

床面投影型コンテンツ体験中の非接触視線推定に関する研究

森田朝陽¹ 楠房子² 稲垣成哲³ 溝口博¹

概要: 床面投影型コンテンツは壁面投影よりも体験者の運動を促進し体験の質を向上できるため、博物館展示などへの応用を著者らは期待している。これらのコンテンツの開発や評価には視線推定による体験者の興味対象推定が有効である。しかしながら、現状の視線推定は体験者が正面を向いていることを前提としたものが主である。そのため、体験者が自由な方向を向く床面投影型コンテンツの体験中の視線推定は困難である。そこで、複数台のカメラの連携により、体験者の向きには依存せずに視線を推定するシステムを構想した。本論文では同システムの開発と評価方法について述べる。

Study on Non-contact Gaze Estimation During Floor Projection Type Content Experience

TOMOHARU MORITA^{†1} FUSAKO KUSUNOKI^{†2}
SHIGENORI INAGAKI^{†3} HIROSHI MIZOGUCHI^{†1}

Abstract: The author expects the application of the floor projection type content to the museum exhibition. It's because the floor projection type content can promote the movement of the users and improve the quality of the experience than the wall projection. In order to develop and evaluate these contents, it is effective to estimate the interests of experienced users by gaze estimation. However, current gaze estimation is mainly based on the premise that the user is facing the front. For this reason, it is difficult to estimate the gaze during the experience of floor-projection content where the experienced person faces in any direction. Therefore, we designed a system that estimates the line of sight without depending on the orientation of the user by linking multiple cameras. This paper describes the development and evaluation method of the system.

1. はじめに

博物館や動物園は子供の理科教育において重要な場所である[1]。なぜならば、教科書とは違い、展示物を観察するなど実際の体験を通じて学ぶことができるからである。そのため著者らは、博物館や動物園において学習効果を向上させることを目的とした、体験学習ができるデジタルコンテンツの研究開発とその評価を行ってきた[2,3,4]。

我々が開発を行ってきた体験学習型コンテンツには、湯床面投影を利用したものがいくつかある[2,3,4]。床面を移動することによって疑似的に顕微鏡を操作するものや、床面に回答を投影し人が立つ位置によって回答を選ぶもの、人に反応する足跡を床面に投影することによって動物の動きを想像させるものなどがその例である。これらの床面投影型デジタルコンテンツは、体験者の身体活動を促進することで体験の質と学習効果をあげられるという考え[5,6]に基づき、我々が開発し評価してきたものである。

その評価には視線推定が有効であると我々は考えてい

る。なぜならば、体験学習中の視線や行動を解析することでデジタルコンテンツ体験中に学習効果のあった部分を推定できるからである。しかしながら、体験学習型デジタルコンテンツの評価に視線推定を用いるには、いくつか課題がある。特に、床面投影を利用したデジタルコンテンツ体験中の体験者の視線推定には、いくつか検討すべき点がある。それは、従来の非接触型視線推定は体験者がディスプレイなど正面を向いている時の視線推定のものがほとんどだという点である。このため体験者の顔向きや位置が自由に変わる床面体験型コンテンツでは、体験者の視線推定を行うことが難しい。また、視線推定方法の中には、眼鏡を装着するものもある[7]。これは被験者が床面を向いても視線を推定することができる。しかしこれにはキャリブレーションが必要であるといった問題や、一つ一つのコストが高いという問題、被験者に眼鏡の装着の負担があるという問題などがある。このため、大量の体験者の観察を目的とする、我々の目指す体験型学習コンテンツには向かない。そのため、床面投影を用いた体験学習型コンテンツに対し視線推定を行うためには、体験者の顔向き変動や位置変動に対応できることと、非接触であるような視線推定システムが必要である。

本稿では、床面投影型コンテンツ体験中の視線推定を行えるシステムの開発の第一歩として、このシステム実現に

1 東京理科大学
Tokyo University of Science.
2 多摩美術大学
Tama Art University
3 神戸大学
Kobe University

に向けた構想について述べる。

2. 床面投影型コンテンツにおける視線推定の問題

この章では床面投影型コンテンツと、その際の視線推定に関する問題点について述べる。

2.1 床面投影型コンテンツ

この節では、我々が視線推定を用いたいと考えている床面投影型コンテンツについて述べる。図1は我々が開発した床面投影型コンテンツである[2,3]。このコンテンツは、床面に人に反応する足跡を投影しその動きから動物を想像させるものである。このコンテンツ体験中には体験者は床面に投影される足跡を観察したり追いかけたりする。さらに、この足跡は床面投影エリア内を隅々まで動き回る。そのため体験者は体の向きや位置、顔向きを自由に変えることになる。よってこのコンテンツ体験中の視線推定には身体の向きや顔向き、頭部の位置座標の推定に加え、体験者の目を認識して、視線方向を推定する必要がある。次の節では床面投影型コンテンツ体験中における視線推定を考える際の問題点について述べる。

2.2 床面投影型コンテンツにおける視線推定の問題

この節では、2.1節で述べたコンテンツにおいて視線推定を行う際の問題点について述べる。現状のシステムでは、人位置推定や顔向き及び目の画像を取得するためのセンサは一台のみとなっている。このため現状では、センサに対して後ろを向いた際や、うつむくなどしてセンサから体験者の目が隠れた際に視線の推定ができない。

Tobiiなどの眼鏡型の視線推定技術ならば、体験者がどこを向いたとしても、視線を推定することができる[6]。しかしながら、この手法はキャリブレーションが必要であることや、機器が高価であること、体験者に機器の装着を強要

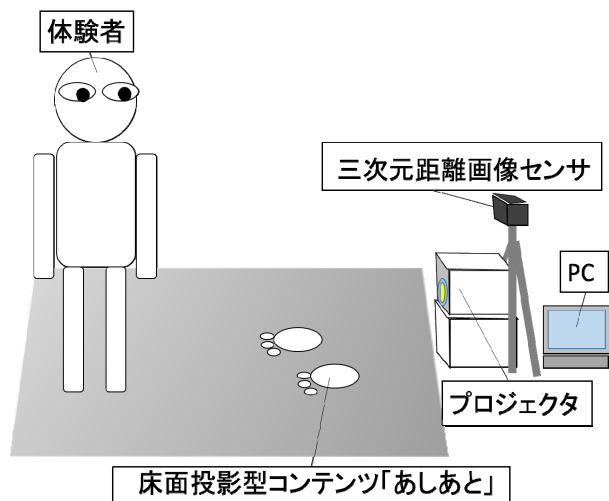


図1 床面投影型コンテンツの例「あしあと」

Figure 1 Example of floor projecting contents “ASHIATO”.

することなどの問題がある。

これらのことから、体験者に装着具をつけさせないような形で、体験エリア内での方向からでも、頭部座標や顔向き、目といった視線推定に必要な情報を手に入れられるようにする必要がある。

次の章では、著者らが構想中の床面投影型コンテンツ体験中の体験者の視線を推定するシステムについて述べる。

3. 床面投影型コンテンツに向けた視線推定システム

この章では床面投影型コンテンツ体験中の非接触視線推定を行えるシステムの概要と実施案について述べる。

3.1 システムの概要

この節では我々が構想した床面投影型コンテンツ体験中の非接触視線推定システムの概要について説明する。このシステムの目的は体験者に装着具などの負担なく、体験者の位置や顔向きの自由な変化に対応できる視線推定を可能にすることである。このため、三次元距離画像センサなど、人の頭部座標、顔向き、視線を推定できるような情報を取得できるセンサでこの床面投影型コンテンツの周囲を囲むようなシステムを考えた。これにより、体験者がどの方向を向いていたとしても、体験者の頭部座標や、特に顔向きと目についていずれかのセンサによって取得できるものとする。このシステムは三次元距離を測るセンサとカラー画像を取得するセンサとそれらを制御し、それらの得た情報を利用して視線推定を行うPCで構成されている。図2はシステムの構想図を表している。次の節ではシステムの実装案について述べる。

3.2 システムの実装案

床面投影型コンテンツを体験中の体験者の視線推定を行うために、次のようなシステムを考える。複数台の三次元

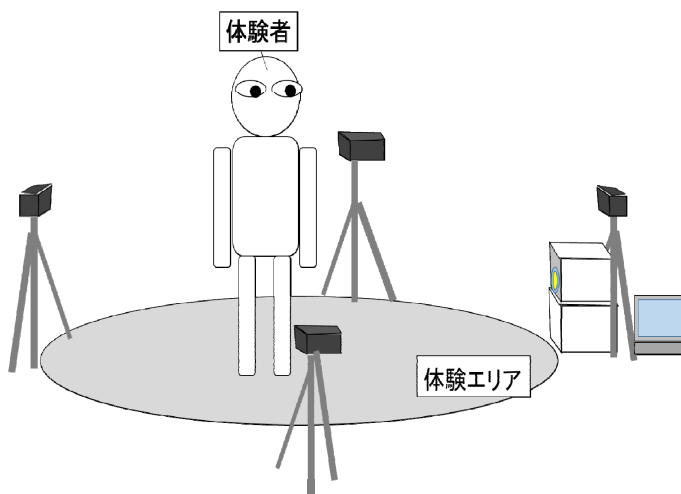


図2 視線推定システム構想図

Figure 2 The concept of the system.

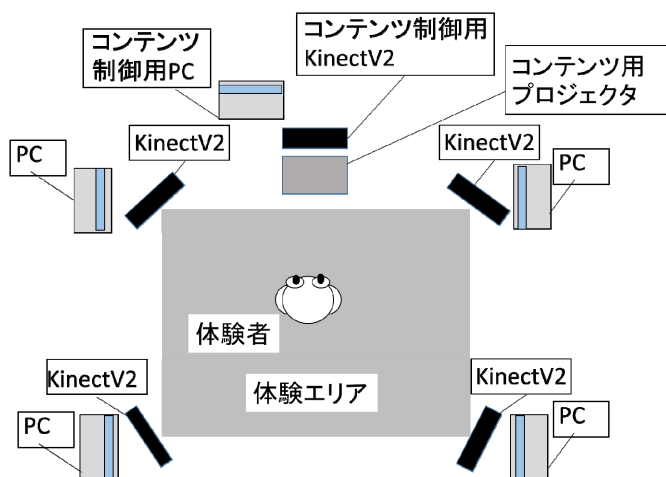


図3 視線推定システム実装概要図

Figure 3 The overview of the gaze estimation system .

距離画像センサを体験エリア内に死角ができないように配置し、どのような位置の体験者でも、頭部座標、顔向き、視線推定に必要な顔画像を取得できるようにするシステムである。

図3はシステムの実施案を示す。KinectV2[8]を床面投影型コンテンツの範囲を囲む形で配置する。イクロソフトのKinectV2は三次元距離画像センサである。KinectV2は、安価ながら高度な位置計測を行うことができる。さらに、Kinect for Windows SDKなどのライブラリと組み合わせて使用することで、人の検出や頭部位置や顔向きなどの人の任意の骨格の位置を計測できる。これにより、体験者がエリア内のどの位置にいても顔向きと位置推定ができ、さらに顔のRGB画像を取得することができる。取得したRGB画像をOpenFace[9]を用いることによって視線のベクトルを推定できる。OpenFaceとは、顔の画像から目じりや鼻の孔といった顔の特徴を利用し、ニューラルネットワークを用いて顔姿勢推定や視線推定をすることができるオープンソースの視線推定法である。

これらを利用したシステムによって床面投影型コンテンツ体験中の体験者の視線を非接触で推定できるようになることを期待する。今後はこのシステムを実際に開発し、このシステムの有効性について評価実験を行っていききたい。最終的には、このシステムを発展させることで、床面体験型コンテンツの視線推定による評価に活かしていきたい。

4. おわりに

本稿では、博物館などで学習効果の向上のために用いられる、床面投影型コンテンツの視線推定を行うシステムの開発に関する構想について述べた。このシステムは体験者に装着具などの負担なく、体験者の位置や顔向きの自由な変化に対応できる視線推定を可能にすることを目的としている。システムの実現には、顔画像から視線推定できるオープンソースの視線推定手法と複数台の三次元距離画像セン

サを利用する。今後は、このシステムの実装と評価実験を行っていききたい。

謝辞 本研究はJSPS 科研費 JP16H0181 と JP18H03660 の援助を受けた。ご協力頂いた皆様に、謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- [1] National Research Council (2009). Learning science in informal environments: People, places, and pursuits. National Academies Press.
- [2] Mikihiro Tokuoka, Hiroshi Mizoguchi, Ryohei Egusa, Shigenori Inagaki, Fusako Kusunoki, and Masanori Sugimoto, "Discuss and Behave Collaboratively! : Full-Body Interactive Learning Support System Within a Museum to Elicit Collaboration with Children", Proceedings of 10th International Conference on Collaboration Technologies (CollabTech2018), LNCS 11000, pp.104-111, September 5-7, 2018.
- [3] Tomoharu Morita, Yuta Taki, Sarii Iwatate, Fusako Kusunoki, Shigenori Inagaki, Hiroshi Mizoguchi, and Tomoyuki Nogami, "ASHIATO: Advanced System to enable Human to play Interactively with Animated Tokens", Extended Abstracts of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion 2019 (CHIPLAY'19 Extended Abstracts), pp.565-571, October 22-25, 2019.
- [4] Tomoharu Morita, Sarii Iwatate, Mikihiro Tokuoka, Yuta Taki, Fusako Kusunoki, Shigenori Inagaki, Hiroshi Mizoguchi, "Let's Imagine Animals" : An Interactive System of Floor-Projected Footprints to Provide Kindergartners Opportunities to Experience Advanced Art", Proceedings of EdMedia + Innovate Learning, pp. 1326-1331, June 24-28, 2019
- [5] "Grandhi, S. A., Joue, G., Mittelberg, I. (2011). Understanding naturalness and intuitiveness in gesture production: Insights for touchless gestural interfaces. Proceedings of CHI (pp. 821-824).
- [6] Nielsen M., Störring, M., Moeslund, T., Granum E. (2004). A procedure for developing intuitive and ergonomic gesture interfaces for HCI. Gesture-Based Communication in HCI (pp. 105-106).
- [7] "Tobii Pro Glasses 2" <https://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2/> (参照 2019-12-16).
- [8] "Kinect V2" . <https://support.xbox.com/ja-JP/xbox-on-windows/accessories/kinect-for-windows-v2-info> (参照 2019-12-16).
- [9] Erroll Wood, Tadas Baltrušaitis, Xucong Zhang, Yusuke Sugano, Peter Robinson, and Andreas Bulling "Rendering of Eyes for Eye-Shape Registration and Gaze Estimation" IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2015