

顔向き入力によるテレビ制御システムの開発

(知能情報システム学) 西河朋佳

1. 緒言

現在、寝たきりや体が不自由な人のためにリモコンを使用しない電化製品の入力制御方法として、視線を用いたものが提案されている。視線検出には接触型と非接触型とがあるが、利用者の負担の少ない非接触型でも頭部固定や、使用前に利用者ごとの事前調節が必要などといった負担が生じる^[1]。

本研究では、顔向きにより入力制御を行う方法を提案する。提案する方法は、非接触型であり、画面に映っている顔の大きさの許容範囲が広く、ある程度の利用者の動きに対応できるので、視線を使うものより自然な動きで制御できることや事前調節が不要であることが利点となり、利用者の負担を軽減できる。

2. 開発環境

- ・ OS : Windows XP
- ・ DELL Optiplex GX620
- ・ 使用プログラム言語 : Visual C++6.0
- ・ CPU : PentiumIV 3.4GHz
- ・ メインメモリ : 2GB

3. 処理概要

3.1 顔向き学習

【顔学習】 $a \times a$ サイズの学習用画像を用い、顔領域と非顔領域とを分け、顔を検出するための特徴を学習する (図 1)。

① : 顔学習画像、非顔学習画像を合わせて M 枚用いて学習する。

$a \times a$ の領域の中に、図 2 のような 2 つの四角領域を用意し、その明度値の差を計算する。2 つの四角領域の大きさは高さ、幅ともそれぞれ変化させ、一方の四角領域は画像全体を、もう一方はその近辺を動かすことで特徴を形成している。

② : 特徴ごとに顔認識率が 100% となる明度値の差を閾値として設定する。

③ : 非顔誤認識率が 1% になるまで特徴を選び出す。このとき 1 番目には非顔認識率が最大のものを、その後は非顔認識率の向上に最も効果的なものから順に選び出していく。

④ : ①、②、③を再度繰り返す。非顔誤認識率が全体で 0.01% になれば終了する。学習画像には、顔画像は常に同じものを、非顔画像は前回、顔であると誤認識されたものに、前回までの全ての特徴で顔と誤認識されたものを加えて用いた。

【顔向き分類】

顔向き検出には、マハラノビス距離 (分散を考慮した距離) を用いている。 p 次元空間における k 個のクラスの特徴値の平均を $\mu_j = (\mu_{1j}, \mu_{2j}, \dots, \mu_{pj}) (j = 1, 2, \dots, k)$ 、各クラスの分散共分散行列を Σ_j 、その逆行列を Σ_j^{-1} 、検出した特徴値を $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ としたとき、マハラノビス距離は次のとおりである。

$$d_j^2 = (X - \mu_j)^T \Sigma_j^{-1} (X - \mu_j) \quad \dots \quad (1)$$

作成した顔検出器で、正面、右向き、左向き、正面向き右検出顔、正面向き左検出顔の各 N 枚の学習画像の特徴値を計算し、特徴値の平均と分散共分散逆行列を求める。検出した顔



図 1. 学習画像



図 2. 特徴矩形

領域の特徴値 X について、学習画像より求めた平均と分散共分散逆行列を用いて、各顔向きにおけるマハラノビス距離を計算し、最小値となった顔向きを結果とする。

3.2 顔向き検出

デジタルビデオカメラ (SONY DCR-HC88) を用いて、画像を連続的にキャプチャする。取得画像は 720×480 である。

取得した画像について、アフィン変換により画像を拡大し (拡大率 0.8)、各画像サイズにおいて顔を検出する。検出した顔について、マハラノビス距離を計算し、距離が最小となった顔候補領域の座標、サイズ、マハラノビス距離、顔向きを結果として出力する。

3.3 入力制御

顔向き検出においてマハラノビス距離より求めた結果は、顔向きは5種類に分類されているが、正面、正面向き右検出顔、正面向き左検出顔を正面とし、正面、右、左の3種類の分類を用いてリモコン (クロッサム2+USB) を操作し、テレビを制御する。正面向きをリセットとし、右向きであれば電源の on、off を、左向きであればチャンネルを変える。

4. 実験

4.1 顔向き学習条件

顔学習の学習画像は、CMU の顔データベースにある顔画像 2718 枚、非顔画像 4356 枚を用いた。画像サイズは 24×24 である。また、特徴矩形は高さ、幅とも 2~18 の間で変化させた。顔向き分類における学習画像は、それぞれの顔向きにつき 2000 枚用いた。

4.2 顔領域および顔向き検出実験

被験者にカメラの前に座ってもらい、正面向きからスタートし、こちらの指示に従って右向き、左向きと顔向きを変えてもらい、検出率を測定した。

4.3 リモコン操作実験

被験者には、右向きが電源操作、左向きがチャンネル変更であることのみ伝えておく。次にこちらから、「電源をつけてください。」などの指示を行い、指示通りに操作ができるかを測定した。

5. 結果

表 1. 顔向き検出およびリモコン操作実験結果

	顔向き検出実験						リモコン操作実験	
	正面				右向き	左向き	on/off	チャンネル
	正面	右検出	左検出	合計				
被験者 A	16%	7%	5%	28%	100%	100%	8/12	14/20
被験者 B	0%	13%	4%	17%	100%	100%	11/11	10/12
被験者 C	0%	4%	29%	33%	100%	100%	10/10	12/13

6. 結言

顔向き入力に慣れることは必要であるが、顔向きを検出し、それを利用してリモコン操作できることが分かった。今後は、正面顔検出率を上げることや、上下、斜めなど、顔向きの種類を増やすこと、さらに操作しやすいリモコン操作処理方法について考えていく予定である。また、処理速度の向上により、使いやすさも増すと考えられるので処理速度についても改善が必要である。

参考文献

[1] 大野健彦, 視線を用いたインタフェース, 情報処理学会誌, Vol.44, No.7, pp.726-732, 2003.