

能動的顔ファイリングのための実環境下顔探索

5D-10

久富 健介 橋本 周司

早稲田大学理工学部

1. はじめに

室内で活動する人の顔を自動的にファイリングするために、実環境下で能動的に顔発見を行う手法を検討している。ここでは、単純な処理を行う複数のモジュールを並列に動作させ、協調処理させることによって、柔軟に周辺環境変化に対応する顔探索について報告する。

2. システム構成

システムのハードウェアは、マンピュレータとその先端に設置されたカメラ、イーサーケーブルでつながれた2台のワークステーションからなるもので特別な画像処理装置は用いていない。

3. モジュール構成と動作

構成モジュールはそれぞれ独立に動作し、共有メモリを介して互いにデータ交換を行う。動画像のリアルタイム処理には時間がかかり、また通信には遅延が生じることを考慮して、カメラやマンピュレータがつながれたワークステーションには即応型のモジュール群を、もう一台に熟考型のモジュール群を配置した。フォアグラウンドでは処理時間の比較的かからない即応型モジュール群を用い、より詳細な処理を行う熟考型モジュール群をバックグラウンドで動作させて即応型モジュール群のサポートをする。

3.1 即応型モジュール

即応処理（反応）に必要なモジュール群。

画像取込モジュール

160x120[pixel]フルカラー画像を5[frame/s]で取込む。

RGB-HSV変換モジュール

RGB画像から色相、輝度画像を生成する。

テンプレートマッチングモジュール

顔領域の濃淡テンプレートを次フレームに対して、マッチングを行う。テンプレートは熟考型処理によって更新される。更新がない場合には現フレームのマッチング結果を次フレームのテンプレートとする。

マンピュレータモジュール

抽出された領域の中心と画像の中心との距離が最小になる方向へマンピュレータを移動させる。

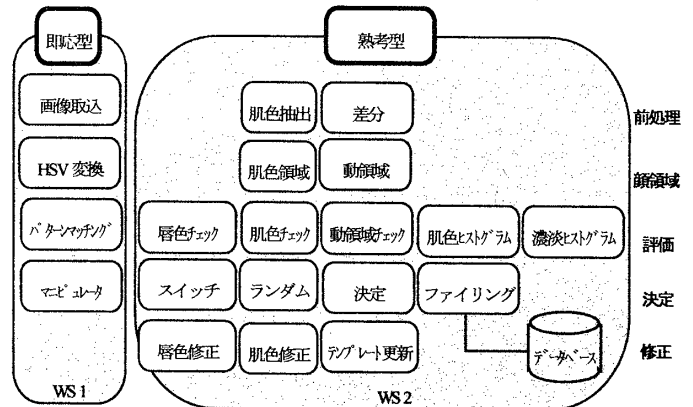


図1 モジュール構成

3.2 熟考型モジュール

テンプレートマッチングモジュールのテンプレート更新と各モジュールのパラメータの最適化を行う。

熟考型モジュール群は主に肌色情報、動き情報、濃淡情報に関する処理を行う前処理部、顔領域抽出部、評価部、決定部、修正部の5つに分かれる。前処理部では、各モジュールで共通に必要な情報を抽出し、顔領域抽出部では顔領域を抽出する。評価部では抽出された領域に対して、各モジュールの観点からの評価を行う。決定部では評価をもとに最終結果を決定する。修正部では最終決定が正しいという仮定のもとで各モジュールのパラメータを修正する。

<前処理部>

肌色抽出モジュール

色相画像から肌色画像を生成する。

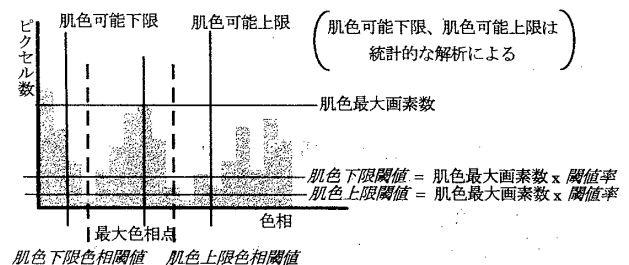


図2 肌色抽出法

肌色の閾値は色相ヒストグラムを生成し、図2に示される最大色相点を求め、肌色下限閾値と肌色上限閾値を決める。

時間差分モジュール

連続した濃淡画像から時間差分画像を生成する。

<顔領域抽出部>

肌色領域抽出モジュール

肌色画像から肌色領域を抽出し、領域幅が長い上位3位の矩形を切り出す。

動領域抽出モジュール

差分画像から動領域幅が長い上位3位を抽出する。

<評価部>

濃淡ヒストグラムチェックモジュール

顔の上半分には一部の髪や眉、瞳が含まれるために、濃淡画像上で輝度の低いピクセルが多く含まれる特性を用いる。領域候補3つの上半分に対して、比較的暗い閾値以下ピクセルの水平ヒストグラムを求め、ピークがある領域は評価値を上げる。ピークがあるものでもその数が少ない領域の評価値 G_i を上げる。

肌色ヒストグラムチェックモジュール

顔の上半分に存在する髪や眉、瞳で肌色画像上で抜ける画素が生じる特性を用いる。3つの肌色領域の上半分に対して肌色画素の水平ヒストグラムを求め、平滑化されたヒストグラムに極小値が存在するか確認する。無い領域はその評価値 S_i を下げる。

唇色チェックモジュール

顔の下半分には唇があるため、赤色に画素が含まれる特性を用い、顔領域に対して唇色画像 L_{ij} を生成した後、唇色ピクセルの水平ヒストグラムを求める。ピークが少ない領域ほど評価値 L_i を上げ、まったく無いときには順位を下げる。

$$\begin{aligned} L_{ij} &= 1 (P_{ij} > Lt) \\ &= 0 (else) \\ P_{ij} &= (H_{ij} - T)^2 \end{aligned} \quad - (3)$$

Lt, T はともに統計的に求めた定数。

動物体チェックモジュール

候補領域内において時間差分画像を生成し、検出された画素の割合が大きい領域の評価値 D_i を上げる。

肌色チェックモジュール

候補領域内において肌色画像を生成し、肌色画素の割合が高い領域の評価値 B_i をあげる。

<決定部>

決定モジュール

各モジュールの評価値に重み付けしたのち、最大となる K を最終結果とする。つまり、

$$K = G_i \times W_g + S_i \times W_s$$

また最終決定と同様の評価を下した重みを増やす。

テンプレート更新モジュール

決定モジュール出力の顔領域をテンプレートとしてテンプレートマッチングモジュールへ更新する。

ランダムモジュール

移動方向をランダムに出力する。

スイッチモジュール

K が閾値以下の場合に顔領域抽出モジュールを変え

る。2つのモジュールによる K がともに閾値以下の場合にはランダムモジュールを選択する。

ファイリングモジュール

K が閾値以上の場合、フレームをファイリングする。

<修正部>

肌色修正モジュール

S_i があがる方向へ図2の閾値率を変化させる。

唇色修正モジュール

L_i があがる方向へ L_t を変化させる。

4. 実験結果・考察

一般的な室内において実験を行った結果である。図3~6は肌色領域抽出の処理結果である。図中のグレーの矩形は顔領域として抽出された領域で、線が太い領域ほど評価値が高いことを示している。

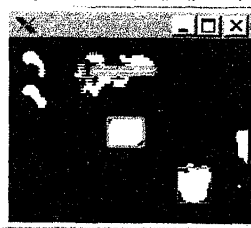


図3 肌色領域抽出結果



図4 最終抽出結果

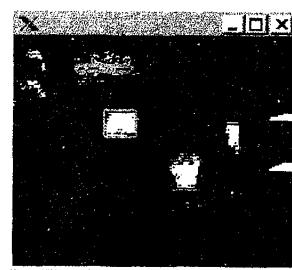


図5 肌色ヒストグラムチェック結果

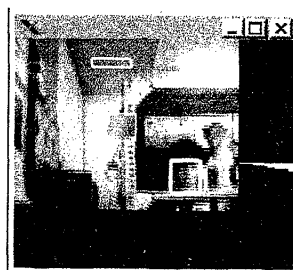


図6 濃淡ヒストグラムチェック結果

図3を見ると照明条件により天井付近や壁の一部にも肌色が検出され、図5では抽出に失敗しているが、図6に示すように濃淡ヒストグラムによるチェックにより、図4のように顔が存在する領域が選択されていることが分かる。

5. おわりに

室内における人物の顔の自動ファイリングに必要な能動的な顔探索システムを提案した。複数モジュールの並列処理により、複雑で周辺環境が大きい条件下で柔軟な処理が行えることがわかった。

参考文献

- [1] S.Kobayashi, S.Hashimoto, "Automated Feature Extraction of Face Image and its Applications", in Proc.IEEE ROBOT AND HUMAN COMMUNICATION, pp.164-169, 1995-07.
- [2] 久富健介, 橋本周司, "分散協調エージェントによる顔認識", 信学技報, PRMU97-133, pp.33-38, 1997