

カメラズームに対応した複合現実感表示

情報システム工学研究室

シス 05-45 竹内 理 シス 05-52 地福 美弥子

1 はじめに

複合現実感 (MR: Mixed Reality) は CG などの仮想物体を実写映像と整合させて重畳させる技術であり、医療分野における手術支援やインテリアデザインなどに利用することができる。ARToolKit[1] に代表されるようにマーカーを用いれば容易に現実環境に仮想物体を合成することができる。整合のとれた仮想物体を表示するためには実写カメラの内部パラメータが既知である必要があるが、ズーム操作を行うとこれが変化してしまう。本研究では、ズームの変化に対応して仮想物体を適切に表示することを目的とする。

2 提案手法

図 1 に提案する処理の流れを示す。あらかじめ離散的なズーム倍率値についてカメラのキャリブレーションを行い、カメラパラメータを求めておく。一方、ズーム倍率 1 の時の画像を保存しておく。現在の入力画像とのマッチングを行う。一致する画像領域の大きさからズーム倍率を推定する。既知の校正結果からの線形補間により、推定されたズーム倍率のカメラパラメータを求め、仮想物体を表示する。

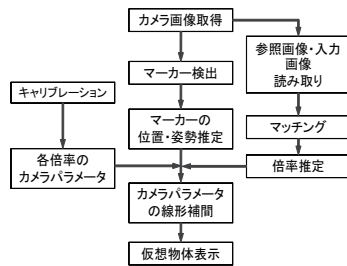


図 1: 処理の流れ

2.1 キャリブレーション

使用するカメラによって焦点距離やレンズ歪みなどの特性は異なっている。カメラの特性値 (カメラパラメータ) は画像からのマーカーの 3 次元位置・姿勢を求める計算や仮想物体を正確に配置する処理に影響を及ぼしてしまう。キャリブレーション (Z. Zhang の手法) を行うことによって、3 次元空間上の点が 2 次元空間上にどのように射影されるかを調べ、カメラの内部行列を求めることができる。

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_u & -\alpha_u \cot \theta & u_0 \\ 0 & \alpha_v / \sin \theta & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{3 \times 3} & T_{3 \times 1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

ここで  $\alpha_u = fk_u, \alpha_v = fk_v, f$  は焦点距離,  $k_u, k_v$  はそれぞれの軸の単位長,  $\theta$  は実際のカメラの横軸と縦軸がなす角度,  $(u_0, v_0)$  は画像中心の座標,  $R_{3 \times 3}$  は回転行列,  $t_{3 \times 1}$  は並進ベクトルを表している。

2.2 マッチング

本手法では、物体の変形などに影響を受けにくい色ヒストグラムを特徴として利用し、ヒストグラムの代数的な性質を利用することにより、特徴照合の際に入力画像中のある位置の類似値からその近傍の類似値の上限値を計算する。上限値が類似値より小さければ、その領域での探索が省略できるため照合回数を極端に低減でき、高速に探索できる。[2] 類似値の計算はヒストグラムインタセクションを用いる。H: 入力画像中の局所領域正規化ヒストグラム, M: 参照画像正規化ヒストグラムとする。ヒストグラムインタセクション  $S_{HM}$  は次式によって与えられる。

$$S_{HM} = \sum_{i=1}^I \min(H_i, M_i)$$

これを類似値と呼ぶ。 $S_{HM}$  は正規化され 0 から 1 の値をとる。

図 4 に示すように A, B: 任意領域, M: 参照画像,  $S_{AM}$ : A と M の類似値,  $S_{BM}$ : B と M の類似値  $A \cap B$ : A と B の共通領域,  $A - B$ : A の領域から B の領域を除いた領域,  $|A|$ : A の画素数とする。 $|A| \leq |B|$  の場合には、以下のように  $S_{AM}$  の上限が表され、この式を満たす範囲の照合は省略できる。

$$S_{AM} \leq \frac{\min(S_{BM}|B|, |B \cap A|) + |A - B|}{|A|}$$

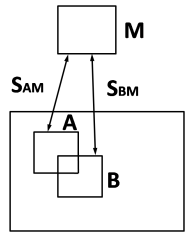
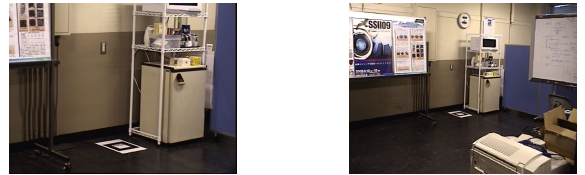


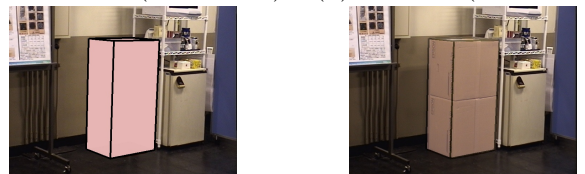
図 2: 参照画像との類似度

3 実験

ズーム制御可能なカメラとして SONY EVI-D70 (キャプチャ画像サイズ 640 x 480) を使用し、ソフトウェアの実装には OpenGL, ARToolKit の各ライブラリを用いた。倍率を変えながら得られる参照画像 (図 3(a)) と入力画像 (図 3(b)) を用いてマッチングを行い倍率を推定した。推定誤差を図 4 に示す。そして得られた倍率で線形補間を行い、仮想物体を表示 (図 3(c)) した。そして実際マーカーが置いてあった場所に箱を置き、図 3(c) と重畳表示した (図 3(d))。最大誤差率が約 16% に及ぶ場合もあった。これはキャリブレーションによる歪み補正精度の影響が一因として考えられる。仮想物体のサイズにもよるが、重畳表示は比較的良好に行えた。



(a) 参照画像例 (倍率:2.3 倍) (b) 入力画像 (倍率:1.0 倍)



(c) 仮想物体表示 (d) 箱と仮想物体を重畳

図 3: 実験画像

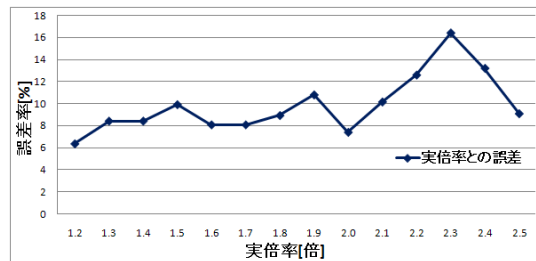


図 4: 実倍率と得られた倍率との誤差

4 結論

機材構成を変更することなく、ズームに対応した MR 表示手法を提案し、実験により効果を確認した。幾何特徴も考慮した類似度により、高速化することが今後の課題である。参考文献

[1] ARToolKit: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

[2] 村瀬洋 他: "局所色情報を用いた高速物体探索—アクティブ探索法—", 信学論 '98/9 Vol.J81-D-II NO.9