

# 共同注視可能なメガネ型視線計測機器の開発

起田 貴成<sup>†</sup> Prima Oky Dicky Ardiansyah<sup>†</sup> 伊藤 久祥<sup>†</sup>

岩手県立大学ソフトウェア情報学部<sup>†</sup>

## 1. はじめに

教育分野では、視線データを利用したプレゼンテーションや授業資料改善の試みが行われており、聴衆の視線データとそれらの資料との関連性を分析することで、従来よりも効果的なプレゼンテーションが可能になる。特に複数人の視線を同時に記録することで、個々の注視点や注視するタイミングの違いから、プレゼンテーションのスライドに提示された情報を適切に視聴者に伝わるかどうかを知る手がかりになる。本研究では、複数人の視線を重合表示し、共同注視の観察を可能にする視線計測システムの開発を試みる。ここでは、複数人の視線を重合表示するための基準として6軸ジャイロセンサーと赤外線光源を用い、その有用性について明らかにする。

## 2. 既存のモバイル型視線計測システム

既存のメガネ型視線計測機器には Tobii グラス (トビー・テクノロジー・ジャパン株式会社) や EMR-9 (株式会社ナックイマジテクノロジー) などがある。しかしながら、これらのシステムは、標準のシステム構成において、同時に複数人の視線を計測できない。注視する対象物に AR マーカーを設置することで、当該対象物の基準座標を求められるが、注視者とマーカーとの距離が長い場合や環境の照度が低い場合などでは、マーカーを認識できず、結果として当該対象物の基準座標を得られないという課題がある。

## 3. 提案するメガネ型視線計測機器

本研究では、メガネ型視線計測機器を小型のシングルボードコンピュータ (SBC) である Raspberry Pi 2 Model B 上で実装した。ここで、瞳孔撮影用のカメラ (eye camera) として Raspberry

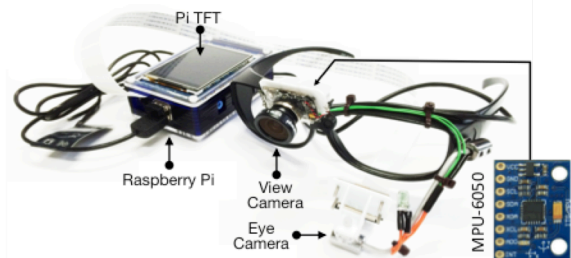


図1 提案のメガネ型視線計測システム



図2 ビューカメラの姿勢制御の様子

Pi 専用の赤外線カメラ (Pi Noir), ビューカメラ (view camera) として赤外線フィルタを装着した Microsoft HD-3000 を利用した。なお、人間の有効視野角が約  $120^\circ$  があるため、ビューカメラに  $120^\circ$  広角レンズを装着できるようにした。当該レンズを外した場合、 $64^\circ$  の狭い視野での詳細な視線計測を行える (落合, 2015)。

### 3.1 赤外線光源による注視対象物の位置特定

本研究では、注視対象物として教室内の黒板を想定し、最前列から最後列の範囲にいる注視者が装着したメガネ型視線計測機器から、自動的に黒板の4つのコーナーを特定するために、2点の高輝度赤外線光源 (LED) で実現した。ここで、どの座席からでも当該赤外線光源がカメラ視野内に捉えることができるように、当該赤外線光源を黒板の上部・左右コーナーに設置する必要がある。黒板の下部・左右のコーナーを特定するためには、後述のビューカメラの制御を利用して実現できる。

表1 視線計測速度

場面	フレームレート
両カメラの映像のみを取得	13.7 fps
瞳孔を検出	13.3 fps
視線の位置合わせ	12.9 fps
視線情報の算出	13.1 fps

Development of a Glass-type eye tracker with a joint-attention-enabled function

Takanari Okita<sup>†</sup> PRIMA Oky Dicky Ardiansyah<sup>†</sup> Hisayoshi ITO<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

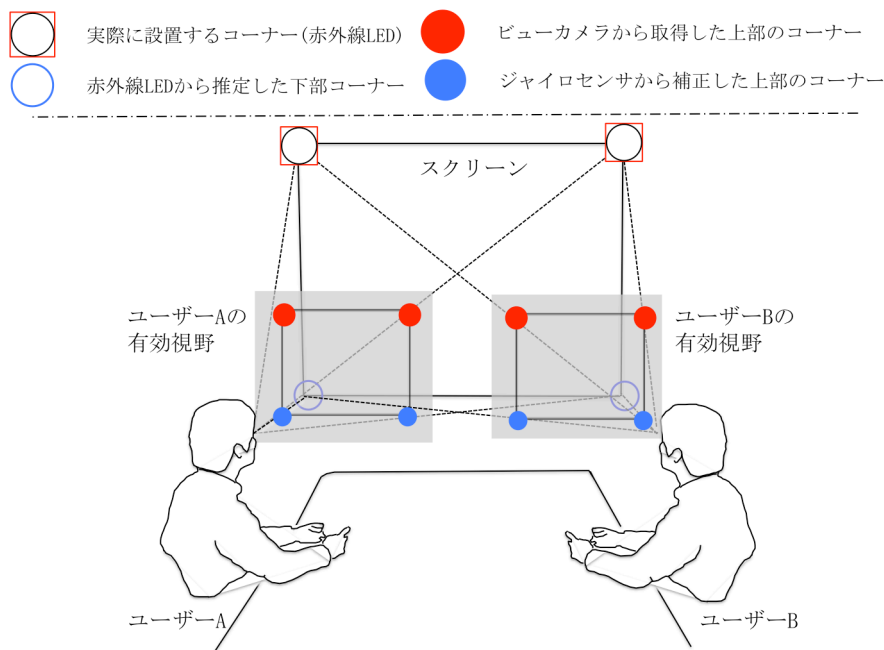


図3 提案のメガネ型視線計測機器の利用場面の一例

### 3.2 ビューカメラ姿勢の制御

視野カメラの姿勢 (*pitch, yaw, roll*) を求めるために、InvenSense 社製の 6 軸ジャイロ・加速度センサー MPU-6050 を利用した。当該センサーをビューカメラに設置することで、ビューカメラの姿勢変化を計測できる。ただし、MPU-6050 には電子コンパスが内蔵されていないため、*yaw* 角の絶対値を取得するために、測定開始前のキャリブレーションが必要となる。実際に、注視者が黒板に対して真正面に向いた時の MPU-6050 の *yaw* 角を初期値に設定することで、当該キャリブレーション作業を容易に行える。

図 1 は、試作したメガネ型視線計測機器を示す。メガネのフレームとして、通常メガネ上で利用できるものを選定したため、メガネ着用・非着用の利用者も本機器を利用できる。図 2 は、OpenGL を利用して、ビューカメラの映像を X-Y 面に投影し、3D 空間の姿勢 (*pitch, yaw, roll*) を MPU-6050 で取得した *yaw* 角で制御した様子を示す。図のように、カメラの姿勢の変化にかかわらず、ビューカメラで捉えたスクリーンの座標を常に一定にすることができる。図 3 は、教室での利用場面の一例を示す。

### 4. 実験

表 1 は、試作したメガネ型視線計測機器を利用して、注視実験を行った際の視線計測の速度を示す。近年、Hard Kernel 社などのより高速な SBC も発売されており、当該 SBC を利用すれば、

カメラから取得できるフレームレートの限度 (30 fps) で視線情報の算出が可能と考えられる。

### 5. おわりに

本研究では、複数人の同時計測が可能なメガネ型視線計測機器の開発を行った。高輝度の赤外線 LED とジャイロセンサーを組み合わせることにより、より広範囲な計測が可能になった。教室の黒板に対して共同注視を行うような場面においても、黒板の最上部に赤外線 LED を設置することで、それらの LED を遮るものが少なくなり、最終的に黒板のコーナーを安定して推定することができる。現時点において、室内における視線推定への利用を想定して機器を開発したが、今後は環境赤外線光が強い屋外での使用にも対応するため、基準座標に赤外線 LED の代わりとして色板などでも代用できるように改良を加えたい。

#### 参考文献

- 1) 落合貴之, Raspberry Pi を利用した小型モバイル視線計測システムの開発, 岩手県立大学卒業研究論文集. (2015)
- 2) 堀江友祐: ヘッドマウント型視線計測システムにおける頭部動き補償キャリブレーション, 岩手県立大学卒業論文集, p.10-11, 2014.