

# Mosaicos Virtuales

Alberto Denia and José Ribelles<sup>\*1</sup> and Ángeles López<sup>\*\*2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería y Ciencias de la Computación

Universitat Jaume I. 12071 Castellón

<sup>1</sup>e-mail: ribelles@lsi.uji.es

---

## Abstract

*Las productoras de TV que realizan retransmisiones deportivas utilizan con bastante frecuencia tecnología que les permite añadir elementos generados por ordenador. En este artículo se presenta una técnica para crear mosaicos virtuales, simulando los mosaicos que en ocasiones el público de los estadios crea levantando pequeños trozos de cartón coloreados a los que llamamos paneles. El método que se presenta persigue tanto realismo visual como eficiencia computacional. Para conseguir el primer objetivo se ha simulado el proceso de levantamiento del mosaico, su exposición y el proceso de descenso, teniendo además en cuenta factores que influyen en su aspecto como la ausencia de público, diferencias en altura de los paneles o el ligero movimiento que cada espectador imprime sobre el panel que sujeta. Para satisfacer el segundo objetivo, el proceso de animación del mosaico se ha codificado íntegramente en GLSL.*

Categories and Subject Descriptors (according to ACM CCS): I.3.7 [Computer Graphics]: Virtual reality—Animation I.3.8 [Computer Graphics]: Applications—

---

## 1. Introducción

Hoy en día no es extraño ver que, en retransmisiones deportivas, las cadenas de televisión incorporen elementos virtuales a los escenarios deportivos. A veces con fines publicitarios, en otros casos con fines informativos, o a veces simplemente como elementos decorativos. Por ejemplo, colocar sobre el terreno de juego los escudos de los equipos que participan en el encuentro, las alineaciones, el resultado, variadas formas tridimensionales flotantes con mensajes publicitarios, o incluso datos más técnicos como distancias entre jugadores u otros elementos propios del juego.

Por otra parte, el público que asiste a los estadios trata de crear animación mediante métodos tan habituales como música, cánticos, banderas o pancartas. Además, aunque menos habitual por su coste de organización, el público crea enormes mosaicos levantando cada espectador un trozo de cartón coloreado (ver figura 1), o despliega banderas o pancartas de

dimensiones nada habituales por su gran tamaño. También es posible observar en ocasiones animación creada con el movimiento del propio público, como la famosa Ola Mexicana.



**Figura 1:** Ejemplo de mosaico realizado por el público del estadio.

En este artículo, se presenta una técnica para simular los mosaicos creados por los espectadores que asisten a los estadios con el fin de que la productora de TV que retransmite el evento pudiera utilizarla y así aumentar la espectacularidad sorprendiendo aún más al telespectador. El primer objetivo es conseguir un alto grado de realismo visual para que el efecto de animación del mosaico observado en las imágenes de televisión parezca real. Como segundo objetivo se

---

\* Convenio UJI-Bancaja 2007, Proyecto P1.1B2007-32

\*\* Supported by project CONSOLIDER INGENIO 2010 (CSD2007-00018) from the Spanish Ministry of Science and Innovation.

persigue aprovechar las posibilidades que el hardware gráfico programable ofrece hoy en día para obtener la mayor eficiencia en este proceso de manera que la creación e incorporación del mosaico virtual a la imagen original se realice en línea y sin generar un retardo en el envío de la señal hasta los televisores.

## 2. Trabajo previo

Las técnicas basadas en realidad aumentada [ACV02] requieren conocer la posición y orientación de la cámara, así como la longitud focal, es decir, los parámetros de calibración. En la aplicación que se presenta, es posible disponer de un modelo básico del estadio en el que se va a celebrar el evento, así como las dimensiones del terreno de juego y la ubicación de las rayas u otros elementos característicos del juego. Toda esta información, junto con el conocimiento de la posición de las cámaras simplifica enormemente el problema del calibrado así como el del registro. Sin embargo, siempre habrá pequeñas variaciones por lo que será necesario realizar un ajuste en tiempo real [WHK04, VLF04, Tho07].

La aplicación de la realidad aumentada a las retransmisiones deportivas cuenta con soluciones como el sistema Piero [BBC], desarrollado por la BBC, que permite generar vistas virtuales y añadir gráficos pegados sobre el terreno de juego. Viz Arena [VIR], o Tog Sports [Sof] son otros ejemplos de soluciones comerciales.

## 3. Mosaicos

Un mosaico está formado por un conjunto de paneles dispuestos sobre la gradería. El panel es el trozo de cartulina o tela que el espectador ha de levantar. A cada espectador se le puede dar uno o varios paneles, siendo en este último caso enumerados y dispuestos a modo de libreta. Por megafonía, por ejemplo, se solicita el levantamiento de los paneles y, en el caso de que cada espectador disponga de varios, el locutor indica el número asociado.

La animación del mosaico, la cual comprende todo el proceso de levantamiento de los paneles, el tiempo de exposición, el cambio del panel si cada espectador tuviera varios y el descenso para su terminación, está realizado, salvo en ocasiones muy especiales, por un público no entrenado que simplemente asiste como espectador de un evento. No hay ensayos, ni tiempo para pruebas, y tampoco tiene por qué haber un lleno en la gradería e, incluso, pueden ocurrir incidentes como pérdida de paneles o simplemente que el espectador no llegue a tiempo a su localidad. Todo este tipo de condicionantes influyen en el aspecto final del mosaico (ver figura 2). A continuación se enumeran los distintos aspectos que se han considerado:

- Inicio de la animación. En esta parte se produce el levantamiento de los paneles que, con bastante seguridad, se



(a)



(b)

**Figura 2:** Dos ejemplos de mosaicos, (a) realizado por gente entrenada, con un resultado impecable, y (b) realizado por el público habitual de un estadio, en el que en la zona de paneles blancos, por ejemplo, se observan puntos negros.

puede afirmar que no se realizará de forma simultánea, es decir, que no todos los espectadores mostrarán el panel al mismo tiempo. Sin embargo, se puede asumir que tras un periodo de tiempo breve todos lo habrán hecho.

- Falta de público en la gradería. Aunque los mosaicos se suelen preparar en citas en las que hay un lleno hasta la bandera, siempre es posible que existan imprevistos de última hora que impidan acudir o simplemente que se llegue tarde. Además, también es cierto que mucha gente no acude de forma individual, por lo que habrán tanto huecos de un solo asiento como grupos de dos o más.
- Altura del panel. No todos los paneles se levantarán a la misma altura por la simple razón de que no todos los espectadores miden lo mismo, lo que es más exagerado cuando, por ejemplo, en la gradería se alternan adultos y niños.
- Otros sucesos. Caídas del panel, bajadas espontáneas u otros movimientos pueden hacer que un panel deje de verse durante un breve periodo de tiempo.
- Movimiento del panel ya levantado. El panel no permanecerá quieto e inmóvil durante el tiempo que el espectador

lo mantenga en alto. Tendrá un pequeño movimiento, un ligero vaivén.

- Finalización de la animación. En esta parte se produce el descenso de los paneles. También existirá una falta de sincronización pero, a diferencia del proceso de levantamiento, el de finalización transcurrirá en un periodo de tiempo más breve, es decir, que el público tardará menos en bajar todos los paneles que lo que se empleó en levantarlos.

#### 4. Construcción

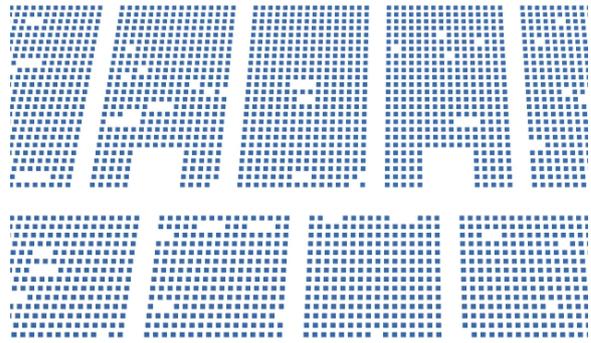
En general, la forma básica de una gradería, es decir, abstrayendo los detalles como los asientos, escalones, accesos, etc, siempre se va a corresponder con una superficie fácilmente modelable utilizando, por ejemplo, superficies cuadradas, aunque una simple superficie plana va a ser también muy habitual.

El mosaico virtual se representa mediante una matriz de paneles cuya dimensión se corresponde con el tamaño de la gradería sobre la que se quiere colocar, y una matriz de máscara de la misma dimensión para marcar los paneles que no deban mostrarse. Los motivos por los que no se muestra un panel pueden ser dos: por corresponderse con una posición de la gradería en el que no hay asiento, o para simular que dicha localidad está vacía. Para el primer caso, es necesario conocer la distribución de asientos así como la ubicación de los accesos, pasillos y escaleras que, en general, se disponen de manera regular, facilitando mucho el proceso de marcado. Para el segundo caso, como se comentó en la sección anterior, se desea simular que el público asiste tanto de forma individual como en grupos de dos o más personas, por lo que al reflejar la falta de público, los asientos vacíos se dispondrán también en grupos. Así, el marcado de los asientos vacíos, para un porcentaje de ausencias dado, se realiza obteniendo de forma aleatoria una posición en el mosaico y un segundo valor que indique el número de localidades correlativas vacías. En la figura 3 se muestra un ejemplo donde se puede observar cómo algunos paneles no son dibujados por los motivos explicados.

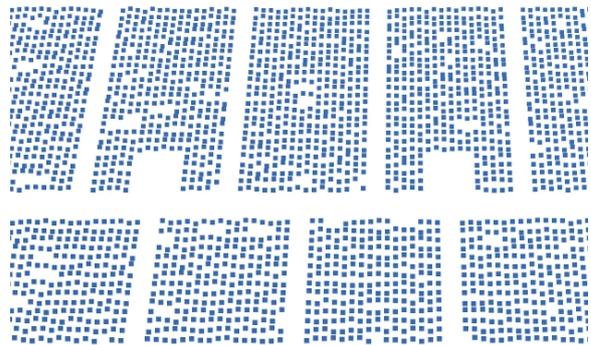
Para que cada panel esté a una altura diferente, con el objetivo de simular que en la realidad cada persona del público levanta el panel a una altura distinta, se asocia a cada panel un desplazamiento en altura aleatorio (ver figura 4).

#### 5. Animación

Los procesos de levantamiento y de descenso de los paneles son muy similares. A cada panel se le asocia un tiempo de retardo aleatorio de manera que, al iniciarse el proceso, cada panel comenzará a levantarse o descender transcurrido su tiempo asociado. Estos valores se generan de forma aleatoria pero teniendo en cuenta que: en un periodo de  $T$  segundos todos los paneles habrán alcanzado su posición final, el tiempo consumido en levantar o descender un panel es fijo, y un porcentaje de paneles dado habrá terminado en los



**Figura 3:** Ejemplo de mosaico en el que si un panel no se muestra es o bien por no haber asiento, o bien por, habiendo asiento, no haber espectador.

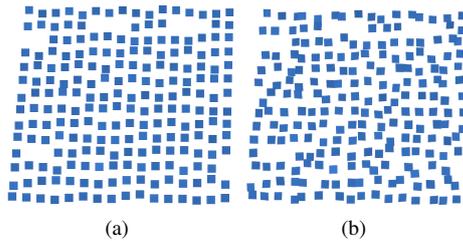


**Figura 4:** Ejemplo en el que se muestra el mosaico tras haber modificado la altura de los paneles.

primeros  $T/2$  segundos, terminando los demás en el tiempo que resta.

Para simular el movimiento de los paneles una vez levantados, se utiliza una textura de ruido. Durante la animación, a cada uno de los vértices que forman el panel se le suma un valor de la textura de ruido para así producir un ligero desplazamiento del vértice (ver figura 5). Para obtener el vaivén, es necesario que las coordenadas de textura varíen con el tiempo y, para observar aleatoriedad en el movimiento general de los paneles, es importante que paneles consecutivos accedan a zonas no consecutivas de la textura de ruido. Por otra parte, la normal del panel no se recalcula como consecuencia de haber desplazado sus vértices, sino que se modifica utilizando el valor de la textura de ruido obtenido para desplazar el propio vértice, produciendo que cada vértice del panel tenga una normal diferente y, en consecuencia, un sombreado del panel no constante.

Las caídas de un panel, u otros movimientos inesperados, que puedan hacer que un panel deje de verse durante un breve periodo de tiempo, se modelan en la máscara de represen-



**Figura 5:** Ejemplo en el que se han modificado los vértices y normales de los paneles que se muestran en (a), utilizando una textura de ruido y produciendo el resultado que se muestra en (b).

tación del mosaico. Así, durante la animación se marcan de forma aleatoria algunos paneles que permanecen marcados durante un breve periodo de tiempo.

## 6. Resultados

En la figura 6 se muestran algunos fotogramas de las animaciones obtenidas mediante la técnica descrita. La inserción del mosaico virtual en la imagen real se ha realizado de forma aproximada al no disponer de información alguna ni sobre los parámetros de la cámara, ni sobre las dimensiones reales del estadio.

## 7. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se ha presentado una técnica para crear mosaicos virtuales que permite simular los mosaicos que en ocasiones crea el público levantando trozos de cartón coloreados. Para que la simulación fuese lo más real posible se han tenido en cuenta aspectos como la ausencia de público, diferencias en altura de los paneles o el ligero movimiento que cada espectador imprime sobre el panel que sujeta. Los resultados obtenidos muestran que la técnica es bastante satisfactoria.

Hasta el momento, sólo se ha tratado de simular un mosaico real. Sin embargo, el método propuesto abre muchas más posibilidades de las que el público de un estadio puede realizar como, por ejemplo, crear una ola que recorra el mosaico produciendo el cambio de color o textura de los paneles por los que pasa, o realizar dicho cambio al mismo tiempo que se simula un efecto dominó de los paneles que forman el mosaico. A partir de ahora, el trabajo futuro se dirige tanto a ampliar las posibilidades del método presentado como a proporcionar otro tipo de efectos de animación del graderío como el movimiento de banderas o el de enormes sábanas que cubren completamente al público.

## References

[ACV02] ABAD F., CAMAHORT E., VIVÓ R.: *Antecedentes y fundamentos de la integración de objetos sintéticos en escenas*



**Figura 6:** Ejemplos de mosaicos virtuales.

*reales*. Tech. rep., Universidad Politécnica de Valencia, May. 2002. DSIIC Research Report.

[BBC] BBC: The piero project. <http://www.bbc.co.uk/rd/projects/virtual/piero/>.

[Sof] SOFTWARE R.: Tog sports. <http://www.rtsw.co.uk/index.php?page=togsports>.

[Tho07] THOMAS G. A.: *Real-time camera pose estimation for augmenting sports scenes*. Tech. rep., British Broadcasting Corporation, Jan. 2007. BBC Research Report.

[VIR] VIRZT: Viz arena. <http://www.vizrt.com/products/article202.ece>.

[VLF04] VACCHETTI L., LEPETIT V., FUA P.: Combining edge and texture information for real-time accurate 3d camera tracking. *International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (2004), 48–56.

[WHK04] WATANABE T., HASEYAMA M., KITAJIMA H.: A soccer field tracking method with wire frame model from tv images. *International Conference on Image Processing* (2004), 1633–1636.