

複合現実感のためのポスタを利用した幾何位置合わせ

Geometric Registration used a Poster for Mixed Reality

玉田 裕貴*¹西上 彰人*²天目 隆平*³柴田 史久*¹木村 朝子*^{3,*4}田村 秀行*¹

Hiroki Tamada

Akito Nishigami

Ryuhei Tenmoku

Fumihisa Shibata

Asako Kimura

Hideyuki Tamura

1. はじめに

現実世界と仮想世界を継ぎ目無く融合する技術である複合現実感 (MixedReality; MR) の研究が注目を浴びている。MR システムにおいては幾何・光学・時間の3つの整合性を実現することが要求される。特に仮想物体を実世界の正しい位置に重畳する幾何学的整合性に関して様々な研究が行われている[1]。

MRにおける位置合わせ手法は、(a) センサを用いた手法、(b) 画像処理による手法、(c) センサの精度不足を画像処理で補うハイブリッド手法の3つに大別でき、利用目的や移動範囲などに応じて多種多様な手法が用いられてきた。その中でも、安定性・簡便性・コスト面の理由で同心円や正形状の人為的マーカを現実世界に配置する方法が主流であり、とりわけ ARToolKit[2]は完成度が高く、広く世界中で用いられている。

しかし、環境中の至る所にマーカを貼り付ける必要があるため、大きく景観を損ねる問題もある。また、この問題を解消する方法として人為的マーカを用いずに現実世界の特徴点を用いる手法[3]も研究されているが、処理速度や安定性の問題から実利用は困難である。また、景観を損ねないマーカとして再帰性反射材で作成されたマーカの研究もなされている[4]。これは赤外線カメラでマーカを撮影することで、肉眼では視認しにくいマーカを認識する手法であるが、赤外線カメラを利用することを前提としているため、導入が困難となる。そこで我々は、美観と位置合わせの頑健性の両立を目的とした、半人為的、準恣意的にデザインしたマーカを利用する位置合わせという概念を提唱し[5]、そこで利用するマーカ群を SFINCS(Semi-Fiducial INvisibly Coded Symbols)と総称することとした。本稿では、[5]で提案したマーカ設置箇所と同系色のマーカを対象領域の隅に設置する「ツートンカラー方式」に続き、環境中に美観を損ねることなく設置可能なポスタを利用した位置合わせ手法を提案する。図1に提案手法の利用例のイメージを示す。このように提案手法は、情景画像中から位置合わせに利用するポスタを検出し、ポスタに埋め込まれた位置情報(ID)およびポスタの画像上での見え方から、カメラ位置・姿勢を推定し、実環境と仮想環境の位置合わせを行う。

2. 位置合わせに用いるポスタのデザインルール

提案手法では、あるデザインルールに基づいたポスタのみを識別することで位置合わせに用いるポスタとその他のポスタを区別する。提案手法で採用した位置合わせに



図1: ポスタを利用した位置合わせの利用例

用いるポスタ(以下、マーカポスタ)のデザインルールを以下に示す。

- (i) マーカポスタの形状は長方形であり、縦横の長さの比率は $\sqrt{2}:1$ である。大きさは問わない。
- (ii) 図2に示すように、マーカポスタは上端～上から20%、上から20%～70%、上から70%～下端までの3つの部分に分けたとき、それぞれが以下に定義する領域である必要がある。
 - **文字領域**: 単色の横書き文字列のみから構成される領域。文字列は1行または2行とし、2行の場合1行目と2行目の文字の色は同じでも異なってもよい。
 - **画像領域**: 1枚の矩形の写真のみから構成される領域。デザイン画のような画は認めない。また写真の縁は背景色と類似しない色とする。
 - **自由領域**: 何を記述しても構わない領域。
- (iii) 全ての領域はポスタの端からマージンを持つものとする。すなわち、図2に示すように、マーカポスタは背景色によって囲まれた文字領域・画像領域・自由領域と背景色の領域(背景領域)から構成される。

3. ポスタを利用した位置合わせ

環境中に設置したポスタを利用して位置合わせを行うには、

- 情景画像からのマーカポスタの切り出し
- 位置情報(ID)の抽出
- 位置情報を利用した実環境と仮想環境の位置合わせを逐次的に実現する必要がある。以下、本節ではそれぞれの処理について詳述する。

3.1 情景画像中からのマーカポスタ検出

提案手法では、まずカメラから得られた情景画像中か

*¹ 立命館大学大学院理工学研究科

*² 立命館大学情報理工学部

*³ 立命館大学総合理工学研究機構

*⁴ 科学技術振興機構 さきがけ

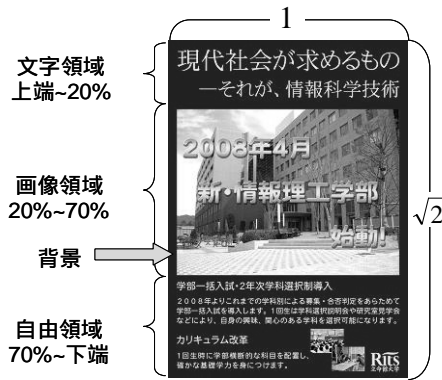


図2：マーカポスタのデザインルール

らマーカポスタを検出する．ポスタは前節で述べたように背景色が単色であるので，予め登録された背景色の四角形を情景画像中から検出する．次に，検出された四角形の領域に逆射影変換をかけ，マーカポスタの形状である縦横の長さの比率が $\sqrt{2}:1$ である長方形に起こす．最後に，検出したマーカポスタ候補が前節で述べたデザインルールに適合しているかを判定する．前節(ii)で述べた文字領域と画像領域が指定された部分に存在する場合のみ，マーカポスタであると判定する．

マーカポスタの文字領域は単色であるので，マーカポスタ候補の上端～上から20%の部分において水平方向へのプロジェクションを行い，色相および明度のヒストグラムを調べることで文字領域の判定を行う．また，マーカポスタの画像領域は1枚の矩形の写真で構成される．画像領域の判定には，画像領域内で最大の矩形領域に対して，この矩形が写真であるかどうかの判定を行う．写真の場合，イラストに比べて使用されている色にばらつきがあると考えられるため，画像のヒストグラムによりどの程度色に偏りがあるかを調べ，色のばらつきが閾値以上の場合，写真であると判断する．

3.2 マーカポスタからの位置情報(ID)の抽出

マーカポスタであると判断された入力画像上の領域は，あらかじめ登録されたマーカポスタと画像特徴を比較して，そのマーカポスタの持つIDを識別する．比較する画像特徴は，背景領域の色，文字領域の色，文字領域の文字の行数，画像領域内の写真の色等である．これらの画像特徴が登録されたマーカポスタの情報と一致する場合のみ，次の位置合わせのフェーズに進む．

3.3 実環境と仮想環境の位置合わせ

あらかじめ登録されたマーカポスタの現実環境での位置情報と，そのマーカポスタの4頂点の情景画像中での位置から[5]と同様の手法を用いてカメラ位置および姿勢を推定する．これにより，現実環境と仮想環境の位置合わせが実現される．

4. マーカポスタ識別実験

提案手法の予備実験として，61枚のポスタをスキャナで計算機に取り込み，デザインルールに適合したポスタと適合しないポスタに識別する実験を行った．用意した61枚のポスタは，



(a) デザインルールに適合したポスタ



(b) デザインルールに適合していないポスタ

図3：実験に用いたポスタの例

- デザインルールを完全に理解している34名の学生が作成したデザインルールに適合するポスタ36枚
- デザインルールに適合したポスタのサンプル数枚を見た14名の学生がデザインルールを推測して，デザインルールに適合するように作成したポスタ15枚
- インターネットから無作為に拾ってきたポスタ10枚であった．a)およびb)のポスタの例を図3に示す．上記b), c)のポスタの中にはデザインルールを満たすものは存在せず，本稿で提案したデザインルールを偶然満たし，ユーザの意図に反してマーカポスタと認識されるポスタはほとんどないことが予想される．a)のポスタは，提案手法によって全てマーカポスタとして認識され，逆にb)およびc)のポスタは全てマーカポスタでないと認識することができた．

5. むすび

本稿ではポスタを利用した位置姿勢検出手法を提案し，簡単な予備実験について述べた．今後は，環境中に実際に貼ってあるマーカポスタを利用してカメラ位置・姿勢の推定を行う．また，本手法による位置・姿勢の推定精度について定量的に評価を行う予定である．

謝辞

本研究は科学研究費補助金（基盤研究(B) No.17300039）及びハイテク・リサーチ・センター整備事業の一部の補助を受けて行われた．

参考文献

- 佐藤他：“複合現実感における位置合わせ手法”，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol. 8, No. 2, 2003.
- “ARToolKit”，<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- 大江他：“幾何学的位置合わせのための自然特徴点ランドマークデータベースを用いたカメラ位置・姿勢推定”，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.10, No.3, pp. 285 - 294, 2005.
- 中里他：“ウェアラブル拡張現実感のための不可視マーカと赤外線カメラを用いた位置・姿勢推定”，日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol. 10, No. 3, pp. 295 - 304, 2005.
- 吉田他：“美観と頑健性を両立させた複合現実感用半人間的幾何位置合わせマーカの研究（第1報）”，信学技報 PRMU2006 - 195, pp. 7 - 12, 2007.