

遠隔カメラ映像のための覗き込みインタフェース An Interface for Peering inside Remote Field of View

山口 光太[†] 渡辺 義浩[†] 小室 孝[†] 石川 正俊[†]
Kota Yamaguchi[†] Yoshihiro Watanabe[†] Takashi Komuro[†] Masatoshi Ishikawa[†]

[†] 東京大学大学院情報理工学系研究科

[†] Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

Abstract: A novel interface is proposed for manipulation of viewing direction and angle for remote camera application. To look at view from Pan/Tilt/Zoom or omnidirectional camera with a flat display, users need to set up parameters of perspective projection. Our interface gives an intuitive and easy access for this operation using user's head position. The experimental implementation with a fisheye camera shows that the interface system can run at enough speed with a laptop PC, and gives users a feeling like peering inside a remote view through display.

1 はじめに

ビデオ会議やチャットなどの遠隔カメラアプリケーションの有用性、臨場感を高めるための方法のひとつに、視野の拡大が挙げられる。カメラの視野を拡大するには機械的に視点の位置姿勢を操作することが可能な Pan/Tilt/Zoom カメラ (PTZ カメラ) を用いたり、レンズやミラーを使い光学的に広い視野を実現する Wide field-of-view (Wide FOV) カメラで撮像するなどの方法がある。

視野の広い遠隔カメラを使ったときの問題は、人間と異なる投影系の撮像を人間の視覚にわかりやすく提示する方法が必要になる点である。特殊な没入型ディスプレイを使う方法もあるが [1]、一般には利用しにくい。平面ディスプレイに表示するために視線方向や視野角などの投影パラメータの調整が必要になる。

本論文で我々が提案するのは、遠隔カメラから得られる視野の広い投影像を平面ディスプレイに提示する透視投影像に変換するパラメータを、顔位置を使ってユーザに調整させるインタフェースである。一度に提示できる映像は平面ディスプレイの表示領域だけであるものの、視線方向や投影方法についてユーザに明示的な機器操作を行わせることなく、覗き込むような感覚で広い視野範囲を提示することができる。また、ヘッドマウントディスプレイとは異なり双方向通信への拡張も容易である。

2 提案システム

提案するインタフェースシステムの概要を図 1 に示す。システムは遠隔地に置いた視野の広いカメラ、ユーザ側に置いたカメラ付き平面ディスプレイによって構成する。このシステムでは遠隔カメラの広視野映像を取得し、ディスプレイ中心を基準としたユーザ頭部の三次元位置 (X, Y, Z) に応じて広視野映像から透視投影の視線方向の仰角 θ と方位角 ϕ 、そして視野角 α を操作する。ユーザの頭部位置 (X, Y, Z) はディスプレイに付随したカメラにより計測する。

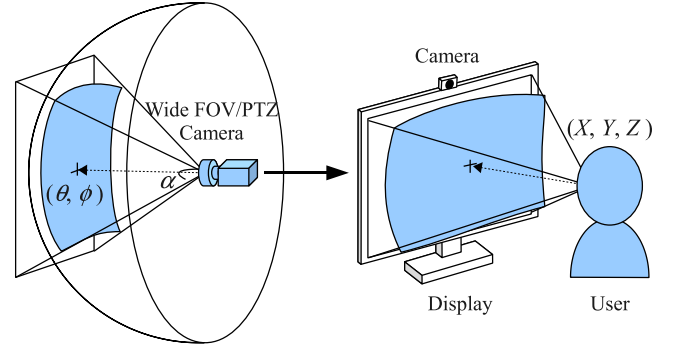


Figure 1: System

Table 1: Wide FOV vs PTZ

Wide FOV	PTZ
Quick response	Image resolution
Broadcast availability	Computational efficiency
Bidirectional availability	Bandwidth efficiency

2.1 遠隔カメラ

遠隔カメラの広視野化には主として PTZ カメラを用いる方法、Wide FOV カメラを用いる方法があり、それぞれの場合でインタフェースシステムの構成が異なってくる。図 2 に各々のシステム構成を示す。Wide FOV カメラ、PTZ カメラいずれの場合でもシステムは構成できるが、それぞれ表 1 に示すような得失が存在する。機械的に光学系を操作可能な PTZ カメラでは計算することなく高解像度の投影像を得られる。対して、計算によって透視投影像を求める Wide FOV カメラは片方向通信で十分であるため、低いレイテンシの操作、複数人への配信、顔位置検出カメラを兼ねることによる少ないカメラ台数での双方向通信などが実現可能である。ビデオ会議やチャットなどの用途では Wide FOV カメラ、監視カメラなど単体利用が前提の用途には PTZ カメラが向いていると言える。

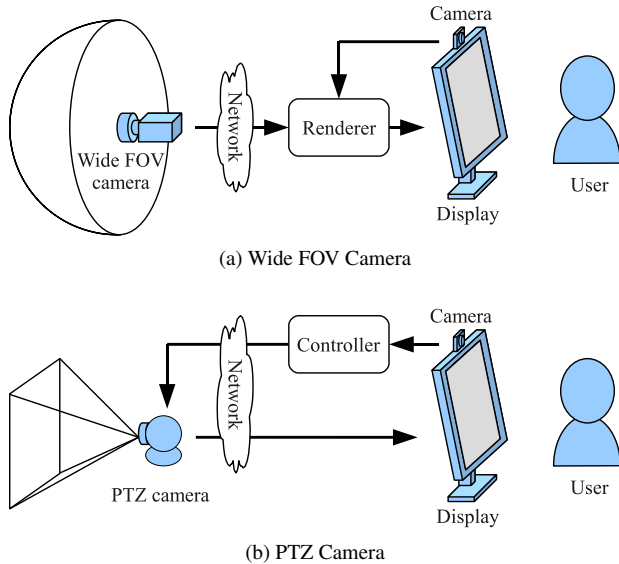


Figure 2: Camera configurations

2.2 操作の対応付け

本システムではディスプレイの中心を原点としたときのユーザの頭部位置 (X, Y, Z) を入力として、透視投影の視線方向仰角 θ 、方位角 ϕ 、透視投影の視野角 α を制御する。仰角と方位角は遠隔カメラの向き、視野角はズームの大きさに対応する。ユーザ位置とディスプレイが至近でなければ計測カメラ位置をディスプレイ中心としてもよい。

操作方法は任意のものが設計可能である。例えば、ディスプレイ中心からのユーザ頭部の仰角と方位角を透視投影の仰角と方位角に、距離を透視投影の視野角に対応付ける場合は次のようなものが可能である。

$$\begin{aligned}\theta &= \arctan \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{Z} \\ \phi &= \arctan \frac{Y}{X} \\ \alpha &= \arctan \frac{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}}{K}\end{aligned}$$

K は基準位置などから決めるパラメータである。

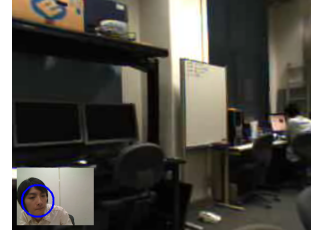
なお、PTZ カメラを用いた場合、ロボットを用いた三次元テレプレゼンス [2] に似たシステムが構築できる。しかし、遠隔カメラの視点位置は固定されているため、顔位置と操作内容のマッピングは異なる。

3 システムの試作

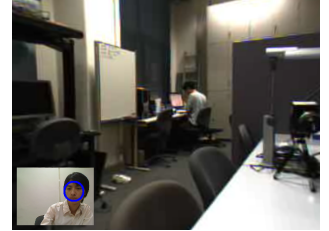
TCP/IP ネットワーク越しに魚眼カメラから配信される映像に対して、Wide FOV カメラ方式で提案インタフェースシステムを試作実装した。図 3a に伝送される魚眼映像を、図 3b、図 3c にユーザ側に提示される透視投影像を示す。試作システムでの顔位置の検出は Viola[3] らの手法を



(a)



(b)



(c)

Figure 3: Experimental implementation

用いている。実装環境に Intel Core 2 Duo 2GHz 搭載のラップトップ PC を用いたところ、サイズ 1280x960、7.5fps の圧縮動画をストリーミング受信しながらサイズ 160x120 の画像に対し 30Hz 以上での顔検出が可能であった。顔の検出精度は改良の余地があるものの、速度は十分である。

4 おわりに

視野の広い遠隔カメラの映像を透視投影に変換する際のパラメータを、顔の位置によって操作するインタフェースを提案した。今後は顔位置計測手法を改良するとともに、使いやすい操作の設計方法について評価する予定である。

参考文献

- [1] C. Cruz-Neira, *et al.*, "Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE," Proc. ACM SIGGRAPH, pp. 135-142, 1993.
- [2] J.J. Heuring and D.W. Murray, "Visual head tracking and slaving for visual telepresence," Proc. Robotics and Automation, 1996.
- [3] P. Viola and M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascaded of simple features," Proc. Computer Vision and Pattern Recognition, 2001.

東京大学大学院情報理工学系研究科 石川小室研究室
〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1
Phone: 03-5841-6937, Fax: 03-5841-6952
E-mail: Kota_Yamaguchi@ipc.i.u-tokyo.ac.jp