

(28) 3次元空間情報を用いた モバイルARのためのオクルージョン手法

伊藤 廣紀¹・蒔苗 耕司²

¹宮城大学事業構想学研究科（〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑1番地1）

E-mail:p1155002@myu.ac.jp

²正会員 宮城大学教授（〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑1番地1）

E-mail:makanae@myu.ac.jp

近年、カメラや各種センサーを搭載したスマートフォンの普及により、ARアプリケーションの需要が高まっている。しかし、携帯端末上におけるAR技術の利用は処理コストが高く、それに耐えうる高速な手法が求められている。中でもオクルージョンは、現実空間上に仮想空間上の物体を違和感無く重畳するために欠かせない処理であるが、現実空間上の奥行きデータがカメラの動きに応じて必要になるなど、動的なデータと処理能力が必要とされる。

本研究では、現実空間から取得した地物モデルデータによって仮想空間上の物体を切り取るオクルージョン手法を用いて、ゲームエンジンUnityを利用した評価アプリケーションの開発を行った。結果として、現実空間上のデータを利用したARアプリケーションでは、開発したOpenGLのシェーダによって、処理能力を犠牲にすることなく、オクルージョン処理を行うことができた。また、ARにおいて、違和感の無い表現のために、カメラ角、位置座標、モデルデータについて、高い精度が求められることがわかった。

今後は、現実空間上の物体データを動的に取得する簡便な手法や、より現実的な表現手法を開発していく必要がある。

Key Words : *augmented reality, occlusion, OpenGL, smartphone, game engine*

1. はじめに

Augmented reality(AR)技術は現実空間に付加情報を重畳して表示することで、分かりやすい的確な情報の提示が可能である。建設や医療、教育、エンターテインメントといった様々な分野での応用が研究され、注目を集めている¹⁾。

Virtual reality(VR)技術と比較してAR技術のメリットは、現実空間に相当する3次元モデルを仮想空間上に準備する必要がないことや、より直感的な理解を得られることができる点などが挙げられる²⁾。

近年、スマートフォンを始めとする携帯端末の普及により、ARアプリケーションの需要が高まっている。特にスマートフォンは、カメラやGPS、各種センサーといった外部の情報を取り込む機能、ディスプレイやスピーカーといった情報を提示する機能、また直感的な操作が可能なタッチディスプレイといった入力機能とそれらを処理する能力を備えており、かつ容易に屋外に持ち運びが可能であるといった点から、ハードウェアとしてAR技術の普及に大きく貢献している。

しかし、精度の高いAR表現を行うためには高い処理能力が必要とされることから、AR技術を携帯端末上で利用するための手法が考えられている³⁾。中でもオクルージョン処理は、現実空間上に仮想物体を違和感無く重畳するために欠かせない処理であるが、カメラの動きに応じた現実の空間奥行き情報の取得と、それを正しく処理する手法が必要になる。

本研究では、既存の現実空間情報と位置情報を用いて位置合わせを行うことで、スマートフォン上で仮想オブジェクトのオクルージョンを行う手法を提案する。またゲームエンジン『Unity』を用いて評価アプリケーションの開発を行い、本手法の検証を行った結果について述べる。

2. ARにおけるオクルージョン手法と課題

ARにおいて、現実空間上と仮想空間上の物体の前後関係を正しく表現するには、現実空間の奥行き情報を用いてオクルージョン処理を行う必要がある。

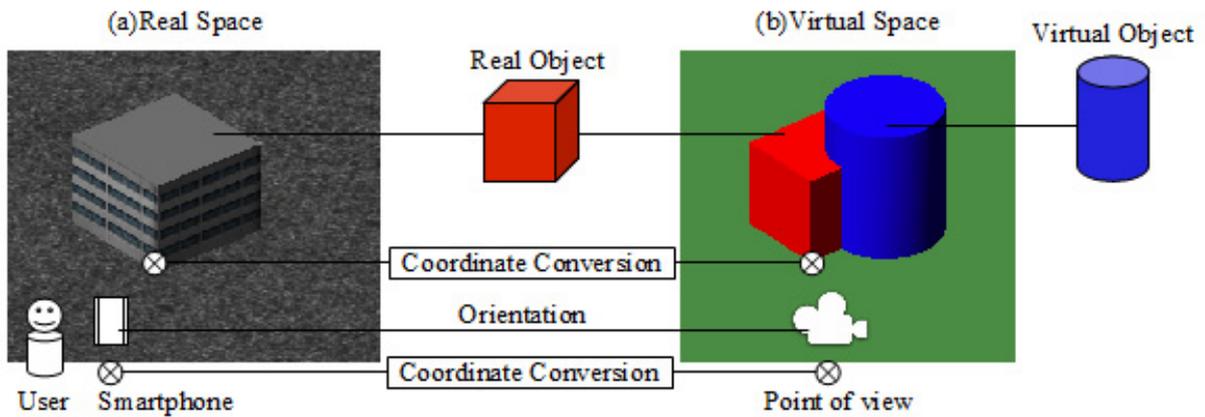


図-1 仮想空間の構築

奥行き情報の取得には、Time-of-flight (TOF)カメラや⁴⁾、レーザー測量⁵⁾を用いることで環境の影響を受けずに、精度の高い深度情報を得ることができる。例えばMengら⁶⁾は、Microsoft社のRGB-DカメラKinectにより取得した深度情報にもとづいて、人体の内部イメージを重畳する人体構造のAR教育システムを開発している。しかし、これらの手法は深度カメラを準備する必要があるため、スマートフォンの利点である携帯性を活かすことができない。

画像処理により奥行き情報を取得する手法⁷⁾も考えられているが、特殊なハードウェアを必要としないものの、高い処理能力を必要とすることや、屋外では環境の影響を強く受けるためスマートフォン上で利用するのが難しいという問題がある。

本研究では、スマートフォンの携帯性や手軽さを活かすため、航空測量等で作成した既存の空間情報を用いて、仮想空間上で現実オブジェクトと仮想オブジェクトの位

置合わせを行うことにより、ARのオクルージョン問題を解決する手法について述べる。

3. 位置情報を用いたオクルージョン手法

(1) 3Dモデルの合成と位置合わせ手法

本手法では始めに、オクルージョンをシミュレートするための仮想空間を図-1のように構築する。仮想空間内には、仮想空間上に現実空間の地物情報を再現した現実オブジェクト、現実空間に重畳される付加情報としての仮想オブジェクト、それからユーザの位置を示す視点が存在する。

現実オブジェクトは、現実空間の地物の形状を表す3Dモデルと、それが地球上でどの位置にあるかという地理座標から構成される。現実オブジェクトは仮想空間上の地理座標に基づいた位置に配置され、3Dモデルを

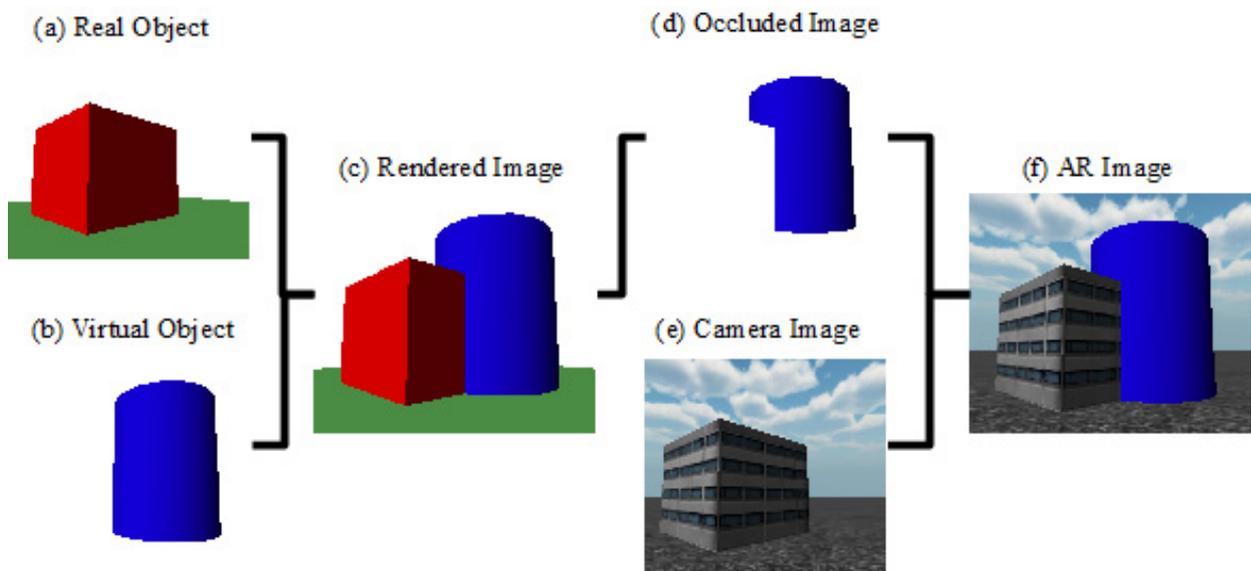


図-2 ARイメージ作成の流れ

表-1 座標系の変換

WGS	Japan PRCS	Unity
Latitude	X	Z
Longitude	Y	X
Altitude	-	Y

用いて仮想オブジェクトのオクルージョンを行う。

仮想空間内における視点の位置は、スマートフォンのGPSセンサーにより取得した地理座標に基づいて決定される。また視点の姿勢は、スマートフォンのカメラが向いている方向や角度を加速度・方位・ジャイロスコープ等から取得し、それに基づいて更新する。GPSから取得した地理座標に基づいて、視点や現実オブジェクトを仮想空間内に配置するには、地理座標系をCG座標系に変換する処理が必要である。現実空間におけるユーザの移動は、それに対応して仮想空間の視点を移動することで表現することができる。GPS座標とカメラの姿勢情報に基づき、視点の位置と姿勢を常に更新し続けることにより、フレーム毎のビデオイメージに対応したオクルージョンを行うことが可能である。

(2) ARイメージの生成

仮想空間内の視点から、ARイメージのレンダリングを行う過程を図-2に示す。視点の位置から見える仮想空間を描画した(c) Rendered Imageは、(a)の現実オブジェクト上に、(b)の仮想オブジェクトを重ねて描画したものである。(c)から遮蔽されていない仮想オブジェクトの部分抽出することで(d)を得ることができる。最後に、スマートフォンのから取得した(e) Video Imageの上に(d)を重ねることで、オクルージョンの行われた(f) AR Imageを得る。

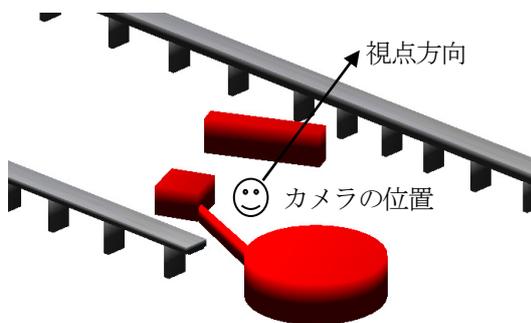


図-3 作成した 3D モデル

4. ゲームエンジンを用いたスマートフォンARアプリケーションの開発

(1) 評価アプリケーションの開発

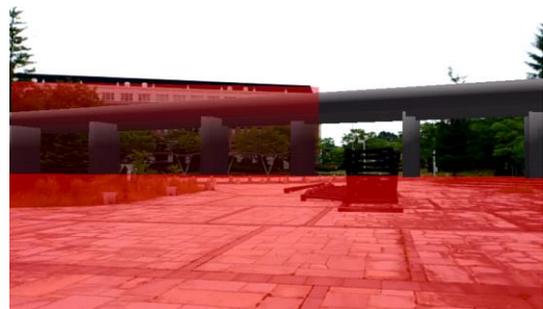
本研究では、Android OS用に評価アプリケーションの開発を行い、前節で述べた手法の検証を行った。検証環境のスマートフォンとしてSony Ericsson Xperia acro SO-02Cを使用した。開発環境としてゲームエンジンUnity 3.5とAndroid SDKを使用した。

(2) 仮想空間の構築

GPSから取得した地理座標を用いて仮想空間上に既存の地物モデルと視点を配置する。既存の地物モデルとして宮城大学周辺の建物と地形を3Dモデルで図-3のように作成した。各座標系は表-1のように対応させ座標の変換を行った。今回は地物モデルデータは予めアプリケーションに組み込んだものを利用した。視点の位置と姿勢は、スマートフォンの各種センサーの値に基づいて更新することで、現実空間でカメラが向いている方向と、仮想空間内の視点に向いている方向が常に一致するようにした。実際には、センサーによるズレが生じたため、手動での補正作業を行えるようにした。また仮想オブジェクトとして橋梁のモデルを仮想空間内に配置した。

結果として出力された動作イメージを図-4に示す。(a)では透過表示した建物と地面のモデルが、現実空間に対応して重畳しているのが確認できる。最終的なAR

(a) 現実オブジェクトの透過表示



(b) オクルージョン後の AR イメージ



図-4 動作イメージ

イメージである (b) では、(a) で透過表示していたモデルによって、橋梁のモデルが遮蔽されているのが確認できる。

5. まとめと今後の課題

本稿では、既存の空間情報を用いて位置合わせを行い、スマートフォン上でオクルージョン処理を行う手法について述べた。また提案したオクルージョン処理を用いたアプリケーションはスマートフォン上でも容認できる速度で動作することを確認できた。本手法のメリットである、端末の他にハードウェアを用意することなくARにおけるオクルージョン処理が行えることがわかった。

問題点として、既存のモデルに含まれていない、木や電柱といった細かいオブジェクト、人物や車両といった動的なオブジェクトについては、オクルージョン処理が行われなかったため、拡張現実感を損なう結果となった。また、スマートフォンの姿勢情報の取得に用いたセンサーのぶれやズレ等の影響を強く受ける結果となった。

今回は試験的に必要なデータをアプリケーションに組み込みみんだが、今後の課題として、ネットワークを通じてあらゆる場所で動的にモデルを取得し、アプリケーションを利用できるようにすることが挙げられる。またARのための3次元空間情報の提供方法やその利用方法についても考察していく必要がある。

謝辞：本研究を進めるにあたって有益なご意見を頂いた国際航業(株) 政木英一氏、水上幸治氏、田中欽也氏らに深く感謝致します。

参考文献

- 1) S. Zlatanova. : Augmented Reality Technology, GISt Report No.17, 2002.
- 2) Azuma, R.T., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., MacIntyre, L. : Recent Advances in Augmented Reality, Computer Graphics and Applications, IEEE, Vol.21, pp.34-47, 2001.
- 3) George, P., Gurminder, S., Nadia, M. : A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems. Computer Animation and Virtual Worlds table of contents archive, Vol.19, 2008.
- 4) Suyang D., Kamat. V. R. : Resolving Incorrect Visual Occlusion in Outdoor Augmented Reality Using TOF Camera and OpenGL Frame Buffer. Proc. of CONVR2010, pp.55-63, 2010.
- 5) Amir H. Behzadan and Vineet R. Kamat. : Scalable Algorithm for Resolving Incorrect Occlusion in Dynamic Augmented Reality Engineering Environments. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering , Vol.25, pp.3-19, 2010.
- 6) Meng, M. : Augmented Reality Magic Mirror using the Kinect. Technische Universität München. <http://campar.in.tum.de/Chair/ProjectKinectMagicMirror>, accessed May 05, 2013.
- 7) M. -O. Berger. : Resolving Occlusion in Augmented Reality : a Contour Based Approach without 3D Reconstruction. Computer Vision and Pattern Recognition Proceedings, pp.91-96, 1997.