情報デザイン専攻

画像情報処理論及び演習I

-前期課題の復習-
レポート、成績、後期の予定・予習

第12回講義
水曜日１限
教室6215

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

後期の予定1

- ✓ 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

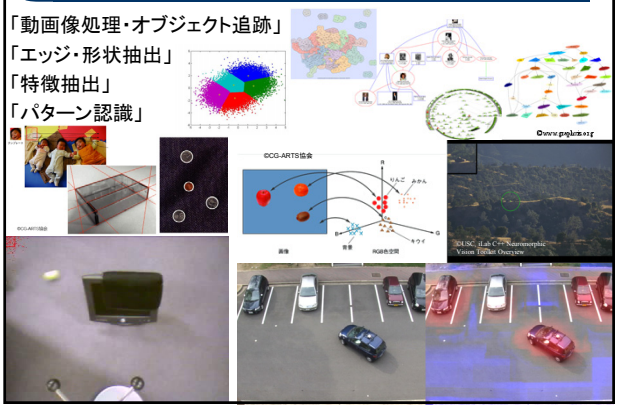
後期の予定2

© New Line Productions, Inc.

特にフィルタ処理とフィルタを用いたスタイル化.

後期の予定3

「動画像処理・オブジェクト追跡」
「エッジ・形状抽出」
「特徴抽出」
「パターン認識」



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×(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点以上の人は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).

レポート出来ちゃってる人への課題

- ✓ 以下のプログラムを一から作ってみましょう！
- ✓ 出来たら手を挙げて呼んでください、1プログラムにつき最終成績に5点加点(レポート点約25点分・出席約2回分)します.
- ✓ ヒントは本講義資料の一番後ろにあります.
  - エンボス画像生成.
  - 勾配強度画像生成.
  - Gaussianフィルタ.
  - Laplacianフィルタ.

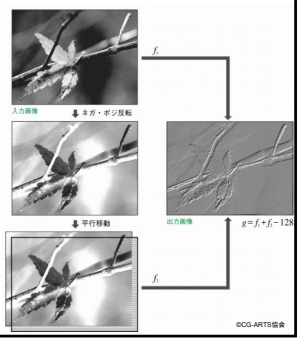
理論は後期にやります. 後期のレポートで出します！

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

出来る人のための課題1

✓ エンボス画像生成↓のプログラムを一から作成！

1. pgm画像を読み込む、画像Aとする.
2. ネガポジ反転し画像Bとする.
3. Bを平行移動しAと合成する.
4. 結果を0～255に正規化しpgmでセーブ.



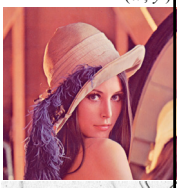
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

出来る人のための課題2

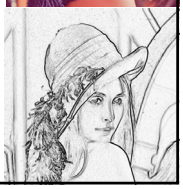
✓ 勾配強度画像生成↓のプログラムを一から作成！

1. pgm画像を読み込む、画像Aとする.
2. Aからx,y方向の微分を差分近似し画像B,C(勾配ベクトル画像)とする.
3. BとCから勾配ベクトルの大きさを計算し画像Dとする
4. Dを0～255に正規化しpgmでセーブ.

$I(x,y)$



入力



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

$\|\nabla I(x,y)\|$ 勾配強度画像

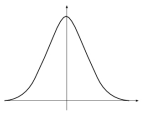
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

出来る人のための課題3

✓ Gaussianフィルタ↓のプログラムを一から作成！

連続式:

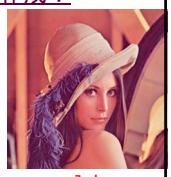
$$I^{\text{new}}(\mathbf{x}) = \frac{\int_{\Omega} g_\sigma(|\mathbf{x}-\mathbf{y}|) I(\mathbf{y}) d\mathbf{y}}{\int_{\Omega} g_\sigma(|\mathbf{x}-\mathbf{y}|) d\mathbf{y}},$$



ガウス関数

$$g(r) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}$$

Smoothingパラメータ σ

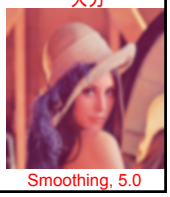


入力

離散化式:

$$I^{\text{new}}(i,j) = \frac{\sum_{y=-r}^{y=r} g(i-y)\left(\sum_{x=-r}^{x=r} g(j-x) I(i-x, j-y)\right)}{\sum_{y=-r}^{y=r} g(i-y)\left(\sum_{x=-r}^{x=r} g(j-x)\right)},$$

重み付平均の半径 r



Smoothing, 5.0

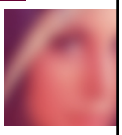
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

出来る人のための課題4

✓ Laplacianフィルタ↓のプログラムを一から作成！

連続式(拡散方程式):

$$\frac{\partial I(\mathbf{x},t)}{\partial t} = \Delta I(\mathbf{x},t),$$



離散式(拡散方程式の陽的前進一次差分近似):

$$I^{n+1}(i,j) = I^n(i,j) + \varepsilon(-9I(i,j) + \sum_{y=-1}^{y=1}\sum_{x=-1}^{x=1} I(i+y, j+x))/8,$$

ステップサイズパラメータ $\varepsilon < 0.5$

m回繰り返し適用する.

©CG-ARTS協会

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

レポート1のヒント

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習:レポート1の内容

www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/index.html

✓ Q1(簡単):ppm画像をpgm画像へ変換するプログラムを作成.

✓ Q2(簡単): pgm画像を与えられた閾値を用いて2値化するプログラムを作成.

✓ Q3: pgm画像をHue画像へ変換するプログラムを作成.

✓ Q4: pgm画像の画像全体の輝度値の最大値、最小値、平均値、及び中央値を計算するプログラムを作成.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q1: カラーからグレースケールへの変換

www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/Ex01.zip

1. カラー画像(ppm)を読み込んでR,G,Bの平均値を輝度値とするグレースケール画像(pgm)を保存するプログラムを作成せよ.
2. R,G,Bの値を3で割ってグレースケールにする:

```
Gray->img[i][j] = (R->img[i][j]+G->img[i][j]+B->img[i][j])/3.0;
```

3. argvを使って、入力ファイル名、出力ファイル名を指定出来る事.
4. ヒント:ex01.cxxとex01_2.cxx.
5. #include<stdlib.h>を忘れずに！

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q2: 閾値を用いた2値化

1. pgm画像を読み込み、閾値以下の輝度値を0、閾値以上の輝度値を255に変更した2値化画像(pgm)を作成・保存するプログラムを作成せよ.
2. argv, atofを使って、入力ファイル名、出力ファイル名、閾値を指定出来る事.
3. ヒント:ex01_02.cxxのコメントアウト部分.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q2:ヒント

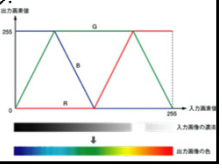
1. lena.pgmで閾値を64、96、128、160、192で実行した結果は以下の様になります.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q3: Hue変換

1. pgm画像を読み込んでHue疑似カラー画像へ変換するプログラムを作成せよ.
2. argvを使って、入力画像ファイル名、出力画像ファイル名を指定出来る事.
3. ヒント:入力の輝度値⇒HueのRGB変換用の関数を三つ用意する.

右のグラフと同様に色を変換する.



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

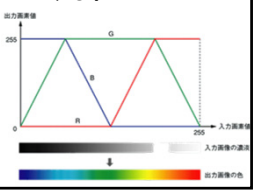
Q3: ヒント

$$\mathrm{Hue}R(x)=\begin{cases}0 & 0\le x<128\\ (255/64)x-510 & 128\le x<192\\ 255 & 192\le x\le 255\end{cases}$$

$$\mathrm{Hue}G(x)=\begin{cases}(255/64)x & 0\le x<64\\ 255 & 64\le x<192\\ -(85/21)x+(7225/7) & 192\le x\le 255\end{cases}$$

$$\mathrm{Hue}B(x)=\begin{cases}255 & 0\le x<64\\ -(255/64)x+510 & 64\le x<128\\ 0 & 128\le x\le 255\end{cases}$$

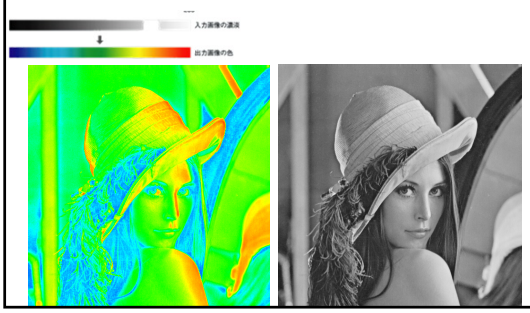
- ✓ y= ax+ bの連立方程式を解くと左の関数が導出出来る.
- ✓ 注意点:プログラム内で(255/64)などは浮動小数点(255.0/64.0)とする事.
- ✓ forの二重ループで変換し保存.



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q3: ヒント

1. lena.pgmでそのままin->img[i][j]を変換したのが左の結果になります.



Q4:統計

1. pgm画像を読み込んで輝度値の最大値、最小値、平均値、及び中央値を計算し表示するプログラムを作成せよ.
2. argvを使って、入力画像ファイル名を指定出来る事.
3. ヒント：中央値は、輝度値の値を大きさでsortした場合に、N/2番目の値. ただしNは画素数.

Q4: ヒント

1. 中央値は画像をImage *inとすると以下の様にstandard libraryを使うと簡単.

```
#include<algorithm>
#include<vector>
std::vector<double> val;
forの2重ループで
val.push_back(in->img[i][j]);
その後に
std::sort(val.begin(),mval.end());
double median = val[val.size()/2];
で計算.
```

lena.pgmの正解は、
最大値: 245
最小値: 26
平均：124.604736…
中央値: 129

レポート2のヒント

演習：レポート2の内容

www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/index.html

- ✓ Q1-7: 講義のスライドをよく読む or 自分で調べる:

  参考書：
  - 「ディジタル画像処理」、CG-ARTS協会、2015.
  - 「Digital Image Processing」, R. Gonzalez & R. Woods著, Pearson Edu. Inc., 2008.

- ✓ Q8: pgm画像を大津の方法を用いて二値化するプログラムを作成.
- ✓ Q9（最も簡単）:ラベリングと細線化の実行結果を載せて考察.

Q8：大津法のプログラムを作ってみよう！

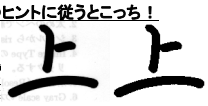
www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/index.html
www.riken.jp/brict/Yoshizawa/Lectures/Ex03.zip

1. Ex03.zip内のOtsuBin.cxx：pgmファイルを大津の方法で二値化するプログラムの雛形ソースコード.
2. OtsuBin.cxx内のコメントを参考にプログラムを完成させる.
3. 「make」でコンパイル.
4. lena.pgm、Cameraman.pgm、Kanji_Iri.pgmを大津の方法で二値化してみよう！

大津法の閾値：118, 99, 127でもOK.：演習のヒントに従うとこっち！


大津法の閾値：117


大津法の閾値：88


大津法の閾値：126

Q8:OtsuBin.cxx内の説明

```
int main(int argc,char *argv[]){
 /* 入力用の画像クラス */
 Image *in = new Image();

 /* pgm画像の読み込み 第一引数 argv[1]に入力pgmファイル名 */
 getPGM(in,argv[1]);

 /* 入力画像と同じサイズで出力用の画像クラス(オブジェクト)を作成 */
 Image *out = new Image(in->ax,in->ay);

 /* 大津法で閾値を計算 */
 int otsu_threshold = find_hist_threshold(in,256);
 printf("Otsu's Threshold = %d\n",otsu_threshold);
 int i,j;
 /* 計算した閾値で二値化 */
 /* 画素を辿る2重ループ */
 for(i=0;i<in->ay;i++)
   for(j=0;j<in->ax;j++){
     /*画素(i,j)での輝度値in->img[i][j]が閾値以上、未満で二値化 */
     if(in->img[i][j]>=otsu_threshold){
       out->img[i][j] = 255.0;
     }else{
       out->img[i][j] = 0.0;
     }
   }
 /* 出力用画像を第二引数argv[2]の名前でpgm画像として保存 */
 savePGM(out,argv[2]);

 /* メモリの開放 */
 delete in;
 delete out;

 return 0;
}
```

- ✓ main()内とヒストグラム(頻度表)を作成するmakeHistogram()は完成→編集しなくてOK.
- ✓ main()内でfind_hist_threshold()を呼び出して大津の閾値を計算している.
- ✓ makeHistogram()は画像in、頻度表の配列hist、及びビンの数Nを与えてhistの中へ結果を保存.

```
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#include"SimpleImage.h"
#include"pgmio.h"

/* ヒストグラム(頻度表)作成用関数:
   Lec04.pdfの演習4-ヒント参照 */
void makeHistogram(long *hist,int N,Image *in){
  int i,j;
  /* ヒストグラムの初期化 */
  for(i=0;i<N;i++)hist[i]=((long)(0));
  /* 画素を辿る2重ループ */
  for(i=0;i<in->ay;i++)
    for(j=0;j<in->ax;j++){
      /* 輝度値をグレーレベルで割った下ビンの数-1をかける事で、0~Nの範囲へ変換 */
      double val = ((double)(N-1))*(in->img[i][j])/((double)(in->gray));
      /* 整数へ変換 */
      int val1 = ((int)(val));
      /* 四捨五入 */
      if((val-((double)(val1)))>=0.5)val1++;
      /* N上り大きかったらN-1へ */
      if(val1>=N)val1=N-1;
      /* ヒストグラムのval1番目のビンに1をたす */
      hist[val1]++;
    }
}
```

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q8:OtsuBin.cxx内の説明2

```
/*
ヒストグラム(頻度表)hist[]を閾値thrで分けた場合のクラス間分散を計算する関数
*/
double getSmax(int thr,int N,long *hist){
  long mn1;/* hist[0]~hist[thr-1]までの頻度の合計 */
  long mn2;/* hist[thr]~hist[N-1]までの頻度の合計 */
  double m1; /* hist[0]~hist[thr-1]までの輝度値の平均(頻度×ビンのID/頻度の合計) */
  double m2; /* hist[thr]~hist[N-1]までの輝度値の平均(頻度×ビンのID/頻度の合計) */
  double Smax;/* クラス間分散
                 (mn1*mn2*(m1-m2)^2)/(mn1+mn2)^2
              Lec07.pdfを参照 */

  /*
    注意: 大きさ(mn1+mn2)^2はどの閾値thrでも同じなので、Smaxの計算に含めなくてよい
  */
  /* ここを編集し、m1,m2,mn1,mn2,Smaxを計算する */

  return Smax;
}
```

```
/* 大津法で閾値を計算する関数 */
int find_hist_threshold(Image *in,int N){
  /* ヒストグラム:ビンの数N */
  long *hist = new long[N];
  /* ヒストグラムの作成 */
  makeHistogram(hist,N,in);

  /* 初期化:閾値が0の場合のクラス間分散を計算 */
  int Tmax=0;
  double Smax = getSmax(0,N,hist);
  int i;

  /*以下を編集しクラス間分散を最大化する閾値Tmaxを計算する */
  /* 閾値が1~N-1までのクラス間分散を計算し最大となる閾値をTmaxとする */
  /* 閾値のループここから */

  /* 閾値がiのときのクラス間分散を計算 */

  /* もしもSがSmaxより大きい場合はTmaxとSmaxを更新 */

  /* 閾値のループここまで */

  /* メモリの開放 */
  delete [] hist;
  /* クラス間分散を最大化する閾値Tmaxを返す */
  return Tmax;
}
```

1. 画像からヒストグラムを作成．ビンの数をNとする．
2. 閾値が0のときのクラス間分散を計算しその値をSmax，そのときの閾値をTmaxとする．
3. for(i=1;i<N;i++){
   1. 閾値がiのときのクラス間分散を計算しSとする．

$$\sigma_B^2 = \frac{\omega_1(m_1 - m_T)^2 + \omega_2(m_2 - m_T)^2}{\omega_1 + \omega_2} \qquad \text{平均 } m = \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n-1} x_i$$

$$= \frac{\omega_1\omega_2(m_1 - m_2)^2}{(\omega_1 + \omega_2)^2} \qquad \text{分散 } \sigma^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{n-1}(x_i - m)^2$$

   2. もしもS>SmaxならばSmax=S, Tmax=Tとする．
4. }
5. Tmaxが大津の閾値となる．

- ✓ find_hist_threshold()で閾値が0～N-1までgetSmax()にてクラス間分散を計算

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q8:Ex03.zip内のOtsuBin.cxx中で、

- ✓ getSmax()内の平均(m1,m2)を求める計算にて，ゼロでの割り算を防ぐため，mn1がゼロの場合はm1もゼロ，mn2がゼロの場合はm2もゼロで計算してください．
- ✓ 大津法の正解閾値はLec06.pdfの値より一つ値が大きくてもOKです．

大津法の閾値：118, 99, 127でもOK．演習のヒントに従うとこっち！

大津法の閾値：117　大津法の閾値：88　大津法の閾値：126

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q9:プログラムの説明

Ex04.zipをダウンロード→解凍．

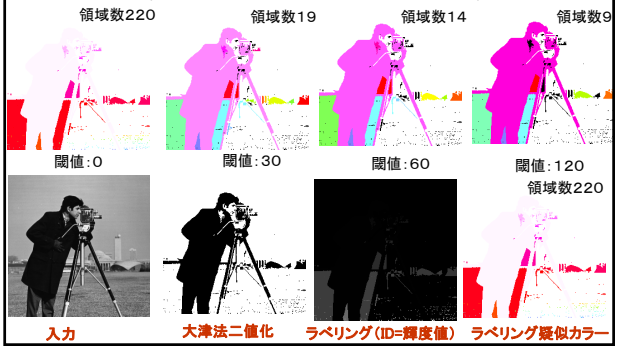
コンパイルは「make」、詳細はMakefileを見てください．

- ✓ LabelingRemoveSmall.cxx:(引数の数3) pgmを大津法＋ラベリング(8連結)＋第三引数以下の領域サイズを一つにまとめる(小さい面積の領域を統合)＋ラベル毎に疑似カラーでppmで保存．
  - 実行方法：./LabelingRemoveSmall 入力pgm 出力ppm 削除する領域の面積閾値(int)
- ✓ Thinning.cxx(引数の数2): 大津法＋Hilditchの細線化．
  - 実行方法: ./Thinning 入力pgm 出力pgm
- ✓ ヘッダーファイル：otsu.h: 大津法、label.h: ラベリング、 color.h: 疑似カラー、thinning.h: 細線化．
  - 実装の細部に興味がある人は見てください．

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q9:プログラムの実行例

領域抽出＋ラベリングを行うと、表示の綺麗さだけでなく定量的な解析が可能になる(数、面積、境界形状の長さや曲率など)．



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q9:プログラムの実行例2

細線化は幅が1画素の線になる．線あり:黒・なし:白の表示．

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

レポート3のヒント

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

演習:レポート3の内容

www.riken.jp/brict/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(簡単): 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

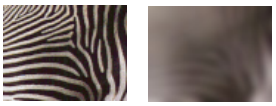
1. Ex05内のSmoothingでtexture5.ppmをフィルタリング: 端末で
./Smoothing texture5.ppm texture5_blur.ppm 5.0


2. 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

1. 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



2. 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

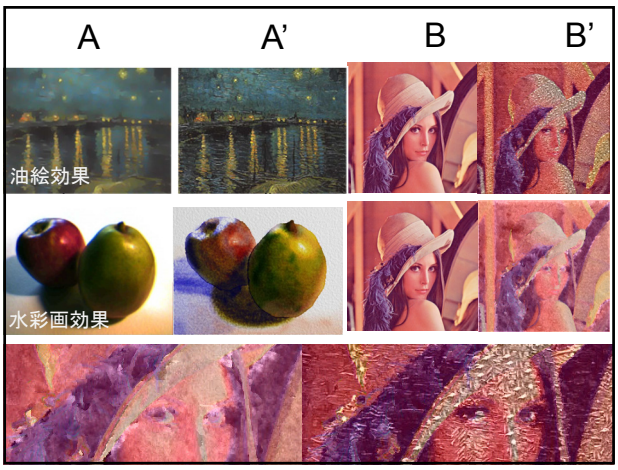
Q1:Image Analogy: Artistic Filters

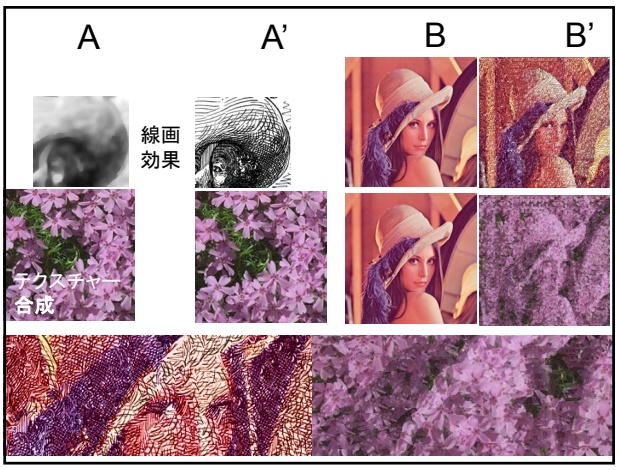
- ✓ 端末でEx05に移動:もしもEx05をデスクトップで立ち上げていたら「cd ~/Desktop/Ex05」又はファイルブラウザのパスをコピーして端末に張り付けて「cd パス」でエンターキーを押す.

1. 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、
2. 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
3. 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
4. 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**



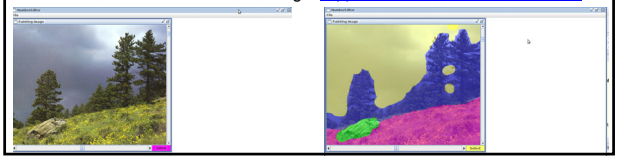


Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q2:NumberEditor & TextureByNumbers

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

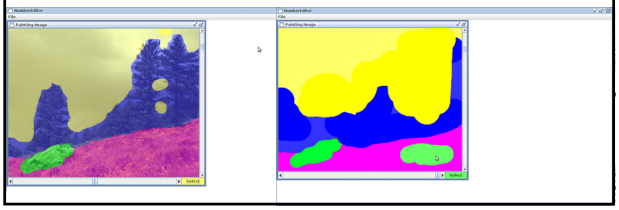
1. sh Run_NumberEditor.shで立ち上げてください.
2. 画像を読み込む: File->Load ppm Image. Ex05/darkclouds.ppmを開いてみてください.
3. お絵かき:左ドラッグ: 木、岩、草原、空を違う色で塗ってみてください.
   1. 色を変える:右下のSelectボタン.
   2. ブラシのサイズを変える:右のスクロールバー or マウスホイール.
   3. 表示の透明度を変える:下のスクロールバー.
4. セーブ:File->Save Number Image. A.ppmという名前で保存してください.



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

NumberEditor & TextureByNumbers2

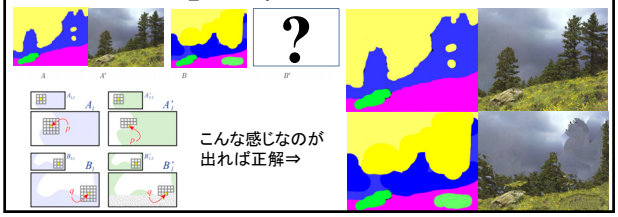
1. 追加のお絵かき: 木、岩、草原、空で使った色とほぼ同じ色で書き足してみてください.
2. マスク画像(ppm)をセーブ:File->Save Number Image. B.ppmという名前で保存してください.
3. A.ppmとB.ppmをEx05の下に移動(コピーでもカット&ペーストでもOK)してください.
4. 端末を新たに立ち上げて、Ex05にcdで移動してください. もしもEx05をデスクトップで立ち上げていたら「cd ~/Desktop/Ex05」又はファイルブラウザのパスをコピーして端末に張り付けて「cd パス」でエンターキーを押す.



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

NumberEditor & TextureByNumbers3

1. emacsでRun_TextureByNumbers.shを立ち上げて、以下の様に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.
2. Run_TextureByNumbers.shをセーブ(上書き保存)してください.
3. 端末にて「sh Run_TextureByNumbers.sh」で実行してみてください.



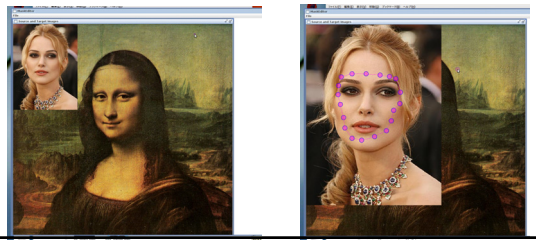
こんな感じなのが出れば正解⇒

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Q3:Poisson Image editing & MaskEditor

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

1. sh Run_MaskEditor.shでMaskEditorを立ち上げてください.
2. Source画像を読み込む: File->Load SourceでEx06/images/Keira02.ppmを開いてください.
3. Target画像を読み込む:File->Load TargetでEx06/images/MonaLisa.ppmを開いてください.
4. 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/

1. 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!
   1. 右クリックでMove Picを選べば平行移動可能.
   2. 右クリックでAddを選べばPolyline作成モードに戻れる.
   3. マウスの真ん中ホールで拡大縮小.
   4. Polylineの頂点は左クリックで移動可能.
   5. 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

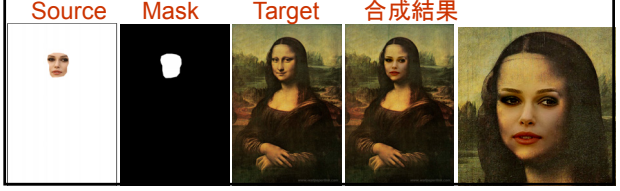
MaskEditor3

1. マスク画像(pgm)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.pgmとファイル

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

Source Mask Target 合成結果



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

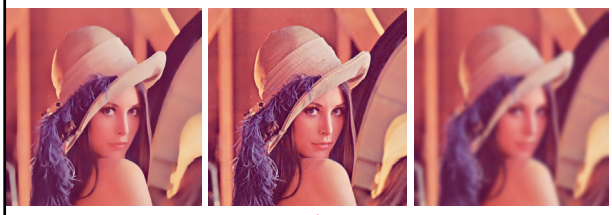
まずはじめに、ANNをコンパイルする.

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 平滑化度合(double)
  - 平滑化度合のパラメータは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

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

プログラミング課題のヒント

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

出来る人のための課題1

- ✓ エンボス画像生成↓のプログラムを一から作成!

1. pgm画像を読み込む、画像Aとする.
2. ネガポジ反転し画像Bとする:

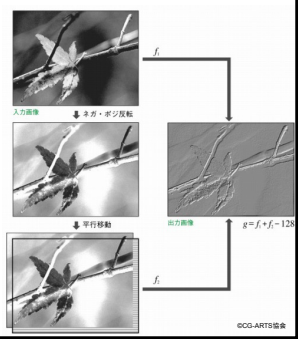
```
B->img[i][j]=255.0-A->img[i][j];
```

3. Bを平行移動しAと合成する:

```
C->img[i][j] = B->img[i+t][j+t]+A->img[i][j]-128.0;
```

4. 0～255に正規化しpgmでセーブ:

```
out->img[i][j]=255.0*(C->img[i][j]-min(C))/fabs(max(C)-min(C));
```



Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

エンボス画像生成ヒント

1. pgm画像を読み込む:
   1. SimpleImage.hをincludeし入力画像用にメモリ確保を行う:
      Image *A = new Image();
   2. pgmio.hをincludeしgetPGM(Image *,char *)を使う.
2. ネガポジ反転し画像Bとする:
   1. 画像BをAと同じサイズで確保する:
      Image *B = new Image(A->sx,A->sy);
   2. forの二重ループ(0<=i<A->sy, 0<=j<A->sx)でBの中身(輝度値)を作る: B->img[i][j]=255.0-A->img[i][j];
3. Bを平行移動しAと合成する:
   1. 画像CをAと同じサイズで確保する:
      Image *C = new Image(A->sx,A->sy);
   2. forの二重ループ(0<=i<A->sy-1, 0<=A->sx-1)でCの中身を作る: C->img[i][j] = B->img[i+t][j+t]+A->img[i][j]-128.0;

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

エンボス画像生成ヒント2

4. 0～255に正規化しpgmでセーブ:
   1. 出力用のoutをAと同じサイズで確保する:
      Image *out = new Image(A->sx,A->sy);
   2. Cの輝度値の最小と最大を計算する:

```
double max,min;
max=min=C->img[0][0];
for(i=0;i<A->sy;i++)
    for(j=0;j<A->sx;j++){
        if(max<C->img[i][j])max=C->img[i][j];
        if(min>C->img[i][j])min=C->img[i][j];
    }
```

   3. forの二重ループでoutの中身を作る:

```
out->img[i][j]=255.0*(C->img[i][j]-min)/fabs(max-min);
```

   4. savePGM(Image*, char *)を使ってセーブする.
   5. newしたクラスはdeleteする事: delete A; delete B; delete C; delete out;

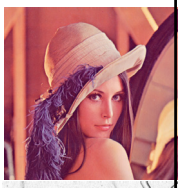
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

出来る人のための課題2

✓ 勾配強度画像生成↓のプログラムを一から作成！

1. pgm画像を読み込む、画像Aとする.
2. x,y方向の微分を差分近似し画像B,Cとする:

$I(x,y)$



入力

```
B->img[i][j]=A->img[i][j+1]-A->img[i][j];
C->img[i][j]=A->img[i+1][j]-A->img[i][j];
```

3. 勾配ベクトルの大きさをDとする:

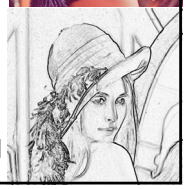
```
D->img[i][j] = sqrt(B->img[i][j]*B->img[i][j] +
A->img[i][j]*A->img[i][j]);
```

4. 0～255に正規化しpgmでセーブ:

```
out->img[i][j]=255.0*(D->img[i][j]-
min(D))/fabs(max(D)-min(D));
```

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

$\|\nabla I(x,y)\|$



勾配強度画像

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

勾配強度画像生成ヒント

1. pgm画像を読み込む:
   1. SimpleImage.hをincludeし入力画像用にメモリ確保を行う:
      Image *A = new Image();
   2. pgmio.hをincludeしgetPGM(Image *,char *)を使う.
2. x,y方向の微分を差分近似し画像B,Cとする:
   1. 画像B,CをAと同じサイズで確保する:
      Image *B = new Image(A->sx,A->sy);
      Image *C = new Image(A->sx,A->sy);
   2. forの二重ループ(0<=i<A->sy, 0<=j<A->sx-1)でBの中身(輝度値)を作る: B->img[i][j]=A->img[i][j+1]-A->img[i][j];
   3. forの二重ループ(0<=i<A->sy-1, 0<=j<A->sx)でCの中身(輝度値)を作る: C->img[i][j]=A->img[i+1][j]-A->img[i][j];
3. 勾配ベクトルの大きさを画像Dとする:
   1. 画像DをAと同じサイズで確保する:
      Image *D = new Image(A->sx,A->sy);

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

勾配強度画像生成ヒント2

3. 勾配ベクトルの大きさを画像Dとする:
   2. forの二重ループ(0<=i<A->sy, 0<=j<A->sx)でDの中身(輝度値)を作る:

```
D->img[i][j]=sqrt(B->img[i][j]*B->img[i][j]+C->img[i][j]*C->img[i][j]);
```

3. 0-255にしてセーブはエンボス画像生成と同じ方法.
   1. 出力用のoutをAと同じサイズで確保する:
      Image *out = new Image(A->sx,A->sy);
   2. Dの輝度値の最小と最大を計算する:
   3. forの二重ループでoutの中身を作る:

```
out->img[i][j]=255.0*(D->img[i][j]-min)/fabs(max-min);
```

   4. savePGM(Image*, char *)を使ってセーブする.
   5. newしたクラスはdeleteする事: delete A; delete B; delete C; delete D; delete out;

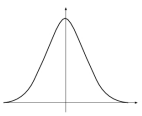
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

出来る人のための課題3

✓ Gaussianフィルタ↓のプログラムを一から作成！

連続式:

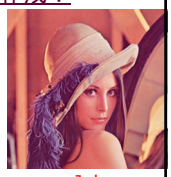
$$I^{\text{new}}(\mathbf{x}) = \frac{\int_{\Omega} g_\sigma(|\mathbf{x}-\mathbf{y}|) I(\mathbf{y}) d\mathbf{y}}{\int_{\Omega} g_\sigma(|\mathbf{x}-\mathbf{y}|) d\mathbf{y}},$$



ガウス関数

$$g(r) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}$$

Smoothingパラメータ σ

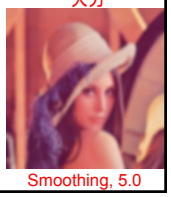


入力

離散化式:

$$I^{\text{new}}(i,j) = \frac{\sum_{y=-r}^{y=r} g(i-y)(\sum_{x=-r}^{x=r} g(j-x) I(i-x, j-y))}{\sum_{y=-r}^{y=r} g(i-y)(\sum_{x=-r}^{x=r} g(j-x))},$$

重み付平均の半径 r



Smoothing, 5.0

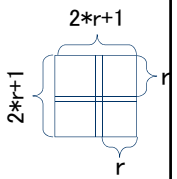
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Gaussianフィルタヒント

✓ Gaussianフィルタ↓のプログラムを一から作成！

1. pgm画像を読み込む、画像Aとする.
2. ガウス関数画像Bを作る:

```
Image *B = new Image((2*r+1),(2*r+1));
double wsum=0.0;
for(i=-r;i<=r;i++)for(j=-r;j<=r;j++){
B->img[i+r][j+r] = exp(-(i*i+j*j)/(2*sigma*sigma));
  wsum+=B->img[i+r][j+r];
 }
```



3. BとAを畳み込む(重み付和を計算する):

```
for(i=0;i<A->sy;i++)for(j=0;j<A->sy;j++){out->img[i][j]=0.0;
    for(y=-r;y<=r;y++)for(x=-r;x<=r;x++)
        if((i+y)>=0&&(i+y)<A->sy&&(j+x)>=0&&(j+x)<A->sx)
            out->img[i][j]+=A->img[i+y][j+x]*B->img[y+r][x+r]/wsum;
 }
```

セーブやoutの確保等は勾配強度画像などと同じ、ただし0-255に変換ではなくカット.

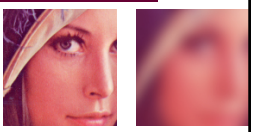
Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

出来る人のための課題4

✓ Laplacianフィルタ↓のプログラムを一から作成！

連続式(拡散方程式):

$$\frac{\partial I(\mathbf{x},t)}{\partial t} = \Delta I(\mathbf{x},t),$$



離散式(拡散方程式の陽的前進一次差分近似):

$$I^{n+1}(i,j) = I^n(i,j) + \varepsilon(-9I(i,j) + \sum_{y=-1}^{y=1}\sum_{x=-1}^{x=1} I(i+y, j+x))/8,$$

ステップサイズパラメータ $\varepsilon < 0.5$

m回繰り返し適用する.

Shin Yoshizawa: shin@riken.jp

Lapalcianフィルタヒント

1. pgm画像を読み込む：画像Aへ.
2. n+1回目とn回目のテンポラリー用画像をC,Bとする:
   1. 画像B,CをAと同じサイズで確保する:
      Image *B = new Image(A->sx,A->sy);
      Image *C = new Image(A->sx,A->sy);
   2. forの二重ループ(0<=i<A->sy, 0<=j<A->sx)でBを初期化する: B->img[i][j]=A->img[i][j];
3. m回繰り返しフィルタを適用する.

```
for(n=0;n<m;n++){
    for(i=1;i<sy-1;i++)for(j=1;j<sx-1;j++){double sum=0.0;
for(y=-1;y<=1;y++)for(x=-1;x<=1;x++)sum += B->img[i+y][j+x];
C->img[i][j] = B->img[i][j]+eps*(-9.0*B->img[i][j]+sum);
   }
for(i=0;i<sy;i++)for(j=0;j<sx;j++)B->img[i][j]=C->img[i][j];
}
```

セーブやoutの確保等は勾配強度画像などと同じ、ただし0-255に変換ではなくカット.