

平成 21 年 6 月 1 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18500100
 研究課題名 (和文) Web カメラ入力を用いた日本手話-日本語電子辞書のユーザーインターフェースの研究
 研究課題名 (英文) Development of Interface for Japanese Sign Language-Japanese Electronic Dictionary using Web Camera
 研究代表者
 木村 勉 (KIMURA TSUTOMU)
 豊田工業高等専門学校・情報工学科・講師
 研究者番号：80225044

研究成果の概要：本研究は Web カメラから手話動作を入力し、その意味を調べることができる辞書システムの開発を行う。研究は主に次の 3 つからなる。1)手型認識, 2)腕の動き認識, 3)手話音素データベースの構築。データベースは完成しており、それを基にした辞書システムを開発し、評価を行った。手型と腕の動きの認識も基礎研究が終了した。現在は、認識プログラムと辞書システムの統合を行っている。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,800,000	0	1,800,000
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	540,000	4,140,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 メディア情報学・データベース

キーワード：手話 辞書 音素 データベース 認識 Web カメラ

1. 研究開始当初の背景

昨今の手話ブームにより、書店には多くの手話に関する書籍が並んでいるが、そのほとんどは日本語から手話を調べるという日本語-手話辞書であり、手話単語からそれに対応する日本語単語を引き当てる辞書(日本手話-日本語辞書)は「手話・日本語辞典」, 「手話・日本語大辞典」(竹村 茂著, 廣済堂出版) 2 種類のみである。このような状況は、英語学習において、日本語に対応する英単語を調べる和英辞書は存在しても、英単語の意味を調べる際に必要な英和辞書がほとんど存在していないのと同じである。

この問題を解決するために我々は日本手

話-日本語電子辞書システムを開発しており、現在はその評価を行っている。

その中で問題になっているのがユーザーインターフェースである。手話は音声言語と異なり、手の形(手型)、腕の動きや位置によって表現する言語である。音声言語を表記する場合は、文字を使って行うことができるが、手話の表記方法は定まっていない。

通常、音声言語の場合、ユーザーが辞書を使うときは、文字をキーワードとして検索を行うが、手話の場合、検索キーワードをどのように設定するかが問題となる。

例えば手話・日本語大辞典では、手話を検索するときにはまず、片手手話なのか両手手話

なのかを選ぶ。その次に手型を選んで、その後腕の動き（直線や曲線，方向など）をキーワードとして，検索する。この辞書の場合，書籍の構成上，先の順番で検索しなければならない。これは，まず片手・両手手話により手話が分類され，さらに手型や腕の動きなどで細かく分類するという構成となっているからである。

それに対し我々が開発中の辞書システムでは，手型や腕の動きなどは，どの順序からでも自由に選んで検索することができる。また，全ての要素を選択する必要は無く，一部の要素を選ぶだけでも検索できるという特徴がある。

しかしながら評価を行っている段階で，この方法では，一番利用すると考えられる初心者にとっては検索しにくい方法ではないかと考えられた。この辞書システムでは，手話を7つの要素（手型や腕の動きなど）に分解し，あらかじめ用意した項目から選択するようになっている。ある程度手話の分類について学習したユーザーであれば，調べたい手話単語をこの要素に分解することができ，辞書を引くことができるが，初心者にとっては，手話を手型や動きに分解すること自体，難しい作業であると考えられる。

また，要素に分解できたとしても，ユーザーが考えた表現と開発者が考えた表現方法が異なる場合がある。例えば腕の動きを「山なりに動く」と表現したり，あるいは「上向きに弧を描く」と表現する場合がある。この場合，ユーザーは開発者が用意した項目から要素を選択することができないかもしれない。

2. 研究の目的

本研究では，Webカメラを用いて手話動画を取得し，その動きから手話を検索する日本手話-日本語電子辞書システムを開発する。さらにこれを応用して今後の日本手話自動翻訳システムの基礎研究を行う。

本研究では，背景で述べた問題を解決するために，あらかじめ用意した項目から手話の要素を選択するのではなく，Webカメラから手話動作を入力し，これを基にリアルタイムに検索できる辞書システムを開発する。

Webカメラの前でユーザーが手話を表現すると，システムはその手話動作をカメラから取得し，これを分解して，手話単語を検索するためのキーにする。

3. 研究の方法

手話は音素（手型，動き，位置など）から構成されており，それらが同時に表現される。しかし本研究では，手型と腕の動きを別々に

入力して，手話の検索を行うこと想定している。これは，手話辞書の検索キーの入力が別々に行われるためである。

以下にそれぞれの音素や辞書システムなどに付いて述べる。

(1) 手型認識

まず Web カメラを用いて手の形を入力し，それが手話のどの手型であるかを認識する。手話の手型には似たような形がある。これは辞書を使うユーザーが間違えやすいのもあるが，システムが区別しにくいといった両面の難点がある。本研究では，それらをグループ化することにした。グループ化の例を Fig.1 に示す。辞書としては，似たような手話も検索の候補として挙げておき，最終的にはユーザーで絞ってもらうという方法をとることにした。

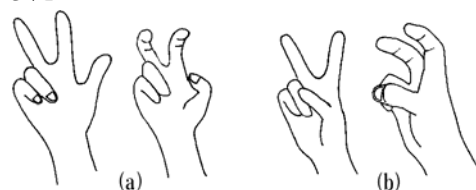


Fig.1 Grouping of hand type

本研究での認識の手順を Fig.2 に示す。また，本研究では 240×320 のサイズのビットマップ画像を扱い，背景は青一色とする。マッチングするデータについては，手の重心から手の輪郭の距離を計算し，それらを並べたものをデータとする。

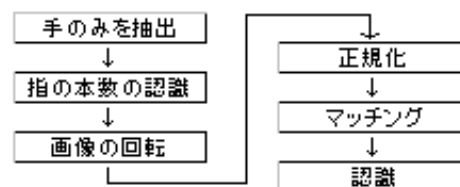


Fig.2 Flow of recognition

まず，画像から手のみを抽出する。次に，手の大きさに合わせて円形の走査線を引き，指の本数を認識する。そして手の向きに影響されないように，先ほどの走査線で指のあるところの中心が画像の一番上にくるように画像を回転させる。次に，生成された画像をすべて同じサイズに修正し正規化を行う。そして，その画像のデータをもとにデータベースとのマッチングを行い，認識をする。画像の流れを Fig.3 に示す。

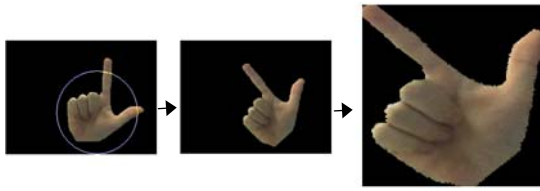


Fig.3 Flow of image conversion

(2) 腕の動き認識

本研究では腕の動きを以下の手順で認識する。1) Web カメラの動画像から肌色を認識する。肌色は両腕と顔があるが、初期位置によって腕だけを認識する。2) 画面を領域分割し、どの領域に腕が移動したか検知して動きを認識する。

① 色情報追跡アルゴリズム

本研究では画像処理に Intel が開発した画像処理ライブラリである OpenCV を利用する。これには CamShift 法による色情報追跡アルゴリズムを用いたライブラリが用意されている。CamShift 法では、画像フレーム中で追跡対象の色相値のヒストグラムに一番近い領域にシフトし続けることにより、色情報が動的に変化する動画像に対しての追跡を実現した手法である。

② 領域設定

腕の動きを認識するために、画面の領域を分割する。Fig 4 に画面の領域分割を示す。画面の中心には使用者が立つ。なお、実行画面は鏡面となっている。左右の動きを大きく分かりやすく抽出するために、真ん中の領域の幅をさくして、左右の領域を大きくする。初期位置は、左腕を 17 番、右腕を 19 番、顔を 8 番の領域とする。また、片腕の追跡と両腕の追跡のいずれかを選べるようにする。

③ 動作追跡

Fig5 に実行画面を示す。認識した腕は円で示され、円の中心がどの領域に属しているか記録する。円の中心が領域分割線を通ったときに動作判定を行う。このとき、現在領域から見てどの線を通ったかによって、上下左右のいずれの領域に移動したかを判定する。斜めに移動する場合でも、細かく見ると横⇒縦の動きを高速で行っていると考え、一定時間以内に横⇒縦(または縦⇒横)の動きが行われたと判断されたら斜めの動きとする。一定時間同じ領域にいたと判断されたら終了とする。

④ 動作フラグ作成

動作追跡終了後、記録していた代表点をも

とに、動作フラグを作成する。例えば、代表点の中心座標が 6⇒7 と移動していたらこれは左から右の動きであると考えられる。

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Fig 4. Image region segmentation

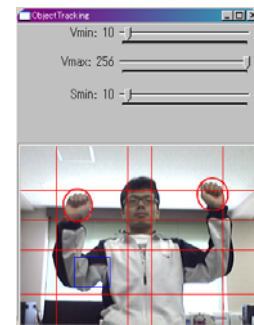


Fig5. Arm movement recognition

(3) データベース設計

Web カメラが取得した手型、腕の動きなどから手話を検索するが、その手話のデータベースを設計する必要がある。手話は、手型、腕の動き、位置などの音素と呼ばれる要素から成り立っている。それらの音素を分類し、データベースの作成を行う。

① 音素分析

音素分析は全日本ろうあ連盟が発行している「日本語—手話辞典」および NOP 手話技能検定協会監修の「ひと目でわかる実用手話辞典」に掲載されている手話単語を 1 つ 1 つ音素に分解する。

また、腕の動きに関しては、手話の動作が入力できる装置『聾 bot』を開発する。これは人型のロボットで、腕を動かすとリアルタイムのその動作を記録することが出来る。これを用いてデータの収集を行う。

さらにデータベースの管理システムを向上させるために、曖昧な認識結果でも検索が可能になるような方法を検討する。

② コード割り当て

手話を辞書化するに当たり、手話のコード割り当てが必要になる。本研究では、日本のみならず、世界中で提案されている手話コードを包括的に記述できる方法について検討・提案を行う。

(4) 辞書システム

作製したデータベースを基に、手話・日本語電子辞書を作成する。

Web カメラからの認識結果をこの辞書システムの検索キーとして用いる。

4. 研究成果

(1) 手型認識

手話単語には、約 50 種類の手型がある。しかし、手型によってはほとんど使われない

手型もある。また、すべての手型を認識するのは難しいと考えられる。そのため、本研究では、約 50 種類ある手型のうち 32 種類の手型を認識することにした。これは全体の約 80% を占め、日常生活の中では十分だと考えたからである。また 32 種類の手型もすべて認識するのではなく、あいまい検索を行うため似通った手型はすべて同じ手型とみなし、最終的には 11 種類の手型に分類した。32 種類の手型の画像をそれぞれ 3 枚ずつ用意し、データベースを作成し、すべての画像で認識してみた結果、認識率は約 80% になった。また、認識にかかった時間は約 2 秒であった。

(2) 腕の動き認識

腕の動きの認識は当初は Haar-like 特徴による高速物体検知アルゴリズムを用いた方法で行っていた。これはライブラリを用いて、手型を学習させ、Web カメラからの画像中から手型を認識する方法である。これにより特定の手型を表現し、その手型を追跡することで、動きを捉えようとしていた。しかし誤認識が多く、十分に手型を追跡することは出来なかった。そのため色情報追跡アルゴリズムを採用した。

この方法を用いることで、追跡結果から腕の動きを計算し、認識することが可能となった。

(3) データベース設計

音素分析を行った手話単語（約 3,000 語）は EXCEL 形式のファイルに収録した。また収録した単語のうち約 500 単語については、手話動画も用意した。

① 音素分析

手型について、利き手と非利き手の相関を調べたところ、これまで独立していたと思われるが、一定の相関が見られることが分かった。これにより、辞書の検索は非利き手をキーワードとしなくても検索が容易に行われると考えられる。

さらに左右の手型が異なる手話単語での手型についての調査を行った。日本手話のタイプ III（両手手型が異なるもの）について、手話が表出される位置と動きをそれぞれニュートラルスペースおよび下方直線運動に固定し、両手 手型の組み合わせと両手の接触の有無だけを変えた約 2300 個の手話サンプルを作成・録画し、日本手話母語話者の評価（5段階のリカートスケール）を受けた。その結果にもとづき、両手手型の組み合わせ等を含めて語の適格性について考察する方法を示した。

また、曖昧な認識結果でも検索が可能になるような方法を検討した。例えば手型認識の場合、伸ばしている指の数の個数程度なら、

認識は用意であるが、これだけではデータベースの情報とマッチしない。そこでこのような曖昧な認識結果でも、複数の音素とマッチさせる仕組みを提案した。これはそれぞれの音素が持つ成分を分類し、その成分とマッチする音素を検索キーとして使用する方法である。欠点として、情報が少ないと検索キーとしての音素が多くなり、目的とする手話の候補数が多くなる。これを解決するためにはできるだけ多くの音素成分を入力画像から抽出する必要がある。

② コード割り当て

世界中で提案されている手話コードを包括的に記述できる方法について検討・提案をした (Universal Sign Code : USC)。このコードは単語だけでなく、音素、形態素、さらには文章までもコード化することができる。したがって、これを用いれば、辞書内のデータベースだけでなく、様々な手話関連の製品に応用することができる。

(4) 辞書システム

完成した手話データベースを用いて、容易に手話が検索できる手話・日本語辞書システムを設計した。Fig6 にシステムの画面を示す。

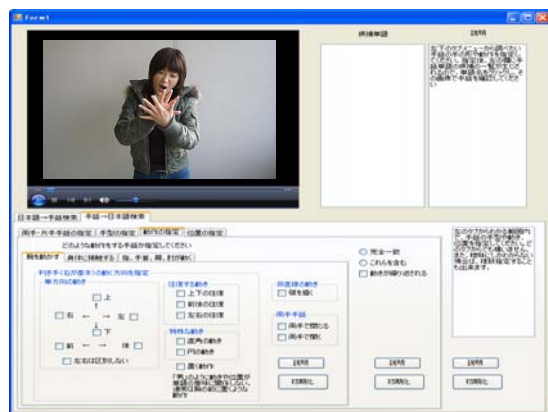


Fig6. Screen of Japanese sign language-Japanese electronic dictionary

手話を学習している初心者書籍の辞書と本システムについて評価をもらった。その結果、目的とする手話を検索する時間は平均して書籍の辞書の半分以下であった。

評価後の感想を聞いたところ、「日本手話・日本語大辞典」の利点として、「両手異形手話では、非利手も検索キーとして登録されているので探しやすい」といった意見が挙げられた。欠点としては「手話の動きがわかりにくく、確認しにくい」、「手型の指定を間違えると探せない」などの意見があった。本システムの利点として「手話動画で確認が出来る」、「音素を複数選択できる」、「ある程度の情報で絞り込める」といった意見がある一

方、「選択項目数が多い」、「動作の指定が難しい」といった欠点が挙げられた。

現在は、手型認識結果および腕の動き認識結果からの情報を取得するためのAPIを設計している。

API完成後、各認識結果を基に手話が検索できるシステムを構築する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 木村勉, 原大介, 神田和幸, 森本一成, "日本手話・日本語辞書システムの開発と評価", 手話学研究, 査読有り, 第17巻, pp.11-27, 2008

[学会発表] (計16件)

- ① 天川伊織, 木村勉, "日本手話・日本語辞書システムにおける Web カメラからの腕の動き認識", 平成20年度電気関係学会東海支部連合大会, 2008年9月19日, 愛知県立大学
- ② 神田和幸, 木村勉, 原大介, "日本の聾者人口の推計", 日本手話学会第34回大会予稿集 pp.17-20, 2008年9月14日-15日, 神戸市
- ③ Tsutomu Kimura, Masanori Katoh, Atsushi Hayashi, Kazuyuki Kanda, Daisuke Hara, Kazunari Morimoto "Application System of the Universal Sign Code -Development of the Portable Sign Presenter-", ICCHP 2008, Proceedings. pp. 678-681, July 9-11, 2008, Linz, Austria
- ④ 原大介, 神田和幸, 木村勉, "左右の手型が異なる日本手話単語(タイプIII)に現れる手型について", 福祉工学研究会, 電子情報通信学会技術報告, Vol.107, No555, pp.109-114, 2008年3月23日, 北九州学術研究都市 産学連携センター
- ⑤ 木村勉, 原大介, 神田和幸, "「日本手話・日本語電子辞書」の試作と評価ー音素等のグループ化によるあいまい検索方法の提案ー", 日本手話学会第33回大会予稿集 pp.49-52, 2007年9月16日, 日本社会事業大学
- ⑥ 神田和幸, 原大介, 木村勉, "日本手話における NMS の機能", 日本手話学会第33回大会予稿集 pp.17-20, 2007年9月16日, 日本社会事業大学
- ⑦ 原大介, 木村勉, 神田和幸, "音韻配列論再考ー日本手話タイプIIIについてー", 日本手話学会第33回大会予稿集 pp. 9-12, 2007年9月16日, 日本社会事業大学

- ⑧ 木村勉, 神田和幸, 田中久弥, "動作認識型手話入力装置『聾 bot』", 福祉工学研究会, 電子情報通信学会技術報告, Vol.107, No61, pp.79-82, 2007年5月25日, 琉球大学
- ⑨ 木村勉, 梅村善尚, 神田和幸, 原大介, "PowerPoint スライドへの字幕挿入システムの開発福祉工学研究会", 電子情報通信学会技術報告, Vol.107, No61, pp.75-78, 2007年5月25日, 琉球大学
- ⑩ Kanda K., Hara D., Kimura T., "Instruction at the X-ray Examination for the Hearing Handicapped People", Complex Medical Engineering, 2007. CME 2007. IEEE/ICME International, pp.464-467, 2007.5
- ⑪ Kazuyuki Kanda, Tsutomu Kimura and Daisuke Hara, "A Proposal of the Universal Sign Code, ICCHP, 2006, pp.595-598, 2006, Linz, Austria
- ⑫ 原大介, 片岡由美子, 木村勉, 神田和幸, "両手を使用する日本手話単語(タイプIII)の両手手型組み合わせに関する適格性条件について", 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学, 106(285), pp.73-78, 2006年10月5日, はこだて未来大学
- ⑬ 早稲田修史, 木村勉, "手話ー日本語電子辞書におけるユーザーインターフェースに関する研究", 平成18年度電気関係学会東海支部連合大会, 2006年9月29日, 岐阜大学
- ⑭ 神田和幸, 平山望武, 木村勉, 原大介, "対話型言語としての手話の言語構造的な特徴", 第47回言語・音声理解と対話処理研究会, pp.71-74, 2006年6月28日-29日, 沖縄・名桜大学
- ⑮ 原大介, 片岡由美子, 木村勉, 神田和幸, "確率に基づいた日本手話の音素配列論的試案ー日本手話音節タイプ0の手型について", 第47回言語・音声理解と対話処理研究会, pp.59-64, 2006年6月28日-29日, 沖縄・名桜大学
- ⑯ 神田和幸, 木村勉, 原大介, "手話形態素辞書研究(2)", 電子情報通信学会技術研究報告. WIT, 福祉情報工学, 106(57), pp.1-4, 2006年5月12日, 筑波技術大学

6. 研究組織

(1)研究代表者

木村 勉 (KIMURA TSUTOMU)

豊田工業高等専門学校・情報工学科・講師
研究者番号：80225044

(2)研究分担者

神田和幸 (KANDA KAZUYUKI)

中京大学・国際教養学部・教授
研究者番号：70132123
(平成 18,19 年度)

原 大介 (HARA DAISUKE)
愛知医科大学・看護学部・教授
研究者番号：00329822
(平成 18,19 年度)

(3)連携研究者

神田和幸 (KANDA KAZUYUKI)
中京大学・国際教養学部・教授
研究者番号：70132123
(平成 20 年度)

原 大介 (HARA DAISUKE)
愛知医科大学・看護学部・教授
研究者番号：00329822
(平成 20 年度)