

H-071

## アクティブ視点映像生成に関する研究 Research on Generation of Image by Active Viewpoint

山下 哲史† 須藤 智幸 恩田 憲一幸  
Satoshi Yamashita Satoshi Sudo Norikazu Onda

### 1. はじめに

バーチャルリアリティ (VR) における映像提示システムの一つとして、ユーザの視点移動に追従した映像生成の研究が報告されている。

これらはレンズアレイを用いディスプレイを見る角度によって異なる画像を見せる方法や、ユーザにセンサを装着させることで視点位置を検出し、三次元 CG により運動視差を再現する。

本研究では、特殊な装置環境やユーザへのデバイスの装着を必要としないシステムを目指して、一般に入手可能な USB カメラを視点位置の検出用センサとして用い、利き目の位置に対応した、実写映像によるアクティブ視点映像生成システムの開発を行う。

### 2. 本研究の位置付け

ユーザの視線方向に対応した映像提示するシステムとして、ディスプレイに多視点からの映像を描画し、パララックスバリア方式やレンチキュラ方式によりユーザが見える画像を切り替える方法がある。しかしこれらの方法では、視点位置が離散的になってしまう。また、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)や、岐阜県テクノプラザの6面 CAVE 型ディスプレイ COSMOS<sup>[1]</sup>のように、磁気センサによる視点位置測定を用いるものでは、センサの装着が必要となる。

この2つを解決したシステムとして、ViewFrame2<sup>[2]</sup>が提案されている。ViewFrame2はDVカメラとPSD素子測距センサを使用した顔部位置検出を行い、標準的なPCディスプレイを窓に見立て、検出した視点位置とディスプレイからなる非対称なパースペクティブ射影を用い3次元CGを描画するものである。

本研究では、ユーザの視点位置に追従した実写映像を提示することで、CGでは得られない臨場感を得るシステムの開発を行う。日常生活空間での利用を考慮して、ユーザの視点位置検出を、カメラ1台から取得した画像を用い、目の検出とカメラからの距離の推定により行う。また表示系として、遠隔地の映像をパン、チルト機能付きカメラにより取得し、標準的なPCディスプレイを通してユーザの視点位置から見える形に変換して表示する。

### 3. 単視点映像による三次元視点位置推定

#### 3.1. 目の検出

初めに、カメラから取得した画像中の顔領域を検出す

尚美学園大学大学院 芸術情報研究科 情報表現専攻

School of Informatics for Arts, Division of Media Arts, Shobi University

る。検出には Haar-like 特徴によるオブジェクト検出<sup>[3]</sup>を使用し、照明環境にロバストな検出精度を得る。

顔領域に対し、垂直方向にエッジ検出を行い目の領域を検出し、重心を求める。

#### 3.2. ユーザの視点位置の推定

##### 3.2.1. カメラからの方向推定

カメラの視線ベクトルとカメラから目の重心座標への方向ベクトルの成す水平角  $\phi$ 、垂直角  $\theta$  を推定する。取得した画像のピクセル幅  $w$  と画角  $\theta$  から、焦点距離  $Z_{near}$  を算出する。焦点距離までの距離と目の中心座標から  $\phi$ 、 $\theta$  を算出する。2つの角度から方向ベクトルを求める。

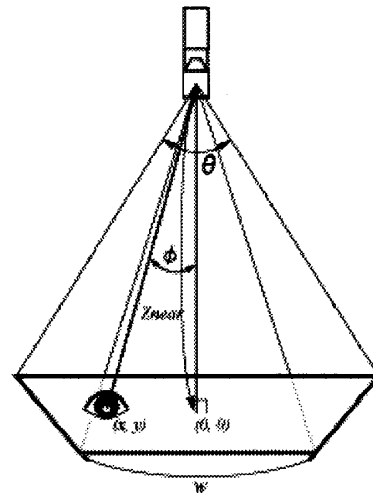


図1 視点への方向ベクトル算出

##### 3.2.2. カメラからの距離推定

顔の検出時に、顔の外接長方形が算出されるため、アプリケーションの初期化処理として、ディスプレイから一定の距離に顔を置き、基準となる顔サイズを取得する。カメラに映る物体の大きさは距離に反比例することから、基準の顔サイズと実行時に取得する顔サイズとの比と、初期化時の距離を用いカメラからの距離を推定する。

##### 3.2.3. 座標変換

カメラからの方向ベクトルと距離により、カメラを原点とした座標系での視点位置が算出される。これを描画に必要な、ディスプレイの中心を原点としたワールド座標系に変換する。

### 4. アクティブ視点映像の生成

実際の風景をパン、チルト機能付きのカメラによって撮影、視点位置からわかるパラメータを用い投影変換を行いディスプレイに描画する。これにより、実写映像を用いた映像提示を行う。

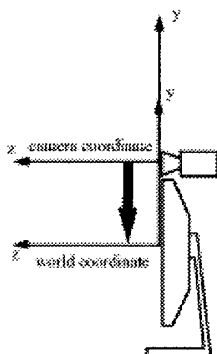


図2 カメラ座標系とワールド座標系

### 5. 評価実験

入力として USB カメラを 17 インチの液晶ディスプレイの上部に設置する。現時点でカメラの傾きを検出するキャリブレーション機能を実装していないため、カメラはディスプレイの向きと平行になるように設置する。目の検出では、一般的に右目が利き目であることが多いことから、右目の検出を行い、その重心を視点位置とする。カメラ座標系、ワールド座標系はそれぞれ、右手座標系とする。

ワールド座標系にて、z 軸方向 80cm の位置に顔を固定し、基準サイズを記録する。その後、z 軸座標がそれぞれ、30cm, 40cm, 50cm, 60cm の時に表 1 の位置で目の検出を行った。

表 1 視点検出位置

原点からの奥行き [cm]	原点からの水平位置 [cm]	原点からの垂直位置 [cm]
30	-10, 0, 10	20, 30
40	-10, 0, 10	20, 30
50	-20, -10, 0, 10, 20	10, 20, 30
60	-30, -20, -10, 0, 10, 20, 30	10, 20, 30

奥行きが 50cm のときの水平角、垂直角の変位を図 3 に、それぞれの平均誤差を表 2, 3 に、全計測での原点からの距離の平均誤差、最大誤差、最小誤差を表 4 に示す。

### 6. まとめ

今回、実写映像を変換するための基本となるユーザの視点位置の推定を行った。

実験結果より、ユーザの視点位置が画像内の端に行くにつれて誤差が大きくなることがわかり、カメラキャリブレーションが必要と思われる。距離の推定は、Haar-like 特徴による顔領域の検出時に、額と顎の正確な位置を判断できないことと、顔の向きの変化によるものと考えられる。Haar-like 特徴に別の指標を追加しての誤差削減を行う必要がある。

また、今回推定したユーザの視点位置から見える映像を生成することにより、視点位置に追従した実写映像を提示することが可能となる。

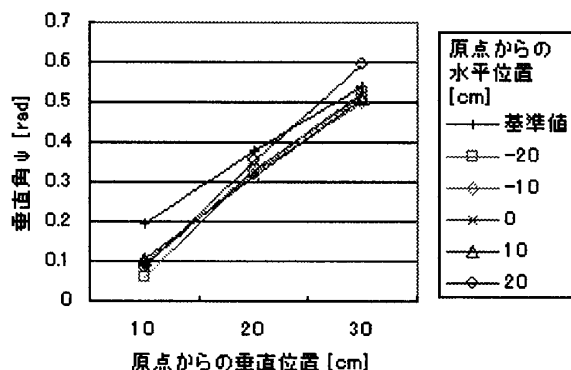
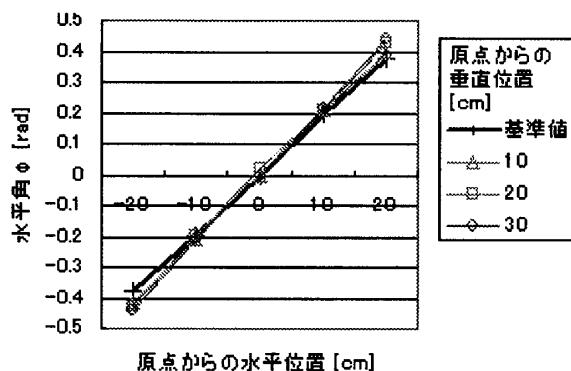


図 3 水平角、垂直角の変位 (奥行き 50cm)

表 2 水平角誤差の平均 (奥行き 50cm)

原点からの水平位置 [cm]	-20	-10	0	10	20
水平角誤差の平均* [rad]	0.049	0.009	0.008	0.013	0.044

\*誤差絶対値の平均

表 3 垂直角誤差の平均 (奥行き 50cm)

原点からの垂直位置 [cm]	10	20	30
垂直角誤差の平均* [rad]	0.110	0.050	0.032

\*誤差絶対値の平均

表 4 原点からの距離の誤差

原点からの奥行き [cm]	30	40	50	60
平均誤差* [cm]	7.2	6.1	4.9	4.0
最大誤差 [cm]	9.1	8.6	11.0	10.2
最小誤差 [cm]	5.2	3.7	0.6	-0.1

\*誤差絶対値の平均

### 参考文献

- [1] T.Yamada, M.Hirose and Y.Iida, "Development of Complete Immersive Display : COSMOS", Proceedings of VSMM98, pp.522-527, 1998
- [2] 河原塚 有希彦, 高橋 誠史, 宮田 一乗, "ViewFrame2 -マーカレス顔部検出手法を利用した "ViewFrame" " 芸術科学会論文誌 第 3 巻 第 3 号, pp.189-192, 2004
- [3] Rainer Lienhart and Jochen Maydt, "An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection." ICIP2002, 2002