

## (26) 空間情報を用いたAR可視化システムの適用性の検討

池田 直旺<sup>1</sup>・花立 麻衣子<sup>2</sup>・榎山 和男<sup>3</sup>・車谷 麻緒<sup>4</sup>・吉永 崇<sup>5</sup>

<sup>1</sup>学生会員 中央大学大学院 理工学研究科 都市人間環境学専攻 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 )  
E-mail: a13.mme6@g.chuo-u.ac.jp

<sup>2</sup>学生会員 中央大学大学院 理工学研究科 都市環境学専攻 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 )  
E-mail: a12.atet@g.chuo-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 中央大学教授 理工学部 都市環境学科 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 )  
E-mail: kaz@civil.chuo-u.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 茨城大学教授 工学部 都市システム工学科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 )  
E-mail: mao.kurumatani.jp@vc.ibaraki.ac.jp

<sup>5</sup>非会員 公益財団法人九州先端科学技術研究所 (〒814-0001 福岡県福岡市早良区百道浜 2-1-22 )  
E-mail: yoshinaga@isit.or.jp

本論文は、近年注目を集めている、三次元空間の認識とそれに基づく自己位置の推定が可能な SLAM ( Simultaneous Localization and Mapping ) 技術に着目して、その技術を用いた AR 可視化システムの構築を行ったものである。本システムの妥当性と有効性を検討するため、鉄筋コンクリートの応力解析の可視化に適用し、本システムと従来のマーカーレス AR 技術に基づく可視化手法との比較を行った。

**Key Words:** augmented reality, simultaneous localization and mapping, visualization

### 1. はじめに

近年、AR ( Augmented Reality ) 技術は、建設分野においても普及し様々な用途に適用が試みられている。著者らは既往の研究<sup>1)</sup>において、近年普及の著しいスマートデバイスに着目し、対象地域の風景画像をマーカーとして利用するマーカーレス AR 手法に基づく、環境流れシミュレーションに対する可視化システムの構築を行い、その妥当性と有効性を示した。しかし、画像認識型の AR 手法では画像を基に CG 描画を行うため、マーカー画像がカメラから外れたり画像内部の特徴点が少ない場合などは、その適用性に難があった。

一方、近年マーカー画像ではなく三次元空間の認識とそれに伴う自己位置推定を可能とする SLAM ( Simultaneous Localization and Mapping ) 技術を搭載したスマートデバイスが登場し、注目を集めている<sup>2)</sup>。そこで本研究では、この SLAM 技術に基づいた AR 可視化システムの構築を行い、鉄筋コンクリートの応力解析の可視化に適用し、既往のマーカーレス AR 可視化システムとの比較を行った。

### 2. 開発環境

本研究では、Tango SDK ライブラリ<sup>3)</sup>と Tango SDK 対応のスマートフォン端末を用いた AR 可視化を行う。また、開発環境は Unity を使用し、プログラミング言語

は C# を用いた。一方、本研究で比較対象とする既往のシステムでは、Vuforia SDK ライブラリ<sup>4)</sup>の提供するトラッキング技術 ( Extended Tracking ) に基づき、任意の風景画像を利用したマーカーレス AR 可視化を行ってきた。

Tango SDK とは、Google が開発・提供している AR アプリケーションの構築を行うことのできる開発キットである。また、Tango SDK は、モーショントラッキングによる自己位置推定、エリアラーニングによる空間の記憶、デプス機能による周辺環境の形状把握の三つの技術を用いた AR 可視化を可能とする。本研究では、CG 映像の重畳の際のロバスト性の向上を目的とし、特にモーショントラッキングとデプス機能に着目した。

### 3. 本システムの概要

空間情報を用いた AR 及びマーカーレス AR 技術に基づく可視化システムのフローチャートを図-1 に示す。

#### (1) データ入力

可視化情報である CG 映像は、数値計算により得られた解析結果から可視化ソフトを用いてモデリングしたものを使用する。モデルを Unity に読み込ませることで描画が可能となる。本システムにおいては、形状情報のみを与える OBJ 形式のデータと色情報を与える。

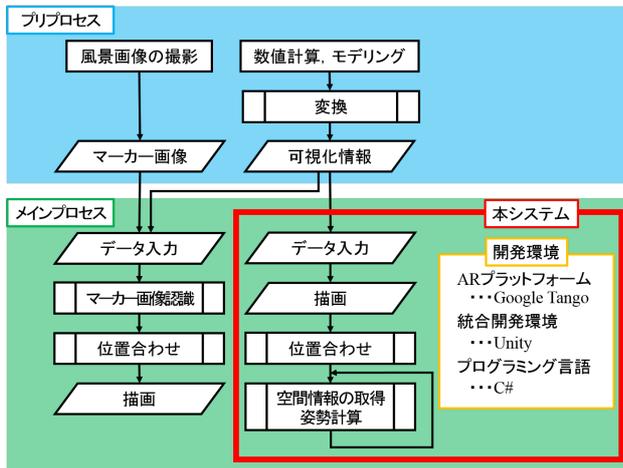


図-1 本システムのフローチャート

## (2) 描画・位置合わせ

空間情報を用いる AR 可視化では、マーカ画像やそれを中心としたマーカ座標系を必要とせず、従来のような CG 映像の描画位置への制約を受けない。本システムでは、任意の場所に CG 映像を描画し、その後スマートフォンにおいて、タップやスワイプ操作等のユーザーインターフェースを用いた位置合わせ工程を経る。

## (3) 空間情報の取得・姿勢計算

従来のシステムと本システムとの最も大きな差異は、空間情報の取得にある。本システムでは、周辺環境を三次元的に捉え、その空間の中での位置関係の計算を随時行うことにより CG 映像の重畳のロバスト性の大幅な向上が期待できる点にある。具体的には、以下に示す三つの技術を用いる事が可能である。

- モーショントラッキング：Tango SDK 対応デバイスに内蔵されているモーショントラッキングカメラと慣性センサーにより、デバイスの相対的な向き・傾き等を把握する。
- エリアラーニング：周辺環境の視覚的特徴を記憶し、モーショントラッキングにより発生するドリフト誤差の修正を行う。また、過去に記憶した空間と現在の空間との比較・認識を行うことも可能である。
- 奥行き知覚：デプス機能により得られる奥行き情報を用いることで、三次元形状の表現が可能になる。

Tango SDK は、これらの技術を複合的に利用することでデバイスの姿勢計算を可能とする。

## 4. 適用例

本システムの妥当性と有効性を検証するために、鉄筋コンクリート梁の応力解析の可視化に適用し、著者らの既往のマーカレス AR 手法による可視化と比較

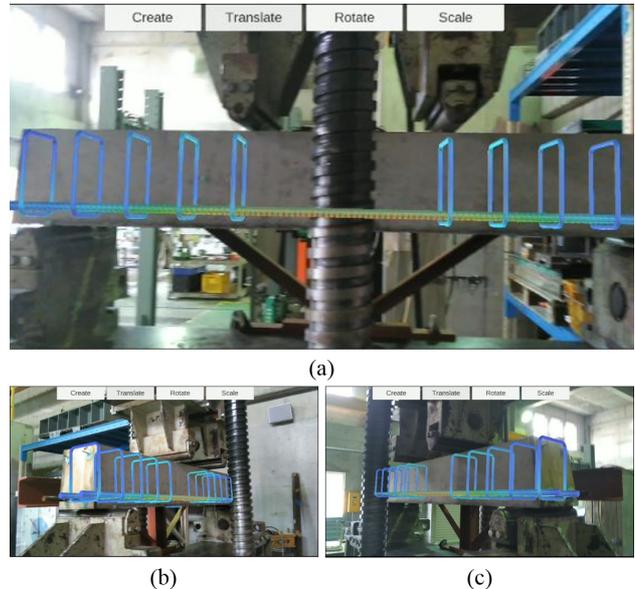


図-2 空間情報を用いた AR による可視化結果

を行った。数値解析の詳細については参考文献<sup>5)</sup>を参照されたい。

応力の可視化結果を図-2 に示す。図-2(a)(b)(c) に示す通り、空間情報を用いることで、マーカレス AR では困難であったデバイスの位置・角度においても安定的に重畳され続けていることが分かる。なお、マーカレス AR による可視化結果は発表時に示すが、重畳の安定性については課題があることが明らかとなった。

## 5. おわりに

本報告では、空間情報を用いた AR 可視化システムの構築を行い、その妥当性と有効性について従来のマーカレス AR 可視化との比較により行った。その結果、本手法はマーカレス AR と比較して、重畳の安定性に優れることを確認した。

今後は、空間情報の取得の適用限界の定量化、エリアラーニングから得られる空間情報の利用による位置合わせ工程の自動化等について検討を行う予定である。

## 参考文献

- 1) 菅田大輔, 櫻山和男, 宮地英生, 前田勇司, 道前武尊, 西畑剛, 厚山伊智郎, 横山侑機: スマートデバイスを用いた環境流れ問題のための AR 可視化システムの構築. 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.41, pp.125-128, 2016.
- 2) 吉永崇: 次世代 AR デバイスの紹介 Microsoft HoloLens と Google Tango の概要と利用事例, 可視化情報学会, Vol.37, No.146, pp.128-133, 2017.
- 3) Tango Google Developers, <<https://developers.google.com/tango/>>, (アクセス 2017.06.30).
- 4) Vuforia Developer Portal, <<https://developer.vuforia.com/>>, (アクセス 2017.06.30).
- 5) 車谷麻緒, 根本優輝, 相馬悠人, 寺田賢二郎: コンクリートの破壊力学を考慮した鉄筋コンクリートの 3 次元破壊シミュレーションとその性能評価, 日本計算工学会論文集, Vol.2016, No.20160004, 2016.