

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/Lec22.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)
3. 演習: Report05 (再来週12/12まで切です！)。

来週12/5は休講です。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

休講について

✓ すみませんm(_ _)m 学会発表に行くので、

来週12月5日(水)は休講です。

✓ 後期の試験期間中に補講をします。
 - 1月25日(金)5限を予定。
 - 補講日も出席すれば加点します(40/14点計算)。
 - 補講の内容は前期と同様に後期レポートの復習をやります。

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
 8bit: 低階調
 8bit: 低階調

輝度値
 露光
 High dynamic range
 トーンマッピング
 Picture
 0 to 255

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。

CG-ARTS協会
 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

0.01 0.1 1 10 100 1,000 10,000 100,000

0.01 0.1 0.3 0.5 1 2 5 10 30 100 300 500 1,000 2,500 10,000 30,000 100,000

単位: cd/m²

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

©H. Suzuki (Utsu, Tokyo)

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.

©G. Que et al. ICP'06.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

HDR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

©中野正之

<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 ₂ , G ₂ , B ₂ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 255 | R ₂₅₅ , G ₂₅₅ , B ₂₅₅ | 255 | 255 | 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

©CG-ARTS協会

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: デイザ処理

✓ 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)+デイザ処理

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

大域的処理による合成

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

©Mitsuo Ebin.

©Ritscher et al.

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

圧縮

Halos!!

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

BilateralフィルタによるHDRI合成

Gaussian Filter ← Input → Bilateral Filter

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

Linear Interpolation

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HDRI合成2

Output Compressed HDR Signal.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Flash/No-Flash画像

NO FLASH

FLASH

color intensity

details large scale

details large scale

shadow treatment

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

©E. Eisemann and F. Durand, SIGGRAPH'04.

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

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

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

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 $j = 0, \dots, m$

✓ 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。

$$f = F^{-1} \left[\sum_{i=0}^m F[f_i] * (B_{i,j} - B_{i,j+1}) + F^{-1} [F[f_i] * (1 - B_{i,m})] + F^{-1} [F[f_i] * B_{i,0}] \right]$$

©R. Fattal et al., SIGGRAPH 2007

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

©R. Fattal et al., SIGGRAPH 2007

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

非写実的(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

©R. Ghay, 1913

©J. Collomosse and J. Kyrkiandis, EG'11

©W. Li et al., SIGGRAPH'07

©F. Cole et al., SIGGRAPH'08

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。

1990 1997 1998 2000 2002 2005 2006 2010

©J. Collomosse and J. Kyrkiandis, EG'11

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: Haebell '90.

$$E(I) = \begin{bmatrix} \frac{\partial I}{\partial x} & \frac{\partial I}{\partial y} \\ -\frac{\partial I}{\partial y} & \frac{\partial I}{\partial x} \end{bmatrix} \quad \theta(I) = \arctan \left(\frac{\partial I}{\partial y}}{\frac{\partial I}{\partial x}} \right)$$

Paintings with / without orientable strokes

Orientation

©J. Collomosse and J. Kyrkiandis, 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. Kyrkiandis, EG'11

Around the Cake (Zhouhou'05), Markup (Hidbrandtsen '05)

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Artistic Stylization4

✓ 異方性・エッジ保存フィルタ.

©J. Collomosse and J. Kyrkiäinen, EG'11

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Artistic Stylization5

✓ エッジ接線方向フィルタ.

©J. Collomosse and J. Kyrkiäinen, EG'11

主方向ベクトル: 時間があれば微分幾何の基礎でやります.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Artistic Stylization6

©J. Collomosse and J. Kyrkiäinen, EG'11

©H. Kang et al. IEEE TVCG 2009

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習: デイザ処理

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

©S. Schleichweg et al. CGF 2005

©S. Hiller et al. EG'03

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習: レポート05

www.riken.jp/briect/Yoshizawa/Lectures/index.html
www.riken.jp/briect/Yoshizawa/Lectures/Lec22.pdf

Report05を進めてください。
Report05は再来週12/12 〆切です!

来週12/5は休講です。

↑が出来ちゃった人は先週の演習↓をやってください。
www.riken.jp/briect/Yoshizawa/Lectures/Ex13.zip

✓ makeでコンパイル後にプログラムを各.cxxを見て実行してみよう!

- Gaussianフィルタのセパレート実装、形態作用素.

再来週の予定



✓ 再来週(12/12)から動画像処理(12/12,12/19,1/9).

内容(10-13): 動画像処理 基礎、スタイル化合成等.

| | | |
|-----|------------------------------------|---|
| 1回 | 画像フォーマット | |
| 2回 | | |
| 3回 | 周波数分解 | |
| 4回 | | $\int_{\omega_p=0}^{\omega_p=2\pi} \int_{\omega_q=0}^{\omega_q=2\pi} f(\omega_x, \omega_y) e^{j(\omega_x x + \omega_y y)} d\omega_x d\omega_y$ |
| 5回 | | $f(x, y) = \int_{\omega_p=0}^{\omega_p=2\pi} \int_{\omega_q=0}^{\omega_q=2\pi} F(\omega_x, \omega_y) e^{-j(\omega_x x + \omega_y y)} d\omega_x d\omega_y$ |
| 6回 | フィルタ処理・エッジ強調 | |
| 7回 | | $f(x, y) = \int_{\omega_p=0}^{\omega_p=2\pi} \int_{\omega_q=0}^{\omega_q=2\pi} F(\omega_x, \omega_y) e^{-j(\omega_x x + \omega_y y)} d\omega_x d\omega_y$ |
| 8回 | | $f(x, y) = \int_{\omega_p=0}^{\omega_p=2\pi} \int_{\omega_q=0}^{\omega_q=2\pi} F(\omega_x, \omega_y) e^{-j(\omega_x x + \omega_y y)} d\omega_x d\omega_y$ |
| 9回 | 計算Photography・Artistic Stylization | |
| 10回 | | |
| 11回 | 動画像処理 | |
| 12回 | | |
| 13回 | | |
| 14回 | エッジ・形状・特徴抽出とパターン認識の基礎 | |
| 15回 | +補講 | |