

# パレット番号を利用した画像輪郭の抽出法の研究

白 崎 智 義

## A Method for Searching Out Edges of Image Using Palette No.

Chiyoshi SHIRASAKI

In this paper, the detecting method of palette color number using the POINT statement in BASIC language, and the method to convert every thicknesses of color image to 5 steps are reported.

Then, using these method, we can search out the line of edges.

### 1. ま え が き

BASIC 言語のステートメントであるPOINT<sup>4)</sup>を使って、TVあるいはカメラから入力した映像を面積濃度5階調の画像に変換してディスプレイする方法、及びその画像の輪郭線を抽出する方法に関する研究を行ったので、その成果について報告する。

### 2. システム構成

本研究に使用したシステムは次の通りである。

パソコン演算装置	PC-9801VM2	(NEC)
カラー・ディスプレイ (モニターを兼用)	PC-TV451	(NEC)
CCDビデオ・カメラ	CCDV8AF	(SONY)
画像取り込みボード	NBC-VIDEO-98	(NBC)

画像取り込みボードをパソコン演算装置のスロットバスに装着する。テレビあるいはカメラからの映像をいったんこのボードに取り込んだあと、パソコンの主メモリに転送し、モニターにカラーでディスプレイする。

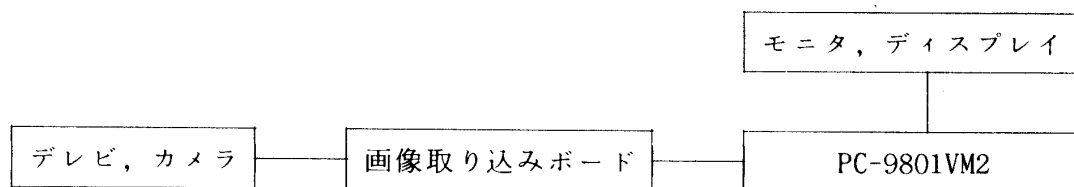


図1 画像処理システム

### 3. 理 論

#### (1) 階 調

テレビあるいはビデオ・カメラからNTSC信号を入力してアナログRGB信号に変換し、さらにこれをR,G,B各色6ビットの64階調にAD変換してデジタル型の1画面を作り、これを画像ボードのフレーム・メモリーに取り込んで置く。そして、この画像をそのままの階調でディスプレイ表示するには、CRTの画像ドット数が不足する為、図-2に示すような5段階濃度の面積階調に変更する。

5階調濃度は下図のように定義し、テレビまたはビデオからの映像信号の1ドットをCRT上で縦2ドット、横2ドットで構成される方形4ドットに対応させている。そして、上の横2ドットは第1行からの奇数行に、下の横2行は第2行からの偶数行に割り当てる。

画像1枚の最大の大きさは横512ドット、縦400ドットである。

64階調と5階調との関係は表-1の通りとする。すなわち、0~63の濃度範囲を5段階に分けて、0~4の5階調とする。そして、その5階調を図2で示すドット配置に対応させる。

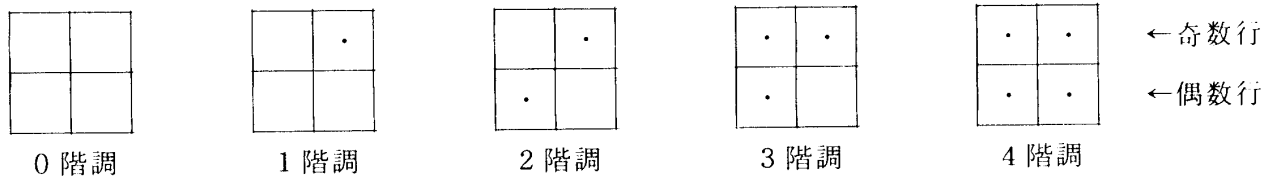


図-2 5階調濃度

区 分	64階調	5階調
濃 度 の 範 囲	0 ~ 20	0
	21 ~ 26	1
	27 ~ 34	2
	35 ~ 41	3
	42 ~ 63	4

表-1 64階調と5階調の濃度範囲の比較

#### (2) 5階調への濃度変換

画像取り込みボードのフレーム・メモリーからコンピュータに転送された画像データは、物理番地 &H60000を先頭に、ここからR色濃度、G色濃度、B色濃度、空きの繰り返しですべてのデータが表-2のような表式で格納される。尚、物理番地&H60000はセグメント&H6000、オフセット&H0に対応する。そして、オフセット&H0から連続する4番地の繰り返しで表示される一組のR、G、Bの各色濃度は、画像を構成する各ドットの64階調表示の濃度データである。

	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
&H9FFFE					B65536											空 ぎ	&H9FFFF
&H9FFFC					R65536											G65536	&H9FFFD
					略											略	
&H60006					B2											空 ぎ	&H60007
&H60004					R2											G2	&H60005
&H60002					B1											空 ぎ	&H60003
&H60000					R1											G1	&H60001

表-2 画像格納メモリ・マップ<sup>1)・2)</sup>

これらのデータを各色別に、専用のGVRAMメモリーに転送してディスプレイ表示するのであるが、この際すべての濃度を5階調濃度に変換する必要がある。それには、まず、各5階調データをディスプレイの奇数行、偶数行に区別してそれぞれに対応するGVRAMメモリーに転送する16進数を表-3のように設定し、これによって、ディスプレイ画面に第1行から正しく5階調で画像が表示されるようにしておく必要がある。

濃 度	第1行からの奇数行				階 調	第2行からの偶数行			
	X	Y	Z	W		X	Y	Z	W
00~14	00	00	00	00	0	00	00	00	00
15~1B	40	10	04	01	1	00	00	00	00
1C~22	40	10	04	01	2	80	20	08	02
23~29	C0	30	0C	03	3	80	20	08	02
2A~3F	C0	30	0C	03	4	C0	30	0C	03

表-3 64階調値から5階調値への変換表

オフセット0~Fの16ビットを4区域に分け、各区域を順にX、Y、Z、Wと名付ける。各区域は1画素分のデータを示し、赤色、緑色、青色、空白の順に1バイトずつ計4バイトで構成される。C<sub>r1</sub>~C<sub>r4</sub>は各区域それぞれの赤色、C<sub>g1</sub>~C<sub>g4</sub>は同じく緑色、C<sub>b1</sub>~C<sub>b4</sub>は同じく青色、N<sub>1</sub>~N<sub>4</sub>は同じく空白を表す一般変数である。そして、各変数のオフセットとの対応関係は図-3で示す通りである。

いま、例えば、セグメント &H6000番地、オフセット&H0~&H15番地の画像データが図-3で示すものであったとする。

		X				Y				Z				W			
		C <sub>r1</sub>	C <sub>g1</sub>	C <sub>b1</sub>	N <sub>1</sub>	C <sub>r2</sub>	C <sub>g2</sub>	C <sub>b2</sub>	N <sub>2</sub>	C <sub>r3</sub>	C <sub>g3</sub>	C <sub>b3</sub>	N <sub>3</sub>	C <sub>r4</sub>	C <sub>g4</sub>	C <sub>b4</sub>	N <sub>4</sub>
セグメント	オフセット	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
6000	0000	00	00	00	3F	00	00	00	3F	10	10	00	3F	20	20	00	3F

図-3 画像データの一例

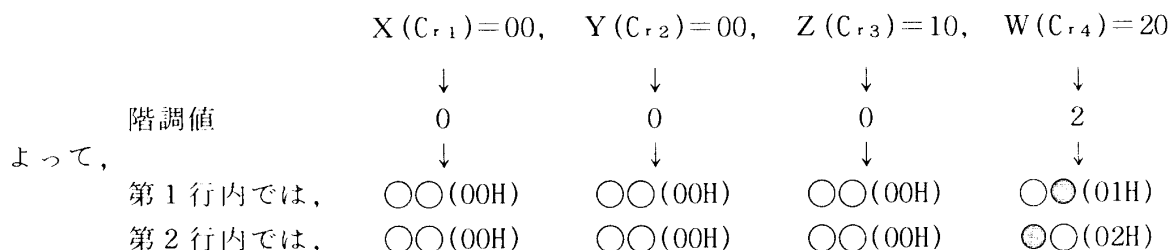
連続する4画素の濃度C<sub>n</sub>(n=1~4)を、表-1、表-3、に従ってC<sub>r<sub>n</sub></sub>、C<sub>g<sub>n</sub></sub>、C<sub>b<sub>n</sub></sub>とし、次にこれらを各色別に並べかえて連続4個毎にまとめて1バイト長のドットデータとし、次の式を作る。

$$\sum_{n=1}^4 C_{rn}, \quad \sum_{n=1}^4 C_{gn}, \quad \sum_{n=1}^4 C_{bn} \dots\dots\dots(1)$$

そして、これをそれぞれGVRAMの赤、緑、青の各色対応のセグメントに格納すると、5階調化された絵がディスプレイされる。

(1)式を図-3の画像データに適用すると、次のようになる。即ち、

赤VRAM領域について考えた場合、各区域の赤データだけについて、表-1で階調を調べた上で、表-3に照合すれば、次のような過程を経てドット表示の位置がきまる。



これらを加えると、4画素分の8ビットデータが、次のように得られる。

```

○○○○○○○○● (01H)
○○○○○○○○○ (02H)
    
```

この結果、VRAM領域のセグメント&HB000内において、オフセット&H0000に01Hが、オフセット&H0050に02Hのデータが格納される。(図-4(b))

尚、このことから分かることは、オフセット &H1番地毎に5階調4画素分のデータが8ビット形式で一まとめに格納されていることである。

他の緑、青色に対しても、上と同じ要領で5階調4画素分のデータ格納の計算を行うのであるが、その結果は次の通りである。

緑色の場合は、

$$X (C_{g1})=00, \quad Y (C_{g2})=00, \quad Z (C_{g3})=10, \quad W (C_{g4})=20$$

であって、赤色の場合と全く同じだから、4画素分の8ビットデータは、

```

○○○○○○○○● (01H)
○○○○○○○○○ (02H)
    
```

である。この結果、VRAM領域のセグメント &HB800内において、オフセット&H0000に01Hが、オフセット&H0050に02Hのデータが格納される。(図-4(a))

青色の場合は、

$$X(C_{b1})=00, \quad Y(C_{b2})=00, \quad Z(C_{b3})=00, \quad W(C_{b4})=00$$

であるから、4画素分の8ビットデータは、

$$\begin{array}{cccccccc} \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & (00H) \\ \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & (00H) \end{array}$$

である。この結果、VRAM領域のセグメント &HA800内において、オフセット&H0000に00Hが、オフセット&H0050に00Hのデータが格納される。(図-4(c))

尚、 $N_1 \sim N_4$ のデータは空き領域であるから、画素表示には全く関係ない。

(a) 緑色のVRAM領域のデータ

セグメント	オフセット	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
B800	0000	01	C0	FF	70	FF	00	FC	FF	FF	FF	65	5D	76	FF	FF	FF
	0050	02	80	FE	B0	FF	00	FC	FB	BB	EA	2A	2E	3A	AA	AA	FF

(b) 赤色のVRAM領域のデータ

セグメント	オフセット	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
B000	0000	01	C0	FF	70	00	FF	FC	FF	FF	FF	55	5D	D5	FF	FF	FF
	0050	02	C0	FE	B0	00	FF	EC	FB	BF	FF	A2	AE	EA	FF	FF	FF

(c) 青色のVRAM領域のデータ

セグメント	オフセット	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
A800	0000	00	33	00	4F	03	00	01	F7	FF	F5	55	5F	55	FF	D5	5F
	0050	00	22	00	8F	03	00	02	AA	AA	AA	2A	AA	AA	BA	AA	AA

図-4 GVRAM内のデータ

VRAMメモリー上で、青は&HA8000セグメント、赤は&HB000セグメント、緑は&HB800セグメントのメモリー内に格納されるが、どのセグメントも、奇数行のドットに対応するメモリー番地の後方&H0050番地の離れた位置にあるメモリーが偶数行のドットを表示する。

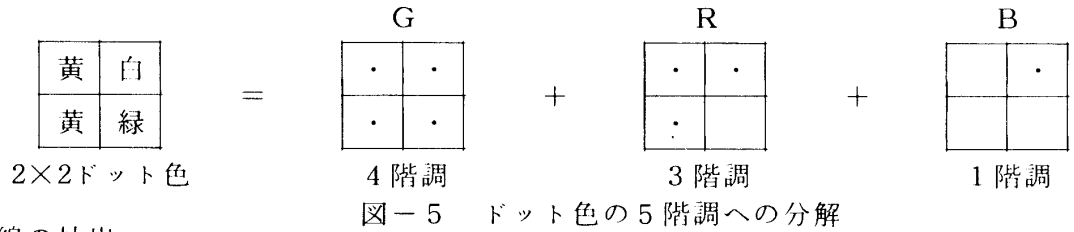
(3) POINT 命令による画像濃度の5階調化

POINT 命令で、ディスプレイのスクリーン座標上に表示されているドットの色のパレット番号<sup>3)</sup>を読み込み、これを表-4にもとづき、R,G,Bの各色に分解し、階調をきめる。尚、8色中8色モードのカラーを利用しているから、パレット番号=カラーコードである。

例えば、図-5に於て、左側の2×2ドットの4色をそれぞれ5階調に分解するには、表-4によって、

黄 → 1(G) + 1(R) + 0(B)  
 白 → 1(G) + 1(R) + 1(B)  
 緑 → 1(G) + 0(R) + 0(B)

となるから、図-5の右側が得られる。



(4) 輪郭線の抽出

POINT 命令でディスプレイ画面のカラードットのパレット番号を検出すると、例えば図-6の形式になる。

	0	1	.....	x	→ x	x+1	.....	509	510
0	0	5		7		7		7	7
1	1	0		7		7		7	7
↓									
y				(x,y)		(x+1,y)			
y+1				(x+1,y)		(x+1,y+1)			

図-6 ディスプレー画面のドット配置表

この図-6はディスプレイ画面の左上隅を原点とするドット配置表の一部を表すものである。入力映像の1画素は、ディスプレイでは、2x2ドットで表わされているから、画像4ドットの位置を表すx,y座標値は、ともに0,2,4,...の偶数値である。

色	カラー コード	V R A M		
		G	R	B
黒	0	0	0	0
青(B)	1	0	0	1
赤(R)	2	0	1	0
紫	3	0	1	1
緑(G)	4	1	0	0
水	5	1	0	1
黄	6	1	1	0
白	7	1	1	1

表-4 カラーコードのG,R,B各色数値への分解表

そして、次式のPOINT式で算出したカラーコードを、表-4を参照してg,r,b各色数値に分

解する。

$$\begin{aligned} C1 &= \text{POINT}(x, y) \\ C2 &= \text{POINT}(x+1, y) \\ C3 &= \text{POINT}(x, y+1) \\ C4 &= \text{POINT}(x+1, y+1) \end{aligned}$$

例えば、 $(X, Y) = (0, 0)(0, 1)(1, 0)(1, 1)$ で構成される4ドットについて考えた場合、

$$\begin{aligned} C1 &= \text{POINT}(0, 0) = 0 \\ C2 &= \text{POINT}(1, 0) = 5 \\ C3 &= \text{POINT}(0, 1) = 1 \\ C4 &= \text{POINT}(1, 1) = 0 \end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned} C2 &= 5 = 4(G) + 0(R) + 1(B) \\ C3 &= 1 = 0(G) + 0(R) + 1(B) \end{aligned}$$

であるところから、図-7を得る。

G	
0	4
0	0

R	
0	0
0	0

B	
0	1
1	0

図-7 色毎の階調値の集計表

ところで、この図より、G色は1階調、R色は0階調、B色は2階調、となっているところから、

$$K = 1 + 0 + 2 = 3$$

となる。また、

$$I = (X/2)_{x=0} = 0$$

$$J = (Y/2)_{y=0} = 0$$

であるところから、この $K=3$ の値を図-8の $(I=0, J=0)$ の位置に書き入れる。

この要領で、 $Y=0, 1$ に対して $X=0, 2, 4 \dots 510$ までのすべての $2 \times 2$ 画素に対する $K$ の値を求め、図-8の $J=0$ に対する横1行の $I=0, 1, 2 \dots 255$ までの中に格納する。

つづいて、 $Y=2, 3$ 行に対する $X=0, 2, 4 \dots 510$ 間の総ての $2 \times 2$ 画素に対する $K$ の値を求め、これらを図-8の $J=1$ に対する横1行の $I=0, 1, 2 \dots 255$ までの中に格納する。

				→ I				
		0	1	2	x/2			255
↓ 0	A	B	E					
J 1	C	D	F		K			

図-8  $2 \times 2$ 各画素の階調値の集計

図-8におけるA,B,C,Dは、図-6との関連において得られたものである。即ち、

- Aは、(0,0)–(1,1)間の4画素のKの値
- Bは、(2,0)–(3,1)間の4画素のKの値
- Cは、(0,2)–(1,3)間の4画素のKの値
- Dは、(2,2)–(3,3)間の4画素のKの値

となっている。

ここで、A,B,C,Dの数値を利用して、エッジ検出オペレーターの式として、

$$P(I, J)^{i=0, j=0} = \sqrt{(A-D)^2 + (B-C)^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

を立てる。この式の計算値はすべて対象になっている4ドット方形の左上隅に当たる位置に置く。従って、いまの場合はAの位置に書き込む。続いて一つ右に移動して、B,F,E,Dについて(1)の式を適用し、その結果をBの位置に書き込むようにして、以下 I=255になるまでこの計算を繰り返す。

そして、 $P(I, J) > \text{しきい値}$  の時は、白色

$P(I, J) \leq \text{しきい値}$  の時は、黒色

で、図-6内の(2)の計算式に対応する位置、すなわち左上隅が $(X, Y) = (2 \times I, 2 \times J)$ となる場所の $2 \times 2$ の4画素がペイントされる。

図-6のすべてのドットに対する計算が終了したら、図-8のJ=1行のデータのすべてをそのままJ=0行の相対応する位置に転送する。そして、あらためて図-6のY=4,5行に対するパレット番号に対して、上と同じ処理を繰り返す。

一般に、 $(X, Y) - (X+1, Y+1)$ 間の4画素に対するKの算出は、まず、

$$C1 = g1 + r1 + b1$$

$$C2 = g2 + r2 + b2$$

$$C3 = g3 + r3 + b3$$

$$C4 = g4 + r4 + b4$$

の計算を行ない、 $g=4, r=2, b=1$ の値が見つかったら、図-9内の該当位置に1を、そうでなければ0を書き入れる。

G	R	B												
<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>g1</td><td>g2</td></tr> <tr><td>g3</td><td>g4</td></tr> </table>	g1	g2	g3	g4	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>r1</td><td>r2</td></tr> <tr><td>r3</td><td>r3</td></tr> </table>	r1	r2	r3	r3	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>b1</td><td>b2</td></tr> <tr><td>b3</td><td>b4</td></tr> </table>	b1	b2	b3	b4
g1	g2													
g3	g4													
r1	r2													
r3	r3													
b1	b2													
b3	b4													

図-9 色毎の階調値を求める為の表

図-9から、各色毎の階調値をもとめ、これらを合計して得た数値を図-8の仮の配列表に書き込む。例えば、R,G,Bそれぞれの階調値をKr, Kg, Kbとして、

$$K = Kr + Kg + Kb$$

を求め、これを図-8内の $(x/2, 1)$ の位置に書き入れる。

このようにして、対象となる画像を構成するすべてのドットに対して、繰り返し処理すれば、輪郭線の抽出ができる。

#### 4. 実験結果

実験の対象物に5インチのフロッピー・ディスク（図-10）を選び、この画像をディスプレイして輪郭線を求めた結果を図-11に示しておく。

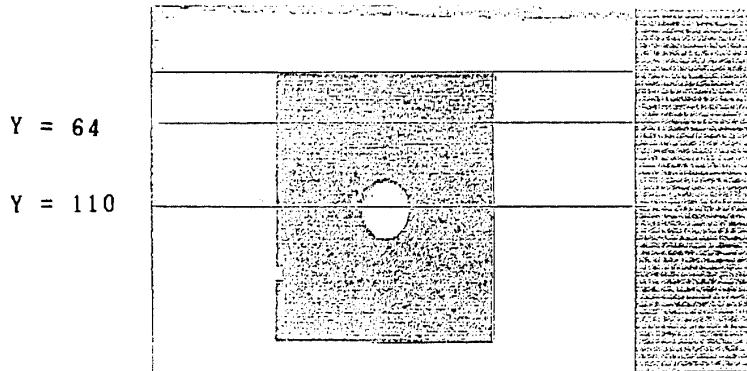


図-10 フロッピー・ディスクの画像

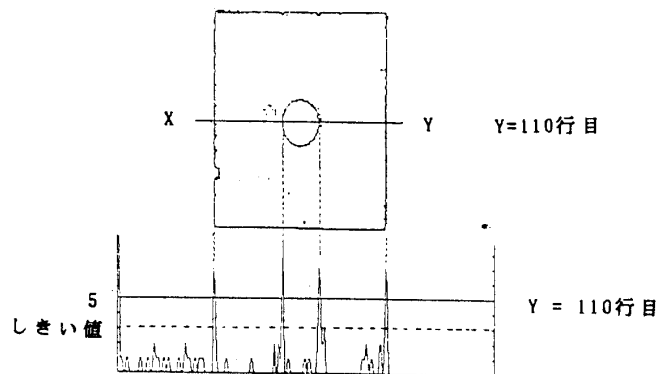


図-11  $\sqrt{(A-D)^2+(B-C)^2}$  による輪郭抽出

#### 5. まとめ

POINT 命令でディスプレイ画面の画素のパレット番号の抽出の利用による2×2画素の5階調表示の画面作成の理論構成による画面表示，並びにこの画面上の輪郭線抽出の理論に基づく実験を行った結果について述べたが，ほぼ満足のいく結果を得ている。

#### 【参 考 文 献】

- 1) NEC PC-9801VM2ユーザーズ・マニュアルP.293
- 2) カラービデオ画像高速取り込みメモリボード取扱説明書，日本ボードコンピュータKK
- 3) NEC PC-9801VM2ユーザーズ・マニュアルP.110
- 4) NEC PC-9801VM2リファレンス・マニュアルP.238
- 5) 石田 慎治：卒業研究論文“画像の輪郭線抽出の研究”（1988）

謝辞

輪郭線抽出の研究の卒業研究<sup>5)</sup>に協力してくれた石田慎治君に謝意を表します。