

# 手話知覚に対する空間解像度の寄与に関する一検討

塩野目 剛亮\*<sup>1</sup> 若月 大輔\*<sup>1</sup>

Effecets of Spatial Resolution on Perception of Japanese Signed Language

Takeaki Shionome,\*<sup>1</sup> Daisuke Wakatsuki\*<sup>1</sup>

**Abstract** – Information and Communication Technologies (ICTs) have provided a variety of communication services for different user groups. Some mobile phones also have functionality of videophone. These devices are convenient for signed language communication in providing flexibility of time and place of use. In this report we investigate access to signed language by mobile videophone. We conduct an experiment to investigate signed language perception under the condition of spatial resolutions of 37.5, 75, 150 dpi, and display sizes of 1, 2, 3, 4, and 6 inches: the subjects repeat the sign stimulus by signing back exactly what had been presented. The signing picture conditions were determined by the combination of 3 spatial resolutions and 5 picture sizes. The results show that percentage of correct accuracy rate decreases significantly by spatial resolution and display sizes decreasing. The results also show that the signed language perception characteristics improvement by increasing spatial resolution despite on smaller display sizes. Moreover, the results show that the perception of hand shape was difficult through all experimental conditions, especially on smaller picture sizes 1 and 2 inches. Certain possible methods for improving communication in signed language via mobile videophone are also discussed.

**Keywords** : spatial resolution, display size, signed language, mobile videophone

## 1. まえがき

近年の情報通信技術の進歩により、移動体を用いた映像通信サービスが一般的に利用できるようになっている。このような技術の活用は、音声通信サービスのユーザから除外されてきた人々たちにとって有益である。例えば、携帯型テレビ電話は手話のコミュニケーションツールとして期待されているが、音声通話やメールと同じような気軽さでの利用は難しいようである。

携帯型テレビ電話の手話会話への適用に関する課題としては、通信帯域に制約された映像品質や、機器の携帯性に制約された画面大きさなどがあげられ、手話コミュニケーションツールとしての携帯型テレビ電話について検討が行われている<sup>[1]-[3]</sup>。現在の携帯型テレビ電話は、可搬性などとの兼ね合いから画面の大きさが2インチから3インチに制約される。このとき、適切な画面大きさを選択し、手話の知覚に負荷がかからないようにしなければならない。

映像を通じた手話のコミュニケーションに関する研究はこれまでもいくつか報告されている。鎌田ら<sup>[4]</sup>は画像の時間・空間解像度が手話の知覚に影響を与え、時間解像度の影響が優勢であることを示している。また、中園ら<sup>[5]</sup>は画像の表示サイズが手話の読みとりやすさにほとんど影響を与えないことを示している。

一方、これまでの研究から、画面の大きさとともにピクセル密度も手話知覚に影響することが示唆されている<sup>[6][7]</sup>。これらの検討から、手話の知覚は映像のもつさまざまな特性に影響されることがわかる。

本検討では、画面大きさと空間解像度（ピクセル密度）をともに変化させた手話単語映像の知覚特性を実験的に検討している。聴覚障害者を対象とした手話の模倣実験の結果から、小さな画面大きさでもピクセル密度を高めることによって手話知覚特性が改善することがわかった。また、同じ空間解像度の場合、画面が大きいほうがより手話模倣の正答率が向上することが確かめられた。

これらの実験結果は移動体通信で制約される映像提示特性と手話知覚との関係を明らかにするものと考えられる。また、近年ディスプレイ技術や通信技術の発展により、多様な映像提示特性が存在している。このような多様な映像提示特性と手話知覚との関係についての検討は、手話のための映像情報通信技術の発展に必要不可欠であると考えられる。

2章では空間解像度、および画面大きさが手話知覚に与える影響を検討する手話模倣実験について述べる。次に3章で実験結果を示し、4章では空間解像度と手話知覚との関係について考察し、知覚可能な手話映像の特性について議論する。最後に5章で本稿をまとめ、今後の課題を示す。

\*1: 筑波技術大学産業技術学部

\*1: Faculty of Industrial Technology, National University Cooperation Tsukuba University of Technology

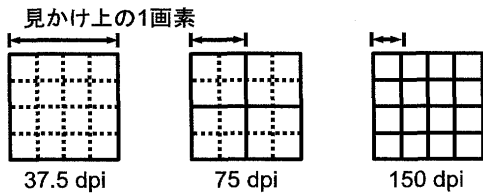


図1 モザイク化による空間解像度の調整  
Fig.1 Spatial resolution adjustment by image mosaicing.

## 2. 実験

画面の大きさが小さくなったときでも、空間解像度を上げることで手話知覚特性を改善できるという仮説のもと、画面大きさと空間解像度を調整した手話単語映像の模倣実験を行なう。

### 2.1 実験刺激

ここでは、刺激映像の作成、提示方法について説明する。

刺激として使用する手話は、さまざまな手の形、位置、動きを含むように<sup>[8]</sup>の手話辞典などから選んだ。

表現者（聴覚障害者、50代、女性）は椅子に座ったまま手話を表現し、その様子をやや右斜め前方からデジタルHDビデオカメラレコーダー（SONY, HDR-HC9）で撮影した。撮影した映像を動画編集ソフトAdobe Premiere Pro CS3（Adobe社）によってPC（DELL, Precision M6300, Windows XP）のハードディスクに保存した。映像データの形式は空間解像度1440×1080pixel（16:9）、時間解像度29.97fpsのMPEG形式である。

上記の映像中から、前述の編集ソフトを用いて、手話表現とは関係のない左右の領域をトリミングし、4:3のアスペクト比となるように調整した。さらに、スケールの調整（キュービックリサンプリング法）によって画面大きさを1, 2, 3, 4, 6インチに調整し、モザイクのブロック数によって空間解像度（ピクセル密度）を約37.5, 75, 150dpi<sup>1</sup>に調整した（図1参照）。なお、ピクセル密度は見かけ上の画素数（pixel）/横幅（inch）で計算している。

実験には90の手話単語を用い、実験手順の練習にはそれ以外の10単語を使用している（付録参照）。単語と単語の間には3秒のインターバル（黒画面）を挿入している。

刺激映像は液晶ディスプレイ（TOTOKU PLT210-W0X, 液晶パネルサイズ：8.4inch, 解像度：1024×768pixel, 画素ピッチ：水平0.167mm×垂直0.167mm）

1: ディスプレイの解像度を基準とし、37.5dpiでは4×4pixel, 75dpiでは2×2pixelで1画素を表現することによって空間解像度を疑似的に設定している。

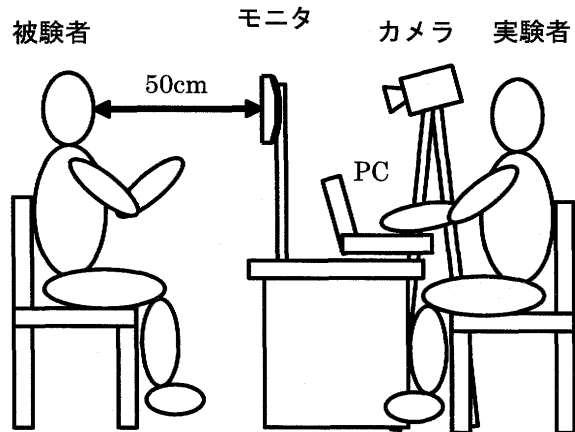


図2 実験状況  
Fig.2 Experiment condition.

にMedia Player Classic（開発元：Gabest）を用いて提示する。被験者はディスプレイから約50cm離れて座り、刺激映像を観察、手話動作を模倣する（図2参照）。

### 2.2 被験者

被験者は聴覚に障害がある18歳から21歳の大学生の男女10名である（平均年齢：19.9歳、男性3名、女性7名）。被験者は日常生活で手話を使用しており、2年から20年の手話経験を有する（平均手話歴：8.7年）。また、すべての被験者は実験前後に自動視力計（Canon社製、CV-20）で50cm距離の視力を測定し、0.8から1.5以上の両眼視力（実験前平均：1.26、実験後平均：1.25）であることを確認した。なお、必要に応じて眼鏡・コンタクトレンズの使用を認めている。

### 2.3 実験手順

被験者には90単語の手話映像模倣タスクを行なってもらおう。

実験手順の教示には日本語文による説明資料を提示し、手話、および口話による説明も併用した。なお、実験開始前に手順の理解を再度確認し、10単語の手話映像に用いて実験の練習を行なった。この時、携帯型テレビ電話を用いた手話会話を想定し50cmの視距離を保つため、画面に近づかないことも教示した。

実験では5つの画面大きさ条件と3つの空間解像度条件の組合せである15条件を、90単語を通して6回ずつ提示している。

## 3. 実験結果

ここでは、提示する手話映像の画面大きさと空間解像度の組み合わせを変えて得られた手話模倣実験の結果を示す。

被験者全体の手話模倣の正答率の平均値は90.3%であり、標準偏差は3.18%であった。表1に実験条件ご

表1 画面大きさ, 空間解像度ごとの正答率  
Table 1 Percent-correct of, averaged across the 10 subjects, as a function of picture size and spatial resolution.

空間解像度 (dpi)	画面大きさ (inch)					avg.	SD
	1	2	3	4	6		
37.5	41.7	93.3	95.0	98.3	96.7	85.0	24.3
75	71.7	95.0	96.7	100	100	92.7	11.9
150	83.3	96.7	88.3	98.3	98.3	93.3	6.56
avg.	65.6	95.0	93.9	98.9	98.3		
SD	21.5	1.67	3.47	0.96	1.67		

表2 画面大きさ, 空間解像度ごとの正答率と不正答の要因

Table 2 Percent correct and number of wrong for each parameter, as a function of display size and spatial resolution.

空間解像度	画面大きさ	正解 %	不正解 %	不正解の要因		
				手型	位置	動き
37.5 dpi	1 inch	41.7	58.3	27	9	8
	2 inch	93.3	6.7	4	0	0
	3 inch	95.0	5.0	1	2	3
	4 inch	98.3	1.7	1	1	0
	6 inch	96.7	3.3	1	1	1
75 dpi	1 inch	71.7	28.3	14	1	6
	2 inch	95.0	5.0	9	1	1
	3 inch	96.7	3.3	1	0	1
	4 inch	100.0	0.0	0	0	0
	6 inch	100.0	0.0	0	0	0
150 dpi	1 inch	83.3	16.7	8	0	3
	2 inch	96.7	3.3	2	1	0
	3 inch	90.0	10.0	4	0	2
	4 inch	98.3	1.7	0	0	1
	6 inch	98.3	1.7	0	0	1
合計				72	15	27

とにすべての被験者の模倣の正答率を示す。表2に実験条件ごとの正答率と不正解の要因となった手話の特徴(手型, 位置, 動き)を示す。分散分析の結果から, 画面大きさの主効果 ( $F(4,135)=40.27$ ), および空間解像度的主効果 ( $F(2,135)=7.329$ ) が1%水準で有意であることがわかった。また, 画面大きさと空間解像度の交互作用 ( $F(8,135)=6.380$ ) が1%水準で有意であった。

#### 4. 考察

ここでは, 手話の知覚という観点から見た実験結果と, 移動体通信で制約される画面大きさ, 空間解像度と手話映像の知覚との関係について考察する。

今回の手話知覚実験の全体的な特性としては, 1インチの画面大きさでは他の画面大きさと比べて正答率が低下することがわかった。また, 37.5dpiの空間解像度では他に比べて正答率が低下することがわかった。さらに, 1インチの画面大きさでも空間解像度が高い場合, 正答率が向上することがわかった(表1)。

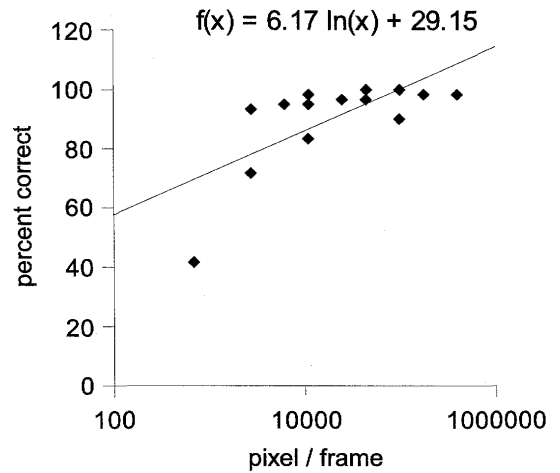


図3 画素数と正答率との関係  
Fig. 3 Percent correct across pixel/frame.

同じピクセル密度の場合は画面が大きいほうが正答率が高く, 文献[4]の結果と矛盾しない(表1)。実験で使用した映像の時間解像度は約30fpsと十分高かったため, 文献[4]で指摘された, 十分な時間解像度がある際の空間解像度の手話知覚への影響が明確になった。

表2から全実験条件を通して, 不正解の要因となっているのは手型が多いことがわかった。また, 同じ画面大きさでも空間解像度が低い実験条件では手型の模倣誤りが多くなっていることがわかった。このことから, 画素数が少なくなることによって, 手型の弁別が難しくなっていると考えられる。一方, 手型に比べて, 位置, 動きの要因は画素数の低下による誤りの増加が少ないことがわかる。

文献[9]では, 細かな手指の認識にはおよそ150pixel/lineが必要であると述べられている。一方, 今回の実験条件のうち37.5dpiの1~4インチ, 75dpiの1, 2インチ, 150dpiの1インチでは150pixel/lineよりも低い空間解像度であるが, 37.5dpiの2~4インチ, 75dpiの2インチの条件では90%を超える正解率となっている。

被験者があらかじめ対象となっている手話を知っているならば, 位置, 動きの要素のみからでも該当する手話を想起することができ, 不十分な空間解像度の映像でも手型を推定できると考えられる。また, 実験後の聞き取り調査において, 細かな手話の特徴を捉えられないときは, 口形を手がかりに手話を読み取ると述べた被験者もいた。これらのことから, 映像特性が劣化した場合でも様々な手掛かりをもとに手話を読み取り, コミュニケーションを成立させようとする事がわかる。

図3に本実験での各実験条件を画素数として表わしたものと正答率との関係を示す。グラフから, 低

画素数では画面大きさによる正答率のばらつきがあり、10000pixel/frame を超えると安定することがわかる。正答率が 10000pixel/frame を超える画素数で安定することから、手話の知覚に最低限必要な画素数は 10000pixel/frame (約 120 × 90pixel/frame) 程度と予想できる。

現在、一般的に利用されている携帯電話のテレビ電話機能の映像形式は国際基準の 3GPP (3rd Generation Partnership Project) で標準化された 3G-324M に準拠している。この形式は QCIF サイズ (176 × 144pixel) の空間解像度と、最大 15fps の時間解像度のテレビ電話である。QCIF サイズの映像を 2 インチの画面で提示した場合のピクセル密度は約 105pixel/inch である。本実験では 75pixel/inch の条件でも平均して 90 % 以上の正答率が得られたことから、現行のテレビ電話でも映像の空間解像度に関しては手話の知覚が十分可能であることがわかる。

12fps 程度のフレームレートでも手話会話が成立すると言われているが、指文字の認識には 21fps が必要であることから<sup>[9]</sup>、手話の知覚に最低限必要な空間解像度を確保し、残りは時間解像度に振り分けるといったビットレート配分も必要である。

## 5. あとがき

本稿では手話の模倣実験を通して、手話知覚特性について検討した。1, 2, 3, 4, 6 インチの画面大きさ、3 種の空間解像度条件での手話模倣の実験結果から、空間解像度、および画面大きさが小さくなるにしたがって、模倣の正答率が低下することがわかった。また、小さな画面大きさでも空間解像度を向上することで手話知覚特性が改善することがわかった。さらに、手話のための携帯型テレビ電話が備えるべき映像提示特性について議論した。

これらの検討結果は、移動体による映像情報通信が一般的に利用できるようになってきた現代において、手話のコミュニケーション環境の改善に寄与する知見であると考えられる。

今回、若年齢の聴覚障害者を対象として実験を行ったが、今後は高齢者や手話を利用する健聴者にも対象を拡大する予定である。また、手話文を対象とした評価実験や、映像の時間解像度の変動と手話知覚特性との関係についての検討も必要であると考えられる。

## 謝辞

実験に参加いただいた筑波技術大学産業技術学部の学生諸氏に感謝する。なお、本検討は、平成 20 年度筑波技術大学教育研究等高度化推進事業に経費支援を受けて行ったものである。

## 参考文献

- [1] 塩野目, 鎌田, 山本, Fischer: 片手による手話表現に関する一考察; 信学技報, HCS2002-16, pp.7-12 (2002).
- [2] 塩野目, 鎌田, 山本, Fischer: 携帯テレビ電話による手話会話に関する検討; シンポジウム「ケータイ・カーナビの利用性と人間工学」2003 研究論文集, pp.1-4 (2003).
- [3] 塩野目, 鎌田, 山本, Fischer: 片手化手話表現に関する一考察; 聴覚言語障害, 第 31 巻, 第 2 号, pp.67-77 (2004).
- [4] 鎌田, 平間, 山下: 手話映像知覚に対する時間・空間解像度の寄与に関する基礎検討; 画像電子学会誌, Vol.28, No.3, pp.256-263 (1999).
- [5] 中園, 柳橋, 長島, 市川: デジタル符号化された手話動画の品質評価について; 電子情報通信学会論文誌, Vol.J89-D, No.3, pp.541-55 (2006).
- [6] 塩野目, 鎌田, 山本: 画面大きさと手話知覚との関係に関する一検討; 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-A, No.5, pp.667-670 (2004).
- [7] 塩野目, 鎌田, 山本, フィッシャー: 画面大きさと手話知覚との関係に関する検討; ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.9, No.2, pp.87-96 (2007).
- [8] 日本手話研究所編: 日本語一手話辞典, 全日本ろうあ連盟,(1999).
- [9] Hellström, G.: Quality Measurement on Video Communication for Sign Language; *Human Factors in Telecommunications* (Nordby, K. ed.), Loren Grafisk A/S, pp.217-224 (1997).

## 付録

### 1. 実験に使用した手話単語

以下に実験に使用した手話単語の日本語ラベルを示す。ひとつの日本語ラベルに対して複数の手話が存在する場合がある。また、文献<sup>[8]</sup>とモデルとの手話表現に相違があった場合は、モデルが普段使用している手話表現を採用している。

表 A.1 実験に使用した手話単語  
Table A.1 Signs used on the experiment.

言う	マンガ	得意	偶然	反対 (逆)
短い	自転車	かわいい	文化	珍しい
嫌い	へえ	狭い	相談	反対
まだ	不満	いつも	会議	好き
ろう	デート	失敗	油	見る
知らない	自動車	黄色	説明する	警察
うっかり	大切	努力	だけ	技術
まちがう	算数	長い	島	銀行
まで	知る	参加	仕事	説明される
黒	思う	遊ぶ	意味	作る
経済	試験	休む	合計	漢字
また	すべて	下手	健聴	言われる
それぞれ	まずい	風邪	成功	制度
苦しい	理由	本	学校	マナー
誰	上手	障害	派手	多分
ずるい	久しぶり	一緒	不便	水
なるほど	看護婦	病気	赤	混んでいる
本当	うそ	準備		