

# 投影中心固定型パンチルトプロジェクタによる 複数平面画像表示システム

満上 育久<sup>†</sup> 浮田 宗伯<sup>†,††</sup> 木戸出正継<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5

E-mail: †{ikuhi-mi,ukita,kidode}@is.naist.jp

あらまし プロジェクタの投影中心と回転台の回転中心が空間的に一致するように配置された投影中心固定型パンチルトプロジェクタ (Fixed-Center Pan-Tilt projector; FC-PT プロジェクタ) を用いて、環境中の複数の平面に画像を表示するシステムを構築した。画像は、その大きさ・形状を維持したまま平面上で自由に移動・回転させることができ、またその大きさや内容も動的に変化させることができる。さらに、2 平面間の境界部において、紙のポスターがその 2 平面の折れ曲がりに沿って貼られているような描画を行うことも可能である。

キーワード 回転式プロジェクタ, キャリブレーション, ホモグラフィ, 歪み補正

## Multi-Planar Display System by Fixed-Center Pan-Tilt Projectors

Ikuhisa MITSUGAMI<sup>†</sup>, Norimichi UKITA<sup>†,††</sup>, and Masatsugu KIDODE<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology Takayama-cho 8916-5, Ikoma-shi, Nara, 630-0192 Japan

E-mail: †{ikuhi-mi,ukita,kidode}@is.naist.jp

**Abstract** We describe a new steerable projector system, whose projection center precisely corresponds with its rotation center, which we call a “Fixed-Center Pan-Tilt (FC-PT) projector.” The FC-PT projector can display images anywhere on multiple planes in the environment. The images can translate and rotate freely while keeping their sizes and shapes, and their sizes and contents can also be changed dynamically. Moreover, they can be displayed lying across the boundary line of two planes in a similar way to a paper poster folded along the planes.

**Key words** steerable projector, calibration methods, homography, undistortion

### 1. はじめに

環境中に各種センサを配備してユーザの行動や意図を自動的に観測・認識し、その状況に応じた各種の情報やサービスをユーザに提供することを目的とするユビキタスコンピューティングに関する研究が近年盛んに行われている。このような環境において、ユーザに提供される主要な情報のひとつとして視覚情報が挙げられる。そしてその視覚情報は、携行しなければならないディスプレイデバイス等に表示するのではなく、ユーザが何も持たなくても情報を見ることができるよう、環境中の任意な位置に直接表示できることが望ましい。また、その視覚情報が環境中の物体への付加情報であったり環境中の位置に関する情報である場合には、ユーザにとって直感的な情報提供のためにはそれらが環境中に直接表示されるべきである。これらの

理由から、環境中の任意の位置に任意の視覚情報を提示することのできる手法が期待されている。

そのような手法のひとつとして、プロジェクタを用いる方法が挙げられる。プロジェクタは一般に本体サイズが小さく、また表示面として実環境中の壁面や床面といった面をディスプレイ面として利用できるため、環境への設置が容易であり、設置コストも比較的低いという利点を持つ。これに加えて、プロジェクタが回転しその向きを変化させることが可能となれば、1 台のプロジェクタでより広い領域に対して描画が可能となる。さらにそのようなプロジェクタを環境中に複数台配置することによって、環境中の任意の場所への描画や、一台のプロジェクタでは描画不可能な大きな視覚情報の描画なども可能となる。

しかし、単にプロジェクタに回転機構を設けただけでは、描画される図形は、プロジェクタと投影面の相対的な姿勢に応じて歪んでしまう。投影面上に歪みのない図形を描画するためには、プロジェクタにその姿勢に応じて逆に歪ませておいた図形

<sup>††</sup> 科学技術振興機構さきがけプログラム (PRESTO, JST)

画像を入力して投影しなければならない。したがって、その姿勢が連続的に変化する回転式プロジェクタの場合、歪みの無い図形描画を実現するためには、その姿勢に応じた入力画像を長時間で生成する必要がある。

そこで、我々は[1]において投影中心固定型パンチルトプロジェクタ(FC-PTプロジェクタ<sup>(注1)</sup>)を提案している。これは、プロジェクタの投影中心の位置が回転機構の中心と空間的に一致しているという特殊な配置を持つ回転式プロジェクタである。FC-PTプロジェクタを用いることにより、以下の容易なセッティング作業を行うのみで正確な位置・形状の描画を実現することができる。

(1) 描画したい各平面について、その2次元のメトリックな形状を取得する。長方形の平面であれば、その縦・横の長さのみ分かればよい。

(2) プロジェクタから画像中央の点を投影し、その投影点を各平面の頂点に向けて、その姿勢を保存する。

本論では、このFC-PTプロジェクタを利用して実現した、環境中の複数の平面上に画像を表示し、それを任意の位置に移動させたり自由に拡大縮小・回転させたりすることができるシステムについて述べる。

## 2. FC-PTプロジェクタによる画像表示システムの構成

FC-PTプロジェクタは、小型のプロジェクタとそれを搭載してパン・チルト方向に回転可能な電動雲台によって構成される。そして本論で提案する画像表示システムにおいては、この電動雲台部がRS-232Cで接続され、PCのディスプレイ出力がプロジェクタに接続されている。電動雲台はPCによって姿勢制御可能で、またPCはその姿勢を実時間で観測することができる。そしてPCは実時間で得られるそのプロジェクタ姿勢に応じて適切なプロジェクタ入力画像を算出する。

ユーザインタフェースについては、画像の移動・拡大縮小・回転および画像の切り替え等の操作をPCに接続されるキーボードによって操作することができる。

## 3. 実環境での表示結果

実環境に連結した2平面を用意し、投影実験を行った。図1にその結果を示す。(a)...(f)は投影結果、(a')...(f')はそれぞれの姿勢におけるプロジェクタへの入力画像である。

いずれの図においても、プロジェクタ姿勢に応じて入力画像を適切に変形して投影することで、実環境平面上では歪みの無い画像が表示されているのが確認できる。(a),(b)は、画像がそれぞれの1平面上に収まる場合である。この画像は、ユーザの操作によって(c)のように回転させたり(d)のように拡大することができる。また、(e)のように、画像が1平面上に収まらず2平面にまたがる場合でも、紙のポスターが折り曲げられて貼られているような視覚効果を実現することも可能である。

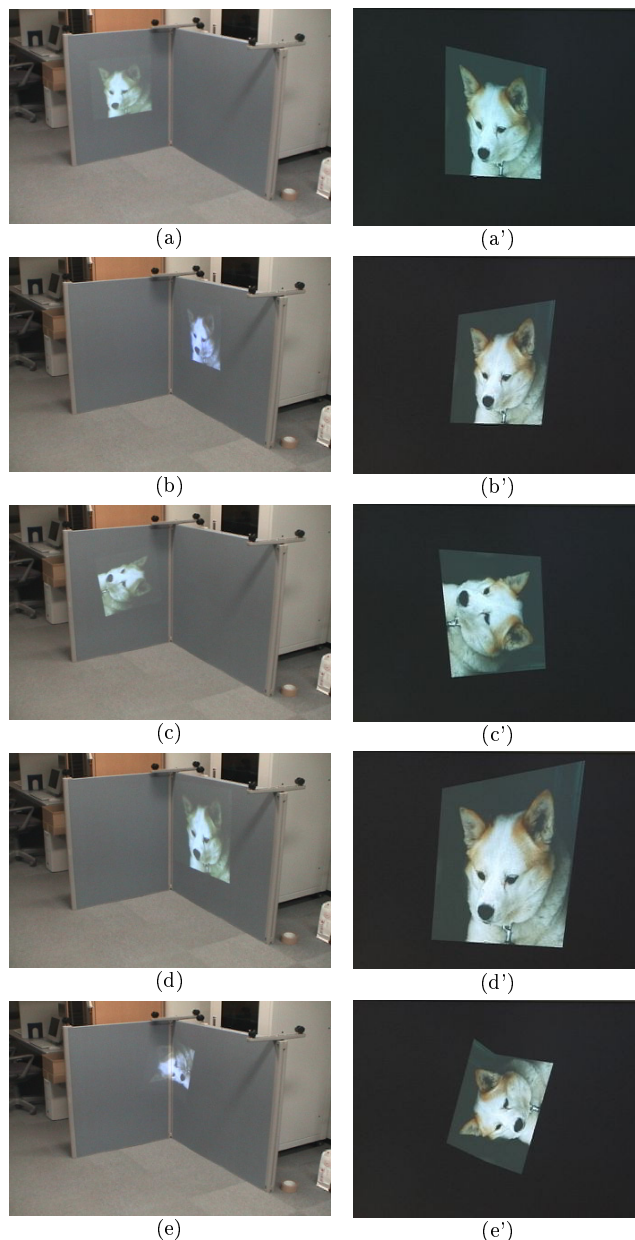


図1 実環境での表示結果

## 4. おわりに

本論では、我々が提案したFC-PTプロジェクタを用いた、実環境中の複数平面への視覚情報提示システムについて述べ、その動作を確認した。このシステムは、容易なセッティング作業で位置・形状精度の高い視覚情報を表示させることができる。今後は、より容易なセッティングおよび正確な描画を実現するために、カメラシステムと連携し環境中の複数平面を自動的に検出・認識するための機能拡張などを行う予定である。

## 謝 辞

本研究はJSTのPRESTOプログラム、および科学研究費補助金(15700157)の支援を受けて行った。

## 文 献

- [1] 満上育久, 浮田宗伯, 木戸出正継, “投影中心固定型パンチルトプロジェクタを用いた複数面投影,” 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2005), 2005.

(注1): Fixed-Center Pan-Tilt Projector の略。