

固有空間法を利用した指の動き識別と、動きの大きさの同時計測

1 L-8 — 疑似アナログコントローラの実現に向けて —

河田 義人 村岡 洋一

早稲田大学大学院 理工学研究科

1. はじめに

高度情報化時代を迎え、人間の意思を直接コンピュータに入力できるようなマンマシンインタフェイス開発への期待が高まっている。

そこで本研究では、指の動きを動画像で入力し、その入力に対して動きの識別と動きの大きさの計測を行なうことによって、疑似的なアナログコントローラを実現させることを目的とする。

本研究はジェスチャ認識の延長にあたる研究である。本研究では、ある瞬間の1フレームについての認識を行う、いわゆる「ポーズ」の認識ではなく、一連の連続した動きである「ジェスチャ」を認識する。つまり連続した入力画像を時系列で観察することによって指の動き識別を行なうものであり、これを第一ステップとしている。

本研究の最大の特徴はこの動きの識別に加えて、その動きの大きさを計測することであり、これを第2ステップとしている。これはつまり同じ「歩き」という動作を表しているにしても、どの程度のスピードの「歩き」という動作なのかを計測することであり、これによって疑似的なアナログ性を実現させようということである。

そしてハンズフリーという利点を、例えば車の運転中において、ギアの上で手を動かすことによりオーディオやカーナビの操作などに活かすことが考えられ、疑似的なアナログ性を、ボリュームの調整や地図画面でのカーソルの移動などに活かす、といった応用が考えられる。

2. システムの概要

本システムは手首から先の「手の平」のみを写したカラーの動画像を入力とする。撮影は室内で行ない、背景は単一色とした。

本システムは、特徴抽出部、空間変換部、識別演算部の3つの過程から構成されており、以下それぞれの過程の処理について詳細を述べる。

3. 特徴量の抽出

Recognition and Measure of Finger Motion using Eigenspace Method — Toward Imitation Analog-controller —
Yoshihito Kawata, Yoichi Muraoka
School of Science and Engineering, WASEDA University
E-mail: kawada@muraoka.info.waseda.ac.jp

ここでは1枚のフレームを入力とした、特徴量の抽出について述べる。入力されるフレームは、手の平のみを写したPPM形式の画像である。

3.1 特徴ベクトルへの変換

処理は、まず画像に対して手の平が存在する「手領域」を探索し、この領域を 4×4 のマスの分割する。そして各マスにおいて肌色の画素数を求め、各マスの面積で正規化し、それらを特徴量とした16次元の特徴ベクトルに変換する。

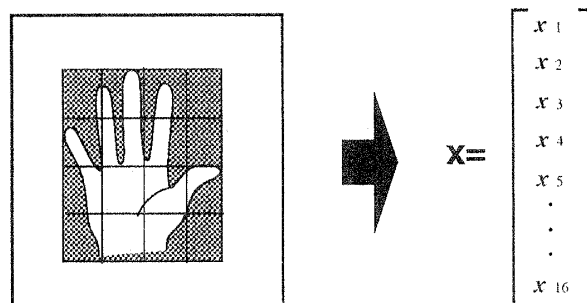


図1: 特徴ベクトルへの変換

3.2 肌色の検出

本研究では、肌色の検出に適しているとされているHSV表色系を用いる[2]。また、照明などの明るさの影響を取り除くために、明度Vを除いたHS成分によって、処理を行なう。ここでは予めサンプルによって肌色のHS成分の分布を学習しておき、ある画素が入力された時、HS空間上でその画素が肌色であるかどうかを調べる。ここで肌色であるかどうかは、HS空間での、肌色の分布からの距離によって判別する。この時の距離尺度としてユークリッド距離を用いると、肌色と判別される領域は円となる。それに対し、マハラノビス距離を距離尺度として用いた場合、肌色と判別される領域は、分散の大きい方向へ広がった楕円となり、ユークリッド距離を用いた場合に対して、精度良く肌色の検出が行なえる。よって本研究では距離尺度として、マハラノビス距離を用いている。

また、全てのR、G、Bの値に対して肌色かどうかの判別を行ない、肌色参照表を前もって作成しておく。これにより、ある画素のR、G、Bの値に対して、肌色参照表の対応する箇所を参照するだけで、その画素が肌色であるかどうかを判別でき、処理の高速化を図ることができる。

4. 特徴空間の変換

先に求めた特徴ベクトルは、計算量の増大や相関の高い特徴の組が混入する可能性が高い、といった問題があり、このままでは最良の識別は行なえない。そこで特徴空間の次元を削減する。ここでは、予めサンプルから求めた学習パターンについて主成分分析を行ない、変換行列を求めておく。そしてその変換行列により、原特徴空間から固有空間へ写像する。また今回の実験では、次元数を2としたときの累積寄与率が94.3%ということより、固有空間の次元数を2とした。

5. 動きの識別と、動きの大きさの計測

識別演算部では、時間順に入力されたフレームに対するベクトルを入力とし、動きの識別と動きの大きさの計測を行なう。

5.1 動きの識別

入力されたベクトル群に対し、それらを固有空間上にプロットし、時間順に結ぶことによって、ある一つの動きは固有空間上で一つの曲線を形成する。この曲線の軌跡によって、動きを識別する。

実際に画像を取り込み、固有空間上における曲線形成の実験結果を以下に示す。この実験では指で数字を順に表していき、その一連の指の動きの固有空間上での曲線を調べた。図2の曲線は「5→2→0→5」と順に指を動かした時の曲線であり、図3の曲線は「5→4→3→2→1→5」と順に指を動かした時の曲線である。

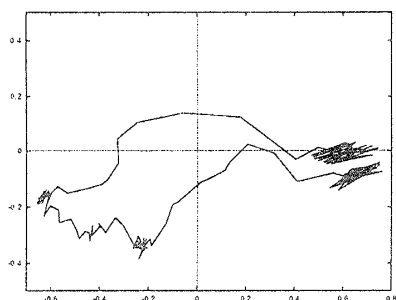


図2: 「5→2→0→5」の曲線

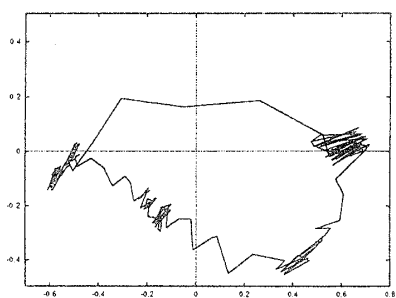


図3: 「5→4→3→2→1→5」の曲線

結果より、異なった指の動きについては、固有空間で形成される曲線の軌跡も異なり、軌跡によって指の

動きを識別できると考えられる。

5.2 動きの大きさの計測

同じ指の動きを違った速さで行なった場合、固有空間上では同じような曲線を形成するが、その曲線を構成する点の数が異なる。そこでまず、曲線を形成する点と点との間の距離を正規化し、曲線のスケール（曲線を囲う最小矩形の対角線の長さ）を変換させる。そしてこのスケールによって動作の大きさを計測する。

ここでは実験として、図3で示した指の動きと同様の「5→4→3→2→1→5」の動きについて、図3での動きと同様の速さで動かした場合の曲線（外側）と、その2倍の速さで動かした場合の曲線（内側）について、点間の距離を正規化した結果を図4に示す。

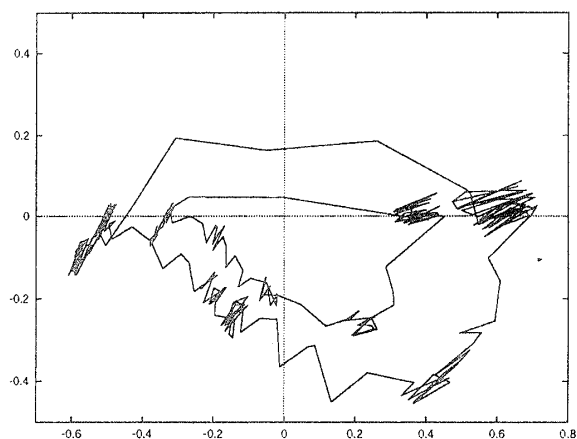


図4: 速さの異なる二つの曲線

この結果から、ある基準となる動きに対して異なった速さで指を動かした場合、点間の距離を正規化した曲線は、基準となる動きの曲線に対して、スケールが変化していることが解る。よって、スケールにより動きの大きさを計測できると考えられる。

6. まとめ

本稿では、指の動きの識別と、動きの大きさの計測についてその手法を述べた。今後は、実装の進展に努め、有用なシステムの実現を目指す。

参考文献

- [1] 石井他: “パターン認識”, オーム社出版局
- [2] 森田 哲也、西川 誠、吉川 大引、鶴岡 信治: “カラー濃淡画像を対象とした手領域のための表色系の検討”, 信学技報, PRMU98-196(1999-01)
- [3] 若林 紀夫: “煙濃度時系列データを用いた統計的な初期火災判断システム”, 信学技報, PRMU98-219(1999-01)
- [4] 大野 宏、山本 正信: “固有空間法による動作の識別”, 信学技報, PRMU97-195(1997-12)