

ジェスチャ操作IFのためのシニアのジェスチャの解析

三原 功雄[†] 沼崎 俊一[†] 土井 美和子[†]

現在の GUI (Graphical User Interface) では、キーボードやマウスのような専用の入力装置を用いて、コンピュータに対して指示を行う。GUI はオフィスのように効率が重視される環境でのインタフェースとしては適していた。今後は、ユビキタスコンピュータや情報家電など、情報機器が家庭や街角で、生活を豊かにすることを目的に使われる。そこでは、GUI に代わり、ジェスチャや音声などによる自然なインタフェースが重視される。このユビキタスコンピュータや情報家電のユーザの大半を占めるのは、2010 年に 2,000 万人となるシニア世代である。そこで我々は、シニアに適したジェスチャ・インタフェースを設計するために、60 歳以上のシニア世代 141 人分のジェスチャ収録実験を行い、世界でも前例のない非常に大規模なジェスチャデータベースを構築した。データベースには、8 種類、総数 14,000 以上のジェスチャ(自由および規定)が収録されている。収録したジェスチャのうち、自由ジェスチャの解析を行った。本論文では、今後のロバストな認識実現のために、個々のジェスチャのカテゴリ数やその動きの特徴を中心に、解析結果をまとめたものである。分析の結果、拳手の自由ジェスチャでは、89.3%が手を上に動かす、否定の自由ジェスチャでは、86.4%が手を左右に振るといように、共通の動作を行うことが分かった。一方、肯定の自由ジェスチャでは、OK マークや拳手など 19 種類もの動作が行われ、共通した動作が行われないことが判明した。

Analysis of Elderly People's Gestures

ISAO MIHARA,[†] SHUNICHI NUMAZAKI[†] and MIWAKO DOI[†]

Human gesture interfaces are expected to be important for home appliances and ubiquitous computing. Elderly people are heavy users of home appliances and ubiquitous computing. To design a gesture interface for the elderly, we collected more than 14000 hand gesture data from 141 elderly people and constructed a large gesture database. Gesture analysis revealed that the hand is upward in 89.3% of hand-up gestures, and hand waving accounts for 86.4% of negation gestures. On the other hand, affirmation by hand is performed using many different motions such as OK signs, hand up, and vertical hand shaking.

1. はじめに

情報化の波は瞬く間に広がり、家庭内や街角にも、情報家電や情報キオスクなどの端末、あるいは、ナビゲーションやホットスポットサービスといった新たなサービスが普及しつつある。これに対し、GUI (Graphical User Interface) は、デスクトップメタファが原点であり、情報家電やユビキタスコンピュータのインタフェースとして設計されたものではない。したがって、情報家電やユビキタスコンピュータ向けのインタフェースとして、効率重視でなく、ジェスチャや音声などによる気軽に使えるインタフェースが求められている^{1)~3)}。一方、2010 年にはシニア世代(65 歳以上) は、2,000 万人を超えると予想されている。つまり、情報家電やユ

ビキタスコンピュータのユーザの多くを、シニア世代が占めることになる。これに対し、従来の研究^{2),4)~8)}は、シニア世代が意識されているわけではない。これらの研究では、画像処理などにより、比較的処理しやすいジェスチャが採用されていたり、あるいは、手話などジェスチャのやり方が、あらかじめ定まっていたりするものが対象となっていることが多かった。速水⁹⁾は、手話単語 400 種で、被験者は 20 代女性 2 人を対象にジェスチャ収録を行い、データベースを構築した。呂¹⁰⁾は、収録単語 4,114 語の手話単語映像データベースを構築した。いずれも、手話を対象としたデータベースであり、規模も中規模である。通常のジェスチャのデータベースは希で、あっても静止画で規模が小さかった¹¹⁾。そこで、我々は、シニアにおけるジェスチャ・インタフェースとして、どのようなジェスチャを採用するのが適しているのかを検討するため、シニア世代 141 人分のジェスチャの収録実験を行い、

[†] 株式会社東芝研究開発センターマルチメディアラボラトリー
Multimedia Laboratory, Corporate Research & Development Center, Toshiba Corporation

収録されたジェスチャの解析を行った。

2. シニア世代の人々のジェスチャの収録

シニアに適したジェスチャ・インタフェースを設計し実現するために、シニアがどのようなジェスチャを行うのかを調べる必要がある。そこで、多数のシニアを対象として、ジェスチャの収録実験を行った。

Ekman¹²⁾ は、身体動作を標識 (emblem), 例示子 (illustrator), 情感表示 (affect display), 調整子 (regulator), 適応子 (adaptor) に分類している。標識はサインであり、「ことば」に言い換えが可能なものである。「1」「2」などの数字や手話などが該当する。また、会話の開始や肯定・否定を表す首の縦振りや横振りは汎文化的標識の1つである。発話の内容や流れに基づき、発話内容を強調、精緻化するものが、例示子である。上下などの空間関係を示したり、対象を示したりする動作が該当する。情感表示は情動にともなう表情や身振りであり、怒りや困惑などがある。発話の交代などを示すのが調整子であり、手振りや頭部の振り動作が一般的に用いられる¹⁾。適応子は貧乏ゆすりなど状況に適応するために姿勢を変えたりする行為である。

我々はシニアにおけるジェスチャ・インタフェースを検討するために、

- 標識：チャンネルなどの数字指示、肯定や否定を表す手振りや首振り、
- 例示子：空間関係を示す上下左右、
- 情感表示：操作などに行き詰まったようすを示す困惑、
- 調整子：発話の交代などを示す手挙げ、

のジェスチャについて、収録を行った。複雑な対話制御に用いられる適応子に該当するジェスチャは、今回採用しなかった。

2.1 ジェスチャ収録機器：モーションプロセッサ

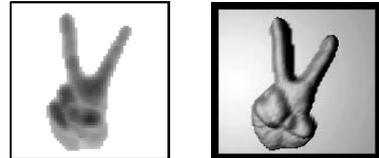
ジェスチャの入力に適した装置として、我々はモーションプロセッサ[®] (Motion Processor[®])^{13)~16)} (図1)を開発してきた。モーションプロセッサは、近赤外 LED を物体に照射し、その反射光のみをイメージセンサでとらえることで、物体の形状や動き、奥行き情報などをリアルタイムに獲得可能なデバイスである¹³⁾。

図2に、モーションプロセッサによって撮像された画像を示す。モーションプロセッサの特徴は、ハードウェアレベルでの、

- オブジェクト切り出し (背景除去)、
- 疑似的な奥行き情報の獲得、



図1 モーションプロセッサ試作機
Fig. 1 Motion Processor prototype.



(a) Captured image (b) 3D expression

図2 モーションプロセッサによって撮像された画像
Fig. 2 Sample image captured by Motion Processor.

表1 モーションプロセッサ改良版の性能
Table 1 Specification of Motion Processor.

解像度分解能	128 × 128 pixels
奥行き深度	256 階調
動作レート	50 frames/second
撮像距離	25-100 cm
画角	約 80° (水平)
本体サイズ	W75 × H75 × D78 [mm]

表2 被験者の構成
Table 2 Subjects' profiles.

年齢層	男性	女性	合計(人)
60代	40	51	91
70代	20	25	45
80代	2	2	4
90代	0	1	1
合計(人)	62	79	141

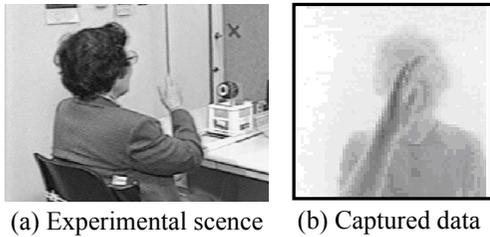
である。図2(a)に示されるように、対象物部分(この場合、手)のみが取得されていることが分かる。また、濃淡値は、モーションプロセッサからの奥行き情報を表しており、これを立体的に表現すると、図2(b)のようになる。これらの特徴のため、モーションプロセッサは、ジェスチャ認識に適している¹⁶⁾。

今回は、このモーションプロセッサをより長距離・高解像度化した改良版を用いてジェスチャの収録実験を行った。改良版の性能は表1のとおりである。

2.2 ジェスチャ収録実験

60歳以上のシニア世代141人を対象にジェスチャの収録実験を行った¹⁷⁾。被験者の構成は、表2のとおりである。

実験の様子を図3、図4に示す。図3は収録実験



(a) Experimental scene (b) Captured data

図3 収録風景と収録されたジェスチャの例
Fig. 3 Scene of collection and captured data.

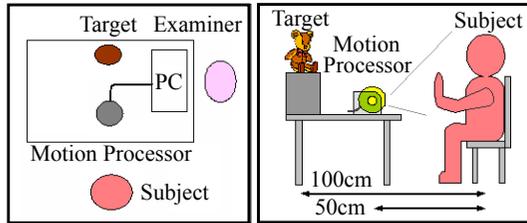


図4 実験環境

Fig. 4 Gesture collecting environment.

の実際の風景であり、図4は、この際にモーションプロセッサによって得られた画像データである。被験者には、椅子に着席し、正面約1mの所に置いた対象物（ぬいぐるみ）に向かって各種のジェスチャを行うよう指示する。その様子を、被験者の正面約50cmの地点に設置したモーションプロセッサで収録する（図4）。試験官は被験者に対して収録すべきジェスチャに関する指示と、収録のためのPCの操作を行う。PCの画面は試験官の方を向いているため、被験者は、自分の行っているジェスチャを画面を通して参照することはない。また、対象物としてぬいぐるみを置いたのは、シニア向けの対話型インタフェースにおけるインタラクション対象として、実際のロボットや、コンピュータの画面内のCGアニメーションなどによるエージェントを仮定しているためである。

収録するジェスチャの内容は、「手挙げ」「手による否定表現」「手による肯定表現」「頭による否定表現」「頭による肯定表現」「困惑表現」「指による数の指示」「手による方向の指示」の8種類である。これらの内容に対して、それぞれ、被験者にまったく制約を与えずに行ってもらったジェスチャ（以降、自由ジェスチャ）とジェスチャの種別に制限を加えたジェスチャ（以降、規定ジェスチャ）の2組のジェスチャの収録を行う。

初めに自由ジェスチャが収録される。まず、試験官は、被験者に対して実行してもらいたいジェスチャの概念を説明する。被験者は、試験官から提示されたジェスチャの内容を解釈し、自由にそのジェスチャを表現

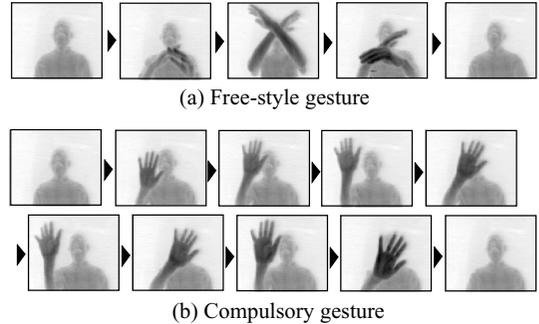


図5 収録ジェスチャの時系列の様子
Fig. 5 Data flow of captured gesture.

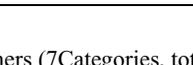
する。たとえば、「手で否定を表現してください」などといった概念的な問題提示に対して、自分がそれに適していると感じた表現を自由に行う。ある被験者が、考えた結果、両手を使って×（バツ）の形を作るのが適していると思えば、それを行うわけである。つまり、自由ジェスチャとして行われるジェスチャは、被験者それぞれが自分の感性に合ったと感じているものであり、その形態は被験者によって様々である。

続いて、規定ジェスチャが収録される。規定ジェスチャとは、試験官によって提示されたジェスチャを参考にして行うジェスチャである。試験官は、身振りを交えて「手をこのように左右に振ってください」といったような具体的なジェスチャの種別の提示を被験者に対して行う。被験者は、それを真似てジェスチャを行う。この際、手を振る大きさや速さ、手を振る回数などといった細かい仕種に関しては制限を加えない。表3にそれぞれのジェスチャ内容に対して提示した規定ジェスチャを示す。なお、表3では、規定ジェスチャの内容をイラストで示しているが、実際の実験過程では、このイラストに示されたような動きを、試験官が自らのジェスチャを用いて、被験者に提示している。

図5に、以上で説明したようにしてある被験者から収録した自由ジェスチャと規定ジェスチャを時系列で表現した例を示す。

今回、収録するジェスチャの内容として、表3で示した内容を選んだのは、対話型のマルチモーダルインタフェースの構築を考えるにあたって、この8種類のジェスチャは、最低限必要であろうとの考えからである。このようなタスクは、対話型のインタフェースで、選択や決定、移動、提示などに汎用的に使用可能なものであり、まずはこの8つに関して、まったく制約を与えないでジェスチャを行ってもらった場合、シニア世代は、どのような種別のジェスチャを行うのか、それはどのような傾向にあるのか、を知ることが目的で

表 3 自由ジェスチャと規定ジェスチャ
Table 3 Free-style and compulsory gestures.

ジェスチャの内容	自由ジェスチャ	規定ジェスチャ
手挙げ	自由ジェスチャは、被験者がそのジェスチャにふさわしいと感じたものを自由に行う	手を顔の前くらいまで挙げる 
手による否定表現		手を左右に振る 
手による肯定表現		手を上下に振る 
頭による否定表現		頭を左右に振る 
頭による肯定表現		頭を上下に振る 
困惑		右図のようなポーズをとる 
数指示		指で 1-5 を示す 
方向指示		手で上下左右を指し示す 

ある。

ジェスチャ認識を目的として、ジェスチャ・データベースを構築した例は過去にもいくつかある^{9)~11),18)}が、今回のように、非常に大規模(トータルで 14000 データを超える)であり、しかもシニア世代のジェスチャを収録したものは類を見ない。さらに自由なジェスチャを含めて構成されるジェスチャ・データベースは、世界的にも珍しいものである。

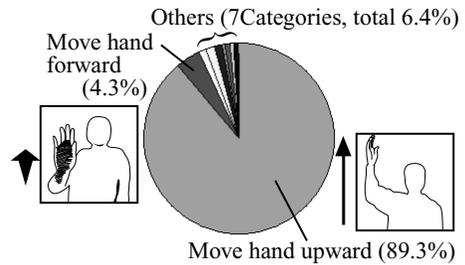
3. ジェスチャ種別の分類

構築したジェスチャデータベースを用いて、まったく自由にジェスチャを行ってもらった場合、シニアがどのようなジェスチャを行うのかについての傾向を解析した。

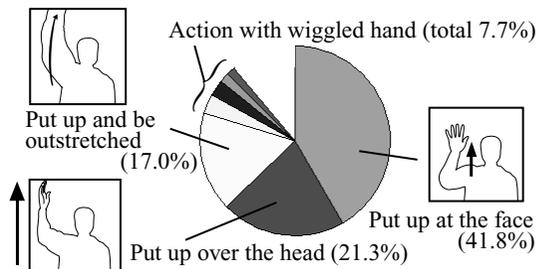
3.1 挙手動作の分類

挙手動作は、「手を挙げることで相手があなたに注目します。手を挙げる動作をしてください」という問題提示によって得られた動作である。まず、この挙手の動作について解析する。挙手動作を分類したところ大きく分けて以下の 9 通りの動作に分類された(図 6(a))。

- 手を上に動かす動作 (89.3%)
- 手を前方(やや上側)に動かす動作 (4.3%)



(a) Category of "Put hand up"



(b) Move hand upward group

図 6 挙手動作の分類

Fig.6 Classification of "put hand up" action.

- その他(7種, あわせて 6.4%)
- なお、ここでその他に分類されているものは、画面に向かってピースする、げんこつを出す、合掌をする、といった明らかに手を上方向に動かす動作が含まれないものが大部分を占める。

さらに、「手を上に動かす動作」の中を見てみると、

なお、今回作成したデータベースは、研究目的に限定して公開予定である。詳細については、<http://ai-www.aist-nara.ac.jp/research/senior/gesture.html> を参照していただきたい。

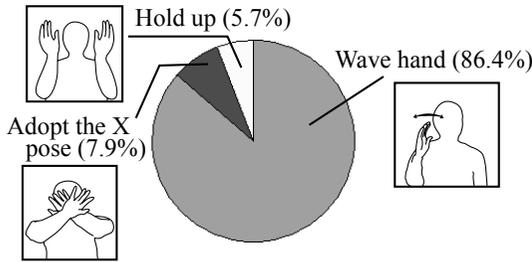


図 7 手による否定表現の分類
Fig. 7 Classification of "negation by hand."

以下のように細分される (図 6 (b)).

- 手を顔の横ぐらいの高さまで挙げる (41.8%)
- 手を頭の上ぐらいの高さまで挙げる (21.3%)
- 手をまっすぐ上に伸びるまで挙げる (17.0%)
- 手を上に動かす際に、細かく左右に振る動作が含まれる (同様に挙げる高さによって上述の 3 種に分類され、あわせて 7.7%)

このように「手を挙げる」という非常に単純なジェスチャでも、まったく自由に行ってもらうと、図 6 (a) のように 9 種類も存在することが分かる。しかも、実際に手を上方向に動かす、いわゆる「手を挙げる」という動作に合致していない人々が約 10% もいることが示された。また、単純に手を挙げるだけでなく、手を左右に振る動作を含むものが 7.7% ほどあるが、これは、認識対象に自分の挙手動作をアピールしようとして被験者が独自に行った行為であると考えられる。

3.2 手による否定動作の分類

次に、手を用いた否定表現の分類結果を示す。否定表現は、「手で否定を表現してください」という問題提示によって得られた動作で、以下の 3 通りの動作に分類された (図 7).

- 手を左右に振る動作 (86.4%)
 - 両手で x (バツ) を表現 (7.9%)
 - 両手を挙げる動作 (5.7%)
- さらに、表現方法を片手に限定したところ、
- 手を左右に振る動作 (97.1%)
 - その他 (4 種で各 0.7%、あわせて 2.8%)

となった。このように、手による否定表現は両手の使用を許容した場合でも 3 種類、片手に表現を限定しても 5 種類に分類され、ほとんど、手を左右に振る動作で占められることが分かった。

3.3 手による肯定動作の分類

「手で肯定を表現してください」という問題提示によって得られた肯定動作の分類結果を図 8 に示す。図 8 には、上位 3 種に分類されたジェスチャのみを図示す

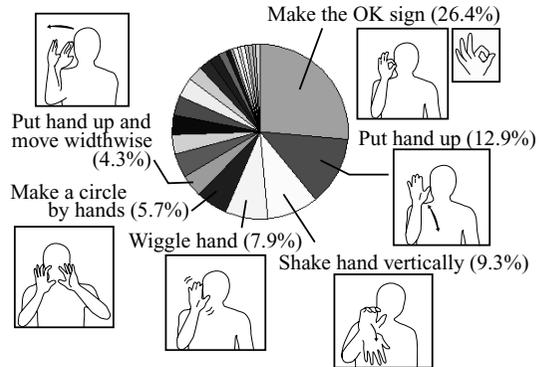


図 8 手による肯定表現の分類
Fig. 8 Classification of "affirmation by hand".

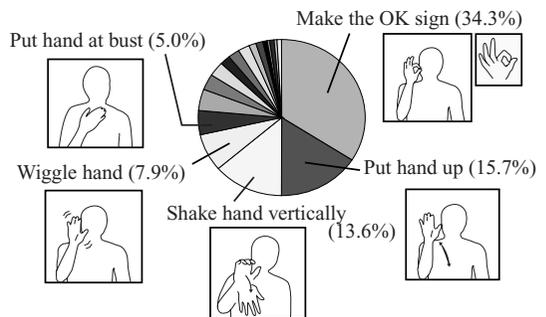


図 9 手による肯定表現の分類 (片手限定)
Fig. 9 Classification of "affirmation by hand (single-handed limitation)".

るが、肯定動作は、以下のように分類される。

- OK マークを提示する (26.4%)
- 挙手を行う (12.9%)
- 手を上下に振る (9.3%)
- 手のひらを提示し、小刻みに動かす (7.9%)
- 両手の指を使って (まる) の形をつくる (5.7%)
- その他 (各 5% 未満、計 19 種類)

ジェスチャを片手に限定した場合の分類結果を図 9 に示す。この場合も、上位 4 種に分類されたジェスチャの種別には変化がなく、それぞれ、34.3%、15.7%、13.6%、7.9% の含有率であった。

先の挙手動作、手による否定動作と比べて、表現されたジェスチャが非常に多様で、第 1 位のジェスチャでさえ 35% 未満であることが分かる。しかし、何の制約も与えなかった場合と、ジェスチャを片手に限定した場合で、ともに上位 4 種類のジェスチャがまったく同じ種別となったことは大変興味深い。

3.4 困惑表現動作の分類

困惑表現は、「相手に対して、あなたが困っているということをジェスチャで伝えてください」という問

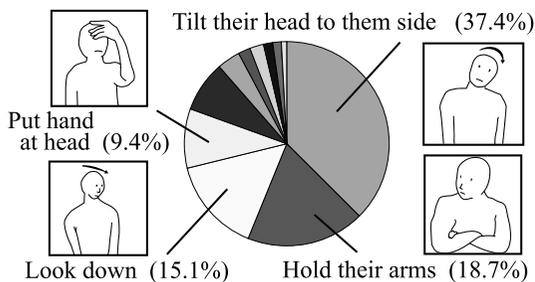


図 10 困惑表現の分類

Fig. 10 Classification of "action for embarrassment".

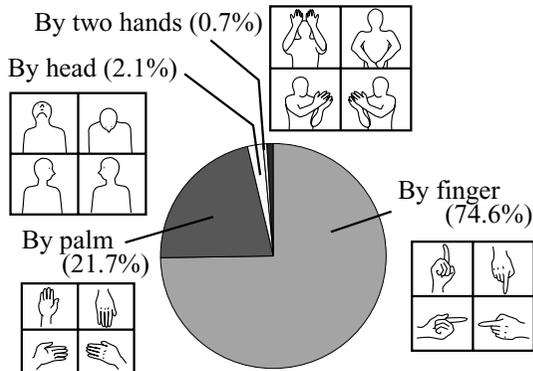


図 11 方向指示表現の分類

Fig. 11 Classification of "directional actions".

題提示によって得られた動作である．分類結果を図 10 に示す．困惑表現は、

- 首を傾げる (37.4%)
- 腕を組む (18.7%)
- うつむく (15.1%)
- 頭に手をあてる (9.4%)
- その他 (7 種)

と分類された．このように、手による肯定表現と同様に、困惑の表現動作も非常に多種多様であることが分かる．

また、図 10 に示されたように、困惑動作は、全般的に、手指などを用いた細かい動作ではなく、上半身全体の形状・動きを複合的に用いた大きな動作として表現されていることが見てとれる．

3.5 方向指示表現の分類

方向指示表現は、「上下左右の方向をジェスチャで指示してください」という問題提示により得られた動作である．方向指示表現の分類結果は以下のとおりである (図 11) ．

- 人差し指を用いて方向を指示 (74.6%)
- 手のひらを用いて方向を指示 (21.7%)
- 頭を向ける方向用いて方向を指示 (2.1%)
- 両手を用いて方向を指示 (0.7%)
- その他 (0.7%)

図 11 に示されたように、方向指示の動作は、大部分の被験者が手を用いて表現している．特に、人差し指を用いる場合と、手のひらを用いる場合という差違はあるものの、片手を用いて方向を指し示す被験者で全体の 96% 以上が占められる．

3.6 指による数指示表現の分類

数指示表現は、「指を用いて数字の 1 から 5 を表現し、相手に示してください」という問題提示により得られた動作である．指による数指示表現の分類結果を図 12 に示す．88% という大部分の被験者が、図 12 に示された Type1 のとおり、認識対象の方に手のひ

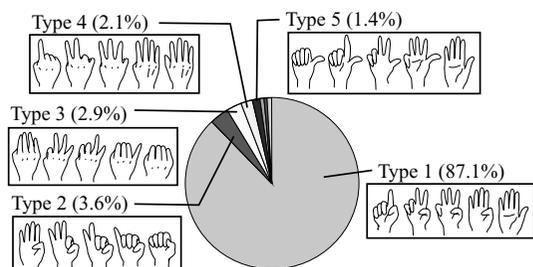


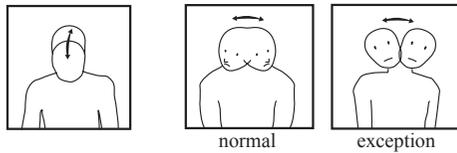
図 12 指による数指示表現の分類

Fig. 12 Classification of "numerical indications by fingers".

らに向け、指を立てていく形で 1 から 5 を表現していることが分かる．次に多かったのが図 12 の Type2 で、指を折っていく形で 1 から 5 を表現している．このように、認識対象の方に手のひらを向け数を表現する 2 つのタイプの動作で全体の 90% 以上が占められている．

一方、図 12 の Type3, Type4 のように、自分の方に手のひらを向け (結果として、対話相手の方には、手の甲側が向いている)、指で数を表現している人々が、あわせて 6% 程度 (138 人中 9 人) いることも見逃せない．これらの被験者のように、自分の方を向け数表現を行ってしまい、対話相手に向けて数の指示をする意識が薄くなってしまっている人々が存在する．これは、実験終了後のヒアリングによれば、日常において相手に指で数字を指示することがあまりなく、指で数字を表現する行為自体にあまり慣れていないため、表現という行為自体に集中するあまり、相手に指示するという事にまで意識がいかなかったためである．

また、全般的に、この指による数指示表現の収録実験は、他の動作の収録実験に比べて非常に時間がか



(a) Affirmation by head

(b) Negation by head

図 13 頭による肯定・否定表現

Fig. 13 Classification of "actions by head".

かっている。これは、他の収録動作が、手や首、上半身を動かすという、比較的大きな動作であるのに対し、この動作は、指を動かすという細かな作業をともなう動作であり、高齢者である被験者にとって、このような細かな動作を、思うとおりに行うことが困難な場合が多い、ということが同様に実験終了後のヒアリングから分かった。

3.7 頭による肯定・否定表現の分類

「頭を用いて、肯定/否定を表現してください」という問題提示により得られた動作である。まず、頭による肯定表現の分類結果を示す。頭による肯定表現では、すべての被験者が、頷く(頭を上下に振る)という動作に集約された(図 13 (a) 参照)。細かくバリエーションを見てみると、1 回だけ頷く人が 63.8%、2 回以上の方が 28.4%、体ごとお辞儀をするような感じの人が 7.8%と細分することはできるが、いずれも頭を上下に動かすという動作である。

次に、頭による否定表現の結果である。頭による否定表現では、1 人のみ例外が見られた(図 13 (b) の右図(exception)参照)が、ほぼ全員(99.3%)が、頭を左右に振るといった動作を行った(図 13 (b) の左図(normal)参照)。左右に振る回数としては、1 回の方が最も多く(76%)、続いて 2 回(20%)、3、4 回(ともに 2%ずつ)の順であった。

3.8 ジェスチャの分類のまとめ

表 4 に以上の結果をまとめた。第 1 位の含有率が高いジェスチャは、シニアの人々の間に、ジェスチャのテーマと動きの対応に関する共通のコンセンサスがあると考えられる。手挙げ、手による否定表現、頭による否定/肯定表現、指による数指示、などがこれにあたる。これらは、85%を超える人々が同種別のジェスチャを行ったものであり、シニア世代のジェスチャ・インタフェースに用いても、比較的直感的であると考えられる。

しかし、まったく自由にジェスチャを行わせた場合は、今回の実験結果のように、ジェスチャの種別に対する被験者間の差が生じることが確認できた。3.1 節でも考察したように、「手を挙げる」という動作は、

表 4 自由ジェスチャの分類結果

Table 4 Summary: classifications of free-style gestures.

ジェスチャの内容	分類数	第 1 位の含有率	85%をカバーするカテゴリ数
手挙げ	9	89.3%	1
手による否定	3	86.4%	1
手による肯定	24	26.4%	12
頭による否定	2	99.3%	1
頭による肯定	1	100%	1
困惑	11	37.4%	5
数指示	8	87.1%	1
方向指示	4	74.6%	2

90%弱の人々が共通のコンセンサスを持つ動作であるが、反面、それに合致しない動作を行う人々が 10%程度いることは、ロバストなインタフェースを設計するうえで見逃せない。

今回提示したジェスチャの内容は、どれもシンプルなもののばかりである。これは、複雑なジェスチャの組合せによるインタフェースは、そのジェスチャを覚えなければならない必要性が生じるため、シニア世代におけるインタフェースとしてあまりふさわしくないであろうとの考え方からである。しかし、このような非常にシンプルなジェスチャでさえ、ジェスチャの仕方にあまり制限を加えないと、バリエーションに富んだものになってしまうということが今回の収録実験から分かったといえる。

そこで、ロバストなジェスチャ認識を実現するためには、今回収録したジェスチャの中から、比較的直感的であると考えられるジェスチャをうまく選びだし、シニアの人々にあまり制約をかけずに、ジェスチャの種別を制限することが可能なジェスチャ・インタフェースを設計することが必要であろう。

4. おわりに

シニアに適したジェスチャ・インタフェースの開発のため、自由ジェスチャと規定ジェスチャから構成されるシニア世代 141 人の大規模なジェスチャデータの収集を行い、それを用いてシニアのジェスチャの仕方の傾向を解析した。解析の結果、シニアの世代に共通のコンセンサスのあるジェスチャがどのようなものなのかという傾向が判明した。また、指による数指示のように、指などを用いた細かな動作が向いていないということも分かった。さらに、ロバストな認識を実現するために、個々の概念の動作に関して、実現する必要があるジェスチャのカテゴリ数やその動きの特徴を知ることができた。

今後は、今回の解析結果を受け、実際の認識手段の

実現を考えていく。その過程では、今回分類したジェスチャのうち、同じカテゴリに分類されたジェスチャでも、ジェスチャの大きさ、速さ、回数などに関する個人差が見られるであろうから、その個人差も吸収する必要がある。また、自由ジェスチャと規定ジェスチャの差違に関して興味深い。動作を規定することで、例外的な動作を行う被験者数を減らすことができる。この反面、動作にぎこちなさが残ることが見てとれる。つまり、動作をある程度規定することで、ジェスチャの表出時間や大きさなどが変化することが考えられる。収録された各ジェスチャに関して、これらの観点から解析を行い、シニア世代の人々に比較的直感的で、かつ、ロバストなジェスチャ認識の実現について検討する。さらに、実現するジェスチャ認識をうまく活用して、シニア世代に適したジェスチャ入力インタフェースの設計を行っていきたい。

謝辞 データ収録実験にご協力いただいた TIS(株)、(財)イメージ情報科学研究所の皆様、ともに収録実験を行い、有益なご討論、ご助言をいただいた奈良先端科学技術大学院大学の木戸出正継教授、河野恭之助教授、松本文宏氏、データの分類・解析作業を手伝っていただいた長岡技術科学大学の木場迫正人氏に感謝する。なお、本研究の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業「シニア支援システムの開発」プロジェクトによる。

参 考 文 献

- 1) 黒川隆夫：ノンバーバルインターフェース，オーム社(1994).
- 2) Segen, J. and Kumar, S.: Simplifying human-computer interaction by using hand gestures, Look Ma, No Mouse!, *Comm. ACM*, Vol.43, No.7, pp.102-109 (2000).
- 3) 岡 隆一，西村拓一，向井利朗：しぐさで伝える，*信学会誌*，Vol.82, pp.332-339 (1999).
- 4) Segen, J. and Kumar, S.: Fast and accurate 3D gesture recognition interface, *Proc. ICPR '98*, pp.86-91 (1998).
- 5) Kass, M. and Witkn, A. and Terzopoulos, D.: Snakes: Active Contour Models, *International Journal of Computer Vision*, pp.321-331 (1988).
- 6) Cipolla, R., Okamoto, Y. and Kuno, Y.: Qualitative visual interpretation of 3D hand gestures using motion parallax, *Proc. MVA '92*, pp.477-482 (1992).
- 7) Darell, T. and Pentland, A.: Space-time gestures, *Proc. IJCAI '93* (1993).
- 8) Wexelblat, A.: An Approach to Natural Gesture in Virtual Environments, *Computer-Human Interaction*, Vol.2, No.3, pp.179-200 (1995).
- 9) 速水 悟，長谷川修，赤穂昭太郎，坂上勝彦，吉村隆，長屋茂喜，遠藤 隆，中沢正幸，坂本憲治，外川文雄，山本和彦：身振りと言話のマルチモーダルデータベース，*信学会研究会資料 PRMU97-95* (1997).
- 10) 呂，猪木：ネットワーク化手話単語映像データベースの開発，*信学技報 MVE98-91*, pp.41-47 (1999).
- 11) Marcel, S.: Online at <http://www.idiap.ch/~marcel/Databases/main.html>.
- 12) Ekman, P.: *Three Classes of nonverbal behavior*, *Aspects of Nonverbal Communication*, Swets and Zeitlinger (1980).
- 13) 沼崎俊一，土井美和子：手振りで気持ちを伝えるインタフェース—モーションプロセッサ，*情報処理*，Vol.41, No.2, pp.137-141 (2000).
- 14) 三原功雄，森下 明，梅木直子，沼崎俊一，山内康晋，土井美和子：ハンドアクションを用いた直感的な情報入力装置，第 14 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム，pp.301-304 (1998).
- 15) Numazaki, S., Morishita, A., Umeki, N., Ishikawa, M. and Doi, M.: A Kinetic and 3D Image Input Device, *Proc. CHI '98 (SUMMARY)*, pp.237-238 (1998).
- 16) 沼崎俊一，森下 明，梅木直子，土井美和子：ジェスチャ入力に適した画像入力装置の提案とその 3 次元情報検出性能の検討，*情報処理学会論文誌*，Vol.41, No.5, pp.1267-1275 (2000).
- 17) 松本文宏，河野恭之，木戸出正継，三原功雄，沼崎俊一，土井美和子：高齢者 PC 操作のための動作情報の収集と解析，第 61 回情処全大講演論文集(分冊 4)，pp.133-134 (2000).
- 18) 矢部博明，岡 隆一，速水 悟，吉村 隆，桜井茂明，野辺修一，向井理朗，山下浩生：ジェスチャー認識システム評価用ジェスチャデータベースの開発，*信学会研究会資料 IE2000-22, PRMU2000-47, MVE2000-51* (2000).

(平成 14 年 4 月 8 日受付)

(平成 14 年 10 月 7 日採録)



三原 功雄

1995年東京工業大学工学部情報工学科卒業，1997年東京工業大学大学院情報理工学研究科計算工学専攻修士課程修了．同年(株)東芝に入社．画像認識，HI入力デバイス，ノンバーバルインタフェースを中心としたヒューマンインタフェースに関する研究・開発に従事．人工知能学会全国大会優秀論文賞，ヒューマン・インタフェース・シンポジウムベストプレゼンテーション賞，電子情報通信学会学術奨励賞等受賞．ACM，電子情報通信学会，人工知能学会会員．



沼崎 俊一(正会員)

1992年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了．同年(株)東芝に入社．研究主務．画像センサ，画像解析，HI入力デバイスに関する研究・開発に従事．平成11年度神奈川発明展弁理士会会長奨励賞，電子情報通信学会学術奨励賞，Best of World PC EXPOテクノロジー部門最優秀製品等受賞．電子情報通信学会会員．



土井美和子(正会員)

東芝研究開発センターマルチメディアラボラトリー研究主幹．1979年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了．同年東京芝浦電気株式会社(現(株)東芝)総合研究所(現研究開発センター)入所．以来，「ヒューマンインタフェース」を専門分野とし，日本語ワープロ，機械翻訳，電子出版，CG，VR，ジェスチャインタフェースの研究開発に従事．総務省情報通信議会委員，電子情報通信学会評議員，企画委員，ヒューマンインタフェース学会理事，慶応義塾大学非常勤講師等．全国発明表彰発明賞，Best of World PC EXPOテクノロジー部門最優秀製品，情報処理学会 Best Author 賞等受賞．登録特許海外91件国内68件．電子情報通信学会，ヒューマンインタフェース学会，ACM各会員．工学博士．