

201446008A

厚生労働科学研究委託費

厚生労働科学研究委託事業
(障害者対策総合研究事業(障害者対策総合研究開発事業(身体・知的等障害分野)))

(委託業務題目) 重度運動機能障害者支援のためのモジュール型
非接触非拘束ジェスチャインタフェースの研究開発

平成26年度 委託業務成果報告書

業務主任者 依田 育士

平成27年3月

本報告書は、厚生労働省の厚生労働科学研究委託事業による委託業務として、独立行政法人産業技術総合研究所が実施した平成26年度「重度運動機能障害者支援のためのモジュール型非接触非拘束ジェスチャインタフェースの研究開発」の成果を取りまとめたものです。

目 次

I. 委託業務成果報告（総括）		
重度運動機能障害者支援のためのモジュール型非接触 非拘束ジェスチャインタフェースの研究開発 依田育士	-----	1
II. 委託業務成果報告（業務項目）		
1. モジュール型ジェスチャインタフェースの研究開発 「システムのプラットフォームに関わる技術開発」 依田育士	-----	7
2. モジュール型ジェスチャインタフェースの研究開発 「ユーザへの適合問題に関する検討会の実施」 依田育士	-----	11
3. 障害者データの収集と長期評価 「重度運動機能障害者支援に関わる臨床的研究開発」 中山 剛、伊藤和幸	-----	13
III. 学会等発表実績	-----	17

厚生労働科学研究委託費（障害者対策総合研究事業）

委託業務成果報告（総括）

重度運動機能障害者支援のための

モジュール型非接触非拘束ジェスチャインタフェースの研究開発

業務主任 依田 育士 独立行政法人産業技術総合研究所 主任研究員

研究要旨 汎用のキーボードやマウスではパソコン操作が困難な不特定多数の運動機能障害者に対して、文字入力までを含むより簡易なパソコン操作を実現するジェスチャインタフェースの研究開発を実施した。特に、誰でも購入可能になるような低価格でインタフェースを供給することを目的に、市販の画像距離センサを利用した非接触非拘束インタフェースを開発した。このときに最も重要な点は、多種多様な人々に対して、個々に簡易に、かつ低コストでカスタマイズする技術を実現することである。そのために、多種多様な障害者の動きを収集し、随意運動ができる体の部位を基に類型化を行い、モジュール化された認識エンジンを開発した。そして、既存の重度運動機能障害者ジェスチャのデータベースに追加する形でジェスチャを収集し、部位別データの分類を再度行った。運動機能レベルや不随意運動のレベルが異なる3名の被験者に関して、長期的な評価実験を実施し、長期適合に関する基礎的な知見を得た。

A. 研究目的

痙性や不随意運動、あるいは上肢の可動域制限等や筋力低下により、既存インタフェースを使うことができない重度の運動機能障害者にとっては、使用可能なインタフェースが存在しない、または極端に限られ、特別にカスタマイズしたスイッチ形式のインタフェースしか利用できずに、簡易にパソコン操作をすることができないという問題がある[4]。また、日常生活においても、テレビやエアコンに代表される家電類の細かい操作も、介助者に依頼して操作してもらっているという現実があり、簡易なPC操作や、家電類の操作等が自由に出来るような環境を手に入れることは、充実した生活を送る上で本当に重要である。しかし、単純なスイッチしか使えない人々にとって、これらの細かい操作は難しく、さらに病状の進行や加齢等に伴う身体状況の変化による本人の動きの変化に対応するためのコストが大きい。

そこで本研究では、汎用のキーボードやマウスではパソコン操作が困難な不特定多数の運動機能障害者に対して、より簡易なパソコン操作や家電操作等を実現するジェスチャインタフェースの研究開発を行った。特に、誰でも購入可能になるような低価格でインタフェースを供給することを目的に、市販の画像距離セン

サを利用した非接触非拘束インタフェースを開発した。

このときに最も重要となるのは、多種多様な人々に対して、個々に簡易に、かつ低コストでカスタマイズする技術を実現することである。そのために、多種多様な障害者の動きを収集し、随意運動ができる体の部位を基に類型化を行い、モジュール化された認識エンジンの開発を実施してきた[1]。そして、この成果を利用して、基礎的な長期実験を実施した。その長期実験のフレームワークや実験手法、具体的な実験状況について述べる。

なお、障害保健福祉施策においては、障害者とその障害種別を問わず、地域社会で共生できることを目的として、総合的な支援が推進されている。本研究開発では、現状で適合するインタフェースが存在しない重度の身体障害者を対象として、本人に自律的に適合するインタフェースを開発する先進的・実践的な研究に取り組むものである。

B. 研究方法

重度障害者支援プロジェクトの一環として、電動車いすの操作が不可能な重度な脳性麻痺者を対象に、頭部ジェスチャによるインタフェースの開発を行った[3]。このプロジェクトにお

いては、不随意運動が強く利用可能なインタフェースが存在しない重度運動機能障害者に必要なインタフェースを提供するために、ハイエンド技術の応用を行った。一方で障害者の現実的な機器の利用方法から乖離しないために、実際の臨床を最重視して研究を行った。その結果、安全な公園内においては、ユーザーの自立した走行を実現するという目標を達成した。

しかし、一方で問題点として、独自で開発した距離画像をリアルタイムで生成するハードウェアであるステレオビジョンセンサが高価である点、また、多種多様な個々の障害者に対して適合させるためのコストが高いという2つの大きな問題が残った。

前者の問題に関しては、屋内に限定すれば、パターン投影法によるアクティブ方式を用いた市販の距離画像センサ群[5-7]の出現により、一般の障害者が無理なく手に入れられる2万円程度の安価な価格が実現した。直射日光不可、近距離という限定条件下であれば、実用可能な精度のコンシューマー向けデバイスが初めて供給可能となった。そこで、もう1つの適合問題を解決すれば、多種多様な障害者が切実に望んでいるインタフェースを供給することが可能になってくる。屋内限定であれば、残る問題は各障害者に対する適合問題を解くことである。

そこで、多種多様な障害者の動きを収集し、随意運動ができる体の部位を基に類型化を行い、モジュール化された認識エンジンの開発を実施してきた研究成果[1]を継続する形で、障害者らのジェスチャの収集を行った。同時に、そのモジュール化された認識エンジンを利用して、3名の被験者の長期実験を実施した。これは、長期的なデータを取得しながらも、アジャイルに認識エンジンのモジュールやシステムの改良を行う手法[2]を用いながら実施した。

C. 研究結果

C.1. 部位別データの収集と分類

国立障害者リハビリテーションセンター、協力して頂ける障害者団体などで、様々な障害者がインタフェースのために希望する随意のジェスチャを距離画像センサによって収集した。これらの対象者は痙性、痙直あるいは不随意運動があったり、四肢に麻痺があったりする重度の運動機能障害者である。すなわち、随意的な動きができる部位を持っていても、常時、痙攣や

不随意運動に邪魔されて、既存のスイッチ類などの利用が困難であったり、随意的に動かせる身体部位がかなり限定されていたりする運動機能障害者である。これら重度の四肢麻痺者を対象とし、障害者が使いたいジェスチャを距離画像センサによって収集した。

対象者は汎用のキーボードやマウス等の利用が非常に困難な人を基本対象とした。そこで、入力のためのジェスチャをする対象部位は以下のものとした。

- ・ 手腕（腕、肘、前腕、手、指）
- ・ 頭部（頭部全体の動き、舌の出し入れ、目）
- ・ 脚部の動作（足の大きな動作）
- ・ 肩

利用者である障害者本人とその介助者の意見を十分に聞きながら、これらの部位を利用したジェスチャを約2年程度の間、現時点で合計36名から採取した。また、各被験者に関して、それぞれ可能性がある複数部位のジェスチャを採取したため、部位としては合計125部位の動きについて取得を行った。

なお、本研究は産業技術総合研究所人間工学実験委員会、ならびに国立障害者リハビリテーションセンター倫理審査委員会の承認のもと、被験者に十分な説明を行った後、同意を得て実施した。

これら収集した障害者の3次元的な動きを距離画像から認識することを前提に分類しながら体系化を行った。体系化とは、基本的には同じような動きであり、1つのベースとなる認識モジュールによって認識可能となるジェスチャに分類することを意味する。すなわち、集めたデータを基に、各部位を認識するモジュールを作成することを前提に実施した。本提案は移動を伴わない、屋内静的環境下でのパソコン操作等[2]を主眼とするので、高精度な距離画像が与えられれば、計算負荷が大きい高度な対象モデルや画像特徴を用いることなく、対象部位を精度高く切り出すことが可能なはずである。その結果を表1に示した。

今回収集した36名のデータからは、「手腕」：3種、「頭部」：3種、「脚部」：2種、「肩」：1種の分類を行った。これらは、基本的にカメラ位置を、被験者の邪魔にならないようにしながらも、認識するために都合のいいように設置することで、1つのモデルで認識することが可能であることを前提に分類を行っている。また、その他に分類されたものは、部位は上述の4種に

含まれるものであっても、動き方が明らかに異なり同じものに分類しにくい場合、あるいは「耳」のように明らかに違う部位等である。

表1 分類されたジェスチャ

手腕	1本の指の動き	17
	手首の動き	12
	腕の振り	16
頭部	頭部全体の動き	19
	舌の出し入れ	15
	目線の動きや大きな瞬き	17
脚部	片足の膝下の蹴り	3
	膝の開閉	5
肩	上下と前後の動き	7
その他		17
合計部位数		125

C.2. 部位別認識モジュールの開発

前節のように収集・分類したデータに対して、特に初期設定など手動で調整し、基本的には1つの認識モジュールで複数の被験者に対応可能になることを前提に部位別認識モジュールの試作を行った。現時点までに一定の試作を行った部位を以下に示した。

- ・指ジェスチャ認識モジュール
- ・腕ジェスチャ認識モジュール
- ・頭部ジェスチャ認識モジュール
- ・舌ジェスチャ認識モジュール
- ・膝ジェスチャ認識モジュール
- ・単純な動き認識モジュール

今回の研究開発においては、最後に示した単純な動き認識モジュールを新たに中心的に開発した。

C.3. 随意と不随意運動の大きさによる戦略

実際の障害者のデータを集めるにつれて、基本的に対応すべき障害者は大きく以下0~3の4種に分類されることが見えてきた。

- 0: 不随意運動は小さい、またはほぼなく、随意的動きも大きい人、つまり健常者に最も近い人。
- 1: 不随意運動は小さい、またはほぼないが、随意的動きが小さい人。
- 2: 不随意運動は大きい、随意的動きもはっきりしている人。
- 3: 不随意運動は大きく、随意的運動は小さい最も認識が困難な人。

処理の戦略として、1番目と、2、3番目では大きく異なる。

具体的には、1番目の方々は、そもそもご自身が動けないので、最初に認識すべき部位を精密に特定してしまえば、その後は見るべき場所は動かない。その場所での細かな動きを見ることになる。

一方、2、3番目の方々は、まず、認識すべき場所が動くので、対象部位の切り出しとトラッキングが重要になり、随意部分の動き認識は次の段階の処理となる。

特に1番目のタイプの被験者に関しては、体の部位をベースとしてモデルを作ることなく、対象部位を精密に切り出し、その動き方を学習する手法の方が、幅広い対象者に対して、低コストで適応できるのではないかと考えている。

C.4. 長期実証実験のフレームワーク

現在までのところ、多数の障害者の部位別データを収集・分類し、それに対応するような個別の認識モジュールの開発を行ってきた。今後も、データ収集と分類を継続するが、これから最重要になるのは、個人への適応手法の開発である。これは、初期の個人適応と長期的な細かな変動に対する適応との両方が含まれる。長期的には、これらが、介助者だけの手伝いで、半自動で実行されることが目標となる。そこで、これらの初期と長期変動への適応手法を開発するために、以下のような3つのフェーズを持つ実験手法を考案した。

フェーズ1: 基礎データの収集

個人への初期適応のために、最初は2週間程度、毎日被験者が希望するデータを録画する。この時点では、個人適応の自動化を目標とするが、現段階ではまずは毎日、車いすや、ベッド上での位置などが微妙に異なるデータを多数集めることを目的とした。そして、それら収集したデータに関して、開発してきた認識モジュールを適用し各種パラメータを学習する。

フェーズ2: 認識機能付き教師データの収集

基本的な認識モジュールの個人適応を終了した次の段階として、認識機能を持った録画システムを動作させ、半教師信号付きデータの収集を行う。具体的には、一般的な音楽ゲーム(代表例は「太鼓の達人」)を操作してもらい音楽ゲームを楽しみながら認識性能の評価を行うとともに、追加データの収集を行う。

また、この手法はリズムを打つことが予想さ

れる時間がある程度の時間枠で想定されるので 100%確実とはならないが、一定の確率以上の教師信号の取得になると考えている。このようなデータ取得を約 2 週間程度実施する。そして、さらに認識性能を高めるような各種パラメータを含め適応的な処理を実施する。

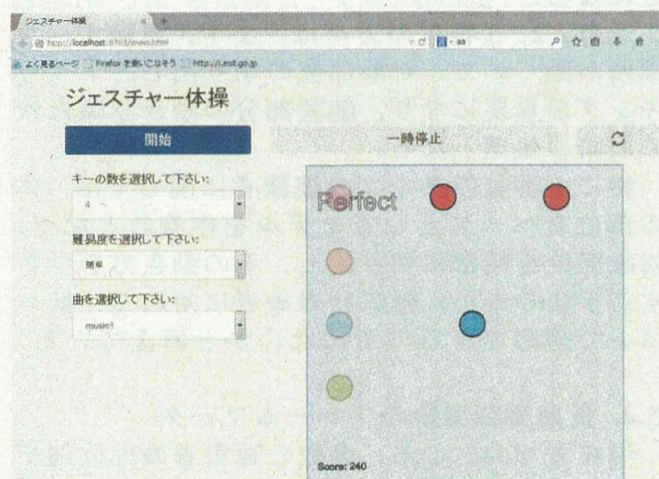


図 1 ジェスチャー体操の画面

図 1 にジェスチャー体操に用いた WEB アプリの画面を示した。基本的な構造は、打楽器としてリズムを取る音楽ゲームと同じ構造になっている。パートは最大 4 カ所のジェスチャーにまで対応できるように設計した。各パートをユーザーが望むジェスチャーに対応付けして、その動きで操作する。

フェーズ 3：リモコンやアプリの操作実験

日々のカメラと被験者との相対位置との変動、日々の被験者の動きの変動を含むデータを基に、さらに認識性能を高めた上で、実アプリの実証実験を行う。内容はよく利用する、テレビやエアコンのリモコン操作、また PC のアプリケーション操作とする。前者のリモコン操作は、介助者へ依頼する場合も操作は簡単だが日常の利用回数が多く負担が大きく、本人が楽にできることが最も望まれる操作の 1 つと考えている。

後者は、スイッチボタンや口を用いたスティックなどでは、チャンネル数が不足し、操作ができない、あるいはかなり困難な対象を操作できるようにすることを目標として行う。

C.5. 実験結果

今回は、実際の重度運動機能障害者 3 名の方を対象に、長期実験を開始している。3 名の対象部位、対象部位の運動機能程度、不随意運動の程度は全て異なる対象者となっている。

C.5.1 不随意運動が少ない複数個所の被験者

今回の実験対象の中心となる被験者は、不随意運動は小さく、同時に体の部位を動かせる範囲も小さい人となっている。その認識の状況を図 2 に示した。

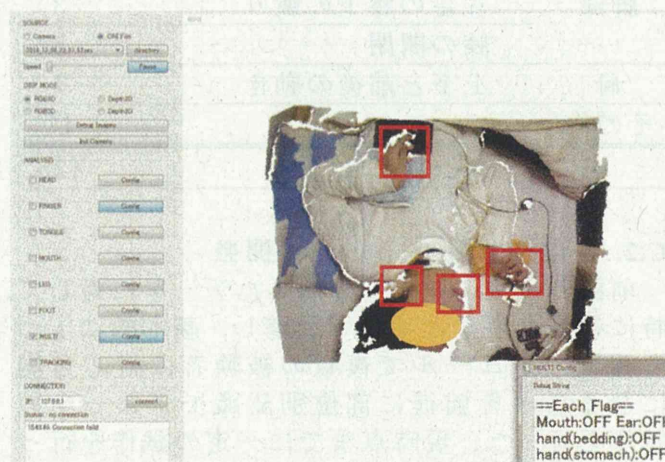


図 2 被験者 1 の認識

4 箇所（口の口角、耳、左右の手の指）の認識対象を赤の矩形で示した。口の口角を動かす特定の動き、耳の動き、左右の手の指の動きを個別にモニタリングしている。この中から 2 部位をジェスチャー体操に割り当てて操作してもらった。音楽ゲームとして本人の操作状況は 9 割以上の操作が実現できている。

図の中に見えるケーブルは現在、指を使って利用しているワンスイッチデバイスと、トラックボールを利用するためのものである。現状のユーザーは左右の指の 2 チャンネルがインタフェースとして利用可能であるが、距離カメラで後半範囲を捉えることで、4 チャンネルの操作が可能になると考えている。本システムが有効に働く事例と捉えて実験を進めた。そして最終的なフェーズ 3 の段階まで到達し、テトリスのゲームを 3 チャンネルで利用可能になった。

C.5.2. 一般的な頭部動作の被験者

高位の頸髄損傷者で、電動車いすの操作は可能ではあるが、各種リモコンスイッチ、PC 操作などは介助者の補助が必要となる被験者を対象とした。認識対象とする部位は、頭部動作

となっている。不随意運動はほぼなく、頭部動作も健常者と比較すると可動領域は少なくなるものの、認識の難易度は高くない被験者となっている。顔向き推定だけであれば、既に各種2次元の認識エンジンは利用可能な状況になっているが、ここでは距離画像を使い、顔向き推定だけでなく、他の上半身部位との組み合わせを可能にすることで、動きの大きさが左右、上下で異なるユーザーに対しても適応することを目的に実験を行っている。

現在はフェーズ2の段階で実験を継続している。ユーザーの希望により、正面→右向き→正面、正面→左向き→正面、正面→下向き→正面のジェスチャを3チャンネルに割り当てて実験を行っている。フェーズ3では、現在は介助者に依頼している、エアコンとテレビ操作をこれらジェスチャに割り当てる予定である。

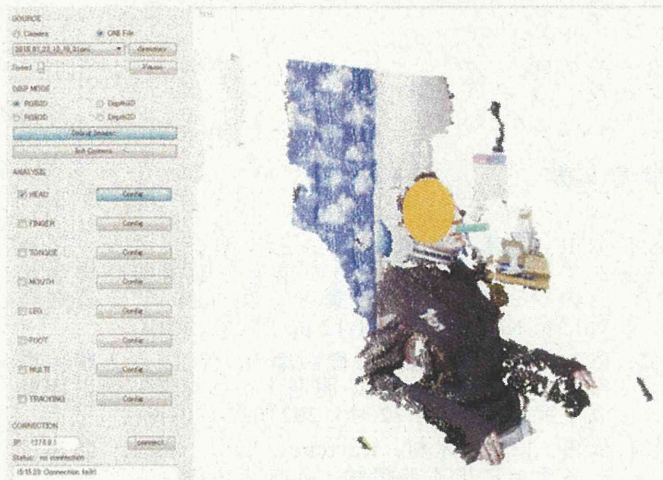


図3 被験者2の認識

C.5.3. 不随意運動が多い指認識の被験者

不随意運動が大きく、かつ認識対象の動きが小さいという最も難易度の高い脳性麻痺の被験者を対象とした。随意に動かせるのが片手の中指のみで、かつ、腕全体の不随意運動が大きく、手の位置が定まらないので、常に手の位置をトラッキングしなければならない。さらに、手の位置が定まらないので、手先の向きが右向き、左向き、前向きのどのような状態でも認識できなければならない（指先が写らない状況は認識できない場合として除外する）。

実際の認識時の様子を図4に示した。赤の矩形で囲った部分が、認識対象となっている部分である。距離画像の解像度、並びに不随意運動の激しさから、対象の指には色つきのサックをはめる設定した。

被験者は過去にも実験協力をして頂いた実績[3]があり、実験はフェーズ2の段階から開始した。対象の指が半分以上見えない場合を除いては、何とか実用に耐えうる認識率を目指して実験を進めている。



図4 被験者3の認識

D. 考察

不随意運動の多寡、まだ認識対象の動きの大きさが違う被験者を選んで並行的に実験を進めている。対象となる部位の収集を積み重ねる中で、C.3で示したように随意と不随意の運動の大きさによる処理戦略の違いが明らかになってきた。

被験者1は、不随意運動が少なく、かつ随意的動きが小さい典型例であった。このタイプのユーザーは、初期設定ができれば、運動の検出そのものは難しくないが、検出過剰の方が問題になる場合が多いことが分かってきた。また、ジェスチャを類型化して体の部位別にモデルを作れることを前提としたが、モデルを持たない手法で、より低コストに適応が可能ではないかと考えるきっかけともなった。

一方、被験者3は、不随意運動は大きく、随意的動きは小さい最も認識が困難な人の典型例である。ただし、一方で、距離画像を使うことでのみ、認識可能なユーザーである。このユーザーの事例では、マーカーを装着することで、実現可能になると考えている。

E. 結論

多種多様な障害者に対して、低コストで非接触非拘束センサを適合させるために、現実的な対象となる障害者の多種多様な動きを3次元情報として集め類型化を進めながら、同時に認識モジュールの長期実験を目的に研究開発を進めた。現時点は、まだ中間段階ではあるが、第一段階の目的であるデータ収集に関しては、36名からデータを収集し、125部位のデータを取得した。この障害者の随意運動が可能な部位データに関して、手腕（指、手首、前腕）、頭部（頭部の振り、舌の出し入れ、目）、脚部（膝下の振り、膝の開閉）、肩という合計9種の動きに類型化を行った。

さらに、各部位に対して作られた認識モジュールを利用して、3人の被験者に長期実験を実施した。3段階のフェーズに分けて、各フェーズ1ヶ月程度を目安に実験を進行させている。複数の被験者に対して長期的な実験を行いながら、全体のフレームワーク、並びに各認識モジュールの内容を考察しながら進めている。

現在の被験者は36名、対象部位は125箇所であるが、今後も収集を継続し、被験者は50名、対象部位は200カ所程度まで収集を進める予定である。その中で、特に各被験者に適合させるためのコストをいかに少なくするかを最大の目的に、認識モジュールの開発を継続する。また、認識機構としても、各個人への初期適応、ならびに短期、長期の個人の変動に対する適応的な手法の開発に向けて研究を継続する。

F. 健康危険情報

データの収集、長期実験ともに問題等は一切発生しなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

- [I] 依田育士, 伊藤和幸, 中山 剛: "モジュール型ジェスチャインタフェース開発のための重度運動機能障害者の基礎的長期実験," 信学技報, WIT2014-93, pp.45-50, 2015.3.
- [II] Ikushi Yoda, Kazuyuki Itoh, and Tsuyoshi Nakayama: "Collection and Classification of Gestures from People with Severe Motor Dysfunction for Developing Modular Gesture Interface," Lecture note in Computer Science (LNCS) HCI International 2015, 2015.8 (in printing).

2. 学会発表

- [I] "依田育士, 伊藤和幸, 中山 剛: "モジュール型ジェスチャインタフェース開発のための重度運動機能障害者の基礎的長期実験," 電子情報通信学会福祉情報工学研究, H27.3.13 発表 (口頭)
- [II] Ikushi Yoda, Kazuyuki Itoh, and Tsuyoshi Nakayama: "Collection and Classification of Gestures from People with Severe Motor Dysfunction for Developing Modular Gesture Interface," 17th International Conference on Human-Computer Interaction, Los Angeles, CA, USA, 2015.8.5 (Oral presentation)

H. 知的財産権の出願・登録状況

- 1. 特許取得
発明の名称: ジェスチャ認識装置, システム及びそのプログラム
出願番号: 特願 2015-54334 号
出願日: 2015年3月18日
- 2. 実用新案登録
なし
- 3. その他
なし

参考文献

- [1] 依田, 伊藤, 中山: モジュール型ジェスチャインタフェース開発のための重度運動機能障害者からのジェスチャの収集と分類; HI 学会研究会 Vol.16, No.2, SIG-ACI-12 pp.23-28 (2014).
- [2] 依田, 中山, 伊藤: 画像距離センサによる脳性麻痺者インタフェースの開発; 立石科学技術財団助成研究成果集(第22号), 2021025 (2013).
- [3] 依田, 田中, 木村, Raytchev, 坂上, 井上: 頭部ジェスチャによる非接触・非拘束電動車いす操作インタフェース; 信学論 Vol. J91-D, No.9 (2008).
- [4] 厚生労働省社会・援護局: "身体障害児・者実態調査結果 平成18年", 厚生労働統計協会, (2006).
- [5] http://www.asus.com/Multimedia/Xtion_PRO/
- [6] http://www.asus.com/Multimedia/Xtion_PRO_LIVE/
- [7] <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>

厚生労働科学研究委託費（障害者対策総合研究事業）

委託業務成果報告（業務項目）

モジュール型ジェスチャインタフェースの研究開発

「システムのプラットフォームに関わる技術開発」

担当責任者 依田 育士 独立行政法人産業技術総合研究所 主任研究員

研究要旨 汎用のキーボードやマウスではパソコン操作が困難な不特定多数の運動機能障害者に対して、誰でも購入可能になるような低価格でインタフェースを供給することを目的に、市販の画像距離センサを利用した非接触非拘束インタフェースを開発する。この際に、ジェスチャ認識に用いる部位が違うにもかかわらず、共通したシステムのプラットフォームを開発し、そのための開発コストや、実施コストを抑える必要がある。そのために、モジュール化された認識エンジンを使いやすくなるようなシステムプラットフォームに関して研究開発を行った。

A. 研究目的

汎用のキーボードやマウスではパソコン操作が困難な不特定多数の運動機能障害者に対して、より簡易なパソコン操作や家電操作等を実現するジェスチャインタフェースの研究開発を行う。特に、誰でも購入可能になるような低価格でインタフェースを供給することを目的に、市販の画像距離センサを利用した非接触非拘束インタフェースを開発する。

この研究開発の過程において、モジュール型ジェスチャの認識エンジンを開発する。これは対象部位の違いにより、それぞれに合った認識エンジンを開発する必要があるからである。また、これらのシステム開発は同時並行的に実施されるため、その複数の認識エンジンを複数の研究開発者が同時に開発できるような環境を構築する必要がある。また、この複数認識エンジンの受け皿となる使いやすいプラットフォームの開発も必要である。これらシステムに関わるプラットフォームに関する技術開発を行う。

B. 研究方法

重度障害者支援プロジェクトの一環として、電動車いすの操作が不可能な重度な脳性麻痺者を対象に、システムのプラットフォームとしての開発環境において頭部ジェスチャによるインタフェースの開発を実施した。このプロジェクトにおいては、不随運動が強く利用可能なインタフェースが存在しない重度運動機能障害

者に必要なインタフェースを提供するために、ハイエンド技術の応用を行った。一方で障害者の現実的な機器の利用方法から乖離しないために、実際の臨床を最重視して研究を行った。その結果、安全な公園内においては、ユーザーの自立した走行を実現するという目標を達成した。

しかし、一方で問題点として、独自で開発した距離画像をリアルタイムで生成するハードウェアであるステレオビジョンセンサが高価である点、また、多種多様な個々の障害者に対して適合させるためのコストが高いという2つの大きな問題が残った。

前者の問題に関しては、屋内に限定すれば、パターン投影法によるアクティブ方式を用いた市販の距離画像センサ群の出現により、一般の障害者が無理なく手に入れられる2万円程度の安価な価格が実現した。直射日光不可、近距離という限定条件下であれば、実用可能な精度のコンシューマー向けデバイスが初めて供給可能となった。そこで、もう1つの適合問題を解決すれば、多種多様な障害者が切実に望んでいるインタフェースを供給することが可能になってくる。屋内限定であれば、残る問題は各障害者に対する適合問題を解くことである。

そこで、認識対象部位が移動してしまったり、歪直してしまったりすることで、介助者など慣れた人が見れば理解できるジェスチャにもかかわらず、既存の機器では対応することが困難

な障害者に対して、「画像距離センサによる脳性麻痺者インタフェースの開発」を実施した。「人間と機械の調和を促進する」テーマのもと、1年間という研究期間を考慮して、既存インタフェースの利用困難な典型的な脳性麻痺者1名を対象としたアジャイルな開発を行い、主に指の動作を中心に、さらに首振りと口の開け閉めに関してユーザー1名に特化した研究開発を行った。

C. 研究結果

C.1 部位別認識モジュールの開発

収集・分類したデータに対して、特に初期設定など手動で調整し、基本的に1つの認識モジュールで複数の被験者に対応可能になることを前提に部位別認識モジュールの試作を行った。これらは、複数のプログラム開発者が同時並行的な環境において、開発を実施した。現時点までに試作を行った部位を以下に示した。

指ジェスチャ認識モジュール

1本の指の折り曲げを認識するモジュールとして、対象とする指に色つきの指サック（カラー手袋の指1本部分と同等品）をつけて、以下の仕様とした。

- ・1本の指が曲がった状態か否かの判定
- ・指サックを利用して5本の指のどれでも可能
- ・指サックは赤・緑・青の三色から選択

腕ジェスチャ認識モジュール

肘から先の前腕の全体の振りを認識モジュールとして以下の仕様とした。

- ・画角内に前腕が十分に収まる認識に都合のいい位置にカメラを設定
- ・片手の前腕を大きく振った否かの判定

頭部ジェスチャ認識モジュール

鼻を中心とした頭部領域の距離画像から法線方向を求め、顔の向きを常時計測するモジュールとした。そして、ユーザーの希望する動き方をスイッチとして割り当てる仕様とした。

- ・設定する特定の向きに顔を向けたときにスイッチとして動作
- ・正面から右を向いて、また正面に戻るなどユーザーの希望するジェスチャとイベント等に設定

舌ジェスチャ認識モジュール

舌ジェスチャ認識は、単純に舌を意図して出しているか否かの判断を行い、その舌を出している時間が一定時間を超えたときにスイッチをONとする仕様とした。

膝ジェスチャ認識モジュール

指、頭部、舌ジェスチャに関しては、全てが同時に実行可能な、カメラ設定であったが、膝（脚部）の認識に関して、膝を中心に映るように、アームを使ってカメラをディスプレイよりも高く設置し、見下ろすような配置とした。

単純な動き認識モジュール

部位別な分類（モデル化）が難しい対象に対しては、対象部位を距離情報（形状情報）でできるだけ精密に切り取り、その上でその部分の動き方（フレーム間差分をベースとする単純な特徴）を学習して認識する手法を開発している。

C.2. 全体のプラットフォームの開発

開発した認識モジュールを統合するシステムのメニューを図1に示した。開発した認識モジュールが組み込まれており、それを最初を選択する構成になっている。また、それ以降の挙動は、可能な限り共通した手法で取り扱えるように開発した。また、認識モジュールの追加、削除の容易になるようなプラットフォームとして開発した。

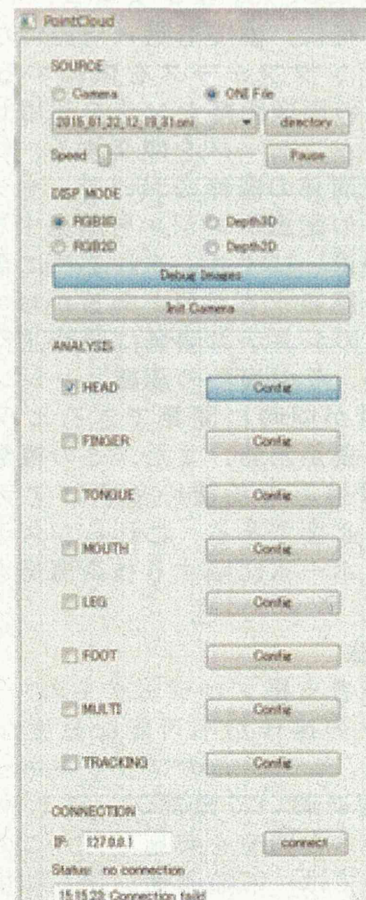


図1 システムメニュー画面

C.3. 教師信号獲得モジュールの開発

本人が意図した随意のジェスチャであることを自動的に判定しながらデータを録画するために、音楽ゲームのWEBアプリを開発した。目的は、一般的な音楽ゲーム（代表例は「太鼓の達人」）を操作してもらい音楽ゲームを楽しみながら認識性能の評価を行うとともに、追加データの収集を行うためである。

また、この手法はリズムを打つことが予想される時間がある程度の時間枠で想定されるので100%確実とはならないが、一定の確率以上の教師信号の取得となり得る。

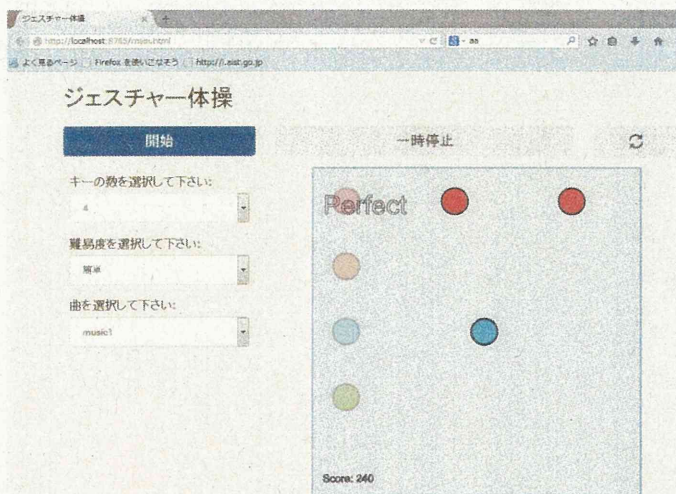


図2 ジェスチャー体操の画面

図2にジェスチャー体操用に開発したWEBアプリの画面を示した。基本的な構造は、打楽器としてリズムを取る音楽ゲームと同じ構造になっている。パートは最大4カ所のジェスチャにまで対応できるように設計した。各パートをユーザーが望むジェスチャに対応付けして、その動きで操作する。

D. 考察

同時並行開発が可能な仕組みとして認識モジュールを、またその受け皿となるプラットフォームを開発した。現在の設計は問題ないと考えているが、今後、さらに自動的な初期学習、また、追加学習が進んだときどのような設計をするかは大きな課題となる。しかし、現時点では、初期学習、追加学習ともに開発過程にあり、その開発を進めると同時に、全体の開発自身も進める形式になることが予想される。

E. 結論

多種多様な障害者に対して、低コストで非接触非拘束センサを適合させるために、類型化されたジェスチャに対する認識モジュールの同時並行的な開発を進めた。

同時に、その受け皿となるプラットフォームに関する開発も、各認識モジュールを共通利用可になるような仕組みに考慮し、また、追加・変更が容易になることも考慮しながら、その開発を同時に進めた。

さらに、今までなかったジェスチャに対する教師信号を自動的に付ける方法を実装するために、その仕組みをWEBアプリとして実装する開発も行った。

今後は、実際の長期離礁データを詳細に分析した上で、特にユーザーとのインターフェースの改良から開発を進めることを予定している。

G. 研究発表

1. 論文発表

- [1] 依田育士、伊藤和幸、中山 剛: "モジュール型ジェスチャインタフェース開発のための重度運動機能障害者の基礎的長期実験," 信学技報, WIT2014-93, pp.45-50, 2015.3.
- [2] Ikushi Yoda, Kazuyuki Itoh, and Tsuyoshi Nakayama: "Collection and Classification of Gestures from People with Severe Motor Dysfunction for Developing Modular Gesture Interface," Lecture note in Computer Science (LNCS) HCI International 2015, 2015.8 (in press).

2. 学会発表

- [1] "依田育士、伊藤和幸、中山 剛:"モジュール型ジェスチャインタフェース開発のための重度運動機能障害者の基礎的長期実験," 電子情報通信学会福祉情報工学研究, H27.3.13 発表(口頭)
- [2] Ikushi Yoda, Kazuyuki Itoh, and Tsuyoshi Nakayama: "Collection and Classification of Gestures from People with Severe Motor Dysfunction for Developing Modular Gesture Interface," 17th International Conference on Human-Computer Interaction, Los Angeles, CA, USA, 2015.8.5 (Oral presentation)

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
発明の名称: ジェスチャ認識装置, システム及びそのプログラム
出願番号: 特願 2015-54334 号
出願日: 2015年3月18日
2. 実用新案登録
なし

3. その他 なし

（署名）

（捺印）

（以下、重複して印刷されたと思われる文字列が複数行にわたって表示されています。内容はほとんど illegible ですが、一部は「...」や「...」などの記号や単語の断片が確認できます。）

（署名）

（捺印）

（以下、重複して印刷されたと思われる文字列が複数行にわたって表示されています。内容はほとんど illegible ですが、一部は「...」や「...」などの記号や単語の断片が確認できます。）

（署名）

（捺印）

（以下、重複して印刷されたと思われる文字列が複数行にわたって表示されています。内容はほとんど illegible ですが、一部は「...」や「...」などの記号や単語の断片が確認できます。）

（署名）

（捺印）

（以下、重複して印刷されたと思われる文字列が複数行にわたって表示されています。内容はほとんど illegible ですが、一部は「...」や「...」などの記号や単語の断片が確認できます。）

（署名）

（捺印）

厚生労働科学研究委託費（障害者対策総合研究事業）

委託業務成果報告（業務項目）

モジュール型ジェスチャインタフェースの研究開発

「ユーザへの適合問題に関する検討会の実施」

担当責任者 依田 育士 独立行政法人産業技術総合研究所 主任研究員

研究要旨 不特定多数の運動機能障害者に対して、個々のユーザに対して如何に少ないコストで適応させるかについて、関係者一同が集まって検討会を継続的に実施した。具体的には、研究開始時には skype を利用して産業技術総合研究所と国立リハビリテーションセンター研究所間を繋いで、その実験方法や適合方法について議論した。また実験開始後は、3人の長期評価者宅を訪問して実施した実験前後に、実験補助に参加した理学療法士・作業療法士の学生も交えて、ユーザへの適合問題について検討会を随時実施した。

A. 研究目的

本研究では、汎用のキーボードやマウスではパソコン操作が困難な不特定多数の運動機能障害者に対して、より簡易なパソコン操作や家電操作等を実現するジェスチャインタフェースの研究開発を行う。このときに最も重要となるのは、多種多様な人々に対して、個々に簡易に、かつ低コストでカスタマイズする技術を実現することである。そのために、3名の被験者に対して、各個人に最も適合するモジュール化された認識エンジンを適用し、基礎的な長期実験を実施する。その際に、常に複数人で被験者を観察し、適合問題に対する本質的な問題点、今後の長期実験のフレームワークや実験手法などについて検討することを目的とした。

能ではあるが、各種リモコンスイッチ、PC操作などは介助者の補助が必要となる被験者。この被験者の認識対象とする部位は、頭部動作とした。不随意運動はほぼなく、頭部動作も健常者と比較すると可動領域は少なくなるものの、認識の難易度は高くなく、健常者に最も近い動きとなっている。

被験者3：不随意運動が多い指認識

不随意運動が大きく、かつ認識対象の動きが小さいという最も難易度の高い脳性麻痺の被験者。随意に動かせるのが片手の中指のみで、かつ、腕全体の不随意運動が大きく、手の位置が定まらないので、常に手の位置をトラッキングしなければならない。最も難易度が高い被験者への対応を検討する。

B. 研究方法

3名の被験者に対して長期評価(3ヶ月程度)することを目的に、その実験方法を検討し確定した。また、実験開始後、被験者宅でのデータ収集や実験前後に継続的な方法論を議論し、検討した上でまとめた。

被験者1：不随意運動が少ない複数個所

不随意運動は小さく、同時に体の部位を動かせる範囲も小さい被験者。最大の特徴は、両指を使った2チャンネルまでのスイッチ入力をしている被験者に対して、4入力まで可能にする構成を1台の距離カメラで作る点にあった。

被験者2：一般的な頭部動作

高位の頸髄損傷者で、電動車いすの操作は可

C. 研究結果

実際の検討会を以下のように実施した。

2014/

11/10 被験者3の実験準備のために訪問し、訪問前後に2回検討会を実施

11/28 被験者1の実験開始のための訪問前に検討会を実施

12/22 skypeを利用して、2研究所間で検討会を実施

2015/

1/8 被験者2の実験開始のための訪問前に検討会を実施

1/16 被験者1のフェーズ2への移行するための訪問前に検討会を実施

2/17 被験者 3 の実験開始のための訪問前に 検討会を実施

初期の検討内容としては、実際の被験者を対象とした長期実験の方法論や注意事項、さらにフェーズ 1, 2, 3 への移行方法、また、実際の実験内容など多岐にわたった。

D. 考察

検討会の初期段階においては、不随意運動の多寡、また認識対象の動きの大きさが違う被験者を選んで並行的に実験を進める中で、システムとしては極力共通化させながら進めることが重要という認識を持った。

また、対象となる部位の収集を積み重ねる中では、随意と不随意の運動の大きさによる処理戦略の違いが明確化されていった。

フェーズ 1 から 3 まで展開する実験手法に関しては、被験者から見たときに飽きが来ないように、徐々にやれることが増えていくような配慮の必要性が指摘され、その点に注意するように心がけた。

また、特にフェーズ 3 の日常で使うためのジェスチャに関しては、各被験者から聞き取りを綿密に行った。その中では、やはり一般的なリモコン操作（テレビ、エアコンなど）があげられた。これらを楽に実装できる仕組み作りが重要であることが分かった。

E. 結論

今後も適合問題を解くためには、研究を重ねていかなければならないが、実際の実験を踏まえた検討会の結論としては以下ようになった。

- ・多数の障害者データを集めることは、認識エンジンの性能を高めるために有用であった。故に、今後もさらなるデータ収集が必要である。
- ・長期臨床評価や、多数の被験者に対する適合実験を低コストで実施するためには、システムの共通化、開発の簡易化は必須である。
- ・実際の実験時には、PC 操作などに不慣れな人だけで実施せざるを得ない状況になることが多かった。故に、システムのメニューや利用方法など、ユーザとの界面にあたるインタフェース部分の工夫が必須である。
- ・フェーズ 3 の実利用内容（例えばリモコン操作など）に関して、ユーザ毎に異なる要求に

簡易に適用可能になるようなシステム作りが必須である。

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

厚生労働科学研究委託費（障害者対策総合研究事業）

委託業務成果報告（業務項目）

障害者データの収集と長期評価

「重度運動機能障害者支援に関わる臨床的研究開発」

担当責任者 中山 剛 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 主任研究官，室長
伊藤 和幸 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 室長

研究要旨 重度運動機能障害者支援のために臨床的研究開発を行い，障害者データの収集と長期評価を行った。具体的には，汎用のキーボードやマウスではパソコン操作が困難な不特定多数の運動機能障害者に対して，市販の画像距離センサを利用した非接触非拘束インタフェースを開発する。この際，最重要となるのは，多種多様な人々に対して，個々に簡易に，かつ低コストでカスタマイズする技術を実現することである。そのために，多種多様な障害者の動きを収集し，随意運動ができる体の部位を基に類型化を行うために障害者のデータを収集した。同時に，運動機能レベルや不随意運動のレベルが異なる3名の被験者に関して，長期的な臨床的な研究開発を行った。

A. 研究目的

汎用のキーボードやマウスではパソコン操作が困難な不特定多数の運動機能障害者に対して，より簡易なパソコン操作や家電操作等を実現するジェスチャインタフェースの臨床的研究開発を行う。ここで最も重要なのは，多種多様な人々に対して，個々に簡易に，かつ低コストでカスタマイズする技術を実現することである。そのために，多種多様な障害者の動きを収集し，随意運動ができる体の部位を基に類型化を行う。

同時に，3名の被験者に関して約3ヶ月間の長期評価を臨床的に行う。すなわち，実際の被験者の家庭内で，普段の生活の中で使うことを念頭において，現実的に無理な設定がないように長期評価を行う。

B. 研究方法

国立障害者リハビリテーションセンター，協力して頂ける障害者団体などで，様々な障害者がインタフェースのために希望する随意のジェスチャを距離画像センサによって収集する。これらの対象者は痙性，痙直あるいは不随意運動があつたり，四肢に麻痺がある重度の運動機能障害者である。すなわち，随意的な動きができる部位を持っていても，常時，痙攣や不随意運動に邪魔されて，既存のスイッチ類などの利

用が困難であつたり，随意的に動かせる身体部位がかなり限定されていたりする運動機能障害者である。これら重度の四肢麻痺者を対象とし，障害者が使いたいジェスチャを距離画像センサによって収集する。

次に，特定の3名の被験者に関して約3ヶ月の長期臨床的な評価を行う。被験者3名の疾患名，年齢，肢体不自由の状況（日常生活動作（ADL），FIM（機能的自立度評価），徒手筋力検査（MMT）を含む），使用している車いすの種類，パソコンの文章入力方法を以下に記す。

・被験者 1

疾患名：ウェルドニツヒホフマン病

年齢：20代

肢体不自由の状況：

四肢麻痺，拘縮による変形有

ADLはFIM48点、運動項目は全介助

MMT左右手指ともにII

使用車いす：

介助用車いす

パソコンの文章入力方法：

超小型トラックボールで右示指でポインティング動作，マイクロライトスイッチと改造したマウスで右クリック動作，オンスクリーンキーボードを使用，他のパソコン入力動作は介助者が

担当

・被験者 2

疾患名：頸髄損傷 C4 完全麻痺

年齢：50代

肢体不自由の状況：

四肢麻痺（完全）

改良 Zancolli 分類 C4

ADL は FIM53 点、運動項目は全介助

使用車いす：

電動車いす（サンライズメディカル製）

電動車いす操作：

チンコントロールによる自走

ティルト・リクライニング操作も側

頭部でのエッグスイッチ操作を併用して自立。

パソコンの文章入力方法：

自助具（マウススティック）でキーボードを押下

・被験者 3

疾患名：脳性麻痺（アテトーゼ）

年齢：50代

肢体不自由の状況：

全介助，言語障害有り，拘縮による変形有

ADL は全介助

使用車いす：

介助用車いす

パソコンの文章入力方法：

小型接点式スイッチを右中指で押下（但し，誤入力等多し），オンスクリーンキーボードで走査型にて文字入力

（倫理面への配慮）

本研究は産業技術総合研究所人間工学実験委員会，ならびに国立障害者リハビリテーションセンター倫理審査委員会の承認のもと，被験者に十分な説明を行った後，同意を得て実施した。

C. 研究結果

C.1. 障害者データの収集

被験者には，主に国立障害者リハビリテーションセンター病院に来院時に，または研究者自身が被験者宅を訪問して自宅で，この2つの方法で，障害者の随意のジェスチャーデータを取得した。入力のためのジェスチャーをする対象部

位は以下のものとした。

- ・手腕（腕，肘，前腕，手，指）
- ・頭部（頭部全体の動き，舌の出し入れ，目）
- ・脚部の動作（足の大きな動作）
- ・肩

既存のデータベースに追加する形でデータを収集し，障害者本人とその介助者の意見を十分に聞き，現時点で合計36名から採取した。各被験者に関して，それぞれ可能性がある複数部位のジェスチャーを採取したため，部位としては合計125部位の動きについて取得を行った。その結果を表1に示した。

表1 分類されたジェスチャー

手腕	1本の指の動き	17
	手首の動き	12
	腕の振り	16
頭部	頭部全体の動き	19
	舌の出し入れ	15
	視線の動きや大きな瞬き	17
脚部	片足の膝下の蹴り	3
	膝の開閉	5
肩	上下と前後の動き	7
その他		17
合計部位数		125

C.2. 障害者ジェスチャーインタフェースの長期評価

研究方法に示した3名の被験者に関して以下のように長期評価を実施した。

・被験者 1

2014/11/28 フェーズ 1 開始

障害者自宅に，システム一式を搬入し，本人が普段の生活のままの状況にシステムを設置した。通常は，布団の上に寝ているため，その頭の上側に上半身を見下ろすように距離カメラを設置した。また，これは利用しないときは取り除き，利用するときはまた同じ場所に置く設置形態を取った。

この形態を介助者が無理なく，毎回再現できるような仕組みとなるように注意した。そして，介助者だけで，認識機能を持たないジェスチャー体操を起動して，本人が希望する4カ所のジェスチャー（口，耳，右手，左手）のデータを録画した。フェーズ1においては，作業療法士の学生が，その後1週間に1回程度訪問し，録画データを収集した。

2015/1/16 フェーズ 2 開始

フェーズ 1 で収集したデータから、口、耳、右指、左指の 4 カ所の認識エンジンを手動で設定し、認識機能を付いたジェスチャ体操を起動し、音楽ゲームを楽しみながら、同時にそのジェスチャと正解率を記録した。

フェーズ 1 と同様に、作業療法士の学生が、その後 1 週間に 1 回程度訪問し、録画データを収集した。

2015/3/6 フェーズ 3 開始

フェーズ 2 で収集した教師信号付きデータから、さらに口、耳、右指、左指の 4 カ所の認識エンジンの精度上げ、同時に本人が希望するゲーム(今回はテトリス)、ならびにテレビのリモコン操作を実装した。テトリスに関しては、3 チャンネルを右指、左指、口に割り当てて実際のゲームをすることを可能にした。リモコンに関しては、4 チャンネルにより操作をしたが、動作が不安定な側面があり次回以降に再調整となった。

・被験者 2

2015/1/8 フェーズ 1 開始

障害者自宅に、システム一式を搬入し、本人が普段の生活のままの状況にシステムを設置した。通常は、電動車いすで生活をされているため、頭部とほぼ同じ高さに距離カメラを設置した。今回はカメラを固定した利用となった。

そして、介助者だけで、認識機能を持たないジェスチャ体操を起動して、本人が希望する頭部の 3 ジェスチャ(右向き、左向き、下向き)のデータを録画した。フェーズ 1 においては、作業療法士の学生が、その後 1 週間に 1 回程度訪問し、録画データを収集した。

2015/3/9 フェーズ 2 開始

フェーズ 1 で収集したデータから、頭部動作の認識エンジンを手動で設定し、認識機能を付いたジェスチャ体操を起動し、音楽ゲームを楽しみながら、同時にそのジェスチャと正解率を記録する体制を整えた。そして、現在、実験を継続している。

・被験者 3

2015/2/17 フェーズ 2 開始

障害者自宅に、システム一式を搬入し、本人が普段の生活のままの状況にシステムを設置した。通常は、電動車いすで生活をされているため、頭部とほぼ同じ高さに距離カメラを設置

し、カメラを固定した利用となった。

被験者 3 に関しては、以前から協力をして頂いていた被験者だったため、フェーズ 2 からのスタートとなった。つまり、認識機能を付いたジェスチャ体操を起動し、音楽ゲームを楽しみながら、同時にそのジェスチャと正解率を記録する体制を整えた。ただし、本人のジェスチャーデータが古かったため、認識性能が低かった。そこで、その後、2 回、認識エンジンのチューニングを行い、記録を継続している。

D. 考察

障害者データの収集に関しては、淡々と継続的に収集と分類を続けている。しかし、より多くの障害者に適合させるためには、50-60 名程度のデータ収集が必要でないかと考えている。

長期の臨床評価に関しては、3/20 の時点で、被験者 1 がフェーズ 3 まで、被験者 2 と 3 がフェーズ 2 の段階まで行っている。それぞれの段階では、実用に耐えうるレベルまで到達していると考えているが、より簡易な、また自動化という意味では、研究開発の余地は大きい。

また、データに関する詳細な評価が行われておらず、今後はその詳細な評価を実施した上で、研究開発戦略を決める必要がある。

E. 結論

多種多様な障害者に対して、低コストで非接触非拘束センサを適合させるために、障害者データの収集を進めた。現時点で、36 名からデータを収集し、125 部位のデータを取得した。このデータに関して、障害者の随意運動が可能な部位に関して、手腕(指、手首、前腕)、頭部(頭部の振り、舌の出し入れ、目)、脚部(膝下の振り、膝の開閉)、肩という合計 9 種の動きに類型化を行った。

また、3 人の被験者に対して長期実験を実施した。3 段階のフェーズに分けて、被験者 1 名はフェーズ 3 まで、被験者 2 名はフェーズ 2 まで実施した。

今後、この被験者 3 名全員がフェーズ 3 まで到達し、解析可能なデータを取得するまで(後 1 ヶ月程度)実験を継続し、データの詳細な解析を実施した上で、今後の展開を考察する予定である。

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

様式第19

学会等発表実績

委託業務題目「重度運動機能障害者支援のためのモジュール型非接触非拘束ジェスチャインタフェースの研究開発」

機関名 独立行政法人産業技術総合研究所

1. 学会等における口頭・ポスター発表

発表した成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表した場所（学会等名）	発表した時期	国内・外の別
モジュール型ジェスチャインタフェース開発のための重度運動機能障害者の基礎的長期実験（口頭発表）	依田育士、伊藤和幸、中山 剛	電子情報通信学会福祉情報工学研究会	H27. 3. 13 発表	国内
Collection and Classification of Gestures from People with Severe Motor Dysfunction for Developing Modular Gesture Interface (Oral presentation)	Ikushi Yoda, Kazuyuki Itoh, and Tsuyoshi Nakayama	17th International Conference on Human-Computer Interaction, Los Angeles, CA, USA	H27. 8. 5 発表予定	国外

2. 学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載した論文（発表題目）	発表者氏名	発表した場所（学会誌・雑誌等名）	発表した時期	国内・外の別
モジュール型ジェスチャインタフェース開発のための重度運動機能障害者の基礎的長期実験	依田育士、伊藤和幸、中山 剛	信学技報, WIT2014-93, pp. 45-50, 2015-03	H27. 1. 5投稿 H27. 1. 19投稿 H27. 3発行	国内
Collection and Classification of Gestures from People with Severe Motor Dysfunction for Developing Modular Gesture Interface	Ikushi Yoda, Kazuyuki Itoh, and Tsuyoshi Nakayama	Springer Lecture Note in Computer Science (LNCS) HCI International 2015	H26. 11. 7投稿 H27. 2. 20再投稿 H27. 8発行予定	国外

(注1) 発表者氏名は、連名による発表の場合には、筆頭者を先頭にして全員を記載すること。

(注2) 本様式はexcel形式にて作成し、甲が求める場合は別途電子データを納入すること。