Počítačová grafika III – Cvičení 3

Jaroslav Křivánek, MFF UK

Jaroslav.Krivanek@mff.cuni.cz

Kvíz na přestávku 1

- Pokuste se „množinově teoreticky“ definovat funkci vržení paprsku r(**x**, ω).
  - ($M \subset \mathrm{R}^3$ je povrch scény)

$$d_{\mathcal{M}}(\mathbf{x},\omega) \;=\; \inf\{d>0 \mid \mathbf{x}+d\omega \in \mathcal{M}\}$$

$$\mathrm{r}(\mathbf{x},\omega) = \mathbf{x} + d_M(\mathbf{x},\omega)\cdot\omega$$

Kvíz na přestávku 2

- Predpokladejme scenu sestavajici z jedineho konvexniho objektu s Lambertovskou (idealne difuzni) BRDF s konstatnim albedem (tj. bez textury) osvetlenou mapou prostredi.
  Cim je parametrizovana odchozi radiance. Tj. na jake velicine zavisi a na jake ne: $\mathbf{x}$, $\mathbf{n}_{\mathbf{x}}$, ω_o?

Otázka

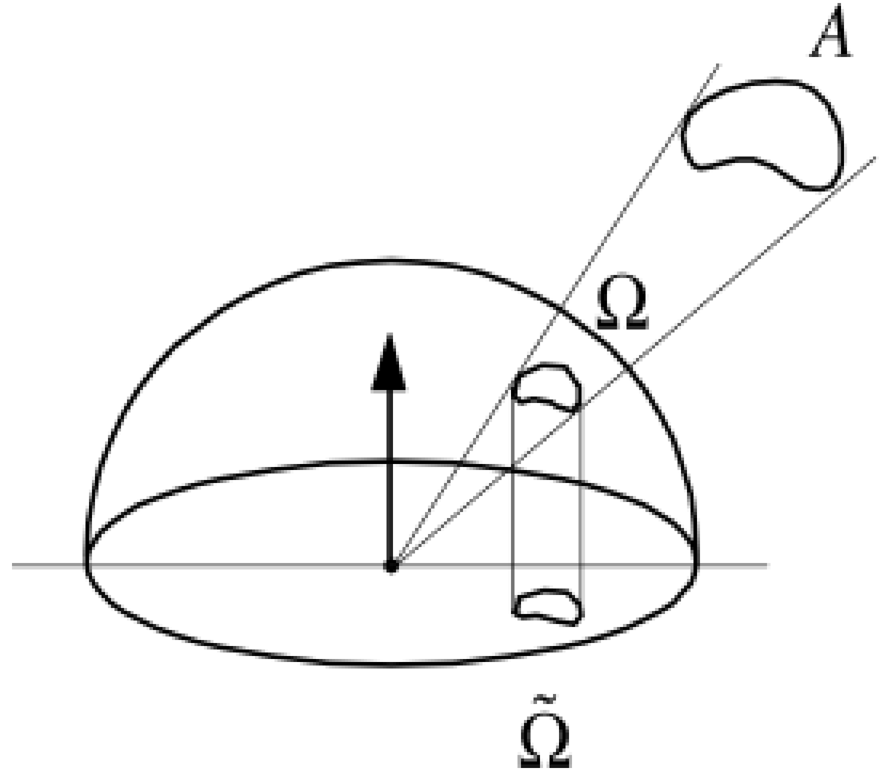
- Jakou hodnotu ozáření (irradiance) $E(\mathbf{x})$ v bodě $\mathbf{x}$ způsobí uniformní Lambertovský plošný zdroj pozorovnaný z $\mathbf{x}$ pod prostorovým úhlem Ω?

Uniform Area Source

$$E(x) = \int_{H^2} L \cos\theta \, d\omega$$

$$= L \int_{\Omega} \cos\theta \, d\omega$$

$$= L\tilde{\Omega}$$

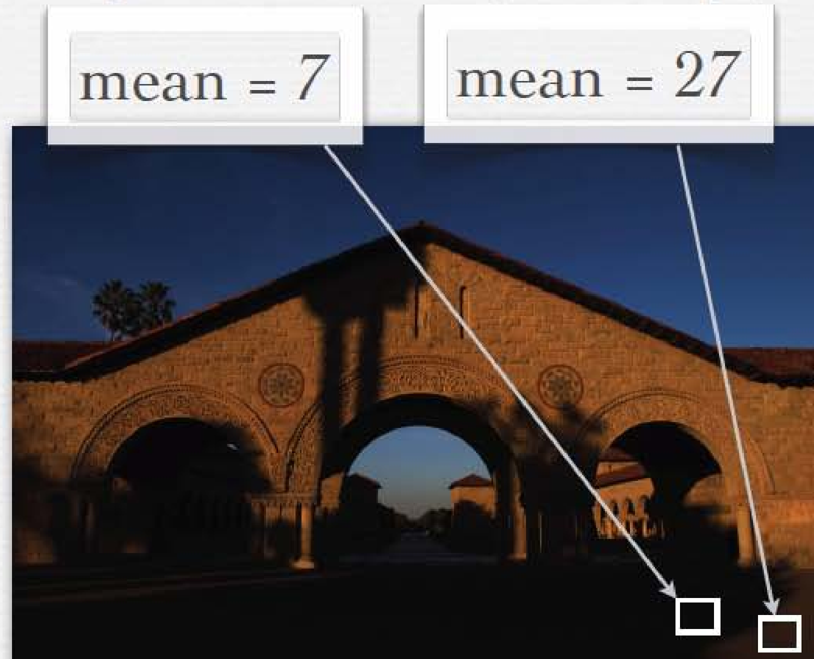


How dark are outdoor shadows?

- luminance arriving on a surface from a full (overhead) sun is 300,000 × luminance arriving from the blue sky, but the sun occupies only a small fraction of the sky
- illuminance on a sunny day = 80% from the sun + 20% from blue sky, so shadows are 1/5 as bright as lit areas (2.3 f/stops)

(Marc Levoy)

JPEG file



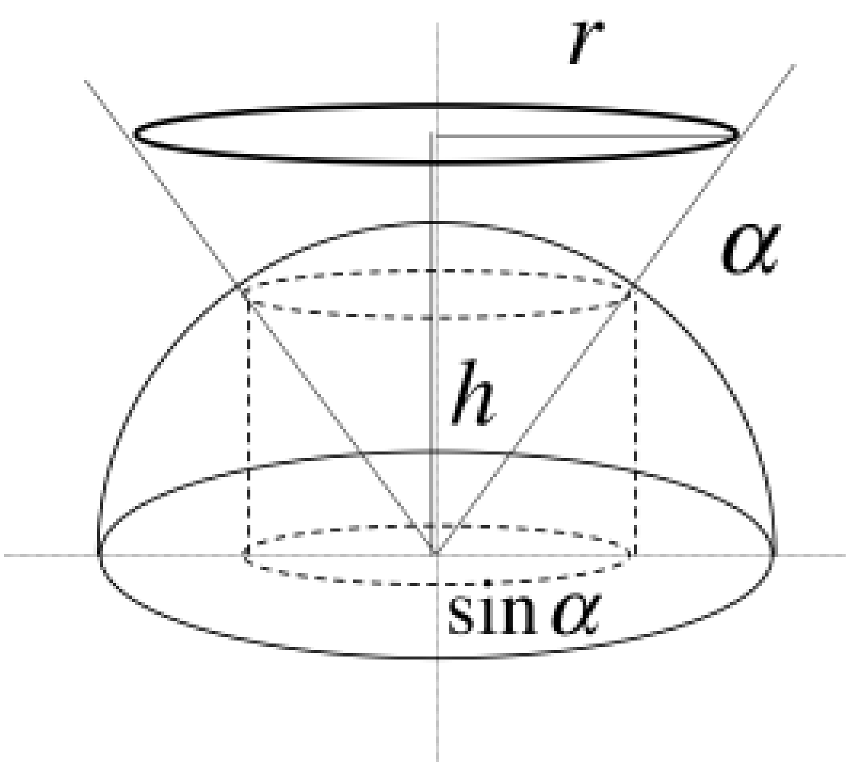
RAW, linearly boosted

Otázka

- Pod jakým **promítnutým prostorovým úhlem** Ω pozorujeme z bodu $\mathbf{x}$ kruh o poloměru r jehož střed je umístěn ve vzdálenosti h od bodu $\mathbf{x}$.

Uniform Disk Source

Geometric Derivation



$$\tilde{\Omega} = \pi \sin^2 \alpha$$

Algebraic Derivation

$$\tilde{\Omega} = \int_1^{\cos\alpha} \int_0^{2\pi} \cos\theta \, d\phi \, d\cos\theta$$

$$= 2\pi \left. \frac{\cos^2\theta}{2} \right|_1^{\cos\alpha}$$

$$= \pi \sin^2 \alpha$$

$$= \pi \frac{r^2}{r^2 + h^2}$$

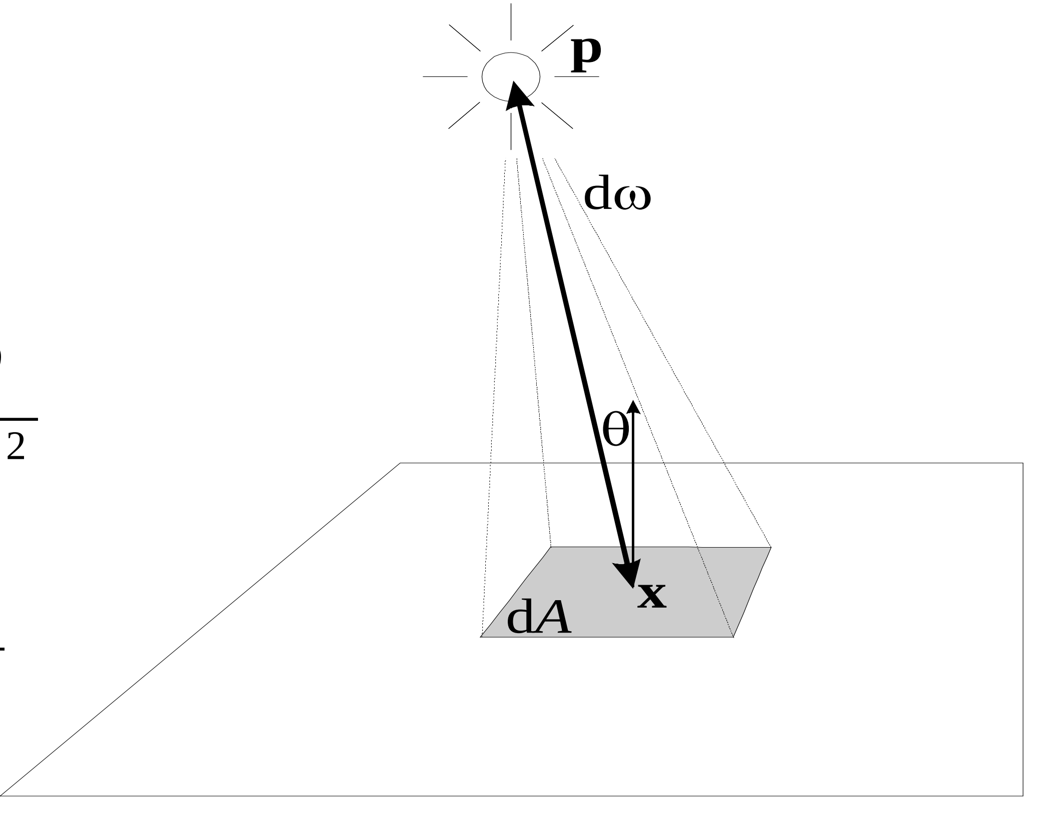
Otázka

- Jakou hodnotu ozáření (irradiance) na rovině vyvolá bodový zdroj se zářivostí (intenzitou) $I(\omega)$ umístěný ve výšce h nad rovinou.

Bodové světlo

- Irradiance bodu na ploše osvětlené bodovým zdrojem

$$
\begin{aligned}
E(\mathbf{x}) &= \frac{d\Phi(\mathbf{x})}{dA} \\
&= \frac{I(\mathbf{p} \to \mathbf{x})\,d\omega}{dA} \\
&= I(\mathbf{p} \to \mathbf{x}) \frac{\cos\theta}{\|\mathbf{p}-\mathbf{x}\|^2} \\
&= I(\mathbf{p} \to \mathbf{x}) \frac{\cos^3\theta}{h^2}
\end{aligned}
$$



Plošné světelné zdroje

- Záření plně popsáno vyzářenou radiancí $L_e(\mathbf{x},\omega)$ pro všechna místa a směry na zdroji světla

- Celkový zářivý tok
  - Integrál $L_e(\mathbf{x},\omega)$ přes plochu zdroje a úhly

$$\boxed{\Phi = \int_A \int_{H(\mathbf{x})} L_e(\mathbf{x},\omega) \cos\theta \, \mathrm{d}\omega \, \mathrm{d}A}$$

Otázka

- Jaký je vztah mezi emitovanou intenzitou vyzařování (radiositou) $B_e(\mathbf{x})$ a emitovanou radiancí $L_e(\mathbf{x},\omega)$ pro Lambertovský plošný zdroj.
  - Lambertovský zdroj = radiance nezávisí na směru ω, $L_e(\mathbf{x},\omega) = L_e(\mathbf{x})$.

Difúzní (Lambertovský) zdroj světla

- $L_e(\mathbf{x},\omega)$ je konstantní v ω
- Radiozita: $B_e(\mathbf{x}) = \pi L_e(\mathbf{x})$

$$
\begin{aligned}
B_e(\mathbf{x}) &= \int_{H(\mathbf{x})} L_e(\mathbf{x},\omega) \cos\theta \,\mathrm{d}\omega \\
&= L_e(\mathbf{x}) \int_{H(\mathbf{x})} \cos\theta \,\mathrm{d}\omega \\
&= \pi L_e(\mathbf{x})
\end{aligned}
$$

Otázka

- Jaký je celkový výkon (tok) Φ **uniformního** Lambertovského plošného zdroje s emitovanou radiancí L_e
  - Uniformní zdroj – radiance nezávisí na pozici

Uniformní difúzní (Lambertovský) zdroj

- $L_e(\mathbf{x},\omega)$ je konstantní v **x** i v **ω**

$$\boldsymbol{\Phi_e = A\, B_e = \pi\, A\, L_e}$$

Odrazivost Lambertovského povrchu

- Odvoďte

$$\boxed{\rho_d = \pi \cdot f_{r,d}}$$