

単眼画像入力による非接触ビデオレート手指形状推定システム

島田 伸敬 今井章博 白井良明

大阪大学大学院 工学研究科 電子制御機械工学専攻

キーワード：手指形状，画像計測，単眼画像，PC クラスタ，並列処理，ビデオレート

概要

本研究では手袋型の手指入力操作インターフェイスにかわる，画像を用いた非接触型の計測デバイスの開発を行っている．従来の手法では，ビデオレートを実現するために複数の画像入力を用いて手指形状を計測するものが多かったが，視野の狭さやカメラの配置調整の問題があり，単眼画像から推定できるシステムのほうがより広い用途に応用できる．しかし単眼画像には奥行きが曖昧さがあるため，任意の手形状について逆問題を直接解くことは難しい．代替法として見えモデルを検索する方法が提案されたが，手指形状の多様さからデータベースが膨大になるため検索のための計算量が多く実時間性に向かないとされてきた．本研究ではこの手法を6～20台のPCクラスタ上に実装し，並列探索を実行することによってビデオレートによる推定を実現した．

まず背景差分や赤外線カメラを用いて手指輪郭を抽出し，輪郭形状がマッチする候補を見えモデルデータベースから探す．当該モデルの形状モデルパラメータを時間方向にフィルタリングすることによって入力画像の姿勢パラメータを推定する．

マッチングにおいては，モデルの関節パラメータのサンプリング間隔を細かくすると推定精度がよくなる反面，データベースが大きくなると同時によく似た見えモデルが増え，検索に時間がかかる．逆にサンプリング間隔を粗くすると，入力画像とデータベース中の候補とのずれが大きくなり推定できなくなる．そこで，

1. データベース中の関節角度のサンプリング間隔を比較的大きくとり
2. 回転，平行移動，スケールの変化を正規化して登録する
3. 指の本数などのだまかな特徴でまず照合の対象を絞る
4. 前時刻の推定結果から短時間に遷移できる形状のみを照合対象とする

ことによって無駄な照合を省く．さらに，粗くサンプリングしたことによる照合ミスを避けるために，

5. 曲率の大きな点，指の開き具合いや見る方向の微少なずれによって生じる輪郭特徴パターンの変化を許容する輪郭照合を行う

効率的な推定アルゴリズムを考案した．このとき一番照合度のよい候補のみを安易に選択すると，照合ミスにより後の追跡に失敗することがある．失敗から復帰するためには後戻りが必要となり時間ペナルティが大きい．そこで，

6. 各時刻で上位複数の候補を保存し，ビーム探索法によって追跡を行う

ことで追跡失敗を可能な限り抑制し，探索のための計算量の増加を抑えつつ実時間性を失わずにロバストな追跡と形状推定を可能とした．処理結果例は Fig.1 である．

PC(PentiumIII 1GHz, 512MB 主記憶)を相互に Gbit 高速 LAN で接続した PC クラスタシステム上に以上のアルゴリズムを実装した．PC0 を画像入力，特徴抽出，結果表示を，PC1 を並列探索タスクの管理と照合結果の取りまとめを行う．残りの並列探索用 PC はオンメモリでデータベースを保持し，PC1 から指示された範囲のモデルを入力と照合，結果を通知する．以上のシステムにより，10 台の PC を用いて約 16 万通りの手指姿勢をビデオレートで推定するシステムを構築することができた (Fig.2)．PC を 20 台に増設すると探索用 PC には毎フレーム 20msec 程度の余裕ができることがわかっており，濃淡情報やエッジ情報を利用したより高度なパターン照合を搭載することを検討している．

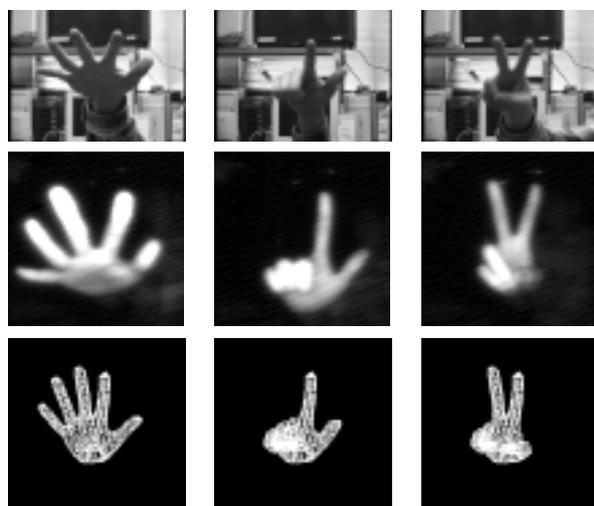


Figure.1 処理結果 (上段：濃淡画像，中段：赤外画像，下段：推定結果)

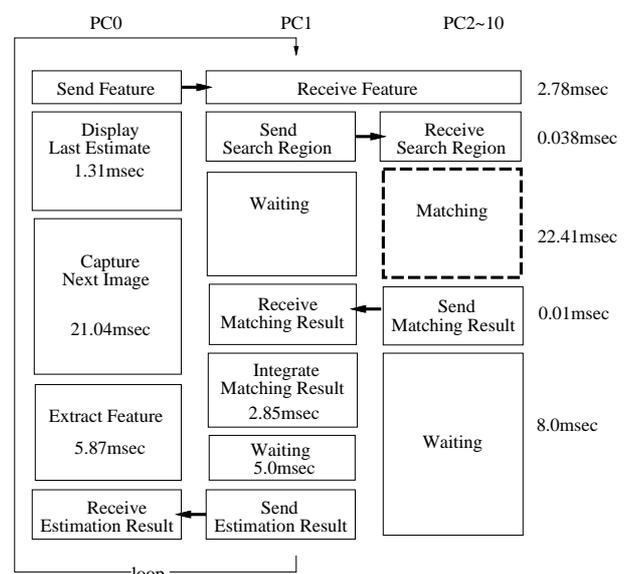


Figure.2 並列処理タイムチャート