

# 投射マーカを利用したARシステムの開発と応用

Development and Application of the AR system Using the Projection Marker

田中 雄基<sup>†</sup>  
Yuki Tanaka<sup>†</sup>

齊藤 剛<sup>†</sup>  
Tsuyoshi Saitoh<sup>†</sup>

## 1. はじめに

本研究では、マーカ型ARシステムの利用および適用範囲を拡げ自由度を高めることを目的とし、投射マーカの開発を行っている。投射マーカとは、プロジェクタで壁や床などに投影したARマーカを指す。投射マーカは形状や大きさ、そして位置を動的に自由に変えることができるため、従来の紙マーカに比べ、より多くの情報をマーカに付加することが可能である。これにより、AR映像の表現の多様化や複数端末間のAR映像の同期など、新たな分野にAR技術を適用できるようになる。

さらに、投射マーカに黒以外の色を使用することで、別の情報をマーカに付加することができる。本稿では、カラー投射マーカを中心に投射マーカの特徴と利用例について述べ、今後の展望を述べる。

## 2. 投射マーカ

プロジェクタで壁などに投影したマーカを投射マーカと呼ぶ。投射マーカの利点は、ARマーカのパターン、大きさそして位置を、動的に変更できることである。したがって、ARマーカ上に描画されるCGモデルの種類や大きさを容易に変更することができる。

本研究では、ARマーカの認識は基本的にAR-ToolKit[1,2]を用いる。図1は投影するマーカ画像の一例である。投影マーカでは、マーカ以外の領域を黒色に設定している。マーカ部分と背景を明確に区別させるために、マーカの周囲には白枠を設けている。これによりマーカを投影する面の色や模様への影響が低減でき、投射マーカの認識精度を向上させることができる。図2は実際に投射マーカを使用している様子である。

### 2.1 実験環境

図3は投射マーカの実験環境図である。投影対象である壁の正面にプロジェクタを設置し、その上にWebカメラを配置している。プロジェクタから壁までの距離は1m程度で実験を行った。

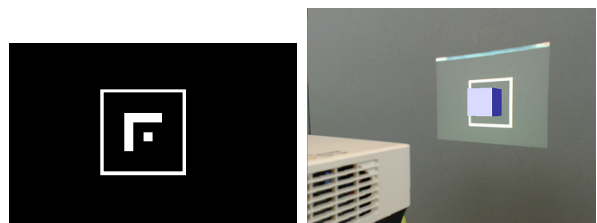


図 1: マーカ画像の一例 図 2: 投射マーカ使用例

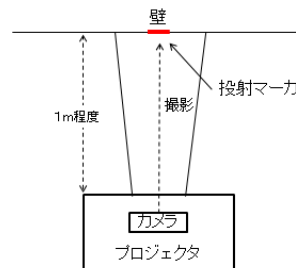


図 3: 実験環境図

## 3. カラー投射マーカの提案

通常のARマーカが持つ情報はパターンのみである。そのため、描画するCGモデルの種類や大きさを細かく設定することが難しい。また、マーカが重なった場合、認識することができない。

これらを解決するため、ARマーカをさらに拡張し色付けした。これをカラー投射マーカと呼ぶ。一台のプロジェクタから、複数のカラー投射マーカを投影することや、複数のプロジェクタから同一の面にマーカを投影することも可能である。

カラー投射マーカの認識も基本的には前述のAR-ToolKitを用いる。ARToolKitのみではカラー投射マーカを認識できないためOpenCV[3]でカメラ画像を処理し、カラー投射マーカを認識させる。

### 3.1 カラー投射マーカのアルゴリズム

マーカの色を抽出するために、取得したカメラ画像をHSV変換し処理する。図4は赤マーカを撮影した画像である。まず、この画像の全てのピクセルのHueの値を調べ  $0 \leq Hue \leq 25$  の範囲なら、黒

<sup>†</sup>東京電機大学大学院 未来科学研究科 情報メディア専攻  
Tokyo Denki University, Graduate School of Science and Technology for Future Life, Department of Information Systems and Multimedia Design

に変換し、そうでないなら白に変換する。図5は図4を変換して生成したモノクロ画像である。この画像を使用することで、ARToolKitでマーカを検出することが可能となる。同様の手順で各色ごとに処理を行い、認識させる。

マーカの色を変更することで、一つのマーカにパターンと色の二つの情報を持つことが可能となりマーカの利用自由度が高まる。

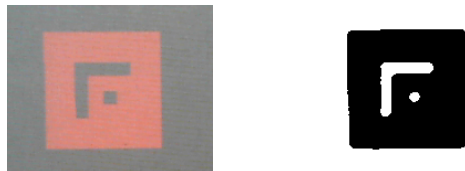


図4: 赤マーカの撮影画像 図5: 黒白変換後の画像

### 3.2 カラー投射マーカの応用

カラー投射マーカの応用として、マーカを重ねた場合が挙げられる。図6のように赤と青の色情報を持たせたカラー投射マーカを重ねた場合を考える。この場合、重なる部分の色はマゼンダとなる。図7は赤と青のカラー投射マーカを重ねた場合の処理手順である。マーカの検出は色毎に行う。マーカの色毎にモノクロ画像を生成している。

赤マーカの認識を例にとりて説明する。モノクロ画像を生成する手順は3.1節と同様であるが、重なり部分の色も抽出する必要がある。Hueの範囲が赤の閾値である  $0 \leq Hue \leq 25$ , または、マゼンダの閾値である  $130 \leq Hue \leq 150$  の範囲を黒に変換し、そうでないなら白に変換する。青マーカについても同様の処理を行う。図8は図6の画像から生成した赤マーカ検出のためのモノクロ画像である。

図9は赤と青のマーカを重ねた場合の認識結果である。赤、青それぞれのマーカ上にCGモデルが表示されており、重なり部分による認識および処理が適切に行われていることがわかる。



図6: 複数のカラー投射マーカ

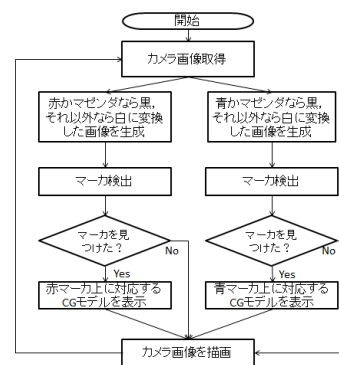


図7: 処理手順

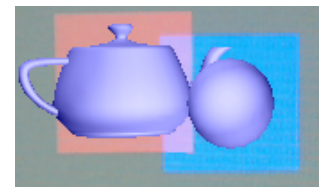


図8: 赤マーカ抽出画像 図9: 重ねたマーカの認識

## 4. まとめと今後の展開

本稿では投射マーカの特徴と利点について述べ、拡張として、カラー投射マーカの提案と色情報を持たせることによる多様性について述べた。これらを活かすことで紙マーカに比べて、ARマーカの利用自由度が高められ、適用範囲の拡大が可能となった。

現在は、壁と平行な位置にプロジェクタを配置しているが、投影映像を補正することでプロジェクタを任意の場所に配置できるようになり、投射マーカの自由度がさらに高まるといえる。

また、本システムは複数人での利用を念頭に置いており、カラー投射マーカを用いることで、それぞれのユーザがマーカの変化を楽しみつつ、ARを利用できるようになる。

### 参考文献

- [1] ARToolKit, "http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/download/#windows", (cited 2015-08-03)
- [2] 加藤博一, "拡張現実感システム構築ツール ARToolKit の開発", 電子情報通信学会, pp.79-86. (2002).
- [3] OpenCV, "http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/files/opencv-win/2.4.9/" (cited 2015-12-17)