

モバイルプロジェクタを用いた 投映面適応型 3次元モデル投映システム

岡田 昌浩[†] 井上 亮文[†] 星 徹[†]

[†] 東京工科大学コンピュータサイエンス学部

1 はじめに

プロジェクタの小型化が進み、持ち歩き可能なモバイルプロジェクタが発売されている。従来はプレゼンテーションなどビジネス用途での利用を想定していたが、近年はエンターテインメント分野への応用が注目されている。

この研究例として Yoshida らは投映したキャラクターと実物体が接触するとキャラクターの動きなどが変わるシステムを開発した。Willis らは2人のユーザが投映した別々のキャラクター同士が重なった際にインタラクションが発生するシステムを開発した。しかし、これらシステムはコンテンツを単一平面に投映することが前提となっている。

そこで本研究では、投映先の平面を検出し、その物理特性に適応したコンテンツを表示するシステムを提案する。これにより、モバイルプロジェクションを用いたコンテンツ表現の可能性について議論する。

2 モバイルプロジェクタを用いた投映面適応型 3次元モデル投映システム

2.1 システム概要

本システムは、周辺環境の照度が低い屋内で使用することを想定している。図1に提案システムの概要を示す。本システムはモバイルプロジェクタ、Webカメラ、ジャイロセンサを一体化した装置（以下、一体型装置）と画像処理・生成用サーバ（以下、サーバ）で構成されている。

システムの流れを以下に示す。(1) ユーザは一体型装置を利用して任意の平面上にマーカ付きコンテンツを投映する。(2) Webカメラから投映画像を認識する。(3) 画像から取得したマーカ座標とジャイロセンサの傾きを利用して天井・壁・床のどの位置（以下、投映位置）に投映しているか判別をする。(4) サーバは3次元モデル[†]の視点を投映位置に適合するように

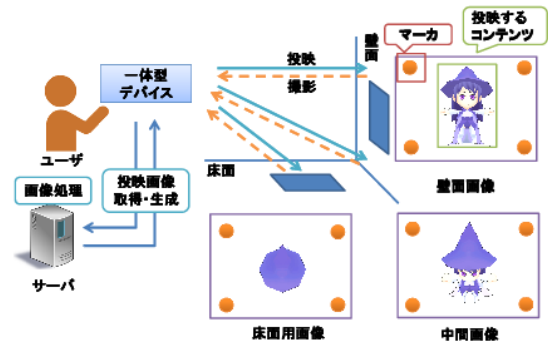


図1: システム概要図

生成し、歪み補正を加えプロジェクタから投映する。

提案システムを利用することで、例えば人型のキャラクターを床面に投映すると走っている姿を上方から見たCGが、壁面に投映すると壁をよじ登るCGが、天井に投映すると両手でぶら下がったCGが表示される。このようにプロジェクタを動かすことで多彩な表現が可能になる。

2.2 投映位置の判別

本システムでは、モバイルプロジェクタで投映する3次元コンテンツの4隅にマーカを付与しておく。このマーカは投映と同時に一体型装置のカメラで撮影され、図2-aに示すマーカAからDの中心座標と線分AからDの長さをサーバ上で求める。同時にジャイロセンサから一体型デバイスの傾きを取得する。傾きの角度は水平状態を0度とし天井に向けたときを90度となるようにした。

次に図2-bに示すように壁・床を7つの投映位置に分割し表1に示す判別条件に基づき検出を行なう。線分Aと線分Bの長さの差を計算することで投映されているエリアを単一平面上の上方、下方、中央および2つの平面間のいずれかに該当するかを検出することができる。さらに、ジャイロセンサの値を複合的に扱うことで投映位置の判別を行なうことができる。事前実験より表1内の投映面判別に用いる閾値Aを15、Bを-15とした。

2.3 コンテンツの補正と再投映

前節において判別した投映場所をもとに、システムは3次元モデルの視点をユーザにあわせて切り替える。

A surface-adaptive projection system for 3D contents using handheld projector.

[†] Masahiro OKADA(masahiroo@hil.cs.teu.ac.jp)

[†] Akifumi INOUE(akifumi@stf.teu.ac.jp)

[†] Tohru HOSHI(hoshi@stf.teu.ac.jp)

School of Computer Science, Tokyo University of Technology

(†) 1404-1 Katakura, Hachioji, Tokyo 192-0982, Japan

[†] 3次元モデル: 光陰像型 http://www.geocities.jp/lab_no2/

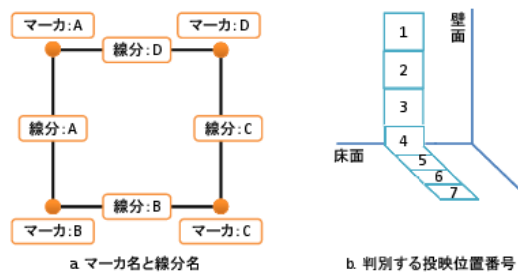


図 2: マーカ、投射位置それぞれの位置関係

表 1: 投射場所の判別条件

投射位置番号	線分 A - 線分 B	傾き (度)
1	無条件	20 以上
2	閾値 B 以上 かつ 閾値 A 以下	-20 以上
3	閾値 B 以下	無条件
4	閾値 B 以上 かつ 閾値 A 以下	-20 から -70
5	閾値 A 以上	無条件
6	閾値 B 以上 かつ 閾値 A 以下	-70 以上
7	無条件	-110 以下

さらに、投射映像から取得したマーカ座標をもとにゆがみ補正を行なうために射影変換を行なう。この補正処理の流れを以下に示す。(1) 変換前後の座標を利用し変換行列を求める。(2) 変換行列の逆行列を求める。(3) 行列を元に射影変換を行なう。この処理を行なうことにより投射されたコンテンツのゆがみが少なくユーザの視点にあわせた映像を投射することが可能になる。

3 実装

図 3 に構築した一体型装置を示す。また、表 2 に一体型装置を作成するにあたって使用した機材を示す。モバイルプロジェクタの上にジャイロセンサとして利用する iPod touch を固定した。また、投射映像を取得するための Web カメラはプロジェクタから高さ約 5cm 奥行き約 15cm の位置になるように配置した。

また、投射場所には凹凸のない壁と床を利用し、投射映像の反射を防ぐため黒い布を貼り付けた。

図 4 に示す投射例は、一体型装置を用いて投射位置 (4) に投射している場面である。

表 2: 一体型装置に利用した機器

機器名	型番
Web カメラ	BSWHD02SV
プロジェクタ	SHOWWX+ Laser Pico Projector MVO-BX-001
ジャイロセンサ	iPod touch (3rd Generation)

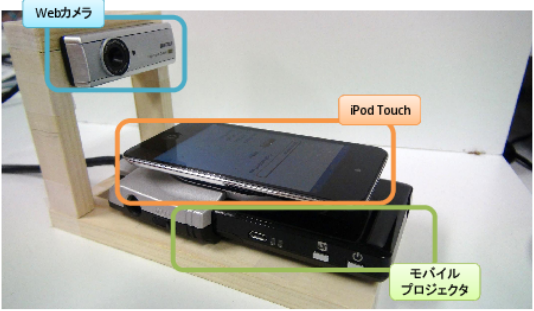


図 3: 一体型装置の構成

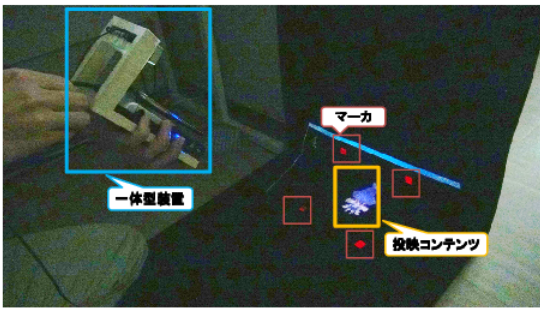


図 4: 提案システムを利用した投影例

4 まとめ

本稿では、投射面を判別することによりそれぞれのそれぞれの投射位置に適応した、3次元モデルの表示を行なうシステムを提案した。今後は投射エリアを多段階にすることでモデルのスムーズな切り替えを実現したい。

参考文献

[1] Takumi Yoshida, Hideaki Nii, Naoki Kawakami and Susumu, "Twinkle: Interacting with Physical Surfaces Using Handheld Projector", IEEE Virtual Reality 2010, pp.87-90, Waltham, MA, USA

[2] Karl D.D. Willis, Ivan Poupyrev, Scott E. Hudson, Moshe Mahler, "SideBySide: Ad-hoc Multi-user Interaction with Handheld Projectors," UIST 11, pp.431-440, 2011.