

# 幾何学模様の AR マーカー

日大生産工(院) ○尾崎 宗一郎 日大生産工 伊藤 浩

## 1 まえがき

AR(Augmented Reality) とは拡張現実と呼ばれ、デバイスを通して現実環境を見ることにより、その現実環境に関連した情報をデバイス越しに付加提示する技術である。AR の種類は大きく分けて 2 種類存在し、デバイスに搭載されている GPS や磁気センサから、デバイスの位置・方位・傾き等を認識して、情報を提示するロケーションベース AR、位置特定用のマーカーをデバイスで認識することにより情報を提示するビジョンベース AR がある。

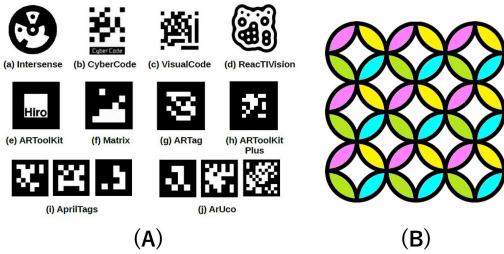


Fig. 1: 従来のマーカー (左) と提案するマーカー (右)

従来のビジョンベース AR のマーカーとして Fig.1(A) の様な図形が広く用いられてきた [1]。本研究では Fig.1(B) のような周期的なパターンを用いた幾何学模様を利用して、美観を損なうことが無い AR マーカーを提案する。

## 2 AR マーカーと幾何学模様

### 2.1 従来の AR マーカー

従来の AR マーカーの代表例として、ARToolKit [2] のマーカーを説明する。このマーカーは黒い枠の中に模様や文字、絵などが描かれる。この黒い枠は、マーカーの検出とカメラの位置・姿勢の計算のために、内部の模様は個々のマーカーの識別のために用いられる。

このマーカーを認識する処理は以下の通りである。最初に、カメラからの画像を二値化し黒画素で形成される領域を検出する。そして、各領域から 1 つの頂点を始点として輪郭をたどり、他の頂点を探す。四つの頂点が見つかれば、この領域を四角形として認識し、四角形内の画像を対象にパターンマッチングを行いマーカーを識別する。次に、検出した四つの頂点を利用して枠の 4 辺を計算し、それを基に必要な計算を行いカメラの姿勢を求めている。

この様に、従来のマーカーの黒い枠はマーカーの認識に重要な役割を果たしている。しかし、これによって、マーカーの形状に制約を与え、美観を損なうと言うデメリットが存在する。

### 2.2 幾何学模様の特徴

本研究では、従来の AR マーカーの黒い枠を無くして、デザイン性の幅を広げる。マーカーの検出やカメラの姿勢計算を容易にするため周期的なパターンを用いる。この周期性を利用して幾何学模様を AR マーカーとして認識させる。

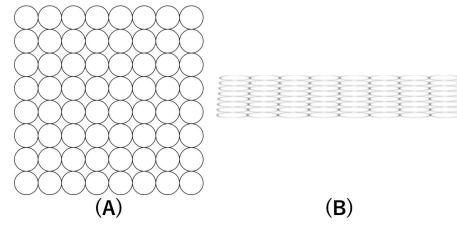


Fig. 2: 幾何学模様の特徴

周期的なパターンを斜め下から見ると、消失点に向かう線が浮かび上がる特徴がある。具体例として Fig.2(A) の幾何学模様を斜め下から見ると、Fig.2(B) の様に、横線が細くなり、縦線が太くなるため、縦方向に 7 つの直線が浮かび上がってくる。

次節ではこの事を利用してマーカーの水平垂直方向の直線をそれぞれ求め、その交点からマーカーの四隅の点を検出する方法を説明する。

### 3 マーカーの四点検出

以下、提案方法を説明する。最初に、画像の明るさを調べ、一定の明るさ以下の箇所を白、そうでない箇所を黒として、二値画像を生成する。Fig.3(A)はテスト画像として作成した $4 \times 4$ のマス目の画像である。Fig.3(B)は、Fig.3(A)を $7^\circ$ 回転させた画像で、Fig.4はFig.3(B)の二値画像である。この画像はFig.3(B)の画像に対して、画素値が85以下の部分を白、そうでない部分を黒として、生成された。

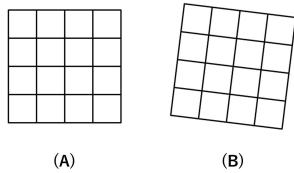


Fig. 3: 原画像

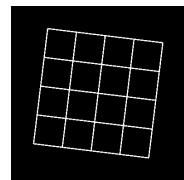


Fig. 4: 二値画像

次に、二値画像からハフ変換で白画素を通る直線を検出する。Fig.5 は Fig.4 の白点をパラメータ空間に投票したものである。(A)において、一つの点は  $x = y \tan \theta + x_0$  という直線を表している。横軸は、 $x$  軸の切片  $x_0$  であり、縦軸は  $y$  軸と直線のなす角度  $\theta$  である。このデータは、縦方向の直線検出に使う。同様に、(B) は横方向の直線の検出に使う。(B)において、横軸は、 $y$  軸の切片  $y_0$  であり、縦軸は  $x$  軸と直線のなす角度  $\phi$  である。

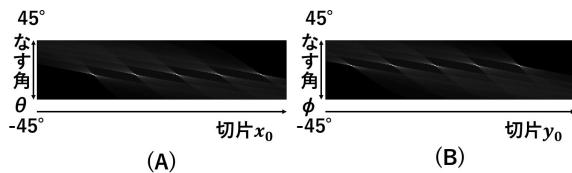


Fig. 5: ハフ変換のパラメータ空間

Fig.5において、白画素の領域は検出された直線を表す。この領域の内、両端にあるものを選び、二本の直線を求める。(A) と (B) から求めた計四本の直線から、各直線の交点をマーカーの四隅の点

として検出する。実際に Fig.3(B) の画像を入力して四点を求めた結果を Fig.6 に示す。この画像では検出した四点を赤で表示した。この図の赤い点から、四点を正しく検出していることがわかる。

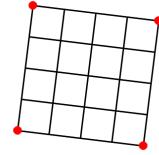


Fig. 6: 出力画像

次に、周期的なパターンを用いた幾何学模様を回転させた Fig.7(A) の画像に対してプログラムを動作させると、Fig.7(B) が出来た。Fig.7(B) では、四隅に赤い点が検出されている。このことから、この方法で周期的なパターンを用いた幾何学模様から、従来のマーカーの代わりの四点を検出することが可能であることが分かる。

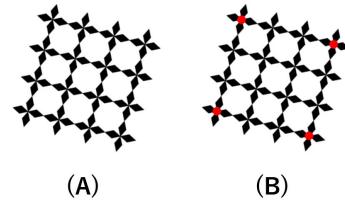


Fig. 7: 幾何学模様に対する検出結果

### 4 まとめ

ビジョンベース AR のデメリットを解消するために幾何学模様の AR マーカーを提案した。消失点に向かう直線を検出し、その交点から従来のマーカーの隅の四点を検出する方法を示した。

今後は処理時間を短縮する。また、ARToolKit と組み合わせて、マーカー上に CG オブジェクトを出現できるようにすることが課題である。

### 参考文献

- [1] S. Garrido-Jurado et al., “Generation of fiducial marker dictionaries using mixed integer linear programming,” Pattern Recognition (2014).
- [2] 谷尻 豊寿, ARToolKit プログラムテクニック, カットシステム (2008) pp. 137-160.