

参考までに、光センサによる移動実験においてターゲットを通過した回数の合計値を図8に示す。健常者Bが初回に最高36回を記録したのに比べ、頸髄損傷者は1～3回程度しかターゲット通過していないことから、頸髄損傷者の習熟度が伺える。

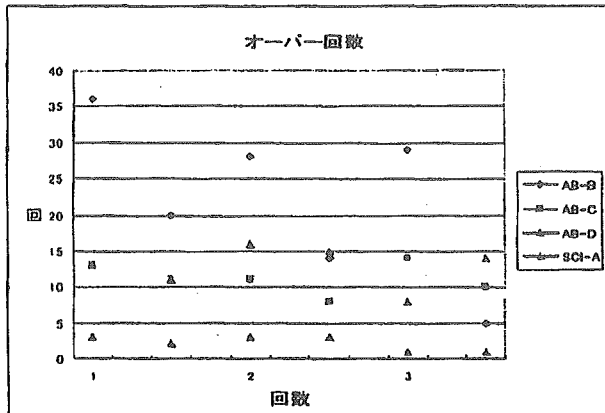


図8 ターゲットを通過した回数
Fig.8 Results of Target-over

図7・8に見られるように、光センサの操作に習熟していない場合でも操作を繰り返すことで計測に参加していただいた頸髄損傷者のような操作性を身に着けることは可能であろうと予想できる。しかし、光マウスによるマウスカーソルの移動を光センサと比較すると、図6・7に見られるようにThroughput値、ターゲットに到達してからクリックまでの時間において大きな改善が見られており、評価実験からは光マウスを利用の方が操作性は良いことが伺える。

6. まとめと課題

本システムでは、マウスカーソルを移動させたい箇所レーザポインタを照射させるためゲイン調節の必要はなく、頭部に限らず液晶画面範囲を照射できる程度の稼働域が得られれば、マウスの移動が可能となる。課題は撮影画面上に撮影される室内灯の映り込みなどのノイズ対策であり、USBカメラの設置位置と適切なしきい値の設定が重要となる。しかし、利用場面では設定の手間を極力省くことが要求されるため、ラフな設置環境においても更に安定してポイント箇所を検出する機能を備える必要がある。また、今後頸髄損傷者による臨床評価を行い、改良点を検討していく予定である。

文 献

- [1] 数藤康雄, 伊藤和幸, 他: “レーザー光源を用いた各種コミュニケーション機器について”, 第7回工学カンファレンス講演論文集, (7), pp.317, Aug., 1992.
- [2] 藤川景: 五秒ほどの青空, 第1版, pp.201-204, 三五館, 1997
- [3] 河村洋, 土肥徳秀: “PSD素子を用いた光マウスの試作(第2報)”, 第6回工学カンファレンス講演論文集, (6), pp.149, Aug., 1991
- [4] 伊藤英一, 藤井直人, 他: “押しボタン式マウスの実用化(II)”, 第9回工学カンファレンス講演論文集, (9), pp.463, Aug., 1994
- [5] 小泉義樹, 島山卓朗, 他: “高位頸髄損傷者用パソコン入力装置の開発”, 第12回工学カンファレンス講演論文集, (12), pp.97, Aug., 1997
- [6] 早川泰詞, 田中芳則, 他: “舌によるパソコン操作器具について”, 第15回工学カンファレンス講演論文集, (15), pp.319-322, Aug., 2000
- [7] 石濱裕規: “ジョイマウス咬合型を用いた高位頸椎損傷者への入力支援”, 第15回工学カンファレンス講演論文集, (15), pp.323-326, Aug., 2000
- [8] 宮崎信次: “ジョイマウスと音声認識ソフトを用いた重度肢体不自由者用パソコン入力装置”, 第18回工学カンファレンス講演論文集, (18), pp.207-208, Aug., 2003
- [9] 田中博章, 蔭田憲和, 他: “位置検出機能を備えたボイテイングユニットの開発”, 第19回工学カンファレンス講演論文集, (19), pp.189-190, Aug., 2004
- [10] http://www.kokoroweb.org/index_device.html より TRACK-IR
- [11] http://www.kokoroweb.org/index_device.html より トラッカ-7
- [12] <http://www.kokoroweb.org/product.html> より 「できりん」
- [13] E. F. LoPresti and D. M. Brienza, Adaptive Software for Head-Operated Computer Controls, IEEE Trans. on Neural System and Rehabilitation Engineering, vol.12, no.1, pp.102-111, March, 2004

光キーボードユーザ向けマウスポインティングデバイスについて

Light Spot Operating Mouse (LSO-M) for Cervical Spinal-Cord Insured LSO-Keyboard User

国立身体障害者リハビリテーションセンター 研究所 伊藤 和幸

1 はじめに

当研究所では、頸髄損傷者向けのパソコン入力装置としてレーザポインタを利用した光キーボード¹⁾を開発しているが、開発当初はOSがMS-DOSの頃であり、開発コンセプトはキーボード代用装置としての位置づけである。その後、OSはWindowsに移行し、マウスを利用する頻度が非常に高くなってきた。光キーボードは頸髄損傷者により臨床評価され、キーボード代用装置としては有効であるが²⁾、マウスカーソルの移動は各方向(上下左右と斜め方向の8方向)に対応するセンサにレーザ光を照射することで行うため、移動させる方向によっては頭部の向きと視線方向が一致しないことがあり、インタフェースとしては最適でないという課題が残っている。

本発表では、光キーボードユーザに対するマウスインタフェースを改善するため、液晶画面に当てたレーザポインタの照射箇所をソフトウェア的な画像処理により検出し、マウスカーソルの移動に連動するシステムについて報告する。

2 開発背景

2.1 既存のマウスエミュレータ

頸髄損傷者向けのポインティングデバイスについては、主にパソコンの利用を目的としたマウス代用装置に関する研究報告があり³⁻⁶⁾、市販品も存在する⁶⁻⁸⁾。スキャン選択⁹⁾や方向毎のスイッチ操作による移動⁴⁾を別とすれば、多くの機器は頭部の動きをマウスカーソルの動きに連動させてマウス操作を行うものであり^{3,5-7)}、頸髄損傷者の残存機能を有効に活用するものである。これらの機器を使用する際には、ゲイン(gain:頭部の動きに対するマウスカーソルの移動量の設定)と感度(sensitivity)の設定があり、これらの設定が適切でない場合には問題がおこる。ゲインに関しては、市販品では厳密なキャリブレーション操作は必要ないが、利用者はマウスカーソルがアイコンやメニューバーなど目的箇所に到達する

ように頭部を動かさなくてはならず、頭部の稼働範囲が狭い場合には画面の周辺にマウスカーソルが移動しないこともある。

2.2 光キーボードユーザへの適合

本システムを開発した背景には、光キーボードユーザ(頸髄損傷者)に対してTracker-One・Track-IRの導入を検討したものの、PC画面と利用者の距離が90cm程度と離れているために機器に備えてあるゲイン調整では画面の周辺にマウスカーソルが移動しないという事例が存在することによる。また、利用者これまで光キーボードによるキーボード操作には習熟しているため、レーザポインタを活用したマウスポインティング機能が望まれていた。

3 画像処理による液晶画面上のポインティング箇所の検出

利用者がマウスカーソルを移動させたい箇所にレーザポインタを照射し、そこへマウスカーソルが移動すれば、ユーザインタフェースとして十分である。本システムはUSBカメラにより取り込んだ画像をソフトウェア的に処理し、液晶画面上のレーザ照射箇所を検出してマウスカーソル移動に連動させるアプリケーションである。手順は以下の通りとなる。

3.1 偏光フィルタの利用

パソコンの液晶画面には偏光フィルタが配置されており、同じフィルタを90度回転させたフィルタを通して撮影すると、液晶画面のみが黒く撮影され、液晶画面フレームの検出が容易になる。

3.2 USBカメラの利用

前述の偏光フィルタを利用したUSBカメラにより液晶画面を撮影し、取り込んだ画像をソフトウェア的に処理する。画像処理ボードのようなハードウェアを利用しないことでシステムが簡略化する。

3.3 ソフトウェア的画像処理

取り込んだ画像を2値化し、液晶画面フレームを検出する。その後、しきい値の設定によりノイズを

除去し、しきい値以上の頻度の高い画素の重心位置をレーザポイントの照射箇所とみなす。しきい値は使用状況により調整し、現状では画面を4分割(横に4行)して分割エリア毎にしきい値を設定している。

3.4 マウスカーソルの移動

図1はアプリケーションを起動した際の模式図である。アプリケーション(長破線)は液晶を撮影した画面を表示し、画像内に検出された液晶フレーム(点線)とフレーム内の照射検出箇所(点線内の○)との相対位置を求め、液晶画面上のマウスカーソル位置(矢印)へと反映させ、移動させる。図1では液晶フレーム右上にレーザ照射箇所が検出されており、PC画面で右上にマウスカーソルを移動させる。

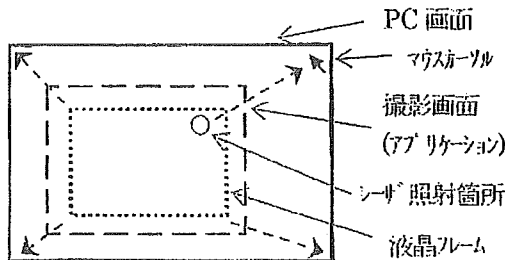


図1 画像処理の内容 (撮影された液晶フレームとレーザ照射箇所の位置関係およびマウスカーソル位置)

処理は10FPS(frame/sec)程度で、レーザ照射箇所の座標値は随時バッファに蓄積されている。マウスカーソルの移動は、フレーム毎のレーザポイントの移動量 m (画素/frame) を算出し、その移動量が規定値 M 以下の状態で規定の継続時間 T (秒) 経過した後に行うこととした。この処理により、レーザポイントをすばやく (M 画素/frame 以上で) 移動させたときには停止した後の T 秒後に、ゆっくり動かしたときには M 画素/frame 以下であれば、ゆっくりした移動にあわせてマウスカーソルが追従する。また、光入力式キーボードユーザは左右クリック・ドラッグなどのマウス操作を液晶画面の周辺に配置した専用センサにレーザ光を照射することで行っているため、上記のような移動処理によりクリック操作を行う際にもマウスカーソルが追従することはない。

3.5 システムの設置概要

システム配置は図2のようになる。現状では、画面周辺部におけるレーザ光の反射を考慮して、USBカメラを2台設置し、おのおの撮影した画像を合成

した上で1枚の撮影画像として3.3以下の処理を行う。液晶画面の周辺に設置してあるセンサはこれまで利用していたマウスカーソル移動用のセンサである。

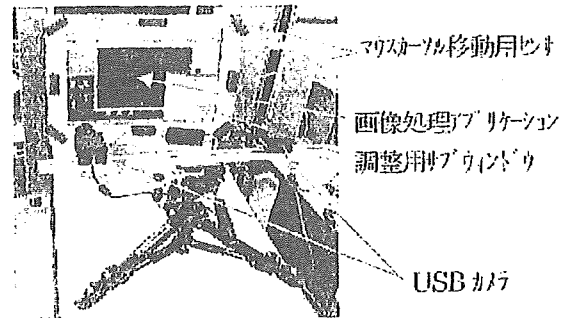


図2 システムの設置概要

4. まとめと課題

本システムでは、マウスカーソルを移動させたい箇所にレーザポイントを照射させるため、ゲイン調節の必要はなく、液晶画面範囲を照射できる稼働域が得られれば、マウスの移動が可能となる。課題は撮影画面上のノイズ対策であり、適切なしきい値の設定が重要となる。しかし、利用場面では設定の手間を極力省くことが要求されるため、大きな面積の高頻度箇所は除去するなどのフィルタ処理を追加することで、更に安定した検出機能を備えていく予定である。また、利用者による臨床評価を行い、改良点を検討する予定である。

参考文献

- 1) 数藤他: レーザ光源を用いた各種コミュニケーション機器について, 第7回リハ工学カンファレンス講演論文集, (7), 317, 1992
- 2) 藤川景: 五秒ほどの青空, 第1版, 201-204, 三五館, 1997
- 3) 河村他: PSD素子を用いた光マウスの試作(第2報), 第6回リハ工学カンファレンス講演論文集, (6), 149, 1991
- 4) 伊藤他: 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, (9), 463, 1994
- 5) 田中他: 位置検出機能を備えたポインティングエントの開発, 第19回リハ工学カンファレンス講演論文集, (19), 189-190, 2004
- 6)-7) http://www.kokoroweb.org/index_device.html より TRACK-IR, トラッカーズ,
- 8) <http://www.kokoroweb.org/product.html> より 「できリンク」.