

## ルールベース言語を用いた顔画像解析

5C-3

辻 ゆかり 角 保志 大田 友一  
(筑波大学 電子・情報工学系)

## 1. はじめに

本稿では、入力画像の様々な状況に対応できる柔軟な画像解析システムの構築を目指し、並行トップダウン処理方式を提案する。具体的な解析対象としては、顔画像をとり上げた。顔の向きや眼鏡の有無等の条件を限定することにより、各条件下において有効なモデルを想定し(以後、限定モデルと呼ぶ)、そのモデルに基づいてトップダウン解析を行う。複数の限定モデルに対応する解析処理が、並行して進行する。システムの構築には、ルールベース言語OPS83を用いた。

## 2. 顔画像解析の問題点

顔の部品の物理的配置はほぼ決まっており、ある条件下(例えば、正面向き・眼鏡無しの正常顔)での限定モデルを想定することができる。しかし、一定の条件下での顔画像だけを扱うのでは、実用化には不十分である。例えば、色々な角度から見る場合や、皺・髭・眼鏡の有無等、考慮しなければならない条件は数多くあり、その一つ一つを予めすべて検討した上でシステムを作成するのは、非常に困難である。これに、通常の手続き型のプログラミング言語のみを用いるとすると、条件の分岐が増大するに連れ、システムは複雑になる。また、新たな条件を考慮する必要が生じた場合、その度にプログラムの変更をしなければならない為、非効率的であるといえる。

## 3. 並行トップダウン処理

顔画像解析のように、解析対象のモデルが明確に設定できる場合には、トップダウン処理方式が有効である。しかし、トップダウン処理では、入力画像が限定した条件からはずれていると、特徴点の抽出不能、または誤りの増大につながる。そこで、解析対象を限定したモデルを複数個設定し、トップダウン処理を並行に実行する方式を採用する。この方式では、原則として、解析対象において考えられる限定条件の数だけ、モデルを考慮しなければならない恐れがある。しかし、各モデルにおいて設定された条件は、ある程度の範囲をもって対象をカバーする事ができると考えられるので、限定モデルの種類はさほど大

きくなることはないと期待できる。

本研究では、様々な方向を向いた顔画像の解析を行うために、正面、左向き、右向きの三つの限定モデルを用いたシステムを構築した。各々の限定モデルは、入力画像に対し、特定のモデルに合致する顔画像であると仮定して、並行して特徴点の抽出処理を行う。処理開始時には全てのモデルにそった処理が行われるが、一つの特徴点の抽出処理が終了する度に、その時点でのモデルの適合度を評価して、各モデルに優先度の大きさを示す評価値を与える。そして、最も適当と思われるモデルの処理を優先的に進めるようにする。最も早く最終的な結果に到達したものを、入力画像との適合度が高いモデルと考える。現段階では、一つのプロセッサ上で解析処理を行なっているが、この枠組みをそのまま用いて、複数のプロセッサによる並列処理を行なうことも可能である。

## 4. ルールベース言語を用いた顔画像解析システム

ルールベース言語OPS83の大きな特徴は、ルール型プログラミングと手続き型プログラミングの両方を使用できることと、競合解消戦略を記述できるため、柔軟なシステムを実現できることである。顔画像解析システムでは、一つの処理を何度も繰り返したり、複数のルールで同じ解析処理を行なうことがある。このような部分に手続き型プログラミングを用いれば、システムの簡略化や高速化に結びつく。また、画像に直接アクセスする部分にも手続き型プログラミングを用いる。ルール型プログラミングでは、新たにモデルを加えたい場合でも、ルールを付加するだけで、既存のルールやプログラムを変更することなく、システムを改良していくことが可能である。書換えや追加の容易なルール型プログラミングは、解析処理の制御部分に用いる。ルールの発火優先順位を決定する競合解消戦略の中に、重みつき表現を用いて、ある時点で最も確からしいと思われるルーチンを優先して処理するようにしている。

ここでは、限定条件として顔の向きをとり上げ、正面、左向き、右向きの三つの限定モデルを用いたシステムを構築した。図1に、システム構成の概要を示す。入力画像は、平常顔(眼鏡・髭なし)で顔の中心軸は常に垂直であるものとし、正面向きを $0^\circ$ としたとき、左 $60^\circ$ から右 $60^\circ$ まで、 $15^\circ$ ずつ方向を変えて撮影した顔画像を解析の対象とする。実際に解析処理するのは、撮影した顔画像のエッジ画像である。左向きモデルは正面から左 $45^\circ$ 、右向きモデルは右 $45^\circ$ を向いた顔を想定した限

Analysis of Fuman Faces by Rule - based Language

Yukari TSUJI, Yasushi SUMI, Yuichi OHTA  
TSUKUBA Univ.

定モデルであるが、各限定モデルは、各々中心となる角度から±20° ぐらいの方向を向いた顔画像ならば、特徴点を抽出できる。

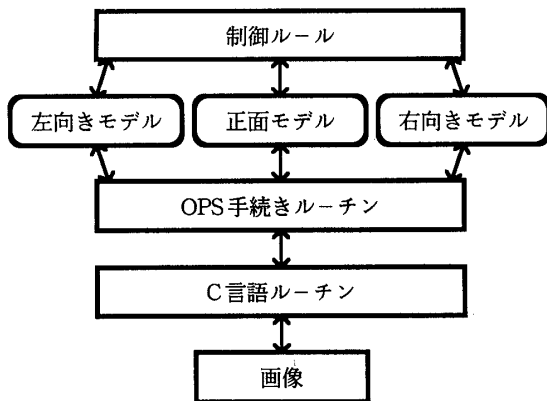


図1 OPS83 を用いた顔画像解析システムの概要

特徴点抽出処理については、文献(1)にそった方式を採用している。各限定モデルに基づいて、エッジ画像中で、各特徴点があると思われる位置のprojectionをとる。projectionの山の形状や位置、間隔等から、特徴点の位置を決定する。各限定モデルは、そのモデルにとって最適と考えられる順序で特徴点を抽出する。図2に、各限定モデルの特徴点抽出の流れを示す。

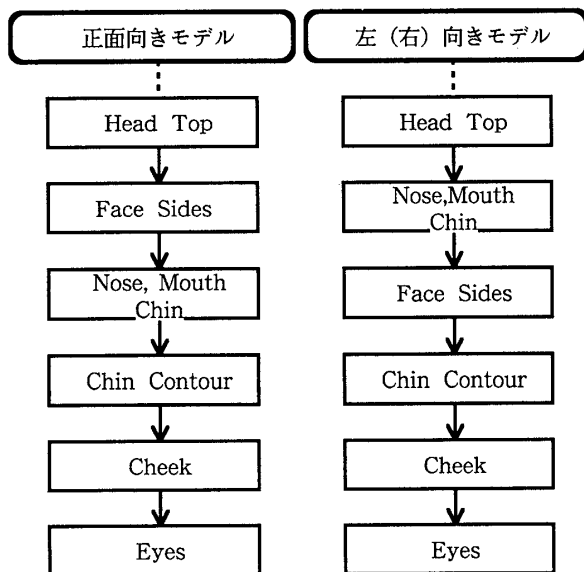


図2 各限定モデルの特徴点抽出の流れ

一つの特徴点の抽出を終えると、評価値を算出し、待ち状態にある他の全ての限定モデルが持つ評価値と比較することにより、次に実行する限定モデルを決定する。

実行の優先度を表す評価値の算出法を次に示す。

5. 評価値の算出

限定モデルの評価値は、抽出された各特徴点の評価値に基づいて求める。特徴点の評価値の算出例として、正面平常顔モデ

ルの顔の両端の場合を次に挙げる。顔の両端を正しく抽出できたか否かは、エッジ画像に横長のスリットをかけ縦方向にprojectionをとった時に、顔の右端点(または左端点)とした山の特徴(高さ・幅)から判定する(図3参照)。顔の端点とし

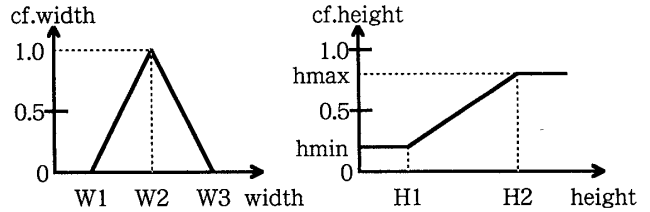


図3 fuzzy 評価値の算出法

$$hmax = 0.5 + cf.width/2$$

$$hmin = 0.5 - cf.width/2$$

た山の幅の評価値cf. widthは、山の位置が顔の端点に対応することの確からしさを表す。つまり、山の幅が広すぎると、その山の位置は、髪や目等、顔の端点ではない場所である可能性が高いし、山の幅が狭すぎると、ノイズを指している可能性が高い。山の幅が適当な値をとるとき、山の高さの評価値cf. heightはその山が顔の端点であることの顕著さを表す。即ち、山の幅が顔の端点というに十分確からしい場合は、fmaxが1.0に近づき、山の高さが高いほどcf. heightの値は高くなり、山の高さが低いほどcf. heightの値は低くなる。山の幅が顔の端点というにはあまり確からしくない場合は、fmaxもfminも0.5に近づき、山の高さによるcf. heightの値はあまり変わらず、たとえ山が高くても、端点かどうかは曖昧とする(2)。

ある時点での限定モデルの評価値は、それまでにその限定モデルで求めた各特徴点の評価値cf<sub>i</sub>を用いて、 $\sum_i (cf_i - 0.5)$ として計算する。

6. おわりに

ルールベース言語OPS83を用いて顔画像解析システムを構築した。本研究では顔の向きを限定したモデルを複数個想定し、並行トップダウン処理を行なった。モデルの限定条件として、上下方向の回転や、眼鏡や髭の有無等を考慮したシステムを、現在開発中である。並行トップダウン処理方式は、顔画像以外にも応用範囲は広く、画像理解における並列処理方式の有力な枠組みの一つとなるものと考えられる。

最後に、日頃、御討論をいただく京都大学 池田克夫教授、および、研究室の諸氏に感謝する。なお、本研究の一部は、昭和63年度稲森財団研究助成金による。

<参考文献>

(1) 坂井、長尾、金出: " 計算機による顔写真の解析", 信学論(D), 56-D-4, 226/233 (1973)  
 (2) Y. Ohta: "An Analysis System for Outdoor Natural Color Sciences", Pitman, London (1985)