

Hypertextúry

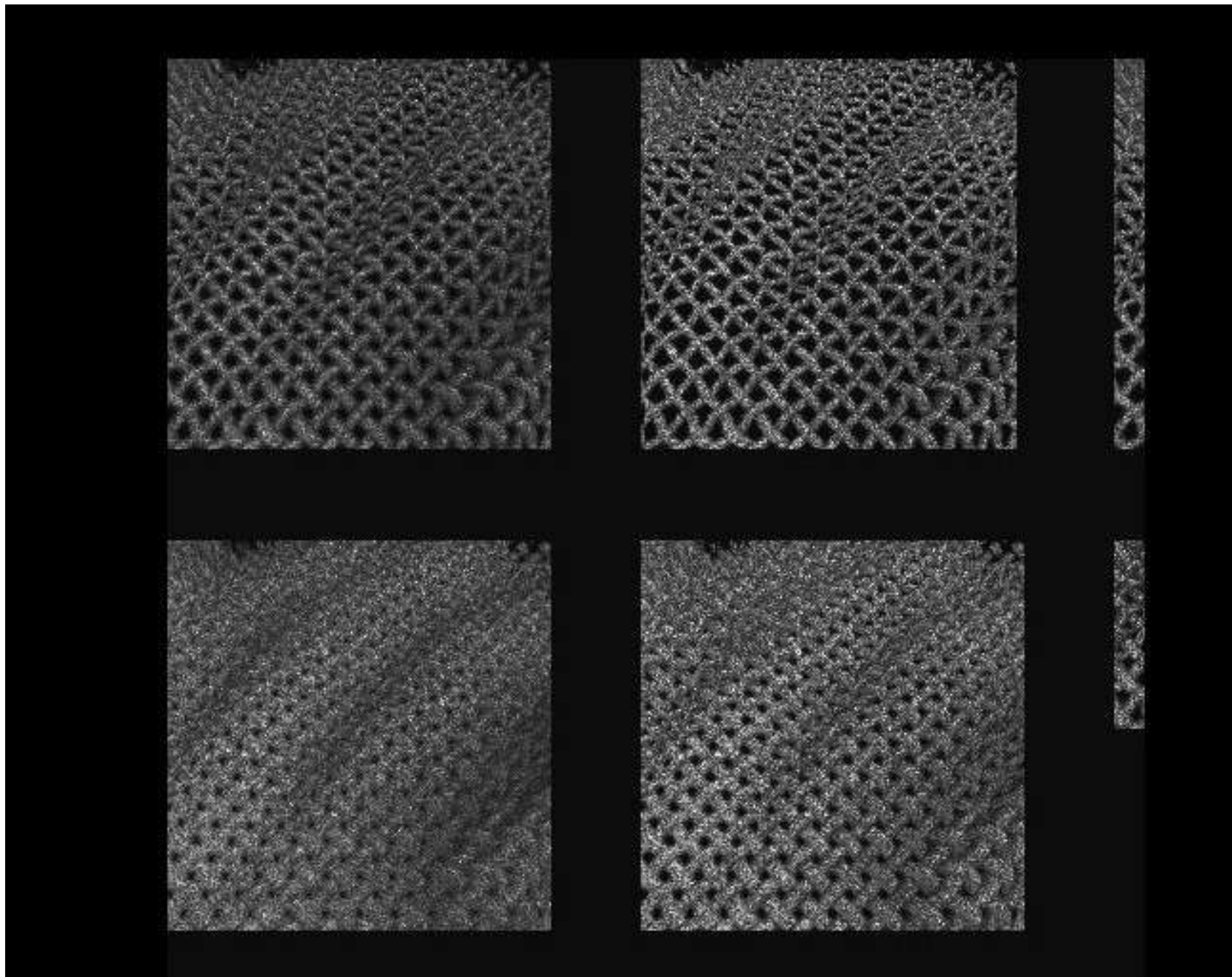
František Psoška

<http://kinderzimmer.matfyz.cz>

Úvod

- rozšírenie tuhej textúry mimo povrch modelovaného telesa
- procedurálne modelovanie ťažko popísateľných materiálov a/alebo (dynamických) prírodných štruktúr: hmla, dym, oheň, srst', vlna, hrdza
- tento „pekný“ model vymyslel Perlin, efektívne zobrazovanie je stále otázkou viac-menej otvorenou

Príklad



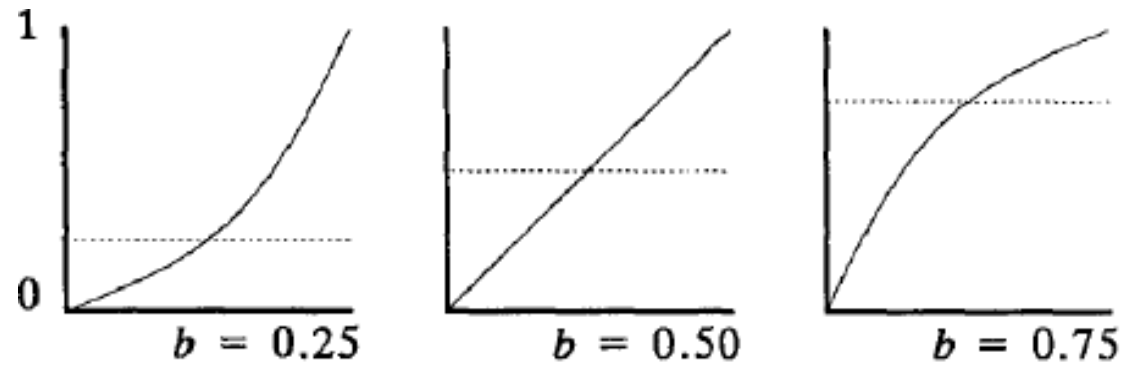
Modelovanie 1

- modelovanie mäkkých telies
- charakteristická fcia povrchu je rozšírená na funkciu hustoty „object density function“ $d(\mathbf{x}) \rightarrow [0,1]$
- nad mäkkými telesami sú definované boolovské operácie, nevytvárajú však algebru
- tvar telesa vo fuzzy oblasti modeluje „density modulation function“ (DMF)
- napr:
 - $f(\mathbf{x}) \rightarrow \text{shape}(\mathbf{x} + \text{texture}(\mathbf{x}))$
 - $f(\mathbf{x}) \rightarrow \text{sharpen}(\text{shape}(\mathbf{x}) + \text{texture}(\mathbf{x}))$

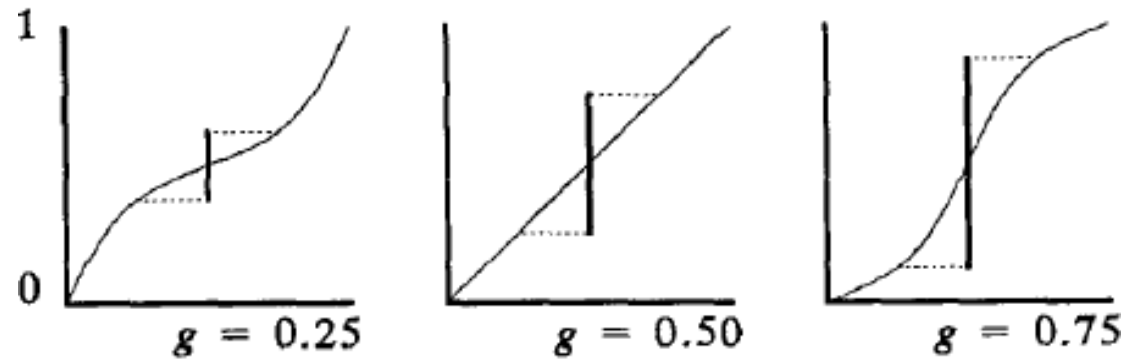
Modelovanie 2

- DMF je typicky šum / turbulencia / fraktál kombinovaná s „jednoduchými“ funkciami - to je dobrý popis zložitých objektov, ktoré modelujeme
- Perlin navrhol efektívnu implementáciu implicitného šumu a turbulencie - „Perlinov šum“ (PGR II)
- navrhol aj základné DMF, ktoré regulujú vzhľad a sú navrhnuté z „ľudského“ pohľadu
- je to BIAS (sklon) a GAIN (zisk) - predstava: jas/kontrast na starej telke
- nad nimi sú vystavané samotné štruktúry hypertextúr

Bias/Gain



Different *bias* curves

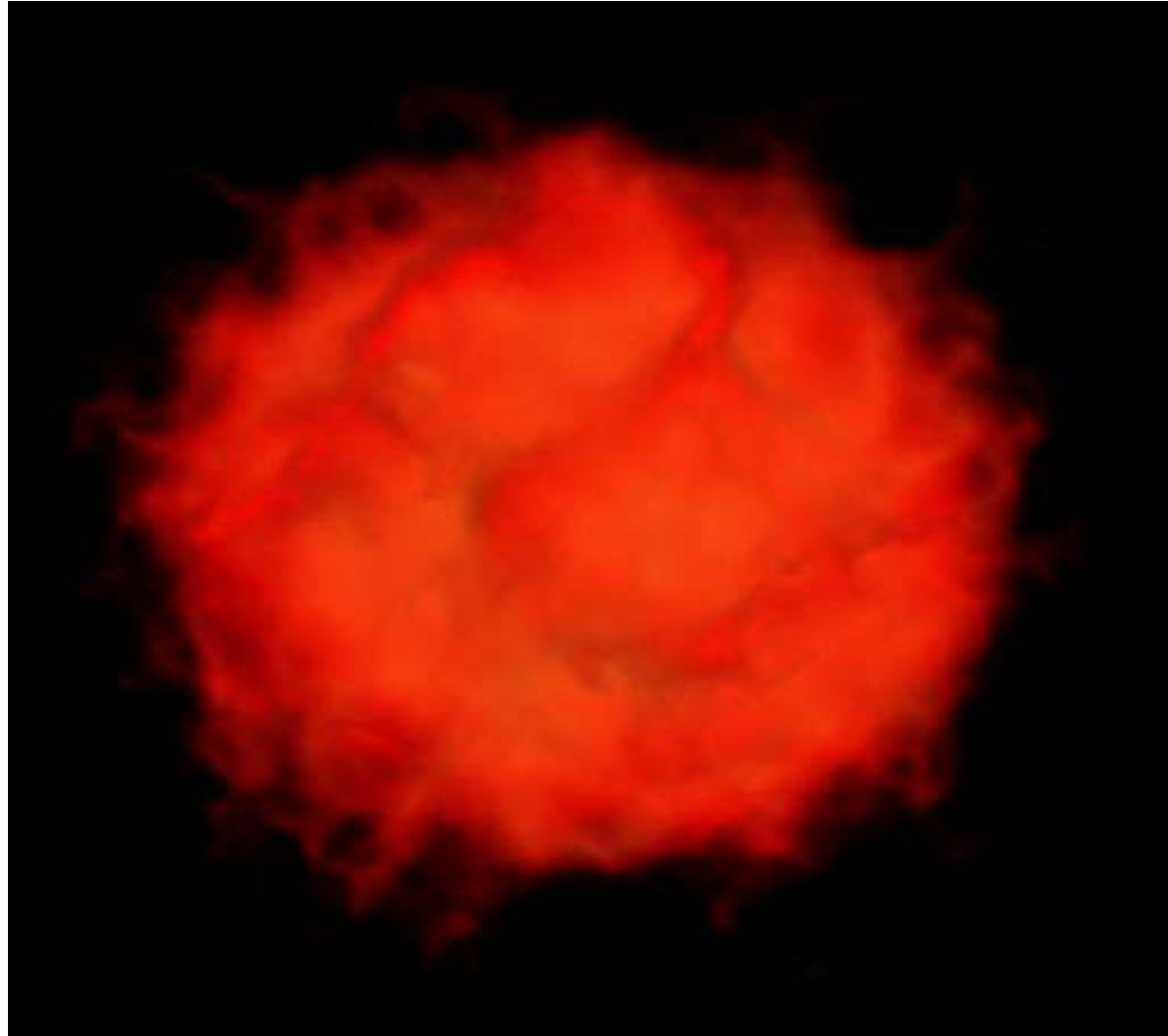


Different *gain* curves

$$\begin{aligned}
 \text{gain}(g, t) = & \\
 t > 0.5 : & \\
 & \text{bias}(1-g, 2t) / 2 \\
 t \leq 0.5 : & \\
 & 2 - \text{bias}(1-g, 2-2t) / 2
 \end{aligned}$$

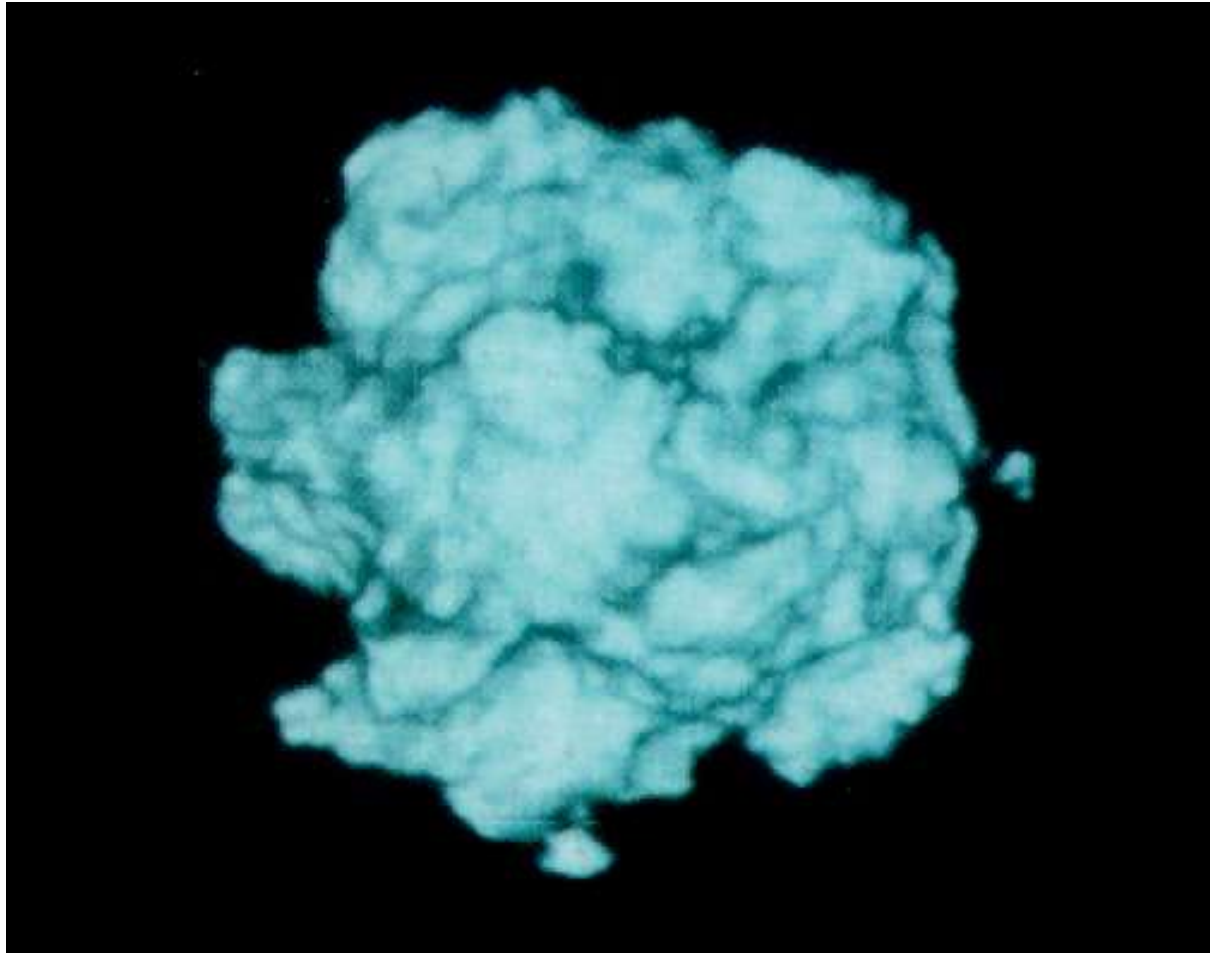
$$\begin{aligned}
 \text{bias}(b, t) & \\
 & = t^{(\ln(b) / \ln(0.5))}
 \end{aligned}$$

Jednoduchý příklad I



$$\text{density}(\mathbf{x}) = \text{fsphere}(\mathbf{x}(1 + \text{turbulence}(\mathbf{x})))$$

Jednoduchý příklad II



$$\text{density}(x) = \text{fsphere}(x(1 + \sum (1/(2^i f)) \text{noise}((2^i)f)))$$

Raymarching - $O(n^3)$

- naivný algoritmus „raymarching“ - rozšírenie raytracingu
- fuzzy oblasti samplujeme z dostatočne malým krokom, pokiaľ sa nenazbiera hustota = 1
- v danom bode priestoru potrebujem spočítať: hustotu, normálu, poprípade odraz a zlomenie svetla - teda DOSŤ VEĽA vecí.
- dobrá paralelizovateľnosť, ale:
- algoritmus je taký pomalý, že je prakticky nepoužiteľný - videli ste niekde hypertextúry? :)
- optimalizácia: „adaptívne“ delenie priestoru, cachovanie dát / inteligentné trasovanie priestoru

Rendering - ďalšie prístupy

- Sphere tracing z volume renderingu - využíva Lipschitzovu podmienku
- existuje nejaký nejaký postup, ako to zneužiť v prospech raymarchingu, dvojnásobné zvýšenie efektivity :)
- kto má záujem: Worley, Hart: Hyper-Rendering of Hyper-Textured surface
- alternatívne prístupy: texturované časticové systémy, kadejaké sprajty a billboardy
- hypertextúry sú bezkonkurenčné napr. v modelovaní dymu - výskum sa vyplatí
- v súčasnosti existujú aj nejaké shadery

Špeciálny prípad - Layered Fog



Videl to už dakto v hre?

- hustota hmly sa mení len v jednej dimenzii, napr. v smere $y \Rightarrow$ celý problém je jednodimenzionálny
- (opät') potrebujeme spočítať hustotu medzi bodmy $A(x,y,z)$ a $B(x,y,z)$
- a to je hustota medzi $A(0,y,0)$ a $B(0,y,0)$ krát faktor o ktorý je tento lúč dlhší
- predpočítam si neurčité integrály do tabuľky
- a je to!
- pozn: $\text{transparency} = 0.5^{\text{density}}$

Literatúra

- Elbert, Musgrave, Peachey, Perlin, Worley:
TEXTURING AND MODELING: A procedural
Approach (1994)
- Perlin, Hoffert: Hypertexture (1989)
- <http://mrl.nyu.edu/~perlin/>
- Hart: Sphere Tracing: A geometric method for antialiased Ray
Tracing of Implicit surfaces
- Worley, Hart: Hyper-Rendering of Hyper-textured surfaces