

**【問1】**

以下は、画像のデジタル化に関する問題である。[ ]に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) アナログ画像をデジタル化するためには、まず連続した画像信号の離散的な位置における濃淡値を順次取り出す。このような処理は[ ]とよばれる。

**【解答群】**

ア. 標本化    イ. 正規化    ウ. 2値化    エ. 符号化

- (b)(c) カラー画像のデジタル表現では、RGBの三原色それぞれの色の濃淡値が量子化される。各色をそれぞれ $n$ ビットで量子化したとき、1画素あたりのデータ量は[ (b) ]ビットであり、表現可能な色の種類は全部で[ (c) ]色である。

**【aの解答群】**

ア.  $n$     イ.  $3n$     ウ.  $n^3$     エ.  $3^n$

**【bの解答群】**

ア.  $3 \cdot 2$     イ.  $3n$     ウ.  $2^n$     エ.  $2^{3n}$

- (d) 量子化に際しては、連続して変化する濃淡値を離散値に変換するが、このとき生じる誤差を[ ]とよぶ。

**【解答群】**

ア. 標本化誤差    イ. 桁落ち誤差    ウ. 量子化誤差    エ. 打ち切り誤差

- (e) 図1.1のカラー画像をより少ないビット数で量子化したとき、なだらかに色が変化している部分が図1.2のように階段状に同一色で塗られたように見える。量子化に起因するこのような弊害のことを[ ]とよぶ。



図1.1



図1.2

**【解答群】**

ア. エイリアシング    イ. 疑似輪郭  
ウ. 誤差拡散    エ. リンギング

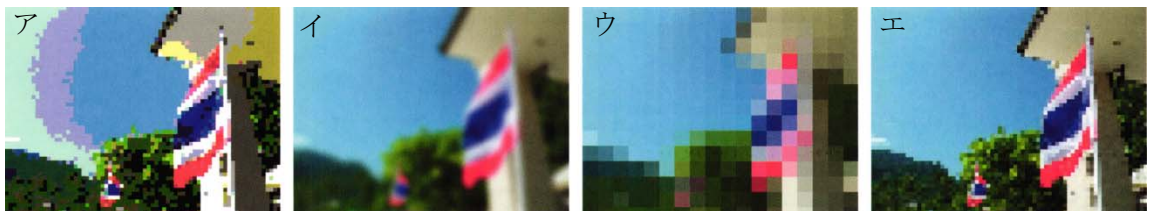
**【問2】**

以下は、画像のデジタル化に関する問題である。(a)~(e)の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 図2.1は、画素数が横360画素×縦270画素であり、R,G,Bの各チャンネルが8ビットで量子化されたデジタル画像である。図2.1の量子化レベル数は変えずに、横5画素×縦5画素の領域から中央の1画素を代表として取り出すことで、画素数を横72画素×縦54画素とし、図2.1の画像と同じ大きさになるように表示した画像はどれか。



図2.1



- (b) 設問(a)で得られた画像をR,G,B各チャンネル4階調で量子化した画像はどれか



- (c) 明るさが正弦波状に変化する縞模様をデジタル化する場合、縞模様の周期の1/2未満の間隔で標本化しなければ、元の縞模様を正しく表せない。この性質を表したものを何とよぶか。

**【解答群】**

ア. 量子化レベル    イ. 階調性    ウ. 標本化定理    エ. 2値化    オ. ヒストグラム

- (d) デジタル画像を保存するために必要なビット数は、濃淡をどの程度の階調で表すかによって異なる。たとえば線画などでは一般的に、各画素が白であるか黒であるかだけを表せばよく、白と黒の間の濃淡を表す必要がない。そのため、各画素が黒か白かを0か1かの2進数1桁、すなわち1ビットで表すことができる。しかし、濃淡のレベル数が白か黒かの2レベルだけでなく白と黒の間も含む場合は、各画素を表すために必要なビット数が増える。たとえば濃淡レベル数が4である画像を保存する場合には、 $4=2^2$ であるため、1画素を表すには2進数2桁すなわち2ビットが必要である。濃淡のレベル数が16である画像の1画素を表すために必要なビット数はいくらになるか。

【解答群】

ア. 3    イ. 4    ウ. 8    エ. 16    オ. 256

- (e) グレースケール画像で、1画素を256レベルに量子化する場合、1画素を表すために必要な最小バイト数は何バイトになるか。ただし、1バイトは8ビットとし、画像は圧縮していないものとする。

【解答群】

ア. 1バイト    イ. 2バイト    ウ. 3バイト    エ. 8バイト

### 【問3】

以下は、画像のデジタル化に関する問題である。(a)～(e)の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 濃淡が正弦波状に変化する縞模様をデジタル化する場合、縞模様の周期の1/2より小さな間隔で標本化しなければ、元の縞模様の周期を正しく再現することができず、偽の縞模様が現れる。このような現象を何とよぶか。

【解答群】

ア. オクルージョン    イ. ソラリゼーション    ウ. エイリアシング  
エ. たたみ込み    オ. モーションブラー

- (b) 標本化によって取り出された濃淡の値を離散的な値に変換することを、画像の量子化とよぶ。量子化レベル数を多くすると、そのデジタル画像の特徴はどのようになるか。

【解答群】

ア. 元のアナログ画像の濃淡がより忠実に反映されるようになる。  
イ. 元のアナログ画像の濃淡が忠実に反映されなくなる。  
ウ. 画像のコントラストが高くなる。  
エ. 画像のコントラストが低くなる。

- (c) 図3.1では、本来は徐々に色調が変化するであろうと思われるところに輪郭が現れている。これを疑似輪郭または疑似エッジとよんでいる。この現象が起こるおもな原因はどれか



図3.1

【解答群】

ア. 彩度の低い色が多すぎる。    イ. 彩度の高い色が多すぎる。  
ウ. 標本化の間隔が大きすぎる。    エ. 標本化の間隔が小さすぎる。  
オ. 量子化レベル数が少なすぎる。    カ. 量子化レベル数が多すぎる。

- (d) 図3.2は、RGB各色を8ビット量子化した、横400画素×縦300画素の画像を印刷したものである。図3.2の画像に対して、量子化レベル数はそのまま、縦と横の画素数をそれぞれ1/4にして、図3.2の画像と同じ大きさとなるように印刷した画像はどれか。

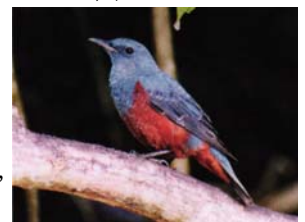
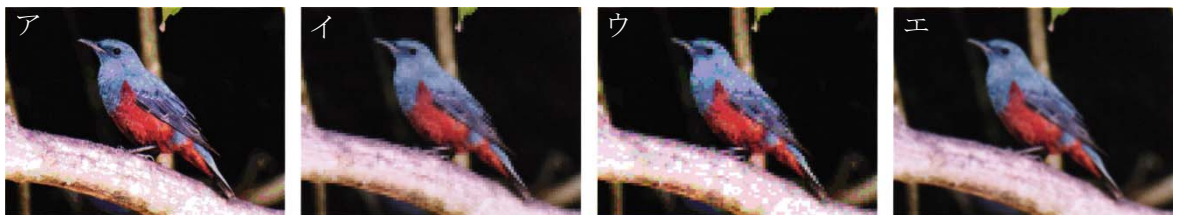


図3.2



- (e) RGB各色が4ビットの画素値で表される場合、表現できる色数はいくつになるか

【解答群】

ア. 16    イ. 64    ウ. 256    エ. 1,024    オ. 4,096    カ. 65,536

**【問4】**

以下は、画像のデジタル化に関する問題である。[ ]に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

(a) 標本化では、アナログ画像中に格子状に定義された標本点において、RGB各色に対する[ ]を標本値として取り出す。

**【解答群】**

ア. 色相    イ. 位置    ウ. 彩度    エ. 明るさ

(b)(c) イエローとシアンを減法混色すると[ (b) ]が得られる。さらに とマゼンタを減法混色すると [ (c) ] が得られる。

**【aの解答群】**

ア. 赤    イ. 緑    ウ. 青    エ. 白    オ. 黒

**【bの解答群】**

ア. 赤    イ. 緑    ウ. 青    エ. 白    オ. 黒

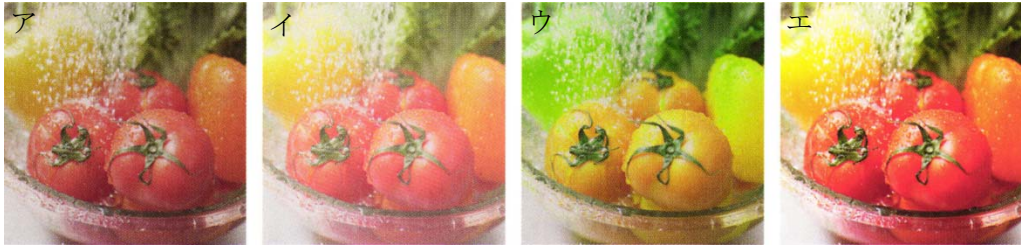
(d)(e) A氏は、撮影した写真を自分のWebサイトに掲載したいと考えている。

写真をパーソナルコンピュータに取り込んだところ、図4.1のようなやや薄暗いメリハリのない画像となった。画質を調整するために明度を高くすると [ (d) ]のような明るいが明暗のはっきりしない画像になった。そこで明度の調整はやめて、コントラストを高くすると[ (e) ]のような画像を得た。



図4.1

**【dの解答群】**



**【eの解答群】**



### 【解答1】

(a) ア (b) イ (c) エ (d) ウ (e) イ

- (a) 画像のデジタル化は、標本化と量子化という2種類の処理により実現されます。このうち、連続する信号から離散的なサンプルを取り出す処理は前者の標本化で行われます。
- (b) ここでは、量子化について問うています。量子化では、本来連続的に変化する標本点の濃淡値が離散的な数値で表現されます。 $n$ ビット量子化では、1つの色成分の標本点を $n$ ビット( $=2^n$ レベル)で表現します。RGBカラー画像の場合は、1画素につき3つの色成分をもちますので、1画素あたりのデータ量は $3n$ ビットとなります。また、このとき表現可能な色の総数は、R,G,B各成分がそれぞれ $2^n$ レベルで表されることを考慮すれば、 $2^n \times 2^n \times 2^n = 2^{3n}$ 色となります。
- (c) 量子化を行うと、本来連続的に変化する濃淡値は離散的な代表値に置き換えられ、元の信号の値とはやや異なる値に丸められます。この場合の、本来の濃淡値と量子化された濃淡値の差を量子化誤差とよびます。なお、標本化誤差は標本化間隔を大きく取りすぎたときに発生する偽信号によって生じる誤差のことです。また、桁落ち誤差と打ち切り誤差はともに数値計算上で発生する誤差のことです。
- (d) 図1.1は背景の色が滑らかに変化しているように見えますが、図1.2では3種類程度の色により階段状に表現されています。このようなノイズは疑似輪郭とよべれます。この疑似輪郭は、各色あたりの量子化レベル数が少ないとき、発生しやすくなります。なお、エイリアシングは標本化間隔を大きく取りすぎたときに偽信号が発生して画像にひずみが生じる現象、リングングは画像圧縮の影響でエッジの周辺に波形状にひずみが生じる現象のことです。また、誤差拡散は画像の濃淡表現を空間的な白黒パターンの疎密を利用して実現するハーフトニング手法の1つです。

### 【解答2】

(a) エ (b) ア (c) ウ (d) イ (e) ア

- (a) 図2.1の画像に対し、横5画素×縦5画素から1画素を取り出して画素数を横72画素×縦54画素とすれば、解像度が低くなってモザイク状になり、細かなパターンを読み取ることが難しくなります。ここで、イの画像はモザイク状ではなくばけて見え、また、ウの画像は、横5画素×縦5画素より粗いモザイクになっていますから、正解はアかエのどちらかになります。つぎに量子化レベル数に着目すると、問題では量子化レベル数は変えないとありますので、処理の前後で表現されている色の数は変わらないはずですが、アの画像では表現されている色数が少なくなっているため、正解はエであることがわかります。
- (b) 設問(a)の正解であるエに対して、もともと8ビット、つまり256階調で量子化されていた各チャンネルを4階調に量子化したのですから、エと同じ解像度でさらに表現されている色の数が減っているアが正解になります。
- (c) 画像のデジタル化では、縞模様様の周期の1/2未満の間隔で標本化しなければ、元の縞模様を正しく表すことができず、エイリアシングが発生します。この性質を表した定理が標本化定理です。
- (d) デジタル画像では1ビットで2つの濃淡レベルを表現することができ、一般に $n$ ビットでは $n$ 桁の2進数、つまり $2^n$ の濃淡レベルを表現することができます。16の濃淡レベル数を表すためには、2進数4桁すなわち0000(10進数の0)から1111(10進数の15)までが $2^4=16$ であることから、1画素について4ビットが必要であることがわかります。
- (e) 白黒の濃淡を表現した画像をグレースケール画像とよびます。前問と同様に、1画素が8ビットで表される場合、合計 $2^8=256$ 通りの濃淡を表すことができます。したがって、正解は8ビット、すなわち1バイトとなります。この場合、画素値は0~255の範囲の整数値をとり、合計256レベルとなります。

### 【解答3】

(a) ウ (b) ア (c) オ (d) イ (e) オ

- (a) 縞模様様の周期の1/2より小さな間隔で標本化しなければ、元の縞模様様の周期を正しく表すことができず、偽の縞模様が発生することがあります。このような現象はエイリアシングとよべれます。
- (b) 標本化により取り出された濃淡の値を離散的な値に変換することが画像の量子化ですが、量子化レベルを多くすればより小さな階調の違いを表現できるので、元のアナログ画像と量子化されたレベル値との差(量子化誤差)が小さくなります。その結果、元のアナログ画像の濃淡がより忠実に反映されるようになります。
- (c) 量子化レベル数が少ないほど、1レベル変化したときの濃淡差が大きくなります。本来のアナログ画像で濃淡の変化が滑らかであるはずのところ、量子化によって特定の箇所画素値が大きく変化し、

その濃淡差がはっきり見えてしまうことがあります。この特定の箇所が輪郭線のように見えることが多いことから、疑似輪郭とよびます。

- (d) 縦横ともに画素数が1/4になるということは、図3.1の画像の4画素×4画素を1画素にまとめて表現していると言い換えることができます。これより、解像度が低くなっているイとウが候補となりますが、ウでは量子化レベルが減少して濃淡の変化が滑らかでなくなっていますから、ここでは量子化レベルが変化していないイが正解答になります。
- (e) 4ビットで表現できる量子化レベル数は、 $2^4=16$ レベルです。RGBの各色に対して16レベルの表現ができ、RGBの3チャンネルの組み合わせで表現できる色数は、 $16 \times 16 \times 16=4,096$ 色となります。なお、一般的なフルカラー画像では、各色8ビットで量子化します。この場合、R,G,B各色が $2^8=256$ レベルで表現されますので、最終的には $256 \times 256 \times 256=16,777,216$ (約1,678万)色を表現できます。

#### 【解答4】

(a) エ (b) ア (c) オ (d) イ (e) エ

- (a) 標本化では、標本点の位置における「明るさ」を標本化しますので、エが正解答です。「色相」は色の違いを示す属性、「彩度」は色の鮮やかさを示す属性で、それぞれRGB各色の明るさを総合してはじめて得られる情報です。
- (c)(d) 減法混色はカラー印刷などで用いられる混色で、シアン、マゼンタ、イエローの三原色を混ぜ合わせ、さまざまな色を表現します。減法混色ではイエローとシアンを混ぜ合わせると緑になります。さらに、緑にマゼンタを混ぜ合わせると黒になります。
- (e)(f) 解答群の選択肢の画像は、図4.1の画像に対して、以下の処理を施した画像です。
- ア. 彩度を低くした画像です。      イ. 明度を高くした画像です。  
ウ. 色相を変えた画像です。      エ. コントラストを高くした画像です。