

情報デザイン専攻

画像情報処理論及び演習II
-計算Photography-
Artistic Stylization-
HDR画像, NPR

第9回講義
水曜日1限
教室6218

吉澤 信
shin@riken.jp, 非常勤講師
大妻女子大学 社会情報学部

独立行政法人
理化学研究所

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

今日の授業内容

www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/index.html
www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/Lec21.pdf

1. High Dynamic Range (HDR)画像合成・表示、エッジ保存フィルタの計算Photographyでの応用。
2. Artistic Stylization & Non-Photorealistic Rendering (NPR)

Report05の採点結果を取りに来てください。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習:特徴(エッジ・パターン)保存フィルタ

単純な平滑化

特徴保存平滑化

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習:High-Dynamic Range(HDR)画像

✓ 輝度値が(複数の範囲&)高階調画像: 複数露光。

8bit: 低階調

輝度値

露光

Real world

トーンマッピング

Picture

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習:光線追跡(Ray Tracing)

✓ CGでのRenderingは幾何光学モデルの光線追跡シミュレーション: 結果は浮動小数点で高階調。

3次元形状

Rendering

Raster画像

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習:画像は入力にも出力にも階調の制限がある

通常8bit

人間の目

CCD

階調を識別することができる最小輝度と最大輝度の比率

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: トーンマッピング: 8bit画像への変換

©S. Yoshizawa, CGF 2010. ©C. Ou et al. ICFR06.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

HDRI合成・表示

HDR画像の合成

8bit: 低階調 入力: 複数露光設定による高階調HDR (High Dynamic Range)画像データ

8bit: 低階調

8bit: 低階調

出力: 合成画像

©S. Yoshizawa et al., CGF 2010.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: 応用例: デジタルアート

HDR画像を用いたデジタルアート

©東正之

<http://www.flickr.com/groups/hdr/>

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: 限定色表示

✓ 限定色表示: 出力できる色数 < 入力画像の色数.
 ✓ カラーマップとルックアップテーブル: 入力の色とそれを出力する色との対応表.

- 均等量子化法.
- 頻度法.
- ハーフトニング・ディザ法.

	R	G	B							
0	R ₀	G ₀	B ₀	→	0	0	0	R ₀	G ₀	B ₀
1	R ₁	G ₁	B ₁		0	0	1	R ₁	G ₁	B ₁
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
255	R ₂₅₅	G ₂₅₅	B ₂₅₅		255	255	255	R ₂₅₅	G ₂₅₅	B ₂₅₅
	カラーマップ				ルックアップテーブル					

[a] 原画像 [b] 均等量子化 [c] 頻度法 ©CGARTS協会

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: ディザ処理

✓ 全体の量子化誤差を最小化するように確率を調整して量子化をランダムに行う事.

フルカラー画像 限定色(16色) 限定色(16色)+ディザ処理

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

大域的処理による合成

$$L_{display} = \frac{L_{world}}{1 + L_{world}}$$

大域的処理による合成 暗部分0.1%の線形補間

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Low/High-Pathフィルタによる合成

✓ガンマ補正や線形補間によるトーンマッピング(圧縮)は細部が潰れる。
 ✓Boxやガウス関数によるLow/High-Pathフィルタを用いた方法ではギブス現象によるアーティファクト。

Low-pass: 低周波成分
 High-pass: 高周波成分

Halos!!

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

BilateralフィルタによるHDR合成

Gaussian Filter ← Input → Bilateral Filter

[DD02]: F. Durand and J. Dorsey, SIGGRAPH'02.

Detailed High-Frequency Signal

Output Compressed HDR Signal

Input HDR Signal: eg. 16bit, double, etc.
 Bilateral Filterd Signal: Piecewise Linear Low-Frequency.
 Compressed Low-Frequency Signal: eg. 8bit, byte, B/W, etc.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

BilateralフィルタによるHDR合成2

Output Compressed HDR Signal

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用のごく一例: 特徴保存→細部の分離

✓ 特徴保存フィルタが細部をよく分離: $D(x) = I(x) - I^{new}(x)$

理想信号

入力信号 $I(x)$

フィルタ後の信号 $I^{new}(x)$

差分信号: $D(x)$
 細部、ノイズ、テクスチャー、レンジ毎の画像、...

Gaussianフィルタの例(理想信号)

Gaussianフィルタの例

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用1: ノイズ除去

✓ $\frac{1}{2} \int |\nabla I(x)|^2 dx \rightarrow \min$ より白色性加算ガウスノイズの最小化:

Gaussianフィルタ結果

入力

特徴保存フィルタ結果

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用2: テクスチャー強調1

✓ 高域強調フィルタは $1 + k \text{ High_path}(I) = I(x) + k D(x)$

Gaussian

入力

特徴保存

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用2: テクスチャー強調2

入力 Gaussian 特徴保存

差分信号: $D(x)$

入力 Gaussian 特徴保存

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用3: High Dynamic Range画像合成 1

入力

Gaussian

特徴保存

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用3: High Dynamic Range画像合成 2

入力

Gaussian

特徴保存

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用4: 顕著なエッジ領域抽出 1

✓ CV, IP, PRでのエッジモデルは勾配強度が大きな座標値の空間的に連続した集合として定義される
→ Laplacianがゼロの点集合 ≡ 曲率の極値集合.

✓ DoG: Difference of Gaussian ≡ LoG: Laplacian of Gaussian ← Scale Space, Convolution Surfaces.

二つのGaussian LoG DoG DoGとの畳み込み結果

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用4: 顕著なエッジ領域抽出 2

✓ 特徴保存フィルタを繰り返し適用後にDoGを適用:
上: 入力画像にDoG:
下: 特徴保存フィルタ3回適用後にDoG:

$$DoG_{\sigma, K}(x, y) = g_{\sigma}(x, y) - g_{K\sigma}(x, y)$$

$\sigma = 0.5, K = 2, K = 3, K = 4, K = 5$

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用5: Artistic Stylization

✓ H. Winnemöller et al. SIGGRAPH'06.

入力

特徴保存フィルタの繰り返し

平滑化画像

色相Hの多値化& 明度Vの強調

HSV量子化画像

RGBの多値化

RGB量子化画像

エッジ抽出

DoG

エッジ画像

出力Stylized画像

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用5: Artistic Stylization 2

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Flash/No-Flash画像

✓ Bilateralフィルタによって
細部&Illuminationを分離.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: 平滑化と差分による周波数分解

✓ Gaussianフィルタと差分を繰り返し適用する事で周波数分解を近似出来る.

平滑化

ベースの低周波 + [difference images]

$$f = F^{-1} \left[\sum_{\sigma=1}^N F[f] * (G_{2\sigma} - G_{\sigma}) + F^{-1}[F[f] * (1 - G_{2N})] + F^{-1}[F[f] * G_1] \right]$$

f : 入力信号
 G_{σ} : スケール σ
 $F[\]$: 変換 $F^{-1}[\]$: 逆変換 $*$: 掛け算 の正規化ガウス関数

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Bilateralフィルタによる周波数分解

入力: 複数の異なるライト設定による画像 出力: 細部強調画像

Scale $j = 0, \dots, n$

✓ Bilateralフィルタの繰り返し適用による周波数成分の分解: トーンマッピングの例と同様にHaloアーティファクトが少ない.

$$f = F^{-1} \left[\sum_{j=0}^n F[f] * (B_{2^j} - B_{2^{j-1}}) + F^{-1}[F[f] * (1 - B_{2^n})] + F^{-1}[F[f] * B_1] \right]$$

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Bilateralフィルタによる周波数分解2

複数入力の一つ 細部強調画像 アーティストによる絵

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

非写実的(Non-Photorealistic) Rendering (NPR)

Non-Photorealistic Rendering (NPR)
Coined by Salesin et al., 1994

Stylized Rendering Aesthetic Rendering Artistic Stylization Artistic Rendering

CAD・建築
生物・医用
アート等

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Artistic Stylization

✓アーティストの様式を疑似的に再現して実画像を生成・編集する事: NPR/計算Photographyの分野.

Timeline of Artistic Stylization:

- Late 1980s: Advances in media emulation (D. Strouman [SIGGRAPH 88])
- 1990: Video painting (F. Lichtenwicz [SIGGRAPH 97])
- 1997: Perceptual UI & segmentation (D. DeWara [SIGGRAPH 02])
- 1998: Space-time video (J. Wang [SIGGRAPH 04], J. Collomosse [TVCG 06])
- 2000: Anisotropy / filters (M. Wimmermaier [SIGGRAPH 06], J. Kyrrianda [TVCG 06])
- 2002: Semi-automatic painting systems (F. Haehnel [SIGGRAPH 06])
- 2005: Fully automatic painting (A. Mertmann [SIGGRAPH 05], T. Yeevan [EQU 07], F. Lichtenwicz [SIGGRAPH 07])
- 2006: Automatic perceptual (J. Collomosse [SIGGRAPH 06])
- 2010: NPR 2010 Grand challenges (User evaluation by T. Isenberg [TPAC 06])

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Artistic Stylization2

✓画材、ストローク等の模倣・シミュレーション.

Photo credit: Haehnel '90.

$$E(I) = \left[\left(\frac{\partial I}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$\theta(I) = \arctan \left(\frac{\partial I / \partial y}{\partial I / \partial x} \right)$$

Paintings with / without orientable strokes

Orientation

©J. Collomosse and J. Kyrrianda, EG 11.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Artistic Stylization3

✓領域抽出の応用+エッジ抽出・強調/Texture合成.

Region-based discrimination

Black "Inking" effect via vectorised Canny edge map

©J. Collomosse and J. Kyrrianda, EG 11.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Artistic Stylization4

✓異方性・エッジ保存フィルタ.

©J. Collomosse and J. Kyrrianda, EG 11.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Artistic Stylization5

✓エッジ接続方向フィルタ.

Edge Tangent Flow

Flow-based filtering

✓エッジ・流れ場の勾配に沿って特徴保存平滑化.

©H. Kang et al. IEEE TVCG 2009.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Artistic Stylization6

©J. Collomosse and J. Kyrrianda, EG 11. ©H. Kang et al. IEEE TVCG 2009. Photo credit: King & Lee (2005) / original image by Tommaso De Sutter (2004).

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: デイザ処理

Original Threshold Random Halftone Bayer

ChalapaDa

Floyd-Steinberg Jarvis, Judice & Ninke Stucki Burkes

Sierra J 2-row Sierra Sierra Lite Atkinson

誤差拡散法

✓ ハーフトニング (halftoning): パターンで表す.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Stippling

CS: Schäferberg et al. CGF 2005

CS: Hiller et al. SIG'03

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習: レポート05

www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/index.html
www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/Lec21.pdf

Report05の採点結果を取りに来てください.

次回1/14で通常の講義は最後です。

補講: 1/23(金)
6128室3, 4, 5限:
13:00-14:30
14:40-16:10
16:20-17:50

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

成績について

✓ 評価方法:

- 出席40%: 遅刻は少し減点(0.8倍).
- 補講はおまけ
- レポート60%:
- なので、計算方法は

$X = (40/12) \times \text{遅刻なし出席日数}$
 $Y = 0.8 \times (40/12) \times \text{遅刻した出席日数}$
 $Z = (60/200) \times \text{レポート(4,5)の合計点数}$
成績 = X + Y + Z.

出席日数 = 遅刻なし出席日数 + 遅刻した出席日数
前期と同じ!