

情報デザイン専攻

画像情報処理論及び演習I

-デジタル画像の表現と応用-
画像処理の基礎

第1回講義
水曜日1限
教室6218情報処理実習室

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

自己紹介

✓ 講師: 吉澤 信 (よしざわ しん)
- 本務: (独)理化学研究所 上級研究員
- 専門: デジタル幾何学・CG/CAD・画像処理
- E-Mail: shin@riken.jp
- URL: www.riken.jp/briect/Yoshizawa/

✓ TA: 呉 辰蕾 (ゴ シンライ)
- 所属: 東京大学 大学院 修士課程1年

よろしくお願ひします!

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

専門: デジタル幾何学・CG/CAD・画像処理

形状変形法
幾何特徴抽出 & 特徴解析

ノイズ除去 & 意匠形状生成
$$\Delta_x n = -(k_{max}^2 + k_{min}^2)n - \nabla_x(k_{max} + k_{min})$$

新しい幾何公式

領域分割 & 簡略化

多重解像度解析 幾何学の生物・医用応用 媒介変数化 & 再メッシュ化

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

画像処理、楽しい?役に立つ?

✓ 楽しいか?: 学問として面白いです!
- コンピュータ科学・情報学ではCG (Computer Graphics)と並んで花形の分野.
- 目に見える結果、綺麗、技術的面白さ.

✓ 役に立つか?: 色々な分野で役に立ちます!
- デジタルカメラの爆発的普及.
- エンターテイメント産業: 映画・ゲーム等.
- 自然科学: 天文学・生物学・化学・物理学等の観察・観測データ解析等.
- 工業・工学: 現実世界の製品データ解析等.
- 医療: CT、MRI等の画像診断等.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

本講義について

✓ 目的: デジタル画像処理の基礎知識と技術の習得
- 画像処理の楽しさを知る.
- 役に立つ事を知る.
- 画像処理の基礎的なプログラミングを習得.

✓ 教科書: なし、講義資料・演習課題は授業のHP:
<http://www.riken.jp/briect/Yoshizawa/Lectures>

✓ 参考書:
- 「デジタル画像処理」、CG-ARTS協会、2006.
- 「画像処理アルゴリズム」、斉藤恒雄著、近代科学社、1993.
- 「Digital Image Processing」、R. Gonzalez & R. Woods著、Pearson Edu. Inc., 2008.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

本講義について: 授業の進め方

✓ 講義: 画像処理の背景・理論・アルゴリズム・プログラミング・応用に関する講義.

✓ 演習: 講義の内容をプログラミング (基本的にLinux環境でC言語+Java言語).

✓ 課題: 講義と演習の内容をより理解するための課題を解き、レポートとして提出.

✓ 評価方法:
- 出席40%: 遅刻は少し減点, 出席管理システム.
- レポート60%: 2~3回次週までに提出.
- テスト: なし.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

なんでLinuxなんかでやるの？

- ✓ **Windowsでいいじゃん、Visual Studio (VC++)とかのビルダーでいいじゃん！**
 - 端末&エディターを使っでのプログラミングはどんなコンピュータの環境でも使える基本！
- **例えば、...**
 - 1私企業のマイクロソフト依存は危険！マイクロソフトが潰れたら？主流じゃなくなったら？
 - Visual Studioって結構高いよ(10万~200万).
 - スマートフォン等の次世代携帯機器はAndroid OSやMac OS(共にUNIX/Linuxベース)が主流.
 - 画像処理アルゴリズムやC/C++言語とは関係が無いビルダー固有の開発方法を覚えなければいけない.
 - 就活等で「Linuxでのプログラミングも出来ます！」.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

本講義について:その他コメント

- ✓ 1限ですが、頑張って授業に来て下さい.
- ✓ 分からないところは遠慮なく質問してください.
 - 講義で話している途中でも可.
 - 授業後でも可、メールでの質問も可: shin@riken.jp
 - 授業に関する意見も可.
- ✓ 課題や演習は他の学生さんと相談してもOK、でも**コピーはダメです**:
 - レポートやプログラムのコピーは(少し変えても)すぐに分かります.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

講義・演習内容の予定

基礎・色相・画像化

3回

アフィン変換と補間

2回

領域抽出:大津法・ラベリング・細線化

4回

画像合成・類推

6回

後期は: 周波数分解・フィルタ・スタイル化・動画など

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

講義・演習内容の予定

内容(1-3): 基礎

1: 画像処理の様々な応用

2: Linuxの基礎、画像クラス

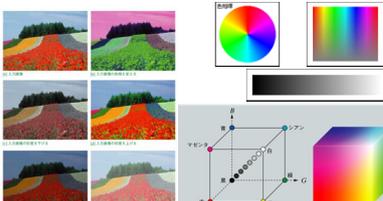
3: 画像化・色相・装置・表示

基礎

アフィン変換・補間

領域抽出

画像合成



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

講義・演習内容の予定

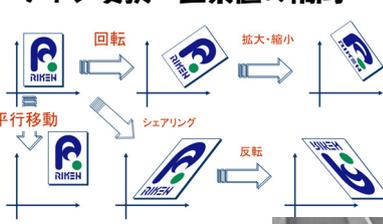
内容(4-5): アフィン変換・画素値の補間

基礎

アフィン変換・補間

領域抽出

画像合成



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

講義・演習内容の予定

内容(6-9): 領域抽出 特に大津法・ラベリング

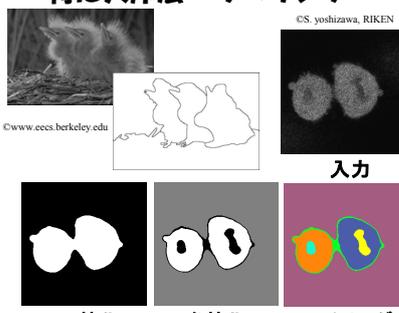
基礎

アフィン変換・補間

領域抽出

画像合成

二値化 多値化 ラベリング



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

講義・演習内容の予定

内容(10-15):
画像合成・類推

1回	基礎
2回	
3回	
4回	アフィン変換・補間
5回	
6回	
7回	領域抽出
8回	
9回	
10回	
11回	
12回	
13回	画像合成
14回	
15回	

©A. Hartmann et al., SIGGRAPH 2000.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

講義・演習内容の予定

内容(10-15):
画像合成・類推

1回	基礎
2回	
3回	
4回	アフィン変換・補間
5回	
6回	
7回	領域抽出
8回	
9回	
10回	
11回	
12回	
13回	画像合成
14回	
15回	

©Perez et al., SIGGRAPH 2003.
©Sapiro and Ballester, SIGGRAPH 2000.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

後期の予定

- ✓ 周波数分解・ファイルI/O
- ✓ フィルタ処理・エッジ強調
- ✓ 計算Photography
- ✓ Artistic Stylization
- ✓ 動画像処理
- ✓ 幾何・形状・パターン認識

©S. Yoshizawa, RIKEN.
© New Line Productions, Inc.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

デジタル画像とは？(まずは簡単に)

- ✓ **デジタル画像(Raster)**: コンピュータ内で表現されたデータ付正規直交格子(画素の集まり).
- ✓ **画素**: 格子の最小構成要素: 格子1個.
 - 2次元: ピクセル(Pixel).
 - 3次元: ボクセル(Voxel).
- ✓ **画素値**: 明度や色の数値.
 - グレースケール画像: 明るさ(明度).
 - カラー(色)画像: RGB, CMY等.
- ✓ **画素値のビット数**: 色数.
 - 8bit画像: 2の8乗で256色、グレースケールの場合は0から255までの256段階の明度. 16bit画像なら2の16乗で65536段階. RGB毎に8bitなら256の3乗で16777216色.

画像取得技術と画素、カラーの表現は「画像化・色彩・表示」の講義でもう少し詳しく説明します。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

重要: デジタル画像の座標と配列

普通の座標系

輝度値の配列表現:

```
int I[sy][sx]; for(i=0; i<sy; i++){
double I[sy][sx]; for(j=0; j<sx; j++){
    I[i][j]=...
}
```

画像処理でよく使う座標系

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

デジタル画像の数式表現

輝度値の配列表現:

```
int I[sy][sx];
double I[sy][sx];
```

輝度値の数式表現: 高さ関数

$z = I(x, y)$ 又は $z = I(\mathbf{x})$, $\mathbf{x} = (x, y)$

カラー画像: $\mathbf{z} = \mathbf{I}(x, y) = (R(x, y), G(x, y), B(x, y))$

又は $\mathbf{z} = \mathbf{I}(\mathbf{x}) = (R(\mathbf{x}), G(\mathbf{x}), B(\mathbf{x}))$, $\mathbf{x} = (x, y)$

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

一休み: テストモデル

世界で最も有名な標準テスト画像: Lena (Lenna)



1972年のPlayboyに掲載。7000万部以上!

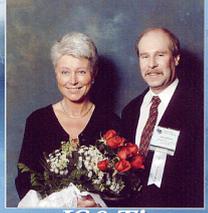
1973年: 南カルフォルニア大学、信号・画像処理研究所の研究者がスキャンし画像データベースにて公開。

世界中で使われる。

1988年: コンピュータ雑誌のインタビューにて本人が知る。

1992年~96年: SPIEやIEEE等の信号・画像処理の権威学会にて著作権違反の議論。

1997年著作権者Playboyがこの画像に権利を行使しない事を明言。



1997年Image Science & Technology学会50周年記念会議に本人が参加。

もっと世界中に普及し教科書等でも使われる。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

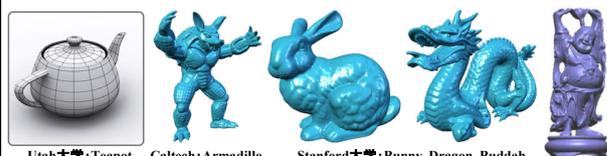
一休み: テストモデル

画像処理ではLenaの他にも沢山のテスト画像がある:

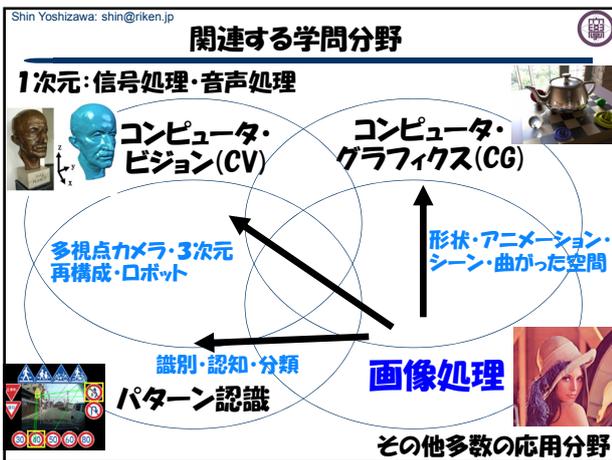


etc ...

分野毎に有名な標準テストモデルがある: 例CGでは...

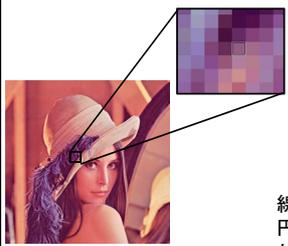


Utah大学: Teapot Caltech: Armadillo Stanford大学: Bunny, Dragon, Buddha

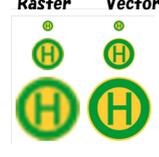


Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Raster画像 vs Vector画像



Raster Vector



Vector画像:
線(line)、折れ線(polyline)、多角形、円、楕円、曲線や曲線によって囲まれた図形、テキストなどで保存された図形を組み合わせて表現する画像。

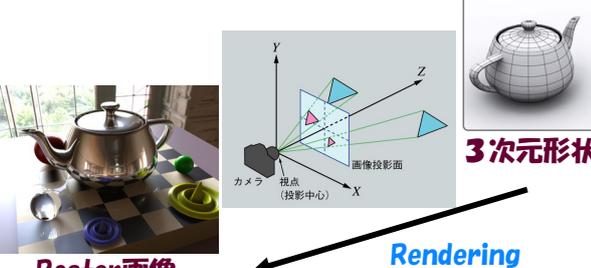
Raster画像: 画素の集合

✓ **Vector画像:** アフィン変換で画像が劣化しない。複雑な画像をベクトル表現するのは難しい。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Raster画像 vs Vector画像

✓ CGでのRenderingとは最初からVector化された3次元形状(曲面やポリゴン)の色や材質等の属性を透視図にてRaster画像化する事。



3次元形状

Rendering

Raster画像

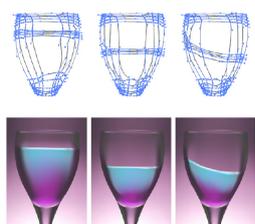
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Raster画像 vs Vector画像

✓ 最先端のCGでは複雑な画像をVector化する方法も研究されている:



©J. Sun et al., SIGGRAPH 2007.



✓ 本講義では主にRaster画像を扱い、以後「画像」はデジタルのRaster画像を指す。

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用:何が出来るの?

1次元:信号処理・音声処理

コンピュータ・ビジョン(CV) コンピュータ・グラフィクス(CG)

パターン認識 画像処理

いろいろ出来ちゃいます!

その他多数の応用分野

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例:コンピュータ・グラフィクス

Example-based Painting:

データ入力
画像とその領域の分類

Userの入力
Painting

出力:合成画像

©A. Hertzmann et al., SIGGRAPH 2001.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例:コンピュータ・グラフィクス

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

応用例:コンピュータ・グラフィクス

細部強調 & Deblurring(ぼけの除去)

©R. Fattal et al., SIGGRAPH 2007.

©Q. Shan et al., SIGGRAPH 2008.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例:コンピュータ・グラフィクス

直交格子(3D画像)を用いた物理シミュレーション:

Eulrian: 直交座標系

©N. Thurey et al., SIGGRAPH 2010.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例:コンピュータ・グラフィクス

2D画像のインタラクティブな変形:

©T. Igarashi et al., SIGGRAPH 2005.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: コンピュータ・グラフィクス

2D 人顔画像の 3D 形状モデルを用いたアニメーション・モーフィング:

©V. Blanz et al., EG 2004. ©V. Blanz et al., EG 2003.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: コンピュータ・ビジョン

2D 人体画像の 3D 形状モデルを用いたアニメーション・モーフィング:

©S. Zhou et al., SIGGRAPH 2010.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: コンピュータ・ビジョン

複数画像からの 3D 形状の構成:

©T. Thramhlen and H.-P. Seidel, SIGGRAPH 2008. ©D. Aiger et al., SIGGRAPH 2008.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: コンピュータ・ビジョン

注目領域の自動提示: 脳科学に基いた顕著度 (Saliency)

©USC Lab C++ Neuromorphic Vision Toolkit Overview

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: パターン認識

教師を用いた識別 (類似度):

注目: 赤 (Red focus)

非注目: 青 (Blue focus)

©吉澤、横田, Biomedical Interface, 2011.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: パターン認識

Google等の画像検索: リトリール

©OpenCV

物体追跡、顔認識: Object Tracking, Face Recognition

©K. Hotta, ICPR 2006.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: パターン認識

機械学習(Machine Learning)による異常検出:

異常検出

異常動作 (こじ開け)

異常動作 (階段、侵入)

通常動作

通常動作 (歩行者)

©産総研

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: パターン認識

文字認識: OCR (Optical Character Recognition)

LP 53 569

LP 53 569

www.plate-recognition.info

©日本郵便

www.lissoft.com

Handwritten Character Recognizer

Recognition (Training)

Similarity Results

- AWS = A
- AWT = A
- AVS = A
- AVT = A
- AVW = A
- AVX = A
- AVY = A
- AVZ = A

The character is recognized as A

©neurondotnet.freehostia.com

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: デジタルアート

HDR画像を用いたデジタルアート

©中東正之

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

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: ゲーム・映画

ゲーム・映画等のデジタルエンターテインメント産業

© New Line Productions, Inc.

© Square-Enix

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: リモートセンシング

遠隔探知: 航空・衛星のセンサーにて計測:

©www.mapshop.co.jp

©www.ajiko.co.jp

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例: 医用画像

癌や病変の自動検出:

©RIKEN

MRI - CT

©Z. Xue et al., SPIE Newsroom 2009.

©産総研

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例:細胞・分子生物学

共焦点レーザー顕微鏡の発達により、細胞内部の構造を大規模・高次元・高階調な画像として取得可能。

2D画像
3D画像/Volume 20MB~200MB
複数3D画像
複数2D画像
時系列2D画像
4D画像 200MB~2GB
複数4D画像 2~200GB

©RIKEN.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例:天文学

天体の検出・疑似カラー表現等：

©heritage.stsci.edu

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例:地図・マップ・ナビ

Goole Mapや地形学：

©F. Loasso and H. Hoppe, SIGGRAPH 2004.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例:拡張現実(Augmented Reality)

AR：現実世界へコンピュータにより情報を付加。

©T. Tawara, IEEE S3DUI 2010 ©mobilepc.aol.jp
©journal.mycom.co.jp
©itpro.nikkeibp.co.jp

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例:物理シミュレーション(CAE)

計算工学・CAE：Computer Aided Engineering：工学・工業では現実世界の測定画像データからのシミュレーション技術が注目されている。

©RIKEN.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

第一回講義まとめ

- ✓ 画像処理は信号(音声)処理・CG (Computer Graphics) /CV(Computer Vision)/パターン認識の分野と密接な関連がある。
 - 情報学ではCG と並んで花形の分野。
 - 目に見える結果、綺麗、技術的面白さ。
- ✓ 様々な応用分野がある:データが画像。
 - デジタルカメラの爆発的普及により...
 - エンターテインメント産業:映画・ゲーム等。
 - 自然科学:天文学・生物学・化学・物理学等の観察・観測データ解析等。
 - 工業・工学:現実世界の製品データ解析等。
 - 医療:CT、MRI等の画像診断等。

講義・演習内容の予定



内容(1-3): 基礎

- ~~1: 画像処理の様々な応用~~
- 2: Linuxの基礎、画像クラス
- 3: 画像化・色相・装置・表示

- 1回
- 2回
- 3回
- 4回
- 5回
- 6回
- 7回
- 8回
- 9回
- 10回
- 11回
- 12回
- 13回
- 14回
- 15回

基礎

アフィン変換・補間

領域抽出

画像合成

