

## 首の動作を利用したユーザインタフェースに関する研究

阿南正明  
機械電子部

### Study on Man-Machine Interface based on Human's Neck Movement

Masaaki ANAN

Mechanics & Electronics Division

#### 要旨

一昨年から本年度までに、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た。特にうなずき検出に関して、必要なパラメータ(速度の閾値、フラグのディケイ)を求め、Yes(うなずく動作)でもNo(首を横に振る動作)でもない、貧乏ゆすりや自然な首の運動などを除去する方法について検討した。

#### 1. はじめに

コンピュータを使用している際、画面上に「終了しますか?(y/n)」などのような質問文(メッセージボックス)が表示される事がよくある。通常コンピュータのユーザはキーボード、もしくはマウスから、YまたはNの回答を入力する。もし画面をながめているままの状態、軽くうなずくだけで回答が入力できれば、話は速い。また両手の不自由なユーザに対しても、このような方法で、コンピュータとのインタフェースを提供することが出来る。

首の動作を積極的にコンピュータへの入力方法に取り入れていくことには、下記のようなメリットがある。

- 1) 首だけの動作認識であれば、ゼスチャ認識などに比べてシステムの実現がしやすい。
- 2) 小型カメラのあらかじめついているノートパソコンなどが出回りつつある(タイムリーである)。
- 3) 上述のように、両手の不自由なユーザでも、コンピュータへの回答の入力が可能になる。

##### 1.1 試作機のデモについて

要旨に述べた3点のうち、「うなずき検出」の装置については、昨年度の当センターの公開行事(センターフェア'99)において今回試作したうなずき検出装置をクイズ形式でデモを行った。

対象は4~15才程度の子供が多く、合計60程度に対してデモを行った。まず、回答者にはP S D発光素子を取り付けたヘッドフォンをしてもらい、最初に練習画面で、うなずいたら「Yes」のマークが、首を横に振れば「No」のマークが出るよう、練習してもらい、画面内には「練習モードの終了」とかかれた領域があり、やはり首を動かして、その領域内にカーソルを持っていくとクイズが

始まる。

画面にある簡単な文章(例えば「ドラエもんはネズミが苦手である。」)と簡単なマンガを表示し、正しければうなずいてもらい、間違っていれば首を横に振ってもらった。

来場者の首動作が、クイズとして正解であれば「あたり」のマーク、間違っていれば、「はずれ」のマークを表示し、同時に「次に行きますか。」という一文を表示して、ここでもう一回うなずいてもらう。

余談であるが、全問正解(5問)者には、景品を用意した。又あたり、はずれのマークを表示する際、正しい解答をカッコ書きで説明した。

健常者の利用例に限った場合、うなずき検出の導入によって、コンピュータによる作業の効率が飛躍的に向上するとか、何か今まで出来なかった事が出来るようになるわけでは決してない。

しかしながら、そこには、コンピュータを楽しく使うという要素があり、来場者のアンケートなどを見ても、今回のデモで、実際に使用してもらったユーザの「受け」はかなり良かった。

##### 1.2 心理面の効果について

もちろん個人差もあると思われるが、基本的に何か簡単な回答をコンピュータに入力する際に、マウスやキーボードに手をのばすのは、意外にめんどうくさい。コンピュータに向かってうなずいたり、首を横に振るほうがはるかに速く、楽である。

よく似た例で、音声認識の利用という方法があるが、「コンピュータに話しかける」という行為は意外に不自然であり、又状況によっては人目が気になる。何を入力しているのか絶え間なく第三者に発表している状態で入力しな

くてはならないというも解せない。(その方がいいというケースもあり、又これには心理的な側面や、ユーザの性格などによる個人差があると思われる。)

なお、今回の首動作検出に関する研究は、例えばウィンドウズ上の任意のソフトを首動作だけで動かすというようなものではなく、首動作を活かした専用のソフトウェアをひとつひとつ作る、という考え方である。前者の可能性については、今後の課題とする。

## 2. 首動作を利用したソフトウェアの試作

一昨年から本年度までに 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。各々の装置の概略は以下のようなものである。

Table 1 試作装置の概要

名称	概要	対象 (利用目的)
運動視差に基づく3次元図面表示装置	首を動かすことにより、運動視差の変更分を画面に表示された3次元図形に反映させ、現実物体と同じように、のぞき込む効果を付加する。	○3次元CAD ○3次元シミュレーション ○解析結果の表示
Yes/No 検出器	うなずく、首を縦に振るなどの動作を検出し、画面上の質問に対するユーザの回答を入力する。	○アンケート ○クイズ等の自動化
首動作に基づく簡易ワープロ	画面上の文字テーブルから、首動作により文字を選ぶ事により、手が不自由であっても文章を入力することができる。(現状は平仮名のみを入力できる。)	○障害者のための文字入力装置等

## 2.1 ハードウェアについて

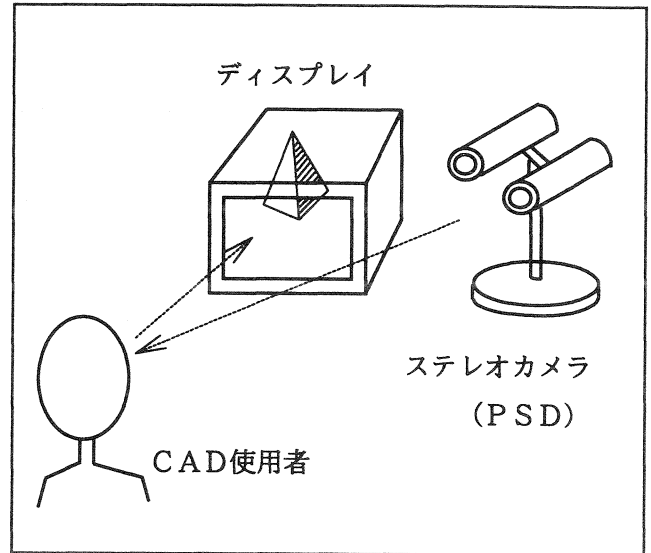


Fig. 1 システム概要

今回の試作では、すべて Fig. 1 に示すハードウェアを使用した。ユーザの頭部位置を PSD 位置検出装置(将来はステレオカメラを予定)で検出し、コンピュータ本体にその情報を送る。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う。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。

(PSD: Position Sensing Device の略。)

## 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。(詳細は、昨年と一昨年の研究報告書を参照。)

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ーフレーム画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。<sup>2)</sup>

(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	: $\theta$
視線の垂直角度	: $\phi$
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 Yes・No検出について

PSDの出力した首の位置に関する情報から、最終的に下記のようなアルゴリズムを用いて、うなずき検出を行った。

#### <首動作の判定について >

首動作の方向 (L, R, T, B) と速さを算出し、

- 1) 速さが、ある条件範囲 内なら、  
フラグを立てる。
- 2) フラグは、" 余韻を持たせて" 消去。
- 3) T (上向き) と B (下向き) のフラグが  
同時に立てば、 「Yes」
- 4) L (左向き) と R (右向き) のフラグが  
同時にたてば、 「No」
- 5) 判定直後のデータは、少しの間、捨てる

#### <ある条件範囲とは>

ある範囲の速さをもつものが、ある時間、  
連続する

- × 短かすぎ (例: びんぼう揺すり、  
震え)
- × 長すぎ (例: 大かぶりの動作)

「速さ範囲」「時間範囲」は、あとから、調整。

(\*) 横と縦では、範囲のしきい値は異なる

#### <うなずき検出 (注意点) >

- ① うなずくのと、首を横に振るのとでは、  
速度、距離が、微妙に異なる  
(一般にうなずき動作のほうが、短く、速い)
- ② 首を横に振る回数は、決まっていない。  
(回数は、判定条件としては、不可。)
- ③ そうでない動作 (貧乏ゆすり等) の除去

### 2.4 首動作に基づく文章入力装置について

本装置は、下記のような手順でひらがなの文章を入力する。234234

#### <首動作ワープロの使用法>

- 1) PSD発光素子を付加したヘッドフォンを装着。
- 2) 練習モード  
うなずいたら、Yes  
首を横に振ったら、Noのマークが出るよう練習する。
- 3) 練習モードの終了  
「練習モード終了」と書かれた領域へ  
首を移動。
- 4) 50音表から文字を選ぶ。  
画面上の50音表から、首を動かすことにより、  
カーソルを動かし、入力したい文字の位置で  
0.5秒以上静止する。例えば「あ」という平仮  
名を入力したいのであれば、「あ」という文字  
の上で、0.5秒以上カーソルを静止させる。
- 5) 確認  
「あ？」と聞いてくる。  
正しければ、うなずく。  
違っていたら、首を横に振る。
- 6) 上記の4)、5)を繰り返す。
- 7) 終了時には、「×」マークの上に0.5秒以上  
カーソルをとどめる。入力した文章は、  
"tmp.txt"にセーブされる。

以上に示したように、首動作ワープロは、内部でうなずき検出を利用する。

### 3. 実験方法

今回は下記の3種類の、首動作を利用した装置の試作を行った。2. 首動作を利用したソフトウェアの試作で述べたような各種アルゴリズムを用い作成した。

このアルゴリズムに関する注意点は、

- 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)

## 4. 結果と考察

### 4.1 結果

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。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。

うなずき検出に関しては、1.1 で述べたような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ず会場であやまって引き取ってもらった。

出口のアンケートで 49 名が最も印象的なブースとしてこのデモを上げてくれた。

首動作ワープロに関しては、上述のように、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 うなずき検出の方向について

うなずき検出では、Yes と No の速度は異なり、また同じ Yes 内でも、上向きと下向きの速度は異なる。(一般に Yes の動きは、No より速い。又、Yes の中では下向きが速く、首を持ち上げる動作は若干遅い。この点を考慮しない初期の試作は失敗し、首動作を検出することが出来なかった。

### 4.3 うなずき検出のパラメータについて

うなずき検出のアルゴリズムの中のパラメータは以下の 12 種類である。

“ある速さの動作が、ある一定時間連続する”なら、フラグを立てるものとして、

L 方向：ある速さの値、ある一定時間の値、ディケイ

R 方向：ある速さの値、ある一定時間の値、ディケイ

U 方向：ある速さの値、ある一定時間の値、ディケイ

B 方向：ある速さの値、ある一定時間の値、ディケイ

ディケイは、フラグを消すための待ち時間を意味する。又厳密には、速さと時間は上限、下限の間の範囲であり、それぞれの 2 つの値を持つ。

また上述のように、これらのフラグについて

L, R のフラグが同時に立てば、No

U, B のフラグが動じに立てば、Yes

と判断した。

この 12 種類のパラメータは、4.2 に述べたように、方向によって、全部違う値であり、12 種類すべてを細かく設定することにより、Yes/No がうまく検出できる値の組み合わせを求めた。ただし、そのしきい値を捜す作業はそれほど簡単ではなく、実際の値は CPU スピードなどに依存するため、値としては今回紹介していない。

しきい値を捜すためのアルゴリズムを自動化できれば、CPU やセンサの特性、センサのノイズ等に依存しないシステムを組む事が出来る。現状では、CPU やセンサが変わる度に、しきい値を手作業で修正する必要がある。

### 4.4 髪型等の影響について

今回はセンサとして PSD を使用したため、前髪が浮き上がっているような髪型の利用者に対して、PSD 発光素子が髪の中に埋没し、うまく判定できないケースがあった。

そのほか、PSD の検出範囲はある程度限られ、ディスプレイそのものも死角をつくるため、来場者の身長によって椅子の高さを変えるなどの必要があった。

これらの点についても、今後の検討が必要である。

## 5. まとめ

昨年度までに試作した、運動視差による画像の変化を付加する表示装置の発展形として、首動作を利用したさらに 2 つの装置を試作した。福祉利用なども含め、首動作を利用したインタフェースについて、さらに検討していきたい。

### 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9年度年次報告書：“のぞき込み可能な3次元形状表示装置の試作”，大分県産業科学技術センター(1998)
- 3) 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”，大分県産業科学技術センター(1999)