

## 2 値文書画像の符号化方式

### 4L-2

齊藤智昭、田中 敦、風間成介  
三菱電機(株)

#### 1. はじめに

ワークステーションにおいて文書検索をする場合、ディスプレイ上で検索をし、必要に応じてそれを、プリンタに出力する必要がある。イメージリダから入力された文書画像は、2値のビットマップとして保存され、メモリの節約のために画像符号により、1/10~1/30程度に圧縮され保存される。

文書画像は、検索後にプリンタ出力できるように、プリンタの解像度(16ドット/ミリ)の画像を符号圧縮し保存される。画像検索をするためには、ディスプレイの解像度(4ドット/ミリ)の検索用画像を得る必要があり、従来の方法では、16ドット/ミリの復号化処理をし、それを解像度変換して、4ドット/ミリの文書画像を得るか、もしくは、ディスプレイ出力用の画像符号化データを別に持っていた。今回提案するHL(Hierarchical Line)符号は、16ドット/ミリの2値文書画像の符号化データの中に4ドット/ミリの文書画像の符号化データを合わせ持ち、ディスプレイ上での検索時には、4ドット/ミリの文書画像を、必要に応じて16ドット/ミリの文書画像を復号化しプリンタに出力し、利用することができる。

また、文書画像特有のパターンに着目し4ドット×4ドットの矩形単位に良質近似することにより、雑音除去の効果を持つ。以下では、HL符号の構造、MOLD理論、画質近似、圧縮率について述べる。評価に使用する画像を、表1に示す。4枚のテスト画像にNo. 1~4のナンバを付けて使用する。画像データは、256階調データであり、これを2値化して利用している。

テスト画像No.	CCITTテストチャートNo.	フクシマリデジタル標準画像登録番号
No. 1	No. 1	Vol. 4, No. 6
No. 2	No. 4	Vol. 4, No. 7
No. 3	No. 5	Vol. 4, No. 8
No. 4	No. 7	Vol. 4, No. 9

データの解像度はすべては16ドット/ミリ。

表1 テスト画像No. について

Coding for Binary Document Images,  
Tomoaki SAITO, atsushi TANAKA, sigeyuki KAZAMA  
Mitsubishi Electric Corp.

#### 2. MOLD理論[1]

「2値線画像を $n \times n$ の矩形(以下これをメッシュと呼ぶ。)に分割する。この時、画像に出現する線と線間の幅が、 $n$ より太いという仮定のもとでは、 $n \times n$ メッシュに出現するパターンは、ある特定のパターン(以下、これを合法パターンと呼ぶ。)だけで表現できる」というものである。

#### 3. HL符号

HL符号では、 $n=4$ の場合のMOLD理論を利用する。 $n=4$ の場合の合法パターンの数は、全パターン $2^{16}$ 個に対し、256個である。 $n=4$ を使うことにより、次の利点がある。

○各メッシュデータは16(=4×4)ビット、出現頻度の低い合法パターンを類似する合法パターンで近似して合法パターンを256個に押さえることにより、合法パターンを8ビットで表現でき、コンピュータで扱いやすい。

○画像の全メッシュを合法パターンのみで表現すると $1/2$ (=8/16)のデータ圧縮がされる。

実際の画像では、解像度、線の交点、雑音などにより、上記の仮定を充たさない部分が必ずあり、これを、類似する合法パターンで、近似して表現する。この時、交点などの近似は、あまり目立たなく、雑音であるドットを取り除けることから、画質改善が可能となる。

表2は、16ドット/ミリの文書画像を4×4メッシュに分割した場合に出現するメッシュパターンの出現確率を示している。全体の80%以上が全白メッシュであり、全白メッシュを除いた場合の合法パターンの出現率は、90%以上である。HL符号では、全白メッシュ情報を省略し、他のメッシュを合法パターンで表すことにより、データ圧縮をする。

#### <符号化>

図1に、符号化の概略を示す。

○16ドット/ミリ文書画像を4×4メッシュに分割する。

○メッシュが全白なら白の1ドット、それ以外のメッシュを黒の1ドットとして、解像度変換した4ドット/ミリの画像を作る。

○4ドット/ミリ画像をランレングス符号化する。

(例えばMH符号化)

○全白メッシュ以外のメッシュをスクランブル方向出現の順に合法パターンに置き換えて記憶する。

<復号化>

ディスプレイ検索時:

○ランレングス符号化された4ドット/ミリ画像データのみを取り出し、ランレングス復号化をする。

プリンタ出力時:

○残りのメッシュデータを転送し、4ドット/ミリ画像ランレングスを参考にして、スクランブル方向順に白ランには全白メッシュを、黒ランには合法パターンを割り付けてることにより、16ドット/ミリ画像を復号化する。

4. 画質評価

図2において近似の例を示す、(a)では、合法パターン近似によりヒゲがとれ良質近似され、(b)では、滑らかさがなくなり、画質劣化が起きている。

5. 圧縮率

表2において、MH符号と圧縮率の比較をする。MH符号に比べ、HL/MH≒1.4倍程度の圧縮率を得ていることがわかる。

6. おわりに

以上のように今回提案したHL符号を使用することにより、プリンタ出力画像とディスプレイ出力画像を統一的に符号圧縮して扱うことができ、ワークステーション上での文書検索が効率的に行えることがわかった。

また、今後の改良点として、全白メッシュの次に、出現頻度高い全黒メッシュデータの省略、メッシュデータを出現頻度により可変長コード表現、ランレングス符号をMMR符号に変えるなどの方法により、さらに圧縮率を高めることが可能であると考えている。

テスト画像No.	メッシュの出現率 [%]		圧縮率 [pel/bit]	
	全白メッシュ	合法パターン*	HL符号	MH符号
No. 1	94.9	93.8	30.3	20.0
No. 2	82.0	95.3	8.9	6.8
No. 3	90.2	94.6	16.1	11.5
No. 4	84.4	92.9	10.1	7.2

\*)全白メッシュを除く。

表2 メッシュ出現率および圧縮率の比較

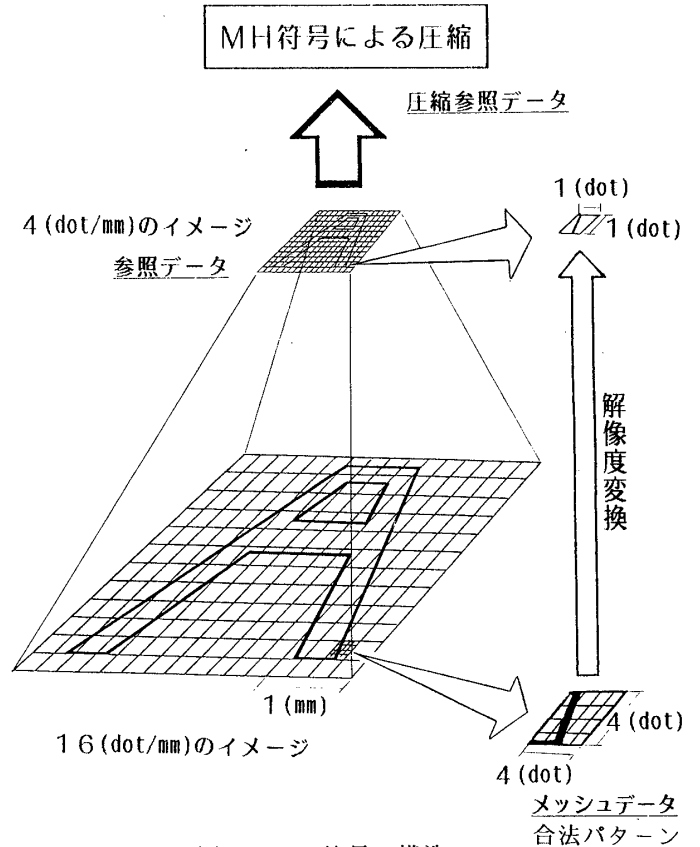


図1 HL符号の構造

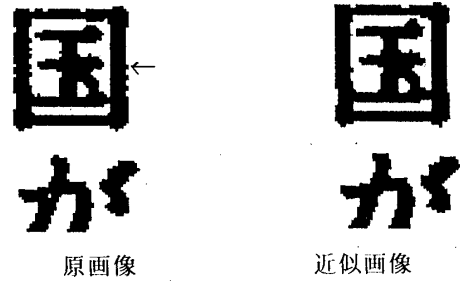


図2(a) 良質近似の例

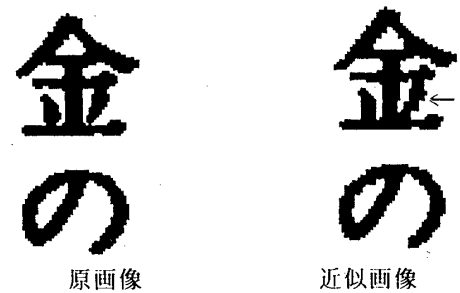


図2(b) 画質劣化の例

[参考文献]

[1] Mesh-Oriented Line Drawings Theory (MOLD Theory) IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. PAMI-8, NO. 2, MARCH 1986 MICHIIHIKO MINOH AND TOSHIYUKI SAKAI