

授業改善のための受講者行動可視化システムの提案

起田 貴成[†] 今淵 貴志[†] 宮原 崇志[†]
Prima Oky Dicky Ardiansyah[†] 伊藤 久祥[†]

概要：近年、ファカルティ・ディベロプメントを通じて、大学における効果的な授業を遂行するための取り組みが行われてきている。本研究では、授業中の受講者らの行動に着目し、それらの情報をもとに授業を改善するシステムを提案する。ここで、受講者らの行動とは、視線や頭部の姿勢 (*pitch, yaw, and roll*)、着席した座席の位置などの時系列データを意味しており、それらのデータを教員の説明や指示、スライドなどに対して同時に可視化することで適切に授業を進行できると考えられる。提案システムでは、独自に開発したメガネ型視線計測機器に 10-DOF 姿勢制御センサーを搭載させることで、実時間で受講生らの行動を 3 次元で可視化・分析を行うことができる。

Visualization System of Student's Behavior in a Class

TAKANARI OKITA[†] TAKASHI IMABUCHI[†] TAKASHI MIYAHARA[†]
Prima Oky Dicky Ardiansyah[†] HISAYOSHI ITO[†]

1. はじめに

近年、教育分野においてファカルティ・ディベロプメントを通じて、大学における効果的な授業を遂行するための取り組みが行われてきている[1]。これは授業中の受講者らの行動に着目し、適切に教育を行うための目的がある。例えば、受講者が着目しているスライドや授業資料の箇所と教員が指示している箇所が一致しているかによって受講者の理解度に差が見受けられる場合がある。これらの関係性を読み取る際、着目している受講者それぞれの視線のみではなく、外的要因が影響していることを考慮しなければならない。例えば、受講者の座席の位置関係によって着目している人と、していない人との関係性が重要となる。これは視力差によって受講者が教員の指示した箇所を理解できていない場合や、隣にいる受講者の視線を観察し、会話などから得られる情報によって正しい箇所を推定する場合などが存在するためである。そのため、視線情報のみによる分析では受講者の位置が変化した場合に、キャリブレーション時に得た視線計測精度を維持することができない。

また、既存の視線計測システムではこうした受講者の位置を考慮した分析を行う事ができない。そのため、ビーコンや IMES(Indoor MESSAGING System)などを用いて屋内測位を行うことが考えられる[2]。しかし、受講者が多数のため屋内測位を行うセンサーの設置場所や信号処理を行う計算機のコストを考慮しなければならない。これらの問題から視線計測システムに受講者の位置を計算する機能を組み込むことが望ましい。

本研究では受講者の視線と頭部の姿勢(*pitch, yaw, and roll*)、座席位置を同時に計測するため、ジャイロセンサー

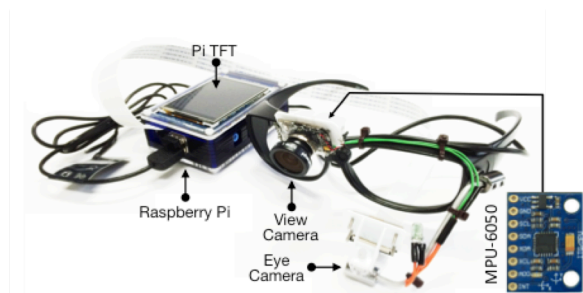


図1 提案のメガネ型視線計測システム

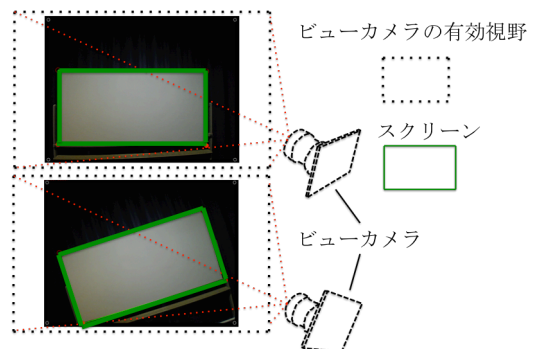


図2 ビューカメラの姿勢制御の様子

を搭載した視線計測機器を独自に開発する。また、計測結果を時系列データで取得し、3次元上で表示する。OpenGLを用いてプログラム上に仮想の教室と受講者を作成し、計測結果と受講者の行動を連動させることで受講者の行動の可視化を試みる。

2. 既存のメガネ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・

[†] 岩手県立大学
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

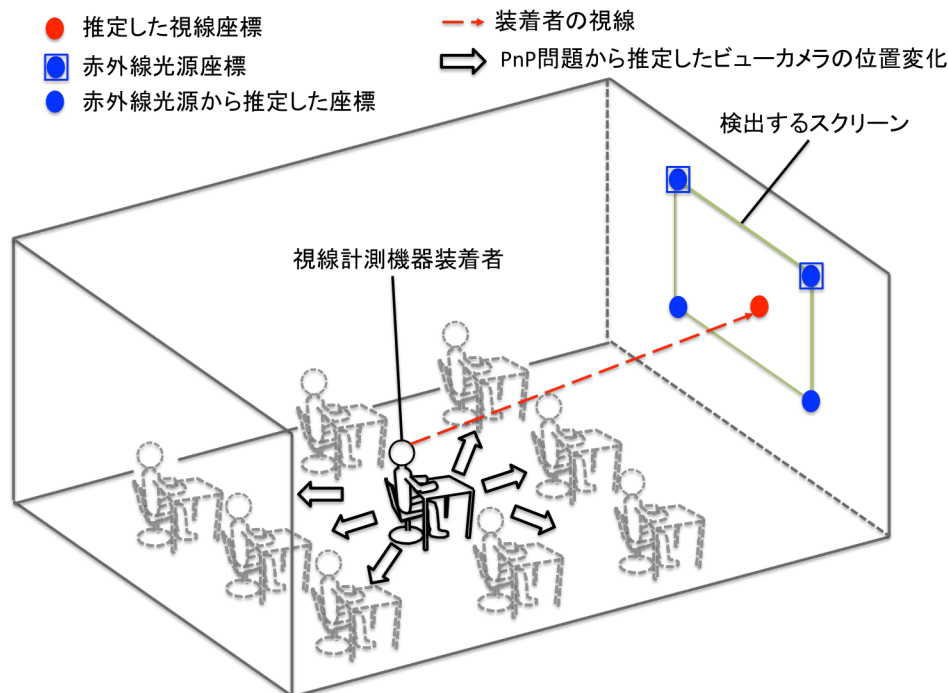


図3 提案する3次元での視線計測と装着者の座席推定の可視化イメージ

テクノロジー・ジャパン株式会社)や EMR-9(株式会社ナックイメージテクノロジー)などがある。これらの視線計測機器は主に2つのカメラを使用しており、装着者の瞳孔を撮影するアイカメラと装着者が見ている景色を撮影するビューカメラから構成されている。アイカメラ画像から瞳孔座標を検出し、瞳孔の動きからビューカメラ画像上に対応した視線を表示する仕組みである。主に視線データを活用した応用心理学の研究や熟練者の視線の動きを分析するなど幅広い分野で使用されている。装着者のビューカメラ映像上に瞳孔座標から得られた視線座標を投影するため、計測可能距離に制限がない。例えば、教室内的での使用を想定した場合、教室内の装着者の座席位置に関わらず安定した視線計測を行うことが可能である。しかし、位置の計測を行う機能がないため、屋内測位を行うためのセンサーを教室内に設置する必要がある。また、既存の視線計測機器は1台辺りの価格が高価なため、これらの機器を複数台用いて実験などを行うことは難しい。そこで、メガネ型視線計測機器と安価なセンサー視線計測及び、装着者の位置測定を行えることが望ましい。

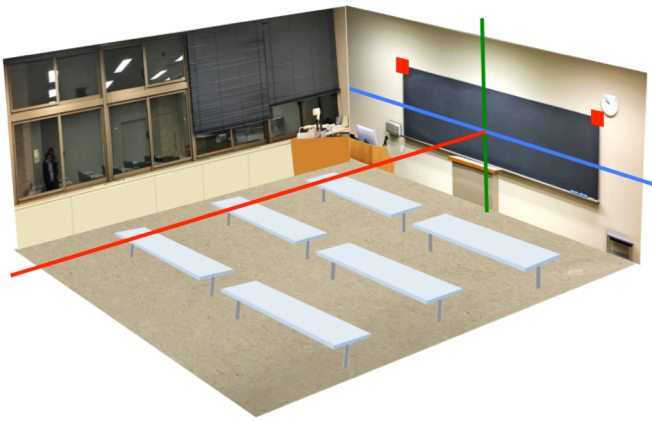
3. 提案する受講者行動可視化システム

本研究で使用する視線計測機器は、計測可能範囲と受講者の負担を考慮し、メガネ型を採用した。図1は、試作したメガネ型視線計測機器を示す。主に教室での使用を想定し、独自に作成した安価なメガネ型視線計測機器を用いてシステム開発を行った。計算機として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 を採

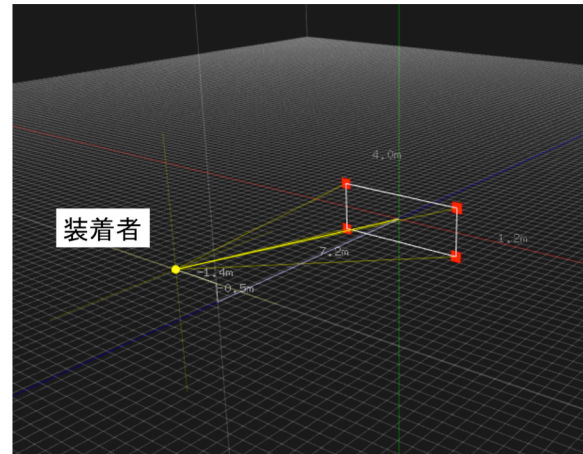
用した。また、アイカメラとして Raspberry Pi 専用の赤外線カメラ (Pi Noir) を利用し、ビューカメラとして人間の有効視野角度に合わせるために 120° 広角レンズと、赤外線フィルタを装着した Microsoft HD-3000 を利用した。赤外線フィルタは後述する高輝度赤外線光源の検出のために装着している (落合, 2015)。提案するシステムの概要を図3に示す。スクリーン内に教室内の視線計測機器の装着者の視線を表示する。視線を計測するためにはスクリーン上部左右に設置された高輝度赤外線光源を検出し、高輝度赤外線光源からスクリーン下部左右2点を推定することでスクリーン領域を検出する。また、ビューカメラ映像のスクリーン領域の見え方による違いからビューカメラの位置を推定することで装着者の位置を推定する。本章では装着者の視線を推定するために赤高輝度赤外線光源とジャイロセンサーを用いてスクリーン領域を推定する手法と、装着者の座席位置を高輝度赤外線光源の見え方の違いを用いて推定する節に分けて述べる。

3.1 高輝度赤外線光源とジャイロセンサーを利用した注視対象物の座標推定

装着者の注視対象を授業で使用するスクリーンであると想定する。装着者のビューカメラでスクリーン領域における視線座標を検出するためにはスクリーン四隅を検出しなければならないが、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。スクリーンの下部・左右のコーナーを特定するためには、起田(起田, 2016)の手法を用いる。ビューカメラにジャイロセンサーを設置



(a) 教室の3Dモデル



(b) 位置計測プログラムの画面

図4 試作した3Dモデルと装着者の位置計測プログラムの一例

することでビューカメラの姿勢(*pitch, yaw, roll*)を取得する。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、装着者の姿勢 (*pitch, yaw, roll*)をジャイロセンサーで取得し3D空間内に表示した様子である。ビュー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領域を常に一定にすることができる。これによってスクリーンの領域内に複数人の視線を重ね合わせることが可能となる。

3.2 高輝度赤外線光源の見え方の違いによる装着者の座席位置推定

装着者の座席位置の推定はビューカメラ映像内の高輝度赤外線光源の座標と実際に設置している高輝度赤外線光源間の長さを用いる。これらをPnP問題と呼ばれる3次元上の座標と2次元上の座標からカメラの位置と姿勢を求めることで装着者のビューカメラの位置を推定する。PnP問題はn点の3次元上の座標と、画像上で検出したn点の2次元上の座標からカメラの位置を推定する。本研究では検出した高輝度赤外線光源と推定したスクリーンの下部2点の計4点を2次元上の座標とし、あらかじめ定義したスクリーンモデルの実距離を3次元上の座標として使用する。ここで、3次元上の座標を $X_w = [X_w, Y_w, Z_w]^t$ とし、2次元上の座標を $X_c = [X_c, Y_c, Z_c]^t$ と表す。あらかじめビューカメラの歪みをカメラキャリブレーションによって内部パラメータFを算出し、平行移動と回転を組み合わせることで3次元座標系と2次元座標系の関係は

$$\lambda \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ 1 \end{bmatrix} = F \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

で表すことができる。ここで、(1)から $X_w = [X_w, Y_w, Z_w]^t$

を算出することで教室における装着者のビューカメラの位置を推定することが可能となる。図4(a)は、教室の3次元モデル、図4(b)はビューカメラ上の高輝度赤外線光源から推定した装着者の位置を3次元空間上に表示した可視化の一例をそれぞれ示す。今後これらと装着者のスクリーン上の視線座標を統合する予定である。

4. おわりに

本研究では、授業中における受講者の視線と座席位置を同時に計測し、3次元上で可視化を行う新たな授業改善システムを提案し開発を行った。高輝度赤外線光源とジャイロセンサーを組み合わせることで装着者の視線を1つのスクリーンに重ね合わせて表示することができ、赤外線光線とスクリーンの座標でPnP問題を解くことで装着者の場所を推定することが可能となった。これによって受講者の場所や頭部の姿勢が授業の理解度にどのような影響を与えているのかを視線情報とともに可視化することが可能となった。また、これらのデータを3次元座標系で表現することで、数値のデータだけでは見えにくい相関関係を読み取ることが可能となる。今後は計算処理能力の向上を図るため、装着者の計算機が処理をするコストの低下を図っていきたい。

5. 参考文献

- [1] “ファカルティ・ディベロップメント”.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/003/gijiroku/06102415/006/003.htm, (参照 2016-5-1).
- [2] “IMES(Indoor MESSaging System)”.
http://www.java.jp/article/special/michibiki/yoshitomi_j.html, (参照 2016-5-1)
- [3] 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
- [4] 起田貴成, Prima Oky Dicky Ardiansyah, 伊藤久祥, 堀江友祐. 共同注視可能なメガネ型視線計測機器の開発. 情報処理学会第78回全国大会, 2016.