

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-**  
その1:画像処理の世界

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 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/](http://www.riken.jp/briect/Yoshizawa/)

✓ TA: 丸山 典宏 (まるやま のりひろ)  
- 所属: 東京大学 大学院 修士課程2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  
 $\Delta_{i,j} = -(k_{max}^2 + k_{min}^2)n - \nabla_{ij}(k_{max} + k_{min})$   
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、毎回講義資料と演習課題を印刷して渡します。

✓ 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。  
- レポート60%: 2~3回に1回・次週までに提出。  
- テスト: なし。

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
  - 授業に関しての意見も可。
- ✓ 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

シラバス	回数	少し変えます
1回	画像とは何か。画像の構成要素、画像の表現	3回
2回	画像とは何か。画像の構成要素、画像の表現	
3回	画像とは何か。画像の構成要素、画像の表現	
4回	色彩の表現、加法混色、減法混色、彩度等	1回
5回	色彩の表現、加法混色、減法混色、彩度等	
6回	色彩の表現、加法混色、減法混色、彩度等	3回
7回	画像のデジタル化と表示、ファイルフォーマット	
8回	画像のデジタル化と表示、ファイルフォーマット	1回
9回	画像ファイルの読み書き、BMPファイルを読み書きする。	
10回	色彩の変更	4回
11回	色彩の変更	
12回	色彩の変更	
13回	画像の圧縮、理論と実際、Jpegの扱い方など、いちばん簡単なRun Length法を使い圧縮を実際に行ってみる。	3回
14回	画像の圧縮、理論と実際、Jpegの扱い方など、いちばん簡単なRun Length法を使い圧縮を実際に行ってみる。	
15回	画像の圧縮、理論と実際、Jpegの扱い方など、いちばん簡単なRun Length法を使い圧縮を実際に行ってみる。	

同じ：基礎  
移動：色彩  
領域抽出：大津法・ラベリング  
移動：ファイルI/O  
画像合成・Inpainting  
同じ：圧縮・周波数分解・符号化

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：アフィン変換と補間法

1回 基礎  
2回 基礎  
3回 基礎  
4回 色彩  
5回 色彩  
6回 領域抽出  
7回 領域抽出  
8回 ファイルI/O  
9回 ファイルI/O  
10回 画像合成  
11回 画像合成  
12回 画像合成  
13回 圧縮・周波数分解・符号化  
14回 圧縮・周波数分解・符号化  
15回 圧縮・周波数分解・符号化

3：画像化・様々な画像処理法  
符号化

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### 講義・演習内容の予定

内容(4)：色彩

1回 基礎  
2回 基礎  
3回 基礎  
4回 色彩  
5回 色彩  
6回 色彩  
7回 領域抽出  
8回 領域抽出  
9回 領域抽出  
10回 画像合成  
11回 画像合成  
12回 画像合成  
13回 圧縮・周波数分解・符号化  
14回 圧縮・周波数分解・符号化  
15回 圧縮・周波数分解・符号化

基礎：色の表現形式：色相・明度  
・彩度・加法混色(RGB)  
・減法混色(CMY)等

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

### 講義・演習内容の予定

内容(5-7)：領域抽出  
特に大津法・ラベリング

1回 基礎  
2回 基礎  
3回 基礎  
4回 色彩  
5回 色彩  
6回 領域抽出  
7回 領域抽出  
8回 ファイルI/O  
9回 ファイルI/O  
10回 画像合成  
11回 画像合成  
12回 画像合成  
13回 圧縮・周波数分解・符号化  
14回 圧縮・周波数分解・符号化  
15回 圧縮・周波数分解・符号化

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(8)：ファイルI/O：様々なファイル形式と入出力

1回 基礎  
2回 基礎  
3回 基礎  
4回 色彩  
5回 色彩  
6回 領域抽出  
7回 領域抽出  
8回 ファイルI/O  
9回 ファイルI/O  
10回 画像合成  
11回 画像合成  
12回 画像合成  
13回 圧縮・周波数分解・符号化  
14回 圧縮・周波数分解・符号化  
15回 圧縮・周波数分解・符号化

BITMAPFILEHEADER 構造体  
ビットマップ情報ヘッダ  
(下記のいずれかの構造体)  
• BITMAPCOREHEADER  
• BITMAPINFOHEADER  
• BITMAPV5HEADER (Windows 95/NT4.0)  
• BITMAPV5HEADER (Windows 98/Me/2000/XP)

BITMAPINFO  
カラーテーブル (1/4/8 BPP では必須、16/24/32 BPP ではオプション)  
(ここに隙間がある場合もある。(ない場合は packed bitmap と呼ばれる。))

ビットマップデータ  
プロファイルデータ (オプション)

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 講義・演習内容の予定

内容(9-12): 画像合成・Inpainting

1回	基礎
2回	
3回	
4回	色彩
5回	
6回	領域抽出
7回	
8回	ファイル/0
9回	
10回	画像合成
11回	
12回	
13回	圧縮・周波数分解
14回	符号化
15回	

©Perez et al. SIGGRAPH 2003.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 講義・演習内容の予定

内容(13-15): 圧縮・周波数分解・符号化

Run Length符号化、多重解像度解析(フーリエ、Wavelet、KL展開等)、Pyramid表現、高階調画像(HDRI: High Dynamic Range Image)

1回	基礎
2回	
3回	
4回	色彩
5回	
6回	領域抽出
7回	
8回	ファイル/0
9回	
10回	画像合成
11回	
12回	
13回	圧縮・周波数分解
14回	符号化
15回	

©HPIImage

©S. Yoshizawa, RIKEN

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は第3回「画像化」の講義で、カラーの表現は第4回「色彩」の講義でもう少し詳しく説明します.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 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

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

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

又は  $z = I(x) = (R(x), G(x), B(x)), \quad x = (x, y)$

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Lenaの元画像 画像に権利を行使しない事を宣言.
- 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...

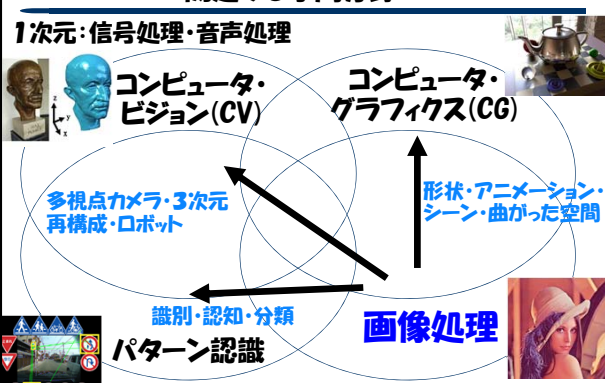


Utah大学: Teapot    Caltech: Armadillo    Stanford大学: Bunny, Dragon, Buddha

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 関連する学問分野

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)

多視点カメラ・3次元再構成・ロボット

形状・アニメーション・シーン・曲がった空間


識別・認知・分類  
パターン認識

画像処理

その他多数の応用分野

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。

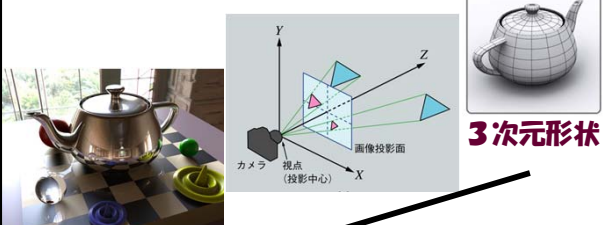
**Raster画像:** 画素の集合

✓ **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

Raster画像    Rendering

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.

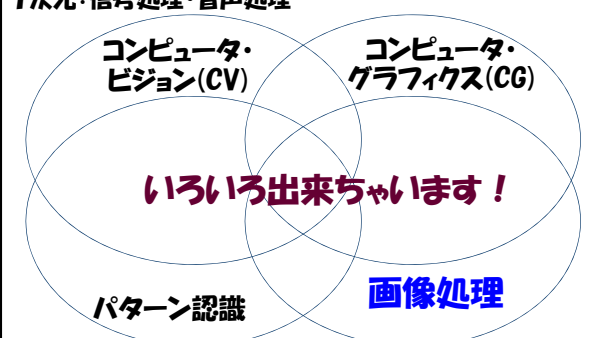
©Vectormagic.com

✓ 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)

いろいろ出来ちゃいます!

パターン認識

画像処理

その他多数の応用分野





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. Thrmahlen 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 iLab C++ Neomorphic 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)      非注目: 青 (Blue)

©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: リトリバーバル**      ©OpenCV

入力画像 (Input1, Input2) のヒストグラム間の距離

Input1	Input2	Distance
		0.382
		0.779
		0.823
		1.239

**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:**

©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)

©www.lisisoft.com

©www.plate-recognition.info

©日本郵便

©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

©産総研.

©Z. Xue et al., SPIE Newsroom 2009.

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・高調な画像として取得可能.

2D画像

3D画像/Volume 20MB~200MB

複数2D画像

複数3D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.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

## 講義・演習内容

### シラバス

1回 画像とは何か、画像の構成要素、画像の表現  
 2回 画像とは何か、画像の構成要素、画像の表現  
 3回 画像とは何か、画像の構成要素、画像の表現

基礎

### 第1回: 画像処理の世界

### 第2回: アフィン変換と画素値の補間

### 第3回: 様々な画像処理/画像化