

# 壁上を移動可能な映像・音声の投射システム

佐原 昭慶<sup>†</sup> 石井 健太郎<sup>†</sup> 川島 英之<sup>‡</sup> 今井 倫太<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>慶應義塾大学大学院理工学研究科

<sup>‡</sup>慶應義塾大学理工学部

## 1 はじめに

情報提示、エンタテインメントなど、様々な用途で映像は利用される。しかし映像は、一般的にはある固定の位置にのみにしか表示されない。映像を部屋の中で壁・床・天井を自由に移動させることができれば、エンタテインメントにおいてより迫力のある映像を提供でき、また情報提示において実空間に存在するものを指し示すことができる。

移動する映像を実現する際の課題として、どのような場所でも容易に利用できるようにすること、映像と音声が一体化したメディアとして利用できるようにすることが挙げられる。

移動する映像を実現するために、従来研究されてきたものとして、アクティブプロジェクタ [1] および FC-PT projector [2] がある。

文献 [1] では、映像の投射の際に部屋の形状を手動で計測する必要がある。しかしこれでは設置の際に手間がかかり、容易に利用することができない。また文献 [2] ではプロジェクタを回転する機構が大きくなってしまい、小型化が困難であり、そのためどのような場所でも利用できるとは限らない。さらに文献 [1],[2] では、映像の見える方向と音声が届く方向が一致しているとは限らず、映像と音声が一体化したメディアであるとはいえない。

本研究では、壁上を移動する映像・音声を容易に提供できるシステム PROT を提案する。PROT では、回転可能な鏡を投影部に設置したプロジェクタを利用し、また部屋の形状を自動取得することにより、どのような場所でも容易に利用できるようにする。また狭指向性スピーカから超音波を出力し、音声を映像と同様に移動させることにより、映像と音声が一体化したメディアとして利用できる。

## 2 ハードウェア

PROT では、図 1 に示す鏡つきプロジェクタおよび狭指向性スピーカを利用する。

プロジェクタの投影部に上下・水平方向に回転可能な鏡を取り付けることにより、壁に映像を投影し、



図 1: 鏡つきプロジェクタおよび狭指向性スピーカ

移動させることができる。この手法により、壁面全体に一台のプロジェクタで投影するよりも明るく、鮮明な映像が得られる。また複数台のプロジェクタで壁面全体に映像を投影するよりも、設置が容易でコストもかからない。

狭指向性スピーカは、可聴音を直進性の高い超音波 (非可聴音) に変換し、特定の方向にビーム上の音場を形成できるものである。超音波は、伝搬過程において物体に反射するなどによりひずみ成分が発生する。このひずみにより可聴帯域の元の音声を得ることができる。狭指向性スピーカは、多数のスピーカを用いた音場の制御よりも、スピーカの設置および音声の方向の制御を容易に行うことができる。

## 3 映像・音声の投射

本章では、PROT により映像および音声を壁面へ投射する手法について述べる。

### 3.1 映像投射

映像投射は、プロジェクタから出力される投影光を回転鏡により反射させ、反射光を壁に当てることにより実現する。投影光として加工していない長方形画像を用意したとき、壁に投影された映像には以下のゆがみが生じる。

- 鏡の利用による回転ゆがみ
- 壁における台形ゆがみ

ゆがみを補正するために、PROT では投射前の映像を変形し、それをプロジェクタから出力する。まず台形ゆがみを補正するために、映像を台形加工する。次に回転ゆがみを補正するために、映像を回転する。この 2 種類の变形により、図 2 左側のようなプロジェクタ出力映像を作成する。そしてプロジェクタおよび回転鏡を用いて壁へ投射することにより、

“A New Projector with Ambient Image and Sound”

Akiyoshi Sahara<sup>†</sup>, Kentaro Ishii<sup>†</sup>, Hideyuki Kawashima<sup>‡</sup>, Michita Imai<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Graduate School of Science and Technology, Keio University

<sup>‡</sup>Faculty of Science and Technology, Keio University

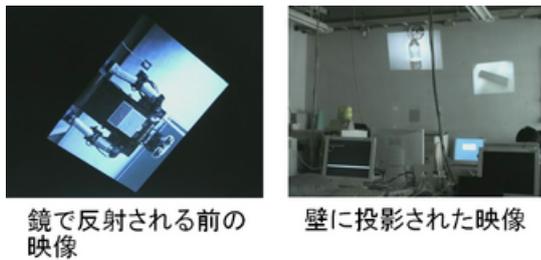


図 2: 変形映像と投影映像

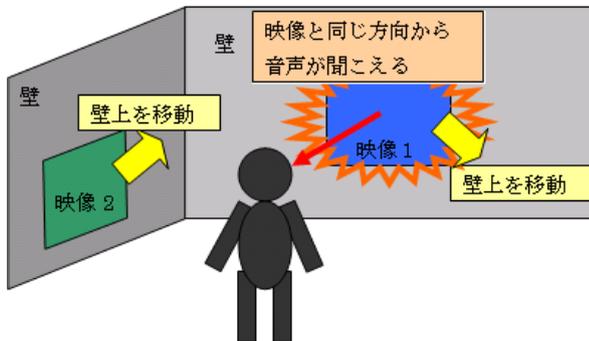


図 3: 映像と音声の一体化

図 2 右側のようにゆがみのない映像を壁に投影できる。

### 3.2 音声投射

音声投射は、音声を変換して作成した超音波を、狭指向性スピーカから映像が投影されている方向に放出することにより実現する。超音波が壁において反射すると、壁が音源となり原音声が拡散する。スピーカをプロジェクタに取り付けられた鏡とともに回転させ、超音波が壁で反射する位置と映像の位置を一致させることにより、映像を閲覧する人間にとって、図 3 のように音声が映像が投影されている方向から聞こえるようになる。

### 4 壁情報の取得

映像投射において、部屋の形状に関する以下の情報(壁情報)が必要となる。

- 壁とプロジェクタとの距離
- 部屋の隅の位置
- 投影映像が映りにくい位置

PROT では、壁情報の自動取得を行う。

壁情報を取得するために、本研究では全方位カメラを利用する。全方位カメラから得られる映像より、映像がどの角度に投影されているか取得する。一方、プロジェクタに取り付けられている回転鏡のポテンショメータの値から、現在のどの角度に映像を投射しているか取得する。

プロジェクタと全方位カメラを離して配置したとき、全方位カメラの位置における映像の角度とプロジェクタが映像を投射している角度に角度差が生じ

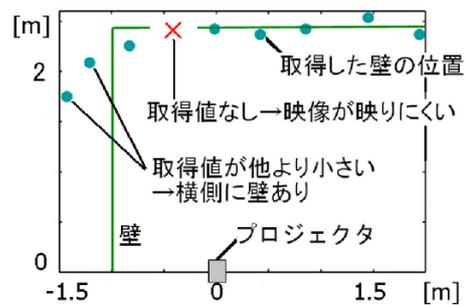


図 4: 部屋の隅および窓の認識結果

る。この角度差はプロジェクタから壁までの距離に応じて変化するため、壁・プロジェクタ間の距離を測定できる。

映像が横の壁に投影された場合、正面の壁に映像が投影された場合に比べて距離の取得値が小さくなる。このことを利用して部屋の隅の位置を検出することができる。また映像位置を全方位カメラで取得できない場合に、映像が映りにくい位置であると判別できる。

#### 4.1 取得結果

以上で述べた自動取得手法を実装し、プロジェクタ・壁間の距離を測定したところ、前方 1~3m にある壁の距離を取得することができた。測定結果の誤差は非常に小さく、実際に壁情報として利用することができる。

また図 4 の通り、プロジェクタの横壁が存在している部分では、正面壁が存在する部分よりも距離の取得値が小さくなり、壁の方向を判別することができた。さらに、窓があり映像が映りにくい位置を図 4 のように特定することができた。

### 5 まとめ

本研究では、壁を移動する映像・音声を提供するシステム PROT を提案した。回転可能な鏡を投影部に設置したプロジェクタを利用し、また部屋の形状を自動取得することにより、あらゆる場所で容易に利用できるようになった。また狭指向性スピーカを利用し、音声を映像と同様に移動させることにより、映像と音声が一体化したメディアとして利用できるようになった。

#### 参考文献

- [1] 中村, 中尾, “アクティブプロジェクタシステム”, ヒューマンインタフェースシンポジウム, 2000.
- [2] Ikuhisa Mitsugami, Norimichi Ukita, Masatsugu Kidode, “Fixed-Center Pan-Tilt Projector and Its Calibration Methods,” *IAPR Conference on Machine Vision Application*, 2005.