3 次元位置測定装置による照応表現の測定

徳田昌晃
北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科

市川熹
千葉大学大学院
自然科学研究科

磁気センサーによる 3 次元測定装置を使うと手や腕の位置が 3 次元空間上の点として観測し、処理することができる。この装置を使い、健聴者と聾者の手話の照応表現を測定した。その結果、健聴者の手話表現に、聾者とは違うパターンが見られた。また、この測定を通して明らかになった測定装置とデータの処理方法の問題点と、その改善方法について考察する。

1 はじめに

手話と他の言語間での機械翻訳システムの実現には、計算機に手話を入力する認識システムが必要である [1]。認識は、入力されたデータに対して、事前に登録されている標準的なパターンから最も類似したものを選択する作業である。手話認識では、一般の認識システムと違い、言語的な特徴を組み込むことで精度の向上が期待できる。そこで、本研究では、手話単語の表現位置の 『ずれ」を位置検出装置により測定し、手話認識において有用な基礎データを収集することを目的とする。

2 照応表現

単語の表現位置の 『ずれ」の要因として個人差、方言などが考えられるが、本稿では構文上 『照応」と分類できる表現のみを扱う。照応とは、 『同一文中の別の名詞句と結びつくことによって、その指示対象が決定される名詞句のことである [2]。」手話の照応表現は次の 3 つに分類できると思われる[1]。

1. 指示対象が明確に表出される照応

   片方の手が明確に対象となる名詞を表現して固定し、それをもう片方の手で指し示すことで表現される照応。

   名古屋/友達/いる/ 彼 < /聾
   (名古屋に友人がいる。彼は聾者だ。)

2. 位置で表現される照応

   ある手話単語を表現した後、その位置を指し示すことにより表現される照応。

   病院/場所/会社/(場所) <行く
   (病院に寄って、会社に行く。)

3. 世界知識 (常識) に依存する照応

   一般的な常識 (知識) を必要とする表現による照応。

   紙/名前/隣/ハンコを押す/お願い
   (書類の名前の横にハンコを押して下さい。)

   『ハンコを押す」は特定の位置で表現されるが、これはハンコを押すのは、書類の特定の位置であることを知っているためにできる手話表現である。

本研究では位置で表現される照応を測定する。この表現は手話講習会で使うテキスト [3] [4] でも見られる。

3 測定機器について

手の位置を測定するために、本研究では Polhemus (ポヒマス) 社の 3 次元位置検出機器 3Space Fastrak (以下、Fastrak) を使用する [5]。Fastrak は測定位置の基準となるトランスミッタと測定する箇所に付けるセンサーから構成され、電磁力によりリアルタイムで 3 次元位置 (XYZ 方向) を測定できる [6]。

今回の測定のため、Fastrak の性能をいくつかの予備測定により測定精度を確認した。その結果、次のことが明らかになった。

- 測定精度はセンサーとトランスミッタの間隔 (距離) に影響される。それらの距離が 40cm 以内ならば誤差は 3mm 以内で測定ができ、ある特定の方向を除いて 1m までは 5mm 以内での測定が可能である。
- センサーの周辺に金属があっても有意と確認できる影響はなかった。
- センサーの移動速度は 2 m/s 以内であれば、測定に影響はなかった。非常に高速な場合に測定が不能になる。

[1] 例では下線の部分が照応表現である。

そこで本稿の測定では、得られたデータを 1cm 単位で処理する。また、機械の誤作動を防ぐため、トランスミッタは被験者の後方の腰の下に設置する。センサーは小さい動きも捕らえるために手の甲につけることにした。

4　手話表現の測定

4.1　概要

Fastrak により、手話単語の標準的な表現位置と照応表現による表現位置のずれを測定する。

被験者として協力をもらったのは健聴者 4 人、聾者 6 人である。健聴者は日常会話程度の手話を手話サークル等で習得した人である。聾者の経歴は様々であり、5 人は聾学校に通った経験がある。被験者には、本測定が照応に関係していることは一切知らせていない。

測定は対話形式で進行し、単語、文、質問の表現を行なう。単語、文の測定では被験者に日本語テキストを見せて表現してもらう。単語の表現では標準的な位置を採取し、文章と質疑応答で照応表現のずれを採取する。今回の測定で使う文と質問は、左右にずれる照応を想定して作成した。それぞれの測定の概要とねらいを次に述べる。

単語　単語を並べたテキストを見せて、その手話単語を表現してもらう。単語は次の 「文」で使われるもので、全部で 20 種類あり、2 回ずつ表現してもらう。

文章　日本語文章を示し、その内容を手話で表現してもらう。文章は、日本語の影響をなるべく受けないようにするために、少し文体を崩してある。また、提示した文章をそのまま表現した場合に自然な手話にならないと被験者が判断した場合は、語順を変更してもよいことにした。文は 2 種類、各 5 文程度の長さである。今回解析の対象とした文の一部を表 1に示す[2]。

表 1: 測定用の文

今度の旅行に行く。
行き先は、名古屋、次が京都、最後が神戸。
(　「名古屋」を左に、 「神戸」を右に表現すると想定。)
名古屋には友達がいる。久しぶりに会う。
京都に行くのは 3 回目。姉に会う予定だ。
神戸に行くのは初めて。あちこち歩いて観光する予定だ。

[2]() はこの文のねらいを示す。被験者に渡すテキストにはこの部分は書いていない。

質疑応答　先ほどの文章に関連した質問をして、被験者に返答してもらう。質問は 「文」にあわせて 2 種類、各 10 個ある。その一部を表 2に示す。答となる単語は複数回登場するようになっている。なお、質問の返答が期待通りでない場合でも、自然な手話の採取を優先して、聞き直しはしていない。

表 2: 質疑応答の例

質問: 姉/会う/どこ/?	(姉に会うのはどこですか?)
答え: 京都	(京都です。)
質問: 最初/行く/どこ?	(最初に行くのはどこですか?)
答え: 名古屋/です	(名古屋です。)
質問: 姉/住む/生活/どこ/?	(姉はどこに住んでいますか?)
答え: 姉/京都/いる	(姉は京都に住んでいます。)

1 人あたりの測定の所要時間は 20 分から 30 分である。測定後、何か気がついたことがあれば意見を述べてもらった。更に後日、一部の被験者には手話の照応と今回の測定についての意見を述べてもらった。

4.2　データの処理

今回の測定の対象とした手話単語は 「名古屋」 「京都」 「神戸」 「会う」 「姉」の 5 つである。Fastrak で得られた単語表現の数値データは、同時に撮影された 8mm ビデオ画像と手作業でつき合わせ、単語表現の静止位置や動きの変化点を抽出して処理する。単語自体の位置のずれを観測するのは 「名古屋」 「京都」 「神戸」であり、 「姉」は 「京都」との、 「会う」は 「名古屋」と 「京都」とのずれの相関を調べる。この段階で明らかに Fastrak の異常と思われるデータは破棄している。

5　結果

以下に、右手の数値データの処理結果を示す。紙面の都合により詳細な数値データは省略する。

単語 「姉」 「名古屋」 「会う」は最後に静止した位置を比較する。 「京都」 「神戸」は直線的な動きがある手話なので、開始点と終始点周辺を取り、それらの重心の位置を比較する。対象となる全てのデータは標準位置からのずれと分散値により比較した。

5.1　単語表現の再現性

単語だけを表した時に、いつも同じ位置に表現するのかを調べた。その結果、健聴者、聾者共に 3cm 以内の位置に再現された。ずれの程度は単語の違いよりも個人差が大きいが、ほとんどの人は固定しており、単

語のみを表現する場合には位置がかなり厳密に定まっていると考えられる[3]。

5.2 文章表現の測定結果

文章表現での各単語のずれは、単語のみを表現した時よりも 2cm 程度大きくなっているが、Fastrak の精度を考えると、有意にずれているとは言えない。

次に、標準位置とのずれを調べた。仮定通りならば、文章表現では文脈の影響により 「名古屋」は左に、 「神戸」は右にずれ、それぞれの単語と同じ文で表現された単語もひきづられるようにずれるはずである。

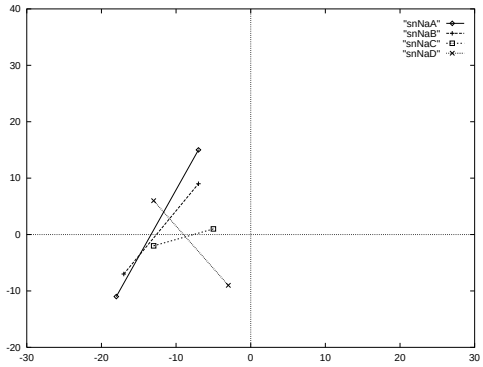

図 1: 健聴者の 「名古屋」 「会う」の表現位置

手話単語 「名古屋」と 「会う」が標準位置と比べて XY 平面上でずれた距離を、健聴者 (A ~ D) の場合を図 1に、聾者 (E ~ J) の場合を図 2に示す[4]。図の横軸が水平断面の左右、縦軸が前後に対応しており、各点は手話単語のずれ幅を示している[5]。この図の原点より左 (右) 側にある点は、左 (右) へのずれが大きかった度合を示している。

「名古屋」では、左右方向だけを見ると健聴者は予想通りに左にずれた表現をしており、明らかに照応表現であると考えられる。 「会う」も左にずれているが、そのずれ幅は 「名古屋」よりも大きく一致しない。これは手話単語 「会う」は両手を合わせる表現なので、右手が大きく動くことから 「名古屋」より大きく照応の表現が出ていると考えられる。

一方、聾者にはあまり目だったずれはなく、1 人を除いて、右へずれる傾向が見られる。 「名古屋」に限ってみれば、ずれ幅は 5cm 以内がほとんどであり、これは文を表現したために標準位置からずれただけと思われ、照応表現が出ているとは考えられない。

[3] この位置を本稿では 「標準位置」と呼ぶ。
[4] グラフの線種は最後の文字が表の被験者の欄に対応する。
[5] 点で描くとわかりにくいで線でつないでいる。線で示すように移動したわけではない。

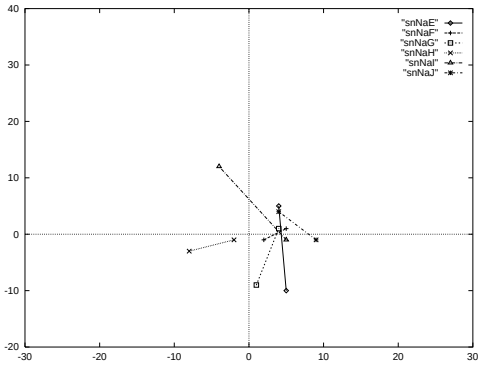

図 2: 聾者の 「名古屋」 「会う」の表現位置

健聴者、聾者共に 「会う」については手前に 5cm 程度移動する傾向が見られる。これは、単語の時は、はっきり見せるために体から離れた位置で表現し、文を表現する時にはもっと手の動きが楽な位置に移動するためと考えられる。

「京都」と 「姉」と 「会う」を調べた結果は、どのデータも左右へのずれが大きくなっているが、仮定通り、どちらか片方へ移動した傾向は見られない。

「神戸」を調べた結果は、健聴者、聾者共にずれ幅はかなり小さくなっており、右にずれる傾向は 1 人を除いては得られなかった。額の近くで表現する手話なので、その影響によりずれ幅はかなり少なくなっていると考えられる。

全般的に健聴者の方が照応表現と考えられるずれが起こり、聾者は表現位置のずれは見られない。聾者の場合、別の単語を挿入したり語順により、照応を意味することが多かった。

5.3 質疑応答の測定結果

質疑応答で表現した際の各単語のずれは、微弱ながらもずれは大きくなっているが、ほとんどは 5cm 以内にずれ幅が収まっている。若干 「神戸」のずれ幅が少ない。

次に単語 「名古屋」と 「会う」について照応表現の比較を行った。

標準位置との比較では、健聴者の場合、ずれ幅は文章表現の時より大きく 10cm ~ 20cm 程度になっている。このずれ幅は、分散を考慮しても右側に行くことはなく、確実に照応表現が出ていると考えられる。一方、聾者の場合はほとんどずれることがない。

文章表現の位置と比較したところ、健聴者、聾者共に文章表現と一致する傾向が見られる。つまり、健聴者の場合は文でも質疑応答でも左にずれ、聾者の場合どんな場合でも標準位置で表現する。

6　考察

Fastrak を使った測定により、健聴者と聾者の手話の違いが見られる。健聴者では測定データからも照応表現であることを判別できる程左右への単語のずれが大きいが、聾者の場合はほとんど単語の表現位置が標準位置よりずれることがない。これは、仮説通りに位置で照応表現をするのは健聴者であり、実際に手話を日常使っている聾者の手話は仮説通りには表現されていないことを意味する。

このような結果になった原因として 2 つ考えられる。一つは本稿の想定する日本手話が実際の手話を反映していないという可能性で、もう一つが今回のデータ採取の方法に問題点があったという可能性である。

1 つ目の原因に関連して手話講習会の影響が考えられる。健聴者の場合、最初に手話を習得するのは手話講習会であることが多い。そこでは講師こそ聾者であるが、教材としてテキスト [3] を使うことが多い。そのため健聴者は必要以上に表現位置の重要性を教えられるために、照応表現が強く表出されることが考えられる。

次に 2 つ目の原因である実験の不備について考える。まず、ある聾者から、今回使用した文章は時間的に同時発生した事象ではないので照応表現が出るかどうか疑問である、という指摘があった。参考にしたテキストでは同様の表現が位置照応の例として出ていたので、あまり問題はないと考えるが、今後同様の測定を行なう時には改良が必要だろう。

最も大きな原因として日本語の影響が考えられる。今回の測定では日本語の助詞が制約となってしまった表現が見られた。これは明らかに日本語テキストが手話表現に影響している証拠である。しかし、この事態は事前に予測できたので、これを回避するために文体を崩したり、語順の変更を認めている。それでも照応が表れていないのは、語彙 (固有名詞) の持つ情報が影響しているか、普段とは違う環境 (Fastrak の装着など) のためであると考える。

今回の測定の場合では問題設定上、文章表現が必要であったことと、手話で指示をすると測定の目的が照応表現である意図に被験者に悟られてしまう可能性もあり、妥当な方法だったと考えている。測定の目的を悟られないように、こちらが意図した通りの単語を表現してもらうための方法は、単に指示言語が手話か日本語かということだけでなく、包括的な測定デザインの面から今後十分考えなくてはならないだろう。

今回の測定により単語の表現位置は固定化していることがわかった。照応表現があった場合は 8cm 程度ずれた位置で単語を表現している。これは文法情報を組み入れることで実際の認識システムの精度の向上が可能であることを示している。また、今回はキャリブレーションを行なっていないので、被験者の動作の大きさに対する正規化をしていないが、キャリブレーションにより、単語そのものの判別は標準パターンとの一致でもかなりできるのではないかと思われる。

7　おわりに

今回はわずか 5 種類の単語のみを対象にしたが、さらに多くの文例と単語によって調査することが重要である。また、本研究で時間がかかったのは Fastrak の設定とデータの解析である。今後はデータの解析ツールの充実が期待される。

本研究は健聴者や聾者の手話の分類を目的とするものではない。日本手話についての議論はネイティブの聾者によってもっと議論がなされるべきである。本研究は工学的に現在使われている手話を調査することが主眼にあり、本稿の結果が手話認識装置の精度向上に役立てば幸いである。

謝辞

有益な助言を頂いた、千葉大学工学部情報工学科第 4 分野の皆さん、千葉大学手話サークル 「ウルトラマンの会」の皆さん、船橋市聴覚障害者協会の皆さんに深く感謝します。

参考文献

[1] 加藤 ・神田 ・長嶋 ・市川 ・黒川, 手話工学の現状と将来の研究課題, 計測自動制御学会ヒューマン ・インタフェース部会 Human Interface News and Report, Vol.12, No.1, pp37–44, 1997

[2] 大津 編, 認知心理学 3 言語, 東京大学出版会,1995

[3] 全日本ろうあ連盟, 新中級手話教室, 全日本ろうあ連盟出版局, 1991

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

[5] Polhemus 社, 3Space Fastrak ユーザーズマニュアル, 1994

[6] 加藤 ・光永, 手話の実時空間データと語彙記述法との相関関係について, 計測自動制御学会ヒューマン ・インタフェース部会 第 13 回シンポジウム論文集, pp365–370, 1997