

首の動作を利用したユーザインタフェースとその小型化について

阿南正明
機械電子部

Study on Man-Machine Interface based on Human's Neck Movement and Making Compact Size Version

Masaaki ANAN
Mechanics & Electronics Division

要旨

これまでに首の動作を利用したインタフェースとして、1) 運動視差に基づく立体図形の表示 2) うなずき検出 3) 首動作による文章入力装置(ワープロ)の3点を試作し、コンピュータ画面の表示がユーザの首の動作に連動して変化するようなユーザインタフェースの試作を行ってきた。

本年度、これらの装置の一部を、実用化のための足がかりとして、市販の小型カメラ(USBカメラ)に移植する作業を行った。USBカメラを使ったものでは、顔の肌色の重心を絶え間なく検出することにより、ユーザの首の位置を判定し、パソコン側に質問に対するユーザの解答を入力することが可能である。

1. はじめに

現在は、パソコンへの情報の入力装置として、キーボードとマウスが、一般化している。次世代のインタフェースとしては、音声入力が有望視されているが、複数の人が同時にたくさんのパソコンを使うようなケースでは、干渉(隣の人の声が自分のパソコンにはいってしまう等)があり、また、夜中に使いにくいなどの面があるため、万全とはいえない。

サイレントな入力手段にも、電子ペンや、データグローブをはじめ、さまざまなタイプのものが開発されてきているが、本研究では、とくにユーザの首の動きに注目し、画面上の図形を首動作と連動させて覗き込めるようにしたり、画面上の質問に対するユーザの解答を、首の動きで入力したりする方法について、これまで検討してきた。

首の動きの利用には、下記のようなメリットがある。

- うなずく、首を横に振る、覗き込む、画面上の2つのアイコンのどちらかを見つめる、など、日常的で、自然なインタフェースを実現しやすい。
- 障害者(両手の不自由な人)への福祉機器としての応用が可能である。
- ものに触れずに、コンピュータに解答を入力する、という面白さ、平易さがある。

本年度は特に、PSD(Position Sensing Device)を使って作成した試作機の一部をパソコン用の、小型カメラ(USB接続)に置き換える作業を中心に行った。

1.1. ユーザに対する機器の装着について

首動作の利用方法は、大別して、

- A) ヘッドフォンや目がねのようなものを装着してから使う。
- B) なにも装着せずに、コンピュータの前に座って使う。

の2種類がある。

A)のほうが精度にすぐれ、首の3次元的な位置が必要な場合も、一般的にはA)の装着型となる。

B)は、感覚的にはパソコンの椅子に座っただけで、ソフトウェアが動かせるという意味ですぐれている。両手の不自由な人への福祉利用を考える場合もB)がのぞましい。

今回の実験では、A)としてPSDという既存の赤外線センサと赤外線LEDを用い、B)として、パソコン用の小型カメラ(USB接続のもの)を使用した。

A)の、そのほかの装置としては、磁気センサの利用、帽子+アーム型の検出器を頭にとりつけるもの、などがあり、B)では、棒状の赤外線センサをディスプレイにとりつける物(一般には1次元検出となる)等が知られている。

2. 首動作を利用したソフトウェアの試作

PSD版では 1) 運動視差に基づく立体図形の表示 2) Yes/No 検出 3) 首動作による文章入力装置(ワープロ)の3点を、試作した。

USBカメラ版では、画面上の選択肢から、ユーザの首の動作によってコマンド選択するソフトを試作した。

Table 1 試作装置について

	PSD 使用	USBカメラ 使用
平成10, 11年度	<p>○運動視差に基づく立体表示 ユーザの首の位置に連動した画像上の運動視差の変化。(Fig.1, Fig.2)</p> <p>○うなずき検出装置 ユーザの首の運動(うなずく, 首を横に振るなど)を検出する装置を試作した。</p> <p>○首動作ワープロ 上記を用い, 首の動作のみで文字を入力する装置を試作した。(ひらがなのみ。)</p>	
平成12年度		<p>○首動作によるYes/No検出装置</p> <p>画面上の2つのアイコンのうち, どちらかを長く見つめると, 入力される。(Fig.4)</p>

*PSD: 位置検出素子(LEDをヘッドフォンで装着)
*USBカメラ: パソコンに接続する市販の小型カメラ

2.1. PSD版について

これまでに作製した装置では, ユーザの頭部位置をPSD位置検出装置で検出し, コンピュータ本体にその情報を送り, PSDの発光体はヘッドフォンに取り付け, ユーザに装着してもらった。コンピュータは受け取った頭部位置の情報に基づき, 首の位置, 動作を目的に応じて検出し, ソフトウェアから利用する。

2.2. 運動視差に基づく3次元図面の表示

この装置は, ユーザの首動作から生じる運動視差を, すでに画面上に表示されている3次元図形に反映させる。

これにより, ユーザは, 本来2次元にまで落とされているはずのワイヤフレーム面に運動視差分を付加した図形を見ることになり, 結果的に画面上の図形の側面や穴をのぞき込むことが出来るようになる。

消去法的に言えば, バーチャルリアリティーから, 両眼視差の効果を除き, 卓上化したものである。

のぞき込み移動量(以下の式で $d\vec{F}$)を明確にするため, 3次元のベクトルを使ってのぞき込み表示のための透視投影の式を求めた。

(のぞき込み表示)

$$s1 = dFx + (F/t1) (Px \sin \theta - Py \cos \theta - dFx)$$

$$s2 = dFy - (F/t1) (Px \cos \theta \cos \phi + Py \sin \theta \cos \phi - Pz \sin \phi + dFy)$$

ここで,

$$t1 = (Px \cos \theta \sin \phi + Py \sin \theta \sin \phi + Pz \cos \phi)$$

..... (1)

ただし, パラメータとしては, 下記の変数を用いた。

物体上の任意の点	: $\vec{X} = (x, y, z)$
目の位置	: $\vec{E} = (Ex, Ey, Ez)$
視線の水平角度	: θ
視線の垂直角度	: ϕ
目と画面との距離	: F
目から画面原点までの垂直なベクトル	: \vec{F}
ユーザの初期状態における仮想視点と仮想スクリーンとの垂直距離	: F_0
画面に対する視点のずれ(画面上の座標で)	: $d\vec{F} = (dFx, dFy, 0)$
2次元画面上の描画点(求める値)	: $(s1, s2)$
なお簡単のため,	$\vec{P} = \vec{X} - \vec{E}$ とかく。

..... (2)

PSDの検出した頭部位置(F, dFx, dFy)を(1)式に代入し, (s1, s2)を画面上で線分で結んでいく事により, 運動視差を含めたワイヤフレーム画像の表示を行う事が出来る。表示は絶え間なく更新し, 首動作に合わせて連続的に画像を変更する。

2.3. USBカメラ版について

広域共同: 応用技術開事業として, (株)アウストラードに, 任意の色を小型カメラで常時追従するソフトウェア開発を依頼した。

委託内容

パソコンに接続できる小型のUSBカメラを用い, 指定した色の目標物の位置を常時検出するソフトウェアの開発。結果的に, 色のマーカ使用と, 顔の肌色を直接検出するものと, 両方の使用法が可能であるが, 今回は, 顔の肌色を直接検出するものを使用した。

これを受けて画面上の2つのアイコンから首の動作により, 長くみつめている方が選択されるようなユーザインタフェースを試作した。

3. 実験方法

首動作を利用したPSD試作装置について、小型カメラによるバージョンの作成を行い、両者を比較した。

図形ののぞき込みについては、ワイヤーフレームによる実験用の簡易立体図形を作成し、実際に運動視差を変化させて覗き込む実験を行った。ユーザからの解答入力については、簡単なクイズを画面に表示し、答えを選んでもらうような、簡単なアプリケーションをそれぞれ試作した。

4. 結果と考察

4.1. 結果

PSD使用： 結果を、Fig.1, Fig.2 に示す。

USBカメラ使用：結果を、Fig.3, Fig.4 に示す。

Table2 各素子の比較

PSD 使用	USBカメラ使用
方法（赤外線LEDの位置をPSDカメラで追跡。）	方法（顔の肌色を通常のカメラ画像から追跡。）
○精度の高い検出可能。 ○3次元で位置を検出できる。	× ラフな検出のみ × 一般に2次元の検出
×LEDをユーザに装着しなければならない	○ ヘッドフォン等、無装着で使える
×高価（約300万）	○ 安価（約1万）

*LED（＝赤外線発光ダイオード）

PSDを使用した場合、シビアな頭部位置を3次元で検出できるため、これを用いて、立体図形の運動視差と、首の動きを連動させた表示装置などを構成することが出来る。

USBカメラを使うと、さらに極めて安価で小型の装置を試作可能であることがわかったが、検出は2次元となり、又、極めてラフな検出となるため、それに合わせたソフトウェアの変更が一部必要となった。

安定した検出を行うため、今回は首の可動領域を左右に2分割し、2つの要素から選択をおこなう方式をとった。

運動視差に基づく3次元図形の表示に関して詳しくは、昨年、1昨年の研究報告書を参照されたい。²⁾³⁾

簡単な3次元図形に対し、運動視差を付加した表示を行うことが出来た（Fig.1, Fig.2）

うなずき検出に関しては、昨年度、所内の公開行事でデモを行い、約60人の被験者のほぼ全員に対して、満足

Table 3 検出装置とソフトウェア仕様

	PSD 使用	USBカメラ使用
Yes/No 検出	うなずく・首を横に振る動作の検出	分割画面上から2択 (ユーザにとっては、2つのアイコンからの選択。)
文字の入力 (画面上50音表から注視)	○(可能)	×(不可)
運動視差と首動作の連動	○運動視差との完全な連動が可能。	△左右2択形式で、ソフトウェアにより、擬似的な覗き込み表示を作成した

な Yes/No の検出を行う事が出来た。1名、髪型等の影響により、どうしてもうまく検出が出来なかった。ヘッドフォンではなくヘアバンド、眼鏡タイプの機器への変更等、今後の検討が必要である。

首動作ワープロに関しては、現在ひらがなのみの短い文章が入力でき、ディスクにセーブできる。

4.2. 入力確定のタイミングについて

USBカメラ使用版では、福祉目的の利用が前提であり、キーボードや、マウスを一切使わないことを保証した。このため、リターンキーやクリックを使えないので、

- 1) 問題文などの表示中は、選択肢は表示しない。
- 2) はじめて首を大きく動かした時点で、選択肢を表示し、6秒見つめつけば、確定する。

という方法にし、アプリケーションの冒頭にそれらを練習してもらった。少し慣れると、首の動作だけで、選択肢に対する解答を快適に入力していくことが可能である。

4.3. 使用環境について

USB版は、通常の光源下、通常の環境で使用できるが、今のところユーザはアジア人に限定し、また肌色の服や肌色の壁が画面内にないことを、前提としている。

5. まとめ

昨年度までに試作した、首動作を利用したインタフェースを小型のUSBカメラに移植し、ソフトウェアに変更を加える作業を行った。結果として画面上の2択程度であれば、無装着でキーボードやマウスに触れずに、充分、回答の入力出来ることがわかった。次年度は特に、実際の福祉目的に使えるようなアプリケーションについて、検討をすすめたい。

参考文献

- 1) 増田千尋: "3次元ディスプレイ",産業図書(1990)
- 2) 平成10年度年次報告書: "のぞき込み可能な3次元形状表示装置と奥行き感の強調について", (1999)
- 3) 平成11年度年次報告書: "首の動作を利用したユーザインタフェース",大分県産業科学技術センター(2000)

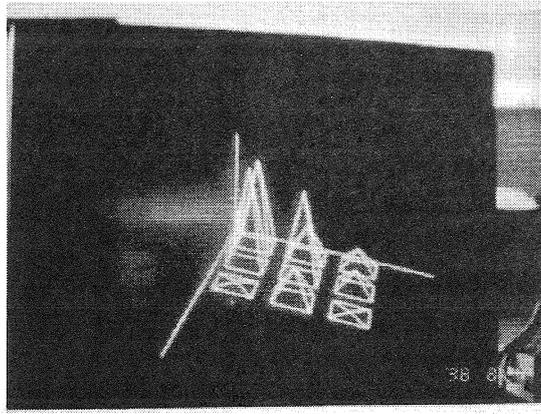
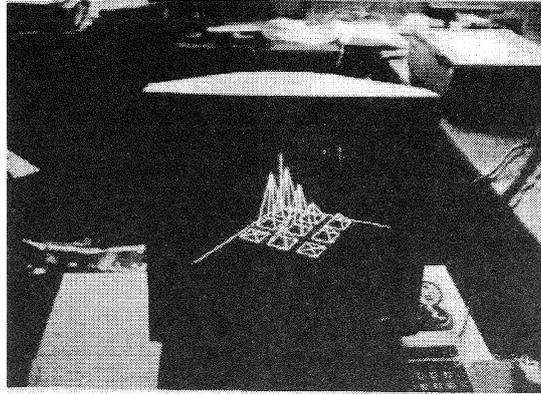


Fig.1 のぞき込み位置による画像の変化
(* PSD 使用。
(*) 首の位置は、3次元で検出。
(* PSD用の赤外線LEDをヘッドフォンに取り付けたものを装着し、撮影。

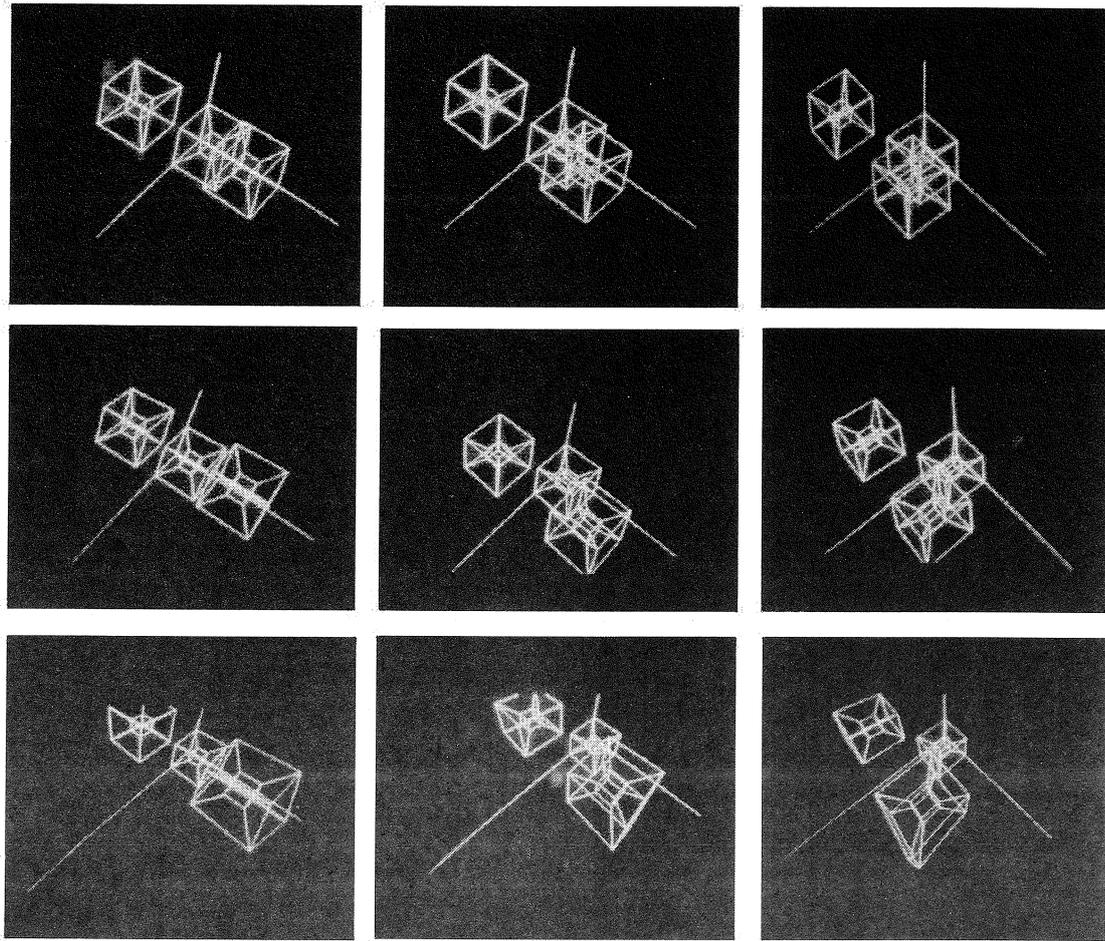


Fig.2 のぞき込み位置による画像の変化と遠近法の強調

(*)横方向は、のぞき込み効果

(*)縦方向

1 段目：通常表示

2 段目：1 / 2 接写による

遠近法強調

3 段目：1 / 4 接写による

遠近法強調

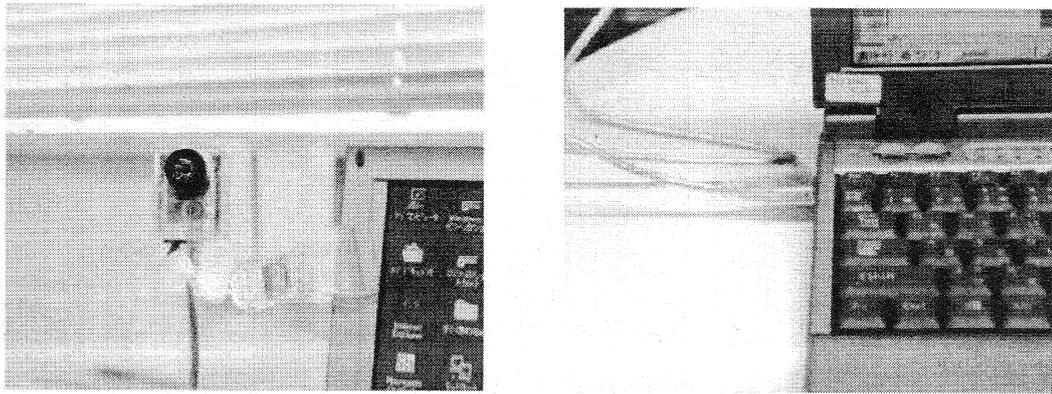
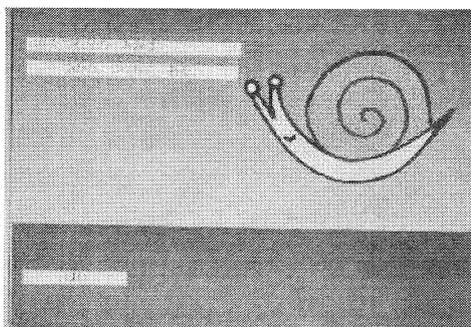
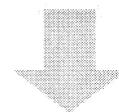
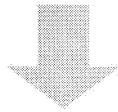
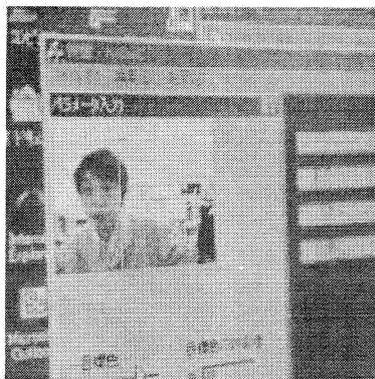
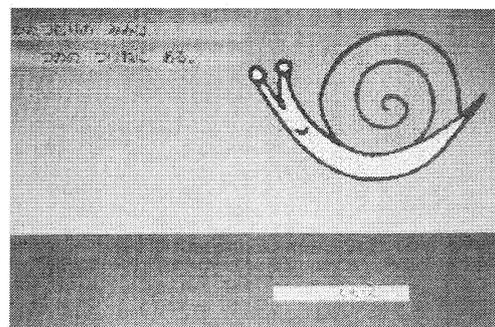


Fig.3 USBカメラ (左) と、パソコンへの接続部 (右)



(「はい」 選択画面)



(「いいえ」 選択画面)

Fig.4 ユーザの首の位置による画面上の選択肢の変化

- (*) 6 秒間、見つめ続けると、入力
- (*) 初期状態では、質問のみを表示し、
はじめて首を動かした時点で、選択肢を
表示する