

1er SEMINARIO NACIONAL DE GRÁFICA DIGITAL

11, 12 y 13 de Junio de 1.997

Buenos Aires, Argentina

Uso del Hipergrafo Estructurado en el proceso de Diseño Arquitectónico

Arq. Iván V. Burgos, M.Sc. Arq. Sonia M. Alonzo, M.Sc.

División de Estudios para Graduados de la Facultad de Arquitectura de La Universidad del Zulia (L.U.Z.), Maracaibo-Venezuela

RESUMEN

En este trabajo se presenta la herramienta automatizada para la representación tridimensional del hipergrafo estructurado con aplicaciones concretas en el diseño arquitectónico. El mismo se basa en los conceptos de Hipergrafo, Hipergrafo Estructurado, operaciones de Abstracción y Refinamiento [1]. Se parte de la programación de espacios y de una matriz de interrelación de los mismos para graficar tridimensionalmente un hipergrafo inicial el cual puede ser editado y modelado hasta la obtención de alternativas que representen el primer acercamiento a un esquema funcional. Los vértices representan las unidades básicas, poseen dimensiones a escala y son editables hasta obtener un esquema funcional tridimensional. Además de la información característica de un grafo (información relacional) paralelamente existe una información jerárquica del hipergrafo dando como resultado el hipergrafo estructurado.

Se concluye con la aplicación a un caso particular y su representación a través de gráficos obtenidos con la herramienta automatizada.

Palabras Claves: abstracción, refinamiento, hipergrafo, hipergrafo estructurado, macrovértice, estructura jerárquica, estructura relacional.

1. INTRODUCCION

Esta investigación demuestra, a partir de los conceptos de hipergrafo [2], hipergrafo estructurado [1] y Modelo Gráfico propuesto [3] la aplicabilidad en el campo de la arquitectura de un modelo gráfico tridimensional para la disposición de los espacios.

El modelo se genera a partir de la información proporcionada por la programación de espacios y matrices de interrelación. Este modelo posteriormente puede ser editado hasta la obtención de un esquema funcional a escala en tres dimensiones.

2. ANTECEDENTES

En el proceso de diseño arquitectónico se han utilizado los árboles y grafos como herramientas [4] para la representación gráfica de distri-

buciones espaciales las cuales presentan ciertas restricciones de tipo relacional y jerárquica provocando en la mayoría de los casos pérdidas de información. El hipergrafo estructurado ofrece la posibilidad de mantener ambas estructuras, jerárquica y relacional, conservando la información original.

Hasta el momento los trabajos que existen operan y grafican en forma bidimensional el hipergrafo estructurado con las restricciones que produce la representación del mismo por razones de la planaridad. El empleo que se le pretende dar y su potencialidad ameritan la representación tridimensional.

3. TERMINOLOGÍA

Abstracción:

Proceso en el cual los elementos que conforman un subhipergrafo son reducidos a un vértice denominado macrovértice.

Disposición Espacial:

Orden en el cual se distribuyen los espacios durante el proceso de diseño arquitectónico.

Estructura Jerárquica:

Estructura de datos en la que sus componentes son ordenados a partir de los grados de subordinación que existen entre ellos.

Estructura Relacional:

Estructura de datos en la que sus componentes son ordenados a partir de las relaciones que existen entre ellos sin tomar en cuenta ningún tipo de jerarquía o subordinación.

Grafos:

Serie de símbolos (generalmente denominados vértices) unidos por flechas o caminos, éstos últimos representando las relaciones existentes entre los vértices. Este tipo de representación sólo permite la relación "uno a uno".

Hiperarco:

Representa la relación existente entre un vértice (espacio) y otro vértices o varios de ellos. Establecen vínculos de relación y jerarquía.

Pueden contener información sobre la conexión.

Hipergrafo:

Estructura relacional en la que vértices o nodos son unidos a través de arcos o hiperarcos. Su diferencia básica con los grafos es la posibilidad de relacionar más de dos vértices cada vez, relación "uno a varios".

Hipergrafo Estructurado:

Se define como la combinación de una estructura jerárquica con una representación relacional, ésta última se basa en hipergrafos, que describen las relaciones entre los elementos conservando la jerarquía entre ellos.

Programa de Espacios:

Lista de espacios con sus correspondientes características y requerimientos principales que serán desarrollados durante el proceso de diseño arquitectónico.

Refinamiento:

Proceso que permite la reconstrucción de los elementos básicos de un subhipergrafo reducido a través de la explosión del macrovértice respectivo.

Vértice:

Representa cada espacio a ser vinculado jerárquica y/o relacionamente a través de hiperarcos.

4. FUNDAMENTACION

4.1. Hipergrafo

Matemáticamente, un hipergrafo se define de la siguiente manera:

Sea $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ un conjunto finito, y $\mathcal{E} = (E_i \mid i \in I)$ una familia de partes de X , se dice entonces que constituye un hipergrafo sobre X si:

- i. $E_i \neq \emptyset \ (i \in I)$
- ii. $\cup_{(i \in I)} E_i = X$

La pareja $H = (X, \mathcal{E})$ se denomina hipergrafo, donde $|X| = n$ constituye el orden del mismo. Los elementos x_1, x_2, \dots, x_n son llamados vértices y los conjuntos E_1, E_2, \dots, E_m , conforman los arcos del hipergrafo [2].

4.2. Hipergrafo Estructurado

Su idea general se basa en el concepto de reductibilidad, esto es, la posibilidad de reemplazo y representación de un subhipergrafo mediante un vértice.

En forma matemática, el hipergrafo estructurado está definido de la siguiente forma:

$$\eta = (H, B, \mu), \text{ donde:}$$

a.- $H: \{H_0, H_1, \dots, H_n\}$, es una familia de hipergrafos, para la que cada $H_i = (X, \mathcal{E})$, $i = 0, \dots, n$. La familia debe cumplir:

- i. $H_i \neq H_j, \ i \neq j, \ j = 0, 1, \dots, n$.
- ii. Existe en H un elemento único, denotado por H_0 , tal que cada H_k en H no es el hipergrafo padre de H_0 .
- iii. Para cada H_i en $H - \{H_0\}$, existe un elemento único H_j en H tal que H_i es hijo de H_j .

b.- B : familia de tripos definiendo las conexiones frontera entre cada elemento en $H - \{H_0\}$ y sus padres.

$$B = \{ (I_i, BV(H_i), \phi_i) \}, \ i = 0, 1, 2, \dots, n,$$

donde:

I_i : conjunto de hiperarcos incidentes en x_i (x_i es el macrovértice que reemplaza a H_i)

$BV(H_i)$: vértices frontera de H_i

ϕ_i : define las conexiones frontera.

$$\phi_i: I_i \rightarrow BV(H_i).$$

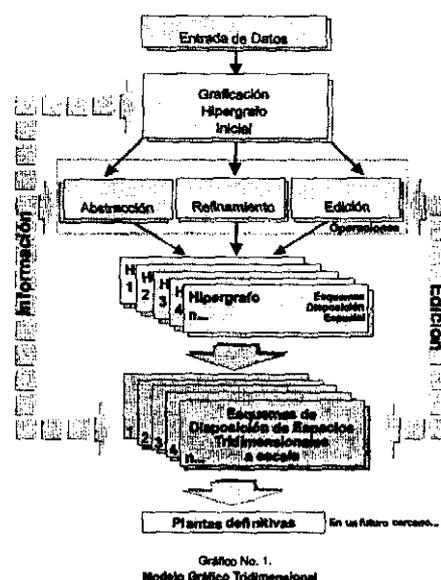
c.- μ : proyecta cada H_i en $H - \{H_0\}$ dentro del macrovértice x_i expandido en H_i .

$$\mu: H_i \rightarrow x_i$$

4.3. Abstracción y Refinamiento

El concepto de reductibilidad de un subhipergrafo a un vértice, es posible a través de dos transformaciones básicas: *la abstracción* y *el refinamiento*. Estas transformaciones son las herramientas que permiten definir y modificar un hipergrafo estructurado, el cual puede llevarse hasta un grafo simple, y luego reconstruirse su representación jerárquica mediante la expansión del hipergrafo y sus vértices. Ambos procesos tienen efectos estrictamente puntuales dentro de la estructura.[1].

5. MODELO GRAFICO TRIDIMENSIONAL



Para la alimentación del modelo (Gráfico No. 1), la información de entrada se basa en la programación de espacios previamente zonificados, generando una matriz de asociación de las relaciones funcionales; posteriormente la información se lleva a una matriz de interrelación la cual determina las vinculaciones de cada hiperarco en función al orden de los vértices, a partir de allí se grafica un hipergrafo inicial que representa los espacios y sus relaciones agrupados por zonas.

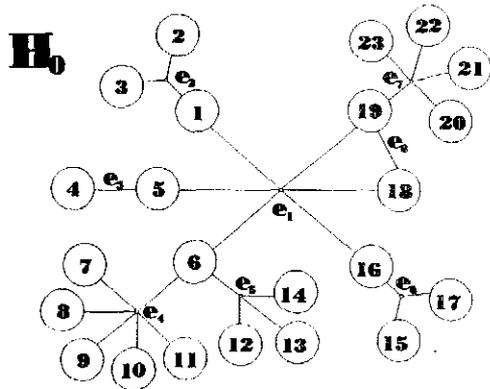
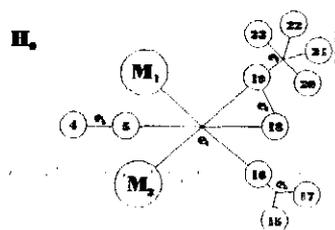
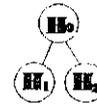


Gráfico No. 2.
Hipergrafo Estructurado Inicial

Los vértices de este hipergrafo inicial pueden ser editados, movilizándose a nuevas posiciones en el espacio, con el fin de mejorar la visualización de los mismos dentro del conjunto y promover posibles agrupaciones, ya sea sólo como nuevas ubicaciones o para ser propicios al proceso de abstracción. En todo momento, la información sobre las características de cada espacio, en este caso los vértices, o de cada hiperarco (también pueden contener información sobre el tipo de vínculo) debe estar disponible para los efectos de edición o cualquier acción de transformación. Posteriormente, abierta siempre la posibilidad de edición en los vértices, podrán realizarse las operaciones de abstracción y refinamiento con el fin de modelar el hipergrafo de la manera que convenga al diseñador (Gráfico No. 3).



ESPACIOS - RELACIONES - ZONAS
Abstracciones en M1 y M2 y la Estructura Jerárquica asociada
Gráfico No. 3.
Procesos de Abstracción y Refinamiento



REPRESENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA JERÁRQUICA

Gráfico No. 4.

Paralelamente, la información relacionada con los espacios y sumatoria de áreas de los mismos contenidos en cada macrovértice, se encuentra disponible, al igual que la estructura jerárquica correspondiente al momento de cada abstracción y/o refinamiento. (Gráfico No. 4). Estas operaciones resultan especialmente útiles en grandes edificaciones y conjuntos y para espacios urbanos, en los que el número de relaciones entre elementos y grados de jerarquía determinan una compleja red, que requeriría gran cantidad de tiempo y esfuerzo para ser diseñada y/o modificada. La abstracción permite agrupar espacios, guardando sus relaciones y vínculos jerárquicos y descongestionar los esquemas, logrando una mayor claridad en los mismos; una vez resuelta una zona, es posible hacer abstracción de ella, refinar otra para trabajar y así sucesivamente. Al nivel más alto de refinamiento, es posible obtener esquemas de zonificación detallados. Esto permite la obtención de varias propuestas de organización de espacios. Determinadas una o varias de ellas, cada vértice puede transformarse en el espacio que representa: una unidad básica tridimensional que presente las dimensiones determinadas en la programación de espacios inicial, directamente tomados de ésta (Gráfico No. 5).

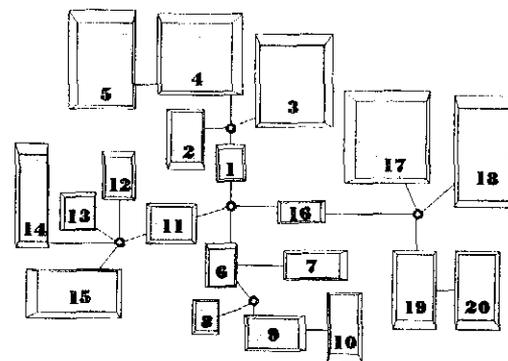


Gráfico No. 5.
Esquema de Disposición de Espacios Tridimensionales a Escala

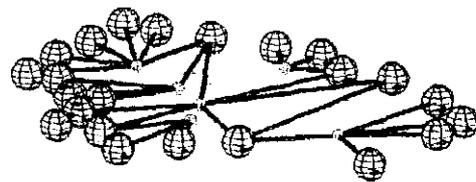
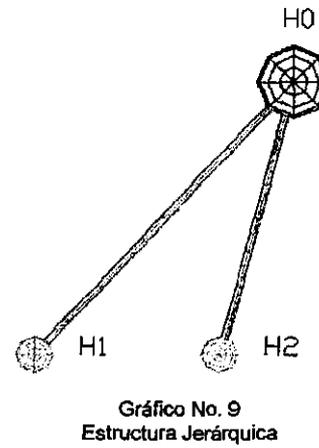
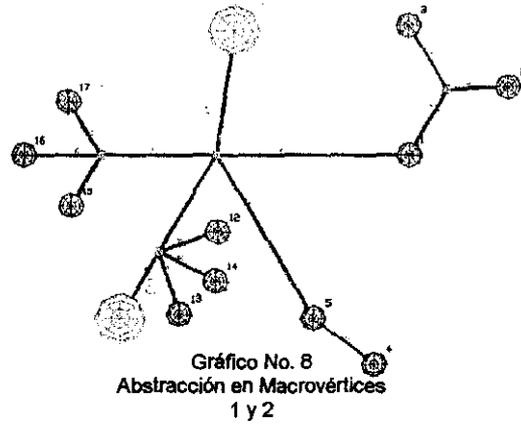
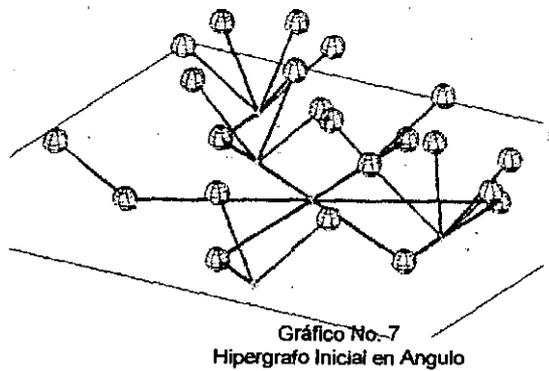
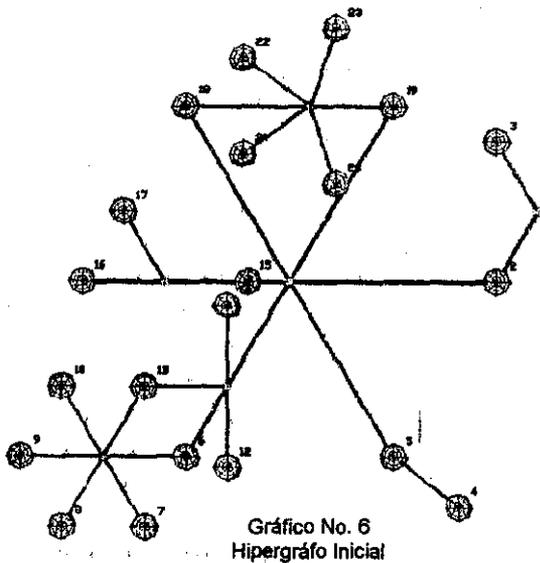
Luego de esta última transformación, el resultado será un esquema más cercano al diseño final. Los espacios se representan en dimensiones reales a escala, que pueden ser editados, ajustándose su ubicación hacia cualquier punto en el espacio, mientras que los hiperarcos determinarán la posible creación de nue-

vos espacios y las relaciones que existen entre los actuales. A partir de aquí, tomando en cuenta los nuevos espacios, es posible una visualización cercana a lo que podría ser la disposición de espacios en el proyecto final, incluso, si se eliminan los hiperarcos, el dibujo puede ser la base para la representación tridimensional del proyecto ya que los espacios básicos se encuentran bajo esa condición.

Podría decirse entonces, que con este modelo, se sistematiza la etapa correspondiente a la disposición inicial de los espacios, fase primordial dentro del proceso de diseño, además de que su obtención se realiza a través de la utilización de un sistema cercano a lo que debe ser un Diseño Asistido por Computadora (CAD).

6. APLICACION

Por razones de espacio se omitirán los gráficos correspondientes a la tabulación de Entrada de Datos.



7. PLATAFORMA DE TRABAJO

La herramienta automatizada se desarrolló en Autocad ® V.12 y el lenguaje de programación utilizado fué el Autolisp ®, en un microcomputador 486dx/33, 8 Mb. RAM.

8. CONCLUSIONES

El modelo gráfico tridimensional basado en el hipergrafo estructurado permite, dentro del proceso de diseño, la sistematización de la fase inicial de la disposición espacial, obteniéndose un acercamiento a esquemas de ubicación lo que se traduce en un ahorro de tiempo, manteniendo el control del esquema primario.

La representación tridimensional del hipergrafo estructurado elimina los problemas de planaridad permitiendo con ello mayor riqueza en la disposición espacial.

REFERENCIAS

[1] Ancona, M. y De Floriani, L. "A hypergraph - based hierarchical data structure and its applications". Computational Mechanics Publications. Adv. Eng. Software. 1.989, Vol. 11. No. 1.

[2] Berge, Claude. "Graphs and Hypergraphs". Dunod. París, 1.970.

[3] Naranjo, Cecilia, I. Burgos y K. Giles. "Modelo Gráfico basado en el Hipergrafo Estructurado para las disposiciones espaciales en Arquitectura". Trabajo Especial de Grado. Facultad de Arquitectura. División de Estudios para Graduados. Universidad del Zulia. Maracaibo, 1.995.

[4] Hinz, Elke. "Desarrollo de un Modelo Gráfico para la disposición espacial en edificaciones". Trabajo de Ascenso. Facultad de Arquitectura. Universidad del Zulia. Maracaibo, 1.981.