

大上靖弘 杉本和英 江見哲一  
三洋電機(株) 東京情報通信研究所

### 1. はじめに

携帯電話などの小型携帯機器向けの入力インタフェースとして、ペンやマーカーを用いずに、カメラの前で動かした指の軌跡によって文字や絵の入力を行なうことのできるシステムを開発したので報告する。本システムは、カメラから入力された動画像から各画像フレーム中の指の位置を認識することにより、中空に描かれた指の運動軌跡を抽出するものである。

### 2. 背景

ノート PC や携帯端末に加え、電子メール専用端末や携帯電話などの普及により、小型携帯機器によって情報を読み書きする機会は確実に増加している。また、従来のテキストベースの情報だけでなく、電子メールに静止画を添付するなど画像情報も一般的に扱われるようになってきており、小型 CCD カメラを標準装備したノート PC や携帯電話なども見られるようになってきた。画像情報の重要性は今後も高まることは確実であり、このような画像入力機能が小型携帯機器の標準的な機能となる可能性は高いと考える。

一方、画像情報の利用を考えた場合、生成された画像に文字を重ねたり、人物の顔に吹き出しを加えたりといった加工への需要も増えるものと思われる。このような操作を行なうための入力インタフェースとしては、従来のノート PC などの携帯機器に多く用いられているスティックタイプのポインティングデバイスやタッチパッドではユーザの意図を的確に表現することは難しい。最近主流となりつつあるタッチパネルとペン入力の組み合わせは操作感が自然

で入力精度も十分であるが、入力作業場所の大きさがタッチパネルの面積に依存するため、操作性の確保と機器の小型化を同時に達成することが難しいという問題がある。これに対して、我々の提案する、文字や図形を空中に指で描くことにより入力するインタフェースは、操作性が機器のサイズに依存しないという利点がある。

### 3. 入力インタフェース

本入力インタフェースは以下のようなものである。本インタフェースでの入力を指示した後、カメラの前で指を動かすと、その運動軌跡が入力される。入力された軌跡は別の画像への落書きのようにそのまま使用することもできるし、文字認識などへの入力に使用することもできる。指とカメラのレンズとの距離は5~10cm程度とする。



図1 入力インタフェースのイメージ図

#### 3.1. 軌跡抽出

携帯機器向けという性格から、入力される動画像に対して以下のような可能性を考慮する必要がある。

- 照明条件が変動する
- 指が顔と重なっている
- 指以外にも移動物体が存在する

このような動画像から指の動きを抽出するために、各画像フレームから指領域の検出を行ない、画像フレーム間での指領域の動きを追跡し、その軌跡を出力することにした。指領域の検出は、指の内側に設

定された基準点から外側へエッジを探索することでその輪郭を抽出する手法をとる(図2)。この手法の利点としては、(1)最初に発見されたエッジが指の輪郭線であることが期待できるため指領域を認識するために指の形状などの知識を必要としないこと、(2)指の内側のみを探索範囲とすることができるために背景に依存しない認識が可能であること、(3)画像中の一部の領域しか探索しないで済むので高速な認識が可能であること、が挙げられる。

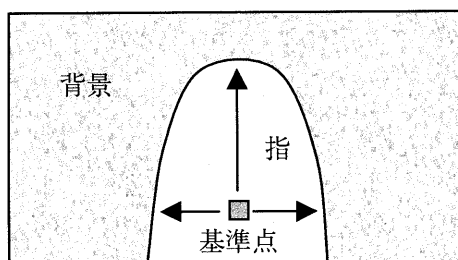


図2 指領域検出

指の内側に基準点を設定するために、初期画像フレームにおける指の位置を指定する必要がある。これは、軌跡抽出開始前にカメラからの入力画像と基準点を示す図形(例えば+)を重ねて表示し、操作者が基準点を示す図形を指の内側に位置させることで可能である。2フレーム以降では、指を動かす速度の上限を、隣接画像フレーム間での指領域が大きく重なる範囲内に限定することにより、前フレームで検出された指領域の位置を用いて自動的に更新された基準点を使用することができる。

### 3.2. エッジ探索

エッジの探索は、まず指の左右端を決定するために基準点から左右方向に探索を行ない、次に上方向に探索を行なうことにより指の上端を決定する。エッジ検出は Kirsch オペレータ[1]により算出したエッジ強度を用いて行なっている。対象とする画像では指に焦点が合っているとは限らないので、エッジ検出に用いる加重マトリクスのサイズを拡大することにより、エッジ付近でのなだらかな輝度変化を検出できるようにしている。

## 4. 実験システム

図3のようなシステム上に、本入力インタフェースを実装している。実行速度は、PentiumIII

700MHz のパソコンを使用した場合に 22 フレーム/秒程度である。また、画像フレームからの指領域抽出処理に要する時間は、1 フレームあたり約 27msec である。図4に本入力インタフェースを用いて入力したパターンの例を示す。

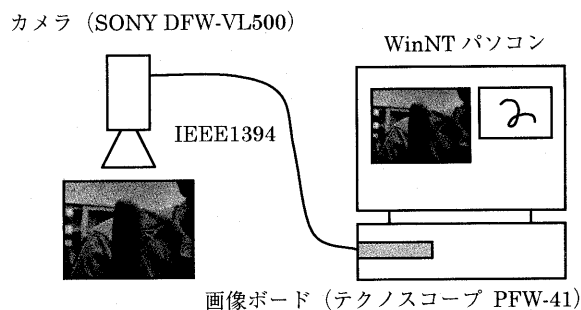


図3 実験システム

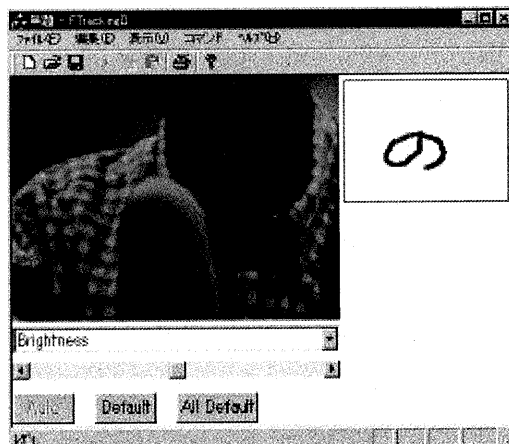


図4 入力例

## 5. まとめ

カメラの前で動かした指の軌跡によって文字やパターンを入力を行なうことのできる入力インタフェースを開発した。操作者が指にマーカなどの特殊な装置を装着する必要がなく、CCD カメラや CMOS センサなどの通常の画像入力装置により実現できるため、特殊なセンサも必要としないことから、実用的なシステムであると考えられる。

今後は、指領域認識精度の向上や照明条件などの使用条件に関する制約の緩和を行ない、より実用的なシステムへの改良を行なう予定である。

## 参考文献

- [1] 田村：“コンピュータ画像処理入門”，総研出版,1985.