

手指動作の日本語による記述と3次元表示用パラメータの抽出

相良かおる 板倉寛如† 木村晋二 渡邊勝正

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

〒630-01 奈良県生駒市高山町 8916-5

kaoru-s, kimura, watanabe@is.aist-nara.ac.jp

日本の手話において、手の動き（以下、手指動作という）を普段用いている日本語（音声語）で表記する方法についての研究は、数少ない。本稿では、人間にとって手指動作の再現が可能となる手指動作の日本語による記述方法の提案と、この記述方法を用いたWWW上での手話・日本語辞書の試作、およびグラフィックライブラリであるOpenGLを用いた手指動作の3次元画像表示の試作についての紹介を行なう。加えて、座標値などの数値情報を含まない手指動作の記述文から手指の関節可動域などを用いて3次元画像表示に必要なパラメータを求める方法について考察する。

キーワード 手話、手指動作、動作記述、3次元画像表示、パラメータ抽出

Description Method of Manual Motions and Parameter Extraction for Visualization

Kaoru Sagara Hiroyuki Itakura† Shinji Kimura Katsumasa Watanabe

Graduate School of Information Science,
Nara Institute of Science and Technology

8916-5 Takayama, Ikoma, Nara, 630-01 JAPAN

kaoru-s, kimura, watanabe@is.aist-nara.ac.jp

Only a few attempts have so far been made at description of manual motions, which are components of Japanese Sign Language(JSL), in Japanese. In this paper, a description method is proposed for human repeatability. The paper also presents two prototype systems: One is computerized JSL dictionary with the description, and the other is visualization of a manual motion in JSL. Lastly, a method of extracting parameters for visualization from the description, which has no numerical information, is described.

key words Sign, JSL, manual motion, 3D visualization, parameter extraction

† 現在, NTT ソフトウェア株式会社
Presently with NTT Software Corporation

1 はじめに

手話とは、聴覚障害者が用いるコミュニケーションの手段であり、手の形と動き（以下、手指動作という）、顔の表情、身体の動き、目の動き、口形で言語情報を表現する視覚言語である。

手指動作は、(1) 手指の形、(2) 手指の位置、(3) 手指の動き の情報の他に、(4) 動きの速さ、テンポ、(5) 動作の大小（広がり）、(6) 動作の強弱（重さ）などの情報を含んでいる。手指動作は、必ずしも厳密に定義されてはおらず、加えて、しぐさに関する個人差も大きい。

現在、手指動作を写実する書き言葉はなく、絵と文字を併用して表記している。

時間軸上に事象を記述することしかできない日本語を用いて、「同時性」を持つ手指動作を写実することはできない。また、我々は「動作を記述する」ということに馴染みがない。しかしながら、手指動作を日本語で記述できれば、手指動作の大まかな構成要素を明らかにすることができ、手話の体系的な学習が可能となる。また文字列検索を行なうことによって手話・日本語の相互検索が可能な電子辞書の構成が可能となる。

そこで我々は、手話の学習者が手指動作を再現できることを目的とした手指動作の日本語による記述方法を定めた[1]。また、手話・日本語電子辞書システムの試作を行なった。

人間の記述した手指動作記述文から3次元画像表示に必要なパラメータを求めて3次元画像表示を行なえば、実際の手指動作との差異を確認することができ、2次元のビデオ画像に比べて少ない記憶容量で手話の電子辞書システムの構成が可能となる。そこで、グラフィカルライブラリである OpenGL を用いた手指動作の3次元画像表示システムの試作を行なった。

本稿では、第2章で手指動作の日本語による記述方法とそれを用いた手話・日本語電子辞書システムについて、3章では、手指動作の3次元画像表示システムの試作について述べ、4章では、手指動作記述文から表示用パラメータを求める方法についての考察を行なう。5章では本稿のまとめと今後の課題について述べる。

2 手指動作記述文

2.1 手指動作の記述

我々は、手話の学習者が視覚に捕らえた手指動作の意味を損なわない程度の手指動作の再現を保証するような記述方法を定めた。

まず、手指動作を「手指の形と位置」、「動き」に分けて記述する。

「手指の形と位置」の記述は、(1) 左右両手の区別、(2) 肘・腕の状態、(3) 手指の形状、(4) 手の平の向き、(5) 中指を伸ばした時の中指の方向（以下、直指方向という）、(6) 両手の関係、(7) 手の位置、(8) 手の状態に分けて記述する。

<記述例1>

1.1 両手を「C」の形に、手の平を横に直指方向を上にして身体の前で両手の指が噛み合うように上下にして置く。

1.2 左手を「う」の形に、手の平を右に直指方向を斜め下に、右手を「くまで」の形、手の平を下に直指方向を前にして、両胸の横に並べて置く。

1.3 右手を「くまで」の形に、手の平を左に直指方向を上にしてこめかみに当てる。

「手指の動き」は、(a) 手で動作する、(b) 手を動作するに大別して記述する。

(a) 手で動作する

a1. 手の部位 で 手・身体の部位 を 修飾 方向 M に 修飾 動作。

a2. 手の部位 で 手・身体の部位 に沿って 方向 M に 修飾 動作。

a3. 手の部位 で 手・身体の部位 に 修飾 動作。

a4. 手の部位 で 手・身体の部位 に 文字・記号 を 修飾 動作。

a5. 手の部位 で 方向 M に 文字・記号 を 修飾 動作。

a6. 手の部位 で 手・身体の部位 を中心に 文字・記号 を 修飾 動作。

(b) 手を動作する

- b1. 手の部位を修飾 方向・位置に修飾 動作。
- b2. 手の部位を方向・位置に沿って修飾 動作。
- b3. 手の部位を手・身体の部位に沿って修飾 方向Mに修飾 動作。
- b4. 手の部位を手・身体の部位を中心に修飾 動作。

なお、修飾とは、程度や状態を表す補足説明を意味する。

<記述例 2 >

- 2.1 右手の人さし指で反時計廻りに「半円」を描く。(a5)
- 2.2 両手を互い違いに前後に動かす。(b1)
- 2.3 右手を左手の指に沿って滑らせるように移動させる。(b2)

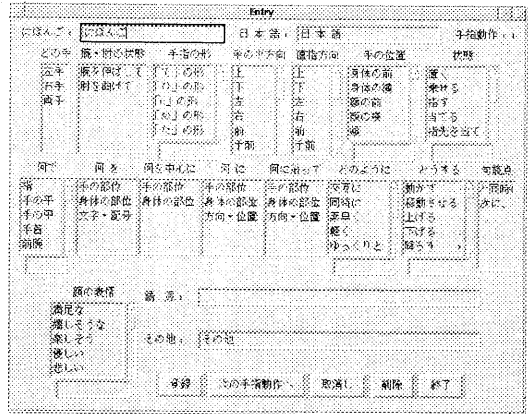
上記の記述方法は、自然言語による記述であるため、(1) 同じ手話でも発信者の体型や癖により、手指動作に個人差が生じる、(2) 同じ手指動作でも、複数の記述文が存在する、(3) 記述の間違い、がおこる。このため、記述の際に手指動作の必要な情報が抜け落ちる場合や不必要な情報が付け加わる場合がある。

2.2 手話・日本語電子辞書システム

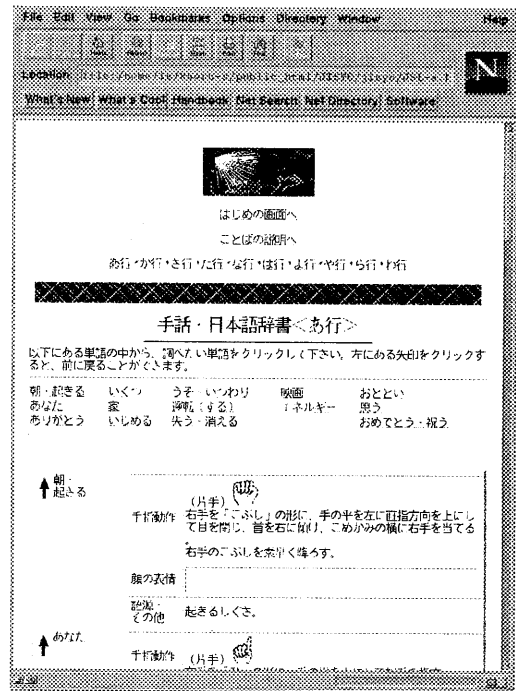
我々は、パーソナルコンピュータで動作することを想定し、Windows 上においても unix 上においても利用できること、GUI(Graphic User Interface) ペースのプログラムを作れることから Tcl/Tk を用いて、登録機能と手話・日本語の相互検索ができる電子辞書システムを試作した。

通常我々は、動作を記述することに不慣れなため、視覚に捕らえた手指動作を記述することは容易ではない。そこで、手指の形、位置、動きについてあらかじめ候補となる言葉を呈示し、その中から選択する入力方法を取っている。また、候補の中に該当するものがない場合には、随時登録できるようにしている。その結果、記述文から基本動作に変換する際の言葉の切り出しが容易となった。

<手話・日本語辞書プログラム登録画面>



< WWW 上の手話・日本語辞書画面 (あ行) >



加えて、WWW 上での電子辞書の試作を行なった。これは、五十音順に並べた日本語の単語をクリックすることで、手指動作記述文を参照できるという日本語⇒手話への一方向検索の辞書である。市販の辞書を参考に 1 2 5 語が登録されている [2][3]。我々は、(1) 簡単に記述文を作成でき、基本動作への変換ができる、(2) 基本動

作から3次元画像表示パラメータを求め、表示して、対話型で修正できる、(3) 3次元画像表示が可能で相互検索のできる、電子辞書システムの構成を考えている。

3 3次元手指動作表示

3.1 手指動作記述と表示パラメータ

上記の記述から3次元画像表示を行なうことで、実際的手指動作との比較が可能となる。また、差異が見つかったときに、簡単に3次元画像を修正できる機能を持たせることで、手話の学習支援システムの構成が可能となる。加えて、少ない記憶容量で3次元画像の表示が可能なことから電子辞書システムへの利用が考えられる。

現在、グラフィカルライブラリである OpenGL を用いて、動作開始時点と動作終了時点での手指の形と直指方向、手の平の方向、手首の位置、および開始点から終了点までの移動分割数を数値入力することで、手指動作の3次元画像を表示するシステムを試作した。

3次元画像表示では、人間の身体の動きを忠実に再現するものではなく、おおまかな手指動作の表示を目的としている。従って、本システムで用いるパラメータは手指動作の3次元表示システムに共通の普遍的なデータではない。以下に、本システムで用いるパラメータを示す。

3.2 手指の形パラメータ

a. 指文字表

一つの指文字ごとに、指文字名と動作ステップ数などを登録する。

指文字名
手形動作入口 → b
右手 or 左手 or 両手
動作ステップ数

b. 手形動作ステップ列

1ステップは指の形や方向および手首の位置の変化を表す。

手形名入口 → c
指の向き (x,y,z)
手の平の向き (x,y,z)
手首の位置 (x,y,z)

c. 手形名表

手形は親指の形と4指の形に分けて表現する。

手形名
親指の形 → d
4指の指の間隔
4指の指の曲げ具合

「4指の指の曲げ具合」は、親指以外の4指の曲げ方を別々に指定する。

d. 親指の形

親指形の名前
親指の曲げ具合
人さし指との関係

3.3 手指動作パラメータ

A. 単語表

一つの単語ごとに、単語名と動作ステップ数などを登録する。

単語名
単語動作入口 → B
手指動作ステップ数
反復回数

B. 単語動作ステップ列

1ステップは右手または左手の指の形や方向、および手首の位置の変化を表す。

局所ステップ数	
局所反復回数 lrep	
移動分割数	
右手の形	左手の形
右指の向き	左指の向き
右手の平の向き	左手の平の向き
右手首の位置	左手首の位置
動作パターン → C	動作パターン → C

局所ステップ $B_{i1}, B_{i2} \dots B_{ik}$ について、局所反復回数 $lrep_{i1}$ は B_{i1} から B_{ik} の反復回数を表し、 $lrep_{ij} (2 \leq j \leq k)$ は B_{ij-1} から B_{ij} 間の反復回数を表す。

< 3次元画像表示 (コミュニケーション) >



C. 動作パターン

動作パターン名
移動回数
移動座標値
⋮
⋮
終点座標値

移動座標値は、始点 p_1 から終点 p_2 までの距離 L の比率 r_j と、振れの方向での振れの幅 q_j の組 (r_j, q_j) の列で表現する。振れの方向 (u) は、方向 $p_1 p_2$ と指の向きなどから定める。

4 記述文からの3次元画像表示パラメータ抽出

記述文から3次元画像表示に必要なパラメータを抽出する方法として、(1) 記述文から直接パラメータを求める方法と (2) 何段階かの変換を経てパラメータを求める方法が考えられる。

我々は、手指動作の基本となる動作（基本動作という）を定め、手指動作記述文から一旦、基本動作の集まりに変換した後、3次元画像表示パラメータを求める方法を考えている。

これの実現により、3次元画像表示との独立性を保ち、汎用性の高い手指基本動作の提供が可能となる。

4.1 手指動作の基本動作

手指動作の基本動作の定め方は、(1) 筋肉、関節の動きを中心にして定める方法、(2) 視覚に捕らえた動きを中心にして定める方法に大別できる。本研究では、450語の記述文データを基にして視覚に捕らえた動きを中心とした基本動作を定めた。

手指動作の動きの基本動作を以下のように分類する。

1. 関節の動きに関する動作
 - 指の動きに関する動作
 - 手首の動きに関する動作
 - 肘の動きに関する動作

2. 軌跡に関する動作

4.1.1 関節の動きに関する動作

関節の動きに関する基本動作を以下に示す。

1. 指の動きに関する動作
 - つまむ : つまむ指を指定
 - すぼめる : すぼめる指と、親指と4指の角度を指定
 - 指を曲げる : 曲げる関節、指と角度を指定
 - 指を伸ばす : 伸ばす関節、指と角度を指定
 - からませる : からませる指を指定
 - 手を握る
 - 手を組む

2. 手首の動きに関する動作

- 手首回転 : 回す手、方向、角度を指定
- 手首を曲げる : 曲げる手、方向、角度

3. 肘の動きに関する動作

- 肘を曲げる : 曲げる手、方向、角度
- 肘を伸ばす : 伸ばす手、方向、角度

4.1.2 軌跡に関する動作

前述の動きに肩の動きを組み合わせた動きで、動きの軌跡に意味があるものを以下に示す。

1. 距離移動 : 移動する手の部位、方向、距離
2. 位置移動 : 手の部位、方向、位置
3. 接面移動 : 手の部位、接面、方向、位置
4. 円 : 手の部位、面、方向、半径
5. 弧距離 : 手の部位、書きだし方向、凹凸指定
6. 弧位置 : 手の部位、停止位置、凹凸指定
7. 描画 : 手の部位、描画面、描画対象
8. 蛇行 : 手の部位、移動面、方向、停止位置

4.2 複合動作

4.2.1 複数の基本動作間の関係を表す演算

手指動作は複数の基本動作を組み合わせて表現される。以下に複数の基本動作の組み合わせ(以下、複合動作という)の関係を示す。

1. 互い違い : 左右それぞれの手指動作を指定
2. 交差 : 左右の手指動作を指定
3. #AND# : 同時に行なう手指動作を指定
4. #THEN# : 時系列に手指動作を指定
5. N(N > 0) : { } 内の手指動作の反復回数

4.2.2 複合動作の一例

複合動作により、さらに複雑な手指動作を表記することができる。この複合動作に記述者にとって馴染みのある言葉をつける、また、複合動作を更に組み合わせることで新たな複合動作とする(動作の階層化)ことで、記述文から基本動作への変換を容易にすることができる。以下に、複合動作の一例を示す。

1. 指の動きに関する動作

- 指の屈伸 : N |指を曲げる #THEN# 指を伸ばす|
- キーボードを打つ : 2 |指を曲げる #THEN# 指を伸ばす #AND# …|

2. 手首の動きに関する動作

- 手招きする :
2 |手首を曲げる #THEN# 手首を伸ばす|
- 手の平を返す : 手首回転

3. 肘の動きに関する動作

- 手を振る : 曲げる手、方向、角度

4. 軌跡に関する動作

- たたく :
2 |距離移動 #THEN# 距離移動|
- こする :
2 |接面移動 #THEN# 接面移動|
- 波の形 : 弧距離 #THEN# 弧距離
- 回転 : 円 #THEN# 円

4.3 基本動作への変換

記述文からの基本動作の変換では、手指の形と位置については手指動作の記述文からそのまま抽出する。手指の動きについては、記述文に含まれる言葉から、身体の制約や習性などを基にした規則と身体の部位を用いた座標軸や尺度を用いて変換を行なう。

4.3.1 記述文から基本動作列への変換

日本語：コミュニケーション

<記述文>

両手を「C」の形に、手の平を横にして、
身体の前で両手の指が噛み合うように
上下にして置く。

両手を互い違いに前後に動かす。

< step1 >

* 手指の形と位置

両手 {右手 |形:「C」, 手の平:左, 直指方向:上|
左手 |形:「C」, 手の平:右, 直指方向:上|
関係 {上下, 補足:両手の指が噛み合う|
位置 {両手, 身体の前, 置く|}

* 動き

互い違い {距離移動 {両手, 前後, 手の平|}

推定:

直指方向:上, 両手の関係:上下, 移動:前後
ならば移動距離は手の平

< step2 > 動きの展開

1. | 距離移動 {右手, 前方, 手の平|
#AND# 距離移動 {左手, 後方, 手の平|}
#THEN#
2. | 距離移動 {右手, 後方,(手の平)*2|
#AND# 距離移動 {左手, 前方,(手の平)*2|}
#THEN#
3. | 距離移動 {右手, 前方,(手の平)*2|
#AND# 距離移動 {左手, 後方,(手の平)*2|}

推定については、完全な自動化はできないため、推定の結果が間違っている場合や結果が見つからなかった場合には、記述者が値を設定する。

4.3.2 身体の3次元座標

身体の部位を用いた座標は、顔の X 座標、身体の X 座標、Y 座標、Z 座標に大別する。顔の X 座標は、顔の周辺での手指動作に用いるもので、両手を左右にまっすぐに伸ばした状態の左手の部位、顔の部位、右手の部位を座標値とする。身体の X 座標は、顔の X 座標における顔の部位を身体の部位で置き換えたものである。

Y 座標は、片方の腕をまっすぐ上に伸ばしたときの指先から肘までと、頭から脇腹までの部位を座標値としたものである。Z 座標は片方の腕をまっすぐ前に伸ばしたときの指先から上腕の1/2の位置までと身体の部位を座標値としたものである。この座標を用いて現在の手の位置から、移動後の位置を推定する。

< 身体の3次元座標 >

顔の X 座標	身体の X 座標	Y 座標	Z 座標
左手指先	左手指先	指先	指先
左手首	左手首	手首	手首
左前腕/2	左前腕/2	前腕/2	前腕/2
左肘	左肘	肘	肘
左上腕/2	左上腕/2	頭 髪	上腕/2
左耳	左肩	顔 額	鼻
左頬	左胸	顔 こめかみ	顔 頬
左目		顔 目	顔 耳
鼻	みぞおち	顔 鼻	肩
右目		顔 口	
右頬	右胸	顔 顎	
右耳	右肩	首	
右上腕/2	右上腕/2	肩	
右肘	右肘	身体 脇	
右前腕/2	右前腕/2	身体 胸	
右手首	右手首	身体 みぞおち	
右手指先	右手指先	脇腹	

4.3.3 基本動作パラメータの推定

記述文の動きを表す述語を基に、複合動作、基本動作へと変換していく。その際、記述文には明示されていないパラメータが存在する。これらのパラメータについては、記述文の中に含まれる情報から推定、または、記述文中の比喩表現から求める（本稿では、これらをまとめて推定という）。推定を要するパラメータには、(1) 距離、(2) 位置、(3) 方向、(4) 角度がある。推定は、身体の制約、習性、または個々で定めた規則（推定規則）を基に行なう。推定結果に誤りがある場合は、人間が修正を行ない、新たな推定規則として登録する。推定規則のデータは、推定するパラメータ（上記(1)~(4)）ごとに、条件の少ないものから昇順にソートして格納する。以下に推定規則の一例を示す。

< 推定規則 > 条件 ⇒ 結果

*距離 直指:上 & 両手:上下 & 移動:前後 ⇒
手の平の幅

- *指標 少し & 移動 ⇒ 1座標 (デフォルトは3座標)
- *位置 手の位置: 胸の横 & 少し & 上げる ⇒ 脇の高さ (身体座標の胸より1座標上)
- *方向 ドアのノブをまわす ⇒ 外旋 (身体の外側方向に回す)
- *方向 右手 & 外旋 ⇒ 時計廻り
- *方向 左手 & 外旋 ⇒ 反時計廻り
- *角度 手の平: 横 & 直指方向: 上 & 手首を前にひねる ⇒ 55°

今のところ、推定規則の類似性については全く考慮していないため、左右対称の推定規則も全て登録しなければならない。推定規則の類似性、および階層に着目し、定式化することで、推定規則の数を減らすことができ、基本動作への変換時における人間の介入を減らすことができる。推定規則の定式化を行なう上のデータの収集手段として、記述文から基本動作への変換部分を試作する必要がある。

4.4 基本動作列からの3次元画像パラメータ抽出

基本動作は、視覚に捕らえた手指動作の基本となる動作をまとめたものである。また、手指動作のもつ曖昧性を受容するために、移動距離、停止位置などを数値座標ではなく、身体の部位を用いた尺度で表現している。その結果、汎用性の高い手指動作の仲介表現 (人間の記述した文とコンピュータが理解できる表現との中間に位置する表現) を実現している。

ここでは、基本動作から3次元画像表示パラメータを抽出する方法について考察する。手指の位置座標については、身体の部位を用いた座標空間を画像表示空間に対応づけることで数値化することができる。ただし、3.3節B. 単語動作ステップ列の「動作パターン→C」には検討すべき問題点がある。基本動作と動作パターンが1:1で対応する訳ではなく、同じ手の基本動作がまとめられた1つの部品が動作パターン

と対応することがある。同じ手が時系列で動作する場合、すなわち、基本動作が「#THEN#」でつながっている場合は、移動軌跡上の座標値を求めることで、比較的容易に変換することができる。しかし、同じ手で複数の基本動作を同時に行なう場合、たとえば、回転#AND#位置移動 (右手を回しながら左胸まで螺旋状に移動する) などの変換は容易ではない。

手指動作の部品から手指の軌跡を求める機構を考える必要がある。

5 まとめと今後の課題

これまでに、(1) 手指動作の日本語による記述方法の定義、(2) 記述文のみの電子辞書システムの試作、(3) 3次元画像表示システムの試作、(4) 基本動作の定義と記述文からの変換方法についての考察を行なった。今後の課題として、

1. 手指動作記述文から基本動作への変換部分および基本動作から3次元画像表示パラメータへの変換部分の試作
2. 3次元画像表示を行なう手話・日本語辞書システムの構成

が考えられる。

謝辞

日頃から有益な御助言を頂く奈良先端科学技術大学院大学渡邊研究室の國島助手、高木助手をはじめとする皆様に感謝致します。

参考文献

- [1] 相良かおる, 木村晋二, 渡邊勝正: 手話単語の日本語による記述とその応用について, 情報処理学会研究報告, ヒューマンインタフェース, 62-9, pp.59-66, 1995.
- [2] わたしたちの手話, 財団法人 全日本ろうあ連盟, 1969.
- [3] 竹内茂: 手話・日本語辞典, 廣済堂出版, 1995.