

# Indirect AR のためのカメラ画像を用いた輝度補正の検討

池林 ハキーム† 河合 紀彦†

大阪工業大学 情報科学部 情報メディア学科†

## 1. はじめに

現在、地域活性化や観光 PR で利用される拡張現実感 (AR) において、モバイル端末に付属したカメラで取得するリアルタイムの映像が用いられることが一般的である。しかし、この AR 方式では映像中に観光客などの障害物が写り込んでしまう場合がある。これに対して過去に撮影した全方位画像に事前に仮想物体を合成しておき、AR の体験時には、全方位画像の撮影位置において、端末の方向に対応した部分領域を全方位画像から切り出し画像提示を行う Indirect AR[1] (以下、IAR) が提案されている。この手法では、事前に仮想物体を合成するため、現実世界と仮想物体との間に位置ずれが生じず、またモバイル端末の位置姿勢の計算にカメラ画像を使わず、地磁気センサやジャイロセンサといった端末の内部センサを用いるため、周りの障害物からの影響を受けずに頑健に動作する。このような特長から、屋内の混雑した博物館のような環境において IAR を応用する研究[2]も行われている。

一方、IAR ではリアルタイムのカメラ画像を使わないため、屋外での使用を想定した場合、事前に画像を撮影したときの天気・季節と AR 体験時の天気・季節が異なる場合に、提示画像と実際の景色の間の見え方の整合性 (光学的整合性) が取れず、AR 体験時の臨場感が低下する問題がある。

そこで本研究では事前に生成した全方位画像と実際のユーザが見ている風景の違いを解消するために、全方位画像と実際の風景対応領域を求め、輝度を比較し変化の程度を計算する。その変化を全方位画像に反映させることで、AR 体験時に近い風景の画像を生成する。これにより、観光客などといった障害物が映ることなく、高臨場感な IAR を実現する。

## 2. 提案手法

本節ではまず従来の Indirect AR を概観し、次に提案手法の輝度補正方法について述べる。

### 2.1 Indirect AR 方式

IAR は過去に撮影した全方位画像と端末の内部センサを用いることで IAR を実現する方式である。IAR の処理手順としては、事前準備として、(1)AR を体験したい地点において全方位画像を撮影する。(2)撮影した全方位画像と仮想物体の位置合わせを行い、合成する。仮想物体として塔と門を三次元合

A Study of Brightness Correction Using Camera

Images for Indirect AR

† Hakim IKEBAYASHI † Norihiko KAWAI

† Osaka Institute of Technology



図 2.1 仮想物体合成後の全方位画像

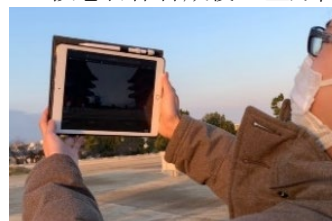


図 2.2 Indirect AR を体験している様子

成した画像を図 2.1 に示す。(3)これを仮想空間に設置した球にマッピングするとともに球の中心に仮想カメラを設定する。AR 体験時には、(4)端末の内部センサである電子コンパスやジャイロセンサによって端末の向きを検出し、球の中心の仮想カメラの向きを端末の向きに合わせて画像を取得し、端末に提示することで、AR を実現する。実際に IAR を体験している様子を図 2.2 に示す。

### 2.2 現在の風景に合わせる輝度補正

提案手法では、AR 体験時に、従来の IAR の処理(4)の前段階として、仮想物体を合成した全方位画像の輝度補正を行う。具体的には、ユーザはまず、モバイル端末のカメラで現在の風景を撮影する。これと同時に球に仮想物体合成前の全方位画像をマッピングし、仮想カメラで撮影した画像を取得する。

次にカメラ画像と仮想カメラ画像を特徴点マッチングすることにより仮想カメラ画像から対応領域 (以下、対応画像) を抽出する。特徴点の検出および特徴量の記述には画像変化のロバスト性を考慮して AKAZE[3]を用いる。総当たりマッチングによる特徴点の対応付けから算出したホモグラフィ行列を使用して射影変換を行うことで対応画像を生成する。

続いて、カメラ画像と対応画像で RGB ヒストグラムを比較し、対応画像の RGB ヒストグラムからカメラ画像の RGB ヒストグラムに近づくような画素値の変換関数を、累積ヒストグラムを用いたヒストグラムマッチングにより求める。この際に射影変換後の対応画像に欠損が生じることがあるため、対応画像とカメラ画像のその領域についてはヒストグラムマッチングの計算に含めない。求めた画素値の変換関数を、仮想物体を合成した全方位画像に適用し、これを球にマッピングし IAR に利用する。

### 3. 実験

#### 3.1 実験条件

実験では、図 3.1 に示す大阪府枚方市の百済寺跡で RICOH THETA Z1 により撮影した全方位画像を用いた。全方位画像の解像度は  $6720 \times 3360$  である。なお、Unity 内で画像の解像度を再設定するが、元の解像度に近い  $4096 \times 2048$  画素にした場合、デスクトップ PC では動作したものの、下記に示すモバイル端末では正常に動作しなかった。このため、全方位画像の解像度を  $1024 \times 512$  に設定した。続いて仮想物体である現存しない塔と門は 3次元モデリングソフトウェア Blender を用いて 3D モデルを生成し、図 3.1 の画像に三次元合成することで図 2.1 に示す合成画像を生成した。次に、図 3.2 に示すモバイル端末のカメラで撮影した画像 ( $1600 \times 2560$  画素) をおよび、仮想カメラ画像 ( $1600 \times 2560$  画素) を用いて、図 2.1 の全方位画像の輝度補正を行った。今回 Unity (バージョン 2019.4.26f1) により提案手法の Indirect AR を実装し、表 3.1 に示すスペックを持つモバイル端末 (LAVIE T1195/BAS) で実験を行った。



図 3.1 撮影した全方位画像



図 3.2 ユーザーが撮影したカメラ画像

表 3.1 モバイル端末のスペック

OS	Android 10
Soc	Qualcomm Snapdragon 730G
メモリ	6GB
ディスプレイ	$1600 \times 2560$ 画素 60Hz

#### 3.2 結果

図 3.1 と図 3.2 から特徴点マッチングして抽出した対応画像を図 3.3 に示す。続いて対応画像とカメラ画像をヒストグラムマッチングして生成した変換関数を使用し、合成画像を画素値補正して生成した画像を図 3.4 に示す。結果、空の色は元より青色が強調され、さらに画像中心下部の地面の黄土色もより強調された。このような結果となった原因は、カ



図 3.3 対応画像

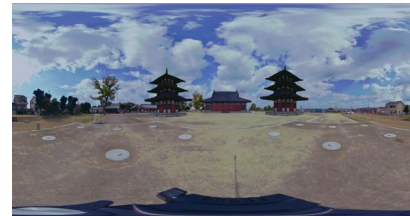


図 3.4 画素値補正した合成画像

メラ画像は対応画像よりも空を雲で覆われている割合が低かったためヒストグラムマッチングでより空の青色が強調されたと考察する。また地面の色については、カメラ画像は対応画像よりも全体的に暗く、相違度が大きいとヒストグラムマッチングで強い影響を受けたと考える。とはいえ、臨場感が損なわれることなく現実の風景に近づけることができた。

#### 4. むすび

本研究では従来の IAR よりも高い臨場感を再現するために、カメラ画像と仮想カメラで撮影した画像を特徴点マッチングして対応画像を抽出し、さらに対応画像とカメラ画像をヒストグラムマッチングして変換関数を求め、合成画像を画素値補正し、ユーザに提示する手法を提案した。

今回の実験は全方位画像の撮影時と似たような季節・時間帯・天気であったため今後はさまざまな条件下で実験を行う予定である。

**謝辞** 本研究の一部は、JSPS 科研費 (JP18H03273, JP18H04116, JP21H03483) の助成を受けて実施した。

- [1] J. Wither, Y.-T. Tsai and R. Azuma: "Indirect augmented reality", Computers and Graphics, Vol.35, Issue 4, pp.810-822, 2011.
- [2] J. Gimeno et al, C. Portalés, I. Coma, Marcos Fernández, Bibiana Martínez: "Combining traditional and indirect augmented reality for indoor crowded environments. A case study on the Casa Batlló museum", Computers and Graphics, Vol.69, pp. 92-103, 2017.
- [3] P. F. Alcantarilla, J. Nuevo, A. Bartoli, "Fast explicit diffusion for accelerated features in nonlinear scale spaces", Proc. BMVC, pp.13.1-13.11, 2013.