

**Nº REFERENCIA:**  
TIN2007-67120



**MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMAS Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO**

**PROYECTOS I+D, ACCIONES ESTRATÉGICAS Y ERANETS**

**INFORME DE SEGUIMIENTO ANUAL**

|  |
|--|
| <b>Investigador Principal:</b> F.Xavier Pueyo Sáñez  |
| <b>Título del Proyecto:</b><br>CAD BASADO EN EL MODELADO Y LA SIMULACIÓN DEL TRANSPORTE DE LUZ |
| <b>Organismo:</b> Universitat de Girona  |
| <b>Centro:</b> Institut d'Informàtica i Aplicacions  |
| <b>Departamento:</b> -----   |
| <b>Fecha de inicio del proyecto:</b> 01/10/2007  |
| <b>Fecha de finalización del proyecto:</b> 30/09/2010  |

Fecha: 1 de Abril de 2009

**SR. SUBDIRECTOR GENERAL DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**  
**C/ Albacete 5, 28071 MADRID**

## A. ACTIVIDADES REALIZADAS Y GRADO DE CONSECUCIÓN DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

1. Describa brevemente las actividades realizadas en el pasado año de desarrollo del proyecto. Indique si existe algún resultado a que haya dado lugar el proyecto durante ese periodo.

### Actividades realizadas

Pasamos a describir estas actividades siguiendo la estructura de nuestro plan de trabajo; o sea, por bloques.

#### **Bloque 1. Modelado urbano.**

Hemos realizado un estudio de las soluciones existentes para la generación de entornos urbanos. En particular, hemos estudiado e implementado las soluciones más efectivas hasta la fecha para este tipo de entornos, como por ejemplo las herramientas *procedurales* basadas en reglas. Hemos implementado un sistema de generación de edificios a partir de reglas, y un sistema *procedural* de generación de ciudades. A partir de esta implementación hemos podido identificar los problemas y puntos débiles de estas técnicas, lo que nos permitirá desarrollar nuevas soluciones, más eficientes y flexibles. En particular, estamos trabajando en un sistema jerárquico de modelado de ciudades que permitirá desarrollar un sistema de localización unívoco dentro del conjunto de la ciudad para poder especificar particularidades y aplicar un conjunto de reglas específico a un sitio en concreto.

Así mismo, hemos comenzado a trabajar en el problema de la visualización interactiva de estos entornos urbanos, que se caracteriza por su inmensa complejidad. Para poder conseguir una visualización interactiva de una ciudad de estas características, estamos trabajando en dos líneas principales: por un lado, en un algoritmo global de optimización para la visualización de la ciudad. Por el otro, métodos eficientes de visualización de fachadas de edificios.

#### **Bloque 2. Iluminación artificial.**

El primer objetivo de este bloque es usar la potencia de las *Graphics Processing Units* (GPUs) para acelerar el cálculo de la distribución de iluminación de un reflector. En esta tarea se ha avanzado más de lo previsto. Los dos objetivos se han cumplido, y además se ha obtenido una publicación, y otra que está pendiente de aceptación definitiva (cambios menores).

Se ha desarrollado un sistema de transporte de luz específico para reflectores que nos proporciona dos ventajas fundamentales:

- Velocidad: los tiempos de cálculo de la iluminación de un reflector se han reducido a pocos segundos usando fuentes de luz de gran precisión.
- Precisión: tanto la descripción de la fuente de luz como el detalle de la superficie que representa el reflector son mucho más precisas que las usadas en técnicas anteriores.

#### **Bloque 3. Iluminación natural.**

Hemos desarrollado un nuevo método interactivo de simulación de luz natural directa que permite de forma eficiente efectuar una subdivisión adaptativa del modelo de la escena. La técnica está basada en el cálculo de la visibilidad a través de proyecciones paralelas desde un conjunto de direcciones del cielo, realizadas por hardware. El

método permite realizar visualizaciones interactivas con cambios de condiciones de día y hora, así como cambiar las características de los materiales del modelo.

Hemos desarrollado una herramienta que permite de forma interactiva visualizar resultados de simulación lumínica en sistemas de conductores de luz solar, permitiendo cambiar el día y la hora. Ésta herramienta esta basada en el uso de técnicas de *photon mapping* y aceleración GPU.

Se han desarrollado las siguientes herramientas de visualización y análisis:

- Visualización en curvas de nivel lumínico
- Cálculo de la iluminación en planos virtuales arbitrarios
- *Tone mapping* considerando efectos perceptivos y adaptativos para la navegación interactiva

Utilizando un modelo inverso de cálculo, en el cual la forma de las aberturas se puede inferir a partir de descripciones de intención lumínica, hemos propuesto un método eficiente que incide en los distintos elementos de la apertura.

#### **Bloque 4. Iluminación asistida.**

Ver subapartado 2 de este apartado A.

#### **Bloque 5. Visualización interactiva.**

Hemos desarrollado un sistema de tratamiento y visualización de gráficos vectoriales como texturas. El objetivo de este desarrollo es solucionar el problema del visualizado de gráficos en texturas a distancias cortas respecto del tamaño del objeto de soporte. Tradicionalmente, el problema del *aliasing* introducido durante el visualizado de imágenes a grandes distancias se ha resuelto mediante técnicas de *mipmapping*, pero el problema de distancias cortas (o, lo que es lo mismo, un aumento grande) se ha resuelto mediante el uso de gráficos vectoriales (como los empleados por Adobe PDF o la tecnología de Macromedia Flash). El problema de esta tecnología es que su evaluación siempre ha sido compleja, realizándose normalmente en procesos en la CPU. En esta tarea se desarrolla un sistema eficiente y, a la vez, sencillo de evaluación de este tipo de gráficos en la GPU, basado en el uso combinado de estructuras de indexado (*hash*) con estructuras de árbol, lo que permitirá su cálculo a alta velocidad utilizando las etapas programables (*fragment shaders*) de las tarjetas gráficas actuales.

#### **Resultados obtenidos hasta el momento**

Los resultados obtenidos son de distinta índole:

##### **Publicaciones.**

*IGT: Inverse Geometric Textures*, Ismael Garcia, Gustavo Patow, Proceedings of SIGGRAPH ASIA 2008. ACM Transactions on Graphics (TOG), Volume 27, Issue 5, pages: 1-9 (2008)

*Fast Inverse Reflector Design (FIRD)*, Albert Mas, Ignacio Martín, Gustavo Patow, XVIII Congreso Español de Informática Gráfica (CEIG 2008), Barcelona, Spain, (2008)

*Caustic Triangles on the GPU*, Tamás Umenhofer, Gustavo Patow and László Szirmay-Kalos, Computer Graphics International 2008, pp 222-228, June 9-11, Istanbul (2008)

*A Hardware Accelerated Adaptive Mesh Subdivision for Interactive Daylight Illumination*. C. Bosch, G. Besuievsky and I. Martín. Computer Graphics International 2009, Istanbul (2008)

*A Daylight Simulation Method for Inverse Opening Design in Buildings*. G. Besuievsky and V. Tourré. IV Iberoamerican Symposium in Computer Graphics - SIACG (2009)

*Fast Inverse Reflector Design (FIRD)*, Computer Graphics Forum (aceptado, pendiente de publicación).

### **Software e informes (reports internos).**

El software diseñado e implementado, así como los informes, son más o menos los previstos (alguno se halla en estado más avanzado y otros algo más atrasados respecto de lo previsto; pero no hay nada significativo que destacar salvo el comentario del subapartado 2).

### **Resultados inducidos.**

El trabajo desarrollado nos ha llevado a tratar algún tema de base (más genérico), de gran interés, que ha producido resultados destacable; en particular en forma de publicación (se incluye en el lista do anterior)

### **Generación de nuevos proyectos.**

Hemos presentado y estamos preparando 3 proyectos europeos relacionados con los objetivos y resultados del presente proyecto. Uno fue ya concedido y está en marcha. Los otros dos serán presentados próximamente y están liderados por miembros de nuestro grupo.

2. Si ha encontrado problemas en el desarrollo del proyecto, coméntelos, especificando su naturaleza (de carácter científico, de gestión, etc).

En el bloque 4 (Iluminación asistida) hemos trabajado poco por dos razones:

- Hemos invertido más RRHH en problemas de otros bloques que nos han parecido de mayor interés y hecho que nos ha llevado a avanzar más de lo previsto en estos bloques.
- Tenemos alguna duda de cómo atacar de forma óptima los objetivos de este bloque. En las próximas semanas tomaremos alguna decisión al respecto.

