

三角形ブロックにより区分線形近似した濃淡画像からの輪郭線抽出

1U-3

古川貴雄† 高野利夫‡ 深澤 肇‡‡ 山崎一生‡‡

†新潟大学 自然科学研究科 ‡日立情報システムズ ‡‡新潟大学 工学部 情報工学科

1. はじめに

画像情報の記述方法としては、データ圧縮などの伝送効率を重視した方法と、画像データベースなどへの応用を考慮し、データ検索効率を重視する方法に分けることができる。これまでに、画像情報を空間的に階層化する4分木による木構造表現が提案されている[1]。また、ブロック形状を二等辺三角形とし、ブロック間の階層関係を2分木構造によって記述する方法がある[3]。木構造表現ではブロック間の階層関係が効率よく表現されるが、ブロック間の隣接関係が示されない。そこで、画像の空間的な階層構造を示す木構造表現をもとに、ブロック間の階層、隣接関係を同時に表現するネットワーク構造による画像の記述方法について述べる。応用として、画像情報のネットワーク記述を利用した等輝度線の抽出を行う。

2. 輝度値の区分線形近似と木構造表現

画像が表される正方形領域を、その対角線により4つの三角形ブロックN,W,S,Eに分割し、ブロック内輝度値をブロック頂点の輝度値により線形補間して画像を近似する。次に、各ブロックについて原画像と近似画像から輝度値の近似誤差(MSE)を求め、近似誤差が大きい場合には三角形ブロックを2分割して、ブロック内輝度値を近似し直す。ブロック内の近似誤差が一定値よりも小さくなるまで、ブロック分割と近似を繰り返して、図1(a)のブロック分割パターンを得る。ブロック分割は2分割とするため、分割前のブロックと分割後のブロックの関係は図1(b)に示すように、4つの2分木を組み合わせた構造で表現される。

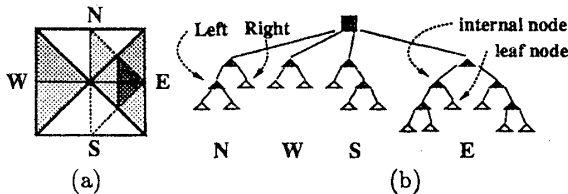


図1 三角形ブロックによる画像の近似と木構造表現。

ブロック分割パターンには図2(a),(b)のように、ある三角形ブロックの一边に複数のブロックが隣接する場合

\*Contour Extraction from Piecewise Linear Approximated Picture Using Triangular Blocks.

†Takao FURUKAWA Graduate School of Science and Technology, Niigata University.

‡Toshio TAKANO Hitachi Information Systems.

‡‡Hajime FUKASAWA, Issei YAMASAKI Department of Information Technology, Faculty of Engineering, Niigata University.

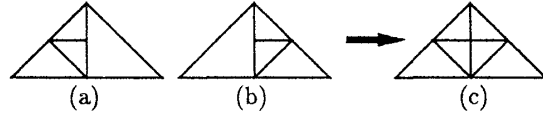


図2 ブロック境界における不整合とその補正。

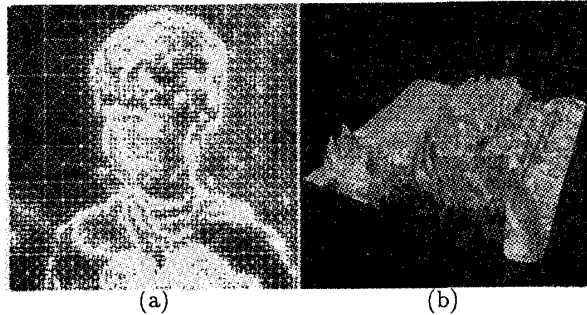


図3 ブロック分割パターンと輝度値の区分線形近似。

がある。これらをブロック境界における不整合と呼ぶ。不整合部分を排除するには、分割パターンが図2(a),(b)の場合にブロックを細分割して図2(c)のパターンに変更すればよい。ブロック分割パターンは木の分岐構造に反映されているため、ブロック分割に対応するノードを木に挿入してブロック境界の不整合を補正する。図3(a)には、SIDBA girlを近似するブロック分割パターンを示す。図3(b)には、区分線形近似した濃淡画像を立体的に表現した結果を示す。

3. ブロック間階層・隣接関係のネットワーク表現

ブロック間の隣接関係を表現するために、木構造表現からネットワーク表現への変換を考える。ブロックの隣接関係はいくつかの基本的パターンに分類できる。図4の木構造に対して、↔で示したノードを接続し、ブロックの隣接関係を記述する。以上の操作を部分木について再帰的に適用すると、ブロック間の関係記述を木構造か

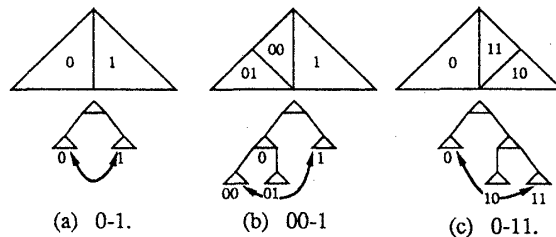


図4 ブロックの隣接関係と木構造

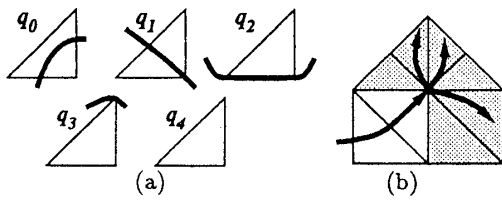


図5 等輝度線の状態

らネットワーク構造に変換できる。

#### 4. 等輝度線の追跡

等輝度線の抽出方法の一つに、対象領域を単体分割し単体内部に等高線が存在するか否かを調べて、等輝度線を追跡する方法がある[2]。この方法では、等輝度線の追跡に微分値を用いないため誤差が累積しないという特徴がある。前述したブロック分割は対象領域を単体分割する方法であり、ネットワーク構造により単体(ブロック)間の隣接関係を記述している。以下では、近似画像を表すネットワーク構造を用いて等輝度線を抽出する方法について述べる。

ブロック内輝度値は3頂点の輝度値を線形補間して近似している。そのため、ブロック内に等輝度線が存在するのならば、ブロック上の等輝度線は直線となる。等輝度線の状態はブロック3頂点の輝度値と等輝度線との関係から決定できる。すなわち、ブロック内の等輝度線は図5の5種類( $q_i, i=0, 1, \dots, 4$ )に分類できる。ブロック3頂点の輝度値と等輝度線とを比較しながら等輝度線の追跡する様子は、状態 $q_i$ の遷移として捉えることができる。図5(b)のように等輝度線が分岐することがあり、等輝度線を追跡する場合に問題となる。分岐を含む等輝度線を追跡するため、以下に示す再帰的な手続きにより等輝度線の追跡を行う。2つの関数 `trace_contour_E_E`, `trace_contour_V` を相互に、かつ、再帰的に呼び出すことによって分岐する等輝度線を抽出する。

```

procedure trace_contour_E_E(b:↑block);
begin
  q:= { ブロック b の等輝度線の状態 };
  case q of
    q0: trace_contour_E_E(nb);
    { 次のブロック nb に進む.(q0 → q0) }
    q1: trace_contour_V(nb);
    { 等輝度線が分岐する.(q0 → q1) }
  end
end;

procedure trace_contour_V(b: ↑block);
begin
  while { 等輝度線が分岐する頂点を含むブロック } then
    begin
      q:= { ブロック b の等輝度線の状態 };
      case q of
        q1:
          { 等輝度線が頂点から辺に進む.(q1 → q0) }
          trace_contour_E_E(nb);

```

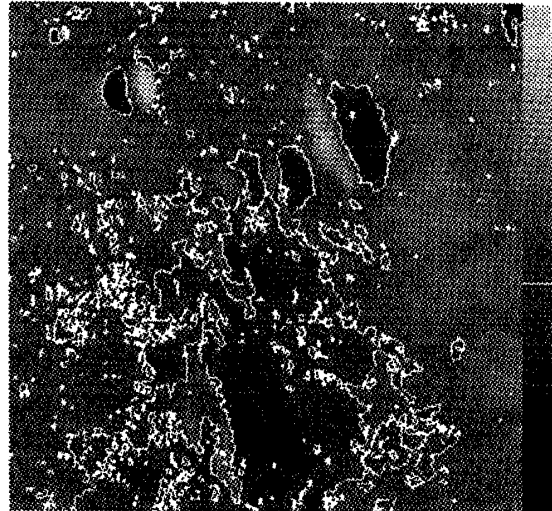


図6 SIDBA moon の等輝度線

```

q2:
  { 等輝度線が辺上を通過する.(q2 → q1, q2, q3) }
  trace_contour_V(nb);
q3:
  { 等輝度線が頂点に一致する.(q3 → q1, q2, q3) }
  trace_contour_V(nb);
end
end;

```

画像データとして SIDBA の moon(256×256,256 階調)を用い、等輝度線を抽出した結果を図6に示す。

#### 5. まとめ

デジタル濃淡画像の輝度値をブロック単位で区別線形近似し、ブロックの階層関係を表現する木構造から、ブロックの隣接関係を表現するネットワーク構造へ変換する方法について述べた。ネットワーク構造による画像記述の応用として、ブロック隣接関係を利用した等輝度線の抽出方法を示した。従来のデジタル画像処理技法と本稿で示した等輝度線の抽出方法を比較すると、

- 画像の2値化、ラベリング、境界追跡の処理が不用。
- 画像の近似精度によって等輝度線の形状を制御。
- 分岐した等輝度線を抽出できる。

という特徴がある。今後は、ネットワーク構造のデータを用いたスケルトン抽出について考察する予定である。

#### 参考文献

- [1] Hanson Samet and Robert E. Webber : "Hierarchical Data Structures and Algorithms for Computer Graphics. Part II: Applications.", IEEE Compu. Graphics and Appl., CG & A 8, No. 6, pp.59-75 (July.1988)
- [2] David P. Dobkin, Silvio V. F. Levy, William P. Thurston and Allan R. Wilks : "Contour Tracing by Piecewise Linear Approximations.", ACM Trans. on Graphics, Vol. 9, No. 4, pp.389-423 (Oct.1990)
- [3] 古川貴雄, 高野利夫, 深澤 肇, 山崎一生: "三角形ブロックによる階層的な画像符号化と木構造画像処理", 1993 信学春季全大, D-335, p.7-96, (1993-04)