

平成21年 5月20日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18500111

研究課題名（和文） 日本語から SignWriting で記述された手話への
機械翻訳に関する研究研究課題名（英文） A Study on Machine Translation from Japanese
to Japanese Sign Language Written in SignWriting

研究代表者

松本 忠博（MATSUMOTO TADAHIRO）

岐阜大学・工学部・助教

研究者番号：00199879

研究成果の概要：日本語文を手話文字 SignWriting で書かれた手話文へ自動翻訳するシステムの実現を試みた。手話をテキスト形式で表す表記法を導入することで、システムを日本語テキストから手話テキストへの言語的な変換部と、手話テキストから SignWriting への表現上の変換部に分割実装した。手話ビデオ教材等から得た対訳例文をもとにシステムを実験的に構築し、手話に特徴的な表現への翻訳、SignWriting 表現の生成が可能であることを確認するとともに、現状の問題点を明らかにした。

交付額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2006年度 | 1,000,000 | 0 | 1,000,000 |
| 2007年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 2008年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 2,900,000 | 570,000 | 3,470,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：機械翻訳，自然言語処理，手話表記法

1. 研究開始当初の背景

(1) 手話機械翻訳と手話表記法

手話は日本語とは異なる独自の語彙と文法を持った言語である。聴覚障害者、取り分ける者にとって手話は最もストレスなくスムーズに対話のできるコミュニケーション手段であるばかりでなく、母語、つまり思考の道具にもなっている重要な言語である。健聴者の社会で生きる者にとって手話通訳は社会の窓ともいえる不可欠な存在だが、手話通訳士は大幅に不足しており、通訳

を必要とする人々に対して十分な通訳サービスが提供されているとはいえない。このような状況において、機械翻訳技術が手話通訳サービス提供の支援に貢献できる場面は多いものと考えられる。

これまで日本語-手話間の機械翻訳システムに関する研究は、手話動作の認識や手話動作のアニメーション合成に関するものが中心であり、自然言語処理の観点からの研究は少ない。手話には標準的な書記体系がないことが、テキストを対象としてきた自然言語

処理技術の手話に対する適用や、機械可読なコーパスの構築を妨げる要因となっている。機械翻訳においても、一般的な音声言語であれば、原言語テキストから目的言語テキストへの言語的な変換と、目的言語テキストからその音声への表現上の変換とは切り離して考えることができるが、文字表現のない手話では、言語的な変換と（テキストから動作への）表現上の変換の分離が困難であり、それが翻訳の問題をより複雑で困難なものにしている。

手話の表記法は既にいくつか提案されているが、多くは手話の動作を詳細に記述し再現することを目的としており、翻訳の問題から表現変換の問題を切り離す目的で使用するには不向きであった。我々は手話の動作そのものより、それによって表される語彙内容や文法的な機能の表記に重点を置いた jjs 表記法（日本語援用手話表記法；jjs-notation）を提案している。

(2) 手話文字 SignWriting

サットンが考案した SignWriting は、手の形や動作を表す図像的な記号（アルファベット）を 2 次元的に配置して手話単語の動作を表現する手話の書記体系である。手話を対象とした研究だけでなく、手話で考えた事柄を手話という言語のまま書き留める、伝達する、手話を読んで知識を得る、手話による文学を創造するなど、音声言語における文字と同じように日常生活での利用が想定されており、聾教育における教科学習や音声言語教育、手話の学習などへの利用が試みられている。

SignWriting で手話を書くためのソフトウェアは既にいくつか開発されているが、機械翻訳に SignWriting を用いた研究は今のところ見あたらない。

2. 研究の目的

本研究では日本語から SignWriting で書かれた手話への機械翻訳システムの実現を目標とした。

SignWriting の代わりに高品質な手話アニメーションを出力できればより直接的で分かりやすいシステムとなるが、日本語などの音声言語の場合でも、情報の伝達や記録にいつも音声表現を用いるわけではなく、文字表現の方が適している場面も多い。手話言語のまま文字で表現することには一定の意義があると考えられる。

翻訳過程に jjs 表記法を導入することで、手話への翻訳システムを、音声言語間の翻訳と同様に、日本語テキストから jjs 手話テキストへの言語的な変換と、手話テキストから手話動作記述である SignWriting への表現変換に分割して実装することが可能となる。このようなアプローチの有効性の検証も本研究の目的の一つである。

3. 研究の方法

SignWriting は図 1 のように手話の動作を記述する表記法である。本研究では日本語から手話への機械翻訳を、日本語テキストから jjs 表記法による手話テキストへの言語的な変換と、jjs 手話テキストから手話の動作記述である SignWriting への表現上の変換に分けて研究を進めた（図 2）。

(1) 日本語から手話テキストへの翻訳 機械翻訳エンジン jaw

テキストレベルの機械翻訳部には、日本語から多言語への翻訳を目的として我々が開発を進めている機械翻訳エンジン jaw を用いた。jaw はパターン変換方式の翻訳エンジンである。jaw による翻訳は図 3 に示す。まず日本語解析システム ibuki により入力日本語テキストの形態素・文節構造・文節係り受け構造の各解析を行い、解析結果から日本語文の内部表現構造（各文節内部の構造と、文節間の係り受け関係を表す）を組み立てる。次に、パターン翻訳規則および機能語翻訳規則の適用により、日本語表現構造を目的言語の表現構造へ変換する。最後に、目的言語の表現構造に線状化関数を適用して目的言語テ



図 1 SignWriting の例
（「熊」を表すアメリカ手話）

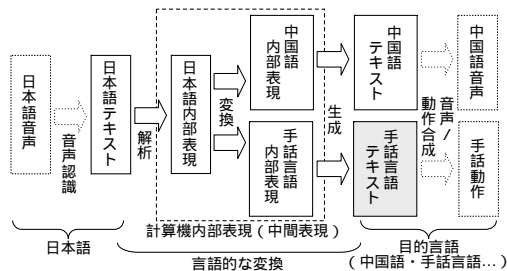


図 2. 手話テキストを介した翻訳

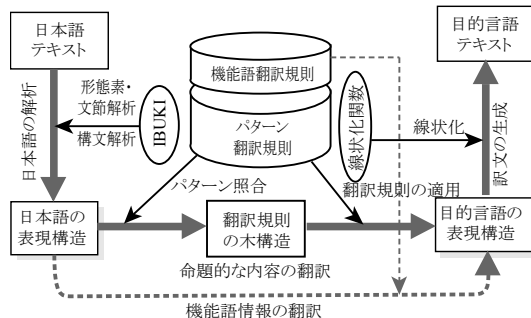


図 3. jaw による翻訳の流れ

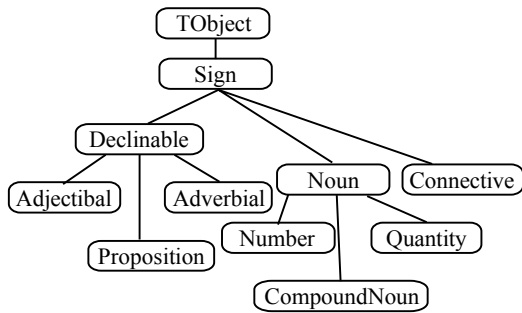


図 4. 手話表現要素のクラス階層の概略

キストを生成する。

目的言語の表現構造は、オブジェクト指向言語（現在の実装では C++）のオブジェクトで表現された単語などの表現要素をリンクしたネットワークである。

パターン翻訳規則における日本語表現パターンは、文やフレーズを構成する文節間の係り受け関係条件と各文節の内容語・機能語条件を表す。以下にパターンの例を示す。

- ・ 人 が 人 に 具体物 をあげる
- ・ ゆっくり 行動
- ・ 行動 てから 行動
- ・ 場所 に 植物 が 植える/てある
- ・ 食料 が 人 の “口” に 合う
- ・ 人 との婚約

各パターンはキーワードを 1 つ持っている（上の例の下線部）。他の文節がキーワード文節に係るパターン（基本型）だけでなく、キーワード文節が他の文節に係るパターン（追加型）も可能である。機能語をキーワードにする、あるいは、キーワードとなる内容語に後続する機能語の条件を指定することもできる。さらに、2 階層以上のパターンや、名詞に係るパターンも指定可能である。

機能語翻訳規則は、パターン翻訳規則による命題的な内容の翻訳とは独立に、モダリティ等を表す機能語を翻訳するための規則である。

jjs 表記法

手話単語は手の形、位置、動き、顔の表情など複数の要素で構成される。各要素をパラメータのように部分的に変化させることによって、日本語では機能語や修飾語などで表される付加的な意味が表現される。jjs 表記法では手話単語を単語名（単語の意味に近い日本語の語句）と語形変化パラメータ（基本形からの変化）で次のように表記する。

単語名 [手形] (空間; 修飾)

語形変化パラメータは、手形・空間・修飾に分けて記述し、変化がない要素については記述を省略できる。jjs 表記法による手話の記述例を以下に示す。

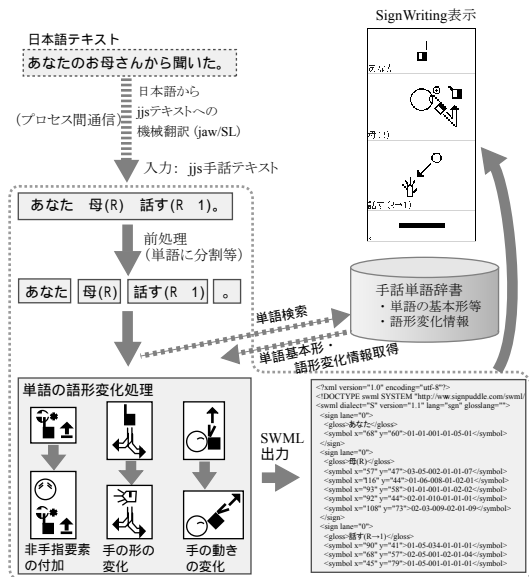


図 5. SignWriting 生成の流れ

- ・ 人[5] ; 5人
- ・ 友達(3) もらう(3 1) ; 友達からもらう
- ・ 過去(; とても) ; ずっと以前
- ・ {<t> 私 父 生まれる} 東京。 ; 父の生まれは東京です
- ・ ろう者 あなた? ; あなたはろう者ですか

日本語から手話テキストへの翻訳

手話テキストへの機械翻訳システムを実現するために、まず、手話文の内部表現構造を構成する表現要素のクラス設計を行った。図 4 にクラス階層の概略を示す。TObject は jaw の目的言語に共通する基底クラスである。Sign は手話単語共通の基底クラスで、単語名と語形変化パラメータ、表現位置固定かどうかなどの情報を持つ。Proposition は文の大枠を決める述語を表すクラスであり、格要素（動作主、目標、対象、起点、場所など）となる名詞（句）や、述語を修飾する副詞、従属節へのリンク、テンスやモダリティなどの情報のほか、一致動詞（主体や対象の人称や数に応じて運動が変化する動詞）かどうかといった情報も持つ。Noun は名詞を表すクラスであり、名詞を修飾/限定する表現要素などへのリンクを持つ。Noun は数量や複合名詞クラスの基底クラスでもある。

翻訳規則（パターン翻訳規則、機能語翻訳規則、線状化関数）の取得には、手話母語話者による手話ビデオ教材などの映像を jjs 表記法で書き取った手話テキストと、その日本語訳を題材として用いた。この日本語訳を翻訳システムの入力として与えたとき、対応する手話テキストが出力されるように翻訳規則をシステムに追加していくことで実験的

に翻訳システムを構築していった。

(2) 手話テキストからの SignWriting 生成
 前述のように、手話単語は「手の形」「手の位置」「手の運動」、および、顔の表情や頭の動きなどの「非手指要素」の組み合わせにより構成される。各要素をパラメータのように様々に変化させることで、単語に語彙的/文法的意味を付加することができる。jjs 表記から SignWriting への変換では、このような単語の語形変化の扱いが問題となる。すべての変化の組み合わせをあらかじめ辞書に登録するのは効率的でないため、本研究では SignWriting 生成用手話単語辞書に、単語の基本形とその語形変化生成に必要な情報を持たせ、語形の変化や非手指要素を伴う手話単語をできるだけ自動的に生成することでこの問題に対処した。

手話テキストから SignWriting 表現を生成する処理の流れを図 5 に示す。テキストレベルの翻訳によって得られた jjs 手話テキストは、単語に分割され、単語名をキーとした手話単語辞書検索により、単語の SignWriting 表現等の情報が得られる。単語が語形変化や非手指要素を含む場合は、それぞれの変化を施す。結果は SWML 形式でビューアに渡され、SignWriting として表示される。

4. 研究成果

(1) 日本語テキストから手話テキストへの機械翻訳

手話ビデオ教材等をもとに作成した対訳例文から翻訳規則を取得し、システムに与えることで、次のような項目について意図したおりの翻訳結果を得られ、本アプローチによる翻訳が可能であることが確認できた。

- ・ 格関係による手話動詞の手の運動方向の変化と名詞の位置変化
- ・ 疑問文、話題化、条件節などの非手指文法標識への翻訳
- ・ 用言に後続する機能語によるモダリティやアスペクト等の翻訳
- ・ 語順（数詞と単位、疑問文における疑問詞の位置、話題、修飾語と被修飾語）
- ・ 手形の変改による語義の変化
- ・ 語形変化による副詞の表現
- ・ 複文
- ・ 指文字による単語の表現

以下に翻訳結果の例を示す。

- ・ そのあと、東京に引っ越しました。
 将来、東京(x) 引っ越す(x)。
- ・ 6 カ月経てば使ってもいいです。
 {<cond> n カ月[6] 将来}, 使う ~かまわない。
- ・ でも、少し違いがあります。
 しかし、違う(少し) ある。

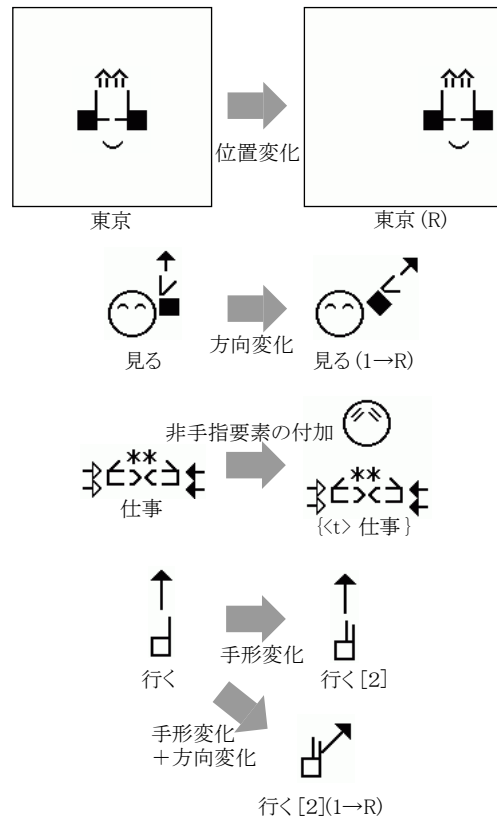


図 6. 語形変化を伴う単語の生成例

・ 渡しの家族の仕事ですが、父は利用の仕事です。

{<t> 私 家族 仕事}, {<t> 父} 理容仕事。

・ 何のためかというと大学のためです。

{<cleft> 目的 何}, 大学 目的。

一方、意図した結果を得ることができなかった対訳例文の分析から、日本語から手話への機械翻訳における問題点の整理を行った。例えば、手話の動詞は、その動作の主体や対象の人称や数に応じて語形（手の運動の仕方）が変化する場合があるなど、日本語に比べて手話では物事をより詳細に表す傾向があるため、日本語から手話への翻訳では不足する情報を文脈などから補足する仕組みを備える必要がある。また、本研究で題材として使用したビデオ教材には、手話映像に対する日本語訳として、自然な日本語文と手話の構造に即した日本語文が用意されているが、本研究では後者を用いた。実用的な観点からは自然な日本語文を、手話への翻訳に適した日本語文への言い換えをシステム側で行う必要がある。これらは今後の大きな課題である。

(2) 手話テキストから SignWriting への変換

テキストレベルの機械翻訳で得られた jjs 表記法による手話テキストから SignWriting

への表現変換については、次のような手話単語の自動生成が可能となった。

- ・手話単語の基本形
- ・手形変化を伴う単語
- ・表現位置の変化を伴う名詞
- ・格関係を表示するために運動方向が変化した動詞
- ・話題化などの文法標識となる顔の表情が付加された単語(列)

図6に語形変化や非手指文法標識を伴った単語の生成例を示す。

副詞的な内容やアスペクトなどを表現する手の運動の大小・強弱などの変化、動作主体や対象の数による変化、語彙辞書の拡充など、今後さらに検討していく必要があるが、語彙内容や文法情報の記述に重点を置いたjjs表記から動作記述への自動変換が可能であることをある程度示すことができたと考えている。

jjs表記からSignWritingへの変換部は、SignWritingによる手話記述を支援することにも応用できると考えている。現在そのようなシステムの研究にも着手している。

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 7 件)

- (1) 松本忠博, 池田尚志: 日本語-手話機械翻訳の試みと手話文字生成編集システムおよび自動点訳編集システムについて, 電子情報通信学会技術研究報告, 108(408), 1-6, 2009, 査読なし
- (2) 松本忠博, 原田大樹, 加藤三保子, 池田尚志: SignWritingによる手話文記述支援システム, 第7回情報科学技術フォーラム(FIT2008)論文集, 7:3, 59-62, 2008, 査読あり
- (3) Mihoko Kato: A study of notation and sign writing system for the Deaf, Intercultural Communication Studies, XVII:4, 97-114, 2008, 査読あり
- (4) 松本忠博, 加藤三保子, 池田尚志: 手話テキストから手話文字 SignWriting の自動生成, 電子情報通信学会技術研究報告, 108(170), 61-66, 2008, 査読なし
- (5) 松本忠博, 池田尚志: 日本語テキストから手話テキストへの機械翻訳の試み, 自然言語処理, 15(1), 23-51, 2008, 査読あり
- (6) 松本忠博, 原田大樹, 加藤三保子, 池田尚志: SignWriting生成のための手話語彙辞書の検討と構築, 第6回情報科学技術フォーラム(FIT2007)講演論文集, 6:2, 187-190, 2007, 査読なし
- (7) Mihoko Kato: On the formation

patterns of new words in Japanese Sign Language, Intercultural Communication Studies, 15(3), 26-41, 2006, 査読あり

〔学会発表〕(計 8 件)

- (1) 松本忠博: 手話文字編集システム JSPad, 言語処理学会第15回年次大会, 2009年3月5日, 鳥取大学(鳥取)
- (2) 吉村康寛: 日本語-手話機械翻訳システム jaw/SL による翻訳実験, 言語処理学会第15回年次大会, 15, 2009年3月4日, 鳥取大学(鳥取)
- (3) 加藤三保子: ドイツにおけるろう児の手話文字教育, 日本国際聾養育学会, 2008年6月15日, 桜華会館(名古屋)
- (4) 加藤三保子: 手話文字の研究 - ろう児への手話文字教育を視野に入れて -, 第21回社会言語科学学会大会, 2008年3月22日, 東京女子大学(東京)
- (5) 原田大樹: 日本語援用手話表記から SignWriting を自動生成するシステムについて, 言語処理学会第14回年次大会, 2008年3月20日, 東京大学(東京)
- (6) 松本忠博: 日本語援用手話表記を介した手話文字 SignWriting の生成, 研究集会「科学文書の電子処理とアクセシビリティ」, 2008年2月16日, 筑波技術大学(つくば)
- (7) 松本忠博: 手話文字 SignWriting の記述支援, 第28回バイオメカニズム学術講演会(SOBIM2007), 2007年11月10日, 岐阜大学(岐阜)
- (8) 松本忠博: SignWriting のための語彙辞書の構築, 言語処理学会第13回年次大会, 2007年3月21日, 龍谷大学(大津)

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
松本 忠博 (MATSUMOTO TADAHIRO)
岐阜大学・工学部・助教
研究者番号: 00199879
- (2) 研究分担者
加藤 三保子 (KATO MIHOKO)
豊橋技術科学大学・留学生センター
・准教授
研究者番号: 30194856
- (3) 連携研究者
池田 尚志 (IKEDA TAKASHI)
岐阜大学・工学部・教授
研究者番号: 10232183