

アニメーションによる日本語手話表現に関する基礎的検討

寺内 美奈 長嶋 祐二 三原 浩樹 長嶋 秀世 大和 玄一
職業訓練大学校 工 学 院 大 学 職業訓練大学校

聴覚障害者への支援システムの一部として、手話をアニメーション表示する方法として、キーフレーム法によるアニメーション表示法について述べる。本方式では、形態素解析された日本語文章から手話単語を抽出し、各手話単語に対応する手話動作を各関節ごとの角度変位をパラメータとして画像表示を行う。いくつかの文例を用いて手話アニメーション表示した結果、手話単語を認識できることを確認した。

また、キーフレーム法による問題点を解決するため、オブジェクト指向の概念を取り入れた手話アニメーション表示法についても検討した。人間が多関節構造であることに着目し、各剛体の動きや剛体間の位置関係を知識とする記述形式を定義する。これにより、柔軟な記述形式および動作表現が可能となる。

The Examination which is Basic is Done by the Animated Indication System about a Japanese Sign Language Expression

Mina TERAUCHI † , Yuji NAGASHIMA † , Hiroki MIHARA †
Hideyo NAGASHIMA † and Genichi OHWA †

† Institute of Vocational Training, 4-1-1, Hashimoto-dai, Sagami-hara-Shi, Kanagawa 229, Japan
† Kogakuin University, 2665-1, Nakano-Machi, Hachioji-shi, Tokyo 192, Japan

ABSTRACT

As the part of an assistance system to a hearing fault person, we are doing examination about the way of displaying Sign Language by the animated indication system.

In this report, it makes an angle parallax every each joint a parameter and it states the Sign Language motion which corresponds to each word about the way of displaying a computer graphics by a Key-Frame method.

It examined that we introduced the general idea of Object Oriented as a method of the description of the more flexible motion to solve the problem of a key frame method next.

Concretely, it paid it to human being's being numerous joint structure and as for the form of the movement of each rigid body and the description the knowledge of which is position relation among the rigid bodies, we proposed it.

1 まえがき

聴覚障害者の情報伝達手段である手話は、発信者が手の動きや顔の表情により伝達したい情報を表現し、受信者はそれを見て伝達内容を理解するという視覚言語である [1]。従来、聾教育の分野では聴覚障害者の日本語習得を目標とし読話や口話法をもちいるため、手話教育には否定的であった。しかし、読話や口話法あるいは筆談による情報伝達では利用者に負担が大きく、かつ十分な意志伝達が難しいため、障害者の年齢があがるにつれて手話の利用度が高くなっているのが現状である。最近では、教育の現場でも積極的に手話を取り入れている事例もある [2,3]。

我々は、聴覚障害者への支援システムの一部として手話アニメーションシステムの制作を行っている。これは、日本語文章に対応する手話の動作をアニメーション表示する機能を持つものである。実際には、日本語文章から形態素解析により手話単語群で構成される手話文章を生成し、各手話単語に対応する手話の動作情報を手話単語辞書から受け取り手話アニメーションを生成する。

本報告では、手話アニメーションがもたなければならない機能について考察し、キーフレーム法によりアニメーション表示する方法について検討を行った。また、キーフレーム法における問題点を解決するため、手話単語の形動素をオブジェクト指向型のフレーム構造で記述する方法についても述べる。

2 手話アニメーション表示システムについて

手話は発信者(話者)が手指の型や手の動き、顔の表情を用いて伝達したい情報を表現し、受信者はこれらの表現から伝達情報を類推して理解する。しかし、手話の表現は冗長性が高く、生活習慣の違いや聴覚障害の程度により手話の表現方法が異なることから発信者の表現力や受信者の理解力に個人差が生じ、伝達情報が十分伝わらない場合がある。また、手話は音声語と異なり発信者の身ぶり動作で表現するため発信者の肉体的負担が大きという問題もある。従来、聾教育の分野では、手話教育は日本語習得の妨げになるとして重視されておらず、その必然性については聾教育百年来の論争となっており、しかし、近年、手話通訳士制度が制定され、また、報道を中心としたTV放送や講演会に手話通訳がつけられたり、昨年は世界ろう者国際会議が日本で開催されるなど手話が社会的に注目されるようになってきている。実際には、健聴者で手話を習得している者は少なく、また、聴覚障害者に対する社会的なサービスが十分に行われていないため、コミュニケーション障害が生じてしまうなど聴覚障害者が通常の社会生活をおくるには多くの課題が残されている。

そこで、我々は障害者と健常者のコミュニケーションの円滑化ならびに障害者の社会参加支援システムの一部として日本語と手話の相互変換を行う手話アニメーションシステムの制作を行っている。手話は発信者の上肢を中心とした身体の動きにより情報を伝達することから、システムを構築するうえで、

受信者が大きな負担を受けることなく表示画像から伝達情報をより正確に抽出できるように設計しなければならない。アニメーション表示の他に手話を表現する手段として、人間により近い形状をもつロボットを用いることが考えられる。簡単な手話を表現するロボットは既に試作されているが、表現力の不足や経済的な点から実用化にはまだ時間を要する。手話をアニメーション表示するとき、受信者の立場から重要な課題として以下の点が考えられる。

- (1) 手話動作のアニメーションが視覚的に滑らかに表現されていること。
- (2) 日本語から手話画像への変換時間が短いこと。
- (3) 手話単語間でアニメーション画像が違和感無く連続して表示されること。

本システムでは、コンピュータグラフィックスにより上記の課題を満たすような手話アニメーションが表示できるよう構築していく。そこで、本報告では2種類の手話画像の表示方法について検討を行う。一つはキーフレーム法によるアニメーション表示法、もう一つはキーフレーム法における問題点を解決するため、手話単語自体が手話の動作情報をもつオブジェクト指向を取り入れたアニメーション表示法について検討を行ったので各方式について述べる。

2.1 順運動学による手話動作表現

アニメーション表示法について検討を行う前に、手話の動きを計算機上で表現するため、ロボット工学で利用されている順運動学を用いることを検討する [4,5]。

人間の動きを表現する方法は、順運動学と逆運動学との2種類に大別できる。順運動学は、各関節の角度をパラメータとして前腕先端となる手先の位置を計算することで動きを表す方式である。逆運動学は、手先の位置座標から各関節の角度を計算し動きを表現する方式である。本システムでは、順運動学を用いてアニメーション表示を行う。順運動学では、変換前の位置座標 X を角度 θ の回転行列 F より、先端の位置座標 G に変換する。変化する角度の自由度が1の場合の一般式は

$$G = F(\theta)X \quad (1)$$

となる。手話動作を行う場合、基本となる上肢の動きは手指を除くと自由度は合計で7となる。

- (1) 肩関節 (1×2 関節): 自由度 3

- ・ 屈曲, 伸展 (肩を中心として, 上肢を前後に動かす)
- ・ 外転, 内転 (肩を中心として, 上肢を左右に動かす)
- ・ 外旋, 内旋 (上腕を軸にして外側, 内側に回転する)

- (2) 肘関節 (4×2 関節): 自由度 2

- ・ 屈曲, 伸展 (肘を中心として, 前腕を曲げたり伸ばしたりする)
- ・ 外転, 内転 (前腕を軸にして, 外側, 内側に回転する)

(3) 手根 (3×3 関節): 自由度 2

- ・ 屈曲, 背屈 (手根を中心にして前後に曲げたり伸ばしたりする)
- ・ 外転, 内転 (手根を中心にして左右に曲げる)

また, このときの上肢の座標系を図 1 に示す.

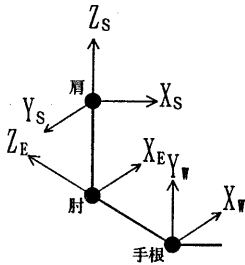


図 1: 上肢の各関節座標系

したがって, 各関節の角度情報から, 上肢先端 (指先) の位置座標は式 (2) のように表すことができる.

$$G = F(\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6, \theta_7)X \quad (2)$$

ここで, 角度 θ による x 軸, y 軸, z 軸座標変換 $R_x(\theta)$, $R_y(\theta)$, $R_z(\theta)$ を式 (3) に示す.

$$\begin{aligned} R_x(\theta) &= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \\ R_y(\theta) &= \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{pmatrix} \\ R_z(\theta) &= \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (3)$$

肘, 手根, 前腕先端の座標系を各々 E, W, H とすると

$$\begin{aligned} E &= R_x(\theta_1)R_y(\theta_2)R_z(\theta_3) \\ W &= R_x(\theta_1)R_y(\theta_2)R_z(\theta_3)R_x(\theta_4)R_z(\theta_5) \\ H &= R_x(\theta_1)R_y(\theta_2)R_z(\theta_3)R_x(\theta_4)R_z(\theta_5)R_x(\theta_6)R_y(\theta_7) \end{aligned} \quad (4)$$

と表される. 式 (4) を用いることで, 各関節の角度情報から位置座標情報に変換することで手話動作を表現することができる.

3 キーフレーム法による手話アニメーション表示

ここでは, キーフレーム法を用いて, 実際に手話のアニメーション表示を行う方法について述べる. キーフレーム法は, 連続動作の初期状態と動作終了時のデータをもとに, 連続動作中のデータを中割り計算により生成し, 連続したアニメーション画像を表示する方式である.

手話単語に対応するアニメーションデータは, 手話単語辞書に登録されている動きデータコードをもとに生成される. 現段階では, 以下に示すような段階を経て, 各手話単語に対応するアニメーション画像を生成している.

[ステップ 1] 図 2 に示されるように, CRT ディスプレイに表示された人体モデル図に対して, 手話単語辞書中の手話動作コードを参照しながら各関節の位置座標をキーボードからプロット指定する [6].

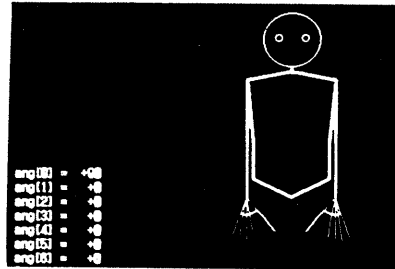


図 2: 手話動作のプロット画面

全ての関節位置が決定された段階で, 各関節の角度変位がキーフレームの初期データとして登録される.

[ステップ 2] ステップ 1 と同様に, 手話動作の各関節の最終位置を手話動作コードを参照しながらプロット指定し, この角度変位を最終データとして登録する. なお, 一つの手話の語の構成が造語である場合は, 大きく動きが変化する場面ごとにアニメーションデータを登録する.

[ステップ 3] 手話では動きの速さも重要なパラメータとなることから, 本システムでは手話の動作速度を大きく 3 段階 (速い, 普通, 遅い) に分類し, その速度指定を行う. 普通の速度を指定された場合は初期角度から最終角度までを 5° ごとに変化させて表示し, 速い速度を指定された場合は 10° 間隔, 遅い速度を指定された場合は 1° 間隔の変化で各関節位置を移動させる. ただし, 各関節の角度変位に差がある場合は表示画像が不自然な動きにならないように, 各関節の中で最大の変位角をもつ関節を基準として速度パラメータからフレーム数を算出し, そのフレーム数をもとに他の関節の 1 フレームの変位角度を計算する.

[ステップ 4] 手の指については, 手の型を決定するために必要な関節が全部で 15×2 関節あるため, あらかじめ手型

のコード化を行い、手型コードに対応した各関節の角度情報を登録しておく。そして、アニメーションデータ作成の段階では、手型コードのみを指定する。また、同じ動作を繰り返す場合はその繰り返し回数を指定する。

以上のデータ作成の結果、図3に示されるようなデータ構造でアニメーション表示用データが各手話単語ごとに作成される。手話文章を表示する場合は、各手話単語のアニメーション表示用データを参照しながら、ディスプレイ上に表示する。

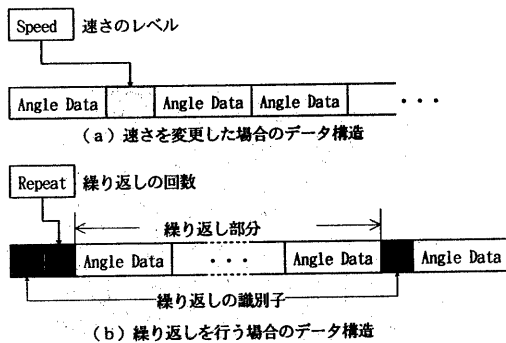


図3: アニメーションデータ構造図

4 手話文例による実験結果

ここでは、文例をもとに実際にアニメーション表示を行ったのでその結果について述べる。

参考文例として、「初めてお会いします」を用いる。この文例を手話単語に変換すると「初めて/会う」となる。本システムでは、手話単語辞書から対応する手話単語を検索し、そこに記述されている手話動作コードをもとにアニメーション画像を生成する [7]。

図4に、「初めて」の手話コード例を示す。また、図5のコードをもとに生成された手話単語「初めて」のアニメーション画像の一部を図5に示す。

図5を見ても明らかなように、人間のモデルが線画で表示されているためわかりにくいですが、表現している手話単語を認識することはできる。また、手話単語が連続した文章の場合は、各手話単語の最終動作位置から次の手話単語の動作位置に移動することから、連続して動いているように見ることができる。

問題点として、指をつまんだ型や指同士をからませる、腕を組むや螺旋運動など複雑な軌跡をもつ動きに対しては、デー

タ入力キーフレーム入力となっているため、利用者の負担が大きく、アニメーション画像表示が難しい。また、より人間らしいモデルを作成するために肉付けをした場合、皮膚表面の変化もアニメーション表示しなくてはならないことから、その表示方法に対する検討も必要である。

```
(初めて) = (見出し語 : 初めて)
            (読み : はじめて)
            (品詞 : 副詞)
            (意味 : 時)
            (手話形式 : 全日本聾啞連盟)
            (語の構造 : 手話単語)
            (部分要素 : 上肢)
            (部分要素一覧 : 上肢 ( (Position: 臍前)
                                   (Hand: H12345)
                                   (Direction: 手掌下向き)
                                   (Joint: 肘 (屈曲, 回内))
                                   )
            )
            (動作パラメータ 上肢 ( (Start: 臍前
                                   Hand(H12345)
                                   )
                                   (End: 胸前
                                   Hand(H1)
                                   )
                                   (Locus: 直線)
                                   (Manner: 閉じる)
                                   (Qualification: 同時性)
                                   )
            )
            )
```

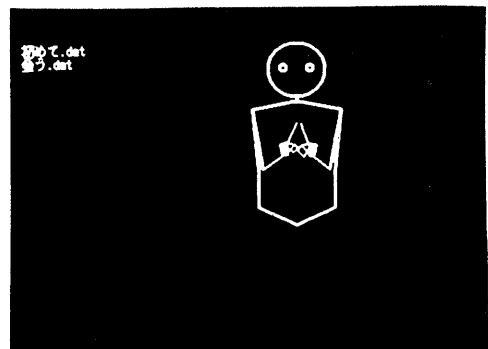


図4: 手話単語「初めて」の手話コードと手話単語「会う」のアニメーション

5 オブジェクト指向型による手話アニメーション生成

キーフレーム法による簡単な手話アニメーション表示を行うことができた。この方法では手話単語に対応したアニメーション画像作成用データをあらかじめ登録し、指定された手話単語に対して登録された画像データを検索して表示しなくてはならない。また、各画像データは各画面・各関節ごとにデータを登録しなければならない。一般に、人間は何かの動作を起こす場合、例として「手をあげる」のように全体的な動きを考えるが、「各関節をどのように動かす」といった細部の情報を考えることはない。さらに、現在多く利用されている手話単語約3000単語全てについてデータ登録することは困難であり、また膨大な画像データベースを必要とする。そこで、手話単語辞書から最低限必要と思われる手話動作の情報を受け取り、既に登録されている各関節の動作データを合成することにより、手話アニメーションを表示することを検討する。

ここでは、この方法を実現するため知識構造が単純であり、知識を画一的に管理できるオブジェクト指向の概念を導入する事を検討する[8]。手話単語辞書そのものに手話の形動素の知識を記述してオブジェクトとする事で、指定された手話単語から画像データへの変換無しに直接的にアニメーション表示が可能となるものと考えられる。手話の動作の最も重要な部分は両上肢部分であるが、本節では簡単のため一つの上肢部分について検討を行っていく。ここで、人間は各関節が連結した多関節構造であることから、各人体部品を剛体として、その構造と動きをフレーム構造で記述する。各剛体の動きを人体構造にしたがったまとまりとして管理していくことにより効率よく動作を記述することができる。図6に知識化するための片上肢の構造図を示す。

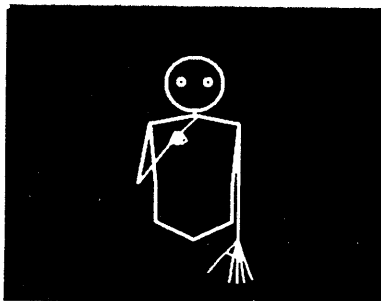
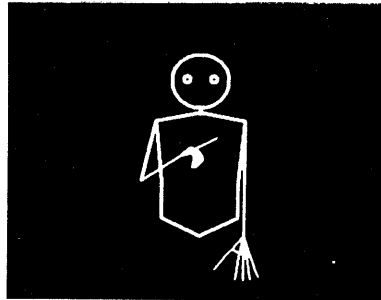
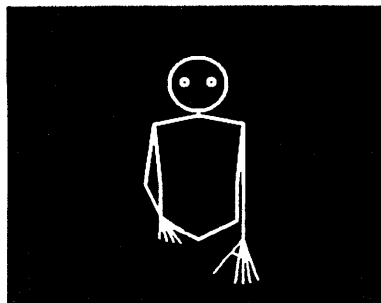
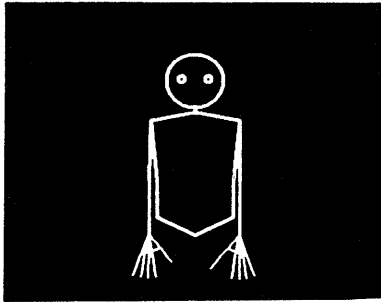


図5: 手話単語”初めて”のアニメーション画像

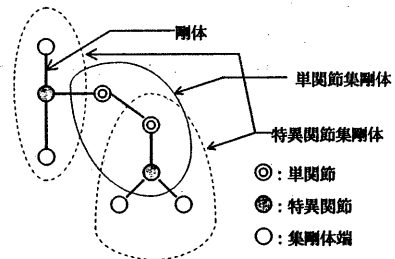


図6: 知識化された上肢の構造図

ここに、剛体が1:1に接続されている場合の関節を単関節と定義し、これらの剛体は単関節集剛体に属するとする。また、一つの関節に3つ以上の剛体が接続されている関節を特異関節と定義し、特異関節集剛体に属するものとする。

各剛体の動きの情報と剛体間の接続関係を保持する構造情報を知識とし、この2種類の知識を管理する知識として、集剛体間の位置関係を決定する特異関節集剛体と、集剛体の形状を決定する単関節集剛体と定義する。さらに、これら集剛体

を管理する知識として総基準集剛体フレームがある。総基準集剛体フレームは、対象となる動物体(この場合上肢部分となる)の基準となる剛体を示すものであり、その剛体からルールを適用して、特異関節集剛体、単関節集剛体が形成される。したがって、このフレームに動きの指令を与えることにより全体の動きを決定することが可能となる。

この記述方式を用いることにより、必要な動き情報を与えるだけで効率よく手話アニメーションを表示することが可能となる。また、新しい手話単語の画像データを登録する場合も、その手話動作に必要な動き情報を与えることで手話アニメーションを生成できる。この方式の問題点として、剛体の動きを表す動きパラメータを適切に選択しないと効率よくアニメーション表示を行うことができない。また、知識となるオブジェクトの検索効率についても検討の余地がある。

6 あとがき

本報告では、聴覚障害者への支援システムの一部として手話アニメーションの表示法について検討を行った。最初に、キーフレーム法による手話アニメーション画像生成法について述べた。本方式では、各手話単語に対応する動作を各関節の角度変位データを与えることで画像表示用データを生成し、このデータをもとに画像表示を行った。実際に文例を用いて手話単語アニメーションを表示した結果、線画モデルではあるが手話単語情報を読みとることができた。また、複数の手話単語が連続した場合、各手話単語の最終動作位置を記憶しておき、その位置から次の手話単語を表示することから、違和感無く文例を読みとることができた。しかし、より現実的な人間のモデル表示を行った場合の皮膚感の出し方や、膨大な画像データをいかに効率よく制御するかの問題が残されている。

また、この問題を解決するためにオブジェクト指向の概念を取り入れ、主単語の形動素を知識とする手話アニメーション表示法についても検討を行った。このオブジェクト指向型のフレーム構造で記述することで、効率よくアニメーション表示が可能になるものと考えられる。この方式については、実際に手話動作に対応した知識データベースを生成し手話アニメーション表示を行っていく予定である。

参考文献

- [1] 手話研究委員会：わたしたちの手話(1)～(10)、全日本聾啞連盟。
- [2] 田上、森、立野：手話の世界、日本放送出版協会。
- [3] 中野善達編：手話の考察、福村出版。
- [4] 吉川恒夫：ロボット制御基礎論、コロナ社。
- [5] 福井一夫：人体の形状モデリングとアニメーション、情報処理学会セミナー資料(1991-09)。

[6] 長嶋、寺内、大和：日本語手話の形態素分析とその記号化に関する検討、日本ソフトウェア学会第8回大会(1991-09)。

[7] 長嶋、寺内、佐藤：トータルコミュニケーション支援用辞書構築に関する検討、情報処理学会ヒューマンコミュニケーション研究会資料(1992-03)。

[8] 春木良且：オブジェクト指向への招待、啓学出版。