

ダイナミックパターン発生法による多色画像の符号化

正員 石井 郁夫[†] 正員 加賀屋芳美[†]
 正員 大和 淳二[†] 正員 牧野 秀夫[†]

A Coding Method of Multicolored Images Using Dynamic Pattern Generator

Ikuo ISHII[†], Yoshimi KAGAYA[†], Junji YAMATO[†] and Hideo MAKINO[†], Members

あらまし 多色画像の符号化方式としてモザイク方式やジオメトリック方式などが用いられているが、より忠実な画像表現を実現するため、ダイナミックパターン発生法を提案する。原画から色境界線を抽出した後、それを小ブロックに分割し、ブロックごとにパターンコードを生成する。このとき、隣接する符号化済みブロックとの色境界線の接続状態の違いごとに異なったパターン群を定義しておくことにより、限られた符号量で多様なパターンを生成できる。出現頻度の高いパターンを4ビット、低いパターンを8ビットの符号で表した場合、約9,500種のパターンを準備することができる。実際に出現するパターンの約90%が4ビットのパターンになるので、効率の良い符号化が実現する。また、色境界パターンによって分割された色の指定に関しても、隣接ブロックとの接続関係で決定できない色のみを指定すればよいので、色指定情報は全符号量の10%未満に過ぎない。準備できるパターン数が極めて多いので、原画との差異があまり目立たない忠実な画像が復元できる。

1. ま え が き

色境界線が明確で、制限された色数で表現された多色画像は、データ量が自然画像より少なく取扱いが容易であることから、ビデオテックスやテレテキストなどで大きな役割を担っている⁽¹⁾⁻⁽³⁾。多色画像を効率良く伝送・蓄積するために、モザイク方式⁽²⁾、ジオメトリック方式^{(4),(5)}、DRCS⁽¹⁾などいくつかの符号化方式が実用化されている。モザイク方式やDRCSは数十種類のパターンで画像表現を行うので精巧な表現は困難であるが、文字と同様な符号化・復号・表示が可能で、端末装置の負担が軽い特長がある。ジオメトリック方式はコンピュータグラフィックスの描画技術を応用した方式で、符号化効率は高いが精巧な表現や符号化手続きなどに問題が残る、改良が進められている^{(6),(7)}。

多色画像符号化方式の条件として、高い情報圧縮率、高画質ならびに高速復号処理が望まれる。モザイク方式と同様の図形要素符号化で、限られた符号量で多様

なパターンの定義ができれば、より精巧な画像表現が高圧縮率で実現できる。そこで、周辺の符号化済み領域の情報を参照して多くのパターンを生成する方法を提案する。本方式は画像をブロックに分割し、ブロックごとにパターン符号を生成する。しかし、モザイク方式のようにパターンとその識別符号を1対1に対応させず、隣接ブロックとの色境界線の接続状態ごとに独立したパターンセットを用意する。同一パターンコードでも色境界線接続状態によって異なるパターンを生成するので、この方式をダイナミックパターン発生方式と呼ぶ。受信側では計算処理による復号を行わず、文字パターン発生器やモザイク方式と同様に、CRT端末上でダイナミックパターン発生器による走査実時間復号を行うことができる。

2. 符号化方式

2.1 色境界線のブロック化

ダイナミックパターン発生法は色境界の明確な多色画像を対象とした画像表示法である。原画を画素ごとに走査し、上下および左右の画素間で色が異なる部分のそれぞれ下および右の画素を色境界画素列として抽

[†] 新潟大学工学部, 新潟市
 Faculty of Engineering, Niigata University, Niigata-shi, 950-21 Japan

出する。図1(a)の太線の色境界線に対して○印の画素が抽出される。但し、右斜め上の境界画素連結の場合は同図◎印の画素を追加し、隣接画素間をすべて上下左右の4連結チェーンとする。色境界画素列から色境界線の復元は、同図(b)のように境界画素の上と左に境界線を仮定し、そのうちの連続した境界線を選択する。但し、図2(a)のような1画素間隔の平行色境界線は、同図(b)のように復号時に元の境界線の判別ができないので禁止する(制限1)。

抽出された色境界線画像を $n \times n$ 画素のブロックに分割し、各ブロックの色境界パターンを上を行から列順に符号化する。図3に $n=4$ のブロックの例を示す。符号化対象ブロックを X とし、X の上および左のブロック A, B からの色境界画素の接続状態を参照して X のパターンを決定する。色境界画素列中、右または下のブロックへ接続する直前の画素を接続点と呼ぶ。図3では画素 a_1, b_1, c_1 および d_2 が接続点である。A, B は符号化済みブロック、C, D は未符号化ブロックであるから、 a_1 および b_1 を X の入力接続点、 c_1 および d_2 を X の出力接続点と呼ぶ。 $a_0 \sim a_3$ を一括して a 接続部と呼ぶ。 b, c, d 接続部も同様である。 c_3, d_3 は同一画

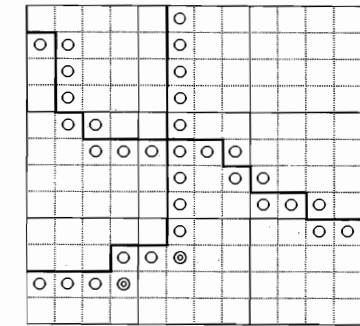
素であり、C ブロックへの接続時に c_3 、D ブロックへの接続時に d_3 を接続点とする。

2.2 色境界パターンの符号化

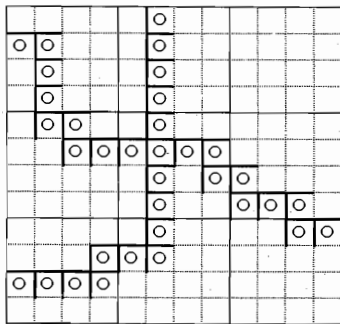
X の符号化時は、a, b 接続部の接続点が既知であるから、入力接続点のすべての組合せの各々に対して、一定の符号量で識別しうる数の色境界パターンを定義しておくことができる。色境界画素列のブロック化の結果、各ブロックの入出力接続点が求められる。あらかじめ入力接続状態ごとに定義しておいた複数の色境界パターンとのマッチングにより近似パターンを決定し、その識別符号を出力する。従って、符号器側では入力接続状態を検索入力とし、定義しておいた複数の色境界パターンを出力する形式のテーブルを用意する。一方復号器側では、復号済みの上および左ブロックの接続点情報と、復号ブロックのパターン符号を入力し、該当パターンを出力する形式のテーブルを用意する。

2.3 色情報の符号化

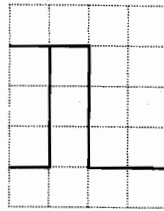
本方式では色境界線パターン情報と色情報を分離して扱う。各ブロックの色境界線パターンにより、符号化済みの上および左ブロックからの色の接続状態が既知となる。このとき図4の斜線部のように隣接ブロックとの接続関係で決定できない色情報のみをその都度追加する。1ブロックに複数の色を追加する場合は、一定の順序で指定する。復号器側へは追加色符号列を色境界線パターン情報に先立って一括して与えておく。色境界線パターンから追加色の有無および追加色数を



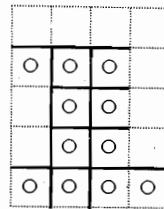
(a) Sampling of color boundary pixels



(b) Reconstruction of color boundary lines



(a)



(b)

図2 禁止パターンの例

Fig. 2 An example of forbidden pattern.

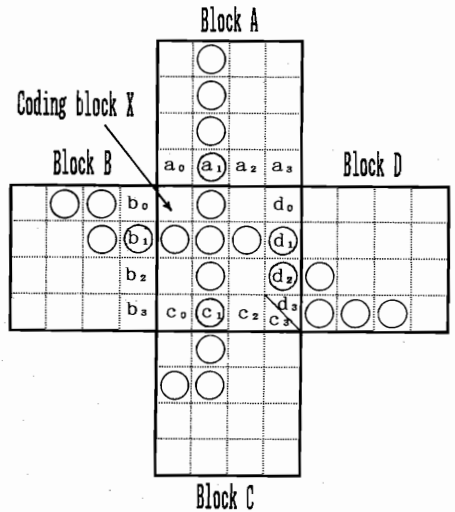


図3 接続部と接続点

Fig. 3 Joining parts and joining points.

図1 色境界線と境界画素

Fig. 1 Color boundary lines and boundary pixels.

判断して追加色符号を読み出し、周辺ブロックからの接続色と共に参照してカラーパターンを復元する。

2.4 符号器

符号器の主な構成要素は、原画像メモリ、ブロックデータメモリ、パターンテーブル、パターン比較部および追加色処理部である。原画像をブロック化し、ブロックごとの色境界線データ、色境界線接続状態符号および接続色符号をブロックデータメモリ上に生成する。ブロックごとの *a*, *b*, *c*, *d* 接続状態符号をパターンテーブルに入力して、その接続状態について定義されている複数パターンを順に読み出しパターン比較部に入れる。パターン比較部では符号化ブロックの色境界線データとのマッチングによりパターン符号を生成する。更に追加色処理部にパターン符号と接続色符号を入力して追加色符号を生成する。

2.5 復号器

本方式では、表示実時間で復号し表示するハードウェアを構成することができ、文字表示端末やモザイク方式端末と同様にフレームメモリを用いずに復号表示が可能である。この復号ハードウェアをダイナミックパターン発生器と呼ぶ。図5に構成図を示す。CPUまたは通信インタフェースを介して、表示する画像データをパターン符号メモリ (PM) および追加色メモリ (SCM) に書き込んでおく。復号はCRTコントローラの表示位置アドレスに同期して行う。表示画素アドレスに対応するブロックのパターン符号をPMから読み出し、復号テーブル (DT) へ送る。DTにはこのほかに *a*, *b* 接続部メモリ (JDM) からの色境界線接続状態符号およびCRTCからの走査線番号を入力して、表示画素の色参照符号 (*a*, *b* 接続部の色および追加色中から各画素がどの接続領域の色を参照するかを識別する符号)、追加色数および *c*, *d* 色境界線接続状態符号を出力する。追加色数はSCMのアドレスカウンタ (CNT) を駆動し、必要数の追加色をSCMから読み出して参照色レジスタ (RCR) に入れる。RCRにはJDMからの接続色符号も

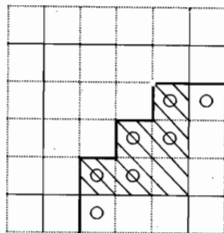


図4 追加色の例
Fig. 4 An example of additional color.

書き込まれる。DTからの表示画素の色参照符号は、RCRのデータが確定するまでの遅延を与えて、色復元部 (CD) に送る。CDでは色参照符号で指定した色をRCR中から選択して出力する。なお、RCRからは表示画素の色参照符号の他に *c*, *d* 接続色符号も出力し、JDMに送って後続ブロックの *a*, *b* 接続色として参照する。従ってJDMは *a* 接続部として1行分、*b* 接続部として左1ブロック分の色境界線接続状態符号と接続色符号を記憶する。

2.6 縁取り線の処理

多色画像では色境界に縁取り線のある画像を取り扱う場合がある。縁取り線幅が1画素の場合、原画像の縁取り線自身を色境界線として4連結チェーンで抽出する。縁取り線を含む画像では、抽出された色境界線に対して縁取り線の表示の有無およびその色を縁取り線情報として与える。色の接続関係と同様に、周辺ブロックとの接続関係で縁取り線情報を後続ブロックへ伝える。周辺ブロックとの接続関係で決定できない縁取り線情報は、追加色と同様に処理する。

3. パターンの定義

3.1 ブロックサイズ

接続状態ごとに定義可能なパターン数は符号長で決まるので、ブロックサイズを大きく、符号長を短く設定すると符号量が削減されるが近似誤差が増大する。図7, 8に示す640×400画素の多色画像で近似誤差が

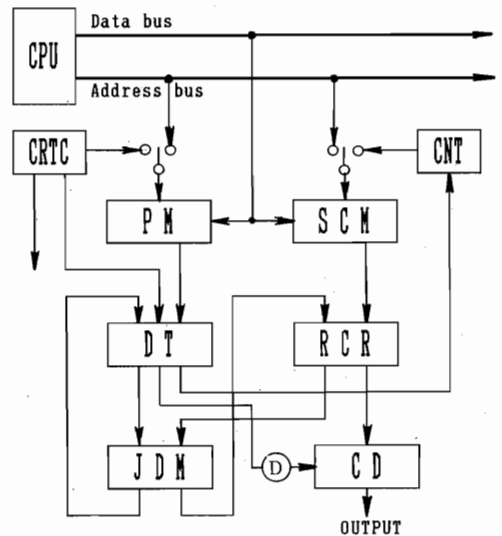


図5 ダイナミックパターン発生器
Fig. 5 Dynamic pattern generator.

ほとんど目立たない復号画像を得るには、復号画と原画の色境界線の誤差距離をほぼ1画素以内に押える必要がある。そのために、ブロックサイズ n が大きい場合には膨大な数のパターンを用意しなければならない。一方、設定したパターンの出現頻度には大きな偏りがあり、特に色境界線のない単一色パターンおよび入出力接続点数2のパターン(1本の色境界線がブロックを通過する場合)で著しく高く、パターン識別に可変長符号を用いる必要がある。さまざまなブロックサイズに

ついて検討したが、近似誤差の抑制、設定パターン数および取扱いの容易な可変長符号の設定などを考慮すると、図3に例示した $n=4$ で最も有効なパターン設定と符号割当てが実現できたので、以下にパターン定義と符号割当ての詳細を述べる。

3.2 パターンの分類

限られた符号量で有効なパターンが定義できるように、1ブロックの最大接続点数を4に制限する(制限2)、制限1および制限2を満足しない色境界線が生じた場合は、条件を満たすように境界線を変更して近似する。 $n=4$ の場合では、この変更は画質に大きな影響は与えない。これらの制限により、 a 接続部でとりうる接続点は表1のA0~AAの8状態になる。 b, c, d 接続部についても同様である。1ブロックのパターンは、 c, d 接続部の接続状態各8状態(3ビット)と、何種類かの入出力接続点間の色境界線接続状態で表現できる。そこで基本的なパターン符号長を8ビットに設定する。

前述のように、単一色パターンおよび入出力接続点数2のパターンは出現頻度が高いので、可能な限り4ビット符号を割り当てる。また、これらとは別に復帰改行(CR/LF)、TAB、NULLの制御符号(各4ビット)を用いて高能率化を図る。CR/LFは、当該ブロッ

表1 a 接続部の組合せ (1は接続点)

| a_3 | a_2 | a_1 | a_0 | 接続記号 |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | A0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | A1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | A2 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | A4 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | A5 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | A8 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | A9 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | AA |

b, c, d 接続部にも同様にB0~BA, C0~CA, D0~DAの接続記号を付す。

表2 パターンコード割当て例

| (1) 入力接続点なし | | | (2) 入力接続点数1 | | | (3) 入力接続点数2 | | |
|-------------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
| 出力接続点 | コード | | 出力接続点 | コード | | 出力接続点 | コード | |
| 0点 | C0, D0 | \$0 | 1点 | C0, DX | \$0-3 | 0点 | C0, D0 | \$0-2 |
| | NULL | \$1 | | CX, D0 | \$4-7 | | 1点 | C0, DX |
| | C/R | \$2 | 2点 | C0, DY | \$80-87 | CX, D0 | | \$70-AF |
| | TAB | \$3 | | CY, D0 | \$88-8F | 2点 | C0, DY | \$B0-BF |
| 2点 | C0, DY | \$40-47 | 3点 | C1, DX | \$90-9B | | C1, DX | \$D0-DB |
| | CY, D0 | \$48-4F | | C2, DX | \$9C-A7 | C2, DX | | \$DC-E7 |
| | C1, DX | \$50-64 | | C4, DX | \$A8-AF | C4, DX | \$E8-F3 | |
| | C2, DX | \$65-71 | | C8, DX | \$B0-B7 | C8, DX | \$F4-FF | |
| | C4, DX | \$72-7B | 3点 | C5, DX | \$B8-C3 | (4) 入力接続点数3 | | |
| C8, DX | \$7C-7F | C9, DX | | \$C4-CF | 出力接続点 | コード | | |
| 3点 | C5, DX | \$80-8F | | CA, DX | \$D0-DB | 0点 | C0, D0 | \$00-0F |
| | C9, DX | \$90-9F | CX, D5 | \$DC-E7 | 1点 | C0, DX | \$10-4F | |
| | CA, DX | \$A0-AF | CX, D9 | \$E8-F3 | | CX, D0 | \$50-8F | |
| | CX, D5 | \$B0-BF | CX, DA | \$F4-FF | | — | \$90-FF | |
| | CX, D9 | \$C0-CF | (5) 入力結合点数4 | | | 出力接続点 | コード | |
| CX, DA | \$D0-DF | 0点 | C0, D0 | \$0-\$F | | | | |
| 4点 | C5, DY | \$E0-E8 | | | | | | |
| | C9, DY | \$E9-F1 | | | | | | |
| | CA, DY | \$F2-FF | | | | | | |

注: CXはC1, C2, C4, C8を、CYはC5, C9, CAを一括して表示したもの、DX, DYも同様。

クより右側のブロックで入出力接続点がなく単一色である場合に用いる。TABは当該ブロックから右側8ブロックの間、単一色が連続することを示す。NULLは8ビットと4ビットの符号が混在するデータの取扱いを容易にするために設ける。

入出力接続状態ごとに設定したパターン符号を表2に示す。1部4ビット符号を用いたことと制限2により、各状態ごとに設定可能なパターン数が異なる。4ビット符号を割り当てたパターンを以下に示す(出力接続点の記号については表1参照)。

- ・(1)の出力接続点数0のC0, D0(色境界線のない単一色パターン)および制御符号の場合。
- ・(2)の出力接続点数1および(3)の出力接続点数0の場合:入出力接続点数2で出現頻度が高い。
- ・(5)の場合:8ビット256パターンの割当てが可能であるが、実現可能なパターンが少ないため。

なお、(1)の出力接続点数2の場合は入出力点数が2になり出現頻度が高いが、二つの出力接続部の状態を表現する必要があるため4ビット化は不可能である。また、(4)の出力接続点数1の場合は実現できる接続状態数が少なく\$90-FFの割当ては必要ない。結局、この割当て法により定義可能なパターンの総数は9,526種になった。

3.3 パターンの自動生成

登録可能なパターン数が多いので、ここでは一定の規則に従って自動生成した後、必要数を選択した。入出力接続点を与えられるとブロック内のいくつかの画素の参照色が決定できる。図6に入出力接続点数2, 3, 4の場合の例を示す。接続点(○印)の色境界線から各接続部の色の分類ができる。数字は参照色の識別のために付した。この結果、参照色が決定できない画素(図5の空白画素)を周囲の参照色で埋めることによってできる全パターンを生成する。そのうち制限1を満足しないパターンを除外する。残ったパターンが設定可能数より多い場合は出現頻度および近似誤差を考慮し必要数を選択する。

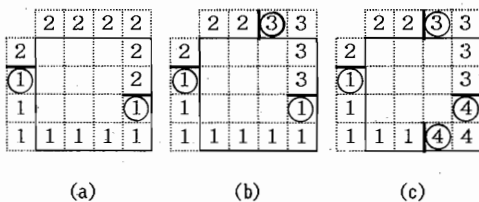


図6 パターンの自動生成

Fig. 6 Automatic generation of color patterns.

4. 実験結果

本方式の特性を明らかにするために、乱数を用いた多色画像(図7に一例を示す)ならびに図8の画像による実験を行った。原図と復号図間に目立った差異が見られなかったので復号図のみを示した。いずれも画素数は640×400、4ビット16色表示である。表3に実験結果を示す。乱数による画像は画像の複雑さを示す色境界線画素数の異なる5種類(A~E)について示した。図7はデータEの画像である。

表3では、まず全ブロック数16,000を色境界線発生ブロックと色境界のないブロックに分け、発生度数と全ブロックに対する割合を示し、色境界のないブロックの発生率が高率であることを示した。更に色境界線発生ブロック中を接続点数2のブロックとそれ以外のブロックに分け、前者が極めて高率であることを示した。また、色境界のないブロックをTAB, CR/LF表現ブロックとそれ以外のブロックに分類して該当ブロッ



図7 復号画像例(1)

Fig. 7 An example of decoded picture (1).



図8 復号画像例(2)

Fig. 8 An example of decoded picture (2).

表3 符号化特性

| データ記号 | A | B | C | D | E | 図8 |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 色境界画素数 | 6738 | 8393 | 10071 | 14022 | 21267 | 7011 |
| 色境界線発生ブロック数 | 2519(15.7) | 3118(19.5) | 3639(22.7) | 4764(29.8) | 6897(43.1) | 2064(12.9) |
| 接続点数2のブロック | 2376(14.8) | 2881(18.0) | 3319(20.7) | 4128(25.8) | 5607(35.0) | 1914(12.0) |
| それ以外のブロック | 143(0.9) | 237(1.5) | 320(2.0) | 636(4.0) | 1290(8.1) | 150(0.9) |
| 色境界のないブロック数 | 13481(84.3) | 12882(80.5) | 12361(77.3) | 11236(70.2) | 9103(56.9) | 13936(87.1) |
| TAB表現ブロック | 8320(52.0) | 7208(45.0) | 7096(44.4) | 6272(39.2) | 2968(18.6) | 6792(42.5) |
| CR/LF表現ブロック | 1771(11.1) | 2187(13.7) | 1451(9.1) | 263(1.6) | 436(2.7) | 4966(31.0) |
| それ以外のブロック | 3390(21.2) | 3487(21.8) | 3814(23.8) | 4701(29.4) | 5699(35.6) | 2178(13.6) |
| パターンコード発生ブロック数 | 7047(44.0) | 7591(47.4) | 8427(52.7) | 10322(64.5) | 13038(81.5) | 5190(32.4) |
| 4ビットコードのブロック | 6498(40.6) | 6881(43.0) | 7566(47.3) | 8986(56.2) | 10768(67.3) | 4820(30.1) |
| 8ビットコードのブロック | 549(3.4) | 710(4.4) | 861(5.4) | 1336(8.3) | 2270(14.2) | 370(2.3) |
| 追加色発生ブロック数 | 469(2.9) | 608(3.8) | 711(4.4) | 1045(6.5) | 1663(10.4) | 276(1.7) |
| 総符号量(bits)(%) | 32280(100.) | 35688(100.) | 40036(100.) | 50948(100.) | 68056(100.) | 23348(100.) |
| パターンコード(bits) | 30384(94.1) | 33204(93.0) | 37152(92.8) | 46632(91.5) | 61232(90.0) | 22240(95.3) |
| 色コード(bits) | 1896(5.9) | 2484(7.0) | 2884(7.2) | 4316(8.5) | 6824(10.0) | 1108(4.7) |
| 平均符号量(bits/block) | 2.02 | 2.23 | 2.50 | 3.18 | 4.25 | 1.46 |
| 境界線符号量(bits/pel) | 1.82 | 1.82 | 1.79 | 1.74 | 1.72 | 1.39 |
| 平均誤差(pel/block) | 0.65 | 0.65 | 0.67 | 0.60 | 0.75 | 0.50 |

(ブロック数を示す欄の()内の数値は、全ブロックに対する割合(%)を示す)

ク数を示した。TABの場合、1符号(4ビット)で単一色8ブロック分が表現される。CR/LFの場合は符号発生ブロックとその右側に存在するブロックの総数を示した。それ以外のブロックは単独で単一色を発生したブロックの総数を示す。

パターンコード発生ブロック数はTAB、CR/LFを含め何らかの符号を発生したブロックの総数である。パターンコードを発生しないブロックはTAB、CR/LFにより一括表現されたブロックである。更にパターンコード発生ブロックを符号長4ビットと8ビットに分けて、4ビット符号の出現率が極めて高いことを示した。また、追加色発生ブロック数ならびに総符号量をパターン符号と色符号に分類した値を示し、色の接続関係利用の有効性を示した。平均符号量は全ブロックに対する平均ビット数、境界線符号量は色境界線を発生したブロックの符号量を色境界線画素数で除した値である。平均誤差は各ブロックで発生した誤差の総和を色境界線発生ブロック数で除した値である。

5. 考 察

本方式では、色境界線の2次元的な接続関係を利用し、少ない符号で多数のパターンが発生できるので、

ブロックパターン発生方式であるにもかかわらず近似誤差の極めて少ない画像が得られた。また、色境界のないブロックおよび接続点数2のブロックの和は全ブロックの90%以上を占め、これらに4ビット符号を割り当てたこと、ならびにTABおよびCR/LFの効果が符号量圧縮に大きく寄与している。更に、色情報に関しても2次元的な接続関係を利用しているため、全符号量に占める色符号の割合が5~10%になった。

パターン符号の符号量は、モザイク方式のパターン符号(CEPT)と比較した場合、図8の画像で0.79倍、画像AとEでそれぞれ1.1倍、2.2倍であるが、本方式は9,526種のパターンが定義されているので、画質は比較にならないほど良好である。従って、符号化特性は画質の類似したホットグラフィック方式と比較した方が適当と思われる。圧縮形のホットグラフィック方式である1次元ランレングス方式との比較では、図8の画像で0.17倍、画像AとEでそれぞれ0.21倍、0.25倍であった。これも本方式が色境界パターンと色の識別の双方で2次元的な接続関係を利用している効果と考えられる。

境界線符号量は、境界線1画素当たり1.7~1.8ビット程度であり、境界線部分だけを分離して比較してもゾー

ン符号化法⁽⁸⁾やEWE符号化法⁽⁹⁾などの高能率描画像符号化法に匹敵する符号化性能が得られる。画像A~Eの乱数図形のように関数近似などで表現しにくい複雑な色境界線も容易に高能率表現できる点も本方式の特長の一つである。

本方式の欠点は完成された画像に対してのみ適応可能である点で、符号化後の部分的な変更はその影響が後続ブロックに及ぶので不適当である。従って、1部のブロックの移動やパターンの部分的変更による擬似動画表現は直接的にはできないが、背景と移動パターンの重ね合せなどの手段で解決する方法がある。

6. む す び

限られた符号量で多様なパターンの生成が可能なダイナミックパターン発生法を提案し、多色画像の符号化特性を示した。モザイク方式などの固定パターン発生法とは比較にならないほど忠実な画像表現が可能になった。ブロック相互の色の接続状態を参照して色パターンを生成するので、特に色情報の圧縮効率が高く、全符号量の1割未満で表現可能であることが判明した。パターンコードに関しても、約90%が4ビット符号で表現可能であり高能率である。また、文字パターン発生方式と同様に復号画像用のフレームメモリをもたない端末でも、走査実時間で復元・表示する復号ハードウェアが構成できる特長を有する。

今後の課題は、更に適切な描画制御情報を追加し、符号化効率の向上を計ること、復号ハードウェアがより簡単な構成で実現するように符号化方式の改良を行うことなどであり、検討を進めている。

文 献

- (1) 尾上守夫：“画像処理ハンドブック”，pp. 659-671, 昭晃堂(昭62).
- (2) 浅野正一郎：“公衆画像通信の技術と標準化”，PIXEL, 22, pp. 60-66, (昭59-07).
- (3) 寺西俊晴, 大島 孝, 堀口真寿：“ビデオテックス用文字・図形情報入力編集方式”，信学論(D), J69-D, 3, pp. 391-399 (昭61-03).
- (4) K. Ramachandran：“Coding method for vector representation of engineering drawings”, Proc. IEEE, 68,7, pp. 813-817 (July 1980).
- (5) 鈴木優一：“NAPLPS/テリドン—新しい図形文字通信の標準”，PIXEL, 22, pp. 74-89 (昭59-07).
- (6) 秦 淑彦, 富田 悟, 大西良一, 中田正矩：“多色画像の図形コマンド符号化方式”，信学論(D), J71-D, 2, pp. 306-314 (昭63-02).
- (7) 星野肇夫, 小倉健司, 川久保秀二：“ラン端点の線近似によるカラー図形符号化”，信学論(D), J68-D, 4, pp. 615-622 (昭

60-04).

- (8) 岸本登美夫, 佐藤裕一, 釜江尚彦：“描画像信号のゾーン符号化法”，信学技報, IE82-68 (1981-12).
- (9) 富永英義, 藪崎正美, 恩田良以：“テレライティング通信のための描画像の統計的性質を考慮した符号化方式Elastic Window Encoding”，信学論(D), J68-D, 4, pp. 631-638 (昭60-04).

(昭和63年4月4日受付, 7月4日再受付)



石井 郁夫

昭38新潟大・工・電気卒, 昭39新潟大・工・電子助手, 昭42同講師, 昭46同助教, 現在同情報助教授, 立体画像の表示・入力, 音声・画像・図形の符号化などの研究に従事, 工博(東工大), 情報処理学会会員。



加賀屋 芳美

昭61新潟大・工・情報卒, 昭63同修士課程了, この間, 画像および図形符号化に関する研究に従事, 同年三菱電機入社。



大和 淳二

昭22東北大・工・電気卒, 同年通信省入省, 昭56新潟大・工・情報・教授, 工博, この間, 電子交換方式, 画像処理, 3次元情報入出力などの研究に従事, 日本ME学会, 画像電子学会, 日本医療情報学会会員。



牧野 秀夫

昭51新潟大・工・電子卒, 昭53同大学院修士課程了, 昭54新潟大・工・情報・助手, 現在に至る, この間昭58より1年間, 情報処理関係内地研究員として北大・応電研・生体制御部門においてマイクロプロセッサを中心とした心臓ペースメカおよび植込み型除細動器の研究に従事, 工博, 情報処理学会, 日本ME学会, 日本医療情報学会, 日本人工臓器学会, IEEE各会員。