

視線移動を考慮した 頸髄損傷者用ペン型ポインティングデバイス

伊藤 英一[†] 大橋 正洋^{††}

GUI環境での入力には、キーボードの打鍵操作と、マウスなどポインティングデバイスのポインティング操作とクリック操作が必要である。頸髄損傷による四肢麻痺者は、上肢にも運動および感覚機能障害を有するため、手指によるキーボード打鍵は困難であり、装具によりスティックを掌に固定し打鍵などを行う。また、彼らはマウス操作も困難であり、打鍵操作によるマウス代替装置やトラックボールを利用することが多い。マウス代替装置の場合、感覚機能代償のために打鍵するべきボタンを視覚で確認する必要がある。そのため、視線を頻繁にマウス代替装置へ移動させる。トラックボールの場合、打鍵とポインティングを別の上肢で操作するため、操作の変更ごとに肘関節挙上のための体幹姿勢変化が生じる。今回、1つのスティックにキーボード打鍵機能のほかに、任意の位置でスティックを倒すことによるポインティング機構と、キー打鍵と区別可能な押込み式クリック機構も有するペン型入力装置を考案した。これはポインティング操作とクリック操作における視線移動の低減と、操作時の体幹姿勢に変化が少ないという特徴を有する。マウス代替装置、トラックボールとの比較実験では、視線移動回数は本方式がボタン式に比べて少なく、操作時間は習熟するにつれて学習効果が現れ速くなることが認められた。

A Pen-type Pointing Device for Cervical Spinal Cord Injuries: Effect on Reducing Eye Movement

EIICHI ITO[†] and MASAHIRO OHASHI^{††}

When we operate computers on GUI, we need to use keyboard and pointing-device. Quadriplegic persons cannot use the keyboard by own hands because of hand paralysis. They type with a stick attached to hand with a cuff. They also cannot use a 'mouse' device, so that they either use the mouse-emulator by typing operation or the track-ball operated by the other hand. When they use the mouse-emulator, they have to move eyes quite frequently between the keyboard and the computer display. When they use the track-ball, they have to swing the body that is held by the elbows when they operate the keyboard or track-ball. We developed a pen-type pointing-device that has all of the functions of GUI operation especially typing, pointing and cricking. This device reduces excessive eye movement and body motion during GUI operation.

1. はじめに

会話や筆記の代替手段として、障害者がコンピュータを利用する場面も増えつつある。利用者によっては自立生活や就労において不可欠なものであり、特にインタフェース設計には障害者の利用を考慮する視点が必要である^{1)~3)}。人に優しいマルチメディア環境で

あっても、コンピュータアクセスに際して様々な装置や工夫が必要となる障害者には障壁となることも多い。

GUI (Graphical User Interface) の普及により、コンピュータ操作にはポインティングデバイスの操作が必須となっている。このため、上肢に高い巧緻性が必要なポインティング操作を、大まかな運動や単純なスイッチにて代替する入力装置^{4)~11)}が開発されている。しかし、これら代替入力装置の多くは、限られた身体機能によりポインティング操作を実行するという目的で開発されたものであり、操作性に注目したものは少ない。

そこで、頸髄損傷による四肢麻痺者のキー入力とポインティングの複合操作に注目し、操作性の向上と疲労の軽減を目的とした、視線移動の少ないポインティ

[†] 神奈川県総合リハビリテーションセンター研究・研修所リハビリ学研究室

Rehabilitation Engineering Laboratory, Kanagawa Rehabilitation Institute, Kanagawa Rehabilitation Center

^{††} 神奈川県総合リハビリテーションセンター神奈川リハ病院リハ医学科

Department of Rehabilitation Medicine, Kanagawa Rehabilitation Hospital, Kanagawa Rehabilitation Center

ングデバイスを提案する。

2. 研究の背景

事故などで頸部に過大な力が加わった場合、頸椎の骨折や過伸展にともなって頸髄が損傷する。頸髄損傷による四肢麻痺者（以下、頸損者）には、髄節レベルに応じた上肢の運動および知覚麻痺がある。損傷髄節レベルが高くなるにつれて、肩関節 < 肘関節 < 手関節 < 手指の順に運動、および感覚の麻痺が重くなる。残存機能レベル C₆（第6頸髄節までが健常）では、手指は動かず、肘関節屈曲は可能であるが伸展は不可能となる。また、手指には重い感覚麻痺があり、触覚や位置覚を喪失している。このような場合、装具によりスティックを掌に固定（図1参照）することでキーボードが打鍵可能となる。しかし、麻痺により不可能となったタッチタイピングの代替手段として、視覚によりスティック先端とキートップの位置を確認する作業が必要となる。

このような打鍵操作のみではマウスによるポインティング操作は難しい。なぜならマウスの操作は本体を動かし、ディスプレイ画面上に呈示されるマウスカーソルを任意の位置（ターゲット）まで移動させることである。つまり、上肢の触覚や位置覚などの深部感覚を駆使し、机という二次元平面に拘束された空間での滑らかな運動制御が必要である。そのため、上肢に麻痺のある障害者には操作困難な場合が多い⁵⁾。

マウスカーソルを移動させるためには、それを目で追いながら位置を修正し、さらに目測・修正を繰り返すという作業、つまり視覚フィードバックによりマウスカーソルとターゲットとの位置を短縮させていることになる。そのため、頸損者の打鍵操作、つまり視覚による上肢の運動や位置覚（深部感覚）の代替と、ポ

インティング操作との同時遂行は不可能である。しかもマウスの場合、分解能は200~400 count/inchと細かく、キーボード打鍵時の分解能と比べて高い精度が要求され、この位置覚を視覚により代替するのは困難である。

過去において、指やスティックなどによる打鍵操作でマウス操作を代替するマウスエミュレータ^{4),5),10)}（図2参照）やマウスキー（MouseKeys）¹²⁾が開発されている。これらにより、大まかな運動であっても上下左右の4方向、もしくは8方向へマウスカーソルを移動できる。しかし、打鍵操作によるポインティング操作の場合には、マウスカーソルの移動方向を変更するごとに、ディスプレイ画面上から方向キーへ視線を大きく移動させる必要がある。そのため、これらのマウスエミュレータでは視線移動が頻繁に発生する。さらに、方向キーによるポインティングではインタラクションにおける「実行と評価の淵」¹³⁾の意味的距離と形状的距離のうち、形状的距離（articulatory distance）がマウスやトラックボールなどに比べて長くなるため、操作がもどかしく感じる^{13),14)}。

そのため、疲労の低減や操作性の向上を目的としたポインティングデバイスには、視覚フィードバックを上肢感覚の代替手段などに用いず、しかも直接操作感の高いものが適していると考えられる。既存のものでは、頭部に超音波や赤外線が発振素子を装着し、上下左右への頸部運動を検出するヘッドポインティングシステム¹⁵⁾がある。

しかしながら、固定されたディスプレイを凝視しながら頸部を動かす必要があり、頸部と眼球への負担が大きい。また、上肢に残存機能を有する場合には自由度や操作性を考慮して、上肢の運動機能を最大限活用するべきである。

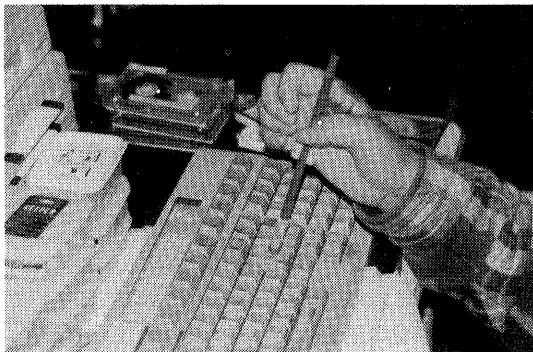


図1 スティックによるキーボード操作
Fig.1 Keyboard access by stick.



図2 キー操作によるマウスエミュレータ
Fig.2 Mouse-emulator by step-keys.

3. ペン型ポインティングデバイス

一般的に肘関節伸展状態でマウスを操作した場合、つまり肩関節による手先部の位置決め精度は低い¹⁶⁾。また、マウスやペンを用いたポインティングにおける操作性や正確さは、手首の回転運動が因子となっているとの報告^{17),18)}もある。しかし、今回対象としている機能レベル C₆ の頸損者では、この正確なポインティングに必要な肘関節および手関節の運動および感覚機能が低下している。

そこで、(1) 上肢の「巧みな動き」の代償として、「大まかな動き」であっても簡便に修正が可能なシステムであれば操作性は向上すると考える。また、(2) 手先部の移動動作に視覚フィードバックを必要としない、つまり手先部の絶対位置に影響されないポインティングデバイスが必要である。

この2点を同時に解決する1つの方法として、手先部の力とその向きを上肢の位置とは無関係に検出し、その情報を基にマウスカーソルを移動させるシステムを考案した。

キーボード打鍵に使うスティック (図1参照) の先端に前後左右4方向のせん断力を検出するセンサーを設け、スティック先端を机などの固定された物体に接触させ、上肢の大まかな運動によりせん断力を発生させる。この力の向きと大きさからマウスカーソルの移動方向と移動速度を算出する。また、机上に限らず固定された物体であればポインティング可能であるため、視覚による位置補正などは必要ない。システムとしては、スティック先端のせん断力を検出するセンサー部と、その信号をマウスカーソルの移動方向と速度に変換しマウス信号を生成するプロセッサ部で構成される。

一般的にせん断力などモーメントの計測には歪みゲージが用いられるが、ここで検出するべきせん断力には高精度は不要である。そこで、安価で小型軽量の感圧抵抗体素子 (FSR) によるパーサポイントマイクロジョイスティック (インターリンク社製) を利用した。これはノートパソコンのポインティングデバイス (たとえば、IBM 社 ThinkPad の TrackPoint など) と同等のものである。ただし、敏感な指先での利用を目的とした TrackPoint とは異なり、加えられた力に対して線的な出力特性を持つものを利用した。また、視覚に頼らないクリック操作 (左クリックのみ) としてスティックを軸方向に押し込む機構を考案した。そのためキーボード打鍵時にマウスカーソルの移動やクリック操作が起らないよう利用者ごとに打鍵時とクリック時の圧力差を調べ、感度や不感帯などを調整す

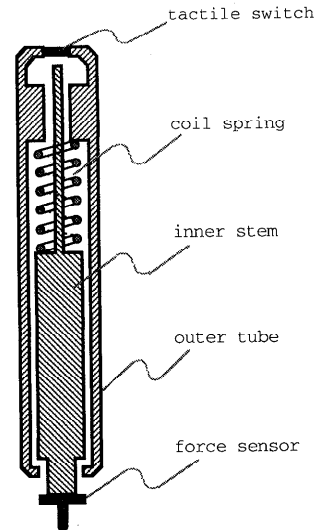


図3 ペン型ポインティングデバイスの構造
Fig.3 Structure of pen-type pointing device.

る必要がある。試作したペン型ポインティングデバイスの構造を図3に示す。

4. 評価実験

一般的なコンピュータ操作における視線移動の低減と操作性について検証するため、ポインティング操作と文字入力 (キーボード操作) の複合課題を設定し、押しボタン式マウスとトラックボールとの比較実験を行った。

4.1 被験者

被験者は、コンピュータ利用歴3年程度の頸損者 A (C₆: 男性 26 歳) と同 B (C₆: 男性 46 歳)、比較対照の健常者 C (コンピュータは日常的に利用: 男性 36 歳) の3名である。被験者 A・B はコンピュータ操作に先立ちスティック付き装具を右掌に装着する。これによりキーボード打鍵が可能となり、反対側の左掌でトラックボールやクリックボタンを操作する。

4.2 実験課題

課題はあらかじめ用意しておいたテキスト文章を、指示書 (A4 サイズ, 1435 文字/頁, 1 枚) に従いワープロで修正するという校正作業である。校正箇所は 15 箇所 (削除 10 文字, 挿入 15 文字) で、赤鉛筆で指示されている。ポインティング操作と文字入力の複合作業を遂行させるために、キーボードにある矢印キーでのカーソル移動は禁止した。

ペン型ポインティングデバイス (ペン型)、トラックボール (ボール式)、押しボタン式マウスエミュレー

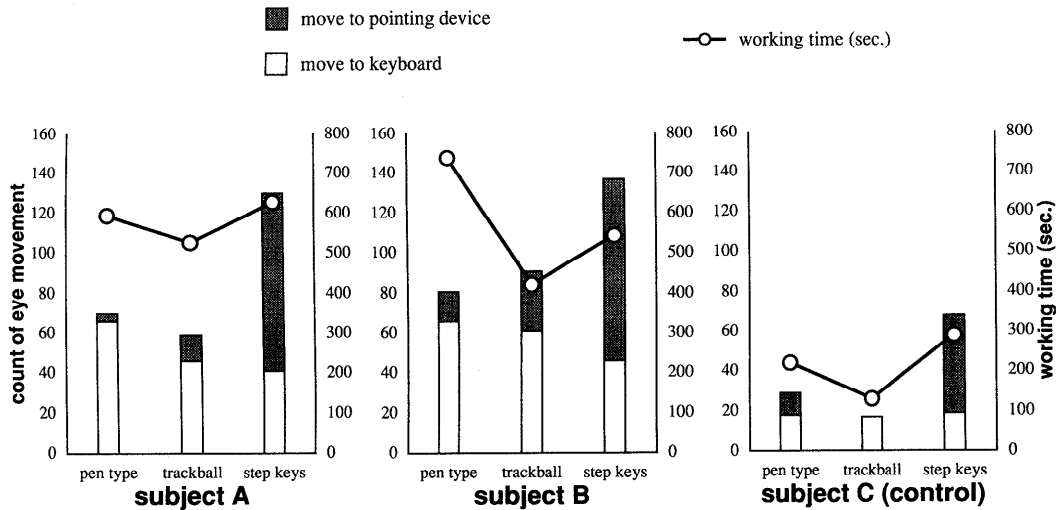


図4 視線移動回数と課題遂行時間
Fig. 4 Count of eye movement and working time.

タ(ボタン式)の順により同一課題を遂行させ、課題遂行時間の計測と視線移動の計数、操作状況の調査のためにビデオ撮影を行った。

さらに被験者Aについては、同一課題の遂行における学習効果の影響を調べるため、ポインティングデバイスの実験順序を「ペン型/ボール式/ボタン式」、「ボタン式/ボール式/ペン型」と「ボール式/ペン型/ボタン式」の順に入れ替えて計3回調査した。

4.3 実験条件

被験者A・Bには、3種類のポインティングデバイスの操作において条件を与えた。

- (1) ペン型: 通常利用しているスティックの代わりにペン型を右掌の装具に装着し、キーボード打鍵とポインティング(クリック操作を含む)の双方をペン型のみで操作する。
- (2) ボール式: 右掌のスティック付き装具でキーボードを打鍵し、反対側の左掌にてボール式を操作しポインティング(クリック操作を含む)する。
- (3) ボタン式: 右掌のスティック付き装具でキーボードと同様、ボタン式も打鍵操作によりポインティング(クリック操作を含む)を実行する。

被験者Cには、キーボードのホームポジションにある右上肢を必要に応じて各ポインティングデバイスへ移動して操作する。

4.4 実験環境

実験に使用したコンピュータは一体型PCAT機で、アプリケーションソフトは被験者A・Bが使い慣れているJ社製ワープロソフトを利用した。マウスドライ

バは標準のものを初期状態(感度や加速度の設定は標準)で使用した。キーボードやボール式は被験者が日常的に利用している物ではなく別途用意した。被験者は坐位にてパソコンと対面し、キーボードと押しボタン式マウス、トラックボールの設置位置は被験者の操作しやすい位置とした。被験者A・Bはペン型の利用経験がなかったため、事前に2時間程度の操作訓練を実施した。

5. 実験結果

ペン型(pen type)、ボール式(track ball)、ボタン式(step keys)の3種類のポインティングデバイスにおける視線移動の頻度を、「ディスプレイ画面から文字入力のためのキーボードへの移動」と、「ディスプレイ画面からポインティング操作のためのポインティングデバイスへの移動」において計数した。

これは、視線移動が「指示書とディスプレイ画面間」と「ディスプレイ画面とキーボードやポインティングデバイスなどの入力装置間」においては存在したが、「入力装置間」、「指示書と入力装置間」などにはほとんど発生せず、また、「指示書とディスプレイ間」にはポインティングデバイスの違いとは無関係であるため、「ディスプレイ画面とキーボードやポインティングデバイスなどの入力装置間」の視線移動に限定した。

図4は被験者のそれぞれの視線移動回数と課題遂行時間である。被験者A・Bともに、キーボードへの視線移動は減少傾向にあるとはいえ有意な差は認められない。しかしながら、ポインティングデバイスへの視

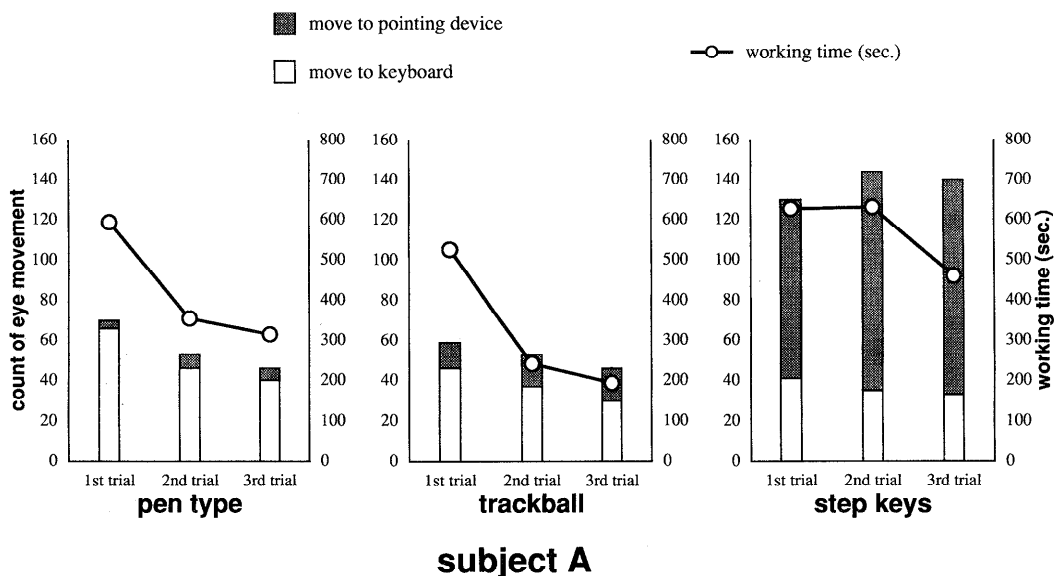


図5 本実験の学習効果による影響

Fig. 5 Effects of learning by this examinations.

視線移動回数はペン型 < ボール式 < ボタン式と実験した順に増加している。課題遂行時間はボール式が最も短時間で完了している。

被験者 C は、キーボードへの視線移動回数はすべて 20 回弱程度と一定である。ポインティングデバイスへの視線移動はボール式 < ペン型 < ボタン式と増加しており、課題遂行時間も同様にボール式 < ペン型 < ボタン式と増加している。

2 週間以上の間隔を空けて、同じ課題を被験者 A に対して 3 回調査した。視線移動回数と課題遂行時間を各ポインティングデバイスごとにまとめたものを図 5 に示す。ペン型とボール式は同様な傾向として、調査回数を積むことでキーボードへの視線移動回数と課題遂行時間は減少しているが、ポインティングデバイスへの視線移動回数に変化は少ない。各調査ともに、ポインティングデバイスへの視線移動回数はペン型がボール式よりも少なく、課題遂行時間はボール式がペン型よりも短い。

ボタン式では、キーボードへの視線移動回数はやや減少し、課題遂行時間も 3 回目で減少している。ポインティングデバイスへの視線移動回数に優位な現象は見られない。

被験者 A・B のペン型に対する意見としては、「使い慣れているボール式よりも楽」、「体を大きく動かさなくてもよい」との肯定的な意見がある半面、「ケーブルが邪魔」、「クリック時にマウスカーソルが移動してしまうことがある」など構造上の問題や不感帯の調整

(初期設定) の難しさを指摘された。

6. 考 察

6.1 視線移動に関して

ペン型/ボール式/ボタン式の比較実験では、被験者 A・B ともにペン型を利用した場合にはポインティングデバイスへの視線移動が減少している。キーボードへの視線移動はタッチタイピングの代替手段として視覚を利用しているため、ペン型 > ボール式 > ボタン式と減少しているのは、ポインティングデバイスによる影響というよりは同一課題に対する学習効果が現れているものと考えられる。

このことは、被験者 A の同一課題による 3 回の調査において、日常的に利用しているボール式であってもキーボードへの視線移動と課題遂行時間が減少していることから確認できる。また、3 回目における視線移動回数の総数がペン型とボール式とでほぼ等しいことから、操作の習熟を重ねることによって「ポインティングデバイスへ視線移動回数」の少ないペン型が優位になることも考えられる。

ペン型は機構上、本体に座標軸が存在するため、利用の際には定められた方向で把持する必要がある。そのため、被験者 C (健康者) はキーボード操作からポインティング操作へ作業が移行するとき、把持動作と握り位置の確認のための視線移動が生じている。しかし、被験者 A・B (頸損者) においては作業開始時にペン型を装具へ固定するため握り替える必要はない。

しかも、ペン型はそのペン先端部にせん断力を加えるだけでポインティングが可能となる。固定された物体であれば机、コンピュータやキーボードの本体など位置や対象物に影響されないため、位置を確認する作業は僅かである。そのため、頸損者によるキー入力とポインティングの複合作業環境では、ボール式やボタン式と比較して、ペン型が視線移動の少ないシステムであるといえる。

また、今回の実験には含めなかったが、頸損者のジョイスティック操作における視線移動について「習熟により視覚フィードバックを利用しなくなる」¹⁹⁾との報告がある。しかし、この報告ではポインティング操作のみに限定した実験であり、一般的なコンピュータ操作であるキーボードとの複合作業では必要とされる上肢の位置精度は高く、操作範囲が格段に広がるため、わずかな感覚機能と習熟だけでは代償できず、視線移動はある程度存在すると考える。そのため、できるだけ視線移動の少ないシステムを選択する必要がある。

6.2 課題遂行に関して

被験者 A・B ともに課題遂行時間の最も短かったボール式は日常的に利用しているものであり、同一課題に対する習熟度 (図 5) がそれと類似しているペン型も、継続利用により遂行時間が短縮されると予想される。

作業の観察からは、ボール式ではボール上に掌を接触したまま回転できる狭い範囲であれば視線移動は発生していないが、大きな動きや速い動きでは掌の位置がボールから離れてしまい、掌の位置の修正に視線移動が生じている。また、クリック操作ごとにボールから掌を離し、クリックボタンの位置を視覚で確認しながら操作する必要があるため視線移動が生ずる。

さらにボール式の場合には、右上肢でキーボード操作を、左上肢でボール式を操作するため、操作対象を変更するごとに体幹を旋回させていることが認められた。

ペン型の場合、ポインティング操作とクリック操作の移行に際してほとんど姿勢の変化は認められず、キーボード操作からポインティング操作への変更時にも右上肢によるペン先の移動だけであった。

また、頸損者の被験者 B において上肢運動機能の非対称性により特定方向における操作の遅れが認められた。これは頸損者固有の肘関節の屈曲方向と伸展方向における筋力の差によるものであり、方向ごとの感度調整機能を設けることで解消できると考えられる。

また、今回はポインティングデバイスの機能に必須のクリック操作として、スティックを軸方向に押し込

む操作で代替した。通常クリック操作は 2 つ以上のボタンを用意しているが、今回のように 1 種類のクリック操作であっても、一般的なアプリケーションソフトでは特に支障なく利用可能であった。

しかし、ペン型をコンピュータに接続するためのケーブルが操作の邪魔になるとか、1 本のスティックによりポインティングとクリック、キーボード打鍵を実行させるための細かな調整が必要であるなど、実用化には検討事項も多い。

以上より、ペン先のせん断力を検出するペン型ポインティングデバイスは頸損者の視線移動を軽減し、操作性の向上に結び付く効果的なポインティングデバイスの 1 つであることが明らかになった。

7. ま と め

麻痺のため手指によるキーボードやマウス操作の困難な、機能レベル C₆ の頸損者はスティックを掌に装着することでキーボードが打鍵できる。また、打鍵操作による障害者用マウス代替装置やトラックボールによりポインティングも可能となる。しかし、打鍵時にはスティックとボタンを視覚で確認する必要があり、マウスポインタに集中するべき視線が頻繁に移動する。また、スティック非装着側での操作が基本のトラックボールでは打鍵とポインティングの操作を変更するごとに、体幹支持の肘部を左右入れ換えるため体幹の回旋が生じる場合が多い。

今回、1 つのスティックでキーボード打鍵に利用するスティックと同等の打鍵機能を有し、上肢の位置に依存せず任意の位置でペン先にせん断力をかけることによりポインティング操作が可能で、キー打鍵と区別可能な押し込み式クリック機能を有するペン型ポインティングデバイスを考案・試作した (図 6 参照)。

これはポインティング、およびクリック操作時にお

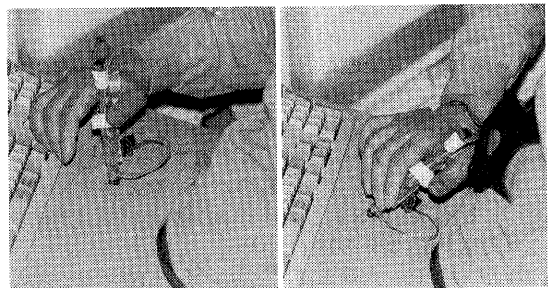


図 6 ペン型ポインティングデバイスでの操作
Fig. 6 Using the pen-type pointing device.

ける視線移動の低減と、片側上肢のみの操作であることから操作時の体幹姿勢に変化が少ないという特徴を有する。

評価実験により、(1) マウスやトラックボールなどのポインティングデバイスと等価な自由度があり、視線移動が低減されること、(2) キーボードとの複合作業においても他のポインティングデバイスと比較して作業の中断などが少ないことが確認された。また、クリックボタンの機能をペンの押込みにより可能としたことから、ポインティング操作からクリック操作へ、またはその逆において、操作姿勢の変化はほとんどなく頸損者には適していることが認められた。さらに操作時間は習熟するにつれて学習効果が現れ速くなった。

今後はこれら視線移動や操作時間の改善による誤操作の発生低下など、具体的な操作場面における操作性について検討を行う予定である。

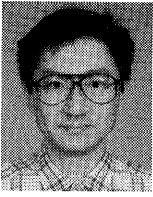
謝辞 日頃から適切なアドバイスを、また本論文作成にあたりご指導をいただいた慶応義塾大学環境情報学部安村通見教授に深く感謝いたします。さらに実験にご協力いただいた被験者の方々に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 伊藤英一：身体障害者を支援するコンピュータテクノロジー，*bit*, Vol.25, No.9, pp.14-21 (1993).
- 2) 太田 茂：日本における障害者支援用機器の現状，コンピュータと人間の共生，pp.103-120，コロナ社 (1994).
- 3) Shein, F.: Access Considerations of Human-Computer Interface for People with Physical Disabilities, *Proc. HCI'95*, Vol.20A, pp.143-148 (1995).
- 4) 伊藤英一，藤井直人，藺藤全孝，沖川悦三：押しボタン式マウスの試作，第4回リハ工学カンファレンス講演論文集，pp.275-278 (1989).
- 5) 伊藤英一，藤井直人，藺藤全孝，沖川悦三：押しボタン式マウスの実用化，第5回リハ工学カンファレンス講演論文集，pp.227-230 (1990).
- 6) 土肥徳秀，河村 洋，大島 徹：ジョイスティック型マウスの試作，第5回リハ工学カンファレンス講演論文集，pp.231-232 (1990).
- 7) 河村 洋，土肥徳秀，大島 徹：PSD素子を用いた「光マウス」の試作，第5回リハ工学カンファレンス講演論文集，pp.233-236 (1990).
- 8) 畠山卓朗，田中 理，轟木敏秀，政木憲司：重度筋ジストロフィー患者のパソコン操作支援に対する試み，第8回リハ工学カンファレンス講演論文集，pp.299-304 (1993).
- 9) 伊藤英一，大橋正洋，玉垣 努，松本琢磨，北村 啓，加藤 朗，前角典男，飯塚慎司：1入力スィッチによるマウス・エミュレータの開発，第8回リハ工学カンファレンス講演論文集，pp.305-308 (1993).
- 10) 伊藤英一，藤井直人，藺藤全孝，沖川悦三，宮本 晃：押しボタン式マウスの実用化 II，第9回リハ工学カンファレンス講演論文集，pp.463-466 (1994).
- 11) 石原建己，藤沢正一郎，土井智晴，金田忠裕，西高志：手入力を伴わないヒューマン・インタフェースの基礎的研究，第10回リハ工学カンファレンス講演論文集，pp.467-470 (1995).
- 12) AccessDOS User's Guide Version 1.00, The Trace Research and Development Center UWM (1991).
- 13) 宮田義郎：ユーザーのためのシステム設計，インタフェースの科学，古川，溝口（編），共立出版 (1987).
- 14) 黒川隆夫：ノンバーバルインタフェース，オーム社 (1994).
- 15) 伊藤英一：肢体不自由児者用コミュニケーション機器～コンピュータ入力装置とソフトウェア，総合リハビリテーション，Vol.23, No.2, pp.163-166 (1995).
- 16) 藤田欣也，深澤勝巳，鈴木 郁：上肢の運動特性とマウスの関係について，計測自動制御学会第6回生体・生理工学シンポジウム論文集，pp.341-344 (1991).
- 17) 加藤直樹，福田奈津子，中川正樹：手書き対話インタフェースの可能性，計測自動制御学会第10回ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集，pp.471-478 (1994).
- 18) 橋本美奈子，長嶋雲兵，富樫雅文，細谷治夫：ペン入力のための楕円形仮想キーボードとベクトル入力法，情報処理学会論文誌，Vol.37, No.11, pp.2105-2115 (1996).
- 19) 井手将文，黒須頭二：頸髄損傷者のジョイスティック操作における視点移動，計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会 News&Report, Vol.10, No.4, pp.459-466 (1995).

(平成 9 年 6 月 27 日受付)

(平成 10 年 1 月 16 日採録)

**伊藤 英一（正会員）**

1960年生。1983年愛知工業大学電子工学科卒業。同年早稲田大学理工学部にて筋電制御大腿義足の研究に従事。1985年富山県高志リハ病院研究開発部勤務。1988年神奈川

県総合リハビリテーションセンター研究研修所リハ工学研究室勤務。現在、主任研究員。重度障害者のコンピュータ・インタフェースやコミュニケーション支援機器、情報のアクセシビリティに関する研究開発に従事。日本リハビリテーション工学協会理事、国立特殊教育総合研究所客員研究員。電子情報通信学会、バイオメカニズム学会、ACM各会員。

**大橋 正洋**

1945年生。1969年東京慈恵会医科大学卒業。医学博士。現在、神奈川県総合リハビリテーションセンター神奈川リハ病院リハ部長、兼研究研修所リハ工学研究室長。リハ医学、

脊髄損傷や脳外傷のリハビリテーション、動作分析などに興味を持つ。日本リハビリテーション医学会、日本パラプレジア医学会、バイオメカニズム学会、日本リハビリテーション工学協会、米国リハビリテーション医学会、国際リハビリテーション医学会等各会員。