

Einführung Augmentierte Bildsynthese

„Rendering Synthetic Objects into
Real Scenes“

Definition Augmentierte Bildsynthese

- Nahtloses Einfügen virtueller Objekte in eine reale Szene



- Konsistente Beleuchtung der virtuellen Objekte
- Anpassung der Lichtverhältnisse in der realen Szene

Vorgehensweise 1993

- Rekonstruiere ein vollständiges Modell der realen Szene (Geometrie, Materialattribute, Lichtquellen)
- Addiere zu diesem Modell die virtuellen Objekte
- Berechne die globale Beleuchtung (Radiosity, Path Tracing)
- Kombiniere die berechnete Lösung mit einem Foto der realen Szene
 - Rekonstruktion schwierig
 - resultierendes Modell nur angenähert

Erkenntnis: Eigentlich benötigt man Geometrie und Materialattribute nur für einen Teil der Szene

Vorgehensweise 1998

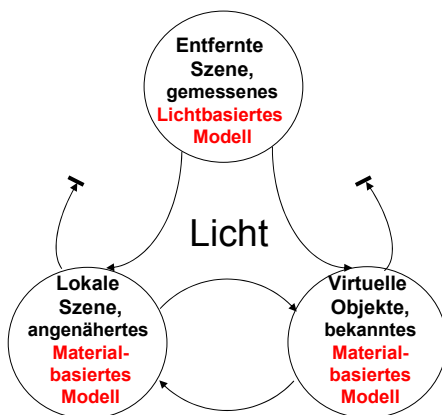
- Messe die genauen Leuchtdichtewerte der realen Szene (HDR Bilder, Light Probe, Lichtbasiertes Modell, Entfernte Szene) und bilde diese auf ein einfaches geometrisches Modell ab (Kugel, Box)
- Rekonstruiere Materialattribute und Geometrie nur für den Teil der Szene, der durch die Anwesenheit der virtuellen Objekte verändert wird (Materialbasiertes Modell, Lokale Szene)
- Berechne die globale Beleuchtung ebenfalls für diesen Teil der Szene
- Kombiniere die berechnete Lösung mit den gemessenen Leuchtdichtewerten (Differentielles Rendering)

Eine Methode zum Einfügen virtueller Objekte in reale Szenen

Paul Debevec, 1998

1. Aufteilung der Szene in 3 Komponenten

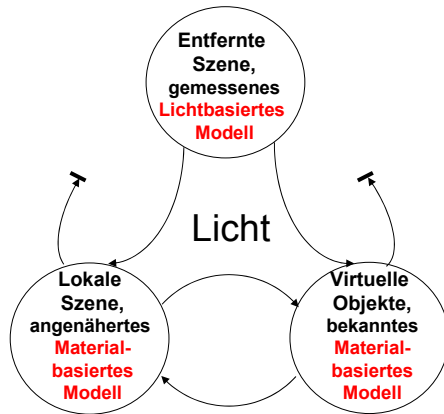
Repräsentation einer Szene anhand der:



- tatsächlichen Leuchtdichtewerte
→ **Lichtbasiertes Modell**
- Geometrie, Materialeigenschaften, Lichtquellen
→ **Materialbasiertes Modell**
- Pixelwerte nach dem Tonemapping
→ **Bildbasiertes Modell**

1.1 Entfernte Szene

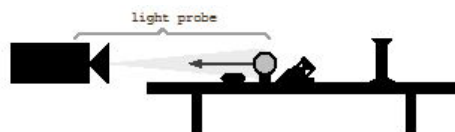
- Enthält den Teil der Szene, der nicht durch die Anwesenheit der virtuellen Objekte verändert wird
- Stark vereinfachte Geometrie (Box, Kugel)
- Beleuchtet die übrigen Szenekomponenten



- **Ignoriert reflektiertes Licht**

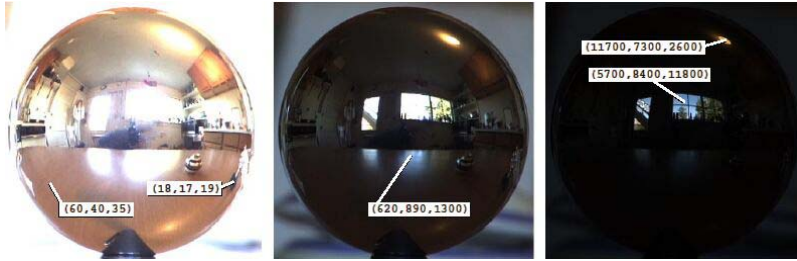
→Keine BRDF-Informationen
→Konsistente Leuchtdichtewerte

Light Probe und HDR Fotografie



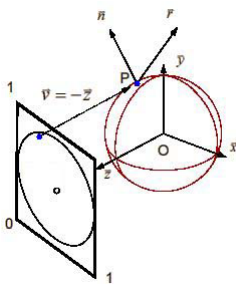
Fotografiere mit jeweils verdoppelter Belichtungszeit eine verspiegelte Kugel an der Stelle, wo die virtuellen Objekte positioniert werden sollen, und berechne aus der Fotoserie ein HDR Bild

Light Probe und HDR Fotografie

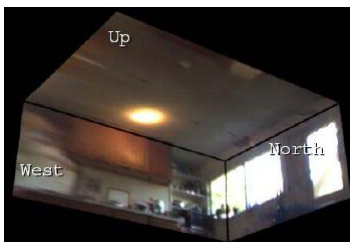
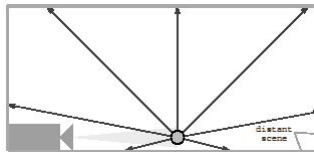


→ Omnidirektionale Abbildung der Leuchtdichte-Information in der Szene von dem gewünschten Betrachtungswinkel aus

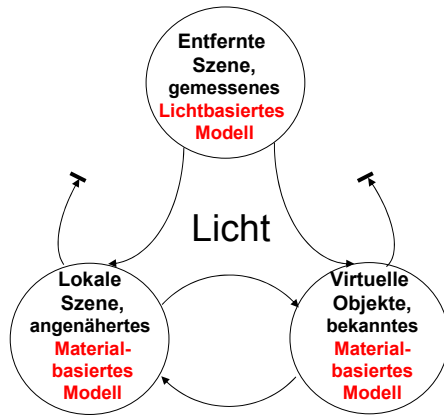
Erzeugung des Lichtbasierten Modells



Die Leuchtdichtewerte der Light Probe werden auf die stark vereinfachte Geometrie der Szene gemappt



1.2 Lokale Szene



- Enthält den Teil der Szene, der photometrisch mit den virtuellen Objekten interagiert

→ Angenäherte Geometrie und BRDF-Informationen

Rekonstruktion der BRDF aus einem Lichtbasierten Modell

Ziel:

Ermittlung des diffusen Reflexionskoeffizienten ρ_d

Iterative Methode:

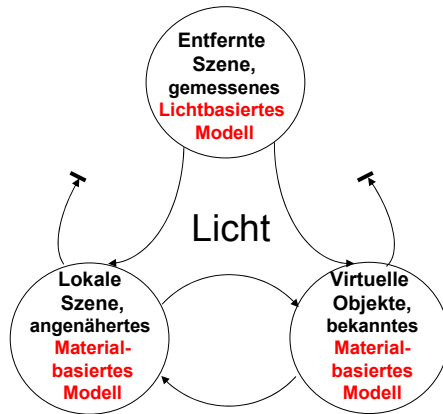
1. Beginne mit $\rho_d = 1$
2. Berechne die globale Beleuchtung der Lokalen Szene
3. Vergleiche die berechnete Lösung mit dem Lichtbasierten Modell
4. Aktualisiere ggf. ρ_d und gehe zu Schritt 2

$$L_{r_1}(\vec{\omega}_r) = \rho_d \int_{2\pi sr} L_i(\vec{\omega}_i) \cos \theta_i d\omega_i = \rho_d E$$

$$L_{r_2}(\vec{\omega}_r) = \int_{2\pi sr} L_i(\vec{\omega}_i) \cos \theta_i d\omega_i = E, \quad \text{mit } \rho_d = 1$$

$$\rho_d' = \frac{L_{r_1}(\vec{\omega}_r)}{L_{r_2}(\vec{\omega}_r)}$$

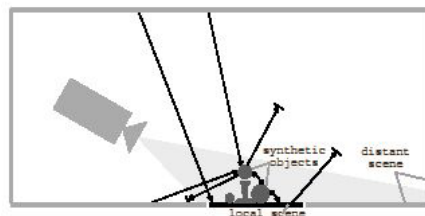
1.3 Virtuelle Objekte



- Interagieren mit der Lokalen Szene
 - Empfangen Licht aus der Entfernten Szene
- Beliebige Geometrie und BRDF-Informationen

2. Berechnung der globalen Beleuchtung

(mit einem geeigneten Verfahren, z.B. Path Tracing)



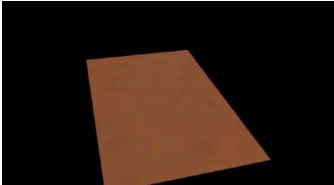
→ Keine Reflexion von Licht in die Entfernte Szene

3. Erzeugung des finalen Bildes



L_b : HDR Bild der Szene
ohne virtuelle Objekte

$$L_{noobj} \approx L_b$$



L_{noobj} : berechnete Leuchtdichtewerte
der lokalen Szene ohne
virtuelle Objekte

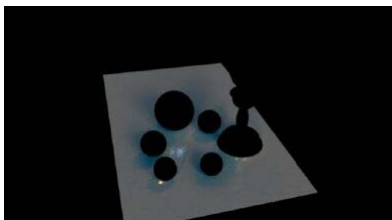


L_{obj} : berechnete Leuchtdichtewerte
der lokalen Szene mit
virtuellen Objekten

Differentielles Rendering

1. Methode: $L_{final} = L_b + (L_{obj} - L_{noobj})$

2. Methode: $L_{final} = L_b \frac{L_{obj}}{L_{noobj}}$



$L_{obj} < L_{noobj} \rightarrow$ Schatten

$L_{obj} > L_{noobj} \rightarrow$ indirektes Licht
durch die
virtuellen Objekte

$L_{obj} = L_{noobj} \rightarrow$ keine Änderung

Differentielles Rendering



Fotografie



Ergebnis

Literatur

- Debevec, P. *Rendering Synthetic Objects into Real Scenes: Bridging Traditional and Image-based Graphics with Global Illumination and High Dynamic Range Photography*, SIGGRAPH 98
- Fournier, A.; Gunawan, A.; Romanzin, C. *Common Illumination between Real and Computer Generated Sources*, University Vancouver
- Waggoner, C.; Chang, S.; Debevec, P. *Combining Dynamic Simulation, High Dynamic Range Photography and Global Illumination*, U.C. Berkley 98
- Skript „*Photorealistische Computergaphik*“, Universität Koblenz-Landau, WS 02