

作業現場における手書きメモのARシステムの提案

浅井 優志[†] 廣瀬 詢[‡] 安室 喜弘[†]

関西大学 環境都市工学部[†] 関西大学大学院 理工学研究科[‡]

1 はじめに

我が国の社会資本ストックは高度経済成長期に集中的に整備され、今後急速に老朽化することが懸念されている。今後20年間で、建設後50年以上経過する施設の割合は加速度的に高くなる見込みであり、このように一斉に老朽化していくインフラを戦略的に維持管理・更新することが求められている。また、それらの維持管理業務は増加の一途をたどるのに対し就業者は減少し続けている。就業者の高齢化が進み、今まで現場を支えてきた団塊世代が引退し、技術力の伝承ができないということが問題となっている。そこで、作業品質の向上や現場業務の改善など作業を効率的に行うために可搬型のスマートデバイスの活用が広がっている。図面や写真をタブレット等に取り込み、現場の各種点検・新規教育の効率化やペーパーレス化につながっている。

そこで本研究では現場向きのスマートデバイスの利用という面で、手書きで自由に書き込める事に注目し、スマートデバイスで作業者が手書きでメモした内容を現場でAR (Augmented Reality) 表示することを目的とする。作業者が頻繁に入れ替わるような作業場での引継ぎ連絡や、ベテラン作業者と新人作業者間での教育などの情報共有に繋がると考える。

2 関連研究・技術

株式会社 KDDI 総合研究所は遠隔地からスマートフォンなどで撮影した映像を伝送する遠隔作業支援システムを提供している[1]。その中で、作業指示者側の端末に記載した手書きの指示が、現場の映像にリアルタイムでぴったりと追従することで作業の効率化やミスの軽減を支援するAR機能を用いることで直感的な遠隔指示が可能である。本研究では、手書き内容の表示方法に注目する。

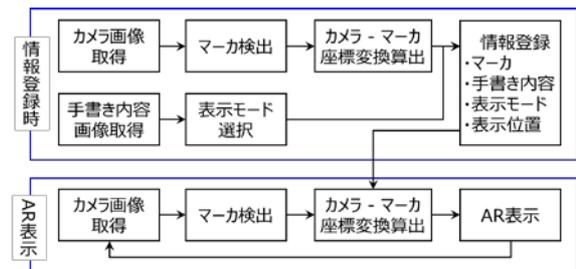


図1：提案システムの処理概要

3 提案手法

3.1 提案手法の概要

本研究では対象に直接メモが書けない作業場で、作業者が画面に直接書いたメモを画像として登録し、AR表示する。また、手書きメモのAR表示の方法を、マーカに対してメモが固定されている表示（以下固定表示）と常にカメラの方向を向いている表示（以下ビルボード表示）の2通り用意する。固定表示ではAR表示した手書きメモが指定の方向に張り付いており、視点により見え方が異なるので、一般的な付箋の様な使い方ができる。また、ビルボード表示ではどの角度から見てもAR表示した手書きメモが常に正面で見えることで3次元的な指示・記録として情報伝達が期待できる。

3.2 ARシステム

作業者が画面に書きこんだメモを画像として実写に重畳することで作業場に手書きメモをAR表示する。手書きメモは、画像として保存し、ポリゴンにテキストチャッピングすることでカメラ画像に重畳表示できる。処理の流れを図1に示す。まず、現場シーンにマーカを捉えたカメラ画像において、ユーザによりメモが書き込まれる。この画像からマーカを検出し、カメラとマーカの座標変換を算出することで、手書きメモの表示位置を決定する。また手書きメモ内容を画像データで登録する。この際に、AR表示方法の選択も行う。次に、AR表示の際は、ユーザ端末によりカメラ画像を取得し、マーカの検出によりカメラとマーカの座標変換を算出することで事前に登録した情報をAR表示する。

AR Representation of Handwritten Memo for On-site Work

Masashi Asai[†], Makoto Hirose[‡], Yoshihiro Yasumuro[†]

[†] Graduate School of Science and Engineering, Kansai University

[‡] Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University
3-3-35 Yamate, Suita, OSAKA, 564-8680, JAPAN

3.3 ARの表示方法

図2に示すように、AR マーカは、対象物に座標系を付与し、カメラ座標系との相対的な幾何学関係を示す。このマーカによってカメラ座標系からマーカ座標系への座標変換を求め手書きメモを表示させる。この変換は、図3に示すカメラ座標系原点での回転行列Rと並進ベクトルtで構成される。手書きメモの画像座標を、マーカ座標系の X_m - Y_m 平面に投影することで、メモのAR表示位置を計算する。本研究では、固定表示とビルボード表示の2種類のAR表示を用いる。固定表示の場合は、回転行列Rと並進ベクトルtで変換してマーカ座標系で一定の座標に固定されている。またビルボード表示の場合は、カメラが移動した場合であっても常にカメラの視点を向くように並進ベクトルtのみを適用する。APIで得られる変換行列には回転行列Rが含まれるため、一度マーカ座標系に変換後、回転行列Rの逆行列を乗じることで、メモ表示の姿勢だけをカメラ座標系に整合させることができる。

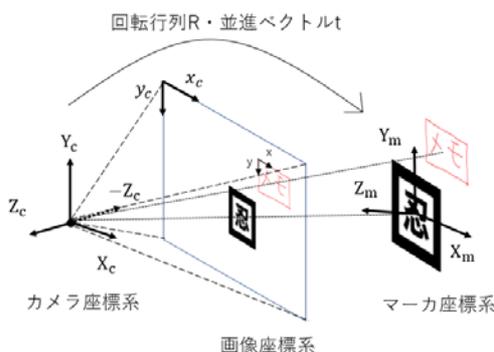


図2：位置姿勢の計算

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{3 \times 3} & t_{3 \times 1} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_m \\ Y_m \\ Z_m \\ 1 \end{bmatrix}$$

カメラ座標系 変換行列 マーカ座標系

図3：座標変換

4 実装

本研究では、手書きメモの描画に iPad Pro、カメラは、ELECOM UCAM-DLL300T を使用した。保存した手書きメモの画像処理には OpenCV、画像のテクスチャマッピングやポリゴンの描画処理には OpenGL、AR 表示のためのマーカ認識としては ARToolKit[2]のライブラリを使用した。AR マーカは「忍」という文字を非対称なパターンとして使用した。これら

一連のプログラムを実行する開発環境として Microsoft VisualStudio2010 を使い、C/C++言語で実装する。図4はAR マーカに対して正面、右横、左横、下から見た時のAR表示結果である。



図4：AR表示（視点正面、右横、左横、下）

5 考察

本研究では、作業者が現場で手書きしたメモのAR表示において、2通りの異なる表示について実装した。手書きにより、場所の指示とメッセージを併用するような情報伝達が容易に扱える。特にビルボード表示については、カメラ視点が移動した際に、AR表示が回転することにより、手書き指示表現と実写の内容がずれてしまうことがあるため、回転中心を調整する機能が必要である。またマーカからの距離によってマーカの認識が悪くAR表示が不安定となるため、今後は、マーカの代わりに自然特徴点を導入して、カメラ視野の中で広くランドマークを認識できるようにする予定である。

6 おわりに

本研究では、事前にカメラ画像と手書き内容画像から情報を登録しておき、カメラで撮影した画像内のマーカから位置姿勢を計算することで、登録しておいた手書きメモを作業現場に重畳表示するシステムを提案した。

今後は、マーカレスAR方式を導入し、手書き内容の指示位置の表示精度の検証をすることが課題である。

参考文献

- [1] 株式会社 KDDI:遠隔作業支援システム「VistaFinder Mx」, <http://www.kddi-research.jp/products/vistafinder.html>
- [2] Hirokazu Kato and Mark Billinghurst: Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System, 1999