

重度運動機能障害者のための適応的ジェスチャインタフェースに関する研究

A Study of Adaptive Gesture Interface for Persons with Severe Motor Dysfunction

○ 中山 剛 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）

依田育士（国立研究開発法人産業技術総合研究所人間情報研究部門）

Tsuyoshi NAKAYAMA and Kazuyuki ITOH, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities
Ikushi YODA, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Abstract: In this study an adaptive gesture interface has been developed for persons with severe motor dysfunctions who cannot use standard interface switches. Assumed users of the interface are persons with conditions such as cerebral palsy, cervical cord injury, traumatic brain injury, muscular dystrophy, and neuropathy. A commercially-available image range sensor is utilized in the interface in order to make the price low and to realize a non-contact and non-constraint interface. Two participants with severe motor dysfunctions tested a prototype gesture interface at home. After the test period, they evaluated the interface through three subjective evaluation methods, Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology (QUEST) 2.0, Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale (PIADS) and System Usability Scale (SUS). The results indicate that one participant was satisfied with the interface to some extent and the other felt dissatisfaction with its usability and size, especially.

Key Words: Gesture interface, Alternative input device, Persons with motor dysfunction, Quadriplegia

1. はじめに

重度運動機能障害者が意思伝達装置やパソコンを操作する際の操作インタフェース（スイッチ等）の選択と適合の重要性はこれまで重ねて議論されてきており、コミュニケーション支援の基本である⁽¹⁾。しかし、不随意運動を伴う脳性まひ者（痙直型／アテトーゼ型／混合型）や脳血管障害による後遺症者等への操作インタフェース（スイッチ等）の適合は困難であるケースも少なくない。また、随意的に動く身体部位が極端に少なくなる重度の進行性神経疾患あるいは筋疾患患者等への適合には困難を伴うことも多い。以上を背景にして、重度の運動機能障害（脳性まひ、高位頸髄損傷、進行性筋疾患・神経疾患、脳卒中後遺症など）による身体的な理由が原因で意思伝達装置などへの入力に困難な重度肢体不自由者に対して、簡易なジェスチャにより情報機器を操作可能にするインタフェースを研究している。類似の試みとして Kinect を応用した OAK (Observation and Access with Kinect) が研究開発されているが⁽²⁾、本研究は、OAK で採用されているエアスイッチではなく、ジェスチャを利用したインタフェースであることに特徴がある。

これまで多種多様な約 40 名の重度運動機能障害者の 150 余の部位の動きを収集し、随意運動が可能な対象部位を基に類型化を行ってきた^{(3) (4) (5)}。また、試作したジェスチャ認識装置を重度運動機能障害者の自宅に設置して、エアコンやテレビなど家電製品の操作、ゲームの操作などに応用する評価実験も行っている⁽⁶⁾。本稿では、試作した適応的ジェスチャインタフェースを対象にして、在宅で評価を行った重度運動機能障害者による主観評価を実施したので報告する。

2. 適応的ジェスチャインタフェース

本ジェスチャインタフェースのシステムは距離画像センサ（カメラ）、パソコン（認識部）から構成される。パソコンには各種のジェスチャを認識するソフトウェア（指、腕、頭部、舌、膝、その他の単純な動きに対応したモジュール）が実装されている。ジェスチャ認識ソフトの画面の一例を図 1 に示す。なお、家電製品等の制御を行う場合には、別途の汎用出力装置が必要となる。

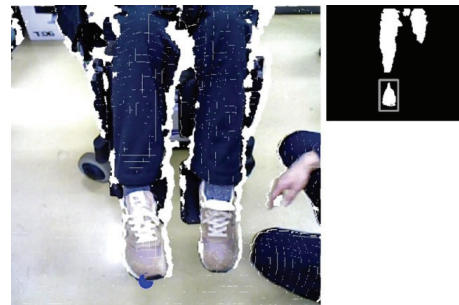


Fig. 1 A screenshot of the gesture recognition software

3. 調査方法

3.1 実験協力者

実験協力者 1 はウェルドニッヒ・ホフマン病であり、移動は介助用車いすを利用している。また、機能的自立度評価表 (FIM) による合計は 48 点（運動項目 13 点，認知項目 35 点）である。実験協力者 2 は頸髄損傷 (C4 完全麻痺，改良 Zancolli 分類 C4) であり、電動車いす操作をチンコントロールで行っている。機能的自立度評価表 (FIM) による合計は 53 点（運動項目 18 点，認知項目 35 点）である。

3.2 評価方法

前出の協力者 2 名の自宅にジェスチャインタフェースのプロトタイプを設置した。協力者 1 は布団上の臥位で同ジェスチャインタフェースを利用した。その際、距離画像センサ（カメラ）は協力者 1 の頭の斜め上方にスタンドで固定し、協力者 1 の右示指の屈曲，左示指の屈曲，耳の動きの 3 種類のジェスチャにて操作していわゆる落ち物パズルゲームを約 2 か月操作した。協力者 2 は電動車いす上の座位にて、顔を右に向く，左に向く，俯くの 3 種類のジェスチャにて操作して、テレビのリモコン操作，エアコンのリモコン操作，照明のリモコン操作，呼び鈴の操作，落ち物パズルゲームを約 1 か月操作した。その後、前出の協力者 2 名を対象として QUEST 2.0 (Quebec User Evaluation of Satisfaction with assistive Technology: 福祉用具満足度評価)⁽⁷⁾のうち福祉用具についての 8 項目（福祉用具の大きさ，重さ，調節のしやすさ，安全性，耐久性，使いやすさ，使

い心地の良さ、有効性)のみを実施した。また、福祉機器心理評価スケール (Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale : PIADS) (8)ならびにユーザビリティの主観評価指標としてシステムユーザビリティスケール (SUS, System Usability Scale) (9)も実施した。SUSでは、評価対象となるシステムに関する10項目の質問を行い、被験者が「Strongly agree」から「Strongly disagree」の5段階の主観評価を行う方法であり、得られた評点からSUSスコアを求めて、ユーザビリティを評価する方法である。SUSスコアは0から100の間の値を取り、点数が高いほど使用しやすいシステムであることを示す。

なお、本研究は著者の所属機関の倫理審査を行う委員会と利益相反委員会の承認のもと、実験協力者に十分な説明を行った後、同意を得て行った。

Table 2 Items of the System Usability Scale (SUS) (9)

| No. | Item of SUS |
|-----|---|
| 1 | I think that I would like to use this system frequently |
| 2 | I found the system unnecessarily complex |
| 3 | I thought the system was easy to use |
| 4 | I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system |
| 5 | I found the various functions in this system were well integrated |
| 6 | I thought there was too much inconsistency in this system |
| 7 | I would imagine that most people would learn to use this system very quickly |
| 8 | I found the system very cumbersome to use |
| 9 | I felt very confident using the system |
| 10 | I needed to learn a lot of things before I could get going with this system |

4. 結果

協力者1のQUEST 2.0の結果(5点満点)は3.4点、「やや満足している」から「満足している」の間という結果を得た。また、重要だと思う項目としては「調節しやすさ」「使いやすさ」「修理とメンテナンス」が挙げられた。協力者2のQUEST 2.0の結果は2.4点、「あまり満足していない」から「やや満足している」の間であった。重要だと思う項目として「大きさ」「使いやすさ」「アフターサービス」が挙げられた。協力者1のPIADS(-3~3点)の合計得点は0.6点、効力感0.5点、積極的適応性0.5点、自尊心0.9点であった。協力者2のPIADSの合計得点は0.5点、効力感0.5点、積極的適応性0.5点、自尊心0.5点であった。また、協力者1ならびに協力者2のSUSスコアはそれぞれ70点と55点であった。すなわち、現時点での本ジェスチャインタフェースは「まあまあ使いやすい」から「やや使いづらい」程度という評価であった。

5. まとめ

協力者1によるQUEST 2.0の評点は低くはないが心理的効果を示すPIADSの評点はやや低めの値である。これは協力者1はまだ落ち物パズルゲームのみを導入した段階であることも一因であると推測する。協力者1は落ち物パズルゲームよりも他の対戦型ゲームの方が好みであること、家電製品の操作等のニーズも高いため、それらのニーズに合わせた段階になれば、もう少し主観評価値が上昇することが期待できる。協力者2によるQUEST 2.0ならびにPIADSの評点はかなり低い。その原因の一つは協力者2が

重要視する項目である「大きさ」の影響があると推測する。今回、協力者2の自宅にパソコンとモニタ、カメラ、汎用赤外線リモコンの出力装置等の一式を設置して実験を行った。実際、協力者2からは特にパソコンとモニタの大きさが気になったという意見が得られた。なお、実利用に際しては、自前のパソコンに当該のジェスチャ認識ソフトをインストールすることで現状より省スペース化が図れるため、改善が期待できると考える。しかし、協力者2のSUSスコアが55点であることから使いづらいシステムであると判断されていることは明らかであり、ユーザビリティの向上は今後改善すべき課題の一つであるといえる。また、協力者2は、元来、電動車いす上座位よりもベッド上仰臥位での本ジェスチャインタフェースの利用ニーズを見出しており、その点も影響していると考えられる。

本ジェスチャ認識ソフトは平成30年度末頃にダウンロード形式での一般公開を計画しており、それまでにユーザビリティの向上も含めたシステムの改良と評価、適用事例の検証を更に行っていく予定である。

謝辞

本研究は日本医療研究開発機構(AMED)研究費(障害者対策総合研究開発事業)「脳性麻痺者・脳卒中者の意思伝達支援のための非接触ジェスチャ認識インタフェースの開発」とJSPS科研費JP16H03216の助成を受けて実施された。

参考文献

- (1) Kathryn M. Yorkston編, 富永優子訳, 拡大・代替コミュニケーション入門, 協同医書出版, 1996.
- (2) 巖淵守, 楊光, 中邑賢龍, コンピュータビジョンを利用した重度重複障害支援, 映像情報メディア学会技術報告 Vol.37, No.12, pp.47-50, 2013.
- (3) 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からのジェスチャの収集と分類, HI学会研究報告集, Vol.16, No.2, SIG-ACI-12, pp.23-28, 2014.
- (4) Yoda, I., Itoh, K., Nakayama, T., Collection and Classification of Gestures from People with Severe Motor Dysfunction for Developing Modular Gesture Interface, HCI International 2015, Los Angeles, USA, 2015-08-02/08-07, Springer International Publishing Switzerland 2015, UAHCI 2015, Part II, LNCS 9176, pp.58-68.
- (5) 伊藤和幸, 中山剛, 依田育士, 重度運動機能障害者向けジェスチャ認識スイッチインタフェースの開発, 第30回回ハ工学カンファレンス講演論文集(CD-ROM), pp.227-228, 2015.
- (6) Yoda, I., Itoh, K., Nakayama, T., Long-term Evaluation of Modular Gesture Interface at Home for a Person with Severe Motor Dysfunction, HCI International 2016, Toronto, Canada, 2016-07-17/07-22, (in press), 2016.
- (7) Demers, L., 他著, 井上剛伸, 他訳, QUEST福祉用具満足度評価第2版-福祉用具の効果測定-, 大学教育出版, 2008.
- (8) 井上剛伸, 他, 福祉用具の心理的効果測定手法の開発, 平成17年度総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金(障害保健福祉総合研究事業), 2006.
- (9) Brooke, J., SUS - A quick and dirty usability scale, Usability Evaluation in Industry, Jordan, P., et al. (eds.) Taylor and Francis, 1996.