

KYORO : 一人称視点動画における 撮影者の身体感覚伝達システム

小島 夏海^{1,a)} 井上 亮文¹ 星 徹¹

概要: ウェアラブルカメラを騎手やダウンヒルのライダーの頭部近くに装着し、撮影した一人称視点動画が注目されている。一人称視点動画は撮影者と同じような視界が味わえるため、実際に自分が運動しているような臨場感があり、視覚や音の変化がよく伝わる。しかし、運動中の撮影者は視覚や音の変化だけでなく、首や腕の動作といった、様々な身体感覚を感じている。このような、身体感覚をカメラによる動画だけでは伝達できておらず、一人称視点動画の特徴を活かした臨場感は実現されていない。本研究では撮影者の身体感覚を視聴者に伝達することで、従来の動画だけを視聴する環境と比べ、視聴者に伝える撮影者の身体感覚を向上することを目的とする。この目的を達成するために、視聴時に撮影者の顔の向きを伝達することで、視聴者の顔の向きを誘導し、撮影者の顔の動きの追体験ができるシステムを提案する。評価の結果、個人差はあるが半数超のユーザに対して、顔の向きの誘導を行うことが可能であることを確認した。

キーワード: 一人称視点動画, 身体感覚, 臨場感, ウェアラブルコンピューティング

KYORO : Transmitting body sensation of a photographer in first-person videos

NATSUMI KOJIMA^{1,a)} AKIFUMI INOUE¹ TOHRU HOSHI¹

Abstract: First-person video contents that give us the feeling of acting an acrobatic performance have received a lot of attention in recent years. However, those contents can transmit only audio and visual information to viewers. The performer's body sensation such as neck and arm movement is not taken into account. In this paper, we propose a body sensation transmitting system for first-person videos. In shooting phase, this system records face direction of the photographer in addition to audio/visual information. In viewing phase, this system adjusts the position of the video in response to the photographer's face direction. Experimental results indicated that the prototype system could guide face direction of a majority of the viewers.

Keywords: first-person video, body sensation, realistic sensation, wearable computing

1. はじめに

ヘルメットや自転車のハンドル等の様々な場所に取り付けることが可能である、小型のウェアラブルカメラが普及している。欧州におけるウェアラブルカメラの売上は2013年には前年比47%増の3億6100万ユーロになって

いる[1]。なかでも、ウェアラブルカメラを騎手やダウンヒルのライダーの頭部近くに装着して撮影した一人称視点の動画が注目されており、Youtubeに投稿されたダウンヒルをするライダー目線の動画[2]は、2013年に1900万再生を達成するなど人気がある。

一人称視点の動画は撮影者と同じような視界が味わえるため、実際に自分が運動しているような臨場感があり、視覚や音の変化がよく伝わる。しかし、運動中の撮影者は視覚や音の変化だけでなく、首や腕の動作といった、様々

¹ 東京工科大学 コンピュータサイエンス学部
School of Computer Science, Tokyo University of Technology
^{a)} c01102029d@edu.teu.ac.jp

な身体感覚を感じている。このような、身体感覚をカメラによる動画だけでは伝達することはできておらず、一人称視点の特徴を活かした臨場感をユーザに伝えきれていない。

従来の臨場感を高める研究は、ユーザの錯覚現象を利用しているものや [3]、匂いや圧力の提示を映像に合わせてユーザの身体にフィードバックするもの [4][5]、表示を行うディスプレイを拡張することで視野角を広げるもの [6] が主であった。

本研究では撮影者の身体感覚を視聴者に伝達することで、従来の映像と音だけを視聴する環境と比べ、視聴者の運動を促し、臨場感を向上することを目的とする。この目的の達成のため、視聴時に撮影者の身体感覚のひとつである、顔の向きを伝達することで、視聴者の顔の向きを誘導するシステムを提案する。本システムでは撮影者に磁気センサ・加速度センサを付加したウェアラブルカメラを使用して撮影を行ってもらい、撮影時に撮影者の顔の向きを計測する。その後、撮影した動画の再生時に計測した顔の向きにあわせて、表示する動画の位置を連続的に変化させることで、視聴者に撮影者の顔の向きを伝達する。

本論文の構成について述べる。第 1 章では背景と課題、本研究の目的について述べた。第 2 章では関連研究について述べる。第 3 章では本研究の提案システムについて述べる。第 4 章では提案システムのプロトタイプシステムについて述べる。第 5 章ではプロトタイプシステムの評価実験について述べる。第 6 章では本研究の結論を述べる。

2. 関連研究

盛川らは視覚情報を利用してユーザの身体イメージを操作することで、不適切な認知状態による事故の体験を誘発するシステムを提案している [3]。これは、視覚情報と触覚情報が同期された状態から、視覚情報をずらし危険部位に近づけることで、実際には動いていない手が動いているものと感じることを利用し、事故の体験を感じることができるものである。

野口らは 2 つの香りを同時に感じさせ、さらに強弱関係を演出する香りの提示手法を提案している [4]。これは、2 つの香りをパルス出力を用いて強弱関係のある香りを出力し、このときの提示回数と濃度を調整することで香りの強弱関係の演出を可能にするものである。このシステムを用いることで、映像中に香りを出す物体が複数描画された場合に、従来よりも臨場感のある演出ができることが期待されている。

Rajinder らはユーザに向かって空気のリングを放出することで、ユーザに触覚のフィードバックを行うことが可能なシステム AIREAL を提案している [5]。AIREAL では 3 次元深度カメラを利用し、ユーザまでの距離を取得する。AIREAL はプロジェクタの投映や動画に合わせてユーザに空気のリングを飛ばすことで、実際に近くに物体があるか

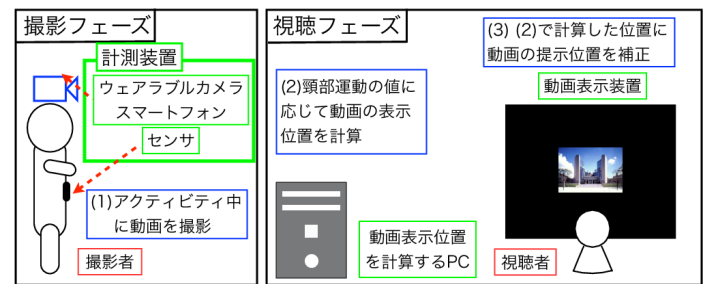


図 1 システムの概要図

Fig. 1 Overview of the System

のようなフィードバックを行うことができる。

廣瀬らは 5 面のスクリーンを有する多面型全天周ディスプレイ CABIN を提案している [6]。CABIN は、正面、上面、下面、左面、右面の 5 面のスクリーンを有しており、上下左右方向の視野角が拡大され、臨場感が向上されている。CABIN では単に視野角が広いだけでなく、たくさんの位置から 3 次元物体を見回すことが可能である。

これらの研究はユーザ自身の動きを誘導しているわけではなく、ユーザの錯覚や香り・触覚の提示、視野角の拡張を用いて臨場感の向上を行っている。しかし、一人称視点動画では撮影者と同じ視界が味わえることが臨場感の大きな要因になっているが、前述の研究では撮影者の顔の向きの変化は行っていない。そのため、本研究では一人称視点動画の臨場感を向上させるために、撮影者の顔の向きの変化に着目し、撮影者の顔の動きに合わせて視聴者の顔の動きに合わせて誘導することで、撮影者の顔の動きの追体験を実現する。

3. 一人称視点動画における撮影者の身体感覚伝達システム

本研究では、撮影者の顔の向きに応じて、動画表示位置を補正することで、視聴者の顔の向きを誘導するシステムを提案する。

3.1 システム概要

図 1 に本システムの概要を示す。本システムは、動画を撮影する撮影フェーズと撮影した動画を視聴する視聴フェーズで構成される。撮影フェーズでは、撮影者は計測装置を装着した状態で歩行やテニス等の体を動かすアクティビティを行いながら動画を記録する。これと同時に撮影者の身体情報を取得する。視聴フェーズでは、撮影フェーズで記録した撮影者の顔の向き元に、視聴者へ表示する動画の位置を補正する。

本システムでは撮影者の顔の向きを計測することで、顔の向きの変化を視聴者に伝達し、視聴者の顔の向きを誘導する。これにより撮影者の顔の動きの追体験が行える。

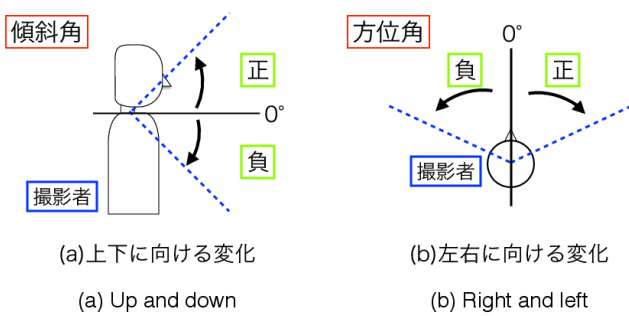


図 2 計測する顔の向きの変化

Fig. 2 Changes in the orientation of the face to be measured

3.2 撮影フェーズ

撮影フェーズでは、動画の撮影と同時に加速度センサ等で撮影者の顔の向きを計測する。図 2-(a) に示す顔を上下に向ける縦方向の変化と、図 2-(b) に示す顔を左右に向ける横方向の変化を計測する。縦方向の変化は地面に対し視線が水平の状態を 0 度とし、顔を上方に向けた場合を正の角度、顔を下方に向けた場合を負の角度とし、これを傾斜角とした。横方向の変化は正面を向いた状態を 0 度とし、顔を右方向に向ける方向を正の角度、顔を左方向に向ける場合を負の角度とし、これを方位角とした。

撮影フェーズを終えると従来では撮影した動画だけが残るが、本システムでは撮影した動画に加え、撮影者が撮影中にどのように顔の向きを変化させていたのかの情報を取得する。

3.3 視聴フェーズ

視聴フェーズでは視聴時に動画の表示位置を補正することで、視聴者の顔の向きを誘導する。

3.3.1 動画の表示位置と顔の向きへの対応

動画の表示位置は撮影者の顔の向きに合わせて補正を行う。図 3 に撮影者の顔が上下左右を向いている場合の補正について示す。初期状態として撮影者が正面方向を向いて撮影した映像は、視聴時に動画表示装置の中心部に表示される。撮影者が上方を向いて撮影した時は、上部に表示され、下方を向いて撮影した場合は、下部に表示される。左右方向の補正についても同様に、撮影者が向いた方向に動画が表示される。

3.3.2 動画表示位置の決定

動画の表示位置は撮影者が顔をどの程度上下左右に傾けていたかによって決定する。しかし、撮影者動かせる顔の角度は制限がないが、視聴者が動かせる顔の角度は動画を表示する環境に依存する。具体的には、図 4 に示すように、撮影者が傾けられる角度と視聴者が傾けられる角度は違いがある。左右の角度では図 4-(a) に示すように、撮影者は左右共に 60 度まで傾けることができるが [7]、視聴者は投映面の横方向の大きさによって傾けられる角度が制限

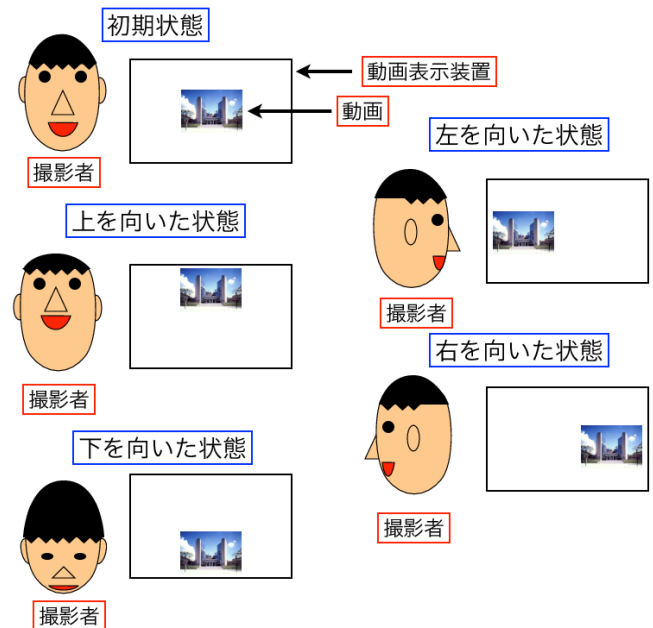


図 3 撮影者の顔の向きに合わせた動画表示位置補正の種類

Fig. 3 Directions of the photographer's face and corresponding positions of the video

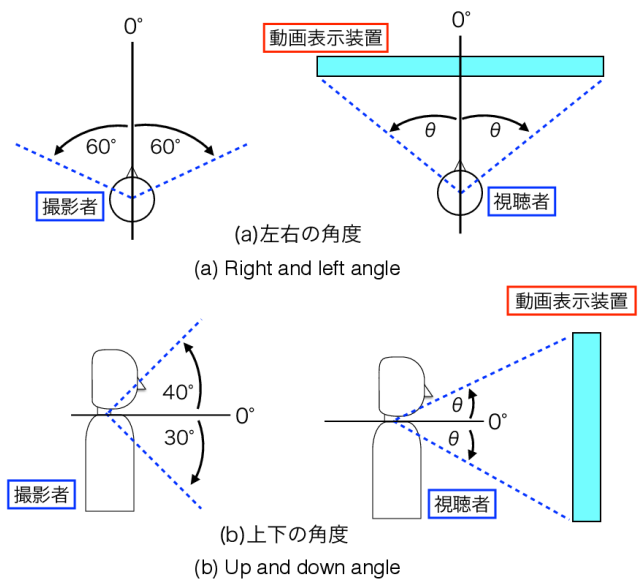


図 4 撮影者と視聴者の顔の角度

Fig. 4 Angular ranges

される。同様に上下の角度についても図 4-(b) に示すように、撮影者は下方 30 度、上方 40 度まで傾けることができるが [7]、視聴者は投映面の縦方向の大きさによって傾けられる角度が制限される。

このため、以下に示す式を用いて、撮影者の顔の角度と動画の投映面上での位置を対応させる。図 5 に式 1, 2 中で用いる投映面のパラメータについて示す。計測した方位角の最大値を $y_{d_{max}}$ 、最小値を $y_{d_{min}}$ 、スクリーンの横幅を w 、表示している動画の横幅を p 、再生している場面で計測した方位角を y_d とした時、表示位置の左上の x 座標

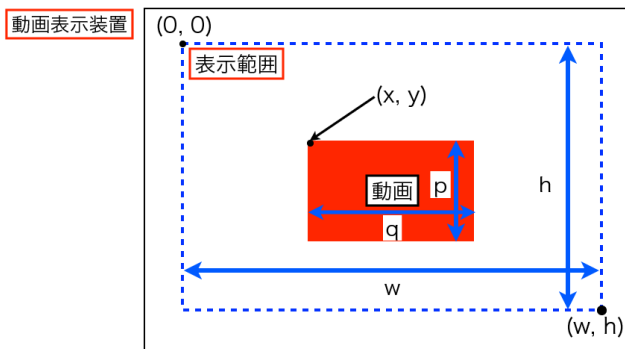


図 5 投映面のパラメータ
 Fig. 5 Projection plane and its parameters

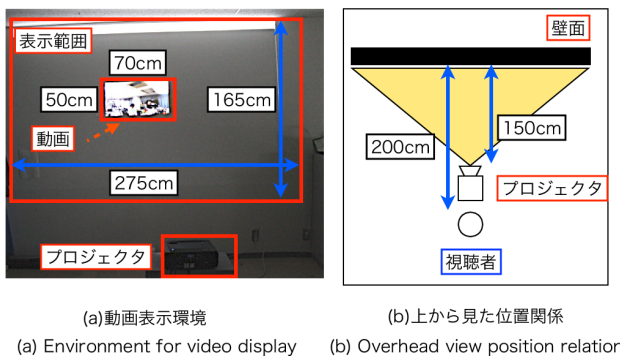


図 6 動画表示環境の概要
 Fig. 6 System layout

を式 1 で決定した .

$$x = w \times \frac{yd - yd_{min}}{yd_{max} - yd_{min} - p} \quad (1)$$

計測した傾斜角の最大値を pd_{max} , 最小値を pd_{min} , スクリーンの縦幅を h , 表示している動画の縦幅を q , 再生している場面で計測した傾斜角を pd とした時, 表示位置の左上の y 座標を式 2 で決定した .

$$y = h \times \frac{pd - pd_{min}}{pd_{max} - pd_{min} - q} \quad (2)$$

式 1 及び式 2 を用いて計算した位置へ, 動画の表示位置を連続的に補正することで, 視聴者に撮影者の顔の向きを伝達する .

4. プロトタイプシステム KYORO

4.1 実装環境

図 6 に KYORO の動画表示環境を示す . 動画表示装置は壁面にプロジェクタ (Dell S300w) を用いて投映を行い作成した . 図 6-(a) は動画表示環境であり, 表示範囲の大きさは横 275 cm , 縦 165 cm とした . 図 6-(b) は動画表示環境を上から見た図であり, 投映先を壁面とし, 壁面から 150 cm 離れた位置に設置したプロジェクタから投映を行っている . また, 視聴者はプロジェクタの真後ろに立って視聴を行う .

図 7 に撮影者が着用する計測装置を示す . KYORO で

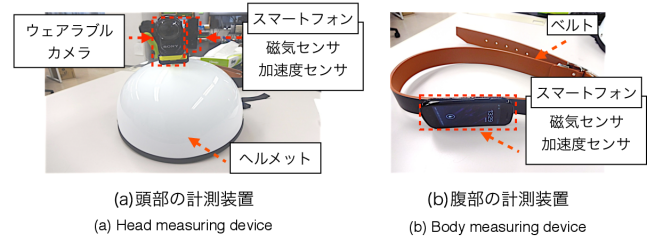


図 7 計測装置
 Fig. 7 Measuring devices



図 8 動画表示位置補正例
 Fig. 8 Example: correction of a video position

は頭部と腹部の左右のねじれを頭部運動とみなすため, 計測装置は図 7-(a) に示す頭部の計測装置と図 7-(b) に示す腹部の計測装置に分かれる . 詳しい原理は 4.2 節で述べる . 頭部の測定装置は動画の撮影に使用する Sony 社のウェアラブルカメラ AS-15 と方位角・傾斜角の計測に使用する NexusS をヘルメットに固定した . 腹部の計測装置は方位角・傾斜角の計測に使用する NexusS をベルトに固定した .

図 8 に動画の表示位置を補正している例を示す . 図 8-(a) では撮影者が正面を向いて撮影を行っているため, 動画は動画表示装置の中心部に表示されている . 図 8-(b) では撮影者が左を向いて撮影を行っているため, 動画は動画表示装置の左部に表示されている .

4.2 顔の向き測定

KYORO では, 顔の向きを計測に方位角・傾斜角を用いるが, 頭部の方位角だけで計測を行うと顔の向きだけを変化させた場合と体ごと向きを変化させた場合の区別がつかない . 例えば, 図 9-(a) と図 9-(b) では顔の方位角が 0 度と 90 度と異なる, 顔の向きが変化していることがわかる . しかし, 図 9-(b) と図 9-(c) では共に顔の方位角が 90 度のため, 顔の向きを変えたのか体の向きを変えたのかわからない . そこで, 頭部だけではなく腹部にも計測装置をつけることで, 頭部と腹部のねじれによって顔の向きを計測を

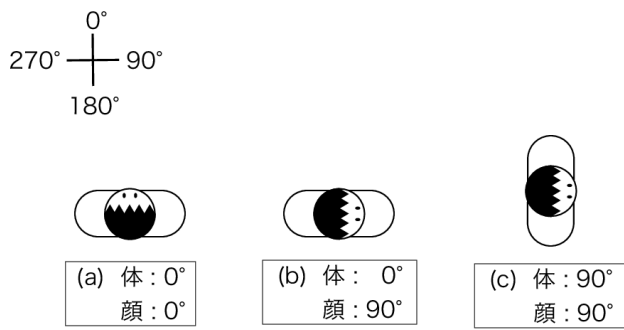


図 9 方位角の変化
 Fig. 9 Types of azimuth

行う。また、方位角・傾斜角を計測するために、NexusS に内蔵されている磁気センサ・加速度センサを利用し、2つの NexusS を Bluetooth 通信で接続することで計測の同期を行ない、200 ms の間隔でセンサ値を取得した。

4.3 動画表示位置補正

動画の表示位置を決定するとき 50 ms 毎の方位角と傾斜角を用いるが、NexusS のセンサの値を記録する間隔は安定しないためスプライン補完を行う。スプライン補完は Python の scipy ライブラリを使用して実装した。また、動画の表示位置の補正を滑らかにを行うために計測した値にローパスフィルタ (以下 LPF) を適用する。 $d_{filtered}$ を LPF 適用後の計測したセンサの値、 r を LPF の係数、 d_i と d_{i-1} は最後に計測した値と、一つ前に計測した値として式 3 を実装した。

$$d_{filtered} = r \times d_{i-1} + (1 - r)d_i \quad (3)$$

今回は実験的から r を 0.9 に設定した。

5. 評価実験

5.1 予備実験

撮影者の顔の向きの変化を記録・再現できるかを確認する予備実験を実施した。この結果より、後に続く視聴者の顔の向きの誘導の評価に耐えうるかどうかを判断する。大学生の被験者 5 人 (21 ~ 23 歳, 全員男性) に計測装置を身につけた状態で撮影を行ってもらった。撮影した動画を視聴してもらい、アンケート調査を実施した。

5.1.1 方法

被験者に行ってもらったアクティビティの種類を図 10 に示す。動作 1 は正面を向いている状態から上を向き、一度正面を向きなおしてから下を向く動作である。動作 2 は正面を向いている状態から左を向き、一度正面を向きなおしてから右を向く動作である。動作 3 は正面を向いている状態から体ごと左を向き、一度正面を向きなおしてから体ごと右を向く動作である。被験者には動作 1 → 動作 2 → 動作 1 → 動作 3 → 動作 2 → 動作 3 の順で動作をしても

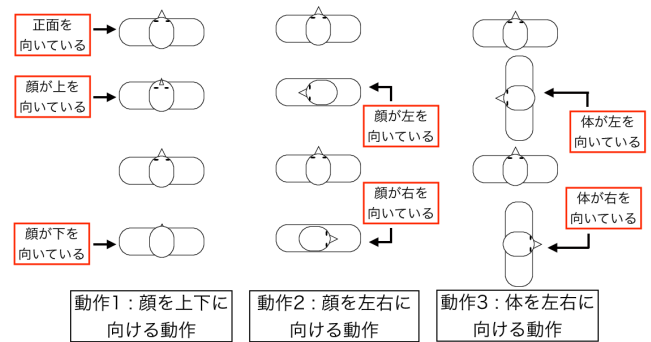


図 10 アクティビティの種類
 Fig. 10 Activity types

らった。このアクティビティは本システムで計測する顔の向きの変化をそれぞれ 2 回ずつ含むことを考慮して決定した。被験者 5 人にアクティビティを行ってもらった。撮影した動画を別の被験者 5 人 (21 ~ 22 歳, 全員男性) に視聴してもらい、視聴時に顔の向きが誘導されたかをアンケート調査した。アンケート項目は各動画に対し、方位角 (横方向)、傾斜角 (縦方向) それぞれに顔の向きが変化したかを 5 段階評価 (1: すごく動いた ~ 5: まったくうごかなかった) の 5 段階評価) と、システムを利用した感想を自由記述とした。

5.1.2 結果及び考察

表 1 にアンケートの結果を示す。縦方向に顔の向きが変化したかの設問の平均値は 2.8、横方向に顔の向きが変化したかの設問の平均値は 2.8 だった。

撮影者 A, B, C が撮影した動画に対してのアンケートでは顔がまったく動かなかったと回答した人はおらず、3 人が撮影した動画はすべての被験者が顔を動かしながら視聴していたと考えられる。しかし、撮影者 D, E が撮影した動画での縦方向、横方向に顔の向きが変化したかの設問に対する結果は、顔の向きが変化しなかったと回答した被験者がいた。これは自由記述において、5 人中 3 人が「連続して視聴すると疲れる」と回答しており、視聴が後の方になったのが原因と考えられる。最も顔の向きが変化しないと回答された動画は撮影者 D の横方向に対する補正だったが、平均値は 4.0 であり、まったくうごかなかったのではない。以上のことから、本システムを用いた視聴者の顔の向きの誘導の評価に耐えうると思われる。

5.2 顔の向きの誘導の評価

KYORO を用いて、撮影者の顔の向きが視聴者に伝達できているかの精度評価を行った。

大学生の被験者 12 人 (21 歳 ~ 22 歳, 全員男性) に対し、本システムを利用して動画の視聴を行ってもらった。視聴を行ってもらった動画は、図 11 に示すレイアウトの部屋にて 1 分間歩行を行った動画である。歩行は図 11 中の 1 から開始し、矢印にそって歩行を行ない、2 の位置にて左右

表 1 予備実験のアンケート結果
 Table 1 Preliminary questionnaire and its results

設問	5	4	3	2	1	平均値
撮影者 A が撮影した動画で [横方向に] 顔の向きが変化したか	0	0	2	2	1	2.2
撮影者 A が撮影した動画で [縦方向に] 顔の向きが変化したか	0	0	3	0	2	2.2
撮影者 B が撮影した動画で [横方向に] 顔の向きが変化したか	0	0	0	2	3	1.4
撮影者 B が撮影した動画で [縦方向に] 顔の向きが変化したか	0	1	0	2	2	2.0
撮影者 C が撮影した動画で [横方向に] 顔の向きが変化したか	0	3	0	1	1	3.0
撮影者 C が撮影した動画で [縦方向に] 顔の向きが変化したか	0	2	1	0	2	2.6
撮影者 D が撮影した動画で [横方向に] 顔の向きが変化したか	1	3	1	0	0	4.0
撮影者 D が撮影した動画で [縦方向に] 顔の向きが変化したか	1	1	3	0	0	3.6
撮影者 E が撮影した動画で [横方向に] 顔の向きが変化したか	2	0	1	2	0	3.4
撮影者 E が撮影した動画で [縦方向に] 顔の向きが変化したか	2	0	1	2	0	3.4

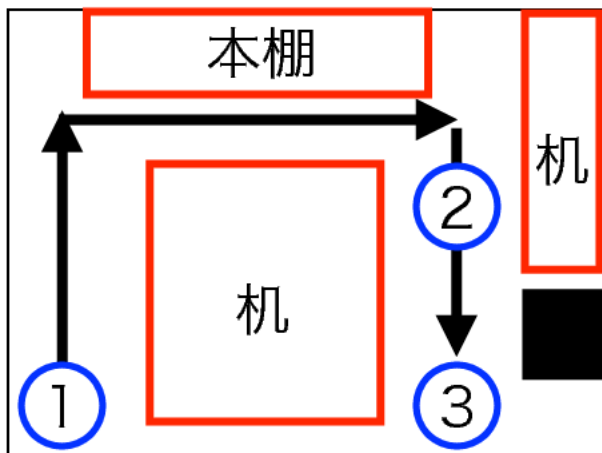


図 11 歩行を行った部屋のレイアウト
 Fig. 11 Preliminary questionnaire and its results

を見回した後、3 の位置で上下左右を見回したものである。
 5.2.1 方法

被験者の視聴中の顔の向きと撮影者の顔の向きの相関を
 求めることで、被験者がどの程度撮影者の顔の向きを追体
 験できているかを定量評価した。

被験者の顔の角度を計測するために、被験者には視聴時
 に計測装置を装着してもらった。また、3.3.2 節で述べて
 いた撮影者と被験者で傾けられる顔の角度の上限が異なる
 ため、撮影者・被験者の計測した値を共に縦方向は上・中
 央・下方向、横方向は左・中央・右で三値化した値で相関
 を求めた。方位角は計測した方位角の最大値を yd_{max} 、最
 小値を yd_{min} 、計測した値を yd として式 4 の条件で三値
 化を行った。

$$\begin{cases} yd > \frac{yd_{max}}{3} & \text{(上)} \\ yd \leq \frac{yd_{max}}{3} \cap yd \geq \frac{yd_{min}}{3} & \text{(中央)} \\ yd < \frac{yd_{min}}{3} & \text{(下)} \end{cases} \quad (4)$$

傾斜角は計測した傾斜角の最大値を pd_{max} 、最小値を pd_{min} 、
 計測した値を pd として式 5 の条件で三値化を行った。

表 2 顔の向きの相関

Table 2 Face direction correlation

被験者	方位角の相関	傾斜角の相関
A	0.342	0.079
B	0.510	0.309
C	0.039	-0.260
D	0.000	0.066
E	0.077	-0.074
F	0.426	0.044
G	0.293	0.012
H	0.419	0.177
I	0.061	0.053
J	0.176	-0.219
K	0.355	-0.012
L	0.224	0.171

$$\begin{cases} pd > \frac{pd_{max}}{3} & \text{(右)} \\ pd \leq \frac{pd_{max}}{3} \cap pd \geq \frac{pd_{min}}{3} & \text{(中央)} \\ pd < \frac{pd_{min}}{3} & \text{(左)} \end{cases} \quad (5)$$

なお、被験者の値は全被験者の方位角・傾斜角の最大値・
 最小値の平均値を三値化の基準として用いた。

5.2.2 結果および考察

表 2 に計算した方位角、傾斜角それぞれの相関を示す。
 相関は 1 に近いほど撮影者と同じ顔の動きをし、- 1 に近
 いほど撮影者と逆の顔の動きをしている。方位角の相関の
 最大値は被験者 B の 0.510、最小値は被験者 I の 0.061、傾
 斜角の最大値は被験者 B の 0.309、最小値は 0.012 と被験
 者によって相関の値にばらつきがあった。このことから、
 KYORO で伝達する顔の向きを誘導する感覚は個人差があ
 ると考えられる。12 人の被験者のうち 4 人の被験者は傾
 斜角の相関が負になったが、これは視聴時に次に動画が補
 正される位置を予想して顔を動かしていることや、再生中
 の動画の内容と動画の表示位置が補正されるタイミングに
 ズレがあったことが原因だと考えられる。また、全体とし
 て方位角の相関が傾斜角の相関と比べ大きくなった。これ
 は、今回作成した表示領域が横方向のほうが大きかったた

表 3 システム利用評価のアンケート結果
 Table 3 The questionnaire about system usability and its results

設問	5	4	3	2	1
視聴時に顔の向きが変化したか	1	3	1	2	5
表示された動画の大きさは大きかったか	0	7	4	1	0
動画の表示位置が変化する速度が速かったか	0	2	2	8	0
動画内の動きの幅に合わせて動画の表示位置が移動していたか	0	3	2	6	1

めに、補正量が大きくなったことが原因であると考えられる。このことから、表示位置の補正量は大きいほうが顔の向きの誘導が行えやすいと考えられる。

5.3 システムの利用評価

5.3.1 方法

KYORO の使用感を知るために、5.2 説の被験者にアンケート調査を実施した。アンケート項目を以下に示す。

- 視聴時に顔の向きが変化したか。(1:変化した ~ 5:変化しなかったの5段階評価)
- 表示された動画の大きさは大きかったか。(1:大きい ~ 5:小さいの5段階評価)
- 動画の表示位置が変化する測度は速かったか。(1:速い ~ 5:遅いの5段階評価)
- 動画内の動きの幅に合わせて動画の表示位置が移動していたか。(1:移動しすぎていた ~ 5:移動していなかったの5段階評価)
- KYORO を利用しての感想。(自由回答)

このアンケートより、ユーザが KYORO を使用して、どのように感じたを把握する。

5.3.2 結果および考察

表 3 にアンケートの結果を示す。視聴時に顔の向きが変化したかとの設問に対し、5人が1、2人が2と回答しており半数超の被験者に対して顔の向きの誘導が行えていたことがわかる。表示された動画の大きさは大きかったの設問に対し、7人が2と回答しており、また、動画の表示位置が変化する速度が速かったの設問に対し8人が2と回答していることから、動画の大きさや変化する速度のパラメータを調節することで、顔の向きの誘導を行いやすくすることができるのではないかと考えられる。

自由記述に「動画との動きのズレが気になった」と4人が回答していることから、動画と表示位置の補正の動きの同期の精度を向上させることで、ユーザ体験が向上できるのではないかと考えられる。また、自由記述において「酔いそうになった」と3人が回答しており、視覚としては動いている感覚を与えられているが、現状のシステムではユーザの顔の向きを自然に誘導することができていない。

6. おわりに

本論文では、撮影者の顔の向きに応じて、動画表示位置

を補正することで、視聴者の顔の向きを誘導するシステムを提案した。プロトタイプシステム「KYORO」では計測装置を身につけた状態で撮影を行うことで撮影中の顔の向きを取得し、再生時に取得した顔の向きに合わせて動画の表示位置を補正した。実験結果から半数超のユーザの顔の向きを誘導可能であったが、顔の向きの誘導の感じ方はユーザによって個人差があることを確認した。

今後の課題として、動画表示時の最適なパラメータの設定が挙げられる。顔の向きの誘導を行いやすい動画の大きさや補正位置を変化させる速度を最適化することで、より多くのユーザの顔の向きの誘導が可能になると考えられる。また、顔の向きの誘導を行うことで、臨場感の向上が行えるコンテンツの選定を行っていきたい。

参考文献

- [1] : 2013年の欧州におけるアクションカメラの売上。(オンライン), 入手先 (http://www.ceatec.com/report_analysis/ja/ra_131118_3.html) (参照 2013年12月06日)
- [2] : GoPro: Backflip Over 72ft Canyon - Kelly McGarry Red Bull Rampage 2013, (online), available from (<http://www.youtube.com/watch?v=x76VEPYaI0>) (accessed 2014年01月20日).
- [3] 盛川浩志, 河合隆史, 宗形昌幸, 田邊亨, 斎藤史彦, 野中睦: 安全教育 VR コンテンツにおけるクロスモーダル刺激の呈示方法に関する検討(「教育・訓練」特集), 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 11, No. 4, pp. 479-485 (2006).
- [4] 野口大介, 大津香織, 坂内祐一, 岡田謙一: 強弱関係の演出を可能にする香りの提示手法, 情報処理学会論文誌, Vol. 51, No. 3, pp. 761-769 (2010).
- [5] Sodhi, R., Poupyrev, I., Glisson, M. and Israr, A.: AIREAL: Interactive Tactile Experiences in Free Air, *ACM Trans. Graph.*, Vol. 32, No. 4, pp. 134:1-134:10 (2013).
- [6] 廣瀬通孝, 小木哲朗, 石綿昌平, 山田俊郎: 多面型全天周ディスプレイ (CABIN) の開発とその特性評価, 電子情報通信学会論文誌. D-II, 情報・システム, II-情報処理, Vol. 81, No. 5, pp. 888-896 (1998).
- [7] 米本恭三, 石神重信, 近藤 徹: 関節可動域表示ならびに測定法, リハビリテーション医学, Vol. 32, No. 4, pp. 207-217 (1995).