

# XIV Congreso Español de Informática Gráfica

EG



EDITORES:  
FRANCISCO FEITO HIGUERUELA  
FRANCISCO SERÓN ARBELOA  
JUAN M. CORDERO VALLE

CEIG'04

#### XIV CONGRESO ESPAÑOL DE INFORMATICA GRAFICA

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

DERECHOS RESERVADOS © 2004

Francisco Feito Higuera  
Francisco Serón Arbeloa  
Juan M. Cordero Valle

Edita e imprime:  
Edición Digital @ tres, S.L.L.  
Doctor Delmas 7, Bajo B  
41008 Sevilla  
Teléfono: 954 63 17 00

I.S.B.N.: 84 - 688-6998-8  
Depósito Legal: SE - 3087-04

IMPRESO EN ESPAÑA - PRINTED IN SPAIN

## **PROMOTORES**

Eurographics, Sección Española  
Fundación para la Investigación y el Desarrollo de  
las Tecnologías de la Información en Andalucía

## **PRESIDENTE DEL CONGRESO**

D. Francisco Feito

## **COMITÉ ORGANIZADOR**

### **Presidente**

D. Miguel Toro

### **Vocales**

Rafael Corchuelo  
Juan M. Cordero  
José Cortés  
Eduardo Díaz  
Mariano González  
Juan A. Ortega  
Emilio J. Sobreviela  
Jesús Torres

## **ENTIDADES COLABORADORAS**

Universidad de Sevilla  
Junta de Andalucía  
Ministerio de Ciencia y Tecnología  
Asociación de Técnicos de Informática

## **COMITÉ DE PROGRAMA**

### **Presidente**

D. Francisco Serón

### **Vocales**

Francisco Abad  
Manuel Abellanas  
María D. Ayala  
Sandra Baldassarri  
Pere Brunet  
Roger Cabezas  
Emilio Camahort  
Antonio Cardoso  
Eva Cerezo  
Miguel Chover  
Francisco Feito  
Marco Fernández  
Julián Flores  
Alejandro García-Alonso  
Diego Gutiérrez  
Robert Joan  
Pedro Latorre  
Enric Martí  
Domingo Martín  
Ramón Mas  
Luis M. Matey  
Francisco Perales  
Xavier Pueyo  
Jordi Regincós  
Mateu Sbert  
Joan Antoni Sellarés  
Augusto de Sousa  
Antonio Susín  
José C. Teixeira  
Juan C. Torres  
Carlos Ureña  
Alvar Vinacua  
Roberto Vivó

<b>Multiple inelastic scattering in inhomogeneous participating media</b> <i>D. Gutierrez, A. Muñoz</i> .....	355
<b>Modelización Facial compatible MPEG4</b> <i>M. Bez, A. Igelmo, M.J. Abasolo, F. Perales</i> .....	359
<b>Explotación del Hardware Gráfico para Acelerar la Visualización de Geometría</b> <i>P. Castelló, J.F. Romero, M. Chover</i> .....	363
<b>Transmisión Progresiva de Modelos de Volumen Representados mediante Octrees de Celdas</b> <i>F. Velasco, J.C. Torres, A. León</i> .....	367
<b>Representación Espacial Eficiente Para Escenas Constituidas Mediante Agrupaciones de Objetos</b> <i>N. Aguilera, J. Revelles, M. Lastra, R. Montes, R.J. García</i> .....	371
<b>The Computer-Augmented Human</b> <i>Céline Paloc, Rubén Gómez, Eduardo Carrasco, Iñigo Barandiarán, Iván Macía</i> ...	375

## Vídeos

<b>En el Fondo de la Ría</b> <i>J. Flores, A. Otero, E. Mallo, R. Noya, R. Cacauelos, P. Eirín, V. Sobradelo, E. Moldes, P. Saco, A. Cid, J. Val</i> .....	379
<b>Crisálida</b> <i>C. García, Ramón Mollá</i> .....	381

# Representación Espacial Eficiente Para Escenas Constituidas Mediante Agrupaciones de Objetos

N. Aguilera, J. Revelles, M. Lastra, R. Montes, R.J. García  
Dpt. Lenguajes y Sistemas Informáticos  
E.T.S. Ingeniería Informática  
e-mail: noelio@fedro.ugr.es  
{jrevelle,mlastral,rosana,ruben}@ugr.es  
Web: <http://giig.ugr.es>

## Resumen

En este trabajo se presenta una representación espacial eficiente que intenta ofrecer un ajuste más adecuado a un determinado tipo de escenas formadas por grandes agrupaciones de objetos. Dicha representación espacial está basada en una jerarquía de octrees. Los resultados obtenidos, comparados con el método de Cazals [2], mejoran cuanto mayor es la distancia entre las agrupaciones de objetos a tenor de las escenas utilizadas en la realización de las pruebas empleando para ello un algoritmo de síntesis basado en fotosimulación.

**Palabras clave:** Ray-Tracing, Fotosimulación, Métodos de Optimización, Indexación espacial.

## 1. Introducción

En todo sistema de síntesis de imágenes se tiene la disponibilidad de varios tipos de representaciones espaciales. La mejora entre ellos en cuanto a rendimiento se consigue cuando, para cualquier rayo, se intente realizar el test de intersección rayo-objeto únicamente con aquellos objetos de la escena que estén en el camino del rayo.

Así, se han presentado representaciones espaciales de diversos tipos, como son la representación espacial basada en subdivisión espacial uniforme o Grid 3D [3, 1] o las representaciones espaciales basadas en subdivisiones espaciales adaptativas (donde destacamos el Octree [5], BSP tree [10], K-d tree [4] y el Octree-R [11]).

El principal problema que puede presentar la elección de un tipo en concreto es que no se ajuste adecuadamente a la escena y, para ello, existen propuestas que

intentan mejorar dicho ajuste en virtud del número de objetos volumétricos de la escena que queden vacíos. Para mostrar las prestaciones de la jerarquía de octrees (representación espacial inicialmente presentada en [8]) se proponen diversas escenas de prueba para mostrar en qué circunstancias la representación espacial propuesta ofrece mejores resultados.

## 2. Representación Espacial Basada en Jerarquía de Octrees

Dos son las principales diferencias con respecto al método de Cazals. La primera de ellas reside en que los objetos de la escena poseerán tamaños muy similares. Para este caso por tanto, no es necesario distinguir entre tamaños de objetos. La otra diferencia es que en la jerarquía de Octrees los nodos terminales del árbol binario balanceado están formados por Octrees en lugar de Grids 3D Regulares. El recorrido de un rayo por la jerarquía de octrees se basa en un recorrido de un árbol binario. Cuando se alcance un nodo terminal, se recorrerá el octree que tenga asociado dicho nodo terminal [9].

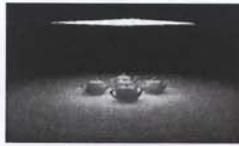
## 3. Resultados

Dado que la Jerarquía de Grids Uniformes ha sido ampliamente utilizada para una multitud de escenas compuestas por una gran cantidad de objetos, hemos considerado oportuno comparar ambas representaciones espaciales tomando como referencia el tamaño necesario para albergar ambas estructuras en memoria, es decir, tomando en cuenta tamaños equivalentes.

Todos los resultados fueron obtenidos usando un ordenador PC con procesador Pentium 4 a 1.7 Ghz., 1GB de memoria RAM y Linux 2.4.21. En la tabla de resultados se considera únicamente el tiempo empleado en el lanzamiento de fotones y no el empleado en la estimación de densidades. El sistema de síntesis en el que se implementa esta representación espacial está basado en técnicas de estimación de densidades: Photon Maps [6] y DETP (Density Estimation on the Tangent Plane) [7].

Para esta comparativa se han diseñado cuatro escenas en las que varían tanto el número de agrupaciones como la distribución y tamaño de éstas. Las escenas 1(a), 1(b) y 1(c) representan un suelo y 5 tetras variando su ubicación para detectar respectivamente 2, 3 y 4 agrupaciones. El número total de triángulos es de 30,000. Las escenas 1(d) y 1(e) representan 5 tetras y otra en el centro muy grande y muy pequeña, respectivamente. El número total de triángulos es de 35,000.

Bajo estas circunstancias y según se puede apreciar en las tablas de resultados, en la mayoría de los casos es más favorable la utilización de una Jerarquía de Octrees. La información mostrada en las tablas es la siguiente: la primera columna muestra el nivel de profundidad de los octrees en la Jerarquía de Octrees. La siguiente columna



Nivel Oct.	Tiempo (sec.)	%	Tiempo (sec.)	Nivel Grid
1	2.727,17	-6,85%	2.540,46	2
3	284,77	-15,95%	222,55	8
4	107,83	3,03%	110,89	14
5	63,16	21,62%	80,58	22
6	51,55	26,62%	70,25	37
7	52,37	35,71%	81,46	60
8	59,98	49,17%	118,00	102
9	75,87	61,59%	197,55	176

Nivel Oct.	Tiempo (sec.)	%	Tiempo (sec.)	Nivel Grid
1	2.204,76	-4,00%	2.116,47	2
3	216,28	-14,44%	185,05	8
4	90,93	11,96%	103,28	13
5	56,17	23,69%	73,61	20
6	46,94	29,08%	66,05	29
7	45,18	31,05%	65,53	40
8	45,82	39,35%	75,58	54
9	47,13	46,36%	87,87	71
10	48,14	55,23%	107,53	94
11	50,04	65,24%	143,95	133

Nivel Oct.	Tiempo (sec.)	%	Tiempo (sec.)	Nivel Grid
1	1.802,66	-3,54%	1.718,97	2
2	557,85	-40,61%	329,65	5
3	184,23	-14,52%	157,48	8
4	81,65	15,20%	96,28	12
5	53,78	22,32%	69,23	19
6	46,54	26,27%	63,12	28
7	44,97	31,23%	65,39	37
8	45,70	36,90%	72,42	49
9	46,57	44,69%	84,20	64
10	47,41	53,80%	102,61	85
11	48,98	64,32%	137,26	121



Nivel Oct.	Tiempo (sec.)	%	Tiempo (sec.)	Nivel Grid
1	1.956,44	-20,16%	1.561,63	2
2	650,12	-47,95%	338,37	5
3	243,60	-26,15%	179,89	8
4	129,11	-15,20%	109,49	14
5	102,24	-6,18%	95,92	21
6	97,05	0,25%	97,29	29
7	99,16	7,69%	107,42	40
8	101,36	17,66%	123,40	52
9	104,91	31,49%	153,13	69
10	106,59	48,67%	207,95	98

Nivel Oct.	Tiempo (sec.)	%	Tiempo (sec.)	Nivel Grid
1	909,22	-4,67%	866,77	2
2	239,71	-36,06%	153,28	5
3	90,05	-8,92%	82,02	8
4	49,07	15,32%	57,95	12
5	37,32	21,65%	47,63	18
6	34,36	26,92%	47,02	25
7	33,87	31,93%	49,76	35
8	33,39	40,34%	55,97	47
9	34,39	47,46%	66,44	62
10	34,79	57,23%	81,35	85

(d) 7 agrupaciones (una grande). (e) 7 agrupaciones (una pequeña).

Figura 1: Escenas de prueba y resultados (incluyendo el suelo como agrupación).

muestra el tiempo empleado por el proceso de lanzamiento de fotones. La columna central muestra el porcentaje de ganancia (un resultado negativo muestra que la Jerarquía de Grids Regulares es mejor para ese caso). Las siguientes columnas son relativas a la Jerarquía de Grids en cuanto a tiempo y nivel de subdivisión de los Grids Uniformes, respectivamente.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado gracias a la financiación del Proyecto de Investigación TIC2001-2932-C03-03 de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).

## Referencias

- [1] J. Amanatides and A. Woo. A fast voxel traversal algorithm for ray tracing. In *EUROGRAPHICS'87*, pages 3–10, Amsterdam, 1987.
- [2] F. Cazals, G. Drettakis, and C. Puech. Filtering, clustering and hierarchy construction: A new solution for ray-tracing complex scenes. In *EUROGRAPHICS'95*, pages 371–382, 1995.
- [3] A. Fujimoto and K. Iwata. Arts: Accelerated ray tracing system. *IEEE Computer Graphics & Applications*, 6(4):16–26, 1986.
- [4] D.S. Fussel and K.R. Subramanian. Fast ray tracing using k-d trees. Technical Report TR-88-07, U. of Texas, Austin, Dept. Computer Science, March 1988.
- [5] A.S. Glassner. Space subdivision for fast ray tracing. *IEEE Computer Graphics & Applications*, 4(10):15–22, 1984.
- [6] H. W. Jensen. Global illumination using photon maps. In *Rendering Techniques '96*, pages 21–30, 1996.
- [7] M. Lastra, C. Ureña, J. Revelles, and R. Montes. A particle-path based method for monte carlo density estimation. In *Eurographics Workshop on Rendering (short paper) 2002, Pisa (Italy)*, 2002.
- [8] J. Revelles, N. Aguilera, J. Aguado, M. Lastra, R. Montes, and R.J. García. A spatial representation for ray-scene intersection test improvement in complex scenes. In *Interactive Demos & Poster, Eurographics'2003*, ISSN: 1017-4656, pages 97–100, 2003.
- [9] J. Revelles, C. Ureña, and M. Lastra. An efficient parametric algorithm for octree traversal. *Journal of WSCG (Copyright UNION Agency-Science Press)*, 8(2):212–219, 2000.
- [10] K. Sung. *Ray Tracing with the BSP Tree*, pages 271–274. Academic Press, 1992.
- [11] K. Whang, J. Song, J. Chang, J. Kim, W. Cho, C. Park, and I. Song. Octree-r: An adaptive octree for efficient ray tracing. *IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics*, 1(4):343–349, 1995.