

手指動作特徴に基づく片手手話単語の類似検索支援システム

安達 久博

宇都宮大学工学部情報工学科

〒321 宇都宮市石井町 2753 番地

adachi@galileo.infor.utsunomiya-u.ac.jp

要 旨

手話の特徴の一つとして、手話単語を手指動作により表出する点があげられる。このため、手話単語と日本語との対訳電子化辞書の構築における重要な課題の一つは、ユーザが手指動作表現の特徴を容易に指定できるユーザインタフェースを確立することである。本論文では、対象を片手手話単語に限定した類似検索支援システムの構築方法とその一実現例について報告する。本システムの特徴は、手指動作特徴として、手の動きと手の位置の2つの動作特徴により対象単語を分類することで候補単語数が絞り込める点に着目し、マウスにより動作の軌跡をドラッグすることで類似動作を持つ手話単語群を検索する点にある。手の位置情報は軌跡情報に基づき中心座標を計算することで自動判別する。また、本システムの有効性と問題点について議論する。

1 はじめに

手話は、聴覚障害者と健聴者との重要なコミュニケーション・パスの一つである[5]。近年、聴覚障害者の社会参加の度合いが増すにつれて、手話による円滑なコミュニケーションを確立する必要性から手話を学習する健聴者が年々増加する傾向にある。このため、手話に関する学習参考書や辞書の出版数も増え、書店の専門コーナーから一般書籍コーナーに移動し、最近よく目にする状況にある。また、これらが機械可読化され、計算機上で処理可能な辞書なども登場しつつある。

手話は、音声言語が単語を線段的に配列するのと異なり、空間的に配列する特徴がある視覚言語としての側面を持つ。また、単語の表出を主に手指動作表現により行う特徴がある。このため、手話の研究は手話単語の構造を記号化する表記法の提案に始まる[1]。現在、一般的な構造記述の方法は、音声言語の音素の概念と同様な動素と呼ばれるパラメータにより単語の構造を記述する。基本的な動素は、手の形、手の位置、掌の向き、手の動きから成る。日本の手話単語の表記法も幾つか提案されている[2],[3]。また、これらのパラメータの一つを変化させることで別の意味の単語を構成できる特徴があることはよく知られている[6]。

手話を学習する場合、手指動作の特徴からその単語見出しを検索できる手段が辞書に必要不可欠である。この検索要求に対する従来の方式は、手話単語の表記法に依存したパラメータ指定による検索方式が提案されている[4],[10],[11]。しかし、これらの表記法は手話単語の構造を厳密に記述することを目的とした記述形式のため、その動素パラメータは詳細化されており、これらのパラメータをユーザは学習する必要がある。このため、初心者ユーザにとって、これらの動素パラ

メータを逐次指定しながら、段階的に絞り込む操作はストレスとなるなどの問題点が指摘されている[12],[14]。我々は、これらメニュー形式によるパラメータ指定方式ではなく、よりユーザにフレンドリーな自然言語文により手指動作を記述し、システム内部の記述文との類似性により、断片的な情報からも類似動作の手話単語を検索する方式を提案している[7],[8]。しかし、検索精度を向上させるためには、自然言語の持つ冗長性と曖昧性に起因した入力文とシステム内部の記述文とのミスマッチを解消させる枠組みをシステム内部に組み込むためには、本格的な自然言語処理機構をシステムに取り込む必要がある。この言語指向の検索モデルは、検索条件指定の制限を無くし、柔軟性を持つ魅力的なモデルではあるが、形態素解析、構文解析処理プログラムとその辞書をシステムに搭載するため、システムが重くなる方向に行き、よりコンパクトな検索システムを実現する上で問題点として残る。

そこで、本稿では言語指向の方式ではなく、ポインティングデバイス(マウス)により手指動作の軌跡を1回の直接操作し、動作軌跡の移動空間の座標に基づき、自動的に手の動きとその位置を計算し、の2つの動素パラメータを判別し、この組み合わせで絞り込んだ候補単語を提示する検索方式を提案し、その一実現例を報告する。また、本方式の有効性と現状の問題点について議論する。

2 手話単語の構造

手話単語は、基本的に手指動作、顔の表情、口形、視線の位置、姿勢などを併用したマルチモーダルな表現形態により単語を表出する。特に情報量が多いのが手指動作表現である。

また、手話単語の語彙は、単純語と複合語から成る [13]。例えば、図 1 に示した「愛情」という手話は、「愛」という単純語を提示した後で、「気持ち」という単純語を提示することで、複合語を構成する。本稿で対象とする検索対象語は、単純語とする。なぜなら、単純語の検索から、その単純語を含む複合語との間のリンクにより複合語の検索は可能である。

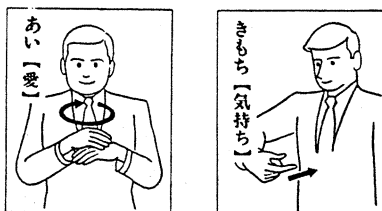


図 1. 複合手話単語「愛情」

次に、手話単語の表現形式は、片手手話と両手手話に大別できる [16]。さらに、両手手話は、両手同形手話と両手異形手話に分類されます。例えば、図 2 に示した「家族」という両手手話は、一方の手で「家」を表現し、他方の手で「人々」を表現する両手異形手話の一つである。また、両手手話は、この例のように、一方の手は固定で他方が動く手話と両手が動く手話に再分類することができる。本稿では、これらの表現形式の中で基本動作表現となる片手手話単語を対象とする。

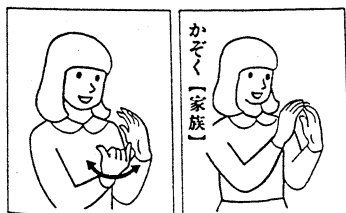


図 2. 両手・手話単語「家族」

手話単語の構造を記述する方法として、音声言語の音素の概念に対応する動素という概念を導入する。動素の基本要素は、手の形、掌の向き、手の位置、手の動きの 4 つのパラメータである。例えば、表 1 は「気持ち」を簡略化した表記法で記述した例を示す。これまでに、いくつかの表記法が提案されているが、それらは手話単語を観察し、厳密に手話表現を記述し、かつ記述形式から手話を再現できることを目的とするため、その表記法を直接使用することは、ユーザにその複雑な表記体系とパラメータの修得が必要であり検索記述言語としては、実用的ではない。一方、言語分析や手話の動画像の認識や生成という計算機処理にとっては、非常に重要な言語データと位置づけることができる。

3 手話単語の動作特徴に基づく分類

ここでは、4 つの動素パラメータの中で初心者が検索キーとして指定する場合の容易さと正確さの観点から

表 1. 手話単語「気持ち」の構造記述例

動素	内容
手の形	人差し指を立てる
手の位置	腹の前
掌の向き	腹に向ける
手の動き	腹にあてる

の優先順位について検討し、それに基づき対象単語を分類した結果について述べる。

3.1 動作特徴の再現性と優先度

手話を知らない被験者 2 名 (学部 4 年生) に手話単語の映像ビデオを観察させ、その直後に、観察した手話単語を再現する実験を行った。この実験の目的は、4 つの動素の記憶の正確さと受信における注目点を調べ、単語の検索キーとしての優先順位を知るためである。実験に使用した単語数は任意の 10 単語の片手手話とした。実験の結果、記憶 (再現) の正確さの順位は、手の動き > 手の位置 > 掌の向き > 手の形となった。簡単かつ小規模な実験であるが、従来の手話の形態からの検索方式においては、手の形から指定するものが主であった点と異なる結果を得た。これは、手の形は指文字に代表されるように、コード化が容易であるが、手の動きのコード化は従来の表記法が精緻化されているため、効率のよい動作形態の指定手段が難しい点と考えられる。なお、鎌田らは、手話を特徴付ける要素として、この手の動きの占めるウエイトが他のパラメータよりも大きいという予想を立てており [4]、内藤らの分析もこれを確認している [14]。そこで、文献 [15] の辞書から片手手話単語で、かつ単純語である 489 単語を抽出し、手の動きと手の位置を検索のための特徴素とし、手の動きを主、手の位置を従とした分類を行う。

3.2 動作特徴に基づく単語の分類

検索における動作特徴の指定の容易さのため、体の位置を正面、横向き、頭上の 3 つの観点で最初に分類した。この結果、正面位置が 316 単語、横向きが 158 単語、頭上からが 15 単語となった。表 2 に分類結果を示す。なお、「前後方向の動作」は、検索において横向きで指定するため、表中では「左右」に含まれている。「外側」は、体 (顔) の横などの位置を意味する。表中で動作軌跡の項目として、「指示」で表記されたものは、動作位置の始点に留まり、手首の回転、空書、手形の変化あるいは部位への直接指示を指すものである。本稿で対象とする動作軌跡は、円運動 (回転)、弧、直線運動 (上下、左右)、指示のみとした。なお、斜め方向への移動と回転は、現在の認識方法では分離不能のため今回は対象外とした。

表 2. 手指の動作軌跡と位置に基づく手話単語の分類

動作軌跡	顔						体			空間	合計
	頭	目	鼻	口	耳	頬	肩	胸	腹	外側	
円(回転)	1	2	1	2	0	2	0	4	1	1	14
弧(半回転)	8	0	12	1	1	3	1	2	20	0	48
上下	15	4	13	3	0	9	0	3	37	3	95
左右	12	9	30	18	3	10	14	4	54	6	162
斜め	1	0	8	2	0	0	0	2	9	1	23
指示	19	6	13	13	4	6	7	4	67	5	147
合計	56	21	77	39	8	30	22	15	191	16	489

4 動作特徴に基づく類似検索方法

4.1 動作軌跡の認識と位置の推定

マウスでドラッグした軌跡から XY 座標の最大値と最小値を計算し, X,Y 座標の移動幅と中心座標を求める。図 3 の (1) は回転軌跡とその中心座標の関係を示す。

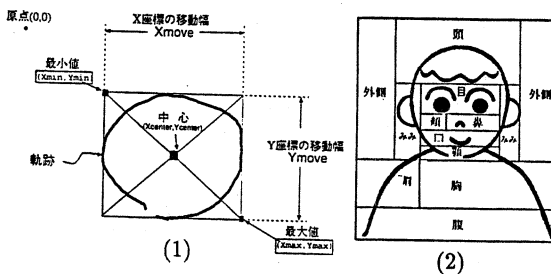


図 3. 回転軌跡の認識

動作位置は, 図 3 の (2) に示す様に分割された部位の範囲に上で求めた中心座標が含まれると決定される。動作の認識は, 以下のように, X 座標と Y 座標の移動幅の比がある値以上か否かで判定する。この閾値は, ドラッグ操作のゆれ幅を考慮して決めた。この計算方法では, 回転動作と斜め移動は同じ軌跡として判定される問題点があるため, 前節で述べたように, 本稿では斜め移動を伴う単語を対象外とした。

X 座標の移動幅を X-move, Y 座標の移動幅を Y-move とすると,

$$\text{もし } \frac{X\text{-move}}{Y\text{-move}} \geq 4 \text{ なら, 上下動作,}$$

$$\text{もし } \frac{Y\text{-move}}{X\text{-move}} \geq 4 \text{ なら, 左右動作,}$$

$$\text{もし } \frac{X\text{-move}}{Y\text{-move}} \leq 1.5 \text{ なら, 回転動作,}$$

それ以外は半回転動作と認識する。なお, 「指示」については, 部位をシングルクリックした座標位置で判定する。

5 検索システムの実現例

5.1 システム構成

本システムは, 現在 Sun SPARK Station 5 上に実装されている。WWW ブラウザとして Netscape (Version 3.0b2), 認識プログラムと HTML 文書の検索制御プログラム, アニメーション表示は, Java Developer's Kit (Version 1.0) を使用して作成した Class ライブラリから成る。候補単語を表示する HTML 文書は, 認識プログラムからの引数として, 動作指定の position (正面, 横), 軌跡, 位置の文字列データを受け取る制御部から, この階層構造で格納されている 90 枚の HTML 文書 (2 × 5 × 9) を呼び出す構成となっている。

5.2 動画像表示

検索された手話単語の表示は, 図 4 に示すように線画を GIF 形式に変換したアニメーション・セルを各単語に 5 枚用意し, 仮想表示する方法とした。



図 4. GIF 画像セルのキャスト例

5.3 操作手順

また, 検索の操作手順の画面例を図 5 に示す。操作方法は, 動作軌跡の認識パレット上をマウスでドラッグし, 認識された情報に基づき, 分類表を検索し, 対応する候補単語に対する HTML 文書を表示し, 手話アニメーションを表示する。

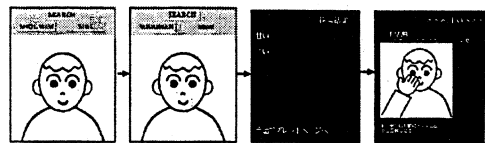


図 5. 動作軌跡の入力から手話単語表示までの流れ

6 評価と検討

本方式の有効性を評価するためには, 検索精度とユーザインタフェースの両方の観点から評価する必要がある。特に情報検索システムの場合には, 一般に, 検索精度を再現率と適合率の尺度で評価する。しかも, 従来の方法との比較が検索方式の有効性を客観的に評価

する尺度となる。これらの詳細な評価は現在進行中である。そのため、本システムの評価を決定付ける要因の一つである、ユーザインタフェースとしてのマウス操作から得られる軌跡の移動範囲に基づき計算される動作と位置が、事前にこの2つの観点により分類された分類表の対応する部分とのマッチングの正確さを検索精度の評価尺度とする。

このため、3.1の実験の被験者2名に、正面位置から指定する10単語を使用して検索の精度を評価した。実験の結果、動作の軌跡については、今回限定した範囲では、100%の認識精度が得られたが、動作位置の推定に問題があることが分かった。すなわち、被験者の軌跡情報から得られる中心座標の計算位置と各部位を分割した座標範囲との mismatches が第1義的な問題点である。別の要因としては、辞書の記述に基づき顔の各部位により対象単語を細分類したが、被験者は動作位置として、特に顔のどの部位かを細かく意識すること自体にストレスを感じるというアンケート結果を得た。つまり、画面上でマウスを使用して動作軌跡をドラッグする操作において、口の前での動作は胸ではなく顔の前でという程度の認識に刷り代わるのではないかと考えられる。なぜなら、同一の被験者が3.1では、正確にその位置を再現できたにもかかわらず、両者ともストレスを感じている。このため、計算された中心座標の範囲に隣接する部位を含めて、類似位置の候補単語を提示する方法を検討すると同時に、今後、単語の分類基準を再検討する必要があると考える。

7 おわりに

本稿では、手話単語の手指動作特徴に基づく片手手話単語の類似検索支援システムの構築方法の提案とその一実現例について報告した。本方式の特徴は、手指動作特徴として、手の動きと手の位置の2つの特徴観点だけから片手手話単語を分類し、検索辞書を構築した点にある。また、検索インタフェースとして、マウスによるポインティング操作のみにより、動作の軌跡情報を獲得し、同時に中心座標の計算により位置情報を推定し検索候補を提示する方式を採用した。さらに、WWWブラウザとJava言語による一実現例を示した。今後の課題として、軌跡情報からの動作の判別式の改良と動作位置の推定による隣接部位を決定する計算方法の検討と検索システムの評価が必要である。また、改良と評価データを収集するため、WWW上での試験的な公開方法を現在検討中である。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、日頃ご指導を頂く宇都宮大学工学部情報工学科鎌田一雄教授、貴重なご意見を頂く熊谷毅助教授に深謝する。なお、本研究の一部は平成7年度文部省科研費(奨励研究(A):07780356)、平成8年度文部省科研費(萌芽的研究:08878052)による。

参考文献

- [1] W. Stokoe, D. Casterline and C. Croneberg, 'A dictionary of American Sign Language on linguistic principles,' Gallaudet College Press, Washington, D.C., 1965.
- [2] 田上隆司, 森 明子, "手話の語を構成する要素とその構成法について," 手話の諸相, F.C. パン, 田上隆司, pp.77-109, 文化評論社, 広島, 1978.
- [3] 神田和幸, 小田候朗, 本名信行, 加藤三保子, "日本手話の表記法に関する提案—手の形を中心にして—," 日本音響学会音声研究会資料, S83-88, pp. 697-704, 1984.
- [4] 鎌田一雄, 藤野淑子, 薄井幸江, "コンピュータ処理の為に手話記述パラメータの基礎検討," 聴覚言語障害, vol. 2, no. 1, pp. 9-15, 1991.
- [5] 安達久博, "手話通訳システムの研究動向—自然言語処理の立場から—," 信学技報, NLC92-5, pp.33-40, 1992.
- [6] H. Adachi and K. Kamata, "A Classification Method for Japanese Signs Using Manual Motion Descriptions," *Proc. of COLING'94*, vol. II, pp. 961-967, Kyoto, August 1994.
- [7] H. Adachi and K. Kamata, "A Classification Method for Signs in American Sign Language Using Manual Motion Descriptions," *Proc. of NLPRS'95*, vol. II, pp. 961-967, Seoul, November 1995.
- [8] 安達久博, 鎌田一雄, "手指動作記述文を利用した手話単語の類似検索方式," 人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-9401-2, pp. 7-13, 1994.
- [9] H. Adachi and K. Kamata, "A Similar Retrieval Method from Japanese Signs Using Manual Motion Descriptions," *Proc. Int. Conf. on Computer Processing of Oriental Languages*, Hong Kong, April 1997, (to be appear).
- [10] 竹村 茂, 平川美穂子, "パソコンを使った手話検索システムの研究," 第20回日本手話学会講演論文集, pp.55-58, 1994.
- [11] 加藤雄士, 内藤一郎, 神田和幸, 中 博一, "手の形態から検索する手話電子化辞書の試作," 第9回ヒューマン・インターフェースシンポジウム論文集, pp.331-336, 1993.
- [12] 内藤一郎, 安東孝治, 加藤雄士, "手話学習システムのための電子化辞書の検討," 信学技報, ET93-114, pp.57-64, 1994.
- [13] 安達久博, 下山豪彦, 播磨良洋, 松浦威日, "日本語・手話電子化辞書の構成法について," 情報処理学会研究会資料, NLP96-3, pp. 17-24, 1993.
- [14] 内藤一郎, 加藤雄士, "効率的な検索方法の確立を目的とした日本手話の形態的特徴の基礎的検討," 電子情報通信学会論文誌A, vol. J79-A, no. 2, pp. 337-345, 1996.
- [15] 丸山浩路編, "イラスト手話辞典," KK-ダイナミックセラーズ, 東京, 1989.
- [16] 竹村 茂, "手話・日本語辞典," 廣済堂出版, 東京, 1996.
- [17] 河西朝雄, "Internet Language 3 Java 入門," 技術評論社, 東京, 1996.