

K-045

複合現実感における隠蔽領域の復元

Restoration of Occluded Areas in Mixed Reality

内出 翼† 木田 雄一郎† 齋藤 亮† 伊藤 稔†
Tsubasa UCHIIDE Yuichiro KIDA Ryo SAITO Minoru ITO

1. はじめに

近年仮想現実感技術が発展し実用化されてきており、さらに複合現実感(Mixed Reality)の技術は、より優れた臨場感を持つ技術として開発され、デザインやエンターテインメントなどの分野で利用されて来ている。[1][2]

MR空間の表現では、現実に存在しない物体をあたかも存在しているように提示する、言うなればプラス表現が一般的であるが、逆に現実に存在する物体を提示しないマイナス表現が必要な場合がある。このマイナス表現を含むシステムではデザインやレイアウトを変更するなかで実物体に関して配置の変更を考えたとき、実物体を実際に移動または削除する代わりにMR空間内でコンピュータが処理する。しかし、この処理は実物体を消去した後に現れる隠蔽されていた背景の復元を行わなくてはならない。この復元について従来検討が殆どなされていなかった。

本研究では実物体により隠蔽された領域を周辺の背景画像を利用して補間を行い復元する方法について検討した。

2. 復元方法

実物体の消去法は、図1に示すように、消去したい実物体で隠蔽されていた背景画像を予測し、その作成したマスク画像を重ねることにより、実物体を消去するというものである。

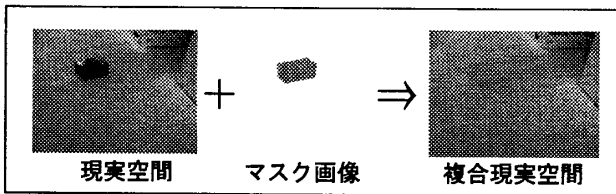


図1 実物体の消去例

マスク画像の生成方法として、本稿では線形補間により生成する方法と隠蔽領域の近傍画像をテンプレートにし背景画像から最も類似した画像領域を算出し適応させる方法を提案する。

2.1 線形補間による生成

隠蔽領域内の座標 (x, y) のマスク画像とすべき画素値 $p(x, y)$ を、その座標の水平垂直方向にある領域境界に隣接する画素値から線形補間する方法である。

図2に示すように、対象とする座標 (x, y) について水平方向で隠蔽領域に隣接している画素の座標を (x_r, y) 、 (x_l, y) とする。但し $x_l < x_r$ 。重み係数 s は

$$s = (x - x_l) / (x_r - x_l)$$

で与え、次式により $p(x, y)$ を求める。

$$p(x, y) = s \times p(x_r, y) + (1 - s) \times p(x_l, y)$$

これを隠蔽領域のすべての画素について行い、さらにこの処理を垂直方向についても同様に行う。水平方向、垂直方向のそれぞれの処理で得られた画素値の平均値をマスク画像の画素値とする。

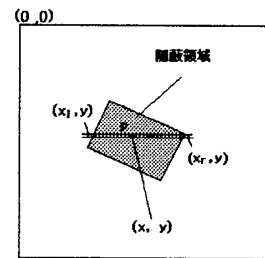


図2 線形補間法

2.2 マッチングによる生成

隠蔽領域の近傍画像をテンプレートにし背景画像に対してマッチングを行い、マスク画像に最もふさわしい画像を類推する手法である。本論文ではパターンマッチングに残差逐次検定法 (sequential similarity detection algorithm, 以下SSDA法) を用いる。SSDA法とは入力画像とテンプレート画像の画素値の差を累積していく手法である。この手法は誤差値の累積計算の途中でそれまでの最小累積誤差値を超えた場合に計算を打ち切ることができるため処理時間の短縮を図ることができる。

しかし、この手法では領域のある箇所類似性が存在しても、その領域の面積が隠蔽領域の面積に対して小さい場合に、他の領域の影響を強く受ける。その結果として生成される画像に部分的な類似性が反映されない可能性がある。そこで隠蔽領域をいくつかに分割し、それぞれについて別々のテンプレート領域を設けマッチングを行うことで部分的な類似性の反映を試みる。ここでは領域を4分割、9分割することを考える。

3. 実験および考察

分割のないマッチング手法を手法a、領域を4分割したマッチング手法を手法b、領域を9分割したマッチング手法を手法c、線形補間による手法を手法dとする。

図3の左図を元画像とし座標(32, 32)、(32, 51)、(51, 51)、(51, 32)で囲まれる領域を隠蔽領域として、図3の右図にそれを図示する。上で述べた4つの手法を用いてマスク画像を生成し元画像に重畳表示し、その部分を拡大したものを図4に示す。

手法aと手法dを用いたとき比較的自然な画像が生成されている。手法b, cでは不自然な画像となったが、これは

† 工学院大学、Kogakuin University

画像のエッジ周辺で領域を分割したためエッジが再現できなかったことによると考えられる。

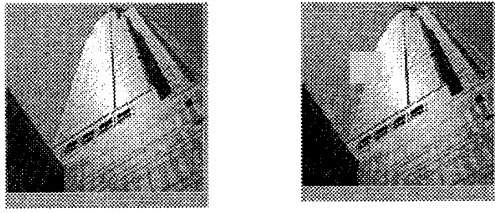
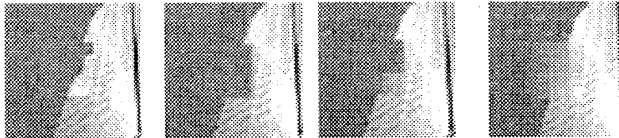


図3 元画像と隠蔽領域



(手法 a) (手法 b) (手法 c) (手法 d)

図4 結果画像

次に1つの元画像に対して隠蔽領域を1画素ずつ移動させながら全ての画素に対してマスク画像生成を行い、それぞれ隠蔽領域内の元画像との類似度を求める。その類似度を0~1で表し、これを0~255の画素値に変換して類似度マップを作成する。

元画像との類似度 V は次の式により求める。

$$V = 1 - \frac{\sum_{i=0}^w \sum_{j=0}^h (|P_r(i,j) - P'_r(i,j)| + |P_g(i,j) - P'_g(i,j)| + |P_b(i,j) - P'_b(i,j)|)}{255 * 3 * i * j}$$

但し、 $P_r(i,j), P_g(i,j), P_b(i,j)$ は元画像の隠蔽領域内の画像の座標 (i,j) での RGB の画素値 (0~255)、 $P'_r(i,j), P'_g(i,j), P'_b(i,j)$ はマスク画像の座標 (i,j) での RGB の画素値 (0~255) である。また w, h は、隠蔽領域の幅と高さである。類似度は大きいほど類似性が高いことを表し、1で完全に一致していることを表す。また、類似度マップは、白に近いほど結果が一致していることを表す。

図3の左図を元画像として、隠蔽領域を5x5画素、10x10画素、20x20画素と変化させて手法a~dを用いて類似度マップを作成した。結果を図5に示す。また、各場合における類似度の平均値を表1に示す。

実験の結果から、隠蔽領域が5x5画素のとき手法bで、10x10画素と20x20画素のときには手法dで最も平均類似度が高くなった。

また、両手法ともにエッジ周辺で類似度が低下することがわかった。また、マッチング手法では分割数に因らず隠蔽領域を5x5画素にしたとき最も類似度が高くなった。これは隠蔽領域が小さいほど領域内の画素値の変化量が少なく、またマッチングを行う領域数が多いので類似度の高い領域を抽出しやすいためと考えられる。それに対して線形補間法では10x10画素のとき類似度が高かった。これは5x5画素では隠蔽領域内の隣接し合う画素1つ1つの影響が大きいと誤差が出やすく、20x20画素では線形補間で復元する面積としてはやや大きすぎてマスク画像の中心部の誤差が大きくなるためと考えられる。

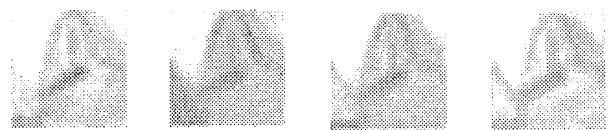
9分割マッチング手法は分割なしや4分割と比べて類似度が低くなる傾向にあった。これは領域を分割したためにマッチングによる的確な類推を行うのに十分なテンプレート領域が確保できなかったからである。

マスク領域 5x5画素



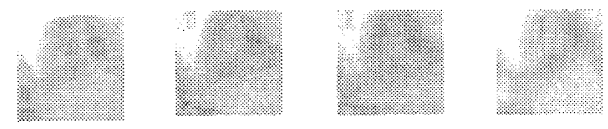
(手法 a) (手法 b) (手法 c) (手法 d)

マスク領域 10x10画素



(手法 a) (手法 b) (手法 c) (手法 d)

マスク領域 20x20画素



(手法 a) (手法 b) (手法 c) (手法 d)

図5 類似度マップ

表1 平均類似度

	(手法 a)	(手法 b)	(手法 c)	(手法 d)
5x5	0.932193	0.937959	0.928905	0.892985
10x10	0.916733	0.877488	0.904251	0.927176
20x20	0.873533	0.861331	0.853492	0.907759

4. おわりに

実験に用いた画像では最も類似度の高い手法を選択すれば平均類似度0.9以上のマスク画像を得られることがわかった。ただし、類似度と見た目の自然さとは必ずしも一致しないため、より包括的な評価方法の検討が必要である。また併せてマスク画像生成手法の特性、隠蔽領域の面積に合わせた選択手法の検討や、より効果的な画像生成を行うための改良も検討していきたい。

参考文献

- [1] 竹村雅幸, 原口俊吾, 大田友一, “複合現実空間におけるインタラクティブ・アトラクション: BLADESHIPS,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol.10, No1, pp.119-128,(2005).
- [2] 安室喜弘, 石川悠, 井村誠孝, 南広一, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, “立体マーカを用いた実空間における仮想物体の調和的表現 ~インタラクティブ MR インテリアデザイン~, ” 映像情報メディア学会誌, Vol.57, No.10, pp.1307-1313 (2003).