

デジタルミラーの開発

伊藤 秀樹[†] 橋本 周司[†]

早稲田大学先進理工学部応用物理学科[†]

1. はじめに

人が自分の姿を見る際、カメラを用いて撮影したものは正像に表示される。一方、鏡に映し出された自分の像は、左右反転されているため、自分の動きを直感的に理解することができる。そこで、鏡の機能に着目し、鏡をディスプレイ上で実現するデジタルミラーの開発を試みた。

従来、ビデオ対話の際に鏡像表示を用いる等鏡像表示に関する研究[1]が報告されているが、人の顔の動きに対応できていなかった。これに対して、顔の動きに対応して鏡像表示する研究報告[2]もあるが、画角が限られた通常のカメラを用いており、顔の位置がカメラの撮影範囲を超えた場合、顔の位置を追跡することが不可能であった。

我々は、広域の撮影画角を持つ魚眼レンズと顔検出を組み合わせることで、本来の鏡のような像がリアルタイムで表示できるデジタルミラーを開発した。本稿では、開発したデジタルミラーの概要について述べる。

2 デジタルミラーとは

鏡は鏡面側の半空間からの全ての方向の光を反射するため、見る人の位置によって映り込む像が変化する。従って、複数人が同時に様々な方向から同じ鏡を見た際には、それぞれ異なるものが鏡に映って見える。しかし、ディスプレイ上で同様の現象を再現することは困難である。

そこで、一人のユーザを対象として、様々な角度からディスプレイを見た時、その角度に応じた像がディスプレイ上に表示できるデジタルミラーを開発した。

3 提案手法

3.1 デバイス設計

鏡の場合、鏡面側半空間であれば角度に依らずに鏡像を見ることができる。デジタルミラーで実現する場合、鏡面側半空間における人間の目（顔）の位置の情報が必要になる。そこで、一度に半空間を撮像可能な魚眼レンズ付きカメラを用いた。しかし、魚眼レンズを通して取得した画像は、通常の画像サイズ内に半空間の情報が映り込んでいるため、局所的な領域に対する画像情報は、相対的に少なくなる。そのため、鏡像としてディスプレイ上に表示する画像として用いるには画質が不十分である。

そこで、顔の位置情報を取得するための魚眼レンズ付きカメラに加えて、ディスプレイ上に表示する鏡像画像を取得するために、パンチルト機能を有したカメラを用いた。また、ユーザがディスプレイを見る注視点とその様子を撮影する魚眼レンズ付きカメラ及びパンチルトカメラの位置が異なることにより、ユーザがディスプレイと近接する場合に、鏡と同等の正確な鏡像を再現することはできないため、ある程度鏡面（ディスプレイ）から離れた位置からの利用を想定した。

3.2 処理の流れ

システムは、魚眼レンズ付きのカメラによる対象者の顔の位置情報を取得する部分とその位置から見える鏡像領域を算出し、ディスプレイに表示する部分からなる。

(1) 広域画像の取得

魚眼レンズで得られた画像はレンズの特性上、歪曲している。そのため歪みを補正した平面画像に展開する。尚、今回は射影方式が正射影の魚眼レンズを用いた。正射影方式に基づく、平面画像

Development of Digital Mirror

[†] Hideki Ito, Shuji Hashimoto · Dept. of Applied Physics, Waseda University

への変換式を以下に示す.

$$\begin{cases} x_0 = \frac{z_0 X}{R} = \frac{RX}{\sqrt{R^2 + X^2 + Y^2}} \\ y_0 = \frac{z_0 Y}{R} = \frac{RY}{\sqrt{R^2 + X^2 + Y^2}} \\ z_0 = \frac{R^2}{D} = \frac{R^2}{\sqrt{R^2 + X^2 + Y^2}} \end{cases} \quad (1)$$

ただし, 展開画像は魚眼レンズの中心から R 離れ, 軸に直交する Z 平面上に写像される. 半球上の点の座標を (x_0, y_0, z_0) , 展開画像上の座標 (X, Y, R) で表すものとする.

(2) 顔領域の検出

展開された画像上で顔領域を検出する. ここでは画像上の肌色領域で面積が最大になる領域を顔領域として定義した.

まず, 展開された画像を HSV 表色系に変換し, サンプリングより求められた肌色のデータに基づいて二値化するのであるが, 以下の式(2)を満たす領域を肌色領域とした.

$$\left. \begin{array}{l} 0 \leq H \leq 20 \\ 51 \leq S \leq 255 \\ 0 \leq V \leq 255 \end{array} \right\} \quad (2)$$

次に, 得られた二値化画像にラベリング処理を行い, 最大領域を求める. 最後に, 最大領域の重心点を対象者の目の位置とした.

(3) 表示用画像の出力

ディスプレイには, 対象者の視点から見た時に鏡に映っている映像を出力する. 今回は対象者の視線がモニタ中心で反射した時の方向を求め, その方向にパンチルトカメラを向け, 表示用にパンチルトカメラから得られた画像を用いて鏡面表示をディスプレイ上で再現した. なお, 現在は鏡と人間の距離は固定されているものとしている.

4 動作実験

デジタルミラー実行中の様子を図1に示す. システムに用いた PC は Intel Core 2 Duo 2.0GHz,

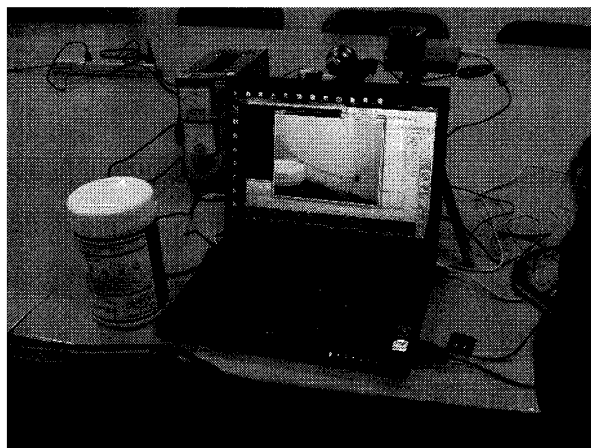


図1 実行中の様子

RAM2GBである. 顔の位置検出用のカメラは10fps, 表示用のカメラは15fpsでそれぞれ動作した. また, パンチルトカメラと魚眼レンズ付きカメラの位置は実験的に決定した.

提案システムの有効性を確認するために, 同じ場所に実際の鏡を設置した場合と本システムで実現した鏡像表示の場合を比較した.

比較の結果, 表示領域に関して若干の違いはあるが, ほぼ実際の鏡を再現できていることが確認できた.

5 まとめ

本研究では, リアルタイムに画像処理を行うことによって, ディスプレイを用いたデジタルミラーを開発した. また, 実際の鏡と比較することによって, 提案システムが鏡を再現できていることを確認した. 現在, 距離関係の導入と赤外線カメラによる夜間安全ミラーとしての応用を検討している.

謝辞

本研究の一部は, グローバル COE プログラム「グローバル ロボット アカデミア」と2008年度早稲田大学特定課題(No.2008B-094)の研究助成を受けて行われた.

参考文献

- [1] 森川治, “超鏡”: 魅力あるビデオ対話方式をめざして”, 情報処理学会論文誌, vol.41(3), pp.815-822, 2000.
- [2] 石田育生, 佐藤究, 小笠原直人, 布川博士, “覗き込み動作を可能とするミラーインタフェース”, 情報処理学会「HCI」研究報告, No.11, pp.63-69, 2008.