

AR 空間における背景画像と仮想物体の光学的整合性の改善

若間弘典[†] 橋田光代[†] 片寄晴弘[†][†] 関西学院大学理工学部

1 はじめに

現実環境に仮想物体を重畳表示し、ユーザに対してより多くの情報を提示する技術は拡張現実感 (AR: Augmented Reality) と呼ばれる。AR 空間を違和感なく構築するためには、幾何学的整合性 (仮想物体の現実環境における位置や姿勢の正しさ) や光学的整合性 (現実環境と仮想環境の照明条件や画質の一致) の問題を解消することが不可欠である。

幾何学的整合性を解決する手法として最も有名なものとしては加藤らが開発した ARToolkit[1] がある。ARToolkit は正方マーカを用いて現実環境と仮想環境の位置合わせを行う Toolkit であり、パターンマッチング、座標計算といった整合性問題を解く上で重要な処理を、ユーザは意識することなく AR 空間を構築することができる。一方、光学的整合性を解決するためにも多くの手法が提案されている。奥村らはカメラ画像内の正方マーカが既知であることを利用したぼけ推定に基づく合成手法を提案している [2]。しかし、画像を合成する際に仮想物体の領域周辺に黒いラインが発生している。これは、仮想物体にぼけを付加する過程で生じたものと考えられる。また、神原らは正方マーカに鏡面球を組み合わせることで現実環境の光源位置や光源色を推定する手法を提案している [3]。しかし、彼らの手法で得られる光源の推定結果は現実環境の光源とは異なる離散的な値であるため、影領域に不連続な段差が発生する問題がある。本研究ではこれらの先行研究を改善、統合するとともに、光学的整合性を容易に高めることが可能な Toolkit の開発を目指す。

具体的な実装方法を以下で詳しく述べる。

2 本研究の概要

2.1 ぼけ推定に基づく仮想物体合成

ビデオシースルー方式の AR では、カメラ画像と仮想物体の画質の整合性問題の解決が重要である。奥村

らの研究 [2] においては、カメラ画像中のマーカのぼけの大きさを推定し、仮想物体に 2 次元ガウシアンフィルタを適用することでカメラ画像と仮想物体の画質の整合性を高める手法が提案されている。本稿では、フィルタ処理の過程で仮想物体の領域周辺にラインが発生するのを防ぐため、カメラ画像と仮想物体の合成結果に対してマスクを用いたフィルタ処理を行う。具体的な処理手順を図 1 に示す。

まず、ガウシアンフィルタ処理で用いるぼけの大きさ σ の計算を行う。 σ はマーカ内のエッジ部分の変化幅より推定する。ARToolkit で得られたマーカの座標情報を基に、マーカのエッジ部分に対して垂直に交わる直線を構成する 2 点のオブジェクト座標を求める。この 2 点に対応するウィンドウ座標上の 2 点を求め、2 点を結んだ直線上の画素を走査処理していくことで σ の値を得ることができる。

次に、カメラ画像と仮想物体を合成した画像にフィルタ処理を行う。まず、合成画像のコピーを作成する。推定したボケの大きさ σ を基に、コピー画像に対して X 軸方向、Y 軸方向のガウシアンフィルタ処理を逐次的に行う。ガウシアン処理を行う際に使用するカーネルのサイズは σ より計算される。フィルタ処理を行ったコピー画像の仮想物体領域を元画像へ合成する。仮想物体領域をコピーする際に使用するマスク画像は、仮想物体の描画を行う時に OpenGL 内部で生成されるデプスバッファを用いる。

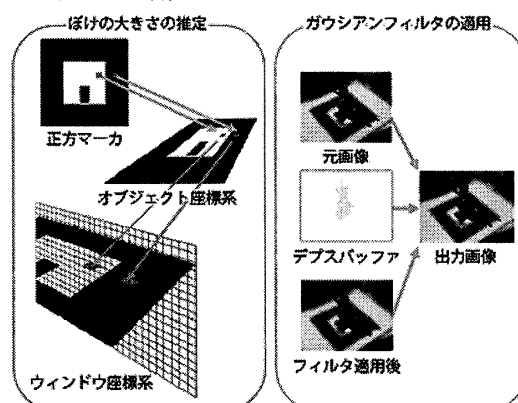


図 1: ぼけ推定に基づくフィルタ処理

Improvements of Photometric Registration for Augmented Reality

Hironori WAKAMA[†], Mitsuyo HASHIDA[†] and Haruhiro KATAYOSE[†]

Science and Technology, Kwansei Gakuin University[†]
bvp03465@kwansei.ac.jp

2.2 現実環境の光源推定による仮想物体の陰影生成

現実物体は全て影を伴って存在している。そのため仮想物体の写実性を高めるためには影の表現が重要である。神原らの研究 [3] では、正方マーカと鏡面球を組み合わせた 3 次元マーカを用いて現実環境の光源を推定する手法が提案されている。ここでは、画像上の鏡面球領域に映りこんだ景色から現実環境の光源を推定し、仮想物体に対して陰影付けを行うことで、現実物体と仮想物体の陰影に関する整合性の向上を図る。具体的な処理手順を図 2 に示す。

正方マーカと鏡面球の相対位置、各々の大きさは既知であると仮定する。まず、カメラ画像から鏡面球に映る光源領域の抽出を行う。ARToolkit で得られた正方マーカの位置情報を基に、鏡面球のオブジェクト座標を求める。鏡面球の座標情報よりカメラ画像内の鏡面球領域の抽出を行うことができる。領域内の輝度の高い画素は鏡面球に映り込んだ現実環境の光源と考えられる。そのため、画素に対応した座標の球の法線ベクトルを求めることで、法線ベクトルと画素に対する視線ベクトルより光源方向を推定することができる。光源方向を求める式は以下のように表わされる。

$$L = -2(N \cdot V)N + V$$

ここで、 L 、 N 、 V はそれぞれ光源ベクトル、球の法線ベクトル、視線ベクトルである。本手法から得られる光源の推定結果は離散的な値であるため、影領域内に不連続な段差が発生する。そのため、影領域に対してマーカのぼけ推定の項で作成したフィルタ処理を行い、段差の除去を試みる。

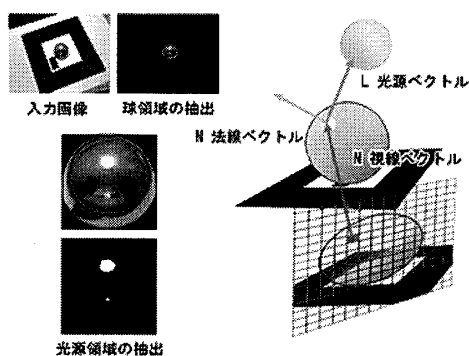


図 2: 光源位置の推定

3 結果

カメラ画像のぼけ推定に基づくフィルタ処理を仮想物体に適用した例を図 3 に示す。図よりカメラ画像と仮想物体が違和感無く合成されていることがわかる。ま

た、カメラ画像と仮想物体との境界の黒いラインが消えていることがわかる。

現実環境の光源推定による仮想物体の陰影生成を行った例を図 4 に示す。仮想物体に現実物体と同様の影が付加されている点から、現実環境の推定が正しく行われていることが確認できる。また、フィルタ処理を行ったことで影領域内の段差が除去されていることがわかる。

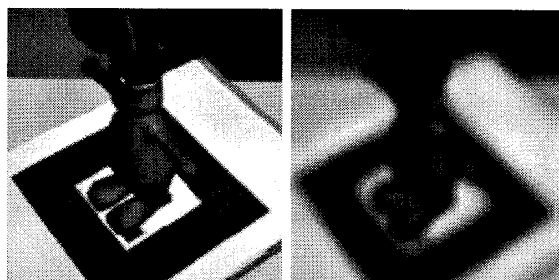


図 3: ぼけ推定に基づくフィルタ処理 (左:適用前, 右:適用後)

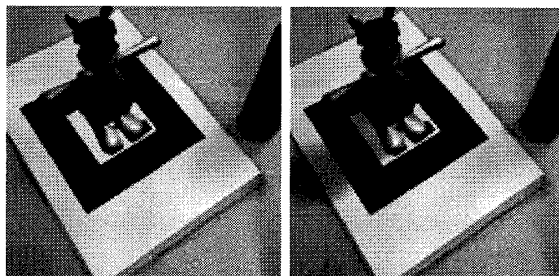


図 4: 光源推定による陰影生成 (左:適用前, 右:適用後)

4 まとめ

本研究では AR 空間における背景画像と仮想物体の光学的整合性を改善する Toolkit の開発を行った。本研究で作成した Toolkit を用いることで AR アプリケーションの写実性を容易に高められることが確認された。今後、本 Toolkit の一般公開を進める予定である。今後の課題として、(1) 低速なハードウェア上においてもパフォーマンスが維持できるようアルゴリズムを改善する、(2) より光学的整合性を高めるための機能としてカメラ画像のノイズシミュレートを追加する、等が挙げられる。

参考文献

- [1] 加藤 博一: 拡張現実感システム構築ツール ARToolKit の開発 (信学技報. PRMU, パターン認識・メディア理解 101(652)pp.79-86 20020214)
- [2] 奥村文洋, 神原誠之, 横矢直和: 拡張現実感のための実画像のぼけ推定に基づく画像合成手法 (信学技報. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎 105(256)pp.55-60 20050825)
- [3] 神原誠之, 横矢直和: 光源環境の実時間推定による光学的整合性を考慮したビジョンベース拡張現実感 (信学技報. PRMU, パターン認識・メディア理解 102(555)pp.7-12 20030110)