画像処理論試験（2007 年度・第 1 学期） 2007/08/01 **《解答例》**

1. 次に示すプログラムで “sample.pgm” を処理して表示したとき、A, B どちらの画像になるか。正しいほうに丸を付けよ。

```
import Image
gamma = 2.0
im0 = Image.open('sample.pgm')
width, height = im0.size
im1 = Image.new('L', (width, height))
for j in range(height):
    for i in range(width):
        x = im0.getpixel((i,j))
        y = int((float(x)/255)**(1./gamma)*255)
        im1.putpixel((i,j), y)
im1.show()
```

sample.pgm

A

B

2. 画像をデジタル化する際に問題となる**標本化**と**量子化**についてそれぞれ説明しなさい。必要に応じて以下のキーワードを使用すること。

エイリアシング、ナイキスト間隔、擬似輪郭

標本化とは、無限に密に存在するデータから適当な間隔で観測データを取り出すことである。標本化間隔よりも小さい波長で存在する現象は省略されてしまうだけでなく、見かけ上の大きな波長の現象として見えてしまうことがあり、このような現象をエイリアシングと呼ぶ。エイリアシングの発生を防ぐには、最小の波長の 1/2 の間隔で標本化する必要があり、この間隔のことをナイキスト間隔と呼ぶ。

データの値についても、実数ではなく適当な単位の整数倍の値として観測することになる。これが量子化である。量子化のしたデータが 6bit 程度の精度を持っていれば、人間の目にはその影響はわからないが、精度の粗い（桁数の小さい）量子化を行うと、空のようにゆっくりと明るさが変化するところには明るさの差が見えてくることになる。この明るさの差が輪郭として見えてしまうので、これを擬似輪郭と呼ぶ。

学生番号 ____________________ 氏名 ____

3. フーリエ変換を用いたフィルターと畳み込み積分を用いたフィルターのそれぞれについて、その計算方法とフィルター設計における注意点を述べよ。

フーリエ変換は、 $F(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-i2\pi\xi x}dx$ **その逆変換は** $f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\xi)e^{i2\pi\xi x}d\xi$ **で表される。フィルター関数のフーリエ変換を** $G(\xi)$ **とすると入力** $f_i(x)$ **のフーリエ変換** $F_i(\xi)$ **に適用して、** $F_o(\xi) = G(\xi)F_i(\xi)$ **となる。つまり、フーリエ変換を用いたフィルターでは、(1) 入力をフーリエ変換し、(2) 各波長において** $G(\xi)$ **を掛け、(3) その結果を逆フーリエ変換すればよい。**

また、 $G(\xi)$ **の逆フーリエ変換を用いて** $f_o(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f_i(x + x')g(x')dx'$ **と表せるが、この積分を畳み込み積分と呼ぶ。** $g(x')$ **として矩形関数を使ったものが単純走行平均である。**

フーリエ変換を用いたフィルターでは、例えば矩形関数のような鋭いカットオフ特性を持った関数を使うとさざなみのようなパターン（リンギング）が現れるので、なだらかに減衰する関数を用いるとよい。

また、畳み込み積分においても単純走行平均を用いたときには高周波成分が残るので、やはり、なだらかに減衰するような関数を用いる方がよい。

4. クラスタリングなどで類似度を測るために用いられる距離測度には、いくつかの種類がある。個体 i の K 次元ベクトルを $\boldsymbol{x}_i$, ベクトルの各要素を ${}^l x_i$ $(l = 1, 2, \cdots K)$ とするとき、次にあげる測度距離 $d_{i,j}$ の名称を答えなさい。

$$d_{i,j} = \left\{ \sum_{l=1}^{K} ({}^l x_i - {}^l x_j)^2 \right\}^{1/2} \tag{1}$$

$$d_{i,j} = \sum_{l=1}^{K} |{}^l x_i - {}^l x_j| \tag{2}$$

$$d_{i,j} = \max_l (|{}^l x_i - {}^l x_j|) \tag{3}$$

(1)**ユークリッド距離**

(2)**市街地距離**

(3)**チェス盤距離**