

Characteristic of eye-gaze Interface as an information tool, and requirements for design

横尾, 誠

<https://doi.org/10.15017/458546>

出版情報 : Kyushu Institute of Design, 2002, 博士 (芸術工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

第1章

研究の背景

我々が生活環境の中で視覚に依存していることは多く、眼で見る行為が生活の多くの時間を占める行為であることは明らかである。例えば、何かをするためには、まず対象となるモノを見る。そして、それに向かって手を差し伸べる、押す、つかむなど、必ず眼で対象となるものを見て何らかの行動を起こしている。そのように頻繁に使われている感覚が視覚であり、視覚の感覚器官である眼球は絶えず動いている。その眼球運動を記録、解析して視線の検出を行うのがアイゲイズシステムであり、それをGUI環境のコンピュータのポインティングデバイスとして用いるのがアイゲイズインタフェースである。

1.1 アイゲイズインタフェースについて

アイゲイズインタフェースとはユーザの眼球運動を検出・解析することによって視線移動量を算出し、コンピュータ画面上のポインタの座標に反映させるものである。

現在、視線を検出する仕組みの主な方法として、次の手法が用いられている。

- (1) EOG(Electro-Oculography)方法
- (2) 角膜反射光による方法
- (3) 角膜と強膜の反射率の違いを利用する方法（強膜反射方式）
- (4) 磁気誘導による方法

本研究では、視線を検出する仕組みとして、(2) 角膜反射光による方法を用いた非接触型のアイゲイズシステムを用いた。(2)の角膜反射光はアイゲイズシステムのなかでもユーザに負担をかけない方法だとされている。非接触型であり、ユーザは何も装着せずにアイゲイズを使用することができる。またシステムの構成も一般のパソコンを使用するもの

が多く、CCDカメラを接続して使用するシステムであり扱いやすい。一方(1)のEOG方法は、眼球の電位差を取得するため、上下のまぶたに電極を装着する。(3)の角膜と強膜の反射率の違いを利用する方法(強膜反射方式)は、フォトカプラを眼球付近に設置するため、ゴーグルなどを固定し、そのゴーグルをユーザが装着して使用する。また、始める準備段階のキャリブレーションに微調整が必要となる。(4)磁気誘導による方法はコイルがついたコンタクトレンズを眼球に装着する必要があるユーザに負担がかかる。精度は良いものの、使用時間は20分ぐらいが限界である。角膜反射光による方法の精度は劣るが、使用時に違和感はない程度である。以上の理由より角膜反射光による方法を使用した。従って、Quick Glimpseの場合には、映像解析を行うときに解

図1.1

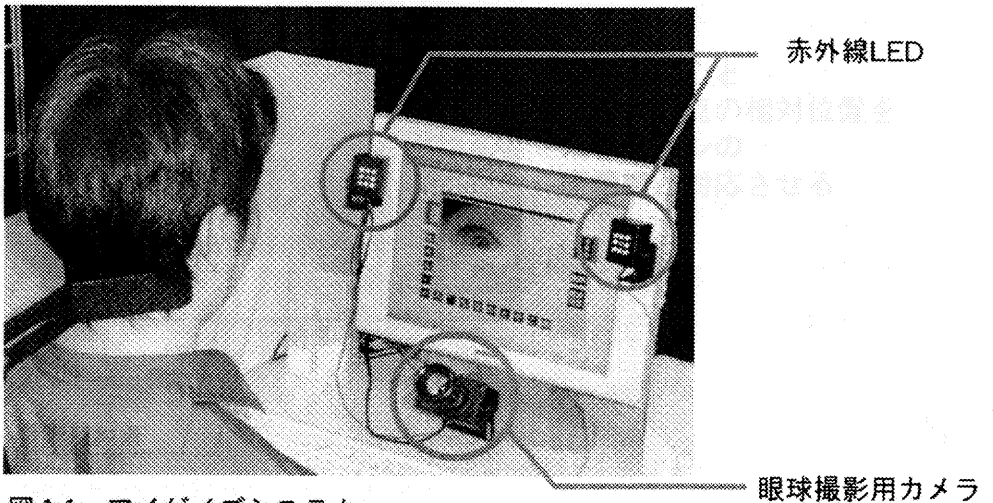


図1.1 アイゲイズシステム

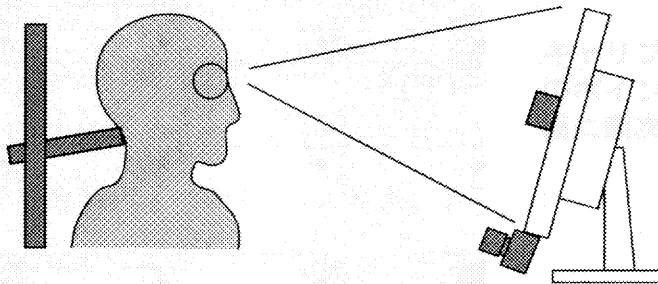


図1.2 アイゲイズシステムの配置図

1.1.1 アイゲイズインタフェースの仕組み

アイゲイズシステムは数社が製品化しているが、本研究では、常時マウスのカーソルをアイゲイズで代替することができるアイゲイズシステムである Eye Tech Digital Systems 社の Quick Glance を使用した。CCDカメラで眼球を撮影してNTSC規格の信号をコンピュータのキャプチャボードで取り込む。このシステムは最大30フレーム/秒の映像解析能力があり、1フレーム毎に撮影した眼球映像の映像解析をおこなって眼球運動を解析する。眼球運動の解析能力は最大1degであり、カメラと眼球との距離や映像解析をおこなうコンピュータの処理速度などの条件によって異なる。解析能力は数値が小さくなるほど眼球運動を正確にとらえることができる。Quick Glanceの場合には、映像解析を行うときに特

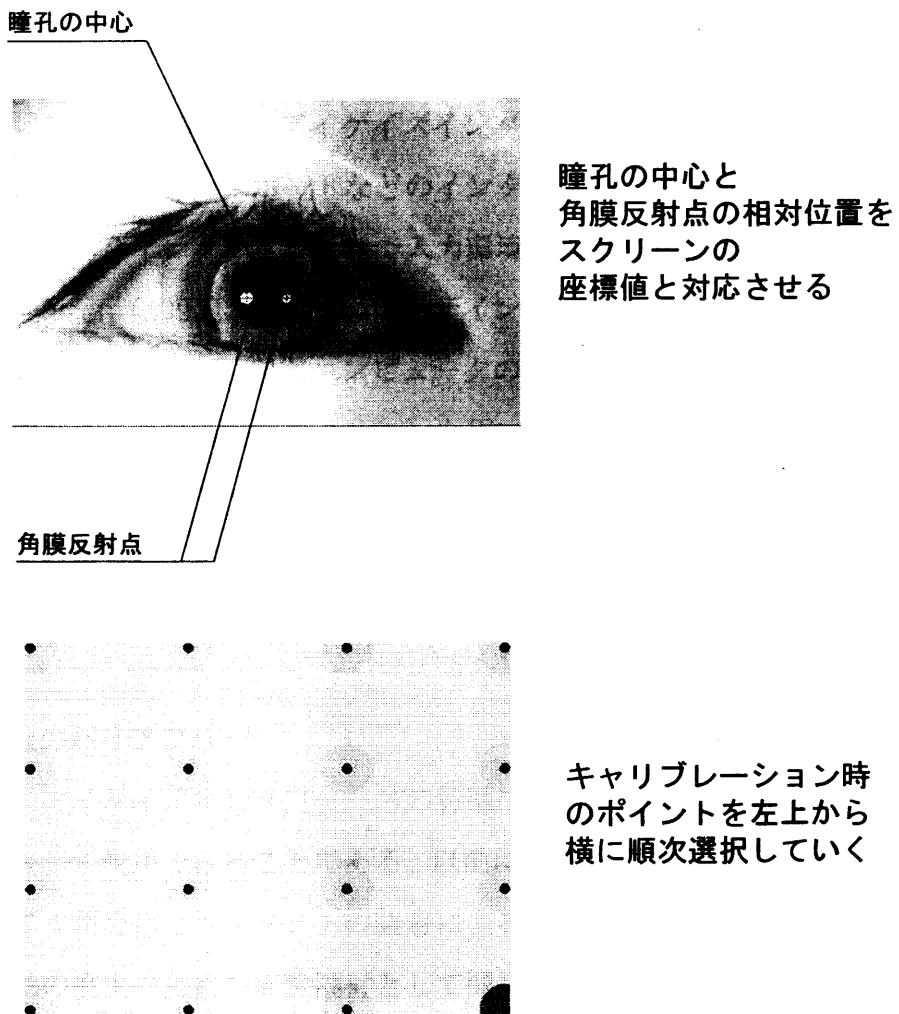


図 1.3 眼球撮影映像とキャリブレーション画面

徴点抽出の方法を採用しており、赤外線LED(発光ダイオード)を使用した投光器により発光した光を角膜で反射させる。投光器はカメラをはさんで左右1組ずつあり、角膜反射像は2つある(図1.1)。また、瞳孔像は黒い円で表現され、撮影された眼球の映像には、2種類の点(角膜反射像の白い点2つ、瞳孔中心像の黒い円の像1つ)が特徴点として映し出される。この二種類の特徴点により眼球の運動変位を算出する。本研究ではこのアイゲイズシステムを使用することを前提としているので、このカメラと投光器と眼球の位置関係が常時一定条件でなければならない(図1.2)。

また、ユーザの視線の向きと画面上の範囲内でカーソルが移動できるように調節するため、キャリブレーションをおこなう。このシステムでは、画面上の16点について順に注視する方法をとっている(図1.3)。

1.1.2 アイゲイズインタフェースの可能性

Jacob (1990)¹⁾はアイゲイズインタフェースを用いれば現在使われているマウスやキーボードなどのインタフェースよりも速い操作で、そして気軽なインタラクションで入力環境を提供できると述べている。またNielsen (1993)²⁾は新しいユーザインタフェース技術とインタラクション性の特徴から、現在コンピュータのウィンドウシステムの操作技術に代表される平面的なスクリーンを用いた操作から、物理世界のオブジェクトを用いるユーザインタフェース技術に移行するだろうと述べている。その新しいインタフェースの例との一つとしてアイゲイズインタフェースがあげられている。

1.2 情報のバリアフリー

アイゲイズインタフェースの特徴は、眼球運動をGUI環境のポインタとして使用できることである。以前は、EOG型、強膜反射型、そしてコイル埋め込みコンタクトの装着による磁気誘導型により、多くは視線移動の検出のための実験機材として開発された。角膜反射型の視線検出方法によるアイゲイズシステムが考案され、軍事技術でヘリコプタの照準

システムとして導入された。しかし民需転用でアイゲイズインタフェースとして使用されており、今日の社会のなかでこの技術を直接応用できる領域として四肢の不自由な障害者がコンピュータに入力する際のポインティングデバイスとして応用されている。しかし、この応用も必要とするユーザの絶対数が少ないことから一般的な技術としては普及しておらず、福祉機器としては依然として高価である。

1.2.1 アメリカ合衆国の取り組み

アメリカ合衆国では、アメリカ国内にいる戦争による負傷兵士、また、障害者のための自立を掲げた法律を制定している。この法律は、戦争で負傷し、障害をもった退役兵士を含めた全障害者を対象に国民として自立を促すための法律として制定されている。

障害を持つアメリカ人法1990年(ADA : Americans with Disabilities Act of 1990)³⁾

ADA法は、「市民権法1964年」の後に制定された市民権に関する最も包括的な法律である。この法律は、障害者の差別防止を目的とした「リハビリテーション法1973年」を拡大する形で作成されている。

このガイドラインは、施設、設備、建物、およびその構成要素への障害者のアクセシビリティを確保するための技術的要求事項を示している。各要求事項の適用範囲は、連邦機関がADA法の下で公布した各規則の中に述べられている。

ここでADA法のもとに施行された情報のバリアフリーに関係すると思われる法規を紹介する。

総労働力投資法1998年508条(Work Force Investment Act of 1998)⁴⁾

508条は、もともと1986年10月にリハビリテーション法内に制定された。その1年後には、教育省と総務庁(GSA : General Service Administration)が共同でガイドラインを発表し、電子機器の入力、出力、およびドキュメントに関し、アクセシビリティの機能仕様と、それ

を達成する管理責任を明確にした。しかし、「リハビリテーション法508条」は、違反した場合の罰則など、強制力に欠けていたため、殆どの省庁で、これらのガイドラインは守られなかった。

その一方で、コンピュータなど電子機器および情報技術の利用が、連邦政府の職場で拡大している。連邦政府で働く障害をもつ職員は、業務遂行のために各種の支援電子機器を利用しているが、新しく導入されたコンピュータとのインターフェースが考慮されていないため、突然、業務システムへのアクセスが不可能になるケースが増えている。また、連邦政府の情報公開が、インターネットなど電子的なものに移行しているが、障害を持つ一般市民のアクセシビリティに問題がある場合も発生している。そこで、1998年8月に、実際に効力を持つように508条の規定内容が改定され、総労働力投資法（Work Force Investment Act）に移行した。

支援技術法 1998年（ATA: Assistive Technology Act）⁵⁾

ATA法は、「障害者への技術関連支援法1988年」（Tech法）の後継法規として1998年11月に施行されたもので、各州が実施する障害者のための支援技術関連活動に対し、連邦政府が資金的に援助するものである。ここで、支援技術（AT: Assistive Technology）とは、障害者の機能的能力を増進し、維持し、あるいは改善するために使われる装置あるいはシステムを意味する。

このように、アメリカ合衆国では、国の重要課題として障害者の自立のための支援を取り上げ法として制定し、実行している。

1.2.2 日本での取り組み

「高度情報通信ネットワーク社会形成基本法」（IT基本法）が平成12年11月29日に成立⁶⁾し、さまざまな取り組みが行われ始めている。

日本が世界最先端のIT国家になることを掲げた構想のもとで制定されたこの法規では、すべての国民が情報ネットワークの恩恵を受けることができるようなインフラを整えなければならないと唱え、そのための五つの大きな目標があり、それらは、この構想を達成させるための大きな

柱、つまりは必要不可欠なものとなっている。しかし、すべての国民がその恩恵を受けるためには、すべての人がその情報ネットワークにアクセスできなければならない、現時点でのその入り口はパーソナルコンピュータである。そのパーソナルコンピュータを使いこなせる人と使いこなせない人の間にも情報ネットワークの恩恵の享受において格差が生じてしまうことがデジタルデバインド (Digital Divide) とよばれ、この問題は平成14年の重点計画で指摘されている。具体的には、政府のIT戦略本部が発表した平成14年e-Japan重点計画 - 2002⁷⁾ の「III. 横断的な課題」として「3. デジタル・ディバインドの是正」があげられ、「(2) 年齢・身体的な条件の克服」の項目で「年齢、身体的な条件により情報通信技術の利用機会及び活用能力の格差が生じないように、地方公共団体等における施設のバリアフリー化、障害者や高齢者等に配慮した情報提供等のバリアフリー化や情報通信関連機器・システム等の開発を推進する。」の一文が強調されている。このように、情報のバリアフリー化は、国の、さらに国を越え世界的な重要課題となりつつある現状がある。

1.3 ネットワークコミュニティ

インターネットの世界は、世界の様々な国と地域につながっている。そこではE-mail、Webブラウザなどのコミュニケーションツールを使うことにより、同じ関心を持つ人々同士をインターネットの世界で出せ、そしてコミュニケーションを行い、何らかの価値を創造していく一種のコミュニティを形成する例が見られる。これらはネットワークコミュニティと呼ばれている⁸⁾。

コミュニティは、マッキーバー (Maciver 1917)⁹⁾以来、社会学 (特に都市社会学) の分野で盛んに議論されてきた。ヒラリー (Hillery 1955)¹⁰⁾は多種多様なコミュニティ (94種) の定義を整理し、そのなかで、コミュニティに必要な要件をまとめた⁹⁾。それによると、以下の3つの要件を満たしていればコミュニティとしての機能があるとしている。

1. 地域性(area)
2. 何らかの共通性(common ties)

3. 社会的相互作用(social interaction)

ネットワーク上のコミュニティーがこの要件を満たしているか確認する。ヒラリーの3つの定義うち、地域性についてはインターネットの世界では問題がある。この場合の地域性とは、残りの2つの定義である「共通性」と「社会的相互作用」の条件を満たすための必要条件として挙げているということである。以前の社会では地理的な人同士の距離と、社会的な人同士の距離が同等であったと考えられている。もともとマッキーバー (Maciver 1917)⁹⁾においても、コミュニティーの概念の基本が「地域」ではなく「共通性」あるとしている。また、共属感覚がコミュニティーの成立の大きな要因となっていることを考えれば、「1. 地域性」の解釈として、ネットワーク上に設定された集まるための仮想上の場所に身を委ねる (commit) ことと考えてよいと言える。次に、「2. 何らかの共通性」として、ある一定の共通の関心事をもとに集い「3. 社会的相互作用」としてコミュニケーションを行い、情報を共有することとなる。したがって、インターネットの世界はコミュニティーの条件を満足している。

ネットワークコミュニティー¹⁰⁾とは、ネットワーク上のある仮想の場に集まった人々同士がその場の中である特定の情報を共有したり、一緒に作業をしたりして何かを生み出していくことであると定義できるものとも考えることができる。この定義で考えれば、重度の障害者で身動きが自由にできない人にとってインターネット上でのコミュニティーはとても重要な活動の場になってくるであろう。

ネットワークコミュニティーとしての例として、次のようなものがある。

- ・情報交換サイト (BBS)
- ・オンラインゲーム
- ・フォーラム
- ・オープンソフトウェア開発
- ・オンラインオークション
- ・オンラインショッピング
- ・リサイクル仲介
- ・趣味などのメーリングリスト (ML)
- ・ボランティア募集
- ・就職情報メーリングリスト (ML)

1.4 本研究の目的

日常的にマルチメディア技術やネットワーク技術を利用することで、コミュニケーションや社会活動を効率良くしている今日のIT社会では、多くの生活領域においてコンピュータ操作の必要性が増している。アプリケーションソフトやデジタルコンテンツを利用できる者とできない者のデジタルデバイドの解消は社会的問題になっており、アイゲイズインタフェースは障害者の社会進出やコミュニケーションを促す「情報のバリアフリーツール」として、ワープロ、電子メール、情報機器の操作を容易にすることが期待されている。精神活動は正常であるが、ALS（筋萎縮性側索硬化症）などにより、全身の筋肉を自由に動かすことができない人がいる。しかし、彼らは眼球運動は正常に行うことができる場合が多い。本研究では、従来のWIMP(Windows, Icon, Menu, Pointer)オペレーティングシステムにアイゲイズインタフェースを適用する際に考慮しなければならないユーザのインタフェース特性を求めることを目的とし、アイゲイズインタフェースを用いたユーザインタフェースデザインの要件に関して議論する。