

An interactive ray tracing system based on Nvidia OptiX

Michael Größler | Martin Zettwitz

14. Oktober 2015

- 1** Wer sind wir?
- 2** Ziel des Projekts
- 3** Rendering Equation
- 4** BRDFs
 - Lambert
 - Phong
 - Blinn Phong
 - Cook Torrance
 - Ward
 - Ashikhmin Shirley
 - Glas
- 5** Ergebnisse
- 6** Demo

Wer sind wir?



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

INF

FAKULTÄT FÜR
INFORMATIK

Michael Größler
5. Semester CV
groessle@st.ovgu.de

Martin Zettwitz
5. Semester CV
martin.zettwitz@st.ovgu.de

Ziel des Projekts

- Projekt- und Programmiererfahrung erweitern
- interaktives Ray Tracing entwickeln
- sich mit verschiedenen BRDFs auseinandersetzen
- mit Bestnote abschließen

'THE RENDERING EQUATION'
by James T. Kajiya [KAJ86]

$$L_o(x, \vec{\omega}_o) = L_e(x, \vec{\omega}_o) + \int_{\Omega} f_r(\vec{\omega}_i, \vec{\omega}_o) \cdot \cos \theta \cdot L_i(x, \vec{\omega}_i) \cdot d\vec{\omega}_i \quad (1)$$

Rendering Equation II

$$L_o(x, \vec{\omega}_o) = L_e(x, \vec{\omega}_o) + \int_{\Omega} f_r(\vec{\omega}_i, \vec{\omega}_o) \cdot \cos \theta \cdot L_i(x, \vec{\omega}_i) \cdot d\vec{\omega}_i$$

L_o	out-going radiance
L_e	self emission
L_i	in-going radiance
$\vec{\omega}_i$	incoming light direction
$\vec{\omega}_o$	vector towards camera
f_r	BRDF
Ω	Hemisphere over point x
$\cos \theta$	angle between normal and $\vec{\omega}_i$
x	point on surface

Rendering Equation III

Unser Ansatz ohne Eigenemmision und zusätzlicher Reflexion (CG)

$$L_o(x, \vec{\omega}_o) = \delta L_i(x, \vec{\omega}_r) + (1 - \delta) \sum_{i=1}^k f_r(\vec{\omega}_i, \vec{\omega}_o) \cdot E \quad (2)$$

δ	reflection coefficient
E	approximated irradiance
I_o	light intensity of a point light (independent from $\vec{\omega}_i$)

- bi-directional distribution function
- beschreibt Lichtverhalten auf Oberflächen
- betrachtet Ein- und Ausfallvektor
- unterteilt in diffusen(K_d) und spekularen(K_s) Anteil

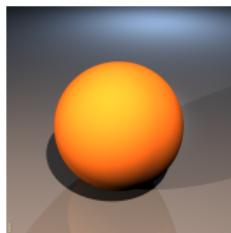
$$f_r = K_d + K_s \quad (3)$$

\vec{V}	ray from hit point to camera
\vec{N}	normal on hit point
\vec{L}	ray from hit point to light source

- nach Lambert's Emissions Gesetz aus 'Photometria' von Johann Heinrich Lambert in 1760
- einfachste Darstellung perfekt diffuser Oberflächen

$$K_d = \frac{1}{\pi} \quad (4)$$

$$K_s = 0$$



- nach [Pho75]
- einfaches und erstes empirisches standard Modell für glänzende Oberflächen(Kunststoff)

$$K_d = \frac{\rho_d}{\pi} \quad (5)$$

$$K_s = \rho_s \cdot \frac{s+2}{2\pi} \cdot \cos^s \psi \quad (6)$$

ρ_d	Parameter : diffuse coefficient
ρ_s	Parameter : specular coefficient
s	Parameter : shiny exponent, controls roughness
$\cos \psi$	angle between outgoing and reflected ray

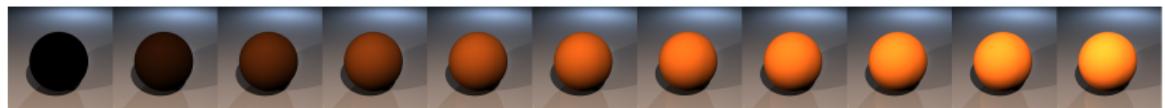


Abbildung : Parameter ρ_d from 0.0 to 1.0

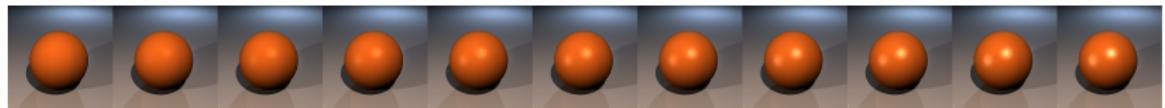


Abbildung : Parameter ρ_s from 0.0 to 1.0

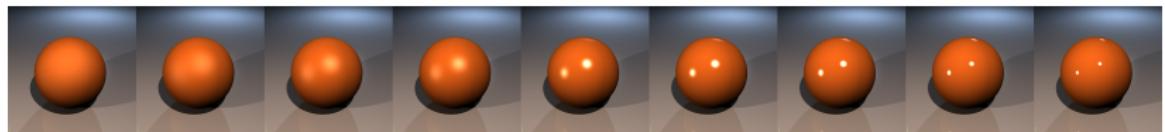


Abbildung : Parameter s from 1 to 1000



Abbildung : Parameter δ from 0.0 to 1.0

- nach [Bli77]
- erweitert das standard Phong-Modell um den Halbvektor \vec{H}

$$K_d = \frac{\rho_d}{\pi} \quad (7)$$

$$K_s = \rho_s \cdot \frac{s+8}{8\pi} \cdot \cos^s \psi \quad (8)$$

$\cos \psi$	angle between outgoing ray and half vector \vec{H}
-------------	--

$$\vec{H} = \frac{\vec{L} + \vec{V}}{length(\vec{L} + \vec{V})} \quad (9)$$



Abbildung : Parameter s from 1 to 1000

- basiert auf [CT82]
- physikalisch basiertes Reflexionsmodell mit Microfacetten
- simuliert isotrope metallische Oberflächen

$$K_d = \frac{\rho_d}{\pi} \tag{10}$$

$$K_s = \rho_s \frac{D \cdot F \cdot G}{4(\vec{V} \cdot \vec{N})(\vec{N} \cdot \vec{L})} \tag{11}$$

D	Beckmann distribution
F	Fresnel term
G	Geometric attenuation (Torrance Sparrow)

Beckmann distribution:

$$D = \frac{e^{-\frac{\tan^2(\alpha)}{m^2}}}{\pi \cdot m^2 \cdot \cos^4(\alpha)}, \alpha = \arccos(\vec{N} \cdot \vec{H}) \quad (12)$$

Fresnel term, based on [Sch94]:

$$F = \delta + (1 - \delta)(1 - \cos(\theta))^5, \delta = \left(\frac{\eta - 1}{\eta + 1} \right)^2 \quad (13)$$

Geometric attenuation:

$$G = \min \left(1, \frac{2(\vec{H} \cdot \vec{N})(\vec{V} \cdot \vec{N})}{\vec{V} \cdot \vec{H}}, \frac{2(\vec{H} \cdot \vec{N})(\vec{L} \cdot \vec{N})}{\vec{V} \cdot \vec{H}} \right) \quad (14)$$



m	Parameter : controls roughness of surface
η	Parameter : Fresnel factor(refractive index)
θ	Angle between \vec{I} and \vec{H}

Gleichung 12 wurde durch folgenden Substitution vereinfacht:

$$\frac{\tan^2(\alpha)}{m^2} = \frac{1 - \cos^2(\alpha)}{\cos^2(\alpha) \cdot m^2} \quad (15)$$

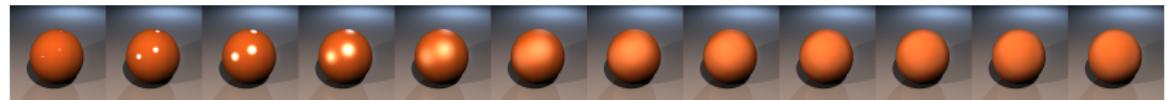


Abbildung : Parameter m from 0.01 to 1.0

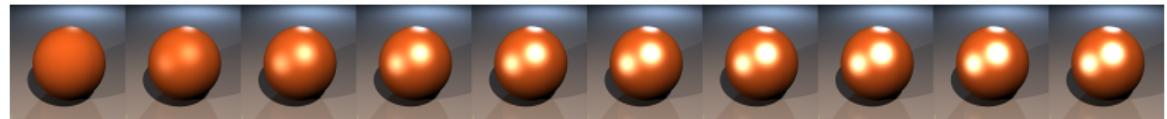


Abbildung : Parameter η from 1.0 to 10.0

Ward I



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

INF

FAKULTÄT FÜR
INFORMATIK

Ashikhmin Shirley I



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

INF

FAKULTÄT FÜR
INFORMATIK

Glas I



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

INF

FAKULTÄT FÜR
INFORMATIK

Ergebnisse I



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

INF

FAKULTÄT FÜR
INFORMATIK

Demo I



OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

INF

FAKULTÄT FÜR
INFORMATIK