

画像処理による非接触入力装置の操作性に関する評価

研究分担者 巖淵 守 (東京大学先端科学技術研究センター)

研究分担者 井村 保 (中部学院大学)

研究協力者 諏訪園秀吾、中川 恵嗣、由谷 仁

(国立病院機構沖縄病院)

研究協力者 田中 栄一 (国立病院機構八雲病院)

研究要旨：

意思伝達装置やPC操作に必要な入力装置として、画像処理による非接触入力装置が実用化され、一定の有効性も確認されている。しかしながら、既存のスイッチ・センサ等と比較しての導入検討を行う状況とは言えない。そこで、意思伝達装置あるいはPCをスイッチ等で利用している患者自身により、現在のスイッチ等との比較、導入時の検討課題の評価を行った。その結果、接点式のスイッチと比較して操作感はやや低下するが、空気圧センサとは調整によりほぼ同水準の操作性が得られた。そのため、筋疲労や進行による筋力低下が想定される神経筋疾患患者には、有効な装置になりうることを示唆されたが、大きさ等からの生じる設置に課題も明らかになった。

A. 研究目的

身体の運動機能の低下した神経筋疾患患者においては、重度障害者用意思伝達装置（以下、意思伝達装置）やPC操作のために種々の入力装置（スイッチ・センサ）が利用されている。これらの入力装置は、その選定や適合に高い専門性が求められることから、様々な困難を日々経験している人が多くいる。

昨年度の研究¹では、入力装置適合の負担軽減を目的として、それに対するコンピュータービジョン技術（画像処理技術）を応用した新たな入力支援システム「OAK」の有効性に関する実験を行った。その結果、適合の専門性を持たない支援者でも、従来からの物理的スイッチと同程度の適合がより負担無く実現できることが示唆された。

今年度は、画像処理入力装置の適用者像を具体化することを目的として、この OAK を既存の物理的なスイッチの代替品としての試用を行

い、その利用者における操作感覚等の比較・検証した。

B. 研究方法

現在、意思伝達装置やPCをスイッチ操作により利用している意思伝達装置の利用者2名、PCの利用者2名の計4名の患者を評価者として、画像処理による非接触入力装置としてOAKを提供し、現在利用している入力装置と操作感等についての比較を依頼した。

なお、これらの評価者は、スイッチによる意思伝達装置やPCについては十分理解しており、今回の検証では、入力装置の差異のみを確認できるようにしている。

(倫理的配慮)

本評価の実施にあたっては、患者本人に説明し、同意を得た上で実施した。(中部学院大学・短期大学部倫理委員会承認：E13-0007 およびE14-0017、沖縄病院倫理委員会承認：25-16)。

B-1. 意思伝達装置のための入力装置

意思伝達装置のための入力装置としての評価は、以下の評価者が実施した。

¹ 巖淵守、田中栄一. モーションヒストリーによる支援者の適合負担の軽減の把握. 厚生労働科省障害者対策総合研究事業・音声言語機能変化を有する進行性難病等に対するコミュニケーション機器の支給体制の整備に関する研究班、平成25年度総括・分担研究報告書、2014. p.71-74

評価は、既存スイッチと OAK スイッチ両者で同一の短文入力を実施し、1) 入力にかかる時間、2) 本人の使用感、3) 不具合内容を比較した。なお、評価にあたっては、普段より支援者として関わりのある作業療法士の立会いで実施し、使用状況の観察により評価の補足を実施した。

・評価者①

基礎情報：筋萎縮性側索硬化症（ALS）、
60代、女性、入院

空気圧式スイッチ（ディスプレイポンジセンサ）にて伝の心を使用している。ADLは全介助で、残存する右足関節底屈（MMT2）により、スイッチ操作を行っている。

今回の評価にあたっては、OAK をインストールしたPCと伝の心は、リレーBox となんでもスイッチボックスを介して接続した。利用環境・評価は表1参照。

・評価者②

基礎情報：筋萎縮性側索硬化症（ALS）、
60代、女性、在宅（通院）

空気圧式スイッチ（ディスプレイポンジセンサ）にてハーティラダーを使用している。ADLは全介助で、残存する右足関節底屈（MMT2）により、足底でスイッチ操作を行っている。

今回の評価にあたっては、OAK をインストールしたPCにハーティラダーもインストールして利用した。利用・評価環境は表1参照。

B-2. PC操作のための入力装置

PC操作のための入力装置としての評価は、以下の評価者が実施した。これらの評価者は昨年度の入力装置適合の負担軽減の検証での評価者でもあり、OAK の特性も理解している。

評価は、従来利用しているスイッチを OAK に置き換え、評価者による操作感の主観的評価とした（B-1の2）、3）相当）。なお、スキャンモードのみで文字入力をしている状況でないことから、文字入力の時間差の評価は行わない。

・評価者③

基礎情報：脊髄性筋萎縮症（SMA）、
20代、女性、入院

手指の可動域があり、マウス操作が可能であり日常的にPCを利用している。ADLは全介助で、左母指は短母指屈筋（MMT3）により、スイ

ッチ操作を行っている。

今回の評価にあたっては、マウスの左クリックに OAK（カラースイッチ）を割り当てたマウスを用いて、クリック操作のみに OAK により、文字入力やブラウジング等の通常のPC操作で利用した。利用・評価環境は表1参照。

・評価者④

基礎情報：筋ジストロフィー（DMD）、
40代、男性、入院

手指の可動域制限があり、ワンキーマウスを用いて日常的にPCを利用している。ADLは全介助で、左手示指屈曲（MMT2）により、スイッチ操作を行っている。

今回の評価にあたっては、ワンキーマウスの入力スイッチとして OAK（カラースイッチ）で、オンスクリーンキーボードをスキャンモードで利用した。利用・評価環境は表1参照。

C. 研究結果

C-1. 意思伝達装置のための入力装置

・評価者①

- 1) 既存：214秒、OAK：200秒
- 2) 同様（表1参照）
- 3) ピクセル調整困難やリレーBox が反応しない事があった。

本人によるコメントとしては、「研究（調整）なされました結果、右足のタッチによるマウスが完璧に反応してくれますので疲労感は無いです。今回のスイッチ（OAK）を操作している感覚の伝わり方は、現在使用中の伝の心と同様です。変化は全く感じられません。」である。

・評価者②

- 1) 既存：336秒、OAK：343秒
- 2) 同様（表1参照）
- 3) なし

本人によるコメントとしては、「今はエアバックスイッチで十分。（キネクトの大きさなどの物理的な）場所を選ばなければいい。」である。

C-2. PC操作のための入力装置

・評価者③

誤反応・無反応については、OAK のしきい値設定によりいくらか改善できると思うが、やはり従来のスイッチと比べてしまうと頻度は多く感じる。従来のスイッチでは、誤反応・無反

応といったことはほとんどない。

入力している感覚(操作感)については、OAKのカチカチという入力された時に出る音で押すことができたと理解できるので、差は感じない。

操作の連続性については、スイッチを押すということに力を使わなくて済むので、OAKの方が疲労は少ない。ただ、慣れで解決できることかもしれないが、指を動かすとスイッチが反応するため、指を動かさないようにしようと意識してしまい緊張からか別の意味での疲労が出てきてしまうこともある。

総評として、誤反応・無反応等を含めても許容範囲内ではあるのだが、車イスのリクライニングを行うとスイッチ位置がずれてしまい、リクライニングを動かすたびにスイッチを設定しなおさなければいけないという点から、現在日常的に使用はしていない。スイッチの設定がPCで行えることから、私の場合は(キネクトやパソコンのセッティングを除いて)介助者の手を借りることなくスイッチの設置を行えること、

設定が簡単であるということが、利点と感じる。

・評価者④

スイッチ(マイクロスイッチ)と比べて極端ではないが誤反応がある。作業をしている部屋の問題なのか、人や車椅子が通る時の振動でKinectが揺れると誤反応すると思われる。

操作感は、音による確認ができるため、変わらない。

操作の連続性については、スイッチを押すことがないことで疲労感が減ったように思う。

総評として、ワンキーマウスを使用する時には、短点と長点の押し分けが必要だがOAKには長押しがないためドラッグ操作などができず、作業効率が悪い。意思伝達装置の入力スイッチではなく、パソコンでの文章作成などの用途での入力スイッチとして、現状のOAKは選択肢のひとつとしてはあるが、好んで使用するものではない。機械的なスイッチに比べて、壊れることがなく、設置にも専門的な技術が必要ないため導入しやすいという利点がある。

表1. 各評価者の利用環境と評価内容

	評価者①	評価者②	評価者③	評価者④
基本情報・現在の利用環境				
基本情報	ALS (発症より19年)	ALS (発症より17年)	SMA	DMD
	60代、女性	60代、女性	20代、女性	40代、男性
	入院	在宅	入院	入院
医療的ケア	人工呼吸 (気管切開)・ 胃ろう	人工呼吸 (気管切開)・ 胃ろう	人工呼吸 (マスク/夜間のみ)	人工呼吸 (マスク/24時間)
通常の 利用装置	意思伝達装置 (伝の心)	意思伝達装置 (ハーティラーダー)	PC (マウスのクリック)	PC (ワンキーマウス)
入力装置	空気圧(ディップスポ ンジセンサ)	空気圧 (エアバック)	接点式 (マイクロスイッチ)	接点式 (マイクロスイッチ)
OAKの評価環境				
利用姿勢	ベッド(リクライニ ング)	車椅子(リクライニ ング)	車椅子(リクライニ ング)	ベッド(背臥位) および 車椅子(座位)
操作部位	右足足底	右足足底	左手人差し指	左手親指
エアスイ ッチ描画方法	自動	自動	四角形 (本人が描画)	四角形 および 自動 (各姿勢で両方評価)
入力操作の簡便性				
誤反応	変わらない	変わらない	多くなった(-)	多くなった(-)
無反応	変わらない	変わらない	多くなった(-)	多くなった(-)
操作感	変わらない	分かりやすい(+)	変わらない	変わらない
満足度	10/10	10/10	7/10	7/10
入力操作の連続性				
疲労感	変わらない	変わらない	少なくなった(+)	少なくなった(+)
時間の長短	変わらない	変わらない	変わらない	変わらない
満足度	10/10	10/10	9/10	8/10

D. 考察

(1) 意思伝達装置のための入力装置

今回の2症例(評価者①②)において、OAKは既存の空気圧式スイッチと比較して遜色ない入力方法を提供できた。

導入には使用機器の接続手順などの習熟が必要な場合があるが、入力時間には既存の方法とOAKとで著明な差はなく、本人の感想も大きな問題は報告されなかった。接続手順などOAK導入がスムーズになれば使用感がOAKでより改善する可能性もある。

また、ピエゾスイッチの利用となると、長時間皮膚に貼り続ける事になる。その時のピエゾによる皮膚の不快感やスキントラブルなどを考えると、OAKスイッチという第三の選択肢があることが、患者にとって身体的な負担と精神的な負担が減るのではないかと考えられる。

(2) PC操作のための入力装置

今回の2症例(評価者③④)において、OAKは既存の接点式スイッチと比較すると、誤反応や無反応が増加しているといえる。これは、手指の可動域に対して、センサ感度(閾値)が高すぎることに加え、振動等の外乱の影響を受けているといえる。

しかし、接点式スイッチの動作圧による筋疲労が軽減していることから、意思伝達装置の利用の様に繰り返し操作においても、有効になると考えられる。

(3) 総合的評価

合計4名の評価者(2種類の段階)により、評価を行った結果を総合すると、接点式スイッチよりは劣るが空気圧式スイッチ同等の操作感が得られたといえる。

接点式入力スイッチは、操作時の抵抗による操作感覚のフィードバックを得やすいことから、操作の確実性が得られる特性があるといえる。しかし、この特性は、操作者の筋疲労を誘発するものでもあるといえる。

これらの状況をふまえて考えると、接点式スイッチの操作が困難になり、より動作圧の低い接点式スイッチに交換していくことがあるが、この頃を移行期として導入することで、筋疲労を軽減し、同様に操作が可能になるといえる。しかし、操作感覚の相違などを生じることがあ

るため、従来用いている入力スイッチをダミーとして操作し、センシングにOAKを用いる方法も有効と考えられる。

E. 結論

画像処理方式による非接触スイッチ(センサ)として、OAKを試用・評価した。利用者による試用感の評価から、接点式スイッチの利用可能な、手指の可動域や筋力が高い状態での適応度は高いといえないが、それ以降の段階では移行期を含めて、適応度は高いといえる。

しかし、特殊な適合技術がなくとも設置が容易な反面、設置方法によっては外乱の影響も受けやすく、それらのノウハウの蓄積が不可欠であるといえる。

以上から、画像処理方式であるが視線方向を検出・利用しない方式による入力装置として、その有効性は高いといえる。

F. 健康危険情報

(統括研究報告書にまとめて記載)

G. 研究発表

(1) 論文発表

なし

(2) 学会発表

- ・中川恵嗣、由谷仁、諏訪園秀吾、井村保：OAK(画像処理による非接触入力装置)の2症例における導入検討、第68回国立病院総合医学会(講演論文集(CD-ROM)、948、2014)
- ・Iwabuchi, M., Yang, G., Taniguchi, K., Sano, S., Aoki, T., and Nakamura, K.: Visualizing Motion History for Investigating the Voluntary Movement and Cognition of People with Severe and Multiple Disabilities, Computers Helping People with Special Needs, Proceedings of 14th International Conference, ICCHP 2014, 238-243, 2014

H. 知的所有権の出願・登録状況

なし

(※本研究に関しては、申告すべきCOI(利益相反)状態はない。)