

特定ルートにて移動体験が可能な事前生成型拡張現実

野口 翔伍 池林 ハキーム 河合 紀彦

大阪工業大学 情報科学部

1. はじめに

今日、観光地などで用いられている PR を目的とした拡張現実（以下、AR）を用いたアプリケーションでは、主にリアルタイムのカメラ映像を用いた AR が採用されている。しかし周囲の観光客やその他遮蔽物などにより、マーカなどが認識できない場合に、本来描写したい位置とは異なる位置に CG が描画される問題がある。

この対処法として事前生成型拡張現実、すなわち Indirect AR^[1]（以下、IAR）が考案されてきた。IAR は事前に定点で撮影した全方位画像に CG を合成し、体験時には撮影した地点において、ユーザの端末内部の各センサから得られる端末の姿勢をもとに画像を切り出し、ユーザに提示する手法である。この手法を用いることで、ユーザはリアルタイムのカメラ映像を用いた AR と異なり、周囲の遮蔽物に影響されることのない頑健な AR を体験することができる。しかし、この手法ではユーザが撮影地点から移動しても端末上の風景は変化しないため、仮想空間上と現実との風景に違いが生じる。その結果、ユーザの AR 体験の臨場感を低下させる。

本研究は観光船などのルートがおおよそ事前に確定している乗り物上で AR を実現することを目的とし、移動する乗り物上での全方位映像をあらかじめ撮影しておき、ユーザの移動速度をもとに動画の再生速度を変化させ、IAR の枠組みで AR 映像をユーザに提示する手法を提案する。

2. 提案手法

提案手法では、従来の IAR の定点撮影した全方位画像ではなく、移動撮影した全方位動画を用いる。提案手法の具体的な処理として、まず AR を体験する地点および移動する決められたルートで、あらかじめ全方位カメラを用い、移動しながら全方位動画を撮影する。次に、撮影した動画の各フレームに対応するカメラの位置姿勢の推定および周辺の物体の 3 次元復元を行う。

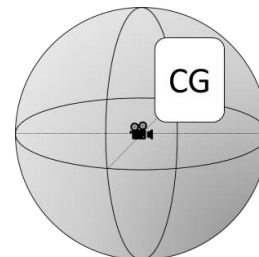


図 1 3次元空間への CG 配置

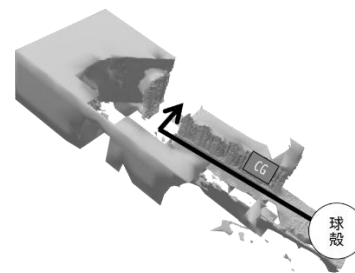


図 2 CG 配置のイメージ

カメラの位置姿勢推定には Structure from Motion^[2]を用い、カメラの位置姿勢を推定する。3次元形状の復元には Multi-view Stereo^[3]を用い、撮影風景をもとに周囲の環境の3次元モデルを作成する。その情報を用いて動画に CG を合成し、ユーザに提示するデータを作成する。ここでは、図 1 のように 3次元空間上に球殻、そして球殻の中心にカメラを配置し、球殻内側に全方位動画を投影する。図 2 のように、球殻・カメラを位置姿勢推定したカメラのパラメータ通りに移動させ、かつ周辺環境の3次元モデルと投影映像の位置を合わせることで、配置した CG があたかも現実の3次元位置に存在しているかのように表示できる。

AR の体験時には、ユーザの位置情報を GPS で計測し、動画内の提示するフレームの撮影位置とユーザの位置に相違が生じないように再生速度を調整する。そのため、動画撮影時の移動速度を、GPS を用いて取得しておく。アプリケーション実行中には規定秒数ごとに取得した GPS の差分より速度を算出し、撮影時と体験時の移動速度を比較し、再生速度を調整する。具体的には、元の動画の再生速度に対する AR 体験時の

Indirect AR enabling to experience moving on a specific route
†Shogo Noguchi, Hakim Ikebayashi, Norihiko Kawai
‡Osaka Institute of Technology

再生速度の倍率 S を以下のように算出する。

$$S = \frac{\sqrt{(\Delta x + \Delta y)^2}}{\sqrt{(\Delta x' + \Delta y')^2}} \quad (1)$$

$\Delta x, \Delta y$ は現在算出した GPS の緯度・経度の差分であり、 $\Delta x', \Delta y'$ は撮影時に取得し算出した差分である。

加えて、従来の IAR 同様に端末の電子コンパス・ジャイロセンサを用いて球殻内の仮想カメラの方向を決定し、全方位動画内の視野を切り出し提示することで、あたかもユーザはリアルタイムのカメラ映像を用いた画像に CG が合成されているような体験を得ることができる。

3. 実験と考察

3.1 実験概要

提案手法の有効性を検証するために、大阪市内で運行するとんぼりリパークルーズに、動画撮影と体験の検証のために異なる日の同時刻に 2 回乗船し、実験を行った。撮影した全方位動画に前述の処理を施し、2 回目の乗船で制作したアプリケーションを体験した。なお、カメラの位置姿勢および周辺の 3次元モデルは RealityCapture によって取得した。

3.2 実験結果

検証実験の様子を図 3 に示す。図 3 のように端末のカメラ映像を用いた AR を体験しているかのような体験をすることができる。しかし、撮影時と体験時では船の速度が異なっていた。そのため動画の再生速度変化の処理が実施されていたにもかかわらず、終盤になるにつれ図 4 のように、実際には橋の下にいる状態であっても提示映像は橋を越えた辺りの映像が提示されており、実際の風景との乖離が生じる結果となった。

動画のズレの原因を究明するため、乗船実験後デバッグを行い GPS の取得について検証を行った。今回のアルゴリズムでは GPS の差分を最新の取得値とひとつ前の取得値を参照して算出しているため、GPS 取得値が全く変化しない地点や急激に変化した場合でも動画の再生位置が現在地に到達する前に、新たに算出された差分によって上書きされる。このため、動画が追いつかない・遅れるといった現象が起きることが判明した。そのため、取得した GPS をもとにフレームを選択する機能など、位置ずれを修正する機能の追加を検討する必要がある。



図 3 体験時の様子



図 4 風景乖離の様子

4. まとめと今後の課題

本稿では、観光船などのルートがおおよそ事前に確定している乗り物上で AR を行うことができる、全方位動画を用いた IAR を提案した。

今回実験を行い、事前撮影した全方位動画を用いた IAR は現実風景と乖離を起こさなければ、リアルタイムのカメラ映像を用いた AR とそん色ない臨場感を感じることができるものであると感じた。今後は再生速度変化アルゴリズムを見直し、移動速度変化に対応できる IAR にしていきたい。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21H03483 の助成を受けて実施した。また、撮影と検証にご協力いただいた水都大阪コンソーシアムと一本松海運社に感謝する。

<参考文献>

- [1] J. Wither, Y.-T. Tsai and R. Azuma: "Indirect augmented reality", Computers and Graphics, Vol.35, Issue 4, pp.810-822, 2011.
- [2] R. Hartley, A. Zisserman: "Multiple View Geometry in Computer Vision", Cambridge University Press, Second Edition, 2004.
- [3] S. Seitz, B. Curless, J. Diebel, D. Scharstein, R. Szeliski: "A Comparison and Evaluation of Multi-View Stereo Reconstruction Algorithms", CVPR 2006, vol.1, pp.519-526, 2006.