最終更新　2015.7.17

# デジタル画像の基礎

デジタル画像のしくみ

　デジタル画像は多数の画素（pixel）がタイル状に並んで構成されています。画素は通常は正方形です。白黒画像（モノクロ画像）の場合、1画素を1byte = 8bitで表します。8bitで表せる数値は0～255の256（28）段階なので、白黒画像の各画素は256階調の明るさを持ちます。カラー画像の場合は、1画素につきRGB（赤緑青）の3色にそれぞれ1byte割り当てます。RGBの各色を256段階で表すので、1つの画素は256×256×256＝約1700万色個（1677万7216）の色を表現することができます。

　横2000ピクセル、縦1000ピクセルの画像の画素数は以下の計算により、2Mピクセル（200万画素）です。

2000×1000 = 2k×1k = 2M [pixel]

kはキロ、Mはメガと読み、それぞれ103、106を表す。

キロとキロをかけるとメガになる

　デジタルテレビの縦横の比率は16:9であり、それぞれ1920×1080ピクセルです。ですから、テレビの画素数は約200万画素です（1920×1080＝207万3600）。最近のデジカメは4000×3000 = 4k×3k = 12M = 1200万画素程度のものがポピュラーです。

　なお、本実験で扱う大抵の画像は640×480であり、今となっては解像度が低いです。これは本実験の初版を作成した当時（2002年）のデジカメの解像度やパソコンの処理能力のためです。

課題1

　次の画像を表すのに何バイト必要か答えなさい。

* 2000×1000ピクセルのモノクロ画像
* 4000×3000ピクセルのカラー画像

## 画像のフォーマット

　デジタル画像をUSBメモリなどに保存する場合、データをそのまま保存するなら課題1で示したファイルサイズが必要です。デジタル画像を保存する場合、データ圧縮と呼ばれる技術を用いてファイルサイズを小さくしています。ここで重要なことは、「画像をデータ圧縮してファイルに保存し、次にそのファイルを開いたとき、元の画像と全く同じになる圧縮方式とそうでない圧縮方式がある」ということです。「ファイルに保存（圧縮）」→「ファイルを開く（復元）」を行ったとき、元の画像と同じ画像が得られる圧縮方式を可逆圧縮、そうでない圧縮方式を非可逆圧縮といいます。非可逆圧縮では画像に含まれていた情報の一部が圧縮の過程で失われます。代表的な画像ファイルのフォーマットとその特徴を表1に示します。

表1　代表的な画像のフォーマット

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 拡張子 | 圧縮 | 特徴 |
| bmp | なし | Windowsが標準として用いている画像形式。ファイルサイズは非常に大きくなる。 |
| jpg,jpeg | 非可逆 | デジカメで撮影した写真画像を保存するときに用いられる。圧縮率が非常に高い。文字や図形を含むイラスト画像には適さない。圧縮率は可変。 |
| png | 可逆 | 可逆圧縮なので劣化がない。図形や文字を含む画像の保存に用いる。背景を透明に設定することができる。 |
| tif,tiff | 可逆  (lzw使用時） | 圧縮方式として、無圧縮, lzw, zip, jpegなどが選べる。lzw, zipは可逆、jpgは非可逆である。通常はlzwを用いる。圧縮率はpngより劣る。商業印刷では画像のカラーモードはRGBではなくCMYKで扱う。tiffはCMYKをサポートしているので印刷業界でよく用いられる。 |
| gif | 可逆  減色 | 使用可能色数が最大256色という制約がある。通常のフルカラー（約1700万色）画像をgifで保存すると減色時に大幅な画質の劣化が発生するため、写真画像の保存には適しない。イラストやWeb用画像に用いる。背景を透明に設定することができる。 |

　ここで注意する必要があるのは、とてもポピュラーな形式であるjpeg形式が非可逆圧縮であることです。すなわち、一旦圧縮して保存したのち、その画像を開くと元の画像とは異なる画像になります。画像は劣化します。写真画像ではほとんど気になりませんが、文字や図形を含む画像ではこの劣化は大変見苦しい結果になります。

## 画像処理ソフト

　画像処理ソフトとしてはAdobe SystemsのPhotoshopが定番ソフトです。Adobe社のPhotoshop（画像処理ソフト）, Illustrator（ドローソフト）, InDesign（組版ソフト）はDTP（Desk Top Publishing）における3種の神器と言われています。

　Photoshopは2015年4月以降、Creative Cloudという形態のライセンスしか用意されません。このライセンスは一度購入すると永久に使えるというライセンスではなく、毎年の支払いが発生し、支払いを中断すると、使えなくなってしまいます。

　フリーの画像処理ソフトとしてGimp（ギンプ）があり、大抵の画像処理はGimpでも行えます。GimpはPortable版があり、Gimp PortableはUSBメモリに入れてどこにでも持ち歩けますので、別の場所でも作業したい場合はGimp Portableがお勧めです。

　本実習ではGimp Portableを使います。Gimp Portableの使い方は

http://denki.nara-edu.ac.jp/~yabu/kyokyo/gimp.html

にまとめてあります。

課題2

　tanuki-tokei.jpgをGimpで読み込んで以下の問いに答えなさい。

1. 画像を構成する縦横のピクセル数は幾つですか。「画像」→「画像の情報」で得られます。

2. 圧縮しない場合、この画像を表すのに何バイト必要ですか。

3. ファイルサイズは何バイトですか。エクスプローラで「ファイルを右クリック」→「プロパティ」で表示させると厳密なバイト数を得ることが出来ます。

サイズ:　　　12.5 KB (12,800 バイト)

のように書かれているとき、12800 byteが厳密なバイト数です。ディスク上のサイズはその画像をハードディスクに保存するときハードディスク上で占めるサイズです。ハードディスクはクラスタ単位（例えば512バイト）で使用するので、ハードディスク上で占めるサイズはファイルサイズよりも少し大きくなります。

4. ファイルサイズは圧縮しない場合の何パーセントですか。小数点第1位を四捨五入して答えなさい。

5. 「ファイル」→「Export As...」で、jpeg形式で、品質（圧縮率）を変えて保存して下さい。品質が50と90の場合について、「ファイルサイズ」と「圧縮しない場合に比べて何%になったか」を答えなさい。

6. bmp, png形式で保存して下さい。それぞれ、「ファイルサイズ」と「圧縮しない場合に比べて何%になったか」を答えなさい。

課題3

　「ファイル」→「新しい画像」で新しい画像を作成して下さい。サイズは「幅、高さ」ともに単位をpixelに設定して300×300 pixel程度にします。

　「鉛筆で描画」で線幅1～3ピクセル程度の線で落書きをして下さい。色は黒に設定してください。

　時間に余裕があれば「テキスト」で文字（できれば漢字）を入力してください。「ツールオプション」の「なめらかに」のチェックは外して下さい。

　その画像をjpeg形式で保存して下さい。「ファイル」→「Export As...」でファイル形式をセーブして下さい。品質は50にして下さい。

　「ファイル」→「すべて閉じる」で一旦閉じた後、開いて下さい。

　400%程度に拡大して下さい。

　画像に劣化が生じており、モスキートノイズが発生しています。劣化した画像を表示している状態で、「alt + Print Screen」でGimpの画面をクリップボードにコピーし、WordかPowerPointに貼り付けなさい。

## 画像処理の基礎

　デジタル画像はタイル上に並んだピクセルの集合体であり、各ピクセルはカラー画像の場合RGBそれぞれの色につき0～255のいずれかの値を保持しています。各画素のRGB値を何らかの法則に従って変換するのが画像処理です。本単元では教員として仕事をする上で、頻度が高そうな画像処理の基礎について実習します。

作業を始める前に

　画像に関する作業を行う場合、ディスプレイの明るさやコントラストの設定を適切にしておく必要があります。ディスプレイ調整用の画像cal.pngは256×256の大きさで、(0,0,0)→(255,255,255)、(0,0,0)→(255,0,0)、のように1ピクセル毎に階調が1変化しています。これを200%以上の倍率で表示し、ディスプレイのコントラストとブライトネスを調節して黒は真っ黒、白は真っ白、中間の階調は滑らかに変化して見えるように設定して下さい。

## トリミング

　画像の一部を取り出す作業をトリミングといいます。WordやPowerPointにも簡易な画像処理機能は付いているので、トリミングと簡単なコントラスト強調だけの場合は、WordやPowerPointでも可能です。

　ツールボックス中の「切り抜き」をクリックし、取り出したい領域をドラッグし、ダブルクリックでトリミングができます。

## ヒストグラムとコントラスト補正

　tanuki-tokei-mono.jpgを開いて下さい。画素数は640×480です。「ウィンドウ」→「ドッキング可能なダイアログ」→「ヒストグラム」で各画素の明るさレベルの分布が分かります。通常は、ヒストグラムがグレーレベル0（黒）からグレーレベル255（白）までの範囲に広がっているのが適切な分布です。そうでない場合は、そのような分布になるように、各画素のグレーレベルを変換してヒストグラムの適切な形状にすると画像が見やすくなります。

　例えば、下図のようにグレーレベルの変換を行えば、ヒストグラムを適切な形状にすることが出来ます。



図1　グレーレベルの変換

課題4

　この課題は全て「色」→「トーンカーブ」のメニューでトーンカーブの調整をすることにより行って下さい。

　トーンカーブウィンドウの「プレビュー」のチェックボックスをon/offすることにより、今行っている操作の効果を確認することが出来ます。

1. tanuki-tokei-mono.jpgを白黒が反転したネガ画像に変換しなさい。

2. tanuki-tokei-mono.jpgのヒストグラムを観察すると、左端（黒）の部分と右端（白）の部分がほとんど使われていません。トーンカーブを適切なものに設定し、コントラストがより強調された画像にしなさい。

3. dark-tanuki.jpgはフラッシュなしで暗いところに置いた狸の置物です。狸がよく見えるようにトーンカーブを設定しなさい。

4. kiban.jpgは電子回路の基板の裏側の写真です。まず、トリミングをして基盤の部分のみを取り出して下さい。次に、トーンカーブを適切に設定して、基盤の配線部分が鮮明に見えるようにして下さい。上部の発光ダイオードは見えにくくなっても構いません。

5. scan.pngはスキャナで教科書を取りこんだ画像です。紙が薄いため、裏のページが写り込んでいます。写り込みがほとんど見えなくなるように、補正しなさい。

なお、白黒の文字物をスキャンするときは解像度300dpiで取り込めば十分な解像度を得ることが出来ます。ただし、このscan.pngはファイルサイズを小さくするため、150dpi程度の解像度です。

6. room-3mono.jpgはカラー画像ですが、各色の階調がR=G=Bであるため、見かけはモノクロ画像です。RGBそれぞれにトーンカーブを設定することによりセピア調の画像にしなさい。セピア調にするためにはRのトーンカーブを上側に膨らませ、Bのトーンカーブを下側に膨らませます。トーンカーブを掴んでドラッグすると、新しい節点が自動生成されます。

　課題の解答は画像処理後の画像ファイルをWordかPowerPointに貼り付けて、添付ファイルとして電子メールで提出して下さい。Word2013, PowerPoint2013に画像を貼り付けるとデフォルトでは解像度が粗くなるという問題がありますが、本実習では解像度が粗くなっても構いません。

注意

　どんな画像処理を行っても、元の画像に含まれている情報以上のものを得ることは出来ません。例えば、コントラストを調整して見やすい画像を得た場合でも調整後の画像に含まれている情報量は、元の画像よりも少なくなっています。ですから、画像処理をしてより見やすい画像が得られた場合でも、原画像は保存しておくようにします。

　本実習ではトーンカーブは全て直線を使いましたが、実用上は、上側に膨らんだ曲線を使うことが多いようです。

## 画像の一部を劣化させる

　画像の一部をぼかしたり、モザイクをかけたりすることができます。文字の一部、顔などを隠す場合に用います。ぼかすときは「フィルター」→「ぼかし」→「ガウスぼかし」、モザイクをかけるときは「フィルター」→「ぼかし」→「モザイク処理」です。ツールボックスの「矩形領域」あるいは「楕円領域」で、適用したい領域を選んでおきます。

課題5

　IEで奈良教育大学の薮哲郎のページhttp://www.nara-edu.ac.jp/guide/list/technical/yabu.htmlを開き、IEのウィンドウをalt + Print Screenでクリップボードにコピーしなさい。

　「編集」→「クリップボードから生成」→「画像」でGimpで編集できるようにしなさい。

　「切り抜き」で、職名・氏名～専門分野と顔写真の部分のみを切り出しなさい。以後は100～200%くらいの倍率で表示して作業するとよい。

　写真の顔の部分のみにぼかしをかけなさい（楕円選択→「フィルター」→「ぼかし」→「ガウスぼかし」）。

　連絡先の電話、fax、e-mailの部分にモザイクをかけなさい（矩形選択→「フィルター」→「ぼかし」→「モザイク処理」）。

## スタンプツール

　スタンプツールによる傷の修復は、画像のある部分を他の場所に移植する作業です。実際に作業して理解しましょう。

課題6

　stamp-test2.pngを対してコピースタンプツールを使い、その働きを確認しなさい。「ツールボックスの［スタンプで描画］をクリック」→「ctrlを押しながら左クリックでスタンプ元の場所を指定」→「クリックまたはドラッグすることでパターンを転写」と操作します。

　前回転写した場所との相対位置を維持したいときは、「ツールオプション」タブをスクロールして見える一番下にある「位置合わせ」を「揃える」にする。

　densen.jpgにおいて画面を大きく横切っている電線をスタンプツールを使って除去しなさい。