in websites". Proceedings ACM Hypertext '98. pp. 66-76
- [**Frisse et al, 1990**] Frisse, M., Cousins, S. (1990): "Guides for Hypertext: an overview" Artificial Intelligence in Medicine. Vol. 2, 1990. pp. 303-314
- [**Furnas, 1986**] Furnas, G. (1986): "Generalized Fisheye Views". Proceedings ACM Computer Human Interaction, CHI'86. pp. 16-23
- [**Furnas, 1997**] Furnas, G. (1997): "Effective View Navigation". CHI'97, Electronic Publications. March 1997. <http://www.acm.org/sigchi/proceedings/paper/gwf.htm>
- [**Greer et al, 1997**] Greer, J., Philip, T. (1997): "Guided Navigation Through Hyperspace". Proceedings of the Workshop "Intelligent Educational Systems on the WWW" - 8th World Conference of the AEID Society, Japan. August 1997 http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/AEID97_workshop/Greer.html
- [**Halasz et al, 1994**] Halasz, F., Schwartz, M. (1994): "The Dexter Hypertext Reference Model". CACM, Vol. 37, N° 2, February 1994. pp. 30-39.
- [**Hardman et al, 1994**] Hardman, L., Bulterman, D., Van Rossum, G. (1994): "The Amsterdam Hypermedia Model: adding time and context to the Dexter model". CACM, Vol. 37, N° 2, February 1994. pp. 50-62.
- [**Kopetzky et al, 1999**] Kopetzky, T., Mülhäuser, M. (1999): "Visual preview for link traversal on the WWW". 8th International WWW Conference, Toronto, May 1999.
- [**Lim et al, 1998**] Lim, E., Paynter, J. (1998): "Design Considerations for web site design". <http://www.uniforum.org.nz/conferences/1998/papers/lim.html>
- [**Mattos et al, 1998**] Mattos, R., Nicoletti, M. (1998): "Higrafos como Modelo Conceitual de Aplicativos Hipermedia". Proceedings XXVI Conferencia Latinoamericana de Informática. Panel '98. Ecuador. pp. 879-890.
- [**McGrath, 1992**] McGrath, D. (1992): "Hypertext, CAI, paper or program control: Do learners benefit from choices?". Journal of Research on Computing in Education, 24 (4), pp. 513-532.
- [**Mukherjea et al, 1995**] Mukherjea, S., Foley, J. (1995): "Visualizing the World Wide Web with a Navigational View Builder". Proceedings Third International Conference on the World Wide Web - WWW 95. <http://www.igd.fhg.de/www/www95/proceedings/papers/44/mukh/mukh.html>
- [**Nielsen, 1990**] Nielsen, J. (1990): "The art of navigating through hypertext". CACM, Vol. 33, N° 3, March 1990. Pp. 297-310.
- [**Oliver et al, 1995**] Oliver, R., Herrington, J. (1995): "Developing effective hypermedia instructional materials". Australian Journal of Educational Technology. 1995, 11(2) pp 8-22.
- [**Oliver et al, 1996**] Oliver, R., Herrington, J., Omari, A. (1996): "Creating Effective Instructional materials for the World Wide Web". AusWeb 96. The second Australian WorldWideWeb Conference. <http://www.scu.edu.au/sponsored/ausweb/ausweb96/educn/wild/paper.html>
- [**Parunak, 1991**] Parunak, H. (1991): "Don't link me in: set based hypermedia for taxonomic reasoning". Proceedings 3th ACM Hypertext '91. ACM Press, New York, pp. 233-242.
- [**Pintado et al, 1989**] Pintado, X., Tsichitzis, D. (1989): "Sattelite: hypermedia navigation by affinity". Proceedings ACM Hypertext '89.

ACM Press, New York, pp. 274-287.

[Rada, 1991] Rada, R. (1991): "Hypertext: from text to expertext". McGraw-Hill. 1991.

[Rivlin et al, 1994] Rivlin, E., Botafogo, R., Shneiderman, B. (1994): "Navigating in Hyperspace: Designing a Structure-Based Toolbox". CACM, Vol. 37, N° 2, February 1994. pp. 87-96.

[Salampasis, 1995] Salampasis, M. (1995): "Navigation in Hypermedia".

[Stotts et al, 1989] Stotts, D., Furuta, R., (1989): "Petri - Net - Based Hypertext: Document Structure with Browsing Semantics". ACM TOIS, Vol 7, N° 1. January 1989, pp. 3-29.

<http://osiris.sund.ac.uk/~csomsa/hyp10.htm>

[Tompa, 1989] Tompa, F. (1989): "A Data Model for Flexible Hypertext Database Systems". ACMTOIS Vol 7. N° 1, January 1989. pp 85-100

[Zizi, 1996] Zizi, M. (1996): "Interactive dynamic maps for visualization and retrieval from hypertext systems". Information Retrieval and Hypertext. Editado por Agosti, M. & Smeaton, A. Kluwer Academic Publishers. London, 1996. pp 203-224.