

3次元線画像符号化法の一検討

4V-3

奥平 雅士¹⁾, 金丸直義²⁾

1) NTTヒューマンインタフェース研究所

2) 東北大学工学部

1. はじめに

2次元画像において線図形は、等高線や記号等の地図・図面の記述要素、あるいは2次元形状の領域境界や骨格の表現等に幅広く用いられており、その記述のため、Freemanのチェーン符号化法¹⁾をはじめ多くの符号化方式が提案されている。

一方、3次元画像については、多くのデジタル処理に関する研究がなされているが²⁾、線画像の符号化に関しては、あまり報告されていない。

しかし、物体運動の軌跡や血管形状、あるいはワイヤフレームモデルの記述等、3次元線画像として取り扱うことが適当なものもあり、本稿では、2次元線図形に対して筆者らが提案した符号化方式³⁾を3次元に拡張した多重セグメントチェーン符号化方式について報告する。

2. 基本的な考え方

2次元の場合、Freeman符号化法では、隣接8方向を3ビットで符号化できる。一方、滑らかに変化する線図形では図1に示すように隣接する2方向の間で連結(リンク)方向変化を繰り返すことが多いという統計的性質を利用して、隣接する2方向を組としてこれに符号(オクタント)を割り当て、

開始点+ (オクタント+リンク長+方向ビット) の形式で符号化する。ここに方向ビットは各リンクがオクタントのどちらの方向に相当するかを1ビット/リンクで表わしたものである³⁾。

この考え方を3次元線画像に拡張する。リンク元である画素を原点にとり、図2に示すように隣接する、3x3の立方体の外面方向($i, j, k = \pm 1, 0$)にリンク方向(26方向)にとると対応するチェーンコードを定めることができる。従って、Freeman符号化法では5ビット/リンクで符号化可能である。一方、セグメントチェーン符号化方式を直接拡張することを考えると、立方体の頂点を含む2x2小平面(24面)内の外面を組とし(オクタントに相当)、各リンクがこの小平面内のいずれの外面であるかを2ビットで表わせば原画像を符号化できる。

このような直接的な拡張以外に、線画像が3次元的に同一方向にある程度進むことから、図3に示す

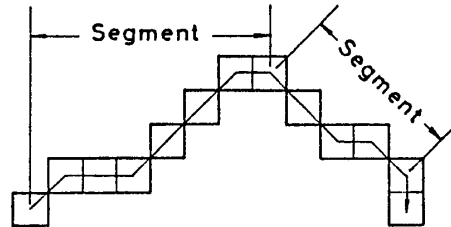


図1 線図形のセグメント化

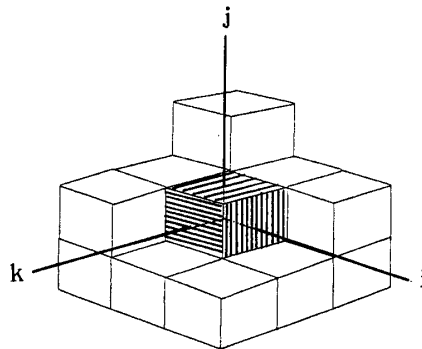


図2 3次元座標におけるリンク方向

ように参照画素を含む2x2の小立方体を考え、リンク方向について2つの小立方体単位でセグメント化し、さらに、その小立方体内でのセグメント化を図る多重セグメントチェーン符号化が考えられる。

3. 符号化方法

本節ではセグメントチェーン符号化法に基づく幾つかの3次元線画像符号化方法を示す。

3. 1. セグメントチェーン符号化の直接的拡張

3x3立方体の頂点を含む2x2小平面(24面:5ビット)を代表方向にとり、各代表方向内での変動を2ビットで表わす。基本的な符号列は以下の形式で表わされる。

$$\text{開始点座標} + \text{セグメントコード} \times N + \text{終端コード} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} &\text{セグメントコード} = \text{代表方向 [5ビット]} \\ &\quad + \text{セグメント長 [mビット]} \\ &\quad + \text{方向ビット [2 \times nビット]} \end{aligned} \quad (2)$$

3. 2. 多重セグメントチェーン符号化方式A

3x3立方体を分解した図3の2x2小立方体のうち面と面が接する2つの小立方体を組として第1代表方向とする(12通り:4ビット)。代表方向内での所属小立方体は1ビットで符号化可能であり、小立方体内部での方向は7方向であるから、なす角

度が90度未満の2つの方向を組として第2代表方向とする(15通り:4ビット)と第2代表方向内の個々のリンクは1ビットで符号化できる。この符号列に第2代表方向内のセグメント長及び終端フラッグをつけて、符号列を以下のように定める。

$$\text{開始点座標} + \text{セグメントコード} \times N, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} &\text{セグメントコード} = \text{第1代表方向} [4\text{ビット}] \\ &+ \text{第1方向ビット} [m\text{ビット}] \\ &+ (\text{第2代表方向} [4\text{ビット}]) \\ &+ \text{第2代表方向セグメント長} [k\text{ビット}] \\ &+ \text{第2方向ビット} [n\text{ビット}] \\ &+ \text{終端フラッグ} [2-4\text{ビット}] \quad (4) \end{aligned}$$

終端フラッグでは第2代表方向の終了、第1代表方向の終了、分岐、逆進、非連結等の区別を可能とすることを考慮してビット長を定める。

3.3. 多重セグメントチェーン符号化方式B

3.2において、第1代表方向として2つの組合せではなく1つの小立方体毎に代表方向を付与すると、(4)で第1代表方向のビット数は3となり、かつ第1方向ビットは省略できる。Aに較べて小立方体の方向があまり変わらない時に有効になる。

3.4. 多重セグメントチェーン符号化方式C

3.2において第2代表方向として小立方体の各外面(3通り)をとり第2方向ビットはこの2x2の面内のいずれであるかを2ビットで符号化する。

4. 実験例

2次元符号化方式の直接的拡張アルゴリズムについて、セグメント長と符号量を考察した。

セグメント長の符号語長は以下の3方式をとった。

(a)6ビット固定長

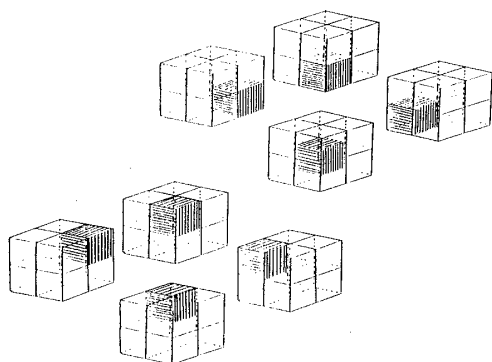


図3 小立方体への分割

(b)固定長部3ビット+可変長部(長さ0からはじめその長さでの全ての符号を割り振ったら固定長部の値及び可変長部の長さを1増加させる)

(c)代表方向24種では5ビットのうち11から始まる数字列は存在しないことからn=1のときはセグメント長符号を省略し、n≧2の時は代表方向の前に符号11を付加し、セグメント長符号はb)を1つ前へずらして用いる(n=1が多い画像の符号量増大を抑えられる)。

セグメント長に対する符号量は表1のようになり最良時符号はb)が最も良く、最悪時符号はa)が最も悪い。a)は他に較べ可能最大リンク長が短い。

以上3方式を、文献4)の方式で得た図4のエッジ画像に示す3次元線画像に適用した。Freeman符号と比較のため開始点、終端フラッグを除いた符号量を表2に示す。これから、b)の方式がFreeman符号の約70%程度の符号量になっており比較的すぐれていることがわかる。

多重セグメントチェーン符号化方式については今後定量的な検討を行なうが、直接的拡張に較べ、代表方向が2つあるための符号量増加と方向ビット符号量低減の効果相殺から、より長い平均セグメント長を要求されることが想定される。

5. おわりに

3次元線画像の符号化方式の幾つかを提案し実験によりチェーン符号化法の70%程度での符号化例を得た。今後、具体的な符号割当・画像への適用を通してこれらの方式の符号量圧縮率を明らかにするとともに、2次元の場合と同様マクロな変化点の把握が可能なので、線画像の大局的な特徴記述への適用を検討する。



図4 実験対象画像

参考文献

- 1)Freeman,H.: "On the Encoding of arbitrary Geometric Configurations," IRE Trans. EC-10, pp.260-268(1961).
- 2)鳥脇:"3次元画像のデジタル処理", Oplus E別冊pp83-107(1986).
- 3)Kaneko,T.&Okudaira,M.: "Encoding of Arbitrary Curves Based on the Chain Code Representation," IEEE Trans. COM33, No.7, pp.697-707(1985).
- 4)関靖夫:"セグメントの形状情報を利用したステレオマッチング", 信学技報 PRU87-84(1988).

表1 符号量の比較(*:ビット/リンク)

セグメント長 符号割当	セグメント 長max	最悪時* 符号量	kビット/リンクに達するセグメント長					最良時* 符号量
			5	3	2.7	2.5	2.3	
固定長(a)	64	13	4	11	16	22	不可	2.17
可変長(b)	255	10	3	11	18	24	44	2.06
可変長(c)	256	7	4	13	20	28	50	2.07

表2 符号化結果(総リンク数は4651)

セグメント長 符号割当	セグメント 数	総符 号量	平均セ グメント長	1リンク当 り符号量
固定長(a)	754	1749	6.24	3.76
可変長(b)	722	1590	6.44	3.42
可変長(c)	722	1603	6.44	3.45