

画像計測を眼球運動に応用したマンマシンインターフェイスの研究

The Study of MMI by Image Analysis of Eye Movement

富山県高志リハビリテーション病院 ○ 大島 淳一 能村幸太郎

キーワード：視線入力、The Eye Writer

1. はじめに

運動麻痺により発声、発話、書字等困難になり周囲との意思疎通に支障をきたした場合、残存機能で操作するコミュニケーションエイド（以下 CA）が対策のひとつとして考えられる。しかしこれら CA の多くで採用されているスキャン入力方式は比較的操作に手間と時間がかかりテンポよいやり取りは難しい。また操作性に優れるとされる直接入力方式は比較的高い運動機能を必要とし、麻痺が重いと難しいと考えられている。しかし眼球や顔の運動は比較的維持されやすい随意運動といわれ、瞬きスイッチは早くから商品化されている。また眼球運動を機器操作に利用する商品も最近見られるが普及はまだ十分に進んでいない。

一方自作機材と Open Source で視線入力を実現する The Eye Writer という取り組みがある。これは市販の Web カメラを改造し、赤外線撮影した瞳孔の高コントラスト画像から瞳孔の座標値を検出し、描画やオンスクリーンキーボードなどパソコン操作に利用するものである。

しかしこれを実際に試すと問題もいくつかある。まず The Eye Writer で利用するユニークな描画ソフトやオンスクリーンキーボードなど準備されているが、それ以外の一般ソフトの視線入力での利用は容易ではない。次に機材やソフトの準備にある程度以上の手技が、また使用にあたって各種調整や設定など調整作業も必要で一般の介護現場での運用にはハードルが高い。そして眼球の高コントラスト撮影のため赤外線撮影の機材準備や調整等手間が加わり、さらに赤外線による目への弊害がまだ否定しきれていない²⁾。そこで The Eye Writer に改造を加えより取り扱いやすい視線入力入門機の開発に取り組んだ。

2. 予備実験と眼球運動の特徴

顔固定台やカメラ、照明など機材を準備し The Eye Writer での眼球運動の撮影や計測等試運転と予備実験の結果以下のような特徴が見られた。

- ①一点を注視している時も眼球は静止しない。横方向よりも縦方向によく動く。視点は点ではない。
- ②注視対象なしで視線を一定速で動かすと、眼球はギクシャク動く。イメージの中でなめらかに動く視線は現実には存在しない。
- ③眼球運動のみで対象を見ているわけではない。眼球とともに顔も動かしている。
- ④キャリブレーションや計測を厳密におこなっても、眼球運動計測から得られる情報には質、量ともに限界がある。

視線入力に取り組むためには眼球運動計測データの取り扱いに際して上記の特徴を無視できない。

3. 視線入力ツールのコンセプト

3.1 マウス

最近では神経難病の患者もパソコン経験者は少なくない。筆記困難の段階で多くがパソコンに取り組み、症状が進むにつれてキーボードからオンスクリーンキーボードへマウスから代替マウス（フェイスマウス、カメラマウス等）と進み、その途中でスキャン入力方式へ移行する際に機能のギャップに悩む例が多い。直接入力方式の継続には視線入力マウスが期待できる。このように使う道具を変更しユーザの取り組みを中断せずに継続することは、精神的な支援の意味から重要である。

3.2 スターターキット

関心を集めている視線入力だが、『見ればできる』訳ではない。実際には通常とは異なる眼球運動を「駆使」する練習や努力が必要で、その結果として独特の疲労もある。また把握しにくい操作

の仕組は指導の場面にも難しさがある。このように視線入力はまだ万人向けでも誰でもすぐできるわけでもない。よって試用と練習には十分な時間と手間をかけるべきだがその機会は現状で少なく、取り組む人とその支援者のため低コストで手軽な機材と方法が必要とされている。

3.3 赤外線撮影の問題点

赤外線撮影では座標解析に有利な高コントラスト画像が得られる。また市販の Web カメラの赤外線撮影用改造も不可能ではない。しかし介護現場において少ない負担で安定して使いこなす道具には高い品質と商品化技術が必須でこれを手作りレベルでクリアするのは困難と思われる。いくらか目標を下げても現場での使いやすさを優先すべきである。また赤外線の眼球への弊害に関する議論もありこの懸念払拭も容易ではない。

以上より今回は改造なしの Web カメラで自然光通常撮影を行い、マウスを操作するツールを開発することにした。

4. 視線入力マウスの概容

眼球黒目部のテンプレートマッチング (Open CV、intel) を用いて座標値を得る方式に変更して自然光撮影での視線入力を可能にした。また眼球の座標値でマウスカーソルの移動方向と移動速度をきめる方式を採用し操作性を改善した。また瞬開閉時間で通常の瞬きを区別しクリック等の何種類かの操作を使い分けている。以上により眼球運動により通常のマウス操作が可能なツールができた。

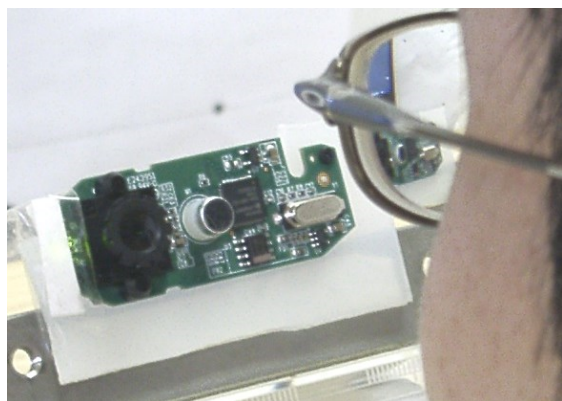


図1 撮影に使用した Web カメラ

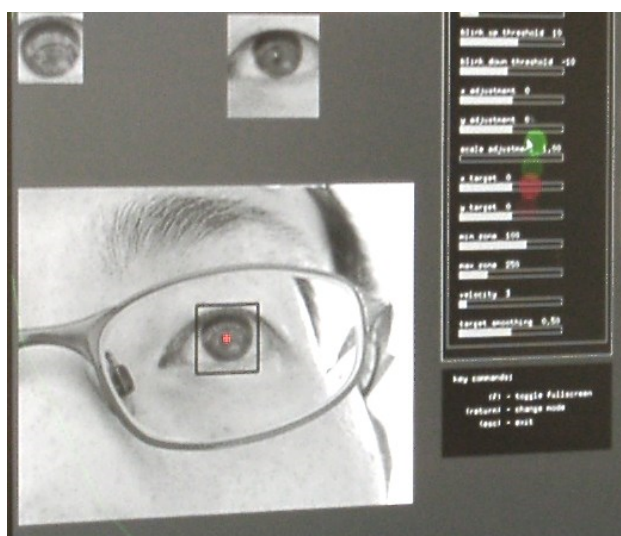


図2 視線入力マウス試運転

5. おわりに

CA の入力にはスキャン方式と直接入力方式がある。現在はスキャン方式が主流で直接入力方式は開発例も製品も少ない。そこで進行性疾患では先々の困難を考え早期からとりあえずスキャン方式を選ぶ傾向もあるが、この問題の本質的対策にはより多くの選択肢を用意し提供することであると考え本件に取り組んでいる。

The Eye Writer は基本的に眼球計測用に設計されている。今回は任意形状認識可能に改造したがこれは眼球以外への応用を念頭に置いている。福祉機器開発では多様なユーザを意識した汎用性のある企画設計が求められ、またユーザの近くでこの汎用性を活用して適合作業を担う人材への技術支援と共同作業がこれから必要であろう。

The Eye Writer は視線入力の道具の製作方法とソフトウェアが Open Source として公開されている。我々の今回の取り組みはこのおかげで実現できた。関係者の英断に敬意を表したい。また The Eye Writer の取り組みは、経済状態に左右されない AT のありかたを示す記念碑的存在と考える。我々も同様に成果を公開できるように開発を進めていきたい。

参考文献

- 1) The Eye Writer, <http://www.eyewriter.org/>
- 2) 香田 潤: 廉価な視線入力装置の提案, 北海道リハビリテーション学会雑誌, 第 38 巻, 3-9, 2013