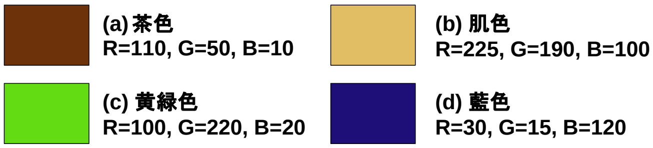
第 2 章・解 答

(1)　あくまでも一例として、以下の画素値を示す。



(2)　座標値 (x, y) に対して、処理 (a) を終えた時点での座標値を (x', y')、処理 (b) を終えた時点での座標値を (x'', y'')、処理 (c) を終えた時点での座標値を (x''', y''') とする。このとき、

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x'' \\ y'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x''' \\ y''' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x'' \\ y'' \end{bmatrix}$$

よって、(x, y) から直接 (x''', y''') を算出する式は、

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x''' \\ y''' \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \cos 90^\circ & -\sin 90^\circ \\ \sin 90^\circ & \cos 90^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2x+3 \\ 3y-2 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0 & -3 \\ 2 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

以上により、$a = 0, b = -3, c = 2, d = 0, e = 2, f = 3$ である。

第 3 章・解 答

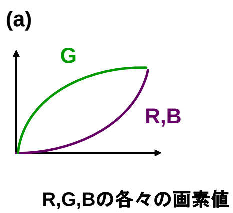
(1)　変換前の画素値について、RGB 各々の値を x_R, x_G, x_B とする。また変換後の画素値について、RGB 各々の値を y_R, y_G, y_B とする。

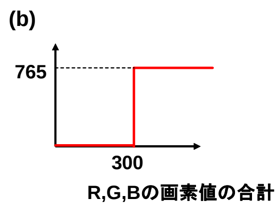
(a)　以下の数式で表される。またグラフは下図を参照。

$y_R = 255(\frac{x_R}{255})^{1/\gamma_R}$　　ただし $\gamma_R < 1$
$y_G = 255(\frac{x_G}{255})^{1/\gamma_G}$　　ただし $\gamma_G > 1$
$y_B = 255(\frac{x_B}{255})^{1/\gamma_B}$　　ただし $\gamma_B < 1$

(b)　以下の数式で表される。またグラフは下図を参照。

$y_R = y_G = y_B = 255$　　ただし $x_R + x_G + x_B \geq 300$
$y_R = y_G = y_B = 0$　　ただし $x_R + x_G + x_B < 300$





(2)　あくまでも一例として、以下の値を示す。

$\frac{1}{256}$	$\frac{4}{256}$	$\frac{6}{256}$	$\frac{4}{256}$	$\frac{1}{256}$
$\frac{4}{256}$	$\frac{16}{256}$	$\frac{24}{256}$	$\frac{16}{256}$	$\frac{4}{256}$
$\frac{6}{256}$	$\frac{24}{256}$	$\frac{36}{256}$	$\frac{24}{256}$	$\frac{6}{256}$
$\frac{4}{256}$	$\frac{16}{256}$	$\frac{24}{256}$	$\frac{16}{256}$	$\frac{4}{256}$
$\frac{1}{256}$	$\frac{4}{256}$	$\frac{6}{256}$	$\frac{4}{256}$	$\frac{1}{256}$

第 4 章・解 答

(1) (a) 3 秒間で 90 度回転するとき、その回転の角度が t の一次関数で表現できるとすると、t 秒後には $30t$ 度回転することになる。よって t 秒後における幾何変換後の位置 (x', y') は以下のように算出される。

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos 30t^\circ & -\sin 30t^\circ \\ \sin 30t^\circ & \cos 30t^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x - 400 \\ y - 300 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 400 \\ 300 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \cos(30t)^\circ & -\sin(30t)^\circ \\ \sin(30t)^\circ & \cos(30t)^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -400\cos(30t)^\circ + 300\sin(30t)^\circ + 400 \\ -400\sin(30t)^\circ - 300\cos(30t)^\circ + 300 \end{bmatrix}$$

(b) 4 秒間で面積がゼロになるように画像を縮小するとき、その拡大縮小の割合が t の一次関数で表現できるとすると、t 秒後には x,y 軸方向ともに $\frac{4-t}{4}$ 倍の拡大をすることになる。よって t 秒後における幾何変換後の位置 (x', y') は以下のように算出される。

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{4-t}{4} & 0 \\ 0 & \frac{4-t}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x - 400 \\ y - 300 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 400 \\ 300 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{4-t}{4} & 0 \\ 0 & \frac{4-t}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 100t \\ 75t \end{bmatrix}$$

(2) (a) (1)(a) の式を変形すると、以下のようになる。

$$\begin{bmatrix} x' + 400\cos(30t)^\circ - 300\sin(30t)^\circ - 400 \\ y' + 400\sin(30t)^\circ + 300\cos(30t)^\circ - 300 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(30t)^\circ & -\sin(30t)^\circ \\ \sin(30t)^\circ & \cos(30t)^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

よって、(x', y') から (x, y) を算出する式は、以下の通り導かれる。

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \frac{1}{\cos^2(30t)^\circ + \sin^2(30t)^\circ} \begin{bmatrix} \cos(30t)^\circ & \sin(30t)^\circ \\ -\sin(30t)^\circ & \cos(30t)^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' + 400\cos(30t)^\circ - 300\sin(30t)^\circ - 400 \\ y' + 400\sin(30t)^\circ + 300\cos(30t)^\circ - 300 \end{bmatrix}$$

(b) (1)(b) の式を変形すると、以下のようになる。

$$\begin{bmatrix} x' - 100t \\ y' - \frac{300}{4}t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{4-t}{4} & 0 \\ 0 & \frac{4-t}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

よって、(x', y') から (x, y) を算出する式は、以下の通り導かれる。

$$
\begin{aligned}
\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} &= \frac{16}{(4-t)^2} \begin{bmatrix} \frac{4-t}{4} & 0 \\ 0 & \frac{4-t}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' - 100t \\ y' - \frac{300}{4}t \end{bmatrix} \\
&= \frac{4}{4-t} \begin{bmatrix} x' - 100t \\ y' - \frac{300}{4}t \end{bmatrix}
\end{aligned}
$$

第 5 章・解 答

(1)　アルファブレンディングを実現する式 (5.4) において、$t = 0$ のとき $\alpha = 1$, $t = 5$ のとき $\alpha = 0$ であるとする。このとき α が t の一次関数で表現されるとすると、

$$\alpha = -0.2t + 1$$

が成立する。これを式 (5.4) に代入することで、以下の式が得られる。

$$
\begin{aligned}
i &= (-0.2t + 1)i_1 + 0.2ti_2 \\
&= 0.2(i_2 - i_1)t + i_1
\end{aligned}
$$

(2)　あくまでも一例として、以下の解答を示す。

「境界線に基づく領域分割」では、境界線の不明瞭な物体、閉曲線で完全に囲むことのできない物体などでは上手く作動しない可能性が考えられる。このような画像においては「色彩に基づく領域分割」のほうが成功する可能性が高いと考えられる。

一方、物体の内部と外部とで色彩に差異が小さい場合、「色彩に基づく領域分割」では上手く作動しない可能性が考えられる。このような画像においては、物体の境界線さえ鮮明に表現されている画像であれば、「境界線に基づく領域分割」のほうが成功する可能性が高いと考えられる。

第 6 章・解 答

(1) (a) 視点と点 A の距離に対する、視点と投影面の距離の比は、

$$\frac{100-50}{100-(-50)}=\frac{1}{3}$$

よって点 A が投影面上に投影された位置の x 座標値および y 座標値 (x',y') は、

$$x'=60\times\frac{1}{3}=20$$
$$y'=30\times\frac{1}{3}=10$$

である。

視点と点 B の距離に対する、視点と投影面の距離の比は、

$$\frac{100-50}{100-(-100)}=\frac{1}{4}$$

よって点 B が投影面上に投影された位置の x 座標値および y 座標値 (x',y') は、

$$x'=20\times\frac{1}{4}=5$$
$$y'=40\times\frac{1}{4}=10$$

である。

(b) 視点と点 P の距離に対する、視点と投影面の距離の比は、

$$\frac{d}{100-z}$$

よって点 P が投影面上に投影された位置の x 座標値および y 座標値 (x',y') は、

$$x'=x\frac{d}{100-z}$$
$$y'=y\frac{d}{100-z}$$

である。

(2) (ア) ... (b)　(イ) ... (g)　(ウ) ... (h)　(エ) ... (e)

第 7 章・解 答

(1) (a) $t = 0.0$ のときの座標値は、P_0 と同一なので、座標値は $(1, 0)$ である。

(b) $t = 0.2$ のときの座標値 (x, y) は、以下の通り算出される。

$$\begin{aligned} x &= 1 \cdot (1-0.2)^3 + 1 \cdot 3 \cdot 0.2 \cdot (1-0.2)^2 + 3 \cdot 3 \cdot 0.2^2 \cdot (1-0.2) + 2 \cdot 0.2^3 \\ &= 1 \cdot 0.512 + 1 \cdot 0.384 + 3 \cdot 0.480 + 2 \cdot 0.008 = 1.200 \\ y &= 0 \cdot (1-0.2)^3 + 2 \cdot 3 \cdot 0.2 \cdot (1-0.2)^2 + 3 \cdot 3 \cdot 0.2^2 \cdot (1-0.2) + 5 \cdot 0.2^3 \\ &= 0 \cdot 0.512 + 2 \cdot 0.384 + 3 \cdot 0.096 + 5 \cdot 0.008 = 1.096 \end{aligned}$$

よって座標値は $(1.2, 1.096)$ である。

(c) $t = 0.4$ のときの座標値 (x, y) は、以下の通り算出される。

$$\begin{aligned} x &= 1 \cdot (1-0.4)^3 + 1 \cdot 3 \cdot 0.4 \cdot (1-0.4)^2 + 3 \cdot 3 \cdot 0.4^2 \cdot (1-0.4) + 2 \cdot 0.4^3 \\ &= 1 \cdot 0.216 + 1 \cdot 0.432 + 3 \cdot 0.288 + 2 \cdot 0.064 = 1.640 \\ y &= 0 \cdot (1-0.4)^3 + 2 \cdot 3 \cdot 0.4 \cdot (1-0.4)^2 + 3 \cdot 3 \cdot 0.4^2 \cdot (1-0.4) + 5 \cdot 0.4^3 \\ &= 0 \cdot 0.216 + 2 \cdot 0.432 + 3 \cdot 0.288 + 5 \cdot 0.064 = 2.048 \end{aligned}$$

よって座標値は $(1.640, 2.048)$ である。

(d) $t = 0.6$ のときの座標値 (x, y) は、以下の通り算出される。

$$\begin{aligned} x &= 1 \cdot (1-0.6)^3 + 1 \cdot 3 \cdot 0.6 \cdot (1-0.6)^2 + 3 \cdot 3 \cdot 0.6^2 \cdot (1-0.6) + 2 \cdot 0.6^3 \\ &= 1 \cdot 0.064 + 1 \cdot 0.288 + 3 \cdot 0.432 + 2 \cdot 0.216 = 2.080 \\ y &= 0 \cdot (1-0.6)^3 + 2 \cdot 3 \cdot 0.6 \cdot (1-0.6)^2 + 3 \cdot 3 \cdot 0.6^2 \cdot (1-0.6) + 5 \cdot 0.6^3 \\ &= 0 \cdot 0.064 + 2 \cdot 0.288 + 3 \cdot 0.432 + 5 \cdot 0.216 = 2.952 \end{aligned}$$

よって座標値は $(2.080, 2.952)$ である。

(e) $t = 0.8$ のときの座標値 (x, y) は、以下の通り算出される。

$$\begin{aligned} x &= 1 \cdot (1-0.8)^3 + 1 \cdot 3 \cdot 0.8 \cdot (1-0.8)^2 + 3 \cdot 3 \cdot 0.8^2 \cdot (1-0.8) + 2 \cdot 0.8^3 \\ &= 1 \cdot 0.008 + 1 \cdot 0.096 + 3 \cdot 0.384 + 2 \cdot 0.512 = 2.280 \end{aligned}$$

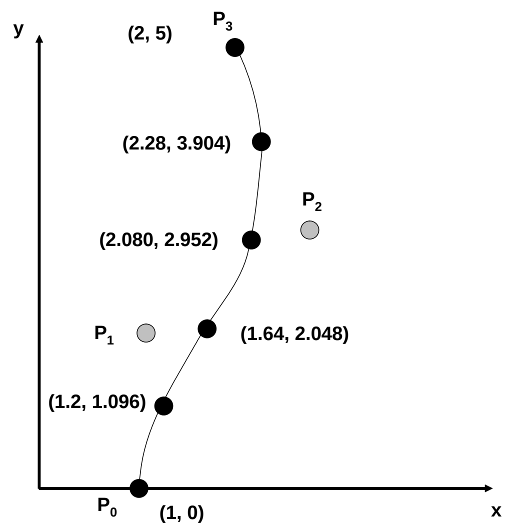
$$y = 0 \cdot (1-0.8)^3 + 2 \cdot 3 \cdot 0.8 \cdot (1-0.8)^2 + 3 \cdot 3 \cdot 0.8^2 \cdot (1-0.8) + 5 \cdot 0.8^3$$
$$= 0 \cdot 0.008 + 2 \cdot 0.096 + 3 \cdot 0.384 + 5 \cdot 0.512 = 3.904$$

よって座標値は $(2.280, 3.904)$ である。

(f)　$t = 1.0$ のときの座標値は、P_3 と同一なので、座標値は $(2, 5)$ である。

以上により、6 点の座標値は、$(1, 0)$,　$(1.2, 1.096)$,　$(1.640, 2.048)$, $(2.080, 2.952)$, $(2.28, 3.904)$, $(2, 5)$ である。

また、この 6 点をプロットして曲線を描いた結果は、下図の通りである。



(2)　図 7.7 と同様に、以下の表にて頂点番号とその位置の関係をあらわす表、および、三角形番号と頂点番号の関係をあらわす表の一例を以下に示す。

頂点番号	位置
1	(1,5,0)
2	(0,2,0)
3	(3,2,0)
4	(6,3,0)
5	(7,4,0)
6	(2,0,0)
7	(5,0,0)
8	(7,1,0)

三角形番号	頂点番号
1	1, 3, 2
2	2, 3, 6
3	3, 7, 6
4	3, 4, 7
5	4, 8, 7
6	4, 5, 8

第 8 章・解 答

(1) (a)...(ア) (b)...(ウ)

(c) R, G, B の各値は以下の通りである。

$$R = 1.0 \times 0.8 \times \cos^{2.0} 30^\circ = 0.6$$
$$G = 1.0 \times 0.2 \times \cos^{2.0} 30^\circ = 0.15$$
$$B = 0.8 \times 0.9 \times \cos^{2.0} 30^\circ = 0.54$$

第 9 章・解 答

(1) (ア) ... (d) (イ) ... (e) (ウ) ... (b) (エ) ... (f)

(2) (ア) ... (c) (イ) ... (a) (ウ) ... (b)

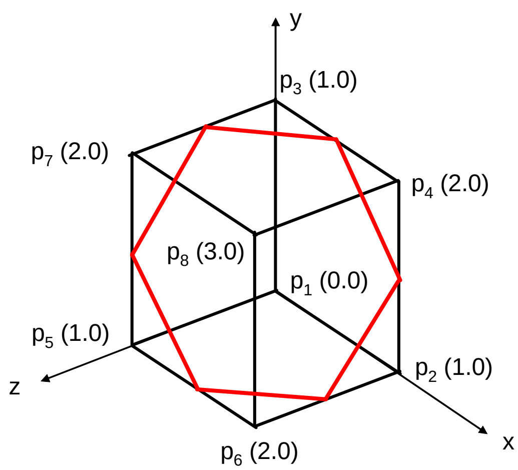
(エ) ... (g) (オ) ... (f)

第 11 章・解 答

(1)　(ア) ... (b)　　(イ) ... (c)　　(ウ) ... (h)
(エ) ... (d)　　(オ) ... (a)

第 12 章・解 答

(1)　以下の図は、8 個の頂点を連結してできる立方体の要素を黒線で描き、各頂点におけるスカラ値を () 内に記入したものである。立方体の各稜線のうち、一方の頂点におけるスカラ値が 1.5 より小さく、他方の頂点におけるスカラ値が 1.5 より大きいとき、この稜線は等値面と交差する。この交差点を連結すると、以下の図の赤線のような正六角形となる。



稜線 p_3p_4 の中点、p_4p_2 の中点、p_2p_6 の中点、p_6p_5 の中点、p_5p_7 の中点、p_7p_3 の中点、を頂点とする正六角形で等値面を近似できる

また各々の座標値は以下の通りである。

(0.5, 1.0, 0.0)　(1.0, 0.5, 0.0)　(1.0, 0.0, 0.5)
(0.5, 0.0, 1.0)　(0.0, 0.5, 1.0)　(0.0, 1.0, 0.5)

(2) (ア) ... (b) (イ) ... (c) (ウ) ... (d) (エ) ... (a)