

利用者の位置に適した画像を表示する 窓型映像表示システム

阿部祐輔[†] 武田敦志[†]

テレビなどの既存の映像表示システムではどの角度から見ても同じ映像が映されてしまう。そのために表示されている映像と同じ空間にいるような感覚を得られない。本稿ではセンサーを用いて表示装置に対する利用者の位置を測定し、この利用者の相対位置に対応させた映像を表示装置に映し出す臨場感のある映像表示システムを提案する。提案システムでは Kinect センサーを用いて利用者のモーションキャプチャを行ない、利用者の頭部の相対位置を検知する。また、視野角の広いネットワークカメラを用いて広角の映像を取得し、この映像を利用者の頭部の相対位置に対応した平面画像に変換する。提案システムのプロトタイプを実装し、表示装置に利用者の位置に適した映像を表示できることを確認した。

Window-type Video System : Displaying images based on User's Position

Yusuke Abe[†] and Atsushi Takeda[†]

Existing video system displays images which are not changed if we move. Therefore, we feel that a space displayed by the system is separated from our space. In this paper, we propose a Window-type Video System which displays images based on a user's position. This system detects a relative position of user from display by using Kinect, and displays adjusted images which are obtained from a network camera with wide angle lens. In addition, we describe about implementation of the prototype system, which depicts adjusted images based on the user's position.

1. はじめに

テレビなどの既存の映像表示システムではどの角度から見ても同じ映像が映されてしまうため、表示されている映像と同じ空間にいるような感覚を得られない。そこで本稿ではセンサーを用いて表示装置に対する利用者の位置を測定し、この利用者の相対位置に対応させた映像を表示装置に映し出す臨場感のある映像表示システムを提案する。提案システムでは Kinect センサーを用いて人のモーションキャプチャを行ない、利用者の頭部の相対位置を検知する^[1]。また、視野角の広いネットワークカメラを用いて広角の映像を取得する。この映像を利用者の頭部の相対位置に対応した平面画像に変換し、表示装置に表示する。このシステムを利用することにより、多地点間で双方向通信可能な臨場感のある映像通信サービスを実現する。

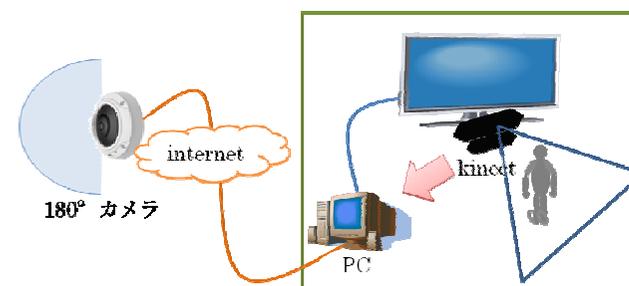


図1. 提案システムの概要

2. 利用者の位置に適した画像を表示する窓型映像表示システム

本システムの概要を図1に示す。表示装置の前方に利用者の位置を測定するために位置測定センサーを設置し、このセンサーから得られたデータを PC で解析することにより表示装置に対する利用者の頭部の相対位置を取得する。また 180° ネットワークカメラを任意の地点に設置し、撮影した映像をネットワークを経由して PC へ送る。送られてきた映像は広角映像であるため、テレビ等の表示装置で表示するためには映像の一部を切り出して平面に変換する必要がある^[2]。そこで、表示装置に対する利用者の頭部の相対位置から利用者に表示すべき映像の座標を算出し、この座標部分を平面に変換して表示装置に表示する。これによって、表示装置に対する利用者の相対位置に合わせた画像を表示装置に表示することができる。図2で原点 O は Kinect が向いている正面の座標である。

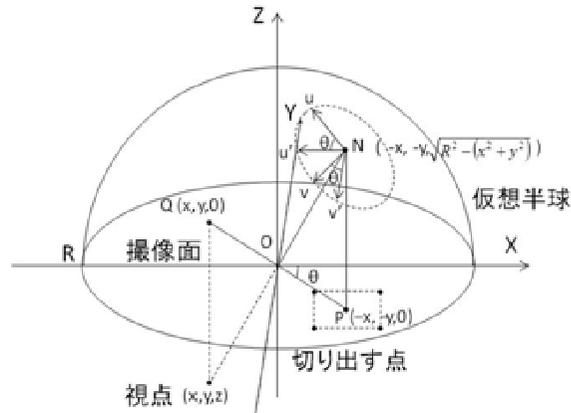


図 2.魚眼画像補正変換の概念図

3. 魚眼画像補正変換

魚眼画像とは半円球体のレンズに当たった光を真下に落とすため、画像の端に近づくほど歪みの強い画像が生成される。そこで、表示したい部分画像を切り出し、魚眼画像補正変換を行うことで歪みを補正した画像を得る。図 2 に魚眼画像補正変換の概念図を示す。視点の三次元座標から原点 O を通り仮想半球体と接する点を N とする。 N を撮像面に垂直に落とした点を P とし、 X 軸と点 P との角度 θ を求める。原点 O から点 N までのベクトルを法線ベクトルとする平面は一意的に定まり、その平面を表示装置に表示する画像とする。点 N から Z 軸方向へ向かう任意の法線ベクトルを \vec{u} とする。ここで \vec{ON} と \vec{u} が直行するベクトルの関係から外積 \vec{v} を求めることができる。この \vec{u} と \vec{v} に対して \vec{ON} を軸にするようにして θ の値だけ各ベクトルを回転させることで \vec{u}' , \vec{v}' を決定する。回転させるときに用いた式は、

$$\vec{u}' = \vec{u} \cos \theta + \vec{n}(\vec{n} \cdot \vec{u})[1 - \cos \theta] - (\vec{u} \times \vec{n}) \sin \theta$$

である。

表示装置に表示する画像の歪みを補正するために \vec{u}' , \vec{v}' で形成される平面を 16 枚に分割する。点 N から \vec{u}' , \vec{v}' それぞれの逆ベクトルと大きさが半分のベクトルを用いることにより、平面を分割する 25 点が求められる。原点から各点までのベクトルの大きさを半径 R と同じ大きさにする。その求めたベクトルから Z 成分を 0 にすることで、平面の各点を基に撮像面から切り出しを行なう点が求められる。実際に魚眼画像補正

変換で求めた、撮像面から切り出す複数の平面を図 3 に示す。

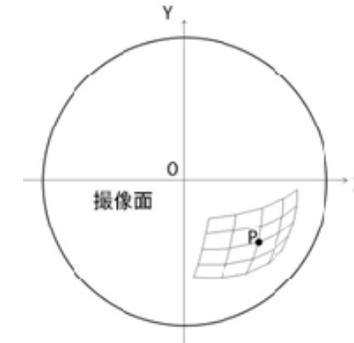


図 3.撮像面から切り出す複数の平面

利用者の頭部の三次元座標を基に表示装置の映像が映る部分との視野角の大きさを決定し、その視野角に基づいて仮想半球体と接する平面の大きさを決定する。視野角を用いることにより、表示装置との距離に応じて平面の大きさが変わるため、窓から景色を眺めるように映像が変化する。平面の大きさ H は図 4 に基づいた以下の式で計算を行なう。

$$H = \frac{(d+r)w}{d}$$

ここで、 $H(\text{pixel})$ は半球体に接する平面の大きさ、 $W(\text{pixel})$ は撮影した画像の大きさ、 $d(\text{mm})$ は表示装置と頭部との距離、 $r(\text{mm})$ は撮像面と平面との距離、 $h(\text{mm})$ は表示装置の長さ、 $w(\text{mm})$ は d に対して垂直な h の中心を通る線分である。

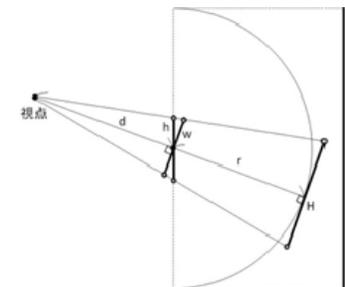


図 4.平面の大きさ

4. 実装

本稿ではシステムの実現に当たり、利用者の頭部の位置を判定するセンサーとして Microsoft 社の Kinect を用い、視野角の広いネットワークカメラとして AxisCommunications 社の Network Camera を使用する。Kinect の赤外線発光と受光により物体の距離情報の取得が可能になる。さらに Kinect にはモーションキャプチャの機能があり、人の体の姿勢認識が可能であるため、利用者の頭部の三次元座標を測定することができる。一方、AXIS Network Camera は HTTP での通信が可能であり、撮影した映像をネットワークを通じて PC へ送信することができる。しかし、送られてくる映像は広角映像のため映像の端に行くほど歪みが強くなる。そこで、表示装置に対応する部分画像を切り出し、魚眼画像補正変換を行うことで歪みを取った映像を表示する。また、行列計算の高速化を図るために OpenCV を用いて切り出した部分画像に対して射影変換を施す。

5. 実験結果

Kinect を動かしたところ頭部の三次元座標を取得することができることと、赤外線が届く範囲であれば姿勢認識が可能であることを確認した。利用者の頭の三次元座標を取得することができるため、利用者の頭部とテレビとの間で視野角の計算を行い、撮影した広角映像のどの部分を切り出して表示するのかを決定することができた。カメラにアクセスして取得した jpeg 形式の映像 (図 5) は端にいくほど歪んでいるため魚眼画像補正変換を行い、歪みのない映像を作成する必要がある。そこで、3 章で説明した魚眼画像補正変換を行なう。実際に射影変換を行なった画像が図 6 である。魚眼画像補正変換前の画像と比較すると図 6 の通り、歪みが補正された画像を確認することができた。



図 5. AXIS Network Camera で撮影した画像



図 6. 魚眼画像補正変換後の画像
左:ベクトルの回転無 右:ベクトルの回転有

6. おわりに

本稿ではセンサーを用いて利用者の位置を測定し、この利用者の位置を反映させた映像を表示装置に映し出すことで臨場感のある映像表示システムを提案した。本稿で提案したシステムでは、複数の人物に対応したディスプレイと PC と Kinect があれば、カメラが一台であってもそれぞれの利用者が見たい映像の箇所をそれぞれの表示装置に表示できる。

参考文献と引用文献

- [1] 「人物判定における Kinect の骨格線情報の利用」, 吉田聡, 泉正夫, 辻洋, 社団法人映像情報メディア学会技術報告, vol.36, No.8, pp.123-126, 2012.
- [2] 「魚眼写真での射影法の同定」, 立花康夫, 電子情報通信学会技術研究報告. WBS, ワイドバンドシステム, vol.107, No.182, pp.29-34, 2007.