# Optimizaciones en estimación de densidades para iluminación global

CEIG 2005, 14-09-2005

Sesión 2: Fotorrealismo I

Rubén García, Carlos Ureña, Miguel Lastra, Rosana Montes, Jorge Revelles

Grupo de Investigación en Informática Gráfica.
Depto de Lenguajes y Sistemas Informáticos.
Universidad de Granada.

## *Introducción: Estimación de densidades*

- Para calcular iluminación global usando esta técnica [23]:
- Se simulan las trayectorias de los fotones desde la fuente de luz
- Para cada punto donde se desea conocer la irradiancia,

  Se buscan los fotones que hay en un entorno del punto.

  Se usa su energía para obtener una estimación de la energía en el punto.

# *Introducción: Estimación de densidades*

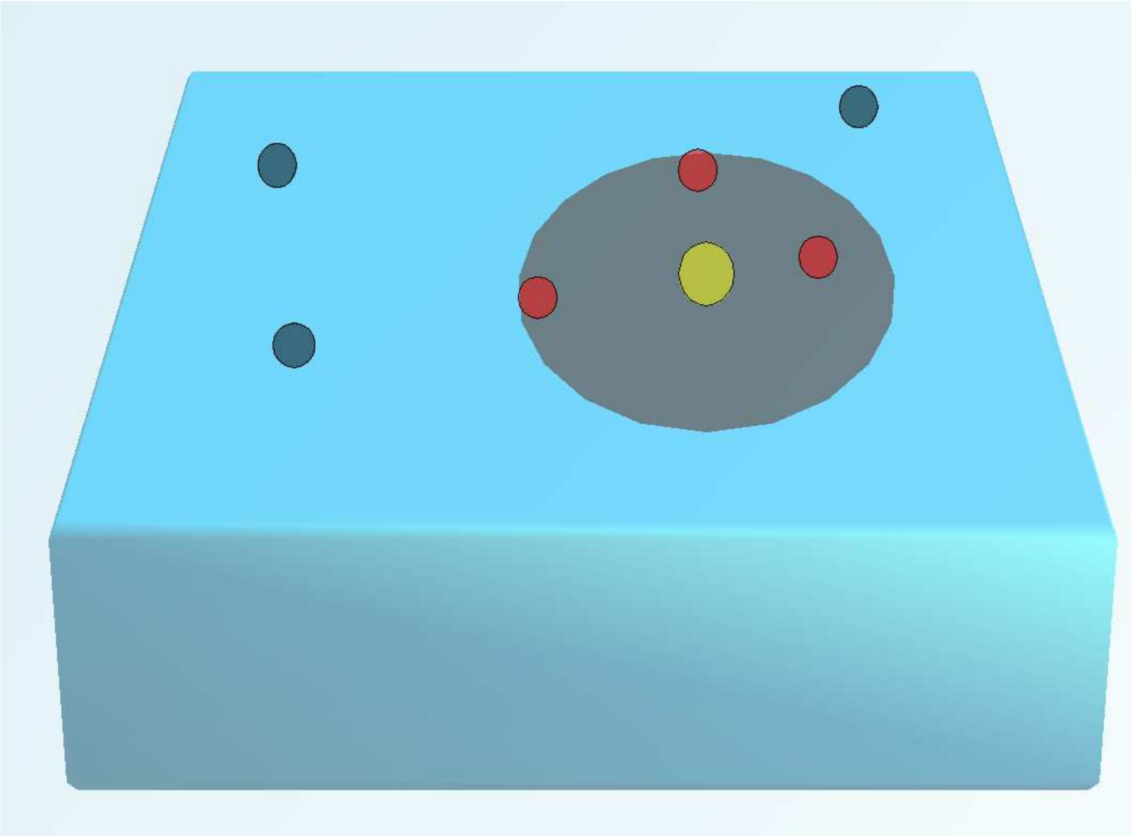

*Figura 3 : Estimación de Densidades*

- Algoritmo propuesto por Jensen (1995) [11,12]
- Guarda en un kd-tree los impactos con las superficies
- Para calcular la irradiancia en un punto, se buscan en el kd-tree los n impactos más cercanos, se suma su energía y se divide por el área proyectada.

# Introducción: Photon Maps

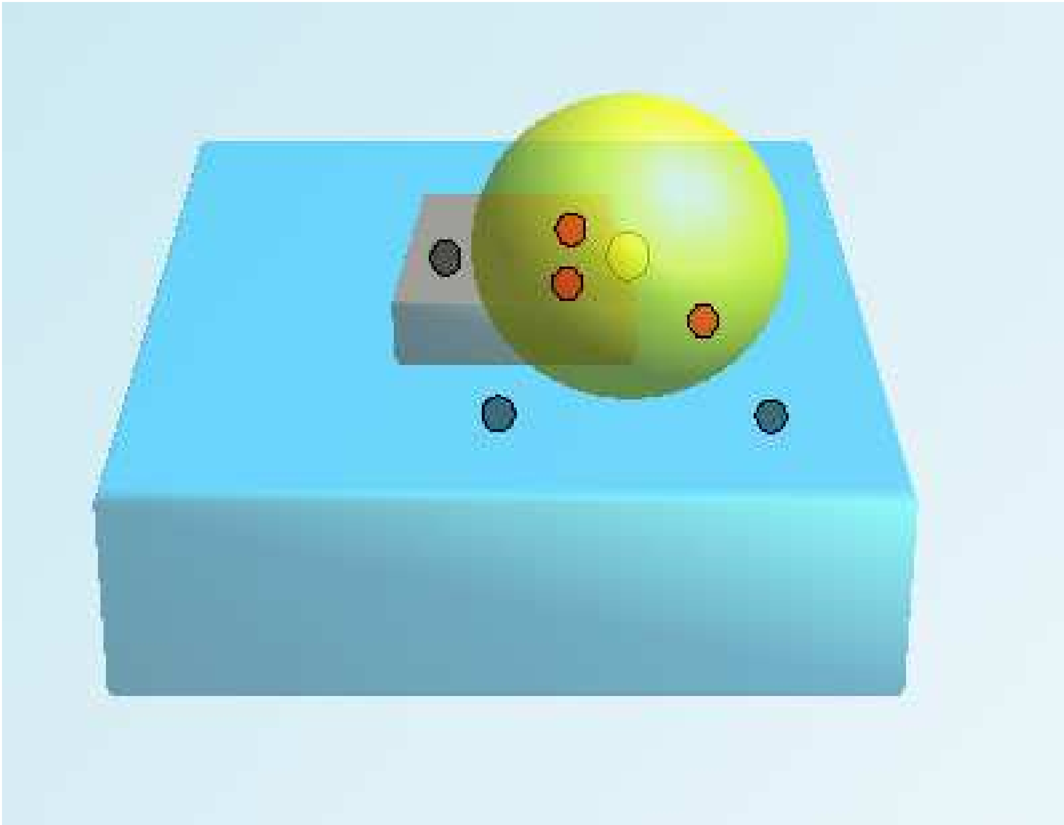

*Figura 1 : Photon Maps*

## *Limitaciones de Photon Maps*

Lastra[13,14] y Havran[7] listan los siguientes problemas:

- Sesgo de proximidad: Debido al numero finito de fotones. (Inherente a cualquier método de estimación de densidades)
- Sesgo de borde: Superficies con bordes
- Sesgo topológico: Superficies no planas

## *Estimación de Densidades en el Plano Tangente*

- Guarda la trayectoria de los fotones.
- Para calcular la irradiancia en un punto, se calcula un disco de radio fijo centrado en el punto y tangente a la superficie, y se suma la contribución de los rayos que intersecan el disco
- Finalmente se divide por el área del disco.

# Estimación de Densidades en el Plano Tangente

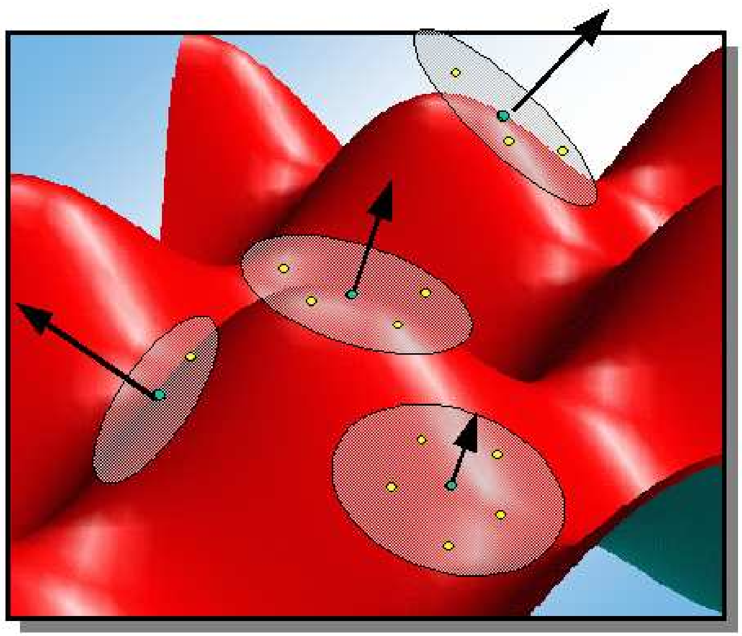

*Figura 2 : DETP*

## *Introducción: Optimización de DETP: Caché de Esferas*

- Para averiguar rápido qué rayos intersecan un disco, se crea una jerarquía de esferas englobantes que contienen los rayos.
- Las esferas internas se recalculan cuando el disco sale de la esfera
- Este método es útil si los discos tienen coherencia espacial: Ordenación de puntos

# Introducción: Optimización de DETP: Caché de Esferas

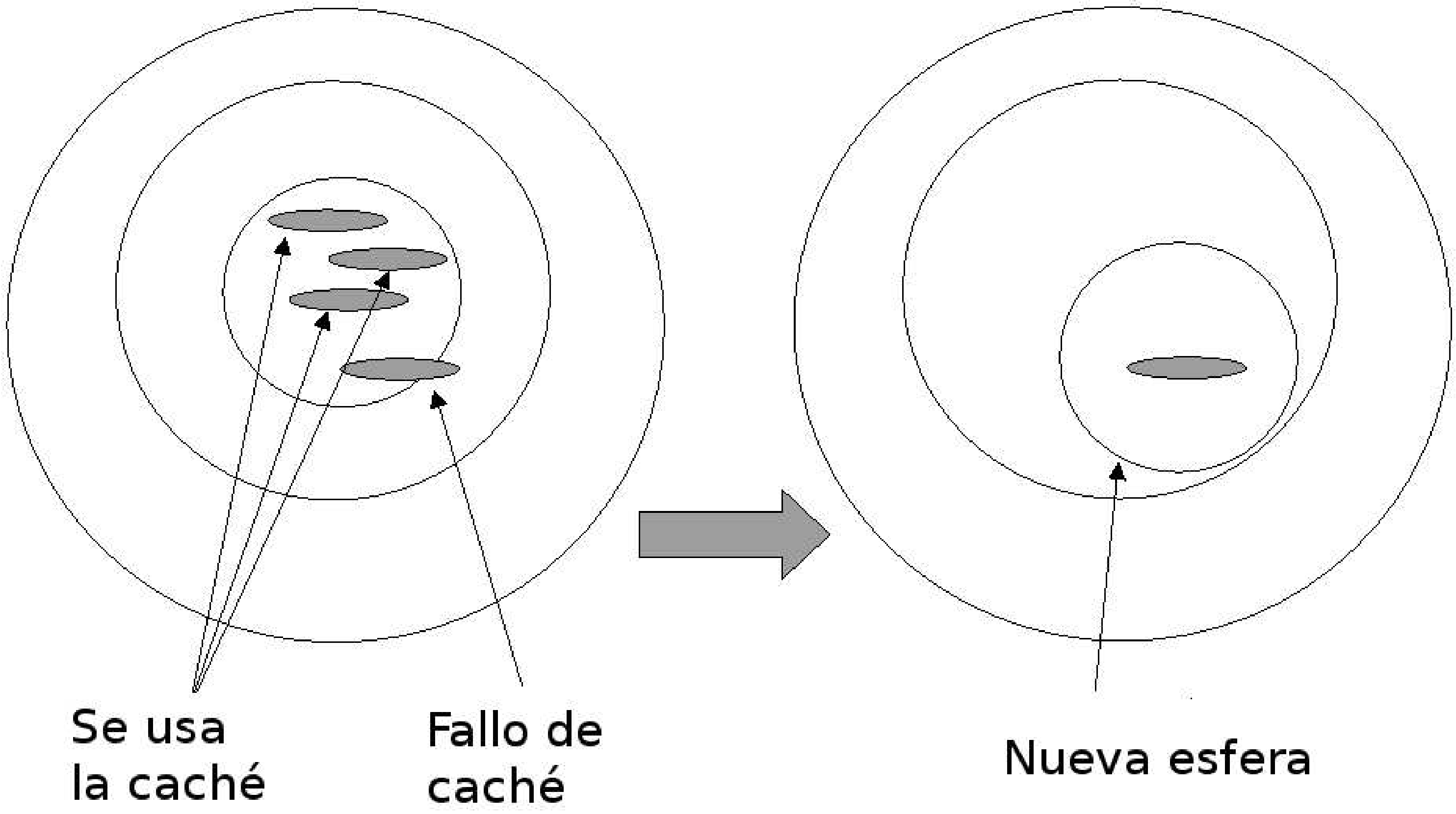


*Figura 3 : Caché de Esferas*

## *Optimización de DETP: Indexación de discos*

- Se crea una indexación espacial con los discos
- Para cada rayo, se atraviesa la estructura desde el origen del rayo hasta su intersección con la escena real
- Cada disco intersecado aumenta su energía de acuerdo con la energía del rayo.
- Proporciona independencia del método de indexación espacial.

# Caché de Esferas e Indexación de Discos

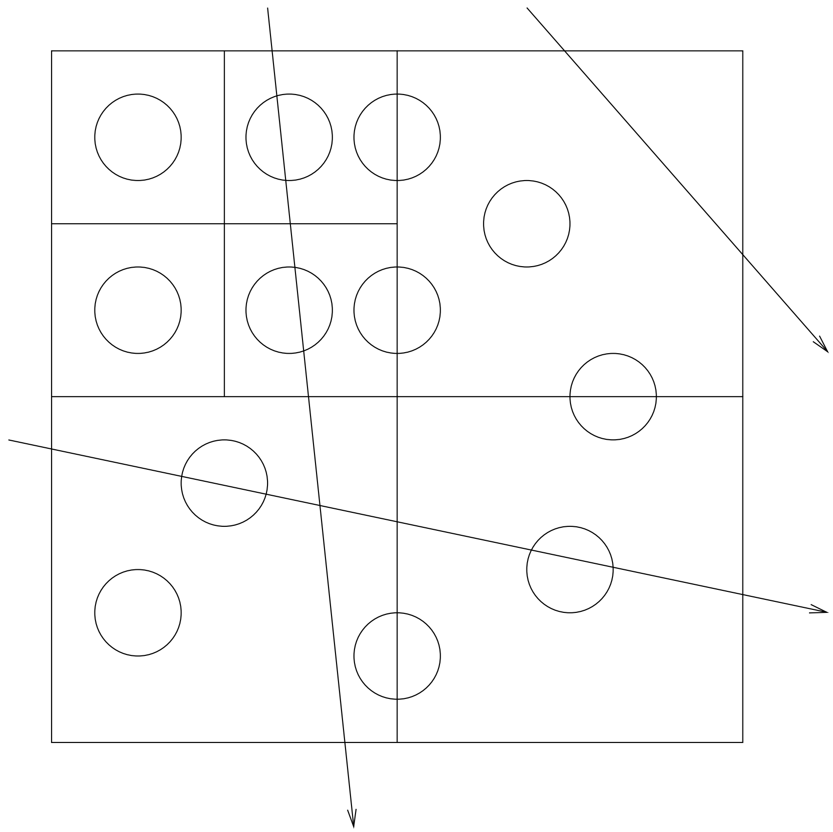

*Figura 4 : Indexación de Discos*

Figura 5 : Árbol
72 500 triángulos

Figura 6 : Patio
122 318 triángulos

Indexación de discos obtiene resultados de reducción de tiempos de hasta 50 % con respecto a la caché de esferas para discos pequeños

## Resultados teóricos: Notación

- $n_R$: número de rayos
- $n_P$: número de puntos en que se calcula la irradiancia
- $d$: radio del disco
- $r_0$: radio de la primera esfera, que envuelve la escena

- Distribución uniforme de los rayos
- Distribución uniforme de los puntos de irradiancia
- Esto permite calcular la fracción promedio de rayos en un conjunto convexo:
- Es el cociente entre la superficie del conjunto y la superficie de la primera escena

# *Resultado: estimación del valor óptimo de Q*

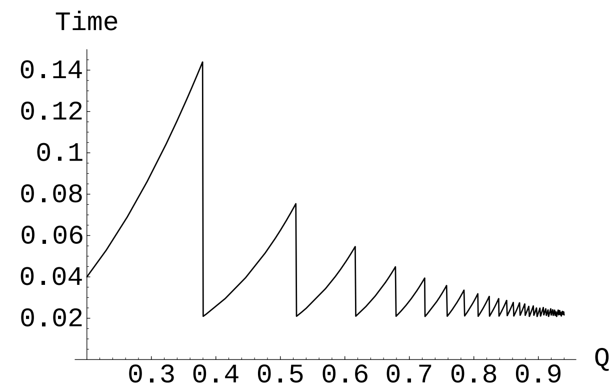


Figura 3 : Tiempo de la esfera interna

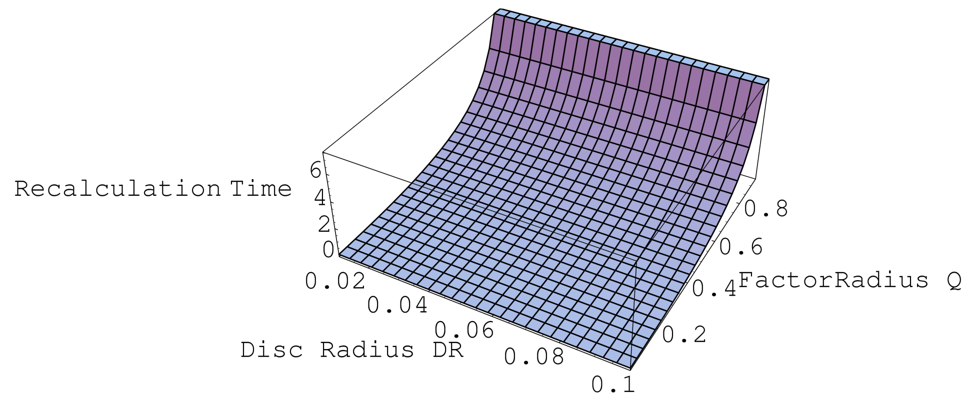


Figura 4 : Tiempo de recálculo del resto de esferas

- Q óptimo si el radio de la última esfera coincide con el radio del disco
- Q pequeño implica menos conste en fallos de caché.

# *Resultado: estimación del valor óptimo de Q*

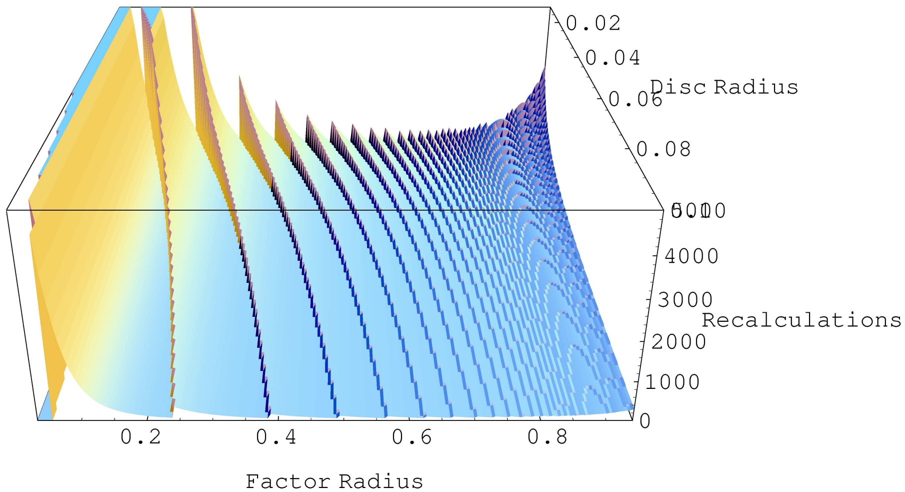


*Figura 4 : Intersecciones en funcion de d y Q*

El mínimo global se encuentra en la zona 0.6-0.7; esto coincide con los experimentos

## *Resultados teóricos de eficiencia*

- Caché de Esferas

  En general: $O(n_R n_P)$, constante oculta $\frac{d^2}{r_0^2}$

  Para $d \approx$ distancia entre muestras: $O(n_R \sqrt[3]{n_P})$

- Indexación de Discos, $d \approx$ distancia entre muestras

  Árboles no balanceados: $O(n_R \sqrt[3]{n_P} \log n_P)$

  Árboles balanceados: $O(n_R \sqrt[3]{n_P})$

- Indexación de Discos, discos grandes $O(n_R n_P)$, constante oculta $\frac{d^2}{r_0^2} \log \frac{r_0}{d}$

- El estudio teórico permite usar características conocidas de la escena para guiar algoritmos híbridos
- Ejemplo: Escenas quasi-estáticas (escenario estático, objetos móviles relativamente pequeños)

- Escena estática: Teóricamente más eficiente la indexación de discos.
- Objetos dinámicos: Teóricamente más eficiente la caché de esferas.
- Esto permite diseñar un algoritmo híbrido eficiente para este tipo de escenas.

- Se ha descrito e implementado Indexación de Discos, una técnica que permite mejorar los tiempos en el cálculo de Iluminación Global.
- Se ha hecho un estudio teórico de la eficiencia en tiempo
- Se ha demostrado la utilidad del estudio teórico para guiar el desarrollo de algoritmos (ejemplo de escenas quasi-estáticas)