

色情報と直線検出を用いた AR マーカー検出手法

武井隼人[†] 武田敦志[†]

AR マーカーを用いて現実の映像に仮想の 3D データを重ねて表示するソフトウェアライブラリとして ARToolKit が注目されている。しかし、ARToolKit には、カメラ映像内の明るさや AR マーカーの表示位置により認識率が下がる問題がある。本稿では、光や影がカメラ映像内に入った場合やマーカーがカメラ映像内に納まらない場合の認識率を向上させる手法を提案する。提案手法では、マーカーの色に着目した色の 2 値化によりマーカーの形状を抽出する。さらに、画像の直線の検出を行い、検出した直線同士の交点からマーカーの位置を認識する。手法を導入した AR システムを実装し、提案手法の AR マーカー認識率は従来手法よりも高いことを確認した。

AR Marker Detection Algorithm based on Color and Line Identification

Hayato Takei[†] and Atsushi Takeda^{††}

A lot of systems which display virtual objects with reality images by using ARToolkit have been developed. However, marker recognition algorithm of ARToolkit is weak against light or shadow in images. Additionally, the ARToolkit algorithm requires a complete marker image for computing the marker position. In this paper, we propose a new marker recognition algorithm. The proposed algorithm detects marker image based on marker's color, so that the algorithm is strong for light or shadow in the image. And, our algorithm computes marker position based on marker's line, so that the algorithm does not need complete marker image. In this paper, we describe about implementation of our algorithm, and we show that our algorithm recognition is more accurate than an existing algorithm.

1. 研究背景・目的

コンピュータとネットワークを用いて利用者に対してより効果的に情報を伝える手法として AR(Augmented Reality)が盛んに研究されている[1]。応用例として、ユーザーがいる場所に応じた場所への注釈付け、道案内や博物館のガイドなどが挙げられる[2]。また、AR マーカーを用いて現実の映像に仮想の 3D データを重ねて表示するソフトウェアライブラリとして ARToolKit が注目されている[3]。ARToolKit では、カメラ映像から AR マーカーと呼ばれる正方形のマーカーを抽出し、カメラに対する AR マーカーの位置姿勢を計算する。また、計算した位置姿勢の座標に基づき、カメラ映像に対して仮想物体映像を重ねることにより、マーカー上に仮想物体が存在するような映像を作る。しかし、ARToolKit には、照明や自然光などで作られる光や影がカメラ映像内に入った場合、AR マーカーの認識率が下がるという問題がある。また、マーカーがカメラ映像内に納まらない場合、AR マーカーを認識することができない。そこで、本稿では AR マーカーの認識率を向上させるため、色情報と直線検出を用いた従来よりも認識率の高いマーカー認識方法を提案する。

2. ARToolKitのマーカー識別方法の問題点

ARToolKitにおける、カメラ映像内のARマーカーを認識する手法を図1に示す。まず、撮影したカメラ映像をカラー画像として取得し(手順1)、取得した画像をグレースケール画像に変換する(手順2)。次に設定された閾値にしたがって2値化を行い(手順3)、白黒に2値化した画像を反転させる(手順4)。さらに、ラベリング処理をしてマーカー以外の情報を削除する(手順5)。最後に、輪郭線抽出を行い四角形の部分を抽出し、検出した四角形の縦横1辺の長さを計測して最も正方形に近いものをマーカーとする(手順6)。しかし、ARToolKitのマーカーの認識には2つの問題がある。これらの2つの問題が発生した例を図2に示す。1つ目の問題は、光や影の影響で認識率が下がるという問題である。これは、グレースケール画像に対して、閾値に従った2値化を行っているためである。カメラ映像を画像として取得した際にマーカーに光や影が入る場合、マーカーの一部の明るさが変化するため、その部分がマーカーの一部として認識されない。そのため輪郭線抽出によりマーカーの輪郭線を識別ができずマーカーを認識することができない。2つ目の問題は、マーカーの一部が画面内に映らずマーカーの頂点の一部欠けてしまう場合、輪郭線抽出によりマーカーの形状を四角形として判断することができないためマーカーとして認識できないことである。

[†] 東北学院大学教養学部情報科学科
Department of Information Science, Tohoku Gakuin University

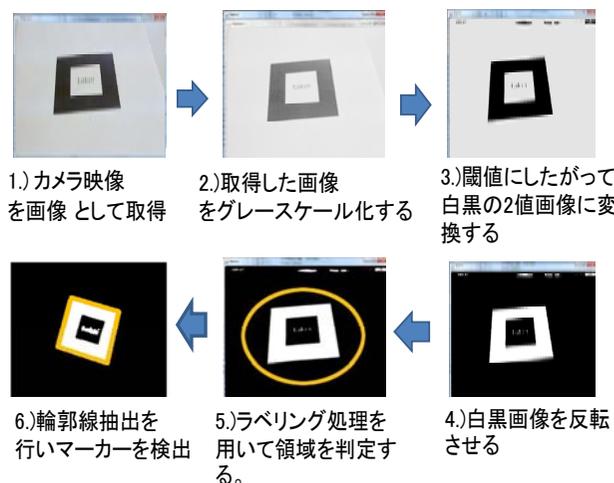


図 1:従来の ARToolKit における
 マーカーの外枠認識処理手順

<①光の照り返しや影に弱い>



<②画面に頂点の一部が映らない>

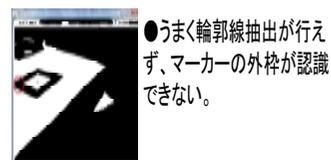
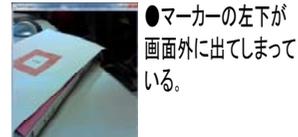


図 2:従来の ARToolKit における
 マーカーの認識の問題点

3. 色情報と直線検出を用いたARマーカー検出

本論文で提案する手法では、色付きマーカーの色情報に着目したマーカーの抽出と、直線検出を用いたマーカー位置の認識を行う。これにより、ARToolKit における光や影が入った場合認識率が下がる、一部の頂点が画面外に出てマーカーの位置を認識できない問題を解決する。まず、色付きマーカーを用い、色付きのマーカーの色に着目した画像の2値化を行うことにより、光や影が入った場合でも従来の白黒マーカーを用いた場合より高い認識率でマーカーを抽出する。また、マーカーを輪郭線抽出ではなく直線として識別し、これらの直線の交点を基にマーカーの4頂点を取得する。これにより、一部の頂点が画面外に出てもマーカーの位置を認識することができる。

本論文で提案する手法を図3に示す。それぞれ処理は、以下からなる。

(1) 画像取得

カメラからカラー画像を取得する。

(2) 色抽出

HSV色空間を用いて色の2値化を行う。HSV色空間は光の明るさと色合いを異なる数値で表現することができる。色相の範囲と彩度、明度を指定することで、グレースケール画像を2値化する場合よりも、光と影による認識率の低下を防ぐことができる。

(3) ラベリング処理

ラベリング処理とは、画像の中で連結している画素の固まりを1つの集合とみなして抽出し、マーカー候補とマーカー候補以外に分類する。領域ごと面積の大きさを比較し一番面積が大きい集合をマーカー候補と判断する。

(4) エッジ検出

色の変化の大きい場所を検出する。

(5) 確率的ハフ変換

確率的ハフ変換とは、画像の中から線分を検出することができる処理であり、その線分から始点と終点の座標を取得することができる。ハフ変換で取得した全ての線分を、始点と終点から線分の式として求め、次処理において必要となる、線分同士の交点座標を求める。その際に画面端で見切れている線分がある場合でも線分の長さを伸ばしておくことで、画面外にできる交点座標を取得する。これにより、マーカーの一部が画面外にあった場合でも線分同士の交点座標として取得することができる。

(6) マーカー検出

ハフ変換で取得した全線分同士の交点座標のうち4点から作られる閉空間の面積の大きさを比較する。1番面積が大きくなる座標4点をマーカーの外側の4頂点として判断し、4頂点の座標からマーカーとして認識をする。

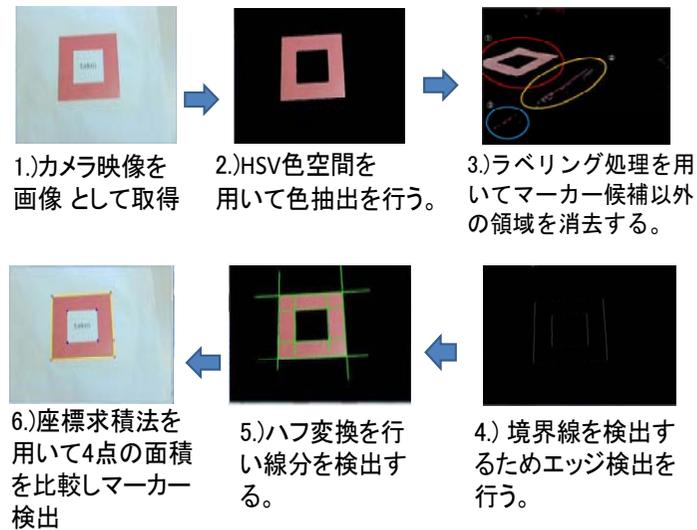


図 3: 色抽出と直線検出を用いた
マーカーの外枠認識処理手順

4. 従来のARToolKitとの比較

ARToolKit と提案システムの認識率の比較は、光や影が入る場合（図 4:問題①）とマーカーの一部が欠けた場合の（図 4:問題②）の ARToolKit におけるマーカー認識の問題点である 2 つで行った。

初めに、光や影が画面内に入る場合、従来の ARToolKit ではグレースケール画像から閾値に従い 2 値化をするため、マーカーの左下の部分が光と影の影響により欠けてしまい、マーカーの識別ができず輪郭線抽出によりマーカーを認識することができない。それに対し、提案システムでは HSV 色空間を用いて色相、明度、彩度を指定することで、色に着目した画像の 2 値化を行う。そのため、マーカーの左下に光が入る場合でも従来よりも高い認識率でマーカーを認識する。次に、画面内にマーカーの一部が映らない場合、従来の ARToolKit では、輪郭線抽出によりマーカーを四角形として判断することができない。提案システムでは、ハフ変換を用いて取得した線分を伸ばすことで、画面外にできる交点座標を取得することができる。これにより、一部の頂点が画面外に出ている場合においてもマーカーの欠けた頂点を補うことができる。そのため、従来よりも高い認識率でマーカーを認識している。

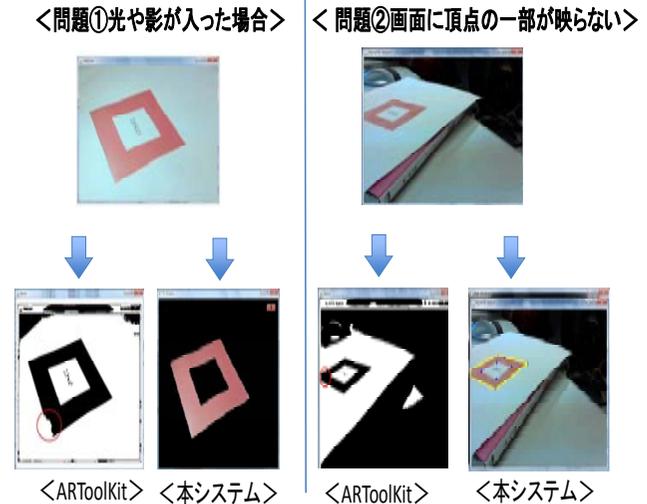


図 4: ARToolKit と本システムの比較

5. まとめ

色情報と直線検出を用いてマーカーを検出することで、従来の ARToolKit における光や影の影響で認識率が下がる問題とマーカーの一部が画面内に映らずマーカーの頂点の一部欠けてしまう場合の問題点を解決することができた。

参考文献と引用文献

- [1] 「AR のすべて」, 林 哲史, 日経 BP 出版センター, 2009
- [2] 「拡張現実感を用いたウェアラブル観光案内システム」, 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, 電子情報通信学会, vol.103, No.584, pp.1-6, 2004.
- [3] 「拡張現実感システム構築ツール ARToolKit の開発」, 加藤博一, 電子情報通信学会, vol.101, No.652, pp.79-86, 2002.