修 士 論 文

日本語から手話への機械翻訳に関する研究

指導教官　奥村学 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報処理学専攻

徳田 昌晃

1996 年 2 月 15 日

Copyright © 1997 by

目 次

1 はじめに **1**

2 研究の背景と目的 **3**

2.1 聴覚障害 3

2.1.1 聴覚障害と手話 3

2.1.2 手話通訳 5

2.2 手話 6

2.2.1 手話という言語 6

2.2.2 関連研究 8

2.3 日本語から手話への機械翻訳 11

3 手話表記法 (文) **13**

3.1 手話表記法の特徴 13

3.2 手話表記法の定義 14

3.3 手話表記文の例 15

4 手話単語辞書 **17**

4.1 手話単語辞書の概要 17

4.2 手話単語辞書の構成 17

5 手話翻訳システムの試作 **19**

5.1 変換方法 19

5.1.1 形態素解析 19

5.1.2 不必要形態素の除去 19

5.1.3 変換規則での処理 20
5.1.4 手話単語辞書での処理 20
5.1.5 EDR 電子化辞書を使った類似単語の獲得 21
5.1.6 指文字表記への変換 26

6 実験と評価 **27**
6.1 実験の方法 27
6.2 実験結果 28
6.3 考察 30
6.3.1 手話単語辞書を使った変換について 30
6.3.2 類似語の獲得について 30
6.3.3 指文字表記への変換について 32
6.3.4 システムが 「変換失敗」とする形態素について 33
6.3.5 固有名詞の扱い 34

7 おわりに **35**
7.1 結論 35
7.2 今後の課題 35
7.2.1 語義の決定 35
7.2.2 類似語の獲得の複数候補の絞り込み 36
7.2.3 手話表記文 36
7.2.4 手話単語辞書の改良 37

参考文献 **43**

図 目 次

2.1 手話を扱った研究 9
2.2 日本語から手話への機械翻訳システムの概観 11

3.1 手話表記文の例 15
3.2 <の入った手話表記文の例 16

4.1 手話単語のイメージ 18

5.1 月日の表現の変換規則 20
5.2 概念識別子による類似語の獲得 22
5.3 「という」規則 23
5.4 概念記述による類似語の獲得 24
5.5 上位概念による類似語の獲得 25

表 目 次

3.1 手話表記法 14

6.1 結果 29
6.2 「候補語の獲得」の詳細 29
6.3 最終結果 29
6.4 概念記述と見出し語がほとんど同じもの 31
6.5 概念記述が手話表現に適切でないもの 32
6.6 ひらがな表記での失敗 33

第 1 章

はじめに

子供の頃に音声言語が習得できなかった聾唖者が使う言語に手話がある。手話は手、腕、表情などを駆使する言語であり、日本語や英語などの音声言語とは表現が大幅に違うが、近年の言語学の研究成果によれば、手話もまた独自の体系を持つ言語であることが明らかになっている。手話の習得に数年を要することは経験的にわかっていたが、言語学的にも証明されることになった。

手話が他の言語と違うことを特徴づけているのは視覚的な言語であることである。そのため、計算機で扱うためには入出力が壁となる。画像処理技術を用いた動作認識や手話の画像合成、特殊な装置を使った手話の単語認識の研究は数多く行われているが、未だに実用的な入出力が出来るようにはなっていない。これらの手話の入出力処理だけでも現在の計算機にとってはかなりの負荷となる。また、手話を自然言語として処理するためには、計算機の内部表現として手話を記号列で表現する必要がある。2 章で述べるように手話を記録するための記述法や手話と日本語との間の翻訳システムは社会的な要請もあり、それらを実現する意義は大きい。そこで本研究では、手話の記述法として「手話表記法 (文)」を提案する。そして、日本語から手話表記文への機械翻訳の手法を検討し、システム「手話ん」を試作し評価する。既存の研究によって、手話の入出力データを手話表記文に簡単に変換できることを仮定することにより、副次的に本研究では画像処理のような手話の入出力処理を扱わないことにする。

手話表記法は、日本語単語をラベルとして使用することで、手話を文字列として記述する手法である。手話表記法を用いて表記された文は手話表記文と呼ばれる。手話表記文は手話を計算機で扱うための記号言語の役割と、人間が直接読み書きできる書記言語の役割

を果たすように考案されている。

本研究で扱う機械翻訳は変換方式によるものである。手話はかなりの影響を日本語に受けていることと、手話表記文と日本語には表記上類似性があるので、入力された原言語の統語構造を解析して目標言語の訳文を生成する変換方式が適切と考えたためである。変換方式では、両言語の構文規則、単語辞書が必要となる。「手話ん」では原言語側の日本語の処理や辞書と構文規則は既存のものを使う。目標言語側の手話の辞書は、市販されている手話辞典を参考に計算機可読な手話単語辞書を作成して使用する。また、入力文としてニュース文を使うことで、手話表記文と日本語文の構文がほぼ同じであることを期待し、単語の変換を中心にした機械翻訳システムを試作する。

日本語から手話への翻訳では、手話単語辞書の語彙の少なさが問題になる。日本語と手話間の辞書で現存する物は、日本語側の見出し語が多い物で約 6000 単語しかない。これらの単語も方言や死語が多く含まれているため、有用な物は約 3000 単語である。本研究では日本語単語に該当する手話単語が存在しない場合に、計算機可読な日本語辞書を使用し、類似した日本語単語を獲得し、手話単語に変換する手法を検討する。

本論文では、2 章で聴覚障害と手話について解説し、本研究の背景と目的を述べる。次に本研究で使う手話表記法と手話単語辞書について 3 章と 4 章で述べる。5 章で日本語から手話へ機械翻訳を行う手法について述べ、6 章ではシステムの考察を行う。7 章で結論、および今後の課題を述べる。

第 2 章

研究の背景と目的

本章では手話について解説し、本研究の背景と目的を述べる。

2.1 聴覚障害

手話通訳システムの必要性を理解するうえで必要な聴覚障害者と手話の関係と、手話通訳の現状について述べる。

2.1.1 聴覚障害と手話

聴覚障害

聴覚障害とは、耳から脳の聴覚連合野までの経路の一部や全般に渡って損傷があるために音や言葉が聞きとれない、もしくは聞き取りにくいことを言う [29]。聴覚障害者とは聴覚障害のために音声による情報取得が困難な者[1]、また広義には聴覚障害に伴いコミュニケーションが困難な者[2]を言う。聴覚障害を引き起こす原因は高齢に伴う聴力の低下、妊娠時のウィルス感染、薬の副作用、高熱による聴覚機能の低下が大部分を占める [30] [18]。1991 年の調査では日本の聴覚障害者は約 37 万人 [36] となっている。

[1] WHO の国際障害分類試案の機能障害 (impairment) に該当する。

[2] WHO の国際障害分類試案の能力低下 (disability) に該当する。

中途失聴者と聾唖者の違い

全ての聴覚障害者が手話を使うわけではない。幼児期以前に失聴し音声言語が習得できない者の大部分が手話を母国語として習得する [39]。音声言語を母国語として習得してから失聴した場合には、その後の生活環境や失聴の程度に依存し、失聴の程度が軽かったり、身近に手話を話す者がいない場合は引続き音声言語を使うことが多い。逆に完全に失調したり、身近に手話を使う者がいる場合は手話を使うようになる傾向がある。一般に聴覚障害者のうち、手話を母国語としている者を聾唖 (ろうあ) 者、または聾 (ろう) 者と呼ぶ。一方、音声言語を母国語としている者を中途失聴者と呼ぶ。失聴の程度が軽く音声言語を使うものを難聴者と呼ぶことがある。

中途失聴者と難聴者はあまり手話を使わない、もしくはわからないことが多い。情報提供の手段としては、筆談 (ひつだん)[3]や字幕が適切である。特に中途失聴者は青年期以降に失聴した者が多く、手話を覚えるのが難しいか、母国語として使えるレベルに達することはほとんどない。日常的には発声が問題なくでき、口話 (こうわ)[4]でコミュニケーションをとる。聴覚障害者同士で話すために手話を覚えることはあるが、もともと周囲に手話を使う者が少ないため、あまり必要性がないことが多い。

一方、聾唖者は母国語を手話としているため、日本語が不得意な者がいる。特に高齢者には日本語の識字が困難な者がいる。そのため、中途失聴者と違い、筆談ではコミュニケーションが出来なかったり、誤解を生むことがある。近年の聾教育の成果で口話が出来る者も多いが、苦手としてほとんど話さなかったり、書かないこともある。また情報提供は字幕よりも手話通訳が適している。

聴覚障害者からの手話の機械翻訳システムの必要性

手話を使う聴覚障害者は障害者の全体数から見ると確かに少ない。しかし、日本の約 10 万人の聴覚障害者が手話を使っていると考えられ、彼/彼女らにとっては手話が最も理解しやすい言語となっている。しかし、ほとんどの健聴 (けんちょう) 者[5]は手話を理解できない。健聴者と違い聾唖者は自力での音声言語の習得は困難であり、日常的にも通訳の

[3] 要件を紙に書いて伝える方法

[4] 相手の唇の動きを見て、何を話しているかを読みとること。

[5] 聾唖者に対する用語で、聴覚に障害のない者のこと。

補助は必要不可欠である。手話の機械翻訳システム[6]は言語面での少数者である聾唖者が母国語の手話を使う機会を多くするため、また健聴者が手話を理解するために必要であると考えている。

また、日本語対応手話[7]が扱える手話の機械翻訳システムは日本手話[8]が習得できなかった中途失聴者や難聴者にも有用であると考えている。

2.1.2 手話通訳

手話通訳の需要と供給

手話通訳の技量を認定する試験として、公認試験の手話通訳士があり、1993 年には全国で 606 名 [23] が合格している。しかし、これらの手話通訳士でも自分の地域以外の方言が理解できない場合もある。

手話通訳の養成は国立リハビリテーションセンターに 1 年間の養成講座が開かれており毎年 10 人程度が修了している [41]。これ以外に通訳技術を学ぶには地域の聾唖団体に関わるなどして独学するしかない。手話通訳が出来るようになるためには 5 年の実績が必要であると言われている。

石川県には 8 人の手話通訳士がいるが、理想的にはこの 3 倍程度の通訳者が必要であると言われている。それでも病院や講演など主要な目的に限られた場合の数字であり、手話の機械翻訳システムを公共施設に設置することは有意義であると考えている。

手話通訳者からの手話翻訳システムの必要性

手話通訳者の不足により、一人あたりの労働時間が長くなる傾向がある。その結果、職業病として頸肩腕障害になる通訳士が多いことが報告されている [38] [24] [25]。頸肩腕障害は首や手、腕、肩の痺れといった肉体的な疲労の他、手話通訳士の場合、不眠症や虚脱感、自律神経失調症などの精神的な症状も報告されており、発症すると長い間休養をとらなければならず、そのため他の通訳者の負荷が重くなる悪循環が生じる。

現在、通訳士の約半数が頸肩腕障害にかかっている、もしくはかかるおそれがあると言

[6] 本稿では手話と日本語の変換を行うシステムの総称として 「手話機械翻訳」を使う。将来的には通訳システムにも成り得ることを想定している。

[7] 2.2.1節を参照のこと。

[8] 2.2.1節を参照のこと。

われている。手話通訳士の負担を軽減するためにも手話翻訳システムの必要性があると考えている。

2.2 手話

手話の特徴と手話を扱った関連研究について述べる。

2.2.1 手話という言語

国や地域による手話の違いと共通語

手話は身振りなどの形態模写などから自然発生したと考えられている。歴史上最初の手話がどのようなものであったかを知るすべはないが、言語学において、聾の幼児の観察において体系化した身振りにより意思を伝える現象が観察されており [4]、これが次第に共通化され、手話になったと考えられる。

そのため国や地域により手話にも違いが見られる[9]。日本で使われている手話は日本手話[10]であり、アメリカで使われている ASL[11] や Auslan[12] などとは違うものである。手話は国により独自に発達しており、単語単位での表現上での共通性はあまり認められない。構文での比較は、日本手話の研究が始まったばかりであるため、ASL などの諸外国の手話との共通性はよくわかっていない。しかし、文化背景の異なることを考えれば、これらの手話が互いに異なると考えられる。

手話は日本国内であっても、日本語の方言のように異なることがわかっている [8] [9] [44]。日本手話は聾学校や地域ごとに方言が存在すると考えられている。

日本語における共通語のような手話を作り、全国に広める活動が行われている。主なものは辞書とテレビによって行われている。

現在の手話単語の辞書は普及と収集の 2 つの目的で収録された単語によって構成されている。前者は社会的に関心が高い用語などを新しく作成して普及させるために収録した

[9] 世界共通言語としてヨーロッパ系の手話を基に GESTUNO という手話が考案されているが、あまり普及していない。

[10] JSL(Japanese Sign Language) とも呼ばれる。本稿では特に断りがない限り、「手話」は「日本手話」を指す。

[11] American Sign Language

[12] オーストラリア手話

ものだが、死語となってしまったものが多い。また後者も収集した地域に偏りがあるために、全国で普遍的に理解される単語のみが載っているとも限らない。最近出版されている電子手話辞書 [21] や CD-ROM[32] に収録されている単語は約 700 単語前後で、これらの単語はほぼ全国的に通用すると考えられる。

1977 年から NHK で 『NHK ニュース 聴力障害者の皆さんへ』[5] [2](以下、手話ニュース) の放送が始まり、ここで使われる関東の手話が日本全体の標準的な手話として使われる傾向が出てきている。

また、聾学校でも手話を課程の中に組み込む動きがあり、今後手話が標準化される可能性が出てきている。

手話の特徴と日本語との類似性

手話は視覚を駆使する言語である。使用するのは手や腕だけではなく、上半身の動きや顔の表情も含まれる。特に視線、うなづきや喜怒哀楽を示す表情が大切な要素となっている。また、手や腕の動きも早さや方向、表現する位置により違う形態素になる。

手話は、単に日本語を手や腕で表現しているだけであるという誤解がある。手話にも幅があり、一方では日本語のような手話も存在するが、そうでない手話もある。一般に聾唖者が昔から使ってきた本来の手話を日本手話 [13] と呼び、日本語に近い手話を日本語対応手話 [14] と呼ばれている [11] [39]。これらの分類は連続的であるが、ある手話がどちらに属するかは各個人の主観的な判断で行われている。

日本手話の構文規則は日本語に類似している箇所もあるが、完全に同じではない。言語学において次のような特徴が指摘されている [39] [28]。

- 基本的には SOV 形で、主語と目的語が明らかな場合には語順が自由になりやすい。
- 日本語の付属語の情報は明示的には省かれるか、非手指動作となって表現される。
- 名詞格の変化はほとんどない。
- 空間を使った複雑な照応が出来る。
- 視線により主語の交替が表現出来る。

[13] 他に 『聾唖者的手話』 『伝統的手話』とも呼ばれる。

[14] 他に 『手指日本語』 『同時法手話』とに呼ばれる。

また、聾唖者の交流が盛んな地域は手話の文法が発達していると思われる。例えば、離島に住む聾唖者はかなり冗長な表現を行うことが観察されている [31]。

一方、日本語対応手話は、日本の圧倒的多数の人が日本語を使うことと、聾教育の現場で手話を扱うことはほとんどなかったために存在すると考えられる。

日本の聾教育は 1870 年 (明治 11 年) に設立された京都盲唖院から始まった [7]。当時は聾児にも教育を受けさせることが主要な目的であり、健聴者と同じことができるようになるための訓練が多かった。1880 年のミラノ会議で、口話法の有意性が決議されてからは、さらにその方向への教育が顕著になり、日本でも 1933 年 (昭和 8 年) の全日本聾唖学校校長総会において口話法での教育が推進されることが決議され、聾教育の現場から手話が駆逐されることになる。その後 60 年間に渡り、聾学校で手話を使うことは禁じられる。これは聾児が手話を使うと全く口話を使わなくなり、苦しい口話法の訓練の障害になるためである [17]。

栃木県では同時法 [11] という日本語対応手話が発達した。同時法は日本語の付属語を指文字[15]で表現し、日本語を完全に手で表現することができる。全国的にも昭和 40 年代以降に生まれた聾唖者は日本語を習得する者が多く、手話も日本語に近い構文構造が認められることがある。

これらの手話とは別に日本語の五十音に対応した「指文字」がある。これは約 60 年前に大阪市立聾学校の大曽根源助らが考案したもので、五十音一文字づつを片手で表現できる [17]。

従来、手話は単語が少ないとの指摘がなされてきた。しかし、これは翻訳した日本語に対応する単語の数が少ないためであり、本来の手話の単語の数が少ないわけではないという説もある [39]。もっとも日常生活で使う単語は充実しているが、それ以外の例えば専門用語が少ないことは事実であり、現在は指文字で表現されていることが多い。

2.2.2 関連研究

図 2.1に示すように、現在の日本語における自然言語処理の研究は入力から出力まで盛んに行われている。しかし、計算機で手話を扱った研究は主に手話の入出力と手話単語の電子辞書化について盛んに行われているが、言語処理部分の研究はかなり少ない。今後の手話の研究では入力された手話データを計算機内で記号化し、言語処理を行い、出力する

[15] 2.2.1節を参照のこと。

ことが重要になってくると考えられる。本節では現在の手話を扱う研究の概要と言語処理の必要性を述べる。

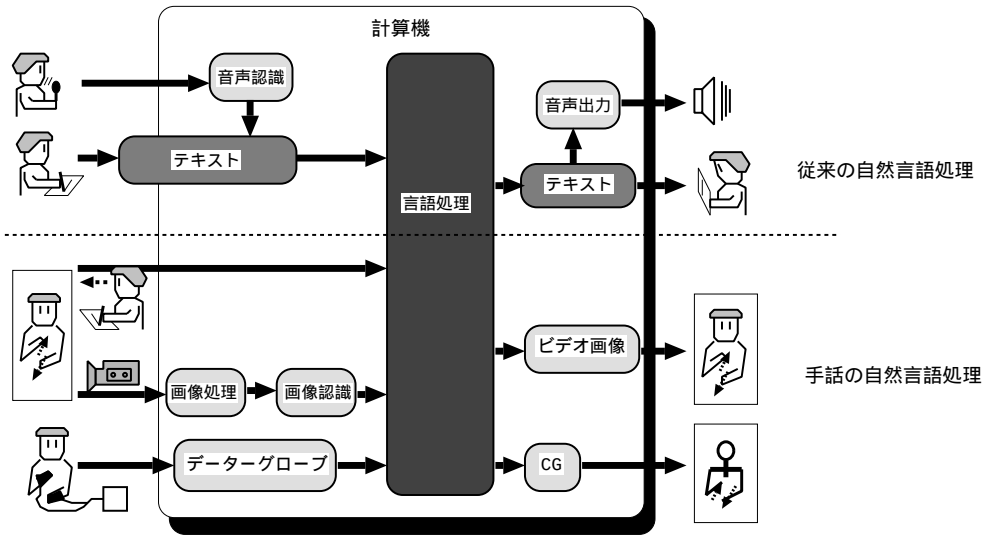


図 2.1: 手話を扱った研究

手話の入出力

手話を計算機で処理するために入力する方法は、カメラによる動画像かデータグローブによるデータ入力の 2 通りがある。前者は機材の調達が容易で簡便であるが、指や腕の認識が難しい [10]。後者は動きのデータが確実に獲得できるが、機材が高価で不特定多数での利用には向かない [3] [19] [37]。

一方、手話を出力する方法は、動画像を用意して順次再生する方法と、CG [16] で合成する方法がある [13]。前者は手の動きなどの細かい箇所が鮮明に再現できるが、同一人物が同じ姿格好で撮影をしなければならない、つなぎ合わせが不自然であるといった短所がある。後者は手話の合成が非常に簡単であるが、現在の CG 技術では動きが不自然であるといった指摘がなされている [1]。

[16] コンピュータグラフィックス。ここではポリゴンやサーフェースモデルにより 3 次元画像を合成する手法を指す。

手話の計算機上の資源

手話の単語を機械可読な辞書として編纂する研究は数多く行われている [32] [21] [14]。いずれも手話の画像 (動画データ) を元に日本語のラベルを付与し、品詞、関連情報を付加したもので、約 700 単語が収録されている。現在の辞書を構築する研究は、語彙を増やすことと手話から日本語への検索機構の開発に重点がおかれている。

手話の対訳コーパスはほとんど存在しない。記述法が確立していないのも原因の一つとなっている。

手話の記述法

手話の記述法は数多く提案されているが、次の 3 つに分類できる。

絵による記述 人間が読み書きすることを前提に、絵と補助的な記号を用いて手話動作を記述する方法。人間による可読性は高いが、記述の自由度が高いため計算機での記号処理は難しい。[20]

特殊記号による記述 動作を正確に再現することを目的に、特殊記号を導入して記述する方法。使用する特殊記号を扱えれば計算機で処理できる。人間が読み書きするためにはかなりの訓練が必要である。[42] [43] [19]

文字列による記述 英単語や日本語の記号列で動作を記述する方法。記号列と手話単語 (表現) の対応を記録する必要があり、他の方法に比べて動作情報が大きく欠落したり曖昧になる可能性がある。ただし、計算機では扱いやすい。[6] [27]

いずれの表記法も普及しているとは言い難く、一般には手話の記録はビデオや通訳して日本語で記述される。

手話の機械翻訳に関する研究

手話は日本語とは構文規則などが異なるので、日本語と手話を翻訳する場合には表現形態だけでなく構文の変換も必要になる。手話の入出力に関する研究では、日本語対応手話を扱うことで構文変換の問題を回避している。また手話単語が少ないことで起こる問題は話題の範囲を非常に限定したものにするか、簡単な例文のみを扱うことで回避している。手話と日本語を機械翻訳する際には、これらの問題を解決することが望まれる。

日本語から手話への言語的な変換に関しては、手話ニュースが放送され始めた頃に、ニュース文に対する分析が行われている [12] [15]。現在放送されている手話ニュースは当時と表現や形式がかなり変わっているので、改めて分析をする必要があると考える。

2.3 日本語から手話への機械翻訳

本研究の最終目的は日本語から手話への機械翻訳 [16] システムを実現することである。現在考えている手話通訳システムの概観を図 2.2に示す。

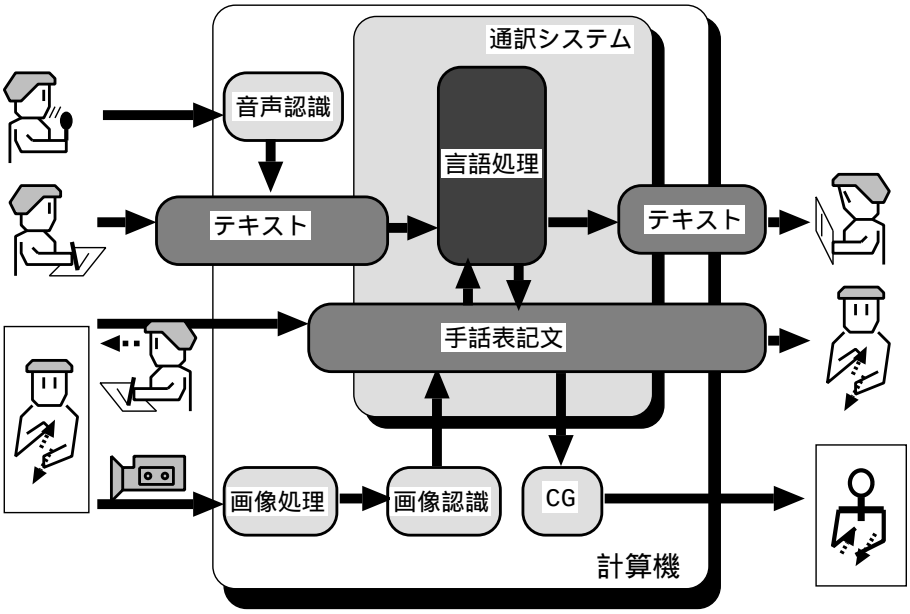


図 2.2: 日本語から手話への機械翻訳システムの概観

本研究では手話の入出力は手話表記法を提案することで、従来の研究成果を利用し手話表記文に変換できることを仮定する。手話表記文は手話の実際の表現と 1 対 1 で対応するので変換作業は容易であると考える。よって、本研究で試作するシステム 「手話ん」では記号列 (日本語と手話表記文) のみを扱い、日本語文を手話表記文に変換することで機械翻訳ができたとみなすことにする。副次的には手話を計算機で扱う際に必要だった画像処理の労力を省くことになる。

変換先として必要な手話単語は手話単語辞書としてまとめる。機械可読な手話単語辞書の収録語数は多いものでも約 700 語であり、語彙数が不十分であることが予想されるの

で、市販されている手話単語集などから日本語見出しを収集し、「手話ん」で使用する手話単語辞書を作成する。

さらに足りない単語は、形態素を変換する際に、日本語辞書を使って類似語を獲得し、手話単語への変換を試みる。よって、日本語から手話への変換は形態素単位での表記の変換を中心に行う。本来は構文構造の変換を行う必要があるが、今回は手話ニュース文を使うことで、手話表記文が日本語の語順に沿っていることを期待し、構文変換は行わないことにする。

単語単位の変換が中心になると出力結果が日本語対応手話になるやすいことが考えられる。これは今後日本語を習得する聾唖者が増加し、手話が日本語の影響を大きく受けることが予想されることから、多少の日本語化は問題ないと考える。また日本語対応手話を使ったシステムは難聴者には有用であり、手話の初歩的な学習用には役立つと考える。

第 3 章

手話表記法 (文)

本研究で提案する手話表記法について述べる。

3.1 手話表記法の特徴

手話の一次元表記として、手話表記法 (文) を提案する。これは視覚言語である手話を日本語文字列で抽象化し記述したものである。

従来提案されている手話の表記法 [19] [6] [20] [42] [43] は手や腕などの身体動作を正確に記述し再現することを目的としている。本研究で提案する手話表記法の特徴は人間が手話を記録するために書き取ったり、直接読みとって手話を表記する場合に使われることも想定し、直観的にわかりやすく、容易に読み書きができるように定義していることである。そのために手話表現は日本語ラベルで抽象化し、表記に使う特殊記号は極力少なくしている。手話表記文は従来提案されている表記法の仲介言語としての役割も果たせると考えている。

手話表記文では手話単語、語順、表現回数、左右の方向性が明確に示される。それ以外の強さ、速度、位置関係、表情等のノンバーバルな表現などの要素は手話表記文では明確に記述されていない。これらは話手が表現する時に考慮する必要がある。強さ、速度、表情については、手話表記文から自然にそれらの情報が読みとれると考えている。

3.2 手話表記法の定義

手話表記法の BNF 記法による定義を表 3.1に示す。

< 手話表記文 >	::=	< 手話表記文 >< 文節 > | < 文節 >< 文節 >
< 文節 >	::=	< 単語列 >< 区切り文字 >
< 単語列 >	::=	< 手話単語 > | < 手話単語 >′ ∗′ < 数 > |
		< 手話単語 >′<′< 手話単語 > | < 手話単語 >′<′ |
		< 指示詞 >< 図像表記 > |′「 < 指文字表記 >′ 」′
< 区切り文字 >	::=	′/′|′ ′|′,′
< 数 >	::=	任意の数字
< 指示詞 >	::=	′[image]′

表 3.1: 手話表記法

それぞれの項の内容を次に示す。

手話単語 手話の単語を示す。手話単語辞書に登録されている日本語見出しを使用する。

区切り文字 項の区切りを示す。「/」か 「 [1]」か 「,」を使う。人間が記述する場合はどれを使うのも自由だが、計算機で処理する場合は 「/」を推奨する。

指示詞 特殊な表現が次に続くことを指示する。現在は [image](図像表現) のみが定義されている。

図像表記 ある表現を示す。[image] から続けられる日本語文章で、この文章が表現する状況を話手自らが考えて表現する。

指文字表記 指文字での表現を示す。「」に日本語のひらがなで指文字で表現すべき内容をそのまま記述する。

* 繰り返しを示す。直前の手話単語を指定された回数だけ繰り返し表現する。

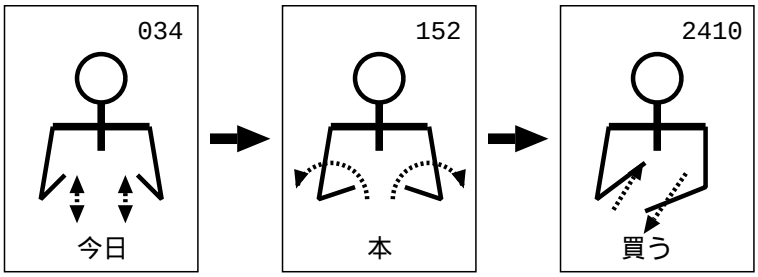
[1] 空白を示す。

< 左右の方向性を示す。<の左側に記述された手話単語を左手で作り、<の右側に記述された手話単語を右手で作り、右手を左手に向かって動かすか指し示す。また<の右側が省略された場合は、右手は指文字の 「そ」を作り左手を指し示す。

具体的に、手話表記文より手話を表現するには、<手話単語>や<図像表記>で該当する手話や図像性のある表現をそのまま行い、<で方向を表し、*の回数の表現を繰り返すだけでよい。

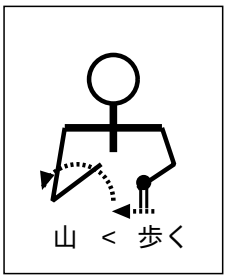
3.3 手話表記文の例

手話表記文の例を図 3.1と図 3.2次に示す。手話はサットン手話文字システム [20] に類似した記述で示す。() に理想的な日本語訳を示す。



今日/本/買う
(今日、本を買った)

図 3.1: 手話表記文の例



山<歩く

(山の上まで登っていった)

図 3.2: <の入った手話表記文の例

第 4 章

手話単語辞書

本研究で作成し、手話翻訳システムで使用する手話単語辞書について述べる。

4.1 手話単語辞書の概要

手話表記文で使われる手話単語は、日本語単語と 1 対 1 で対応し、表現がわかりやすいものである必要がある。特に人、地域によって表現の差異が少ないものが望ましい。そこで現存する手話の単語辞書の見出し語を再編集して、手話単語辞書を作成した。

本研究では手話の単語集として最もよく使われている 『わたしたちの手話』(収録語数約 6000 語[1]) [26] を基本に 2 種類の電子手話辞書 (収録語数約 700 語) [32] [21] と手話初級講習会で使われているテキスト (収録語数 342 語)[22] の収録単語から日本語見出しを抽出した。その中から明らかに石川県内で通用しない語を除き、ろうあ者や手話通訳の経験者の意見を参考にしながら、日本語見出しを見て躊躇する事なく手話が表現出来る単語を 3162 語選定した。

4.2 手話単語辞書の構成

辞書の項目は次の 6 項目からなる。

日本語見出し 市販されている手話の単語辞書から抽出した日本語での見出し。

[1] 収録語数は日本語の見出し語の数

読み 日本語見出しの読み。

手話への識別子 将来的に手話の画像などにリンクするための手話単語辞書内で唯一な識別子。

品詞 名詞 (N)、動詞 (V)、動詞化する名詞 (NV)、その他 (A) を手作業で分類した。

手話の構文的なことがよくわかっていないため、有用であると思われる名詞と動詞への分類が中心である。

分類 「わたしたちの手話」[26] で使われている分類を参考に手作業で 24 種類[2]へ分類した。

注釈 注釈などの情報

現在は手話表現に関する情報がないが、将来的には動画像などを手話への識別子と結びつけることで実用的な機械翻訳辞書が実現できる。

各々の手話単語について、語義に曖昧性がある場合は印がついている。将来的には印がついている場合は手話での語義を決定することになる。

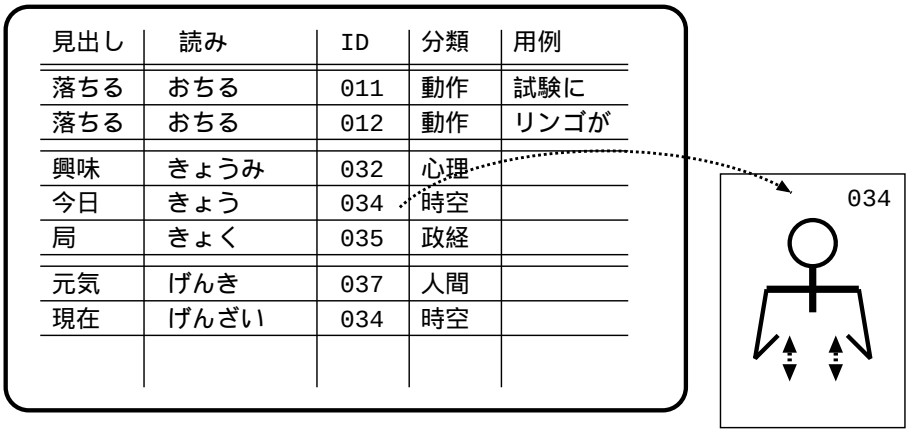


図 4.1: 手話単語のイメージ

[2]具体的には、医療、運転、運動、家庭、科学、教育、経済、国名、時空、自然、社会、心理、人間、政治、地名、抽象、動作、動物、道具、福祉、文化、法律、料理、労働

第 5 章

手話翻訳システムの試作

日本語から手話への変換方法と試作したシステム　「手話ん」について述べる。

5.1　変換方法

本研究では日本語から手話への変換のみを考える。入力は日本語文で、手話表記文を出力することを目標にする。以下、変換手法を手順に沿って述べる。

5.1.1　形態素解析

最初に入力文の形態素解析を行う。解析には日本語形態素解析ツール JUMAN[40] を使用した。

5.1.2　不必要形態素の除去

形態素解析を行った入力文より、明らかに必要のない形態素 (助詞、句読点などの特殊) を除去する。これらの形態素が不必要であるかどうかの判断は、NHK の手話ニュース対訳コーパス[1]において明らかに日本語と手話表記文が対応している単語を結びつけた時に、明確に不必要であると認められた形態素のみを不必要形態素としている。

[1] 6.1節を参照のこと

5.1.3　変換規則での処理

日本語から手話への変換において、構文的な変換を行うものと形態素単位での変換が難しいものについて、変換規則を用意して処理し、出力をできる限り自然な手話表現に近づけることにした。変換規則は手話ニュース対訳コーパスを参考にして句全体に適用するものと形態素単位に適用するものの 2 種類を作成した。

句全体に適用する規則は、月日の表現に関するもので、手話では特殊な表現としておおむね認められているもの [35] で、変換規則で処理することにした。

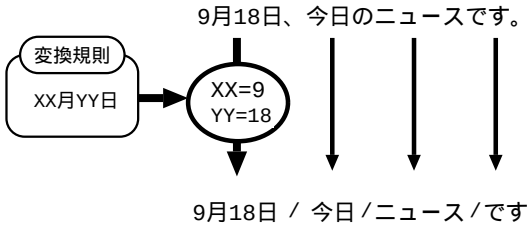


図 5.1: 月日の表現の変換規則

形態素単位で適用する変換規則は、動詞の語尾や、接尾辞に関するものである。変換規則があれば全ての形態素は必ず変換に成功するが、規則の作成はかなり面倒である。本研究ではその労力を最小限に抑えるため、規則の自動生成が難しく、本研究での変換手法では変換しにくいと判断した語尾の部分のみ、手作業で変換規則を作成した。よって、感動詞、名詞、接続詞、副詞、連体詞、指示詞や動詞、形容詞の語幹は変換規則の対象としていない。

いずれの変換規則も入力文を JUMAN で形態素解析した結果と、対訳コーパスの手話表記文を照らしあせて作成した。

5.1.4　手話単語辞書での処理

変換規則で処理しなかった形態素について、手話単語辞書の日本語見出しのリストを検索し、一致するものがあればその見出し語を結果として出力する。また数字は手話単語として認識し、そのまま出力する。

5.1.5 EDR 電子化辞書を使った類似単語の獲得

残りの形態素について EDR 電子化辞書を使って類似した単語を獲得し、手話単語への変換を試みる。類似単語は次の 3 つの方法の順で獲得し、変換に使用することにする。

方法 **A** 同じ概念識別子を持つ見出し語

方法 **B** 概念記述から抽出した語

方法 **C** 上位概念の見出し語、または概念記述から抽出した語

次にそれぞれの類似語の獲得方法について述べる。

方法 A ：同じ概念識別子をもつ見出し語

EDR 日本語単語辞書 [34] には見出しごとに概念識別子が付けられている。概念識別子とは、EDR 電子化辞書内で一意に割り振られた数であり、同じ概念を含む見出し語には同じ概念識別子が割り振られている。

そこで、元の見出し語の概念識別子と同じ概念識別子を持つ見出し語を獲得し、それが手話単語辞書に存在していれば、その見出し語に変換する。

同じ概念識別子を持つ見出し語同士は日本語でも言い替えに使用しやすく、さらに変換処理を行うことがないので、方法 A は最適な類似語が得られるだろうと考えている。

「学食」を食堂に変換する具体例を図 5.2に示す[2]。学食の概念識別子を調べると 0eb646 と 3bcb25 の 2 つがあり、そのうち 3bcb25 の概念識別子を持つ見出し語は「食堂」「料理屋」「ビュッフェ」の 3 つがある。手話単語辞書を調べると「食堂」のみがエントリーされているので、「学食」を「食堂」に変換する。

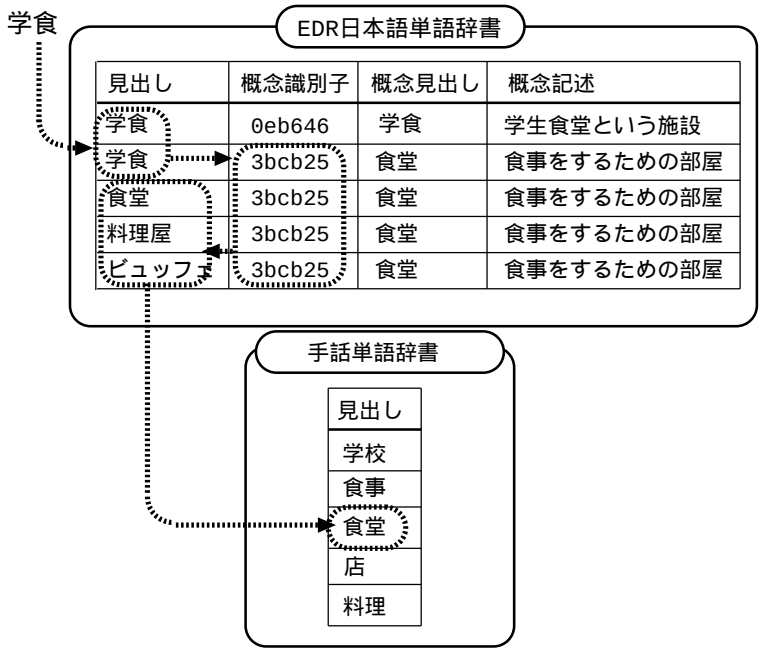


図 5.2: 概念識別子による類似語の獲得

[2]図の EDR 辞書のイメージは説明用に作ったもので、一部実際の辞書の構成と異なる部分がある。

方法 B：概念記述から抽出した語

概念識別子には概念記述が付けられている。これは人間が概念識別子を理解しやすくするために付加されているもので、概念を日本語文で解説したようなものになっている。これを見出し語に関する説明文であるとみなして、これより単語を抽出し手話単語に変換する。

概念記述は類似した文型が多く見られるので、効率良く単語を抽出するために次に示す抽出規則を作った。

重複除去規則 見出し語が概念記述に含まれている場合、同じ変換処理を繰り返すことになるので除去した。

「という」規則 「XX というYY」という構文の場合、手話の表現では「YY/名前/XX(YY の名前は XX です)」と表現されることが多いので、このような規則を作った。YY にあたる言葉は、海、国、市、役職にある人、職業の人、単位、通貨単位、祖税、魚、植物、動物がある。

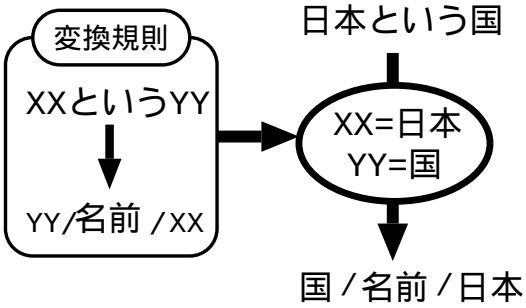


図 5.3: 「という」規則

手話では、ある日本語単語の手話表現が思いつかない場合、その単語を説明するような表現を行うことがよくある。概念記述による変換はこのような表現方法を模したものであるが、複数の単語を処理するので精度が下がることが考えられるので、方法 A の次に適した類似語が得られると考えた。

具体例を図 5.4に示す。「我慢する」を EDR 日本語辞書で検索した場合、概念記述として「感情を抑えて耐える」が獲得できる。これを JUMAN で形態素解析を行い、手話単

語辞書を調べると 「感情」 「抑える」 「耐える」がエントリーされているので、これらの単語列に変換する。

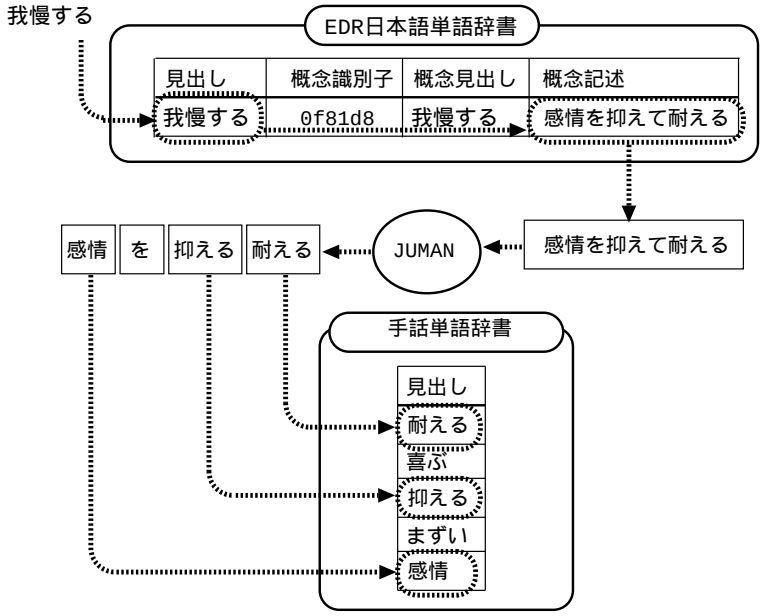


図 5.4: 概念記述による類似語の獲得

方法 C：上位概念の見出し語

EDR 概念辞書 [33] では概念を階層化し、抽象的な概念を上位に、具体的な概念を下位に分類している。

そこで、見出し語の概念識別子より上位の概念識別子を獲得し、その見出し語および概念記述を使って、類似単語を得ることにする。概念記述を使う場合は方法 B に準拠する。

概念階層を上がることは意味が大きく変化する可能性があり、最終的な方法と位置付けた。

具体例を図 5.5に示す。 鯖」を EDR 概念辞書で調べると上位概念として 魚」が得られる。 魚」は手話単語辞書にエントリーされているので、 鯖」を 魚」に変換する。

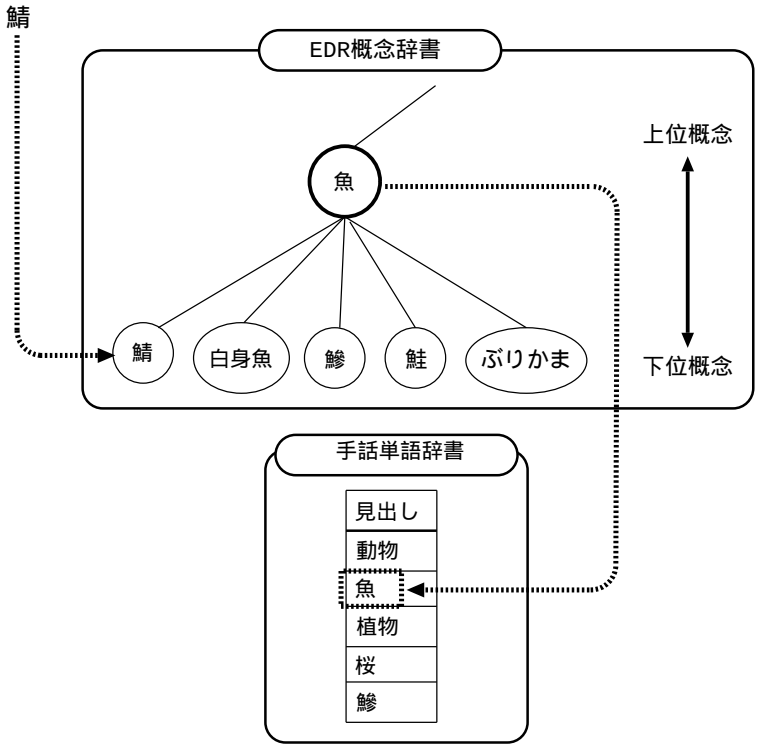


図 5.5: 上位概念による類似語の獲得

5.1.6　指文字表記への変換

手話では外来語などの明らかに手話単語が存在しない語を指文字を使い表現することが多い。そこで類似語も獲得できずに残った形態素について、品詞が名詞ならば指文字表記に変換する。品詞が名詞以外なら失敗とする。

変換処理までが終了すると、整形して区切り文字を挿入し、手話表記文を出力する。

第 6 章

実験と評価

6.1 実験の方法

日本語から手話表記文への翻訳システムとして、「手話ん」を試作し、評価した。

入力データとして「NHK ニュース聴力障害者のみなさんへ」[5] [2] の 1994 年 9 月 18 日 (夜)、9 月 20 日 (夜)、9 月 22 日 (昼) 放送分を元にして対訳コーパスを 91 文作成した。手話ニュースをデータに選んだのは次の理由による。

- 日本語のナレーションが手話と同時に流れるので、日本語文と手話の対訳が得られやすい。
- ニュース文であるので、日本語文は一般的な日本語文法に沿っている可能性が高いため、既存の自然言語処理技術で扱いやすいことが期待できる。
- 日常会話ではあまり使われないような用語、抽象概念の手話表現が得られる。

実験には、入力文として手話ニュースの日本語文を取り出し、それらを JUMAN で処理した結果を手作業で修正したものを使用している。JUMAN が出力した結果の誤りはシステム全体の出力結果の誤りの増大につながるので、「手話ん」本体に入力されるデータは手作業で形態素の区切りと品詞の割り当ての修正をできる限り行っている。

現在の「手話ん」は EDR 電子化辞書による類似語の獲得の部分が完全には自動化が実現していない。現在実現されているのは、次の 2 つの部分である。

1. 3 つの手法により EDR 電子化辞書より候補となる単語を獲得する

2. 概念記述に対して抽出規則を適用し処理する

この後の処理である次の部分は完成していない。

3. 複数の単語を獲得した場合に、絞り込みを行う

今回の実験では、この部分は手作業により変換の正しさを判定した。

6.2 実験結果

実験結果を表 6.1に示す。形態素数は 1303 個である。表中の項目の内容を次に示す。

手話単語 手話単語に変換できた形態素数を示す。

数字 数字 (手話単語) に変換できた形態素数を示す。

変換規則 **A** 形態素ごとに適用する変換規則で変換した形態素数を示す。

変換規則 **B** 句全体 (月日に関する) の変換規則で変換した形態素数を示す。

候補語を獲得 EDR 電子化辞書より類似語を獲得できた形態素数を示す。

名詞 指文字表記に変換された形態素数を示す。

失敗 システムが変換できなかった形態素数を示す。

不要形態素 形態素解析終了語、変換が必要ないと判断された形態素数を示す。

表中 () 内の% の値は少数点以下を四捨五入している。

それぞれの項目が変換に成功しているかを確認した結果を表 6.2に示す。変換に成功したか否かの判断は対訳コーパスの意味と照らし合わせて手作業で判断した。判断基準は次の 2 点である。

1. 入力された単語の語義と出力された手話単語の語義がほぼ同じとみなせること。

2. 出力された手話表記文が手話として理解できるものであること。

数字と変換規則 (A、B) による変換は、全ての形態素が変換に成功しているとみなせたので、失敗の欄を省略している。

変換の成功と失敗から集計した結果を表 6.3に示す。

形態素数 1303 個							
変換対象形態素 880 個							不要形態素
手話単語	数字	変換規則 A	変換規則 B	候補語を獲得	名詞	失敗	
268 個	30 個	149 個	16 個	342 個	42 個	33 個	423 個
(21%)	(2%)	(11%)	(1%)	(24%)	(5%)	(3%)	(32%)

表 6.1: 結果

手話単語	成功	267 個
	失敗	1 個
数字	成功	30 個
変換規則 A	成功	149 個
変換規則 B	成功	16 個
候補語を獲得	同じ概念識別子	58 個
	概念記述	254 個
	上位概念	13 個
	なし	17 個
名詞	成功	38 個
	失敗	4 個

表 6.2: 「候補語の獲得」の詳細

形態素数 1303 個							
手話単語	数字	変換規則 A	変換規則 B	候補語を獲得	名詞	不要	失敗
267 個	30 個	149 個	16 個	325 個	38 個	423 個	55 個
(20%)	(2%)	(11%)	(1%)	(26%)	(3%)	(32%)	(4%)

表 6.3: 最終結果

6.3　考察

6.3.1　手話単語辞書を使った変換について

最初の手話単語辞書からの変換で失敗しているものは　「かける」[1]のみで、失敗した原因は手話単語辞書に登録されている　「かける」が乗算の意味しかなかったことにある。これは手話単語辞書の不備と考えている。もしくは入力を漢字の表記にすれば解決できる。

6.3.2　類似語の獲得について

EDR 電子化辞書による類似語は、ほとんどが概念記述で獲得することになった。ある見出し語と同じ概念識別子を持つ単語は 325 語中 58 語で約 2 割程度だが、概念記述と上位概念は、ほぼ全ての形態素について得ることが出来た。ただし、上位概念は EDR 電子化辞書内の記述の不備で空欄が多く、有益な単語を得ることは少なかった。よって、類似語の獲得に失敗した形態素は概念記述が適切ではなかったことによるところが大きい。

概念記述により類似語が獲得できなかった単語は、

1. EDR 電子化辞書の概念記述自体がよくなかったもの
2. 概念説明が適切でないもの
3. 該当する概念説明が存在しないもの

に分類できる。

EDR 電子化辞書の概念記述自体がよくなかったもの

1 は概念記述自体が見出し語で構成されているものであり、詳細を 6.4に示す。これらは EDR 日本語単語辞書の概念記述自体が原因であるから、辞書を変更するか、改良しないかぎり本研究で使った手法での解決は難しい。解決方法として手話単語辞書を増強するか、使用する日本語辞書を増やすことが考えられる。

[1] 元の文は　「残りの試合に全てをかける」

見出し語	概念記述
プロ野球	プロ野球
沖	沖の方の場所
再現	再現する
無実	罪が無実なこと
税制	税制
アップ	(髪型を、程度を、効率を) アップする

表 6.4: 概念記述と見出し語がほとんど同じもの

概念説明が適切でないもの

2 は概念記述が手話表現に適切でないものであり、詳細を表 6.5に示す。これらの記述が適切でないという判断は主観的判断による。

具体的な例をあげると、外国人の手話表現は 「世界[2]/人 (外国の人)」もしくは 「日本人/他 (日本人以外の人」) と表現したい。しかし、概念記述は 「ある国の国籍を持っていない人」なので、このような表現は容易には出てこないと思われる。

これらは概念記述を再び 「手話ん」に数回処理させれば理想的な表現が生成できるかもしれないが、現在の 「手話ん」の精度では結果に期待できない。解決方法として、 「手話ん」の変換精度を上げて再度概念記述を処理させるか、他の日本語辞書を使い別の語釈文を使用することが考えられる。

該当する概念説明が存在しないもの

3 は EDR 日本語単語辞書に該当する概念記述が存在しないもので、 「まめ[3]」と 「トン[4]」の 2 つである。

前者は 「まめに働く」に適合して、 「豆」の情報が出てこなかった。これは入力文を漢字で記述するか、見出し語の読みの情報を使用することで解決できると考えている。

[2]手話単語の 「世界」は 「外国」という意味を持っている。

[3]原文は 「足はまめだらけ」

[4]原文 「トンちゃん人形」

見出し語	概念記述	理想的な手話表現
外国人	ある国の国籍を持っていない人	世界/人
将軍	日本の国の政治の実権を握っていた幕府の主権者	昔/偉い/人
名月	陰暦 8 月 15 夜の月	良い/月
眉毛	まゆという、顔の部分	[image] 眉を指さす
その他	など	ほか
多額	数量や程度がたくさんであること	金/多い

表 6.5: 概念記述が手話表現に適切でないもの

後者は数量単位の 「トン」に適合して、名詞変換の段階に進むことが出来なかった。解決策として形態素情報として固有名詞であること付加して処理することが考えられる。

6.3.3 指文字表記への変換について

類似語が獲得できなかったものは品詞が名詞の場合には指文字表記に変換される。これは流行語や専門用語などの手話表現が定まっていない場合や表現に困った初心者がよくやる表現方法である。

「手話ん」が指文字表記に変換した形態素は全部で 42 個あり、そのうち 4 個が失敗と判断した。指文字表記に変換したものはほとんどがカタカナで記述されたもの[5]であり、指文字表現が適当であると判断できる。

失敗と判断したのは、「ため[6]」「とも[7]」「うち[8]」であり、これちらは EDR 日本語辞書でも同じ概念識別子を持つ見出し語が他になく、概念記述や上位概念の概念記述が省略されていたため、類似語の獲得に失敗していた。これらは変換規則による処理が妥当と考えている。

[5] オリックス、イチロー、オグリキャップなど

[6] 原文は 「事故のため」

[7] 原文は 「上下線とも」

[8] 原文は 「(3 つの) うち」「これらのうち」

6.3.4　システムが　変換失敗」とする形態素について

現在のシステムで失敗となる形態素は次のように分類される。

1. ひらがな表記
2. 語尾への対応が不完全
3. 辞書に見出し語がない

ひらがな表記

1 は漢字で記述してあれば変換できたもので詳細を表 6.6に示す。入力の段階で漢字で記述されていなかったことが原因と考えている。漢字で入力するように心がけるか、読みの情報使うことで解決できるだろう。

入力文	理想的な入力
うちあげる	打ち上げる
つかる	浸かる
やむ	止む
おくりだす	送り出す

表 6.6: ひらがな表記での失敗

語尾への対応が不完全

2 は語尾が受身形のときに起こる失敗で、 売られる」 言われる」が該当する。形態素解析で語尾として分離していれば、現在の　手話ん」は語尾の変換規則で対応できるので、形態素解析の精度が上がれば解決するものと考える。

辞書に見出し語がない

3 は手話単語辞書にも EDR 日本語単語辞書にも見出し語として存在しないもので、「ごきげんよう」「では」が該当する。解決策は、辞書を増強することを考えている。

6.3.5　固有名詞の扱い

固有名詞は手話では 『YY/名前/XX」と表現されることが多い。現在の 『手話ん」は EDR 日本語単語辞書の概念説明では 『XX というYY」と記述されている時に、これらの変換を行う規則を作り結果を判定する作業の役にたっている。もし、形態素解析で固有名詞であることが判定できれば、入力文に対して同様の変換規則を適用することで、結果の向上が期待できる。もしくは、類似語を獲得する段階で固有名詞であることを判定しても同じく結果の向上が期待できるが、EDR 日本語単語辞書には人名が登録されていないので、辞書は別のものを使う必要があるだろう。

第 7 章

おわりに

7.1 結論

手話の記号表現として人間が読み書きでき同時に計算機で扱いやすい手話表記法を提案した。また日本語から手話へ変換に使用できる 3000 語程度の手話単語辞書を作成した。

これらを用いて、日本語から手話への変換手法を検討した。ニュース文を入力文として用いた実験により、32% は変換の必要がない形態素であり、それ以外の形態素のうち 22%(数字を含む) は直接手話単語に、17%が変換規則を使うことにより変換できた。残りの形態素について日本語辞書を使い、概念記述 (説明文) と概念識別子 (語義) により類似語を獲得し、手話単語へ変換する方法を検討した。その結果、26%の形態素が手話単語に変換できることがわかった。変換できなかった単語でも指文字表記への変換を行うことで 3%が変換できた。

最終的に入力された形態素のうち約 95%が手話単語に変換できる見通しがついた。

7.2 今後の課題

7.2.1 語義の決定

現在の 「手話ん」は類似語の獲得処理を自動化していない。間違った語義で類似語を獲得し、変換してしまう誤りが多いためである。正確な語義が決定できれば、類似語が複数獲得できた場合でも絞りこみができ、信頼性もあがるため再度類似語を獲得する手法も適

用できるだろう。

ある単語の語義は手話と日本語で同一ではない。例えば 「開ける (あける)」という単語は日本語では 2 つの語義 (「窓を開ける」と 「すきまをつくる」) しかないが、手話では沢山の語義 (「ドアを開ける」 「窓を開ける」 「シャッターを開ける」など) がある。そこで変換の際には 2 回の語義の決定が必要となる。1 回目が日本語での語義の決定で、2 回目がその語義が手話のどの語義あたるかの決定である。具体的には 1 回目では 「窓を開ける」と 「すきまをつくる」の決定を行い、2 回目で何を開けるのかを決定することになる。

そのためには手話への変換を見越して、日本語の語義のグループ化する必要があるだろう。日本語辞書には沢山の語義が載っているが、手話から考えるとそれらの語義が完全にことなるわけではない。そこで手話に変換した際に同じとみなせる語義を一つにまとめる作業が必要になると考えている。これらは手作業ではすべての項目を処理することはできないので、自動化する必要がある。

現在の手話単語辞書には複数の語義がある単語は印があるので、手話での語義の曖昧性があることは容易に判断できる。その決定方法は今後検討しなければならない。

7.2.2 類似語の獲得の複数候補の絞り込み

「手話ん」では手話単語や変換規則に適合しなかった単語は EDR 電子化辞書を使って類似語の獲得を試みる。この際に複数の類似語が獲得できる。最終的な出力では、これらを一つに絞り込む必要がある。前述の語義が決定できればある程度は絞りこめる可能性はあるが、それでも残った単語の中から最も適当なものを出力しなければならない。

その方法として EDR 電子化辞書のコーパスに単語が出現した回数の情報が付与されているので、この数が最も多いものを選択することが考えられる。また日本語では同じ漢字を使った熟語は似た意味を持つことが多いことから、元の単語に含まれる漢字を含む候補を使用するヒューリスティックスを使用することも考えられる。これらの手法により類似語の候補が適切に絞りこめるかを検討していきたい。

7.2.3 手話表記文

手話表記文は人間でも読み書きできるように定義したものだが、記述する手話単語が必ずしも手話単語辞書のものを使うとは限らない。そこで人間が書いた手話表記文を再度「手話ん」で処理して、手話単語辞書にエントリーされている単語で置き換える清書作業

を行うことが考えられる。しかし、現在の 「手話ん」は再度処理するだけの精度を持っていないので、清書作業は困難であると考えている。精度を高める手法を検討する必要がある。

7.2.4 手話単語辞書の改良

現在の手話単語辞書は見出し語の語彙が少な過ぎると考えている。今後は手話単語の電子化辞書の研究の成果を反映させながら、語彙を増やすことを検討したい。また、類似語の獲得も見出し語を自動的に増加させるための手法として有効であると考える。そのような応用も考えていきたい。

謝辞

自然言語処理の研究に関して素人の私が提案した一見無謀な研究に対して根気よく御指導して頂いた奥村学助教授に心から感謝致します。

つたない英文を校正して下さった THEERAMUNKONG Thanaruk 助手に感謝します。

要所で適切な御助言を下さった國藤進教授、佐藤理史助教授に深く感謝します。

自然言語処理やプログラミング、計算機の使用法などについての御助言、議論の相手をして下さった本田岳夫氏、相場徹氏、今井宏樹氏をはじめとする奥村研究室の皆さんに深く感謝します。

手話単語辞書の単語の選定や手話表記文の評価、手話と日本語間での訳など健聴者から、そして計算機の素人として貴重な意見を下さった徳田敦子氏、宮崎けい子氏、池田千可子氏、平沢孝博氏、前出直子氏、柳原裕子氏をはじめとする野々市町手話サークル「てのひら」の皆さんに感謝します。

私を手話の世界に招いて頂き、6 年間飽きもせずつきあって、聞こえないことを教えてくれた垣内茂基氏、橋本諭氏、竹谷吉弘氏、大窪康之氏、吉尾正人氏ら野々市町聴覚障害者福祉協会の方々と石川県聴覚言語障害者福祉協会青年部の皆さんに感謝します。

いつも芸術的な手話通訳を見せてもらっている石川県聴覚言語障害者福祉協会の手話通訳士である堤喜一氏と、手話と聾唖者についての深い見識で倫理面での御指導を頂いた全日本聾唖連盟理事の北野雅子氏に感謝します。

インターネットを通じて聴覚障害と手話の言語学など、様々な情報を提供してくれた Yale 大学の Karen Nakamura 氏、Rochester 大学の大杉豊氏、Deaf World Wide Web の Jolanta Lapiak 氏に感謝します。また棚田茂氏、森壮也氏、宮本一郎氏、大星祐子氏をはじめ、手話の言語学や聾唖者に関する激しい議論を通じて様々なことを御教授頂いた Open-comm Mailing List の皆さんに感謝します。

手話学会などで忌憚のない御意見、御助言を下さった筑波技術短期大学 加藤雄士教授、

内藤一郎助手、工学院大学 長嶋 祐二助教授、職業能力開発大学校寺内美奈氏、早稲田大学 比企静雄教授、金沢大学 森源三郎教授に感謝します。

物心両面の援助をしてくれた両親と、JAIST への進学を後押ししてくれた金沢工業大学の加藤恭子教授に感謝します。

皆さんの御指導、御意見、御協力がなければ、私はここにいませんでしたし、この論文もありませんでしたよ。

参考文献

[1] Jintae Lee and T.L.Kunii. Generation and recognition of sign language using graphic models. In *IISF/ACM Japan International Symposium: Computers as Our Better Partners*, pages 96–103, March 1994.

[2] NHK ニュース　聴力障害者のみなさんへ」. テレビ ニュース番組 NHK 教育 19:00 ~.

[3] Eiji OHIRA, Hirohiko SAGAWA, Tomoko SAKIYAMA, and Masaru OHKI. A segmentation method for sign language recognition. *IEICE Trans. Inf. & Syst. E78 D*, (1):49–57, January 1995.

[4] Steven Pinker. 言語を生みだす本能 *(*上 ・下*)*. 日本放送協会出版局, July 1995.

[5] テレビ放送と字幕 NHK ニュース　聴力障害者のみなさんへ」, December 1994.

[6] 相良 かおる. 手話における手指動作の日本語による記述の定義と個人用電子辞書 の構成, February 1995. http://wonder2.aist-nara.ac.jp/ kaoru-s/research.html.

[7] 岡本 稲丸.　わが国近代盲聾教育および聾唖運動と山尾庸三.　日本手話研究所所報, (8):1–16, May 1991.

[8] 高田 英一. 手話地域格差調査報告書を考える. 日本手話研究所所報, (6):6–12, September 1990.

[9] 高田 英一.　手話地域格差調査報告書を考える (続).　日本手話研究所所報, (7):14–19, December 1990.

[10] 松尾 英明. 非接触による手話動作の認識アルゴリズムの開発. In 計測制御学会 ヒューマン ・インターフェース部会, February 1995.

[11] 安達 久博. 音声言語と手話言語の情報処理. 自然言語処理, 92:1–8, 1992. SLP92-1, SIG-SLUD9202.

[12] 安達 久博. 手話通訳のためのニュース文の話しコトバへの変換処理. 信学技報, 92:17–24, December 1992. NLC92-47.

[13] 安達 久博. 手話通訳システムの研究動向. 信学技報, 92(24):33–40, May 1992. NLC92-5.

[14] 安達 久博, 下山豪彦, 播磨 良洋, and 松浦 威日. 日本語 ・手話電子化辞書の構成法について. 自然言語処理研究会報告, 93:17–24, July 1993. 96-NL-3.

[15] 安達 久博, 吉澤 昌三, and 藤田 均子. 手話ニュース文の分析と手話変換処理. 自然言語処理研究会報告, 92:17–24, September 1992. 91-NL-3.

[16] 江原暉将 and 田中穂積. 機械翻訳における自然言語処理. 情報処理, 34(10):1266–1273, October 1993.

[17] 山本おさむ. わが指のオーケストラ *1-4*. 秋田書店, 1992.

[18] 毛利 子来, 山田 真, and 野辺 明子. 障害をもつ子のいる暮らし. 筑摩書房, October 1995.

[19] 藤井 昌紀, 岩波 太郎, 亀井 了, and 長嶋 祐二. 2 次元の時空間画像による手話の大局的な調動認識. In 第 *11* 回ヒューマン ・インターフェース ・シンポジウム論文集, pages 197–202. 計測自動制御学会, October 1995.

[20] 本名 信行 and 加藤三保子. 手話の表記法について. 日本手話研究所所報, (4):2–9, January 1990.

[21] 神田和幸. 日本手話電子辞書. アルファメディア, 1994.

[22] 石川県聴覚言語障害者福祉協会. 手話テキスト *(*入門編*)*. 石川県聴覚言語障害者福祉協会, April 1995.

[23] 全国手話通訳問題研究会. 手話通訳の制度化をめざして, chapter 3, pages 64–83. 全国手話通訳問題研究会, August 1994.

[24] 全国手話通訳問題研究会. 手話通訳者の健康問題と頸肩腕障害への取り組み, chapter 3, pages 84–103. 全国手話通訳問題研究会, August 1994.

[25] 全国手話通訳問題研究会. 手話通訳者の頸腕情報縮刷版. 全国手話通訳問題研究会, February 1995.

[26] 全日本ろうあ連盟. わたしたちの手話 *1-10*. 全日本ろうあ連盟, 1987.

[27] 全日本ろうあ連盟. 新 中級 手話教室. 全日本ろうあ連盟, March 1991.

[28] 市田 泰弘. 日本手話の文法と語彙. 日本語学, 13(2):25–35, February 1994.

[29] 中央法規出版編集部. 改訂 介護福祉用語辞典. 中央法規出版, July 1993.

[30] 中野善達, 伊東雋祐, and 松本晶行. 手話への招待. 福村出版, August 1977.

[31] 武居 渡 and 鳥越 隆士. 離島に住む成人聾者の身振りについて. In 日本手話学会 第 *21* 回大会 予稿集, pages 12–15. 日本手話学会, September 1995.

[32] 日本アイ ・ビー ・エム. はじめての手話. 日本アイ ・ビー ・エム, 1995.

[33] 日本電子化辞書研究所. *EDR* 概念辞書 第 *2* 版. 日本電子化辞書研究所, March 1995.

[34] 日本電子化辞書研究所. *EDR* 日本語単語辞書 第 *2* 版. 日本電子化辞書研究所, March 1995.

[35] 日本放送協会. *NHK* みんなの手話 *(*上*)*. 日本放送出版協会, April 1995.

[36] 板山賢治. 身体障害者福祉施策の現状. 社会福祉セミナー, pages 42–45, April 1994.

[37] 萩原 芳彦 and 堀口 進. 指手骨格モデルを用いた指文字認識. In 日本手話学会 第 *21* 回大会 予稿集, pages 32–35. 日本手話学会, September 1995.

[38] 牧野忠康. 頸肩腕障害の社会医学. 医療図書出版社, August 1977.

[39] 木村晴美 and 市田泰弘. はじめての手話. 日本文芸社, May 1995.

[40] 松本 裕治, 黒橋 禎夫, 宇津呂 武仁, 妙木 裕, and 長尾 真. 日本語形態素解析システム *JUMAN* 使用説明書 *version 2.0*. 京都大学工学部長尾研究室、奈良先端科学技術大学院大学松 本研究室, February 1994.

[41] 鳥越 隆士. 手話通訳養成の現状と課題. 日本手話研究所所報, (9):14–20, December 1991.

[42] 神田 和幸. 手話学講義. 福村出版, November 1994.

[43] 伊東 雋祐. 手話研究草創期. 日本手話研究所所報, (13):23–34, June 1993.

[44] 伊東 雋祐. 日本の手話, volume 13, pages 4–12. 明治書院, February 1994.