

## マルチディスプレイ環境での頭部方向による作業支援の研究

## Study on Work Assist using Head Direction in Multi Display Environment

○ 鈴木 真 (東京電機大)

Makoto SUZUKI, Tokyo Denki University

**Abstract:** Multi-display environment is spreading among programmers and web designers. Wide display area can provide more information and make their work easier. However, wider display means that finding a mouse cursor becomes harder. Therefore, if the display that the user wants to work can be detected, automatically mouse cursor can be moved that working display, and it helps the user to work easier. In this report, we propose the detection method of the working display based on the user's head direction. The head direction is measured by the Face Tracking of Microsoft Kinect SDK. This method is performed without calibration, so the user can work naturally. Crossing point of the head direction and each display plane is calculated. If the crossing point locates within the display area, it means that the user's head faces towards that display. The evaluation experiment using the mannequin head showed that the accuracy was within 0.05m.

**Key Words:** Kinect, Face Tracking, Mouse Operation Assistance, Calibration-Less Measurement

## 1 はじめに

今日の VDT 作業環境は様々な面で進歩してきており、その一つにディスプレイの大画面化、高解像度化が挙げられる。20 インチ以上の Full HD モデルが主流となり、上級モデルとして 30 インチクラスの 4K ディスプレイが登場するなど、今後ともこの傾向は続くと考えられる。

また、ソフトウェア開発や Web デザインなどの現場では、ディスプレイやグラフィックスカードの低価格化に伴い、マルチディスプレイ環境も広まっている。現在の統合開発環境では、フルスクリーンでのユーザーインターフェースが前提となっており、そのためメインディスプレイ全体に開発環境ウィンドウを開いて作業しながら、随時サブディスプレイでマニュアルを参照したり、実行時の画面を確認したりする作業スタイルが一般的になっている。

このように物理的、論理的に画面領域が広がることで、表示できる情報量が増えて作業は進めやすくなる。しかし一方で、使いにくくなる面もあり、例えばマウスカーソルの視認性低下や、画面上で移動しなければならない距離の増加が挙げられる。

マウスカーソルの視認性については、まず大画面化することで、表示領域が視野に収まりきらず、視線を動かさなければならない範囲が広がってしまう。さらにディスプレイの高解像度化により、相対的にマウスカーソルの表示サイズが小さくなってしまふ。これらが相まって、いったんユーザーが見失うと、再度マウスカーソルを見つけようとして、わざとマウスを動かすなど余分な操作を行うため、作業効率を下げる要因になりうる。

またマルチディスプレイ化で論理的な画面領域が広がると、作業を行いたい箇所にマウスカーソルをもってくるための移動量も増えることになる。マウスの感度を変えてカーソルが大きく動くようにすることも出来るが、そうすると細かい作業を行いたいときに不便になってしまい、調整は難しい。

そこで、マルチディスプレイ環境で作業するユーザーが、どのディスプレイで作業したいかが分かれば、これらの問題に対応できると考えた。具体的には、ユーザーが作業したいディスプレイ内にマウスカーソルを自動的に動かすことで、カーソルを見つけやすくするとともに、余分なマウス操作を減らせる。これにより作業効率を向上させる可能

性があると考え、本報では頭部方向に基づいてユーザーが作業したいディスプレイを判別する方法を提案し、精度評価を行ったので報告する。

## 2 作業ディスプレイの判別方法

### 2-1 頭部方向の利用

ユーザーが注目する場所を知る方法としてまず考えられるのは、視線方向計測に基づく注視点の利用である。この視線方向は古くから研究<sup>(1)</sup>されてきており、非接触で計測できる安価なデバイス<sup>(2)</sup>も登場するなど、利用は容易になってきた。

しかし、本研究で判別したいのはユーザーが作業したいディスプレイであり、これは注視しているディスプレイと異なる場合がありうる。例えばプログラミング作業中に、サブディスプレイのリファレンスマニュアルを見ながら、メインディスプレイでタイピングを行う、といったケースが想定できる。すなわち、視線方向では、ユーザーが情報を得るために見ているのか、作業を行うために見ているのか、区別がつかないことになる。

そこで、本研究では頭部方向に着目した。頭部は視線とは独立に動かすことが可能であり、さらに作業中は視線ほど速く細かく動かないと考えられる。すなわち、情報を得るために作業ディスプレイと別の方向を見るときには、頭部はあまり動かさずに視線だけを動かして見ることが多いと想定できる。そこでこの前提に基づき、頭部方向を計測できれば、ユーザーが作業したいディスプレイを判別し、その作業の支援につながると考えた。

頭部方向の計測には Microsoft Kinect for Windows SDK に含まれる Face Tracking を利用した。ユーザーは VDT 作業中であるため、計測のための負担は最小限にとどめる必要がある。頭部にデバイスを装着するような接触式の方法は使えない。従って、非接触の計測方法のうち、ユーザー頭部を撮影したカメラ画像から三次元の顔モデルをフィッティングする方法を用いることとした。そのためのデバイスやライブラリは様々なものがあるが、安価で入手可能であること、深度センサを備えており三次元の位置計測が可能であること、キャリブレーションが不要であることから、日常的な作業環境で用いるものとして優れていると判断し、Microsoft Kinect を採用することとした。

## 2-2 ディスプレイ平面との交点による判別

Face Detection が行われると、フィッティングした顔三次元モデルの位置(Translation)と姿勢(Rotation)の情報が得られる。これは Kinect を原点とした実空間内での数値であり、そのままユーザー頭部の中心位置と方向ベクトルとして利用することができる。

そこで、Kinect を原点としたディスプレイ平面のパラメータを実空間サイズで与えれば、頭部方向ベクトルとの交点を求めることができる。ユーザー頭部がディスプレイを向いていれば、この交点はディスプレイの画面領域内に存在するはずである。従って、ディスプレイ平面上の1点  $\vec{p}$  を、Kinect を原点として左上端点位置を  $\vec{o}$ 、横幅を示すベクトルを  $\vec{x}$ 、縦高さを示すベクトルを  $\vec{y}$  として  $\vec{p} = \vec{o} + w\vec{x} + h\vec{y}$  で表したとき、交点を示す係数  $(w, h)$  が  $0 \leq w \leq 1$  and  $0 \leq h \leq 1$  の条件を満たしていれば、そのディスプレイに頭部方向が向いている、すなわち作業したいディスプレイであると判別できると考えた。以上による作業ディスプレイ判別の模式図を Figure 1 に示す。

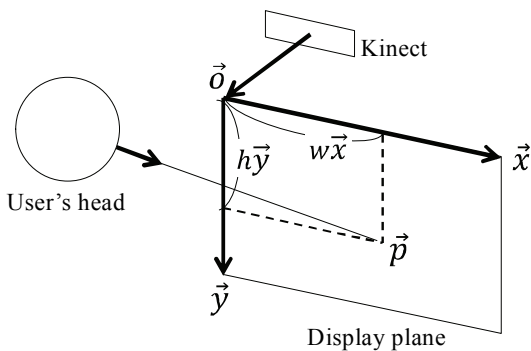


Figure 1 Crossing point of Head direction and Display plane

## 3 頭部方向計測の精度評価

ディスプレイ判別の基となる頭部方向ベクトルとディスプレイ平面との交点について、その計測精度を実験により評価した。

実際の人体頭部では、真の方向値を求めることは難しく、また再現性も低い。ここでは発泡スチロール製のマネキン頭部を用いた。これを三脚に固定して上下左右に方向を可変とし、上部に取り付けたレーザーポインターによりその方向を可視化した。現実の作業環境に基づき、マネキン頭部はディスプレイから 0.66m、床面から 1.12m の位置においた。

マルチディスプレイ環境として、中央に 24 インチ (BenQ GL2450HM)、左右に 19 インチ (DELL 1901FP) のディスプレイを並べ、Kinect は中央ディスプレイの上部に設置した。各ディスプレイ平面を表すパラメーター  $(\vec{o}, \vec{x}, \vec{y})$  は、Kinect を基準に実測して与えた。各ディスプレイ上には、座標が既知である目標点を  $3 \times 3$  となるよう設定した。レーザーポインター取り付け位置は、頭部中心から 0.104m のオフセットがあるため、これを考慮した上でレーザーポインター照射位置を利用し、目標点にマネキン頭部が向くよう調節した。各目標点については 30 サンプル (1 秒間) 計測し、その際の誤差を求めた。

以上による実験設定を Figure 2 に示す。

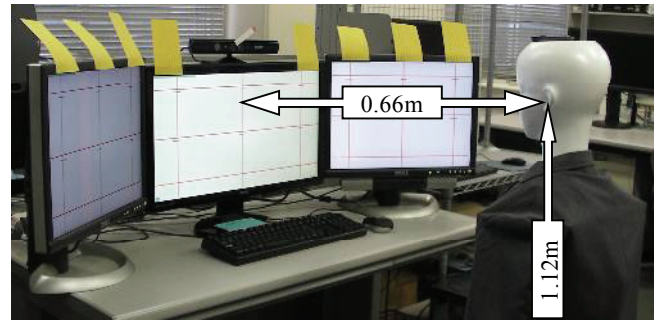


Figure 2 Configuration of Accuracy Evaluation

左右ディスプレイの中央および外側、全ディスプレイの下側については、Face Tracking での顔モデルのフィッティングに失敗し値が得られなかったため、 $5 \times 2$  の 10 点についての結果を Figure 3 に示す。誤差は約 0.05m 以内であったことから、作業ウィンドウがディスプレイの 1/4 サイズであれば、ディスプレイだけで無くウィンドウ単位での判別までもが可能と考えられる。

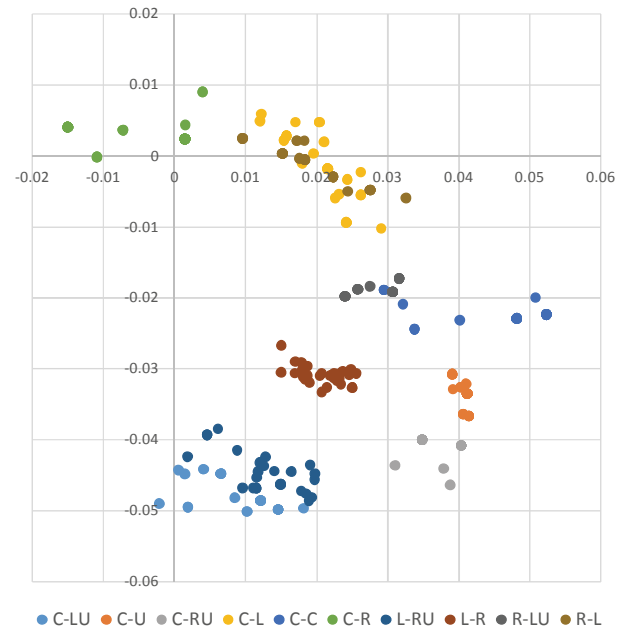


Figure 3 Error of Measured points from Target  
(Legend: Display - Target)

## 4 おわりに

マルチディスプレイ環境での作業支援のため、頭部方向に基づく作業ディスプレイ判別について、Kinect を利用したキャリブレーション不要な方法を提案した。今後は、ユーザーの実際の作業状況を分析し、マウス操作を支援する方法について研究を進める。

## 参考文献

- (1) T. E. Hutchinson et al., Human-Computer Interaction Using Eye-Gaze Input, IEEE SMC, vol.19, no.6, 1527-1534, 1989
- (2) Tobii AB, "Tobii EyeX", <http://tobii.com/ja-jp/eyex/>, 2015/7/1参照