

Bump mapping

Mihai-Sorin Stupariu

Sem. I, 2023 - 2024

Problematizare

- ▶ Reprezentarea cât mai eficientă a unor suprafețe cu rugozitate mare.

Problematizare

- ▶ Reprezentarea cât mai eficientă a unor suprafețe cu rugozitate mare.
- ▶ Articol de referință: [\[Blinn, 1978\]](#)
Alte referințe: [\[Kautz et al., 2001\]](#), [Heidrich & Seidel, 1999]

Problematizare

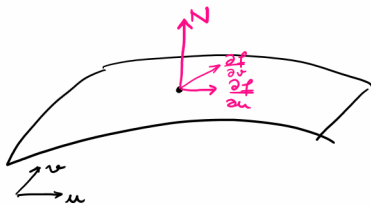
- ▶ Reprezentarea cât mai eficientă a unor suprafețe cu rugozitate mare.
- ▶ Articol de referință: [Blinn, 1978]
Alte referințe: [Kautz et al., 2001], [Heidrich & Seidel, 1999]
- ▶ **Principiu: nu este necesar ca suprafețele propriu-zise să aibă o geometrie complicată, este suficient să fie controlat modul în care este reflectată lumina.**

Problematizare

- ▶ Reprezentarea cât mai eficientă a unor suprafețe cu rugozitate mare.
- ▶ Articol de referință: [\[Blinn, 1978\]](#)
Alte referințe: [\[Kautz et al., 2001\]](#), [Heidrich & Seidel, 1999]
- ▶ **Principiu: nu este necesar ca suprafețele propriu-zise să aibă o geometrie complicată, este suficient să fie controlat modul în care este reflectată lumina.**
- ▶ OpenGL nou permite implementarea metodei în *shader*.

Context

Fie $f : U \xrightarrow{\subset \mathbb{R}^2} \mathbb{R}^3$ o suprafață parametrizată
 $(u, v) \mapsto f(u, v)$



$$N = \frac{\partial f}{\partial u} \times \frac{\partial f}{\partial v}$$

pp. $N \neq 0$

$$n = \frac{N}{\|N\|}$$

↓
vector normal
la suprafață

Ideea de lucru

Se consideră o funcție $\varphi : U \rightarrow \mathbb{R}$ care realizează o “distorsionare” cu “valori mici” în direcția normalei (în fiecare punct):

$$\underline{\tilde{f} = f + \varphi \cdot n}$$

Estimare pentru vectorii tangenți după distorsionare

$$\tilde{f} = f + \varphi \cdot n$$

$$\frac{\partial \tilde{f}}{\partial u} = \frac{\partial f}{\partial u} + \frac{\partial \varphi}{\partial u} \cdot n + \underbrace{\varphi \cdot \frac{\partial n}{\partial u}}_{\approx 0 \text{ (neglijat)}}$$

$$\frac{\partial \tilde{f}}{\partial v} = \frac{\partial f}{\partial v} + \frac{\partial \varphi}{\partial v} \cdot n + \underbrace{\varphi \cdot \frac{\partial n}{\partial v}}_{\approx 0 \text{ (neglijat)}}$$

Estimare pentru vectorul normal după distorsionare

$$\tilde{N} = \frac{\partial \tilde{f}}{\partial u} \times \frac{\partial \tilde{f}}{\partial v} \approx \left(\frac{\partial f}{\partial u} + \frac{\partial \varphi}{\partial u} n \right) \times \left(\frac{\partial f}{\partial v} + \frac{\partial \varphi}{\partial v} n \right) =$$

$$= \overbrace{\frac{\partial f}{\partial u} \times \frac{\partial f}{\partial v}}^N + \underbrace{\frac{\partial f}{\partial u} \times \frac{\partial \varphi}{\partial v} n + \frac{\partial \varphi}{\partial u} n \times \frac{\partial f}{\partial v}}_{D'}$$

$$+ \underbrace{\frac{\partial \varphi}{\partial u} n \times \frac{\partial \varphi}{\partial v} n}_{0}$$

// notatie
D

$$\boxed{\tilde{N} = N + D}$$

D: "displacement vector"

De la teorie la implementare

- ▶ **Inițial:** f (obiectul) și φ (*bump function*) definite pe același domeniu ([Blinn, 1978])

De la teorie la implementare

- ▶ **Inițial:** f (obiectul) și φ (*bump function*) definite pe același domeniu ([Blinn, 1978])
- ▶ **Idee:** “separarea” *bump function* de suprafața pe care este randată

De la teorie la implementare

- ▶ **Inițial:** f (obiectul) și φ (*bump function*) definite pe același domeniu ([Blinn, 1978])
- ▶ **Idee:** “separarea” *bump function* de suprafața pe care este randată
- ▶ **Practic:** cum se reține *bump function*? - folosirea texturilor
Tutoriale: [learnopengl](#), [opengl-tutorial](#)

Obținerea *normal maps*

textură \rightarrow texeli : rgb pe fiecare componentă
avem valori în $[0.0, 1.0]$

normală : normal : pe fiecare componentă
avem valori
 $[-1.0, 1.0]$

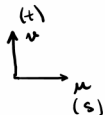
schimbare de valori : $rgb \longleftrightarrow normal$

$$\begin{aligned}
 &rgb = 0.5 \cdot normal + 0.5 \\
 &normal = 2 \cdot rgb - 1 \quad \oplus \text{ normalizare!}
 \end{aligned}$$

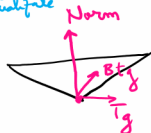
$(0.5, 0.4, 0.3) \rightarrow rgb$
 \downarrow
 $(0.0, -0.2, -0.4)$

Schimbare de coordonate

Textura: spațiul textura



Obiect 3D: spațiul obiectelor



obiect pe care
aplicăm textura

reper: $(Tg, Btg, Norm)$

Tg : tangent

Btg : bitangent

$Norm$: normal

reper: relevant pîr. obiect



Schimbare de coordonate

Ptr. vârfuri: input $\left\{ \begin{array}{l} \text{coordonate (Pos)} \\ \text{normale (Norm)} \\ \text{uv} \end{array} \right\} \xrightarrow[\text{de schimbare de reper}]{\text{cf. ideii}} \begin{array}{l} \text{Tg} \\ \text{Btg} \end{array}$

Se mai poate aplica matricea de modelare / vizualizare (Modelview)

$$\left[\begin{array}{l} T = \text{Modelview} \cdot Tg \\ B = \text{Modelview} \cdot Btg \\ N = \text{Modelview} \cdot \text{Norm} \end{array} \right.$$

apoi mecanismul "standard" de iluminare.