類似動作で意味が異なる手話単語の所要時間が弁別に及ぼす影響

Effects of Movement Durations in Different Words with Similar Motions in the Sign Language Discrimination

小 渡 悟[†], 神里 志穂子[†], 正会員 星 野 聖^{†,††}

Satoru Odo[†], Shihoko Kamisato[†] and Kiyoshi Hoshino^{†,††}

あらまし 本稿では、手話の形状と軌道が同じで、動作時間の差により複数の意味を持つ同動作異義語の時間弁別閾値について検討を行い、手話を弁別するには手指の形状や位置、表情などの他に動作時間の情報も重要であること、また、同動作異義語に対して、手話単語の理解がどの時間範囲において確立するのかを示す。

キーワード：手話、同動作異義語、時間情報、コンピュータグラフィックス、2元配置の分散分析

1. ま え が き

最近、聴覚障害者への認識が深まるにつれて、手話学習に興味をもつ人が増えている。手話学習教室、書籍、ビデオなどの各種の学習方法があり、また手話の学習補助として多くの手話辞典も存在し、ある程度成果をあげている^{1)~3)}。しかし、そのほとんどは情報を紙面に記述した印字版である。そのため、視覚言語である手話を紙面上で表現するために、手話の動きを断片化して記載しなければならず、手話の動的表現、とくに単語を表現する動作時間の情報を理解することが難しいと思われる。

一方、手話研究の分野では、手話文法の解析、手話と日本語間の手話辞書の作成や機械翻訳の研究などが行われている^{4)~7)}。これらでは手話をコンピュータで処理するために手話を記号列として表現する必要がある。しかし、手指の形状、手指の運動方向、運動の領域・位置などは規定しているが、運動の動作時間などの情報は明確に記述されてない場合が多い。それゆえに、手話辞書や機械翻訳に関しては、手話の形状と軌道が同じで、動作時間の差により複数の意味を持つ手話単語（以後、同動作異義語とよぶ）の識別への適用は困難であると思われる。ま

た最近、計算機の機能を利用したフィードバックを用いた手話学習システムも提案⁸⁾されている。しかし上記でも述べたが、計算機上での同動作異義語の識別が困難と思われる状態で、手話の教示を行うということは、結果として、正しく同動作異義語を弁別できないまま、学習がなされる可能性を残している。

そこで本稿では、これらの問題を解決するための基礎情報として、同動作異義語の手話単語の時間弁別閾値について検討を行い、手話を弁別するには手指の形状や位置、表情などの他に動作時間の情報も重要であること、また同動作異義語に対して、手話単語の理解がどの時間範囲において確立するのかを示す。まず、Computer Graphics Animation（以後、CGAと略す）にて再現した同動作異義語の手話動作を、健聴者による手話初心者（以後、健聴初心者と略す）、健聴者による手話熟練者（以後、健聴熟練者と略す）、聾啞者の3つのグループに複数の動作時間条件で提示し、同動作異義語の手話単語についてわかりやすさを評価した。その結果より、単語が正しく認識できる動作時間弁別閾を検討した。次に、単語の弁別に影響を与える動作時間について、被験者グループと同動作異義語の手話単語との間の要因効果を解析した。

2. 評 価 実 験

2.1 提示用手話 CGA

本稿でCGAを用いた理由は、将来的にコンピュータ援用学習システム（computer assisted instruction；以下、CAIと略す）を作成するにあたり、CGAと実写映像との時間情報的な特性を検討するためである。すなわ

2001年6月3日、通信・放送機構（TAO）で発表

2001年8月2日受付、2001年10月19日最終受付、2001年11月1日採録

[†]琉球大学 工学部 情報工学科

(〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1, TEL 098-895-8719)

^{††}科学技術振興事業団さきかけ研究 21

(〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1, TEL 098-895-8719)

[†]Department of Information Engineering, Faculty of Engineering, University of the Ryukyus

(1, Senbaru, Nishihara-cho, Nakagami-gun, Okinawa 903-0213, Japan)

^{††}PRESTO, Japan Science and Technology Corporation

(1, Senbaru, Nishihara-cho, Nakagami-gun, Okinawa 903-0213, Japan)

図 1 使用する CGA のスナップショット
An example of CGA for the sign language motion.

ち、両者の間で同じ手話動作でもユーザに違和感を生じさせる可能性が考えられるためである。また、その他の利点として以下のことがあげられる。まず、人間では再現できない、速度を指定した手話動作を忠実に表現することができる。また CAI を作成するにあたり、単語単位での変更が容易に行え、情報の内容に変更があった場合にも、実写で撮影し直すよりも時間と経費を節減できる。手話の動作速度を調整できるなどがあげられる。これらは、利用者がより理解しやすい手話情報を作成できることを意味する。また、一度 CGA を作成すると、動画・静止画の両方に利用することができるという利点もある。本稿で用いた CGA は、NewTek 社の LightWave 3D で作成し、画像サイズ 320 × 240、24 ビットカラーの AVI 形式に保存したのをを用いた。図 1 に評価実験で用いる CGA のスナップショットを示す。

2.2 評定者

評定者は、聾啞者と健聴者であるが、健聴者はさらに手話の熟練度の違いによる同動作異義語の弁別閾値を調査するために健聴初心者、健聴熟練者に分けた。ここでは健聴初心者は、手話を用いて日常の会話がスムーズにできないが、相手が何を言っているのかは多少読み取れる人とした。また健聴熟練者とは、手話を用いてスムーズに日常の会話ができる人、または相手が何を言っているのか読み取れる人とした。

健聴初心者、健聴熟練者、聾啞者の各グループの内訳は次の通りであった。健聴初心者の被験者は、20 歳から 74 歳の男性 11 名、女性 31 名の計 42 名であった。手話経験年数は 3 週間から 13 年であった。健聴熟練者の被験者は 19 歳から 51 歳の男性 4 名、女性 17 名の計 21 名であった。手話経験年数は 9 ヶ月から 9 年であった。聾啞者は 20 歳から 75 歳の男性 12 名、女性 16 名の計 28 名であった。また、手話のみで会話のやりとりができる人が 22 名、手話と口話を同時に用いて会話を行う人が 6 名であった。

図 2 同動作異義語の手話単語例 (図は文献³⁾より引用)
Examples of motions of three words with same trajectories.

2.3 実験方法

同動作異義語の手話単語としては、「重い、安心、おとなしい」「夏、暑い、南」「冬、寒い、怖い」などがある¹⁾³⁾。今回は同動作異義語の中から、図 2 に示す動作空間が広い動作時間の差が弁別に最も効いてくる「重い、安心、おとなしい」の手話単語を選択した。

評価実験では、評定者に「重い」「安心」「おとなしい」の 3 つの単語についてそれぞれ動作時間の異なる 20 パターンの CGA を計算機上でランダムに再現し提示した。それぞれのパターンは 1 動作時間を 50ms から 1000ms の間で 50ms 間隔で作成した。評定者は各単語について、提示された CGA に対し「1:非常に見えない」「2:かなり見えない」「3:やや見えない」「4:わからない」「5:やや見える」「6:かなり見える」「7:非常に見える」の 7 段階で評価するよう教示した。またその際に、各単語の評定に対して、首尾一貫した態度を取る必要は必ずしもなく、他の単語につけた評定に無関係に、その単語の評価を行うよう教示した。ここで評価単語に振られている数値は、その評価単語の評価値である。その際に評定者の個人内差を無くすために同じ試行を 3 回繰り返し行い、各提示 CGA にての平均値を用いた。平均評価値は、各被験者グループの単語ごとで値を合計し、グループ人数で割ることで得た。

さらに、CGA の動作時間による結果と、各単語の実写映像との対応のために、実際の手話動作時間を以下のように得た。聾啞者 5 名の手話単語の動作をビデオカメラで撮影し、図 3 に示すように各フレームにて指先の位置をプロットしていき、指先が動き始めた時間を動作開始時間、指先が停止した時間を動作終了時間として動作時間を算出した。図中の線は指先の軌道を表している。

2.4 評価結果および考察

図 4~6 に各グループの「重い、安心、おとなしい」と動作時間に対する平均評価値を示す。

図 3 手話動作の例
An example of a sign language.

まず、健聴初心者、健聴熟練者、聾啞者の各被験者グループのグループ内にて、評価に違いがあるのかを検討するために、変動要因として「重い」「安心」「おとなしい」の単語種類と動作時間を取り 2 元配置の分散分析を行った。その結果を表 1 に示す。ここでの交互作用は、単語種類と動作時間の組合せの違いに差があるかどうかを調べるためのものである。解析の結果、すべてのグループにおいて、手話単語、動作時間、交互作用ともに観測された分散比は有意水準 1%未満において有意差がみられた。ここで、交互作用に関して有意差がみられたことから、単語の種類に対して動作時間が及ぼす影響が異なるといえる。つまり、健聴初心者、健聴熟練者、聾啞者の各被験者グループはグループ内では、単語ごとに異なった基準で弁別を行っているといえる。次に、各被験者グループ内で各単語の平均評価値を変数として、ワードの最小分散法を用いたクラスタ分析を行った。統計的指標として R-Squared 値を用い、R-Squared 値が 0.85 を基準としてクラスタ数を決定した。各被験者グループ内で得られたクラスタは、健聴初心者では、50ms～450ms と 500ms～1000ms の 2 クラスタ、健聴熟練者では、50ms～450ms と 500ms～600ms と 650～1000ms の 3 クラスタ、聾啞者では、50ms～450ms と 500ms～750ms と 800～1000ms の 3 クラスタであった。これは、図 4～6 に示される実際のデータ傾向とあわせても妥当なものである。ここで各被験者グループ内で得られた隣あうクラスタの境界値を、各被験者グループ内での弁別閾値とする。つまり、健聴初心者は 450ms が「重い」の弁別閾値となり、500ms が「安心」「おとなしい」の弁別閾値となる。しかし、この結果からは「安心」と「おとなしい」は弁別ができていない。健聴熟練者は 450ms が「重い」の弁別閾値、500ms と 600ms が「安心」の上限と下限の弁別閾値、650ms が「おとなしい」の弁別閾値となる。聾啞者は 450ms が「重い」の弁

別閾値、500ms から 750ms が「安心」の上限と下限の弁別閾値、800ms が「おとなしい」の弁別閾値となる。

次に、「重い」「安心」「おとなしい」の手話単語間において、評価に違いがあるのかを検討するために、変動要因として健聴初心者、健聴熟練者、聾啞者の被験者グループと動作時間を取り 2 元配置の分散分析を行った。その結果を表 2 に示す。ここでの交互作用は、各グループと動作時間の組み合わせの違いに差があるかどうかを調べるためのものである。解析の結果、すべての単語において、被験者グループ、動作時間、ともに観測された分散比は有意水準 1%未満において有意差がみられた。交互作用は、有意水準 1%とした場合に「重い」だけが有意となるが、有意水準 5%とした場合には、「安心」「おとなしい」にも有意な差が認められた。このため手話単語により程度の差はあるものの、被験者グループに対して動作時間が及ぼす影響が異なるといえる。

以上の結果と図 4～6 から次のことがいえる。健聴初心者グループでは、「重い」については全時間を通して平均評価値が中間近辺にあり、全体を通して弁別に曖昧さを感じているものと思われる。それに対し、「安心」「おとなしい」は 500ms 以降の時間下で平均評価値が高くなっていることから、時間の長い手話動作においては、時間の短い手話動作に対しての弁別は行われるものと思われる。これは、先程の弁別閾値と合致する。次に健聴熟練者グループでは、「重い」は 450ms までの範囲で平均評価値が高く、また「安心」「おとなしい」の平均評価値が低いことから、この時間範囲では弁別が行われているものと思われる。「安心」は 500ms 以降から、「おとなしい」は 600ms 以降から平均評価値が高くなり、「安心」と「おとなしい」の時間に対する平均評価値の推移は類似な傾向を示した。これより、「安心」「おとなしい」の弁別は難しいが、健聴初心者よりは、弁別が行えているものと思われる。これも先程の弁別閾値と合致する。聾啞者グループでは、「重い」は 400ms までの範囲で平均評価値が高く、また「安心」「おとなしい」の平均評価値が低いことから、この時間範囲では弁別が行われているものと思われる。「安心」は 550ms 以降から平均評価値が高くなり、「おとなしい」は 800ms 近辺から急激に平均評価値が高くなり「安心」と同じような平均評価値を示した。これより、「安心」「おとなしい」の弁別は 550ms から 800ms の時間範囲ではある程度行えるものと思われる。これも先程の弁別閾値と合致する。

3つのグループに共通の傾向としては、動作時間が長くなるにつれて「重い」「安心」「おとなしい」の順番で評価が推移する。図 3 に示す方法で得られた実写映像による手話動作平均時間が、「重い」が 480ms、「安心」が 820ms、「おとなしい」が 870ms であったことから、CGA による時間弁別閾の傾向は、実写の場合と同じ傾向を示している。また、「重い」は比較的に弁別が容易であるが、

図 4 健聴初心者による動作時間に対する平均評価値
Certainty scores for different durations of three words in beginners.

図 5 健聴熟練者による動作時間に対する平均評価値
Certainty scores for different durations of three words in experts.

図 6 聾者による動作時間に対する平均評価値
Certainty scores for different durations of three words in the deaf.

その弁別の仕方は健聴初心者、健聴熟練者、聾者で異なる。それに対し、「安心」「おとなしい」は弁別が困難であり、被験者グループにより弁別閾値が大きく異なった。

3. ま と め

本稿では、手指の形状や位置、表情などだけでなく、手話単語を表現する動作時間の情報を取り入れた手話辞

表 1 単語と動作時間の 2 元配置分散分析結果
Words and durations by two-way analysis of variance.

	変動要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	P
健聴 初心者	単語種類	2	129.008	64.504	42.220	**
	動作時間	19	813.891	42.836	28.040	**
	交互作用	38	824.167	21.689	14.200	**
	誤差	2460	3758.171	1.528		
健聴 熟練者	単語種類	2	63.539	31.769	22.280	**
	動作時間	19	251.644	13.244	9.290	**
	交互作用	38	1084.644	28.543	20.020	**
	誤差	1200	1710.930	1.426		
聾者	単語種類	2	92.369	46.185	17.940	**
	動作時間	19	256.120	13.480	5.240	**
	交互作用	38	817.111	21.503	8.350	**
	誤差	1620	4171.402	2.575		

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

表 2 被験者グループと動作時間の 2 元配置分散分析結果
Groups and durations by two-way analysis of variance.

	変動要因	自由度	平方和	平均平方	F 値	P
重い	被験者グループ	2	34.938	17.469	7.360	**
	動作時間	19	529.697	27.879	11.750	**
	交互作用	38	185.973	4.894	2.060	**
	誤差	1760	4176.176	2.373		
安心	被験者グループ	2	27.027	13.513	8.630	**
	動作時間	19	1392.899	73.310	46.810	**
	交互作用	38	86.267	2.270	1.450	*
	誤差	1760	2756.362	1.566		
おとなしい	被験者グループ	2	26.484	13.242	8.610	**
	動作時間	19	1665.337	87.649	56.970	**
	交互作用	38	93.848	2.470	1.610	*
	誤差	1760	2707.965	1.539		

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

書などの CAI への応用を目的とし、その基礎実験として CGA を用いて同動作異義語の手話単語の時間弁別閾値について検討を行い、手話を弁別するには手指の形状や位置、表情などの他に動作時間の情報も重要であること、また同動作異義語に対して、手話単語の理解がどの時間範囲において確立するのかを健聴初心者、健聴熟練者、聾者それぞれについて示した。各単語の時間弁別閾値は、実写映像から測定した手話平均弁別時間とほぼ一致した。各被験者グループのグループ内にて、評価に違いがあるのかを検討するために、変動要因として「重い」「安心」「おとなしい」の単語種類と動作時間とをとり 2 元配置の分散分析を行った。解析の結果、すべてのグループにおいて、手話単語、動作時間、交互作用ともに観測された分散比は有意水準 1%未満において有意差がみられた。すなわち、健聴初心者、健聴熟練者、聾者の各被験者グループはグループ内では、単語ごとに異なった時間基準で弁別を行っていることを示唆した。また手話単語間において、評価に違いがあるのかを検討するために、変動要因として健聴初心者、健聴熟練者、聾者の被験者グループと動作時間とをとり 2 元配置の分散分析を行った。解析の結果、すべての単語において、被験者グループ、動作時間、ともに観測された分散比は有意水準 1%未満において有意差がみられた。交互作用は、有意

水準 1%とした場合に「重い」だけが有意となるが、有意水準 5%とした場合には「安心」「おとなしい」にも有意な差が認められた。このため手話単語により程度の差はあるものの、被験者グループに対して動作時間が及ぼす影響が異なるといえる。このように、同じ手話動作でも、手話の熟練度や動作時間が異なることで弁別の仕方に違いがでるといふ本研究の成果は、実際に手話の教授をする際に注意を払う指針となると考える。今後の課題として通常の手話単語や他の同動作異義語に対しての測定実験があげられる。また今回は、運動の動作時間の違いによる認識の弁別に与える影響について検討を行ったが、手指の形状、動作方向の違いによる認識の弁別に与える影響についても検討を行いたい。

本研究の一部は、通信・放送機構 ギガビットネットワーク利活用研究開発制度の援助を受けて実施された。

〔文 献〕

- 1) 深海久美子 指導: “すぐ使える手話”, 主婦と生活社 (1996)
- 2) 神田和幸, 藤野信幸: “基礎からの手話学”, 福村出版 (1996)
- 3) 丸山浩路: “イラスト手話辞典 I”, ダイナミックセラーズ出版 (1984)
- 4) 林成起, 田村進一: “手話空間と方向動作を考慮した米手話文解析”, ヒューマンインターフェース学誌, 1, 3, pp.1-6 (1999)
- 5) 神田和幸, 市川嘉, 長嶋祐二, 加藤雄士, 寺内美奈, 原大介, 武藤大至, 佐藤昌延: “日本手話の非手指信号の統計的分析—sIGNDEX V.2 解析作業中間報告—”, ヒューマンインターフェース学会研究報告集, 2, 5, pp.5-10 (2000)
- 6) 寺内睦博, 西川誠: “格表現を伴う日本語文から手話への格構造に基づいた翻訳システム”, 信学論, J79-A, 2, pp.318-328 (1996)
- 7) 徳田昌晃, 奥村学: “日本語から手話への機械翻訳における手話単語辞書の補完方法について”, 情処学論, 39, 3, pp.542-550 (1998)
- 8) 宮尾淳一: “手話学習システムのための手話単語特徴に基づく教授法”, 信学論, J83-D-I, 10, pp.1120-1128 (2000)

小渡 悟 おと さとる 1998 年, 琉球大学大学院工学研究科修士課程修了。同年, 同大学大学院理工学研究科博士後期課程入学。現在, 在学中。コンピュータビジョン, パターン認識, ニューラルネットの研究に従事。工学修士。

神里志穂子 かみさと しほこ 2001 年, 琉球大学大学院理工学研究科博士前期課程修了。同年, 同研究科博士後期課程入学。現在, 在学中。感性情報, ヒト運動解析の研究に従事。工学修士。

星野 聖 ほしの きよし 1993 年, 東京大学医学系大学院博士課程修了。同年, 東京医科歯科大学医学部助手。1995 年, 琉球大学工学部助教授。1998 年より科学技術振興事業団さきがけ研究 21 研究者を兼任。視覚系の情報処理機構, 聴覚補助代行, ヒト運動解析の研究に従事。医学博士, 工学博士, 正会員。