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

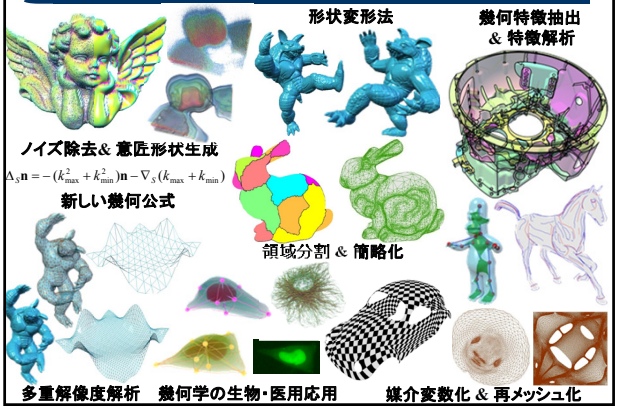
吉澤　信
shin@riken.jp, 非常勤講師
大妻女子大学　社会情報学部
独立行政法人 理化学研究所

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/brict/Yoshizawa/
- ✓ TA：　丸山　典宏　（まるやま　のりひろ）
  - -所属：東京大学 大学院 博士課程１年

よろしくお願いします！

専門：デジタル幾何学・CG/CAD・画像処理



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.

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/brict/Yoshizawa/Lectures
- ✓ 参考書：
  - 「ディジタル画像処理」、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.

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回に1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&エディターを使って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 → **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	基礎・色相・画像化
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	2回	アフィン変換と補間
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	4回	領域抽出：大津法・ラベリング・細線化
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		
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	6回	画像合成・類推
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。		後期へ移動：周波数分解・ファイルI/O

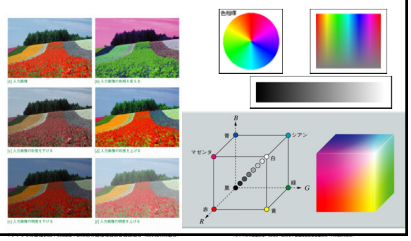
6月13日休講予定
テスト期間に補講を実施

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

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



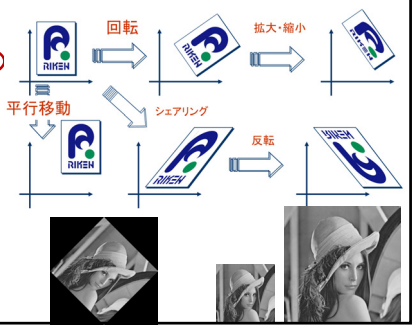
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

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

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

基礎



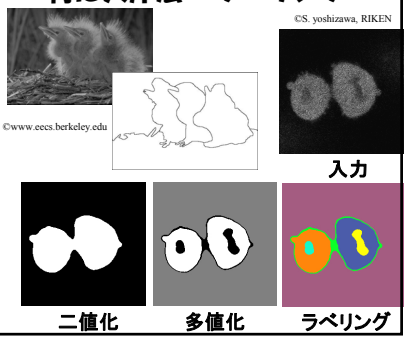
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

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

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

基礎



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

講義・演習内容の予定

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

内容(10－15)：
画像合成・類推


A


A'


B

?
B'

©A. Hertzmann et al., SIGGRAPH 2001.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

講義・演習内容の予定

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

内容(10－15)：
画像合成・類推

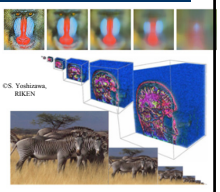

©Perez et al. SIGGRAPH 2003.

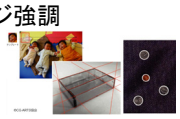

©Sapiro and Ballester, SIGGRAPH 2000.

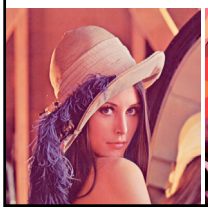
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

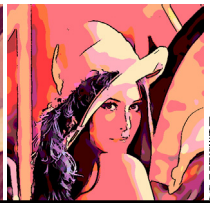
後期の予定

- ✓ 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





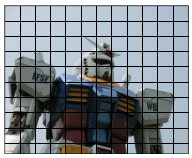


© New Line Productions, Inc.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

デジタル画像とは？(まずは簡単に)

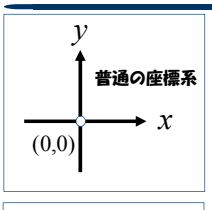
- ✓ **デジタル画像(Raster)**：コンピュータ内で表現されたデータ付正規直交格子(画素の集まり).
- ✓ **画素**：格子の最小構成要素：格子1個.
  - 2次元：ピクセル(Pixel).
  - 3次元：ボクセル (Voxel).
- ✓ **画素値**：明度や色の数値.
  - グレースケール画像：明るさ(明度).
  - カラー(色)画像：RGB, CMY等.
- ✓ **画素値のビット数**：色数.
  - 8bit画像：2の8乗で256色、グレースケールの場合は0から255までの256段階の明度.16bit画像なら2の16乗で65536段階.
    RGB毎に8bit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

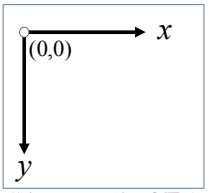


画像取得技術と画素、カラーの表現は第3回「画像化・色彩・表示」の講義でもう少し詳しく説明します.

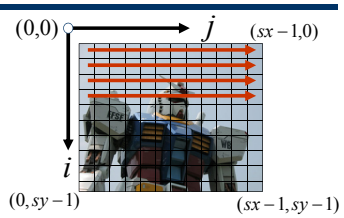
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

デジタル画像の座標と配列





画像処理でよく使う座標系



輝度値の配列表現：

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

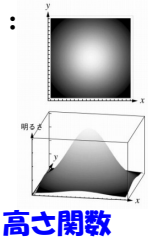
$for(i=0;i<sy;i++)\{$
$for(j=0;j<sx;j++)\{$
$I[i][j]=\ldots$
$\}$
$\}$

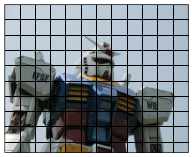
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

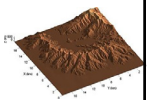
デジタル画像の数式表現

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

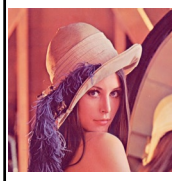
カラー画像： $\mathbf{z}=\mathbf{I}(x,y)=(R(x,y),G(x,y),B(x,y))$

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.

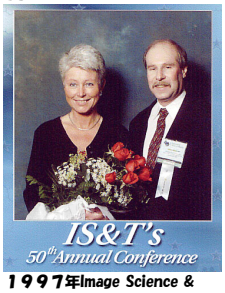
世界中で使われる.

Lenaの元画像

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.



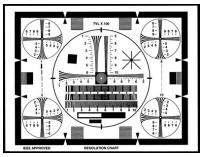
1997年Image Science & Technology学会50周年記念会議に本人が参加.

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, Buddah

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)

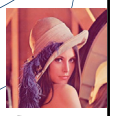
多視点カメラ・3次元再構成・ロボット

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

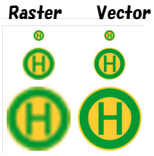


その他多数の応用分野

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Raster画像 vs Vector画像

Raster画像：画素の集合



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.

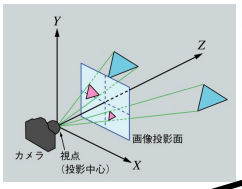
✓ **Vector画像**：アフィン変換で画像が劣化しない.
複雑な画像をベクトル表現するのは難しい.

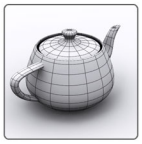
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

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.

Raster画像





3次元形状

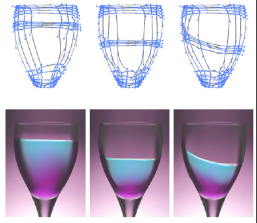
Rendering

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.

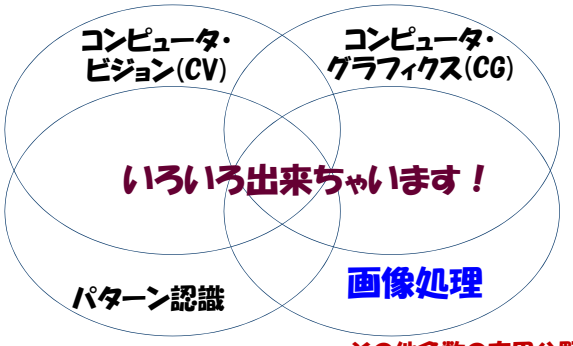


✓ 本講義では主にRaster画像を扱い、以後「画像」はデジタルのRaster画像を指す.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用：何が出来るの？

1次元：信号処理・音声処理



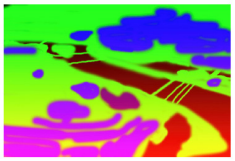
その他多数の応用分野

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

©A. Hertzmann et al., SIGGRAPH 2001.

出力：合成画像

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

©S. Yoshizawa et al., CGF 2010.

出力：合成画像

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例：コンピュータ・グラフィクス

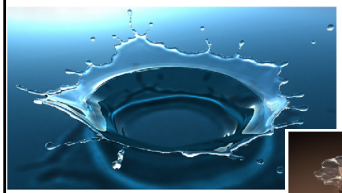
細部強調 & Deblurring(ぼけの除去)©R. Fattal et al., SIGGRAPH 2007.

©Q. Shan et al., SIGGRAPH 2008.

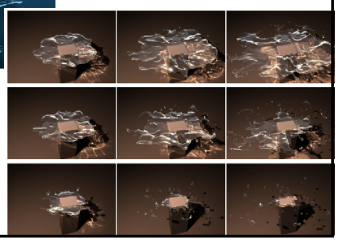
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

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

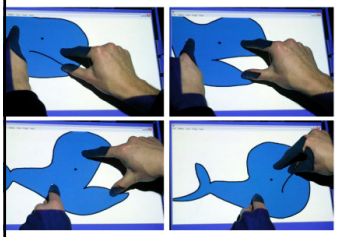


©N. Thurey et al., SIGGRAPH 2010.

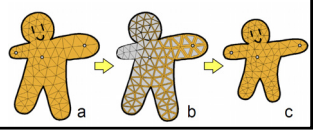
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

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：



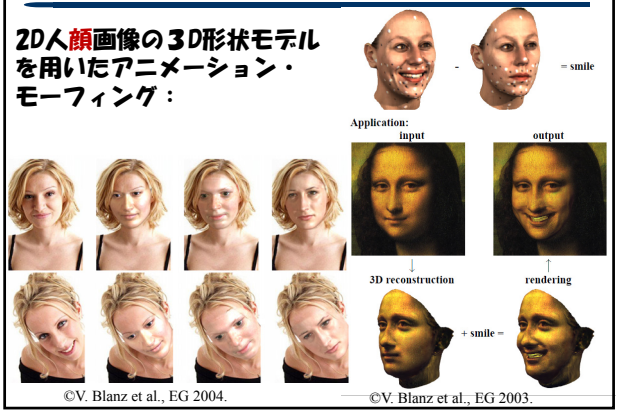
©T. Igarashi et al., SIGGRAPH 2005.



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.

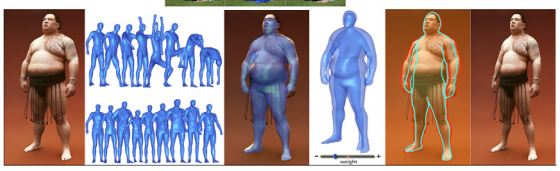
©V. Blanz et al., EG 2003.

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：

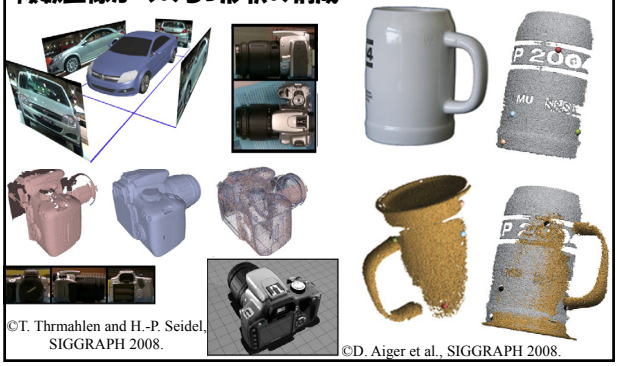
©S. Zhou et al., SIGGRAPH 2010.



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：



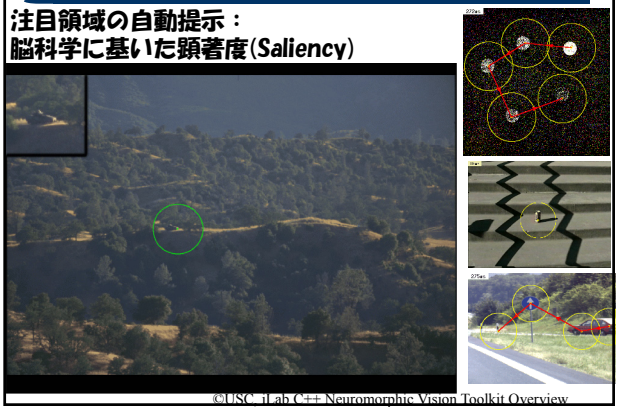
©T. Thrmahlen and H.-P. Seidel, SIGGRAPH 2008.

©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)



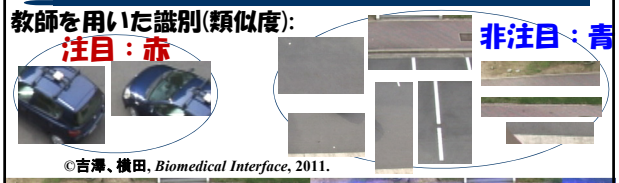
©USC iLab C++ Neuromorphic Vision Toolkit Overview

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

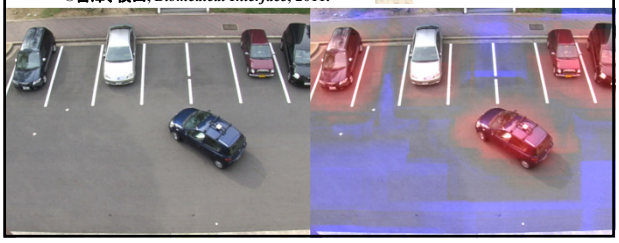
応用例:パターン認識

教師を用いた識別(類似度):

注目：赤　非注目：青



©吉澤、横田, *Biomedical Interface*, 2011.



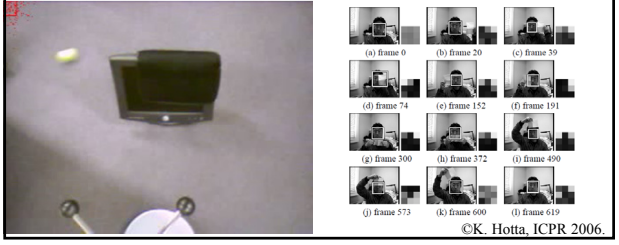
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例:パターン認識

Google等の画像検索：リトリーバル

©OpenCV

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

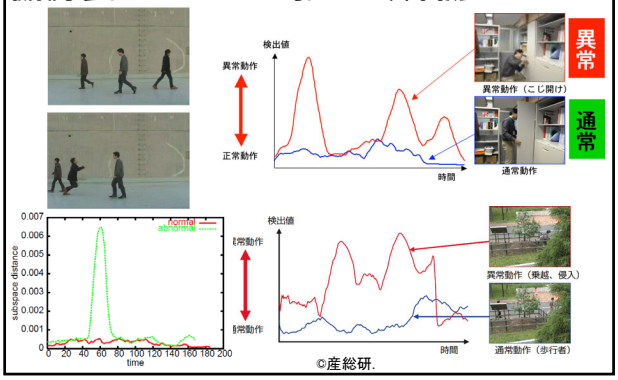


©K. Hotta, ICPR 2006.

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：

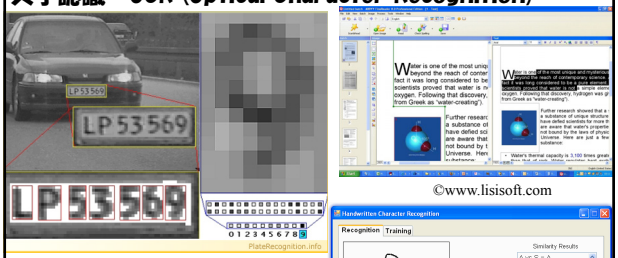


©産総研.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

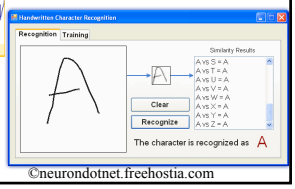
応用例：パターン認識

文字認識：OCR (Optical Character Recognition)



©www.plate-recognition.info

©www.lisisoft.com



©neurondotnet.freehostia.com

©日本郵便

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

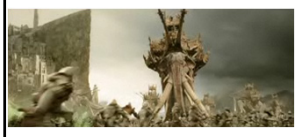
©中東正之

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



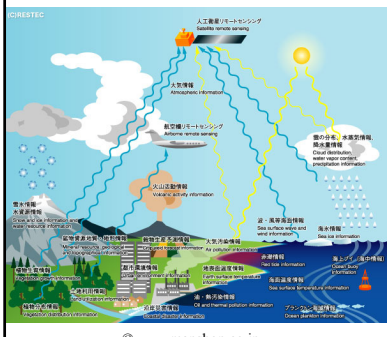
© New Line Productions, Inc.

© Square-Enix

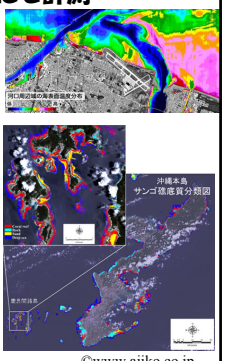
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

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

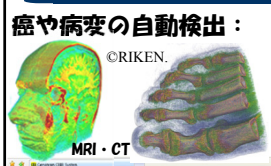


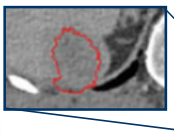
©www.ajiko.co.jp

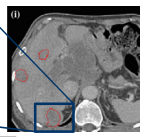
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

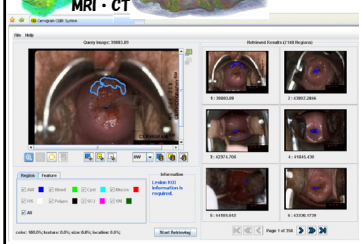
応用例：医用画像

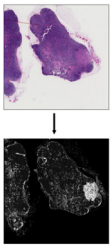
癌や病変の自動検出：

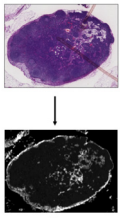












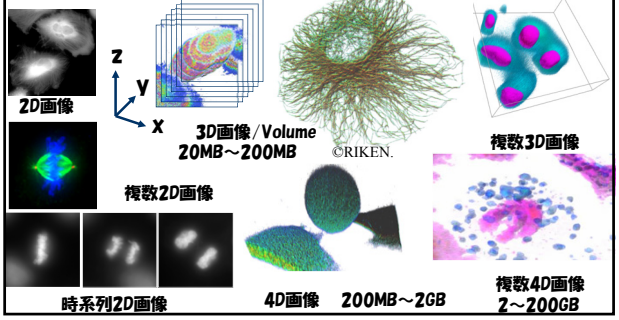
©Z. Xue et al., SPIE Newsroom 2009.

©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・高諧調な画像として取得可能．



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

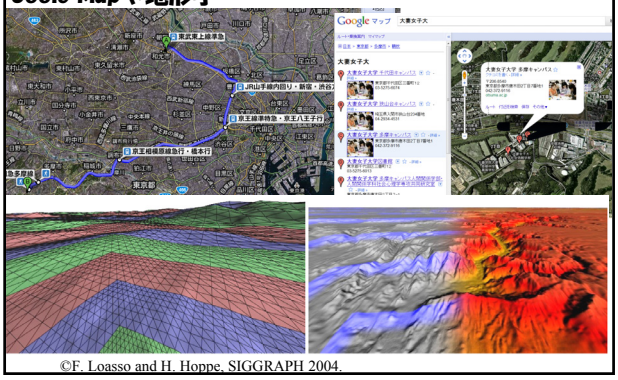
応用例：天文学

天体の検出・疑似カラー表現等：

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

応用例：地図・マップ・ナビ

Goole Mapや地形学：



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

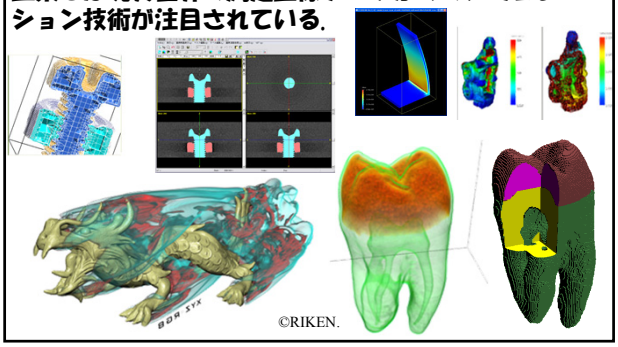
応用例：拡張現実(Augmented Reality)

AR：現実世界へコンピュータにより情報を付加．

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．



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

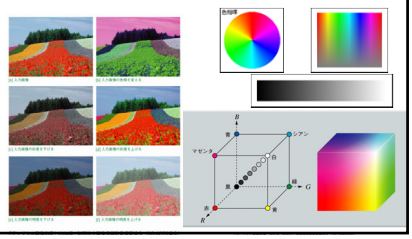
1回 2回 3回 4回 5回 6回 7回 8回 9回 10回 11回 12回 13回 14回 15回

基礎

アフィン変換・補間

領域抽出

画像合成



画像情報処理論及び演習I

第一回演習：C:

1. Hello World
2. argc & argv
3. pnm画像 & 閾値

www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures

吉澤　信
shin@riken.jp

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

第一回演習

まずはじめに、ディレクトリー(フォルダー)の名前を英語にしましょう.

1. Linuxを立ち上げて、ログインしてください.
2. 端末(コンソール)を立ち上げてください.
3. 端末で
「$LANG=C xdg-user-dirs-gtk-update」
と「」内のコマンドを打ち込んでエンターキー.
   1. 「Don't ask …」をチェック.
   2. 「Update Names」をクリック.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

重要

今日必ず憶える事：**ls、cd、pwd**:
端末(コンソール)にて打ち込みエンターキーで実行.

- cd: ディレクトリー(フォルダー)の移動.
「cd ディレクトリー名」
- ls:ディレクトリー内のファイル名・フォルダー名を表示.「ls ディレクトリー名」、「ls ./」「ls ../」.「ls -lh」、「ls -alh」
- pwd: 現在のディレクトリーを表示.「pwd」

✓ ファイル名・ディレクトリー名に日本語はダメ！
✓ プログラムのソースコードにコメント以外では、日本語は使わない事！

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

コンソール(端末)とエディター(emacs)

✓ コンソール(端末)：cd, ls, pwd等のLinuxコマンドを入力し「Enter」キーを押す事でOS(オペレーティングシステム)にファイル操作やプログラムのコンパイル等の命令を与える.

✓「Tab」キーでパスやコマンドを補間出来ます.

✓ エディター(emacs): プログラムや文章を書くツール. テキストでプログラムを入力→ファイルとして保存.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

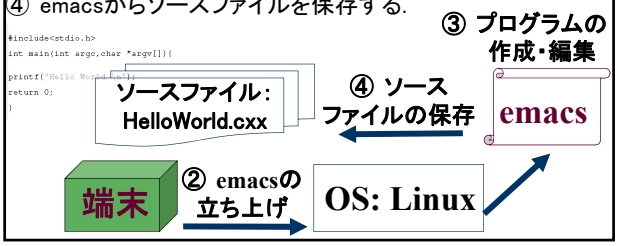
cd, ls, mkdir, emacs

1. Linuxを立ち上げて、ログインしてください.
2. 端末(コンソール)を立ち上げてください.
3. 「pwd」と打ち込んでみてください. 自分のホームディレクトリーがでます.
4. 「ls」と打ち込んでみてください.
5. 「mkdir IPEx01」と打ち込んで第一回演習用のディレクトリーを作りましょう.
6. 「cd IPEx01」「pwd」として確認した後に「cd ../」「pwd」としてみましょう.「./」は今の、「../」は一つ上のディレクトリーの意味があります.
7. 「cd IPEx01」で先ほどのディレクトリーに戻った後に「emacs 」と打ち込んでエディターを立ち上げましょう. 端末で「Control-C」で強制終了した後に「emacs &」でもう一度立ち上げてください.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Linuxでのプログラミングの流れ：1

① コンソール(端末)を立ち上げる:画面左下のコンソールアイコンをクリック.
② 端末：でemacsを立ち上げる: 端末に「emacs &」と打ち込み「Enter」キーを押す.
③ emacsでプログラム(ソースファイル)を書く.
④ emacsからソースファイルを保存する.

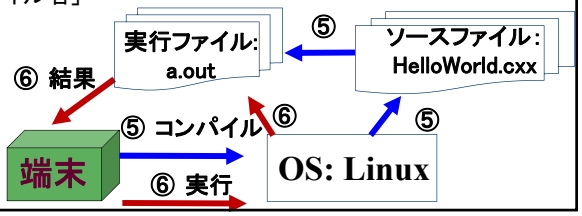


Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Linuxでのプログラミングの流れ：2

⑤ 端末でソースファイルをコンパイルして実行ファイルを作る:「g++ ソースファイル名」or
「g++ -o 実行ファイル名 ソースファイル名 」.
実行ファイル名を指定しない場合は「a.out」という名前の実行ファイルが作成される.

⑥ 端末で実行ファイルを実行する:「./a,out」or「./実行ファイル名」



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Hello World

2. EmacsでC言語のHelloWorldを書いてみよう：
   7. emacsに以下のプログラムを半角英数で打ち込んでください.

```
#include<stdio.h>
int main(int argc, char *argv[ ]){
    printf("Hello World ¥n");
    return 0;
}
```

   8. Control-X Control-Sでセーブできますので、「HelloWorld.cxx」という名前でセーブしてください.
   9. 端末で「g++ HelloWorld.cxx」と打ち込んでみましょう.「a.out」という実行ファイルが出来るので、「./a.out」と実行してみてください「Hello World」と端末にでれば成功です.「g++ -o 実行ファイル名 ソースファイル名」で名前を指定してコンパイルできます.

「g++」はGNU のC++コンパイラーです.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

C: Hello Worldの説明

stdio.hはprintf等の標準入出力関数群

```
#include<stdio.h>
```
ヘッダーファイル(.h)の読み込み

mainはLinuxでは必ずint型の関数.

```
int main(int argc,char *argv[]){
```
argcにはこのプログラムが実行されたときの引数の数が入る.
*argv[]には引数の文字列が入る.

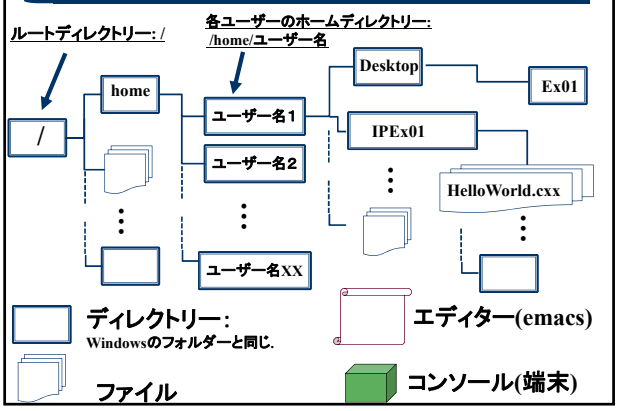
```
printf("Hello World \n");
```
printfは端末(標準入出力)に文字や数値を出力する関数, 「¥n」は改行.

```
return 0;
```
プログラムの正常終了を表す0をOSに返す.

```
}
```

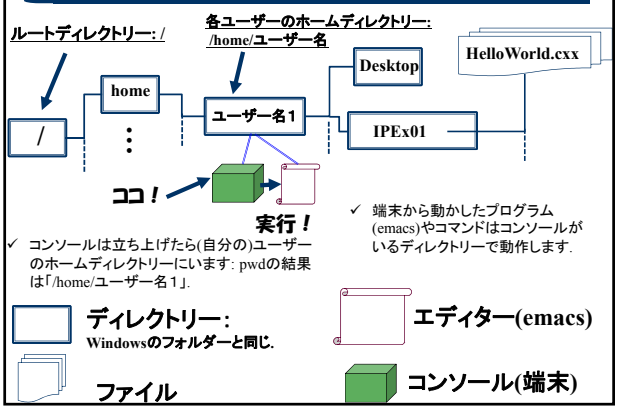
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

ディレクトリー構造：絶対パス・相対パス



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

ディレクトリー構造

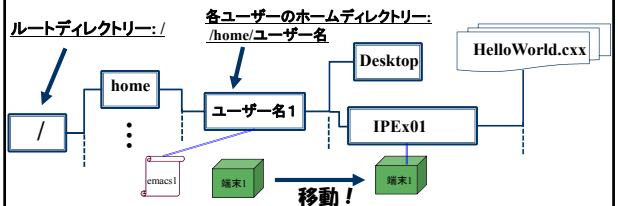


✓ コンソールは立ち上げたら(自分の)ユーザーのホームディレクトリーにいます: pwdの結果は「/home/ユーザー名1」.

✓ 端末から動かしたプログラム(emacs)やコマンドはコンソールがいるディレクトリーで動作します.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

ディレクトリー構造



- ✓ cdで今のコンソールの位置を移動します.
- ✓ 最初に立ち上げたemacsの位置はそのままです.
- ✓ 「cd ディレクトリー名」で移動します.
- ✓ : pwdの結果は「/home/ユーザー名1/IPEx01」

ディレクトリー:
Windowsのフォルダーと同じ.

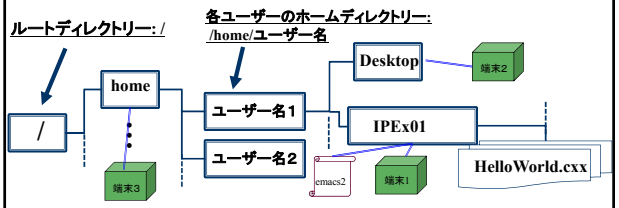
エディター(emacs)

ファイル

コンソール(端末)

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

ディレクトリー構造:絶対パス・相対パス



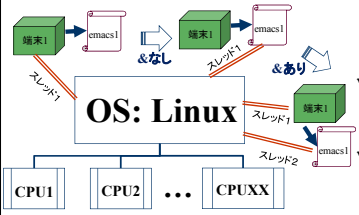
- ✓ 絶対パス:ルートディレクトリーから全てのディレクトリーを含んだパス.
- ✓ 相対パス:端末の自分の位置からの相対的パス.
- ✓ cd、g++、emacsの後に絶対パスを入れる事(引数として実行)で端末の今の位置(pwd)とは関係なしでコマンドを実行したりファイルを開けたりします.
- ✓ 「./」は今の、「../」は一つ上. 「cd /home/ユーザー名1/IPEx01」「emacs /home/ユーザー名1/IPEx01/HelloWorld.cxx」
- ✓ 相対パスは端末やemacs(動かしているプログラム)の今の位置からパスを指定します.

端末1:「cd ../../ユーザー名2」, 端末2:「cd ../IPEx01」, 端末3「cd ./ユーザー名1」.
端末1:「emacs ./HelloWorld.cxx」, 端末2:「emacs ../IPEx01/HelloWorld.cxx」.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

マルチタスク vs シングルタスク

- ✓ プログラムは(古典的には)一つのCPU (Central Processing Unit:中央演算子)に一つしか動かせない！
- ✓ マルチタスク:OSの機能としてCPUの数よりも多くのプログラムをプロセス(スレッド)として動かす事.
- ✓ マルチスレッド:プログラミングとして複数のプロセスを管理して動かす事.

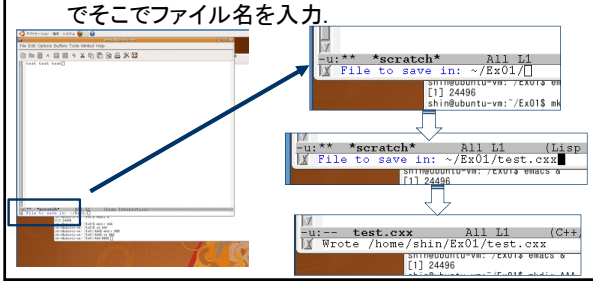


- ✓ 「emacs」と「&」を付けないで端末から実行した場合は端末に割り当てられていたスレッドがemacsに渡される→emacsからスレッドが戻ってこないと端末は動かない.
- ✓ 「emacs &」と実行する事で端末に割り当てられていたスレッドとは別のスレッドが割り当てられて端末もemacsも両方とも使える.
- ✓ 「&」なしで動かしていたプログラムは端末にて「Control-Z」の後に「bg」コマンドでそのプログラムをバックグランド化しできる.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

emacs補足

- ✓ emacsについて:
  - ファイルの入出力:「Control-X」、「Control-S」又は、左上のFile(ファイル)→save buffer as(名前を付けて保存)でemacsの下にファイル名を入力する所が現れるのでそこでファイル名を入力.



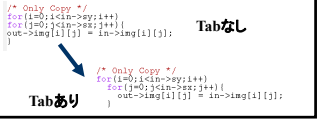
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

emacs補足

- ✓ emacsについて:
  - 日本語(全角)入力・英語(半角英数)入力の切り替え「Control-¥」.

✓ プログラムはいつも半角英数で入力してください.

  - 下の部分でセーブモード等のコマンド入力状態からの脱出は「Control－G」.
  - プログラムは「Tab」キーを押すと自動的に構造化して見やすくなります.
  - Control-Kで一行削除.
  - Undoは「Control-/」



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

補足

- ✓ 「¥」はバックスラッシュ「 \ 」でキーボード右上の「¥」キーに対応しています. 以後スライドに¥が出てきたら「 \ 」に読み替えてください.
- ✓ 「Control-X」や「Control-S」の「Control」はキーボード左下の「Ctrl」キーを押しながらの意味です.
- ✓ emacsでファイルの保存や入力のときにおかしくなったら「Control-G」を押してみてください.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

第一回演習：C: Hello World & pnm画像 & 閾値

3. EmacsでC言語のargc, argvを使ってみよう:

```c
#include<stdio.h>

int main(int argc,char *argv[]){


printf("argc = %d\n",argc);
 int i;
 for(i=0;i<argc;i++)
   printf("argv[%d] = %s\n",i,argv[i]);


return 0;

}
```

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

C: argvの説明

端末での実行結果

```
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out
argc = 1
argv[0] = ./a.out
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out abc
argc = 2
argv[0] = ./a.out
argv[1] = abc
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out abc efg
argc = 3
argv[0] = ./a.out
argv[1] = abc
argv[2] = efg
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out abc efg 1.234
argc = 4
argv[0] = ./a.out
argv[1] = abc
argv[2] = efg
argv[3] = 1.234
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out abc efg 1.234 HIJK
argc = 5
argv[0] = ./a.out
argv[1] = abc
argv[2] = efg
argv[3] = 1.234
argv[4] = HIJK
shin@ubuntu-vm:~$
```

ソースファイル

```c
#include<stdio.h>

int main(int argc,char *argv[]){


printf("argc = %d\n",argc);
 int i;
 for(i=0;i<argc;i++)
   printf("argv[%d] = %s\n",i,argv[i]);


return 0;

}
```

- ✓ %dはint、%sはchar []やchar *の文字列を表示するときに使う.
- ✓ floatは%f, doubleは%lf、charは%c.
- ✓ argcにはこのプログラムが実行されたときの引数の数が入る.
- ✓ *argv[]には引数の文字列が入る.
- ✓ プログラム内ではargv[1],argv[2]とかで使う.argv[0]には実行ファイル名が入る.
- ✓ 文字列な事に注意！数値として使いたい場合は、stdlib.hをインクルードしてatoi()やatof()を使う.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

第一回演習：C: Hello World & pnm画像 & 閾値

4. EmacsでC言語のargc, argvを使ってみよう:

```c
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>

int main(int argc,char *argv[]){


  printf("argv[1] = %s\n",argv[1]);

  int a = atoi(argv[1]);
  printf("atoi(argv[1]) = %d\n",a);

  double b = atof(argv[1]);

  printf("atof(argv[1]) = %lf\n",b);

  return 0;
}
```

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

C: argvの説明

端末での実行結果

```
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out abc
argv[1] = abc
atoi(argv[1]) = 0
atof(argv[1]) = 0.000000
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out 1
argv[1] = 1
atoi(argv[1]) = 1
atof(argv[1]) = 1.000000
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out 2
argv[1] = 2
atoi(argv[1]) = 2
atof(argv[1]) = 2.000000
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out 1.2
argv[1] = 1.2
atoi(argv[1]) = 1
atof(argv[1]) = 1.200000
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out 0.567
argv[1] = 0.567
atoi(argv[1]) = 0
atof(argv[1]) = 0.567000
shin@ubuntu-vm:~$ ./a.out 123.456
argv[1] = 123.456
atoi(argv[1]) = 123
atof(argv[1]) = 123.456000
shin@ubuntu-vm:~$
```

ソースファイル

```c
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>

int main(int argc,char *argv[]){


  printf("argv[1] = %s\n",argv[1]);

  int a = atoi(argv[1]);
  printf("atoi(argv[1]) = %d\n",a);

  double b = atof(argv[1]);

  printf("atof(argv[1]) = %lf\n",b);

  return 0;
}
```

- ✓ 文字列な事に注意！数値として使いたい場合は、stdlib.hをインクルードしてatoi()やatof()を使う.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習

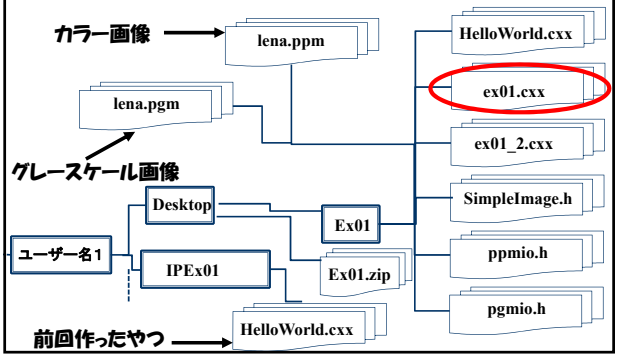
5. C言語でpnm画像の入出力を書いてみよう:
   10. 端末でfirefoxを立ち上げて
   www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/Ex01.zip
   を開いて、学籍番号_Ex01のディレクトリーにダウンロードしてください.
   Firefox:編集→設定→一般→ダウンロード→「ファイルごとに保存先を指定する」にチェックを入れてください.

   11. 端末で「unzip Ex01.zip」として展開後に「cd Ex01」、「emacs ex01.cxx &」でプログラムを開いてください. ex01.cxxはpgm画像を読み込んでそのままセーブするプログラムです.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習

ex01.cxxはpgm画像を読み込んでそのままセーブするプログラムです.



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習：pgm入出力

ex01.cxxはpgm画像を読み込んでそのままセーブするプログラムです.

```
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#include"SimpleImage.h"
#include"pgmio.h"
int main(int argc,char *argv[]){
  if(argc!=3){
    printf("Please use as ./a.out input.pgm output.pgm\n");
    return 0;
  }
  Image *in = new Image();
  getPGM(in,argv[1]);
  Image *out = new Image(in->sx,in->sy);
  /* main processing */
  int i,j;
  /* Only Copy */
  for(i=0;i<in->sy;i++)
    for(j=0;j<in->sx;j++){
      out->img[i][j] = in->img[i][j];
    }
  /* End Copy */
  /*
  double threshold = 128.0;
  for(i=0;i<in->sy;i++)
    for(j=0;j<in->sx;j++){
      if(in->img[i][j]>=threshold){
        out->img[i][j] = in->img[i][j];
      }else{
        out->img[i][j] = 0.0;
      }
    }
  */
  /* end main processing */
  savePGM(out,argv[2]);
  delete out;
  delete in;
  return 0;
}
```

入力用Imageクラスinの宣言・new.

argv[1]で渡されたファイル名のpgm画像を開いてImageクラスinに入れる.

出力用Imageクラスoutの宣言・new.

Inからoutへ画素の値をコピー.

SimpleImage.h

✓ SimpleImage.h: 2次元配列で一色(グレースケール)の画像を表すImageクラス

argv[2]で渡されたファイル名にoutの中身をpgm画像として保存.

In、out領域の開放(delete).

pgmio.h

✓ pgmio.h: pgmファイルの入出力を行う2つの関数.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習：Imageクラス

SimpleImage.h: 2次元配列で一色の画像を表すImageクラス.

#include"SimpleImage.h"した後の使い方例:

宣言・メモリ確保(allocation):

```
Image *in = new Image();
Image *out = new Image(in->sx,in->sy);
```

getPGM(in,argv[1]);

処理:

```
/* Only Copy */
for(i=0;i<in->sy;i++)
  for(j=0;j<in->sx;j++){
    out->img[i][j] = in->img[i][j];
  }
```

✓ 画像サイズ：縦：sy、横sx.

✓ (座標(i,j)での)画素値：img[i][j]

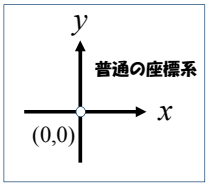
SimpleImage.h

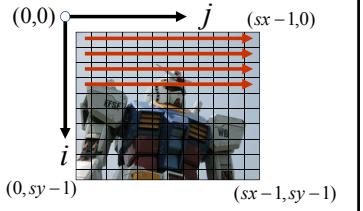
メモリの開放:

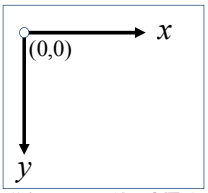
```
delete out;
delete in;
```

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

復習:デジタル画像の座標と配列







画像処理でよく使う座標系

輝度値の配列表現：

int $I[sy][sx]$;

double $I[sy][sx]$;

$for(i=0;i<sy;i++)\{$

$for(j=0;j<sx;j++)\{$

$I[i][j]=\ldots$

$\}$

$\}$

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習：getPGM(), savePGM()

pgmio.h: pgmファイルの入出力を行う2つの関数.

画像入力：`void getPGM(Image *in,char *filename)`

画像出力：`void savePGM(Image *in,char *filename)`

#include"pgmio.h"した後の使い方例:

入力：`getPGM(in,argv[1]);`

✓ argv[1]で渡されたファイル名のpgm画像を開いてImageクラスinに入れる.

✓ 注意：inは下記の様に画像サイズなしでnewされていないといけない！

```
Image *in = new Image();
```

出力：`savePGM(out,argv[2]);`

✓ argv[2]で渡されたファイル名にoutの中身をpgm画像として保存.

✓ 注意：outは下記の様に画像サイズありでnewされていないといけない！

```
Image *out = new Image(in->sx,in->sy);
```

pgmio.h

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習資料：pnm画像フォーマット

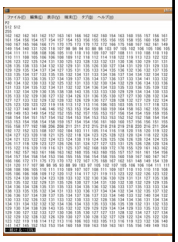
✓ 一番簡単な画像フォーマットです：

- グレースケール画像は「.pgm」、カラー画像は「.ppm」でテキスト形式とバイナリー形式があります.
- グレースケール(.pgm):

1行名: テキストで「P2」
2行目： 画像サイズ(横：width 縦：height)
3行目：画素の階調(最大値) 8bitの場合は255
4行目から: integerで画素値スペース画素値…

- カラー(.ppm):

1行名: テキストで「P3」
2行目： 画像サイズ(横：width 縦：height)
3行目：画素の階調(最大値) 8bitの場合は255
4行目から: integerでR G B R G B R G B…



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習資料：pgmを端末上でmoreしてみよう！

pgmの非圧縮形式はテキストファイルなのでmoreで中身が見れます.

1. Ex01.zipを展開したディレクトリーEx01に「cd」を使って端末の位置を動かす「cd /home/ユーザー名/学籍番号_Ex01/Ex01」.
2. 「ls」でディレクトリーの中身を確認(lena.pgmが入っていればOK). 入ってなかったら「pwd」で今の端末の位置を確認して、「cd」と「ls」を使ってEx01の場所を探す. 「cd」だけでエンターキーを押すと自分のホームディレクトリーに戻ります.
3. 端末にて「more lena_s.pgm」でエンターキーを押してみる.

✓ moreはスペースキーで先に進みます. 途中で終了するのはControl-Cです.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

第一回演習：C: Hello World & pnm画像 & 閾値

5. C言語でpnm画像の入出力を書いてみよう:
   10. 端末でfirefoxを立ち上げて www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/Ex01.zip を開いて、学籍番号_Ex01のディレクトリーにダウンロードしてください.
   11. 端末で「unzip Ex01.zip」として展開後に「cd Ex01」、「emacs ex01.cxx &」でプログラムを開いてください. ex01.cxxはpgm画像を読み込んでそのままセーブするプログラムです。
   12. 端末で「g++ ex01.cxx」として実行ファイルa.outを作成後に「./a.out lena.pgm test.pgm」としてください。その後に「display test.pgm &」と「display lena.pgm &」を実行して同じ画像である事を確認してください.
   13. 同様に「g++ ex01_2.cxx」、「./a.out lena.ppm test.ppm」、「display lena.ppm &」、「display test.ppm &」として同じカラー画像である事を確認してください.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習

Ex01.zipの中身：

共用： SimpleImage.h

グレースケール画像用：
- pgmio.h
- ex01.cxx

カラー画像用：
- ppmio.h
- ex01_2.cxx

- ✓ 今後の全ての演習はこれらのファイル中のプログラム構造を雛形として使っていきますので中身をよく見ておいてください.
- ✓ カラー画像用ではImageクラスをR,G,B3つ使っているだけです.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

第一回演習：C: Hello World & pnm画像 & 閾値

6. C言語でpnm画像の入出力を書いてみよう:
   14. ex01.cxxで画像をCopyしているところをコメントアウトして、その下の既にコメントアウトしてある部分をコメントアウトを外してください. 再度コンパイル→実行してどんな画像が生成されたか確認してみてください. そのときに「./a.out lena.pgm test1.pgm」と名前を変えてください。
   15. Threshould=128.0となっているところを32.0、64.0、160.0、192.0と変えた場合にどんな画像が生成されるか確認してみてください.同様に「test2.pgm,test3.pgm,test4.pgm,test5.pgm」違う名前でセーブしてください.
   16. 同様にex01_2.cxxの方でも閾値を変えて実行してみてください. ファイル名「test1.ppm,…test5.ppm」.

以上で第一回演習は終了です.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習資料：UNIX コマンド/ソフト入門

- ✓ よく使うコマンド
  - exit: 終了コマンド.
  - Control-C: 動作中のプログラムの強制終了.無限ループの時とかに使います.
  - man: マニュアル.「man ls」
  - cd: ディレクトリー(フォルダー)の移動.「cd ディレクトリー名」
  - ls:ディレクトリー内のファイル名・フォルダー名を表示.「ls ディレクトリー名」、「ls ./」「ls ../」.「ls -lh」、「ls -alh」
  - pwd: 現在のディレクトリーを表示.「pwd」
  - mv; ファイルやディレクトリーを移動・上書き.「mv AAA BBB」AAAをBBBに上書き・移動はAAAとBBBがファイルなのかディレクトリーなのかで動作が異なります.
    - AAA(ファイル)、BBB(ファイル)のときは上書き:BBBが消されてAAAがBBBという名前になります.
    - AAA(ファイル)、BBB(ディレクトリー)及びAAA,BBB共にディレクトリーのときはBBBの下にAAAが移動します.
    - BBB(ディレクトリー)、AAA(ファイル)のときはエラーです.
  - mkdir; ディレクトリーの作成.「mkdir ディレクトリー名」

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習資料：UNIX コマンド/ソフト入門

- ✓ よく使うコマンド
  - rmdir: ディレクトリーの削除.「rmdir ディレクトリー名」
  - rm: ファイルやディレクトリーの削除.「rm ファイル名」、「rm -r ディレクトリー名」.
  - more: テキストファイルの中身の表示.「more ファイル名」バイナリーファイルはmore で見るとエラーで端末がおかしくなるので注意です.
  - zip: ファイル圧縮.「zip ファイル名.zip ファイル名」、「zip -r ディレクトリー名.zip ディレクトリー名」
  - unzip: ファイル解凍.「unzip ファイル名」
  - cp: ファイルやディレクトリーのコピー.「cp AAA BBB」AAAとBBBのファイルかディレクトリーの違いは「mv AAA BBB」と同じです.
  - コマンドの後に「&」を付けるとバックグラウンド処理になるのでemacsやfirefox等のプログラムを動かす場合は「firefox &」とするとよい.
  - 「|」はパイプと言ってコマンドを繋げる「ls | more」など.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習資料：UNIX コマンド/ソフト入門

- ✓ よく使うソフト:
  - 端末：xterm
  - WEBを見る：firefox
  - 画像を見る・変換する：display、convert:
    「display 画像ファイル名」でGUI付ソフト(ImageMagick)が立ち上がる「convert -quality 100 画像ファイル名　画像ファイル名」で画像のフォーマット変換：「convert -quality 100 -compress none AAA.ppm AAA.pgm」等
  - プログラムを書く：emacs
  - C/C++言語：gcc, g++, make
  - Java言語：javac, java
  - レポート・文章作成： platex. xdvi,
  - ps・pdfファイルを見る: evince, acroread

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習資料：pnm画像フォーマット

✓ 一番簡単な画像フォーマットです：

- グレースケール画像は「.pgm」、カラー画像は「.ppm」でテキスト形式とバイナリー形式があります.
- グレースケール(.pgm):

1行名: テキストで「P2」
2行目： 画像サイズ(width height)
3行目：画素の階調(最大値) 8bitの場合は255
4行目から: integerで画素値スペース画素値…

- カラー(.ppm):

1行名: テキストで「P3」
2行目： 画像サイズ(width height)
3行目：画素の階調(最大値) 8bitの場合は255
4行目から: integerでR G B R G B R G B…