

アニメーションによる手話合成方式の検討

8 P-4

崎山朝子, 大平栄二, 佐川浩彦, 阿部正博, 新井 清
(株) 日立製作所 中央研究所

1. はじめに

近年の聴覚障害者の社会進出に伴い、聴覚障害者と健聴者とが会話をする機会が増えており、自然言語と手話の間の変換システムが望まれている。

手話は自然言語とは異なった言語体系をもっており、助詞がなく、単語の並びかたも異なっている。したがって、自然言語を手話に変換するためには、まず、自然言語から助詞を取り除いて手話単語を選び、並び変えなければならない[1]。以下では、並び変えられた手話単語列に従って、手話を3次元のカラーのコンピュータグラフィックス(CG)で表示する方法について述べる。特に、データグループを用いて登録した手の位置のデータに基づいて、肘の位置と角度を自動的に計算する方法について述べる。

2. 手話の表示

2.1 手話の表示に必要な条件

手話の会話が行なわれるために必要な条件には以下の2点がある。それらは、(A) 手と体の空間的な位置関係や、指の形がはっきり分かること。(B) 手話画像の表示速度が会話のリズムを壊さない程度に速く、手の動きが滑らかで自然であることである。

2.2 手話の表示方法

手話の表示方法には従来、

- (1) 実際に手話を撮影した画像イメージを利用する方法[2],
- (2) CGで生成したアニメーションを使う方法[3][4],

の2つの方法が提案されている。

(1)の方法を用いた場合、条件(A)は満たされているが、以下のような3つの問題点が考えられる。第1に、登録された画像データ(通常単語単位)間をスムーズに補間するのが困難なことで、これは条件(B)を満たしていない。第2に、同一人物、同一条件下で画像データを収集することなど、辞書メンテナンス上困難な問題が生じる。第3に撮影した画像イメージを手話単語画像辞書として保持するためには多くの記憶容量が必要であることである。

(2)の方法では、記憶容量はさほど問題にはならない。しかし、ワイヤフレームなど簡便なCGでは、色や影による立体感が得られず、指の形や、手と体の奥行き方向の位置関係が分かりにくい。したがって、(A)の条件が満たされていない。

われわれの目標は、条件(A)と条件(B)の両方の条件を満たすような表示方法を開発することである。ここではカラーの3Dソリッドモデルを用いて、まず、条件(A)を満たすようなリアルな手話を表示するシステムを開発し、条件(B)を満たすように改善していくアプローチをとることにした。

2.3 手話単語CG辞書へのデータの登録

CGで手話を表示する場合、手話CG辞書に手話の手の動きのデータを登録しなければならない。

すでに、手話の手形コードに従って手の形を決定し、キーフレーム毎に肘位置をキーボードから入力して決めるという方法が寺内ら[3]によって提案されている。この方法は、保持するキーフレームの枚数が少ない場合には有効である。しかし、キーフレームの数が少ないと、中割計算などの計算量が少ない方法でキーフレーム間を自然に補間することが難しくなる。

そこで、我々はデータグループを装着して実際に手話を行なうことによって手に関するデータを生成し、1単語分を連続的に保持することにした。データは、手の位置(x, y, z)、手のひらの向き(ピッチ、ロール、ヨー)、両手の指の第1関節と第2関節の角度から成り、1/30秒毎にサンプリングされる。そして、単語と単語の間のみを中割計算によって自動的に補間し、肘の位置はCGを表示する際に計算によって決定した。ここで用いた手話は、「わたしたちの手話」[5]を参考にしている。肘の位置は肘にセンサを取付けて手の情報と共に登録することもできる。しかし、標準のデータグループには肘センサがないこと、手話では肘の位置や形は重要な意味を持っていないこと、人間の肘の位置は手の位置が決まっても一意に決まらないため、肘位置は計算によって求めても手話は認識可能であると思われることから、肘の位置と角度は表示の際に計算することにした。

2.4 人体モデル

ここで用いた人体モデルは手話を表示するために、両手の全ての指の関節を曲げられるようにしたもので、表示は上半身のみである[6]。両手の指のポリゴン数は、336ポリゴンで人体モデル

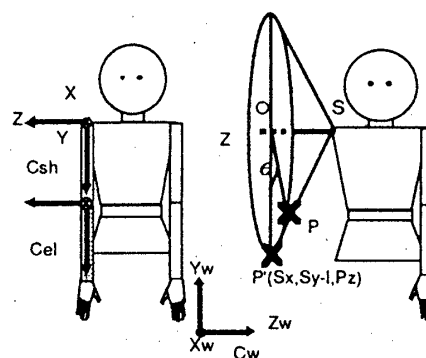


図1 人体モデルの座標系 図2 肘位置と角度を決定する方法
(注) 本イラストは説明のための図で実際の表示とは異なる。

Sign Language Generation Using Computer Animation

Tomoko SAKIYAMA, Eiji OHHIRA, Hirohiko SAGAWA,
Masahiro ABE, Kiyosi ARAI
HITACHI, Ltd.

全体を表すポリゴン数の約半分を占めている。そして、一本の指は2つあるいは3つの十角柱で表している。座標系には図1に示したように、各々の関節を原点とする局所的な座標系と、人体モデル全体が属しているグローバルな座標系Cwがある。腕の向き

は局所座標における、 x, y, z 軸回りの腕の角度を指定することによって決まる。ここで C_{sh}, C_{el} は肩、肘を原点に持つ座標系である。

3. 肘位置決定の方法

3.1 問題の単純化

ここで取り上げている、「与えられた手の位置から関節の角度を求める」という問題は逆運動学と呼ばれている。逆に、与えられた関節の角度から手の位置を求める方法は順運動学と呼ばれている[6]。逆運動学の一般的な方法には、各関節座標が微小変化した場合の手の位置の微小変化を求めるためのヤコビ行列を求め、その逆行列を用いて手の位置の微小変化に対する関節座標の微小変化を計算するというものがある[7]。しかし、手話のように複雑な腕の動きを人間らしく表現するための、手の位置と関節角の関係を見つけることが難しいという問題や、逆行列が計算できない状態が存在するという問題がある。一方、人間の肘の位置は、手の位置が決まっても一意には定まらないため、ある程度人為的に決めることができる。このことを、図3を用いて説明する。人間は目標点Pに手を伸ばす場合、通常、肘は手と肩を結んだ線よりも下側の位置Aにくる。しかし、Aの位置に障害物などがあった場合にはBにもってくることもある。筋肉の張力まで考慮すれば肘の位置は一意に定まるが[8]、ここではそこまで要求する必要はない。

以上の考察から、肘の動きを不自然でない程度にまで制限して、自由度を小さくしてから計算を行なうことにした。ここでは、以下のような3つの制約によって計算を単純化し、肘位置を一意に決定する。

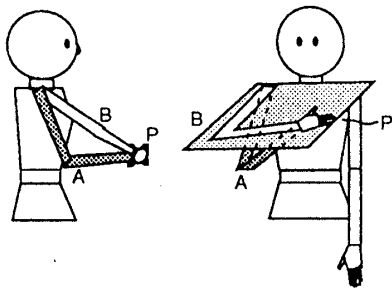


図3 人間の肘の位置と角度の自由度

- 1) 手と肘と左右の肩は同じ平面内にある。
 - 2) 肘は手と手の付け根にある肩を結ぶ線よりも体側には来ない。
 - 3) 腕の長さは決まっている。
- ここで、条件1)は問題を単純化するためのものである。この条件により「半径が上腕の長さと同腕の長さである、2つの球が交わってできる円から、適切な肘の位置を選ぶ」と言う問題は、「2つの円の交点のうち、肘位置として適切な方を選ぶ」と言う問題になる。条件2)は、求まった2つ交点のうち、どちらを選ぶかを指定するものである。条件3)は物理的な拘束条件である。

3.2 計算方法

ここでは、図2の点P(P_x, P_y, P_z)に手を持っていく方法を説明しながら、計算方法を説明する。ここで、 $S(S_x, S_y, S_z)$ はCwにおける肩の関節位置である。

先ず条件1)により、点PをO(S_x, S_y, P_z)を中心としてCshのZ軸

のまわりに $-\theta$ 回転させ、XY平面内に持ってくる。この点をP'とする。

次にXY平面内で、中心の位置がSで半径が上腕の長さ l_{up} である円と、中心P'で半径が下腕の長さ l_{lo} である円との交点を求める。この際、交点は2点もとまるが条件2)に従って、手と手の付け根にある肩を結ぶ線よりも体側からみて外側にある点を選択する。

最後に、XY平面内で決定した腕の形を再びZ軸の周りに θ 回転させれば、手は目標点Pに到達する

4. 評価

得られた手話CGは、肘の位置が通常的位置よりもやや上の方にあるものの大きな不自然さはない。また、人体モデルのアニメーションの表示は、ソリッドモデルでHIPのワークステーション730(76MIPS)上では1秒間に6枚程度であったが、人体モデルの表示方法を改良し、更に高速なワークステーションを用いれば、約2倍の枚数を表示することができ、条件(B)も満たせる見通しが得られた。

5. おわりに

本報告では、データグローブを用いて登録した手の位置のデータに基づいて、肘の位置と角度を自動的に計算し、手話のアニメーションを生成する方法について述べた。

今後の課題は、現在の手話の高速化を図るとともに、真に理解しやすい手話CGとは何かを認知科学的な面からも検討し、更に簡便でわかりやすい手話CG生成技術を開発していくことである。

参考文献

- [1] 本論文集 8P-03
- [2] 河合、田村、岡崎：“光ディスクによる手話生成システム”，テレビ誌，14，pp.305-311(1990).
- [3] 寺内、長嶋、三原：“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”，情報処理学会ヒューマンインターフェース41-7(1992).
- [4] 徐、青木、鄭：“手話を伝送する知的通信のためのアニメーション画像合成法”，信学論(A)，J75-A，9，pp.1509-1515(1992).
- [5] 全日本聾啞連名「手話研究委員会」：わたしたちの手話，財団法人全日本ろうあ連名.
- [6] 新井：動力学を応用した多関節構造体のキーフレームアニメーション，グラフィックスとCAD 57-3(1992).
- [7] R. P. ボール：ロボットマニピュレータ，コロナ社.
- [8] Uno, Y., Suzuki, R. & Kawato, M.(1989) Minimum Muscle-Tension-Change Model which Reproduces Human Arm Movement. *Proceedings of the 4th Symposium on Biological and Physical Engineering*, 299-302.