

情報デザイン専攻

## 画像情報処理論及び演習I

# -画像合成・類推- Etcetera

第11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](http://www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/index.html)  
[www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/Lec11.pdf](http://www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/Lec11.pdf)

- ① 画像合成・類推 Etcetera.
- ② 第3回レポートの説明.
- ③ 演習: 前回に引き続きレポート第3回の内容.

第3回レポートは今日×切なのでみなさん頑張ってくださいねーp(^)q

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Content-Aware Resizing/Retargeting

✓ 画像中の特徴的/象徴的オブジェクトのサイズやAspect Ratioを変えずに画像のサイズやAspect Ratioを変える事.

CV: S. Wang et al., SIGGRAPH Asia 2008. CS: Arvids & A. Sapiro, SIGGRAPH 2007. CS: Gal et al., ECCV'06.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 復習: 勾配: Gradient

✓ 勾配(Gradient): スカラー場の各点で変化が最大の方向と変化率を大きさに持つベクトル場.

✓ 勾配作用素:  $\nabla = (\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y})$

✓ 勾配ベクトルの表記:  

$$\nabla I = \nabla I(x, y) = (\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y})$$

$$= (\frac{\partial I(x, y)}{\partial x}, \frac{\partial I(x, y)}{\partial y}) = (I_x, I_y)$$

✓ 勾配の大きさ:  

$$\|\nabla I\| = \sqrt{I_x^2 + I_y^2}$$

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Content-Aware Resizing/Retargeting2

✓ Seam Carving: 勾配の強度エネルギーが最小になる曲線群を計算して複製・削除によりサイズ変更.

$$\nabla I = (\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y})$$

$$E(I) = \|\nabla I\|_{L_1} = \left| \frac{\partial I}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial I}{\partial y} \right|$$

CS: Arvids & A. Sapiro, SIGGRAPH 2007.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Content-Aware Resizing3

✓ Seam Carving: ビデオへも拡張 & マスクと組み合わせるとオブジェクトの削除も.

CS: Arvids & A. Sapiro, SIGGRAPH 2007. CM: Robinson, SIGGRAPH 2008.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Content-Aware Resizing / Retargeting4

✓ 勾配強度やマスクと他の画像特徴を組み合わせて局所変形(Warping)をする方法もある。

Gradient Map × Saliency Map = Significance Map

original image using gradient map using significance map

CV: S. Wang et al., SIGGRAPH Asia 2005. CR: Gal et al., ECCV'06.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 復習: 2-bands Blending

✓ 低周波は滑らかにAlphaを変化 + 高周波はAlpha定数。

低周波成分画像 高周波成分画像

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## イメージモザイク / パノラマ画像生成

- 特徴点・対応点抽出。
- 幾何学的変換の推定。
- 幾何変換&色補正。
- Blending.

高画像 内挿画像 投影中心 内挿画像上での貼り合わせ 上から見た図

©CG-ARTS18

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 復習: Pixel TransferによるInpainting

✓ 画像から似ている画素・Textureを持つてくる。

- 局所Windowで類似パターンを検索: Windowサイズに依存。
- 低周波画像は補間で生成しておく & 影等の効果を反映出来る。
- 穴(マスク)を埋める順番が重要!

類似検索

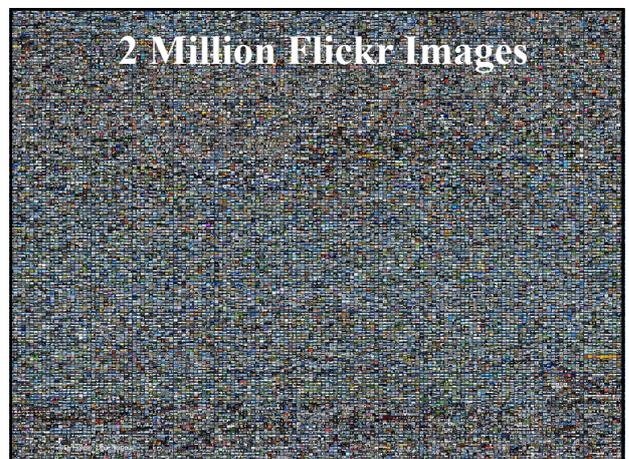
©D. Hoiem, Univ. Illinois. ©H. Yamachi et al., CUI 2003.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 数百万のExampleがあると...

✓ データベースからの類似検索 + 画像合成.

©D. Hoiem, Univ. Illinois.



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### 数百万のExampleがあると...

©D. Hoiem, Univ. Illinois

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### 数百万のExampleがあると...

©D. Hoiem, Univ. Illinois

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### Image2GPS

✓ 画像データベースに位置情報が付いている(撮影場所)と画像検索→類似画像の多さを地図にマップ=GPS.

©Hayaj & Ethos, CVPR 2008

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### Image2Real

✓ 画像データベースからCGの類似画像検索+部分合成により写実的(Photorealistic)なCGの生成.

MIT-CSAIL-TR-2009-034

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### カモフラージュ画像合成

©H.-K. Chu, SIGGRAPH 2010

©S. Gardner, ©J. Strain

Camouflage Art:

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### 復習: Image AnalogyのTexture Synthesis

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## カモフラージュ画像合成

quantization, segmentation, texture synthesis, refinement, database generation, optimized segment map, synthesis result

©H.-K. Chu, SIGGRAPH 2010

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 復習:Poisson Image Editingの原理

✓ Idea: 良いBlendingはSource画像の勾配(Gradient=エッジ)を可能な限り保持する事が重要.

Source画像のGradient(マスク内)をTargetにコピーしマスク内だけTargetの境界条件で新しい輝度値 $I$ を解く.

$$\Delta I = \text{div } \nabla g$$

Gradients, Mask, Target, Source画像, Target画像, Poisson方程式を解く!

©I. Sun et al. SIGGRAPH 2004

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Poisson Image Editingの問題点

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Image Harmonization

✓ Multi-band Blendingの一種: ヒストグラムマッチングにて全体の色を合成し、ソース画像の高周波ノイズを多重解像度解析でBlending.

Source Image, Target Image, Noise Image, Smooth Histogram Matching, Noise Matching, Multi-scale Harmonization, Final Composite, Pyramid Compositing, Alpha-Serialized Boundaries

©K. Toskanavali et al. SIGGRAPH 10

(a) Source / Target (b) Seamless Cloning (c) Harmonization (d) Close-ups

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Image Melding

S. Darabi et al. SIGGRAPH' 12.

✓ Patch-band Approach: 勾配と色を小領域毎に最適化し全体の色及び細部を合成 (Screened Poisson方程式).

Poisson, Harmonization, Melding

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Poisson Image Analogyでリアルな合成

✓ エッジ保存フィルタリング画像にPIEで合成後、Image Analogyで細部を復元.

- S. Yoshizawa & H. Yokota, EG' 13 poster.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### 我々のアプローチ

✓ Main Idea: テクスチャ(高周波)とベースの色合い(低周波 + シャープエッジ:特徴)を別々に処理:

入力 = 低周波+特徴 + 差分:高周波

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### Image Analogy+PIEでリアルな合成

✓ エッジ保存フィルタリング画像にPIEで合成後、Image Analogyで細部を復元:Aはエッジ保存フィルタリング画像、A'は元画像、BがPIEによる合成画像.

A      A'      B      B'

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### Image Analogy+PIEでリアルな合成2

Target → エッジ保存平滑化 → A

Source → ポアソン画像合成 → B

A:A' :: B:B' → 画像類推 → Result

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### PIE vs Image Analogy+PIE

既存法のポアソン合成結果      提案法最終結果

既存法のポアソン合成結果      提案法最終結果

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 成績の計算方法について

出席4割、レポート6割。

成績点数(基本は...もしかしたらゲタが...)=  
 出席日数 × (40/15) + レポート3回分の合計点 × (1/5)

- ✓ 出席点は40点を15回で割って一回あたり(40/15)点です。遅刻した日は(40/15)の代わりに  $0.8 \times (40/15)$  で計算してください。
- ✓ レポートの点は60点を300点で割ってレポートの1点あたり(1/5)点です。
- ✓ 合計点の小数点以下は切り上げします。合計点100点以上の方は100点です(^\_^)
- ✓ S: 100-90点, A: 89-80点, B: 79-70点, C: 69-60点, D: 59-0点。
- ✓ 単位取得ボーダーの人や「あと数点で一つ上の評価なので何とか...」という人は最終日に相談可(基本レポートを提出・再提出)。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 演習: レポート3の内容

[www.riken.jp/briect/Yoshizawa/Lectures/index.html](http://www.riken.jp/briect/Yoshizawa/Lectures/index.html)  
 Ex05及びEx06で端末にて「make clean」&「make」。

- ✓ Q4: Image Analogyを用いてオリジナルのエフェクト。
- ✓ Q1: 油絵効果、水彩画効果、線画効果、テクスチャー合成の4種類。
- ✓ Q2: Texture by Numbers.
- ✓ Q3: Poisson Image Editing.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Q4: Image Analogyでオリジナル効果

- Ex05内のSmoothingでtexture5.ppmをフィルタリング: 端末で  
`./Smoothing texture5.ppm texture5_blur.ppm 5.0`



- ArtisticFilterを使って  
`./ArtisticFilter texture5_blur.ppm texture5.ppm lena.ppm lena_r3q4.ppm 2.0 1000.0 2`  
`display lena_r3q4.ppm`



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Q4: Image Analogyでオリジナル効果2

- 例えば「Zebra効果」、もしも以下の様なzebra.ppmを持っていたら、  
`./Smoothing zebra.ppm zebra_blur.ppm 5.0`



- ArtisticFilterを使って  
`./ArtisticFilter zebra_blur.ppm zebra.ppm lena.ppm lena_r3q4.ppm 2.0 1000.0 2`  
`display lena_r3q4.ppm`

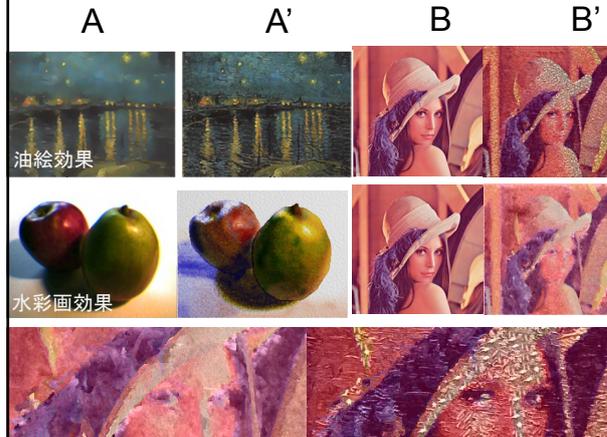


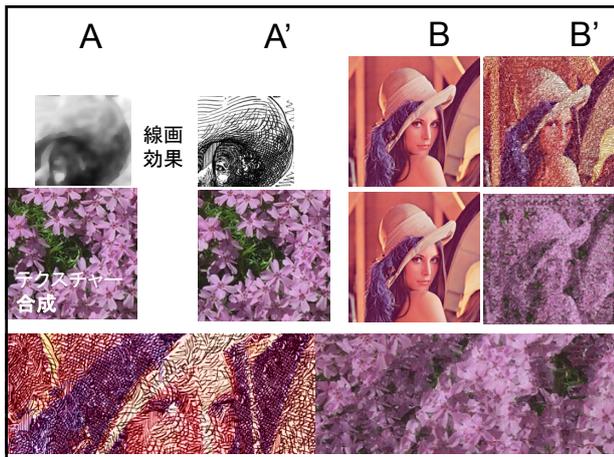
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## Q1: Image Analogy: Artistic Filters

- ✓ 端末でEx05に移動:もしもEx05をデスクトップで立ち上げていたら「cd ~/Desktop/Ex05」又はファイルブラウザのパスをコピーして端末に張り付けて「cd パス」でエンターキーを押す。

- 油絵効果をlena.ppmに適用してみる: 端末で、  
`./ArtisticFilter rhone-src.ppm rhone.ppm lena.ppm test1.ppm 2.0 1000.0 2`  
 を打ち込んでエンターキーを押す。実行が終了したら、端末で、  
`display test1.ppm &`  
 同様に、
- 水彩画効果をlena.ppmに適用してみる:  
`./ArtisticFilter watercolor-src.ppm watercolor.ppm lena.ppm test2.ppm 2.0 1000.0 2`
- 線画効果をlena.ppmに適用してみる:  
`./ArtisticFilter squire-blur.ppm squire.ppm lena.ppm test3.ppm 2.0 1000.0 2`
- テクスチャー合成をlena.ppmに適用してみる:  
`./TextureTransfer texture1.ppm texture1.ppm lena.ppm test3.ppm 2.0 1000.0 4 0.75`





Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### Q2: NumberEditor & TextureByNumbers

- ✓ Image Analogy用TextureByNumbersのお絵かきGUI (Java).
- ✓ Ex06/NumberEditor/

- sh Run\_NumberEditor.shで立ち上げてください。
- 画像を読み込む: File->Load ppm Image. [Ex05/darkclouds.ppm](#)を開いてみてください。
- お絵かき: 左ドラッグ: **木、岩、草原、空を違う色で塗ってみてください。**
  - 色を変える: 右下のSelectボタン。
  - ブラシのサイズを変える: 右のスクロールバー or マウスホイール。
  - 表示の透明度を変える: 下のスクロールバー。
- セーブ:File->Save Number Image. [A.ppm](#)という名前前で保存してください。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### NumberEditor & TextureByNumbers2

- 追加のお絵かき: **木、岩、草原、空で使った色とほぼ同じ色で書き足してみてください。**
- マスク画像(ppm)をセーブ:File->Save Number Image. [B.ppm](#)という名前前で保存してください。
- A.ppmとB.ppmをEx05の下に移動(コピーでもカット&ペーストでもOK)してください。
- 端末を新たに立ち上げて、Ex05にcdで移動してください。もしもEx05をデスクトップで立ち上げていたら「cd ~/Desktop/Ex05」又はファイルブラウザのパスをコピーして端末に張り付けて「cd パス」でエンターキーを押す。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### NumberEditor & TextureByNumbers3

- emacsでRun\_TextureByNumbers.shを立ち上げて、以下の様書き換えてください。 ./TextureByNumbersの後の
  - ✓ 第一引数oxbow-mask.ppm は A.ppm
  - ✓ 第二引数oxbow.ppm は darkclouds.ppm
  - ✓ 第三引数oxbow-newmask.ppm は B.ppm
  - ✓ その後のppmファイル名も上のルールで変更してください。
- Run\_TextureByNumbers.shをセーブ(上書き保存)してください。
- 端末にて「sh Run\_TextureByNumbers.sh」で実行してみてください。

こんな感じなのが  
出れば正解⇒

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### Q3: Poisson Image editing & MaskEditor

- ✓ PIE用マスク作成GUI (Java): Ex06/MaskEditor/

- sh Run\_MaskEditor.shでMaskEditorを立ち上げてください。
- Source画像を読み込む: File->Load Sourceで[Ex06/images/Keira02.ppm](#)を開いてください。
- Target画像を読み込む:File->Load Targetで[Ex06/images/MonaLisa.ppm](#)を開いてください。
- 左クリックでPolylineを生成して[Keiraの顔領域を作成](#)してみましょう!

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### MaskEditor2

- ✓ PIE用マスク作成GUI (Java): Ex06/MaskEditor/

- Source画像の大きさと位置を合わせる: [Keiraの顔とMonaLisaの顔の大きさと位置を合わせてみよう!](#)
  - 右クリックでMove Picを選べば平行移動可能。
  - 右クリックでAddを選べばPolyline作成モードに戻れる。
  - マウスの真ん中ホールで拡大縮小。
  - Polylineの頂点は左クリックで移動可能。
  - 下のスクロールバーで表示の透明度を変更可能。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## MaskEditor3

- マスク画像(ppm)とTargetと同じ大きさのSource画像(ppm)の二つの画像をセーブ: File->Save Masks: [ソースとマスクをKeiraMonaという名前でセーブしてみよう!](#)

注: セーブするファイル名に拡張子はいらない: ファイル名.ppmとファイル

- 端末でPoissonImageEditorを以下の様に動かして合成してみよう!
  - 端末を立ち上げてEx06へ移動: 「cd ~/Desktop/Ex06」.
  - ./PoissonImageEditor ./MaskEditor/KeiraMona.ppm ./MaskEditor/KeiraMona.ppm ./images/MonaLisa.ppm KM\_PIE.ppm 1.0 0.0
  - display KM\_PIE.ppm &

Source    Mask    Target    合成結果

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 演習

[www.riken.jp/briect/Yoshizawa/Lectures/index.html](http://www.riken.jp/briect/Yoshizawa/Lectures/index.html)

- ✓ レポートの内容が出来た人は以下の演習をやってみましょう!
- ✓ Image Analogy+PIEでリアルな合成.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 演習: Image Analogy + PIEでリアルな合成

EdgePreservingFilterとArtisticFilterを使ってよりリアルな合成をしてみよう!

- EdgePreservingFilterでMonaLisa.ppmをフィルタリング: 端末で  
~/Desktop/Ex05/EdgePreservingFilter ./images/MonoLisa.ppm ML\_EP.ppm 1.0
- display ML\_EP.ppm &

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 演習: Image Analogy + PIEでリアルな合成

EdgePreservingFilterとArtisticFilterを使ってよりリアルな合成をしてみよう!

- MonaLisa.ppmの代わりにML\_EP.ppmで合成(ソース、マスクはそのまま):  
./PoissonImageEditor ./MaskEditor/KeiraMona.ppm ./MaskEditor/KeiraMona.ppm ML\_EP.ppm KM\_PIE\_EP.ppm 1.0 0.0
- display KM\_PIE\_EP.ppm &

Source    Mask    Target    合成結果

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 演習: Image Analogy + PIEでリアルな合成

- Artistic Filterで細部を復元: A: ML\_EP.ppm A': ./images/MonaLisa.ppm B: KM\_PIE\_EP.ppm  
~/Desktop/Ex05/ArtisticFilter ML\_EP.ppm ./images/MonaLisa.ppm KM\_PIE\_EP.ppm result.ppm 2.0 1000.0 2
- display result.ppm &

A    A'    B    B'



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 演習: Image Analogy + PIEでリアルな合成

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 来週の予定

[www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/index.html](http://www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/index.html)

次回(7/16)は

- ① 演習: [レポート1~3の内容](#).

最終回(7/23)は

- ① 成績のチェック.
- ② 後期の内容紹介.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 補足資料(Lec08.pdf): ANNのコンパイル

[www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/Ex05.zip](http://www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/Ex05.zip)

まずはじめに、ANNをコンパイルする.

1. Ex05.zipを展開する.
2. Ex05内にann\_1.1.2.zipがあるのでEx05内で展開する.
3. 端末でEx05/ann\_1.1.2に入る、もしもデスクトップに展開していたら、「cd ~/Desktop/Ex05/ann\_1.1.2」.
4. コンフィギュレーションを行う4.の後に端末で「sh Make-config」でエンターキー.
5. コンパイルする5.の後に端末で「make linux-g++」と打ち込みエンターキーを押す.Ex05/ann\_1.1.2/libの下にlibANN.aが出来れば成功.
6. Ex05で端末にて「make clean」&「make」.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 補足資料: Lec08.pdf

- ✓ Smoothing.cxx: ガウス平滑化を実行するプログラム: 引数3:
  - Smoothing 入力.ppm 出力.ppm 平滑化割合(double)
  - 平滑化割合のパラメータは0より大きな実数2.0~20.0ぐらいが実用的.
- ✓ EdgePreservingFilter.cxx: エッジ保存平滑化を実行: 引数3
  - EdgePreservingFilter 入力.ppm 出力.ppm エッジの大きさ(double)
  - エッジの大きさパラメータは0より大きな実数0.5~2.0ぐらいが実用的.

EdgePreservingFilter, 1.0      入力      Smoothing, 5.0