

タブレット端末による原爆ドームとCGの 実時間マーカレス位置合わせ

坪石 健志 馬場 雅志 日浦 慎作 宮崎 大輔 青山 正人 古川 亮

概要: 近年、実写画像にCGを合成するAR(拡張現実)が、さまざまな場面で利用されている。我々の研究室においても、原爆ドームに対してARを用いて、戦争や原爆の悲惨さを伝える携帯端末アプリの開発を行っている。しかし、従来のアプリには文化財に対してはARマーカを設置できない等の問題があった。本研究では、画面上のパターンを検出するテンプレートマッチング法を用いてこの問題の解決を図った。実験の結果、解像度を落とした画像を用いたテンプレートマッチングにより、タブレット端末でも実時間でのマーカレスな位置合わせが可能となった。

1. はじめに

近年、実写画像にCGを合成する技術としてAR(拡張現実)が発展してきており、さまざまところで利用されている[1][2][3]。我々の研究室においても、広島にある世界遺産の原爆ドームの実写画像に対して被爆前の建物のCGを合成することで、原爆のもたらした悲惨さを体感できるアプリ「ARdome」[4]の開発を行っている。しかし、文化財に対してARマーカを設置しなければならないという問題や手動でCGの表示位置を調整しなければならないという問題がある。本研究では、ARマーカを使用せずに、被爆前建物と現在の背景とを合成した複合現実画像を実時間で表示することを目的とする。タブレットのカメラから取得した画像のどの位置に被爆前建物があるかは、テンプレートマッチングの手法を用いることで決定する。

2. 実時間での位置合わせ

2.1 特定パターンの検出

画面上の原爆ドームの位置検出に用いるテンプレートマッチングとは、画像処理ないしコンピュータビジョンの一手法である。特定のパターンを検出するための画像を用意し、被探索画像上の全ての画素と照らしあわせて一致する箇所を検出する。被探索画像内にある対象物体の位置検出、物体数のカウント、物体移動の検出に用いられている。検出する際の被探索画像とテンプレート画像との比較方法は画像の特徴、用途によりさまざまである。

本研究では屋外で実験を行うため、明るさの変化に強いZNCC(正規化相互相関)という比較方法を用いて、比較箇所の類似度を求める。処理の例として、被探索画像であ

る図1に対してテンプレート画像の図2を用いてマッチングを行い、最も類似した領域に矩形を表示した結果を図3に示す。テンプレートマッチングは天候等の環境光の影響を受けやすいため、カメラ画像に対してエッジ検出を行ったエッジ画像を用いることも検討した。図1に対してエッジ検出を行った画像を図4に示す。

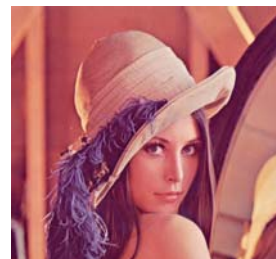


図1 被探索画像
Fig. 1 Image to be searched.



図2 テンプレート画像
Fig. 2 Template image.

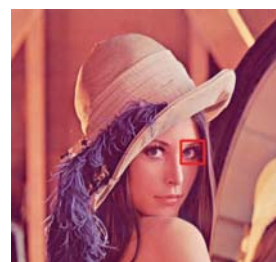


図3 マッチング結果
Fig. 3 Matching result.

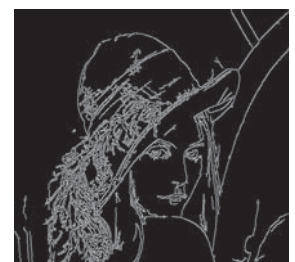


図4 エッジ画像
Fig. 4 Edge image.

2.2 テンプレートマッチングの高速化

カメラ画像に対して直接テンプレートマッチングを行うと処理時間が多くなり、実時間での表示が困難となる。画像のサイズが大きい場合、被探索画像とテンプレート画像が重なる全ての画素を比較するため、比較回数が非常に増えてしまうためである。そこで、単純にカメラ画像とテンプレート画像を縮小することで高速化を図った。縮小した画像同士で比較を行う際に、マッチング精度の低下が予想されるので、縮小サイズを変更し誤差がどのようになるかを実験により調べた。

3. 実験と評価

実験にはアップル社のタブレット「iPad 2」を用い、実際の原爆ドームに対して行った。アプリを利用出来る地点を決め、その地点から撮影した原爆ドームのテンプレート画像と、それに対応するCGの大きさと向きを設定する。複数個テンプレートを用意することで、異なる地点からの復元CG表示が可能となる。

カメラ画像図5に対して位置合わせを行った複合現実画像の生成結果が図6である。図6から多少のズレはあるが、ある程度の位置合わせが行えていることを確認した。また、曇りの日で環境光が変化した場合は、マッチング精度の低下や誤検出をする場合があった。多少の輝度値の変化であればマッチング時の類似度は低下するものの位置合わせが可能であるが、雨の日や夕焼けのように環境光が大きく変化した場合には、正常に位置合わせをすることができなかつた。天候による環境光の変化にはエッジ処理した画像を用いたり、特徴点によるマッチングが有効だと考えられる。

いくつかの縮小率で処理速度とマッチング位置の誤差を比較した結果、縮小するほど処理速度が早くなり、マッチング位置の誤差はほとんど見られなかつた。しかし、誤差が現れない代わりにマッチング精度の低下が見られた。カメラ画像の解像度を640×480、テンプレート画像の解像度を150×150とした場合、マッチングの精度を重視した縮小率は1/6となつた。この時、描画速度はFPS15となり、ユーザーがストレスなく利用できる速度を確保することができた。

エッジ検出を行った後、テンプレートマッチングでの結果を図7に示す。また、カメラの向きをゆっくりと動かした画像を図8に示す。図7のエッジ検出によるテンプレートマッチングでは正常に位置合わせができていたが、図8の様に少しでもカメラが動くと、正しいエッジ処理ができなくなり位置合わせもできなくなる。これは手振れによってボケが発生する事と、画像を縮小することでエッジが正しく抽出できなくなったためと考えられる。よって、実時間でのエッジ検出とテンプレートマッチングの相性は良くないという事が分かつた。



図5 カメラ画像
Fig. 5 Camera image.



図6 生成結果
Fig. 6 Result.

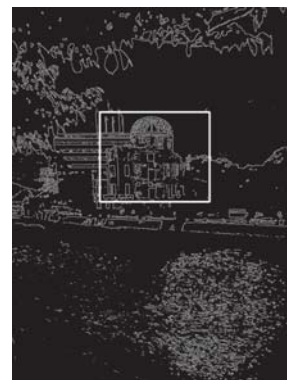


図7 エッジ画像1
Fig. 7 Edge image1.



図8 エッジ画像2
Fig. 8 Edge image2.

4. おわりに

本研究では、タブレット端末を用いて原爆ドームに対して実時間でのCGの位置合わせを行った。解像度を落とした画像を用いたテンプレートマッチングによりタブレット端末でも位置合わせが可能となつた。しかし、テンプレートマッチングは環境光の変化によってマッチングの精度が大きく低下した。また、エッジ検出を用いた方法では正常に位置合わせを行うことができなかった。

今後の課題としては、動作速度とマッチング精度の向上と共にスケーリングや回転に対応するといった事が挙げられる。また、CGの表示において環境光の変化や影の付加などの画質向上も今後の課題である。

参考文献

- [1] 渡邊英徳：ヒロシマアーカイブ、(<http://hiroshima.mapping.jp/>)(2014.06.04).
- [2] 小田島太郎, 神原誠之, 横矢直和：拡張現実感技術を用いた屋外型ウェアラブル注釈提示システム, 画像電子学会誌, Vol.32, No.6, pp.832-840, 2003.
- [3] 山口達也：観測者の位置・姿勢に応じた被爆前建物の複合現実画像処理, 広島市立大学大学院 情報科学研究科 修士論文, 2010.
- [4] 上川智幸, 武田涼平, 横溝将成：ARdome, 入手先 (http://p2walker.jp/peace/ja/mobi_ex.htm#ar-dome)(2014.06.04).