

成長に伴う変化を受けた生体テクスチャの認識

3M-10

渡辺 豊城 木村 彰男 阿部 英志 渡辺 孝志
(岩手大学 工学部 情報工学科)

1. はじめに

画像認識の研究において、移動、回転、伸縮などの相似変換を受けた図形パターンの認識については、従来多くの研究がなされてきた。しかし、実際の図形パターンは、相似形よりもかなり変形した（歪んだ）形で存在することが多い。そこで本報告では、この種の歪みを有する図形として、人間の掌紋や牛の鼻紋のような生物が作る模様のパターン（生体テクスチャ）を取り上げ、その認識手法について検討した結果を述べる。

2. 生体テクスチャの認識

生体テクスチャは個体識別に利用できることが広く知られている。例えば、畜産業界においては牛（和牛）の鼻紋が血統管理において利用されている。鼻紋は牛の鼻に墨汁を塗り、半紙に転写して採取される。このように得られた鼻紋を図形パターンとして見た場合、仔牛の時に採取した鼻紋と成長して成牛になってから採取した鼻紋とでは、基本的な構造は変化しないものの、成長に伴う変化（歪みや鼻紋線の増加など）を受けている。また、採取時の状況によってはノイズが加わって、パターンがより複雑なものとなる。本研究では、具体的な認識対象図形として、成長変化を受けた牛の鼻紋パターンを取り上げ、検討することにした。

3. 鼻紋パターンの前処理法

採取された鼻紋（図1参照）は、そのままでは認識処理を行うことが困難であるため、その特徴を効率的に表し得るデータ構造に変換しなければならない。鼻紋は、閉路を含み分岐点をノードとする木構造的グラフと見なすことができる。特に、閉路に属する分岐点は、成長変化を受けた後でも安定した情

報として利用可能であると考えられる。よって、鼻紋のデータ構造としては、閉路とそれらを結ぶ線のみで構成されるグラフを作成するものとし、そのための前処理手順を以下に示す。

＜手順1＞採取された鼻紋パターンをスキャナで画像入力し、2値化する。（図1）

＜手順2＞手順1で得られた鼻紋画像の凹部（白い部分）にラベリングを施す。ラベル付けされた各々の集合に対し、その構成画素数が閾値以下のものを除去する。凸部（黒い部分）に対しても同様の処理を行い、構成画素数が閾値以下のものを除去する。

＜手順3＞メディアンフィルタを用いて、より滑らかな簡略化された鼻紋線にする。

＜手順4＞細線化処理を施して線幅1の線画像とし、その上で端点とその線分を全て除去して、閉路とそれらを結ぶ線のみを抽出する。（図2）

＜手順5＞得られた線画像から、分岐点の位置、分岐数、分岐点間の画素数などを抽出し、対応する元画像での鼻紋線の太さも算出する。



図1 仔牛の鼻紋（左）と成牛の鼻紋（右）

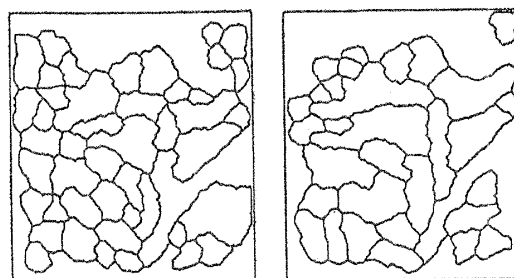


図2 仔牛（左）と成牛（右）の前処理画像

4. 鼻紋パターンの認識手法

鼻紋パターンの認識処理の基本はグラフマッチング的に行えば良いと考えられる。しかし、成牛の鼻紋には、仔牛の時にはなかった新たな枝が増えたり、パターンの伸長や部分的な欠落もあり得る。従って、鼻紋認識のためには、枝の増減に耐え得る柔軟なマッチング法を実現しなければならない。

先に我々は、深さ優先探索に「とばし処理」を加えた生体テクスチャ・マッチング手法を考案した【1】。とばし処理とは、グラフ探索中にマッチング条件に適合しないノードが現れた場合に、そこで探索を終了せずに次のノードに飛び、そこからさらに探索を進めて行くという処理である。ただし、「とばし」は無制限に行うのではなく、その回数を閾値で制限している。この手法では、探索開始点を人間が指定しなければならないという制約があり、さらに、本来つながっているべき鼻紋線が採取時に途切れてしまうとその先を探索することが不可能になる、という問題点があった。

そこで本報告では、これらの問題点を改善するために、鼻紋の認識問題を次のような下位問題に分割することを考える。すなわち「仔牛の鼻紋から一つの閉路を取り出し、それが成牛の鼻紋中で最も照合すると思われる閉路を抽出する問題」である。そして、これを実現するために、ハフ変換の考え方を加味した新しい手法を提案する。

＜手順1＞仔牛時の画像から閉路を一つ抜きだしテンプレートとする（図3左参照）。成牛の前処理画像を入力画像とする（図3中参照）。入力画像の各ノード（全部でM個）に対してテンプレートの全ノード（N個）分の投票空間を用意する（表1参照）。

＜手順2＞入力画像の各ノード*i*に対し、テンプレートにおける全てのノードの分岐数、隣接角度、およびノード間の鼻紋線の平均太さをそれぞれ比較する。それが類似していると思なせるとき、投票空間の対応している要素（ノード*j*）に投票を行う。但し、その類似度合によって投票値に重み付けを行う。

＜手順3＞すべての投票を終えたら、入力画像の各ノードのうち、投票値が閾値以上のものを候補ノードとする。候補ノードの1点を探索開始点として前述の「とばし処理」を加えたマッチング処理を行う。その際、テンプレートの閉路順にノード探索を行う

入力画像の ノード	テンプレートのノード				
	1	...	j	...	N
1					
⋮					
i					
⋮					
M					

表1: 投票空間

が、その対象は候補ノードに限定し、さらに、誤った経路でノードをつなげないようにテンプレート中の鼻紋線間の距離値を制約条件に使用する。

このようにアルゴリズムを構成すると、採取時に途切れた鼻紋線があっても、探索を進めるに当たって何ら問題にはならない。また、探索開始点を指定する必要もなくなり、前述の問題点に対処できる。

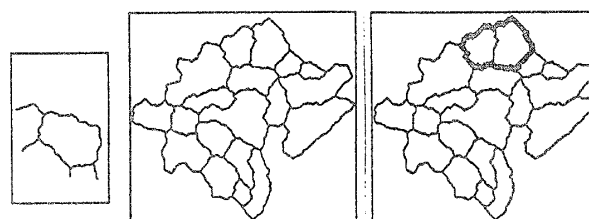


図3 鼻紋画像のテンプレート（左）、入力画像（中）、認識結果（右）

5. 評価実験とまとめ

現在、提案手法の有効性を検証するために評価実験を行っている。図3はその一例である。ここでは、実際の鼻紋画像を用い、その中の一部の閉路検出を試みた。入力画像には多くの閉路が存在し、さらに回転やノード増加といった変形も受けているが、提案手法によって、最も正しいと思われる閉路が検出されていることを確認した。

現段階では、テンプレート画像として仔牛の鼻紋から一つの閉路だけを抜きだしたものをを用いているが、鼻紋パターン全体としての認識を行うためには、一つの閉路からそれに隣接している閉路を順次探索していく、といった手順が必要である。これについては現在検討中である。

【1】木村ほか、成長変化に対応できる生体テクスチャ認識、平成10年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集、2G22