

# 細線化画像を用いた指文字認識

広瀬健一

産業技術短期大学

聴覚障害者の重要なコミュニケーション手段である手話を画像認識する研究が必要とされている。手話は、手の形、手の位置、手の動き方の3つのパラメータで規定される。本稿では、これらの1つである手の形の認識の第一段階として、動きを伴わない日本指文字の認識について検討する。ここでは、まず、日本指文字の画像特徴について述べる。次に、細線化画像を用いて手指の2次元的形状特徴を抽出し、その特徴をもとに日本指文字の構成要素である手型と手の向きを判断することから指文字を認識する方法を提案する。最後に、実験により本方法の有効性を示す。

## Recognition of Japanese Manual Alphabet Using Thinning Image

Kenichi Hirose

College of Industrial Technology

This paper describes a recognition method of Japanese manual alphabet without motion. First, the features of Japanese manual alphabet image are described. Second, a recognition method using thinning image is proposed. In this method, the features of fingerspellings are extracted from thinning image and silhouette image, and fingerspellings are recognized by these features. Finally, the experimental results is presented.

## 1. まえがき

聴覚障害者の多くは日常生活の中でコミュニケーション手段として手指／視覚言語である手話を使用しており、健聴者は音声／聴覚言語を使用している。ところが、健聴者の多くは手話を知らない。また、手話通訳者の数も不足している。そのため、健聴者と聴覚障害者のコミュニケーションを支援する手話通訳システムの研究開発の必要性が叫ばれている。手話通訳システムは手話認識システムと手話生成システムの2つに大きく分けられ、それぞれ盛んに研究開発が行われている[1]。

手話は、手の形、手の位置、手の動き方の3つの構成パラメータで規定される。そのため、手話画像の認識における重要な問題点は、この3つのパラメータの特徴抽出になる。本稿ではこれらの1つである手の形の認識に着目し、その第一段階として、動きを伴わない日本指文字（41種類）の認識法について検討する。これまでも、指文字の認識についての研究は盛んに行われている[2][3][4]。これらの研究では、手形に対する水平・垂直方向への投影像を用いた方法[2]、伸びた指の位置による特定指文字の分類方法[3]および手形の輪郭線特徴を用いた方法[4]などを採用している。

本稿では、細線化画像が手の形を表す最大要因である指の状態を顕著に示すことに着目し、細線化画像に基づく指文字認識法について検討する。細線化画像を用いた手の形状認識については遊佐ら[5]が検討しているが、文献[5]では、伸ばしている指の数により3種類の手形状しか認識していない。そこで本稿では、日本指文字の41種類（動いている5種類を除く）に対する認識方法を検討する。

まず、2. で日本指文字の画像特徴について述べる。つぎに、3. で細線化画像を用いて得られる手指の形状特徴の抽出と認識方法について述べる。最後に、4. では、3. で得られた特徴パラメータをもとに行った認識実験の結果について述べる。

## 2. 日本指文字

ここでは、日本で使用されている指文字とその画像特徴について述べる。

図1に日本語の五十音に対応する指文字を示す。日本の指文字は清音に対応して46種類存在し、濁音、半濁音は清音の指文字を動かして表現される。日本の指文字の構成要素は、手型、手の向きおよび手の動きの3つに大きく分けられる。これらの要素によって清音の指文字を分類すると次のようになる。

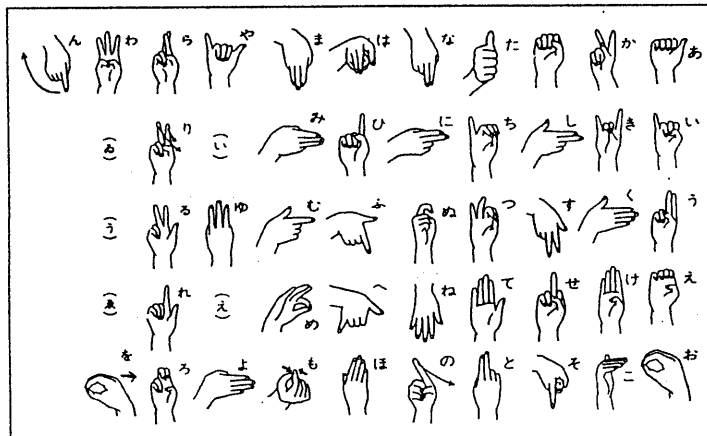


図1 日本の指文字

## 1) 手型

これは、24種類あり、手が上を向いているものを代表形とすると次のものがある。

「あいうえおかきけこさせちつてぬひめも  
やられるろわ」

手の形を決める最も大きな要因は、指の状態である。画像特徴として得られる完全に伸びた指の本数によって指文字は大きく分類される。

- ①0本 「えおさぬめもろを」
- ②1本 「あいこせそたちのひん」
- ③2本 「うかきつとなにはふへむやりりれ」
- ④3本 「しすまみゆるわ」
- ⑤4本 「けよ」
- ⑥5本 「くてねほ」

また、手型のもう一つの特徴として、「お」と「め」のように指と指でループを形成し画像のシルエットのなかにホールが存在する場合がある。

## 2) 手の向き

指文字は同じ手型でも向きによって異なった意味を持たせる場合がある。手の向きは手のひらの向きと指の向き（「ぬ」など指先の曲がっている場合もあるので、手のひらに対して指の存在する方向を指の向きとする）に大別される。

### (1) 手のひらの向き

相手に対して手のひらを向ける場合と手の甲を向ける場合および横を向ける場合がある。

- ①ひら 「あいうえかきけさせちつてひやられるろわ」
- ②甲 「くしすとなにねふへほまみむむよ」

### ③横 「おこたぬめ」

## (2) 指の向き

指文字画像から得られる指の向きには次の3種類がある。

- ①上向き 「あいうかきけさせちつてとぬひほやゆるられるろわ」
- ②下向き 「すなねふへま」
- ③横向き 「くしにみむよ」

## 3) 手の動き

指文字には手を静止させている場合と手を動かして文字を表現する場合がある。手を動かして表現する指文字は「のもりをん」の5つである。

このように指文字は、手型、手の向きおよび手の動きのそれぞれの特徴の組み合わせによって表現される。

## 3. 細線化画像からの特徴抽出と認識

ここでは、静止画像による指文字認識を念頭に置いているため、手の動きにより表現する「のもりをん」の5種類を除く静止している日本指文字41種類が処理対象となる。これらの指文字は、2. で述べた手型と手の向きにより認識が可能である。したがって、指の数と指の位置関係によって手型を識別し、手首の位置と指先の向きによって手の向きを識別することによって指文字を認識することができる。

本章では、シルエット画像から求められた細線化画像をもとにした特徴パラメータの抽出とそれらによる認識の方法を提案する。今回提案した認識方法の処理過程を図2に示す。

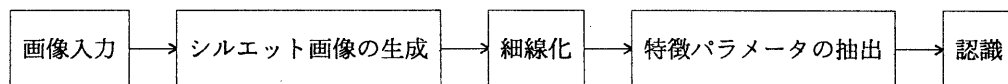


図2 認識の処理過程

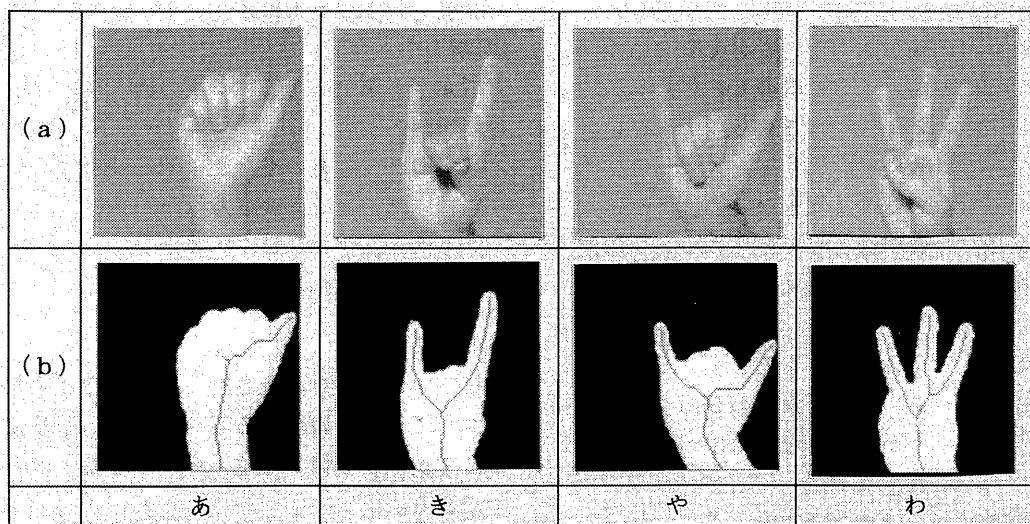


図3 指文字画像の例

(a) 原画像のモノクロ濃淡画像

(b) シルエット画像と細線化画像

また、図3に指文字画像の例を示す。図の(a)は入力画像のモノクロ濃淡画像であり、(b)はシルエット画像と細線化画像の合成画像である。

#### 1) 指文字画像の入力

指文字画像は、背景を青色にしてビデオカメラを用いてカラー画像(RGB各8ビット)として入力する。

#### 2) シルエット画像の生成

背景部分の青色と手の部分を色相により決定した閾値を用いて2値化し指文字のシルエット画像を生成する。さらに、収縮膨張処理により雑音や不必要な凹凸部分を除去する。

#### 3) 細線化処理

Hilditchの細線化アルゴリズム[6]により細線化処理を行う。

#### 4) 特徴抽出

特徴抽出は、細線化画像を基準にしたシルエット画像の走査と輪郭線追跡法を応用した

細線化画像の追跡によって行われる。以下にその手順を述べる。

- (1) 細線化画像の各画素の8近傍を調べ、連結数を求める。連結数が1の点(以下、端点とする)を指先および手首の候補点とする。また、連結数が2および3以上の点をそれぞれ細線化線分の成分および結合点とする。
- (2) 細線化画像の端点および結合点の接続リストを求め、閉ループの有無を調べる。
- (3) 端点を中心にしたシルエット画像の走査と細線化線分の追跡を行い、指先および手首の候補点における形状の特徴パラメータを求める。以下に、そのパラメータを挙げる。

##### ① 幅

端点を基準に縦、横、斜めに4回の走査を行い、その4つの長さの最小値を端点における幅とする。

##### ② 長さ

端点から細線化線分を追跡し、各追跡点における幅を求め、その幅が端点での幅に比べ、ある一定の比率にある間は追跡

を繰り返す。端点からその最終追跡点までの長さを端点における長さとする。

### ③向き

長さを求める際に、追跡した細線化線分の最終追跡点から端点への方向をこの線分の向きとする。

### ④曲半径

細線化線分上の端点における接線方向で追跡方向とは反対の方向とその接線方向に垂直な2方向に、端点からシルエット画像を走査し各方向でのシルエットの輪郭部分との交点を求める。その3つの交点を通る円の半径を曲半径とする。

## 5) 認識

4) で求めた4つの特徴パラメータを用いて行う指文字の認識手順を以下に述べる。

### (1)手首の認識

最も大きい曲半径もつ端点を手首候補とし、その端点の曲半径あるいは幅を他の端点のそれぞれと比較する。その結果、どちらか一つでも極端に大きい比率をとるとき、この端点を手首位置として認識する。また、この端点のパラメータを手首のパラメータとして以下の処理に用いる。

### (2)指先の認識

指先の認識は次のように3段階で行う。

#### ①第1段階

端点の幅が曲半径のほぼ2倍でかつ手首幅に比べかなり比率が小さいとき、この端点を指先とする。

#### ②第2段階

①で求めた指先の幅とほぼ等しい幅をもつ端点を指先とする。

#### ③第3段階

指が2本密着した状態にあるとき、①、②の段階で1本の指先と判断される。そこで、①、②で認識された指先の中で長さの短いものは、さらに細線化線分の追跡を行い、端点の幅のほぼ2倍の幅を保

っている線分の長さを求める。その長さがある値より大きい場合は、2本の指とみなす。

### (3)指文字の認識

指文字は前述のように手型と手の向きで規定される。したがって、閉ループの有無と認識された指の数と指先の端点どうしおよび残りの端点との相対位置関係から手型を判断し、手首からの指先の方向および指先の向きから手の向きを判断することによって指文字を認識する。

## 4. 認識実験

ビデオ“百万人の手話”（丸山、KKダイナミックセラーズ）からの指文字画像を標準データとして各処理段階で用いられる比率などの認識基準を決定した。その結果、「い」と「ち」、「え」と「さ」、「せ」と「た」と「ひ」と「ら」および「ぬ」と「ろ」は、シルエット画像が類似しているため、細線化画像の特徴に違いが無く、本稿の方法では分類不可能である。そのため、これらの指文字は同一グループとして認識することにした。図4にこれらの各グループの類似のようすを示す。この図は細線化画像にシルエット画像の輪郭線を合成した画像である。

今回、41種類の指文字を3人分で計123個のデータに対して認識実験を行った。その結果、「い」と「ち」などの同一グループとしての認識も含めて、すべての指文字が正しく認識された。

## 5. むすび

本稿では、細線化画像をもとにして、動きを伴わない日本指文字41種類に対する指文字認識の方法について述べた。この方法では、細線化画像の端点を基準にその細線化線分の追跡とシルエット画像の走査により2次元的な形状特徴を抽出し、指文字を認識する。ま

た、123個の指文字に対しての認識実験では、2次元的特徴の同じ指文字のグループとしての認識を含め、すべての指文字に対して認識ができた。本方法で使用した画像特徴は、細線化に基づく簡単な画像処理で抽出可能なものである。処理対象とした指文字の中には、「い」と「ち」のような2次元的な画像特徴のみでは識別できない文字も存在する。しかし、同一のグループとしては識別可能であり、グループごとに他方法で得られる画像特徴を併用して細分類することで認識が可能になると考える。また、指文字が使用される実際の手話会話においては、音声言語の認識と同様に文脈情報などの大域的な情報を併用することで認識が可能になると考える。

初めに述べたように、本稿で行った指文字認識の検討は、手話画像の認識に必要とされる手の形の認識のアプローチの第一段階である。今後は、実際の手話画像における手の形の認識への本手法の適用と、動きのあるパターンへの対応を検討する必要がある。

#### 謝辞

日頃、ご討論頂く産業技術短期大学の佐藤助教教授および金子講師に深く感謝致します。

#### 参考文献

- [1]安達久博：“手話通訳システムの研究動向”，信学技報，NLC92-5，pp.33-40(1992)。
- [2]萩原、脇：“投影像を用いた指文字認識法”，昭和61年度電子通信学会総合全国大会講演論文集，1536(MAR,1986)。
- [3]田村、川崎：“手話動画像認識システム”，情報処理学会研究報告，86-CV-44-1，pp.1-8(1986)。
- [4]落合、鎌田：“画像特徴を用いた日本指文字の記述方法”，信学技報，1E89-116，pp.61-68(1989)。
- [5]遊佐、兵庫、関根：“細線化画像を用いた手形状の認識”，1993年電子情報通信学会春季大会，D-519，p.7-280(1993)。

[6]長尾、安居院：“画像の処理と認識”，昭光堂(1992)。

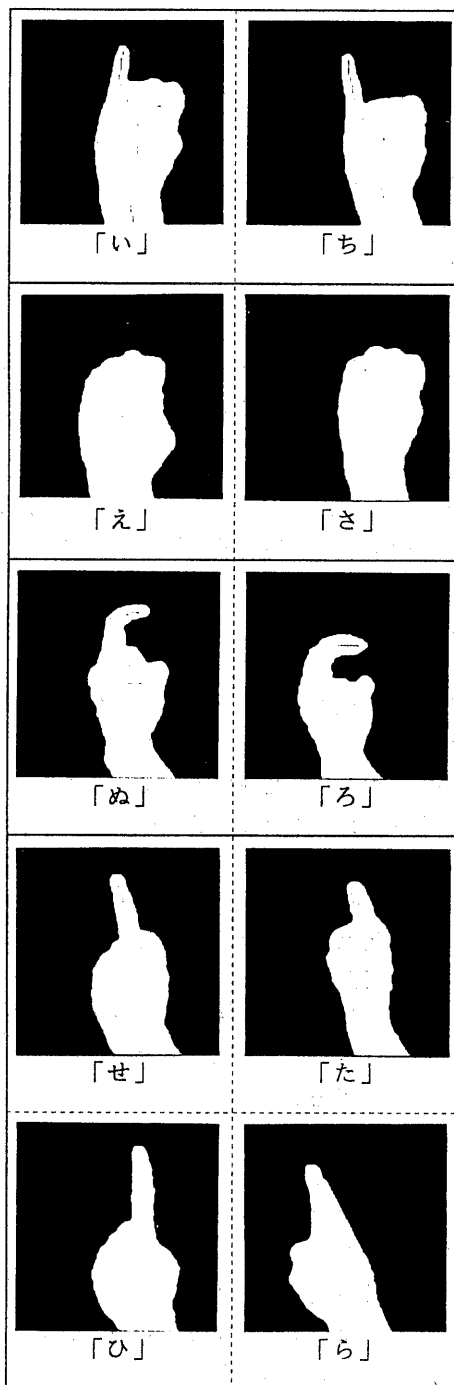


図4 識別しにくい指文字グループ