

ヘッドマウントディスプレイ(HMD)におけるヘッドトラッキング技術(補足資料2)

【2017年3月28日 第119回3Dフォーラム研究会 補足配布資料-2】

桑山 哲郎 Tetsuro KUWAYAMA

個人 / 3Dフォーラム E-mail: tkuwa@ga.catv-yokohama.ne.jp

表1 VR/AR/MR と光学系の相関

AV 観賞 ・ 密閉型 ・ 光学シースルー方式
VR (Virtual Reality, 仮想現実) ・ 密閉型
AR (Augmented Reality, 拡張現実) ・ 独立画面 (たとえばスマートフォン画面) ・ 部分遮蔽型 ・ (小画面の) 光学シースルー方式
MR (Mixed Reality, 複合現実) ・ 密閉型 (ビデオシースルー方式の MR) ・ 光学シースルー方式の MR

1. はじめに

ヘッドマウントディスプレイ (HMD, Head-Mounted Display) の技術分野では,, 新規で複合的な技術分野のために概念, 用語とも十分には統一・整理されている状況ではない。本稿では, ヘッドトラッキング技術に関し, キーワードを中心に補足解説を行う。本稿は, ヘッドマウントディスプレイ (HMD, Head-Mounted Display) におけるヘッドトラッキング技術を理解する補助資料として作成している。HMD の分野では, 独特な用語が登場し, その定義の整理・統一もまだ十分とはいえない。以下ではキーワードを中心に解説を行う。

2. ヘッドトラッキング技術とは

「頭を回転しても, 表示されていた像が元の場所に (ほぼ) 留まっていることを実現する表示技術」である。最小限度の簡便な技術としては, 頭が向かっている方向, 方位角を検出して表示装置にフィードバックすれば実現できる。メガネ形をしていて遠方に大画面の像 (2D 像と 3D 像両方の場合がある) 表示装置は AV 観賞用器具として以前から製品が開発・発売されてきている。ヘッドトラッキングを行わない場合, 上を見ても, 左右に頭の方角を変えても, 表示像はいつも顔の正面に生じる。

ヘッドトラッキング技術は, 頭の向いている方向 (加えて 3 次元空間内での位置移動) を検出する技術と, 表示像を変更, あるいは 3D CG により描画する技術から成り立っているが, 本稿では前者についてのみ解説する。

全体像を把握するには, VR, AR, MR の分類と, 表示が密閉型, 光学シースルー型, 部分遮蔽型という表示方式との関連を理解する必要がある。以下組合せを簡略に示す。

3. 各種のヘッドトラッキング (検出) 方式

1. 自律 (自立) 方式

- ・姿勢センサー (重力方向センサー)
- ・加速度センサー, 角加速度センサー
- ・方位角センサー (GPS ほか)
- * 多くのスマートフォンは上記を備えている。

2. 機械的方式

- ・HMD を部屋や装置と機械的なリンクで繋ぎ, 頭的位置, 方向を検出する。1969 年以來の方式

3. 音波あるいは電波の利用

- ・空間中に 4 つの発信源あるいは発信源/受信部を配置, 対象物との距離を測定することで xyz 座標 (位置) が検出できる
- ・また, HMD から複数の腕を出し, その先端の検出部を利用することで右目・左目の位置を検出できる

4. 外部よりステレオ写真計測で位置検出

- ・ステレオ写真計測装置を HMD 装着者の正面に配置, HMD 上のマーカーを検出することで, ゲームスタート時からの左右眼の空間位置変化を検出する → プレイステーション VR などで採用されている

5. 3D マップを HMD 自身で作成

- ・HMD 機器に搭載された検出器 (2D の画面と奥行) で対象物との相対位置を検出する。赤外パターンを対象物に投射して距離検出を行う他, 多種類 (たとえば TOF (Time of Flight) センサーを搭載して奥行を持った像を検出する

6. 3D マップとの照合

- ・HMD 機器搭載の 2D カメラの像と 3D マップあるいは既知のデータ・知識との照合を行い描画に反映させる

4. 最初の HMD(機械的検出)

世界初の HMD の研究は、1968 年、米国の Utah 大学の研究者、Sutherland による。CRT の上に単純な線画(ベクトル描画)を行うやり方であったが当初から、仮想的な物体を空間中の特定の位置に配置、人物がその中を通り抜けるといった、MR を構想していた。[文献] Ivan E. Sutherland, A Head Mounted Three Dimensional Display, Proceeding AFIPS'68 (Fall Part I), pp. 757-764 (1968).

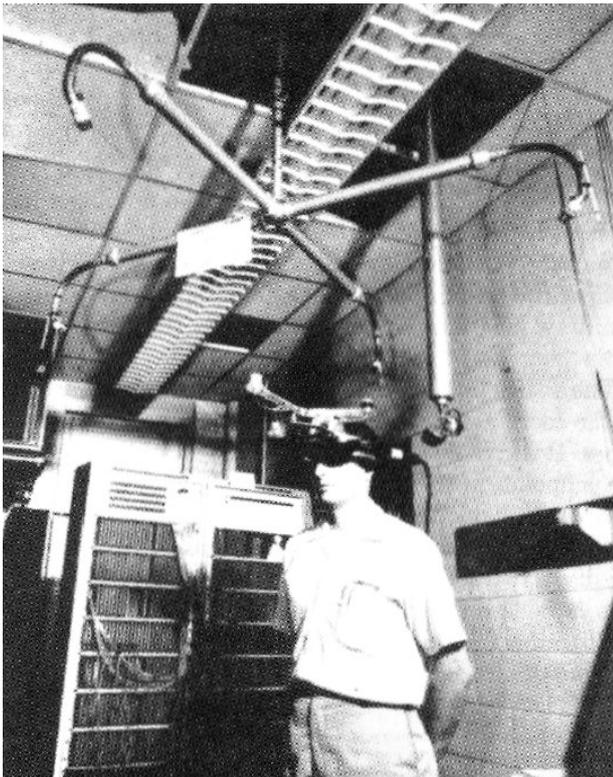


図1 HMD 保持・位置検出機構(1968 年)

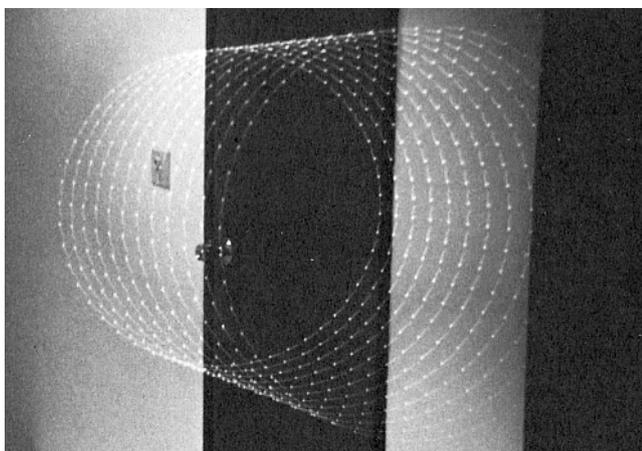


図2 空中への描画の例(1968 年)

5. HMD 解説に接する際の注記事項:一人称視点の画像と三人称視点の画像および掩蔽

HMD を解説する文書や動画に接する際に注意すべき事柄がある。HMD を装着している人の目に見える(事を想定した)像は「一人称視点の画像」と呼ばれる。光学シースルー方式では、対象物からの光に表示器からの光が加わり、目に入射するので、表示像が対象物を覆い隠すことは無く、必ず光量の「足し算」になる。

一方、「このような機能が発揮すると素晴らしい」というイメージを画像にした解説が、光学シースルー方式の MR システムでは多い、これについては「三人称視点の画像」として注意して扱う必要がある。また、表示している像、特に像の黒い領域が背景となる物体を掩蔽している解説の図や動画も多い。掩蔽を反映した像表示は、ビデオシースルー方式の MR でなければ実現困難で、注意を要する。

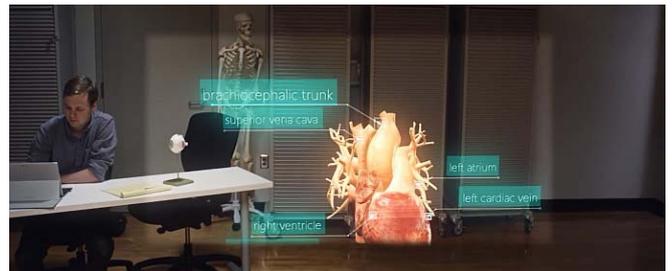


図3 一人称視点の画像(HoloLens 紹介動画より)

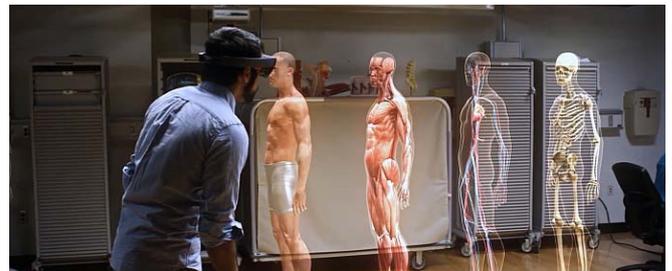


図4 三人称視点の画像(HoloLens 紹介動画より)

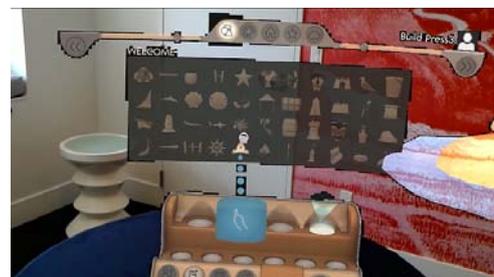


図5 「黒」の表示が現れる図

<https://www.youtube.com/watch?v=SKpKlh1-en0>

■ 以上