

演習問題解答

1～2章 省略

3章

3.1 A0 から A3 までが 3 オクターブすなわち 36 鍵で, C4 はその 3 鍵先なので $k=39$ となり, 以下の Scilab のプログラムで求められる。

```
a0 = 27.5 ;
k = 39 ;
s = 2 .^ ( 1 / 12 ) ;
f = a0 * s .^ k
```

$f=261.62557$ Hz となる。

3.2 半音の周波数比を底とする対数を求めればよいから, 以下の Scilab のプログラムで求められる。

```
a0 = 27.5 ;
a4 = 440 ;
s = 2 ^ ( 1 / 12 ) ;
k = log2( a4 / a0 ) / log2( s )
```

$k=48$ 番目となる。

3.3 式(2.7)において, $l=0.34$, $c=340$, $m=1$ であるから

$$f = \frac{340}{4 \times 0.34} \\ = 250$$

となるので, 共振周波数は 250Hz である。

- 3.4 音の到来方向が 60 度なので、音源からマイクまでの距離の差は $1.7/2$ [m] である。到達時間差は

$$\frac{1.7}{340 \times 2} = \frac{1}{400} \text{ s}$$

となるから、サンプル数は $44100/400$ で約 110 サンプルとなる。

- 3.5 完全 5 度は半音では七つ分にあたる。したがって以下のプログラムで求められる。

```
s = 2 .^ ( 1 / 12 );
s ^ 7
```

これにより、以下の周波数比が得られる。整数比に近いことに気を付ける。

ans=1.4983071

- 3.6 ドラムとトライアングルは一定の長さの物体が振動するので、音の高さを感じさせる成分が含まれ、サウンドスペクトログラムには横縞がある程度見られると考えられる。一方、カスタネットは衝撃により生じる音を発生させるものであり、いろいろな振動が含まれてしまうため、横縞は見られないと考えられる。
- 3.7 カイ 2 乗値を求めると 5.2 となる。棄却域は 11.1 なので、このサイコロは偏りがあるとはいえない。
- 3.8 演奏のよさは楽章によって異なるため、全楽章について評価を行う必要がある。これに対し、録音のよさは曲の部分で評価できるので、全楽章について実験を行う必要はない。

- 3.9 スピーカの数 は 10 と多いので、2 種ずつ組み合わせて対比較を行う実験は適切ではない。高音の音質、低音の音質など複数の評価項目を定めて、MOS5 段階評価などを行うのが適切である。
- 3.10 機材によって、刺激呈示の起動をかけてから実際に刺激が呈示されるまで時間遅れがある場合がある。したがって、視覚刺激と聴覚刺激の呈示のタイミングにずれがないかどうか調査しておく必要がある。

4 章

- 4.1 トーンカーブと変換後の画像の対応について考える問題である。

画像(2)は、画像(1)に比べ、背景部分の画素はグレーから白へ明るく、文字の部分はより黒くはっきりと変換されている。

解答群(a)のトーンカーブは、画像全体を明るく、解答群(b)のトーンカーブは画像全体を暗くする。解答群(d)は、出力画像の画素値の範囲が中間付近の画素値になるような変換を行う。解答群(c)は、暗い画素は黒く、明るい画素は白く、その間の画素値は線形に補間されているので、答えは解答群(c)となる。

- 4.2 画像とフーリエ変換後の振幅スペクトルの関係を問う問題である。

各画像で画素値の変化が激しい方向に、振幅スペクトルの明るい画素が並ぶ。画像(1)は、縦方向に画素値が変化しているので、振幅スペクトルは縦方向に明るい画素が並ぶ。同様に、画像(2)は横方向、画像(3)は斜め方向になる。画像(4)は、橋の柵の横方向の変化および橋や雲などの縦方向の変化に加え、全体的な方向に振幅スペクトルが明るい画素値が存在する。画像(4)は、橋の柵の横方向の変化および橋や雲などの縦方向の変化に加え、全体的な方向に明るい画素値が存在する振幅スペクトルとなる。

よって、答えは画像(1)—解答群(b)、画像(2)—解答群(d)、画像(3)—解答群

(a), 画像(4)一解答群(c)となる。

4.3 線形フィルタとその適用結果の関係について問う問題である。

画像(5), (7)は平滑化フィルタ, 画像(1), (3), (6)はエッジ抽出フィルタ, 画像(2), (4)は鮮鋭化フィルタが適用されていることがわかる。画像(5)と画像(7)を比較すると, 画像(5)のほうが全体的にぼやけているため, より広範囲の画素値の平均をとったものと考えられる。すなわち, 画像(5)は 5×5 の平均化フィルタ, 画像(7)は 3×3 の平均化フィルタが適用されている。画像(1), (3), (6)は, それぞれ縦方向, 横方向, 全方向のエッジが抽出されている。すなわち, 画像(1)は横方向のソーベルフィルタ, 画像(3)は縦方向のソーベルフィルタ, 画像(6)はラプラシアンフィルタが適用されている。画像(2), (4)は, 画像(2)のほうがより境界が鮮鋭化されている。すなわち, 画像(2)は8方向, 画像(4)は4方向の鮮鋭化フィルタが適用されている。

よって, 答えは画像(1)一解答群(d), 画像(2)一解答群(e), 画像(3)一解答群(c), 画像(4)一解答群(a), 画像(5)一解答群(g), 画像(6)一解答群(b), 画像(7)一解答群(f)となる。

5章

5.1 解答: 最小値 0, 最大値 35, 平均値 10.44, 分散 60.6464, 中央値 8

5.2 解答例: 工業検査における不良部品の検出, ナンバープレート認識, 機械部品の認識, リモートセンシング画像における物体の認識など

5.3 SAD および SSD を用いた類似度の計算能力について問う問題である。

画像(1)と解答群の各画像との SAD および SSD は以下の表の通りである。

SAD, SSD とともに, 値が小さいときに類似度が高くなる。

	a	b	c	d
SAD	20	12	23	22
SSD	56	24	81	90

よって、答えは SAD および SSD とともに解答群(b)となる。

6 章

6.1 画像のアフィン変換について問う問題である。

どのような回転が行われているかを画像から判断する。画像から、原点を中心に時計回りに 90 度回転した後、x 軸方向に 180、y 軸方向に 50 だけ平行移動していることがわかる。これにより、変換後の点(x', y')は、次式により求められる。

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 180 \\ 0 & 1 & 50 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \frac{\pi}{2} & -\sin \frac{\pi}{2} & 0 \\ \sin \frac{\pi}{2} & \cos \frac{\pi}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 180 \\ 1 & 0 & 50 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

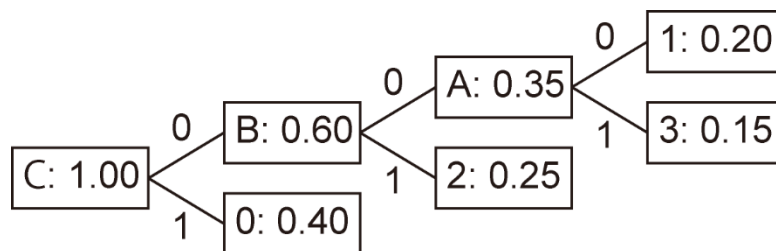
よって、答えは $\begin{pmatrix} 0 & -1 & 180 \\ 1 & 0 & 50 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ となる。

6.2 画像の符号化について問う問題である。

それぞれの画素値の出現確率は、以下の表のようになる。

画素値	0	1	2	3
出現確率	8/20 = 0.4	4/20 = 0.2	5/20 = 0.25	3/20 = 0.15

これを元にハフマン木を作成すると、つぎのようになる。



よって、それぞれの画素値の符号は、以下のようになる。

画素値	0	1	2	3
符号	1	000	01	001

2, 3, 0, 1, 2 という画素値は、それぞれ、01, 001, 1, 000, 01 と符号化される。

よって、答えは 01001100001 となる。

以上