

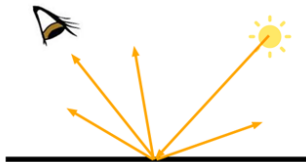
# Ein echtzeitfähiges globales Beleuchtungsmodell basierend auf der Radiosity Methode und Reflectionmapping

Dr. Johannes Riesterer

# Ein echtzeitfähiges globales Beleuchtungsmodell

Motivation

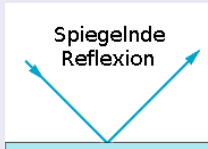
## Globales Beleuchtungsmodell



Direkte Beleuchtung



Indirekte Beleuchtung



Spiegelnde  
Reflexion



Diffuse Reflexion



Streuende  
Reflexion

# Ein echtzeitfähiges globales Beleuchtungsmodell

## Motivation

### Realismus und Atmosphäre

Echtzeitfähige globale Beleuchtungsmodelle erzeugen Realismus und Atmosphäre in Spielen und virtuellen Realitäten.

# Ein echtzeitfähiges globales Beleuchtungsmodell

Enlighten von Geomerics

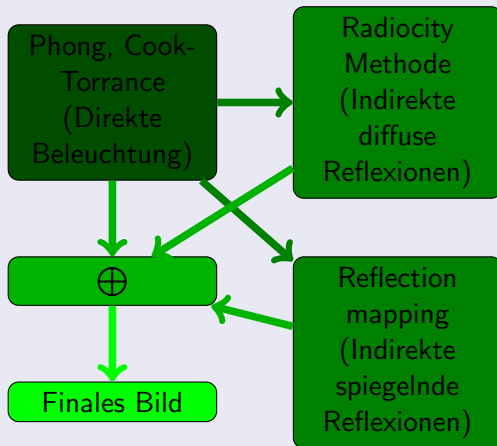
## Enlighten - Implementierung eines echtzeitfähigen globalen Beleuchtungsmodells der Firma Geomerics



## Vollständige integration

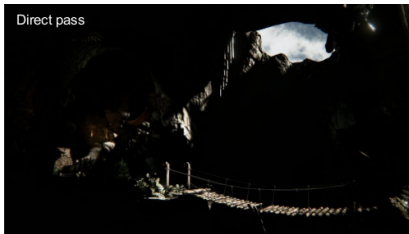
Frostbite 3, Unreal Engine 4, Unity 5. Desktop, Konsolen, Mobile Geräte.

## Funktionsweise

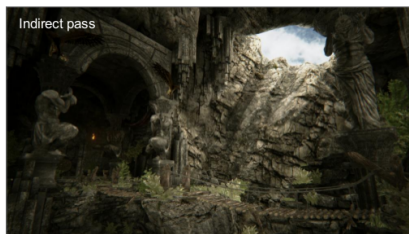


## Geschichtliches

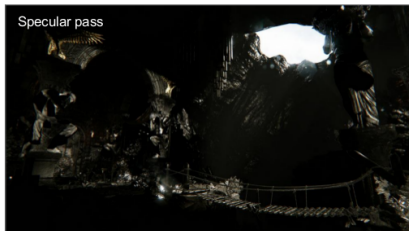
- Phong, Cook-Torrance ~ 1974, Radiocity Methode ~ 1984, Reflectionmapping ~ 1974.
- Kombination ~ 2011, 2015



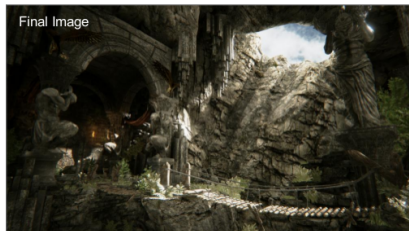
(a) Direkte Beleuchtung



(b) Indirekte diffuse Beleuchtung



(c) Indirekte Reflexionen



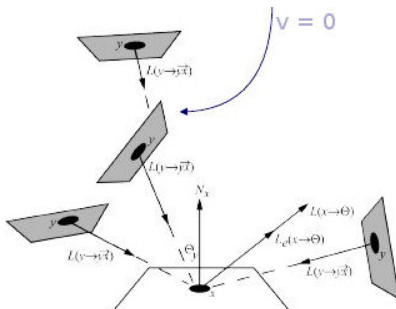
(d) Zusammengesetztes Bild

# Indirekte diffuse Beleuchtung

Die Rendergleichung in 2-ter Form

$$\underbrace{L_o(x \rightarrow \theta)}_{\text{Intensität}} = \underbrace{L_e(x \rightarrow \theta)}_{\text{(Emission)}} + \underbrace{\int_{\Omega} \overbrace{f_r(x, \overline{y\overline{x}}, \theta)}^{\text{BRDF}} \cdot L_o(y \rightarrow \overline{y\overline{x}}) \cdot G(x, y) dA_y}_{:= L \text{ (Reflektierte Intensität)}}$$

$$G(x, y) := V(x, y) \frac{\cos(\theta_x) \cdot \cos(\theta_y)}{\|\overline{y\overline{x}}\|^2}$$



# Diffuse Beleuchtung

## Die Rendergleichung in 2-ter Form

### Diffuse Version

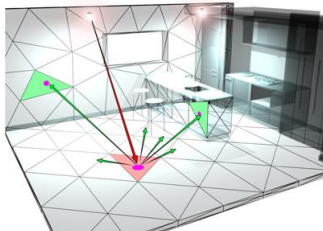
$L(x \rightarrow \theta) = L(x)$ ,  $f_r(x, \theta, \overline{yx}) = f(x)$  Richtungsunabhängig

$$L_o(x) = L_e(x) - f(x) \cdot \int_{\Omega} L_o(y) \cdot G(x, y) dA_y .$$



# Diffuse Beleuchtung

## Radiosity Verfahren



Durch den finite Elemente Ansatz erhält man die diskrete diffuse Rendergleichung

$$(F_o)_j = (F_e)_j + f_j \sum_i P_{ji} \cdot (F_e)_i ,$$

mit den Formfaktoren  $P_{ji} := \frac{1}{A_j} \int_{P_j} \int_{P_i} G(x, y) dA_y$  und dem Flächeninhalt  $A_j := \int_{P_j} 1 dA_y$  des  $P_j$ -ten Patches.

Zusammengefasst erhält man das lineare Gleichungssystem

$$P \cdot O = E$$

$$P := (m_{ij}) \text{ mit } m_{ij} = \begin{cases} 1 - f_i \cdot P_{ij} & \text{für } i = j \\ -f_i \cdot P_{ij} & \text{sonst} \end{cases}$$

$$O := \begin{pmatrix} (F_o)_1 \\ \vdots \\ (F_o)_n \end{pmatrix} \quad E := \begin{pmatrix} (F_e)_1 \\ \vdots \\ (F_e)_n \end{pmatrix}$$

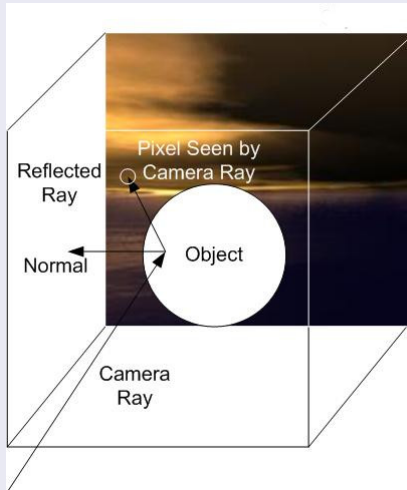
### Statische Objekte

- $P$  wird für statische Objekte vorberechnet.
- Der Vektor  $E$  wird in jedem Frame durch das direkte Beleuchtungsmodell bestimmt (sampling).
- Das Gleichungssystem kann sehr effizient näherungsweise gelöst werden.

### Bewegte Objekte

- Für dynamische Objekte werde Stichproben, sogenannte Lightprobes, verwendet.
- Lightprobes müssen vom Anwender platziert werden und können bei Berechnung einfach berücksichtigt werden.
- Die Werte der Lightprobes werden via Blendfunktionen im shading der bewegten Objekte verwendet.
- Schattenwurf kann für Bewegte Objekte durch standard Algorithmen wie shadowmap oder einen Shadowray etc. integriert werden.

### Cubemapping



### Anwendung

- Platziere Kameras in der Szene, die Cubemaps aufnehmen. Diese werden auch als Reflectionprobes bezeichnet.
- Ordne Objekten in der Szene via Blendfunktionen Reflectionprobes zu.
- Definiere wie stark Objekt reflektiert durch entsprechende Berücksichtigung des Farbwertes der Cubemap.
- Reflectionmaps/Cubemaps sind Hardware-Optimiert.
- Cubemaps für statischen Inhalte der Szene können vorberechnet werden.

### Dynamische Objekte

Für dynamische Inhalte muss in jedem Frame jede Reflectionprobe neu aufgenommen werden.

# Ein echtzeitfähiges globales Beleuchtungsmodell

Enlighten von Geomerics

Enlighten - Implementierung eines echtzeitfähigen globalen Beleuchtungsmodells der Firma Geomerics