

タブレット端末を用いたマーカーレス AR の基礎検証

伏見 光 石坂 貴勲
大田 真一郎

概 要

現実世界の映像に CG 等を重畳して表示する AR(Augmented Reality)は、スマートフォンの性能向上に伴い急速に普及が広がっている。AR を用いて重畳表示を行う際重要となるのが、利用者の位置、及び情報を表示する場所をどの様に特定するか、という点である。これまでは、GPS 等の外部インフラから取得した位置情報や、特定の画像を画像処理技術で検出して位置を特定する手法が一般的であった。ところが近年、カメラ画像とジャイロセンサーを用いることで、GPS やマーカーを必要とせずに位置認識を行うことが可能な「マーカーレス AR」が実用化されている。これにより、GPS やマーカーの利用が難しく、これまで適用が難しかった建設現場においても、今後 AR の利用が進んでいくものと考えられる。本報では、一般的なタブレット端末で利用可能なマーカーレス AR 技術について、基礎的な検証を行った結果について報告する。

Basic verification of “Markerless AR” using tablet device

Abstract

AR (Augmented Reality), which displays CG etc. superimposed on real-world images, has spread rapidly with improvements in the performance of smartphones. The important point when performing superimposition display using AR is how to specify the position of the user and the place where the information is displayed.

In the past, a method of locating information acquired from an external infrastructure such as GPS or a method of specifying a position by detecting a specific image using image processing technology was common. However, in recent years, "Markerless AR" capable of performing position recognition without requiring GPS or a marker has been put into practical use by using a camera image and a gyro sensor. This makes it difficult to use GPS and markers, and it is thought that AR will be used in the future even in construction sites, where it has previously been difficult to apply.

In this paper, we report on the results of basic verification of markerless AR technology which can be used in a general tablet device.

キーワード: AR

§1. はじめに

AR(Augmented Reality:拡張現実)は、高性能なカメラやセンサーを搭載したスマートフォンの急速な普及により、主に広告やゲームなどの用途を中心として、一般的な技術として利用が進んでいる。また、近年ではこれまで AR を利用するにあたって大きな問題であった「位置認識」の問題を解決する新たな手法として、「マーカース型」の AR が登場し、利用が広がっている。これは今まで AR の利用に不可欠であったマーカースを必要としない画期的なものである。これにより、これまで適用が難しかった用途においても AR を適用できる可能性が広がっている。本報では「マーカース AR」を建設現場で利用することを想定し、その精度についての基礎的な検証を実施した結果について報告する。

§2. AR の種類と特徴

現在利用されている AR には、「情報を付加(表示)する場所をどの様に特定するか」によって、大きく以下のようなタイプに分類される。それぞれの特徴を表1に示す。

2.1 ロケーションベース AR

AR の実現方法としてもっとも古くから実用化されている手法である。主に GPS やビーコンなどのインフラを通じて外部から取得した位置情報を利用し、特定の場所に情報を表示する。外部から取得した位置情報と、磁気センサーやジャイロセンサー等の内界センサーから取得した姿勢情報を併用

することにより、所定の場所に情報を表示可能である。この手法は GPS やジャイロ等の標準的なセンサーの組み合わせだけで実現可能であり、複雑な処理を必要としない。そのため実装が容易であることが大きなメリットである。一方で、情報の表示精度は GPS や各種センサーの精度に依存し、スマートフォンなどの一般的な端末を使用した場合、数メートル単位の誤差が発生する。また、多くの場合位置情報を GPS によって取得するため、屋内では利用することが出来ず、屋外での利用が前提となる。これらの特徴から、主に屋外における観光案内などの用途に用いられる事例が多い。

2.2 ビジョンベース AR

画像認識技術を応用し、カメラから取得した画像から位置情報を計算し、情報を表示する手法である。特定の画像などの目印をマーカースとし、その上に情報を表示する「マーカース型」と、カメラから取得した周囲の画像と、ジャイロ等のセンサーから取得した姿勢情報から周囲の環境を認識し、周囲の環境自体を一種のマーカースとして扱うことで、明示的なマーカース設置が不要な「マーカースレス型」が存在する。

2.2.1 マーカース型ビジョンベース AR

情報を表示する際の目印となる画像(マーカース)を予め登録し、認識したマーカース上に情報を重ねて表示する手法である。古くは白黒の図形など、特徴的なパターンを持った画像をマーカースとして利用するものが多かったが、近年では任意の画像をマーカースとして利用可能としたものが一般的である。カメラで撮影したマーカース上に高精度に情報を表示することが可能であり、屋内外を問わず利用可能であ

表 1 AR の種類と特徴

	ロケーションベース AR	ビジョンベース AR	
		マーカース型	マーカースレス型
表示位置 特定方法	GPS 等で位置を取得し、ジャイロや磁気センサーで取得した方位、傾きを組み合わせる。	予め登録した画像を認識することで位置を特定する。	カメラ画像から周囲の環境自体を認識し、位置を特定する。
メリット	GPS やジャイロセンサー等、標準的な技術の組み合わせだけで実現できる。	表示位置を画像から正確に特定できるため、マーカースがカメラに映っている範囲であれば、高精度な表示が可能である。	マーカース型には多少劣るものの、マーカースを利用せずに高精度な情報表示が可能である。
デメリット	表示精度が取得する位置情報の精度に左右され、GPS ではメートル単位の誤差が生じる。GPS を利用する場合は屋内で利用することができない。	情報の表示にはマーカースが必須であるため、常にマーカースをカメラに映し込む必要がある。マーカースがカメラから外れた瞬間情報が消えてしまう。	一般的に表示の精度はマーカース型に及ばない。AR 表示自体にはマーカースは不要だが、現実空間の座標と表示対象との紐付けには何らかの方法が必要である。

る。しかし、カメラの画像にマーカースが写りこんでいないと表示位置を特定できず、情報を表示することが出来ないことが大きな欠点として挙げられる。そのため、利用用途は移動や動きを伴わないものに制限される。具体的には、広告内の商品画像をマーカースとして利用する等、主にプロモーション分野で利用される場合が多い。

2.2.2 マーカース型ビジョンベース AR

カメラ画像を用いて床や壁など周囲の空間を認識することで、マーカースを利用することなく情報を表示する手法である。ロボティクス分野等において、カメラ画像から「自己位置推定」を行う技術である Visual Simultaneous Localization and Mapping(Visual-SLAM)に類する技術をベースとして応用したものが一般的である。複数の画像からカメラ位置を推定する技術は古くから実現されているが、処理コストが高く、リアルタイムで処理するのは困難であった。そういった状況の中で、2007年にGeorg Kleinらによって考案された「PTAM」と呼ばれる手法によって、処理コストを大幅に削減し、一般的な性能のPC上でもマーカースARが実現できることが示された。それ以降、ハードウェア性能の向上に伴い、今日ではiOSやAndroidにおいて標準機能としてサポートされるなど、一般的な端末で利用可能な環境が整備されつつある。

以上の三種類が、現在主に利用されているARの処理方式である。建設現場においては、GPSが利用できない屋内での利用が多いことが想定される。また、現場内に多数のマーカースを設置することは困難であることを考慮すると、マーカース型のビジョンベース方式を利用することが望ましいと考えられる。

§3. タブレット端末を用いたマーカース AR の基礎検証

3.1 検証用アプリケーション環境

今回の検証で用いたARアプリケーションの動作環境は以下の通りである。

3.1.1 利用端末

当社では現場職員を含む全職員に「iPad」もしくは「iPad mini」が配布されており、標準デバイスとなっている。そのため、将来的に現場で利用することも考慮し、iPadを利用端末として採用した。現在実際に職員に配布されているiPadは数世代前のモデルが大半であるが、今回の検証では利用するフレームワークが最新のiOSであるiOS11を必要とし、高いスペックが要求されることから、2017年時点で最新のモデルである「10.5インチiPad Pro」を利用した。

3.1.2 AR実装に用いたフレームワーク

現在タブレット端末において利用可能なフレームワークについて表2に示す。今回の検証では、端末としてiPadを利用していること、また、既存アプリケーションでの実績が豊富であることから「ARKit」を採用した。

3.2 検証実施場所

検証作業は全て当社会議室を利用し、机や椅子等の備品を全て撤去し、床及び壁以外がiPadのカメラに映りこまない環境にて実施した。

表2 タブレット端末において利用可能なAR向けフレームワークの例

名称	製造元	概要
ARKit	Apple	iOSに含まれるAR機能の呼称。空間認識を用いたマーカースAR機能を利用可能。iOS11以降搭載され、幅広い機種に対応している。対応したアプリケーションが既に多数リリースされており、もっとも普及が進んでいる。
ARCore	Google	元々は「Tango」と呼ばれ、専用のデバイス向けに開発されたAR機能。iPadを含め対応機種が増えてきてはいるが、普及状況はARKitに遅れを取っている。
その他サードパーティー製ソフトウェア		上記以外にも、マーカースAR対応のソフトウェアがいくつか存在する。多くはバックエンドで上記何れかの機能を利用している場合がほとんどである。

3.3 検証内容

本検証では建設現場において図面等を床面に重畳表示する場面を想定し、以下について検証を行った。

- ・初期表示位置の設定方法、及び初期位置設定精度
- ・表示後、移動を行った際の表示精度

検証の際に表示するモデルとして、50cm スパンで格子状の線を描画した図面を2次元CADにて作成し、それを3次元モデルに変換したものを利用した。利用した2次元図面を図1に示す。

床面にあらかじめ計測した寸法を書き込み、基準とした点にモデルの基準点を合わせた状態で床面に表示し、端末の画面に表示されたモデルと床面との差異を計測した。なお、表示位置は画面を通して目視で判断した。

3.3.1 初期位置設定方法

マーカースレス型 AR の場合、周囲の環境を認識し、任意の場所に情報を表示した後、利用者が移動してもその表示を維持することが可能である。特定の目印を明示的に設置しなくても任意の情報を表示できる一方で、現実空間の特定の位置に表示対象を正確に表示したい場合、何らかの方法で表示位置を指定する必要がある。表示位置や方向を厳密に設定する必要が無い場合は、目測で画面をタップするなどの方法で指定することも可能であり、既存の多くのアプリケーションでそういった手法を取っている。しかし、建設現場での利用を考えた場合、多くの場合厳密に表示位置を設定する必要があると考えられる。

本検証では、特定の画像をあらかじめ登録し、位置合わせ用のマーカースレスとして使用した。カメラで検出したマーカースレスの中心点を原点とし、平面を AR イメージの表示に用いる XY 平面として設定する仕様とした。マーカースレスは歪みや変形があった場合、認識精度に影響するため、ラベルシートに印刷したマーカースレス画像を、剛性のあるプラスチック板上に貼付したものを作成して利用した。マーカースレスのサイズは、iPad を両手で保持したと想定した高さ 1.5m から十分認識可能な大きさとし、20cm 四方とした。マーカースレスでの初期位置合わせの様子を図2に示す。

マーカースレスでの位置認識ではある程度の誤差が発生することが想定されるため、マーカースレスで認識した後に手でズレを補正するための機能をあらかじめ準備した。補正画面の内容を図3に示す。この画面では6軸の補正を個別に行える仕様とした。

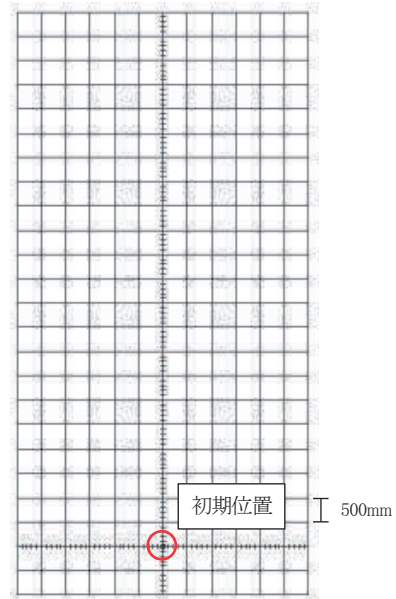


図1 検証用図面モデル

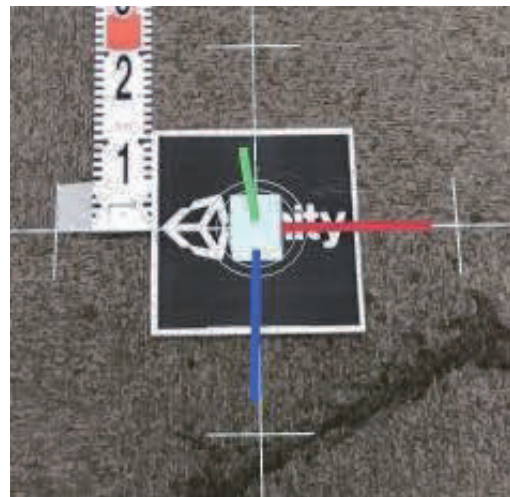


図2 初期位置設定用マーカースレス

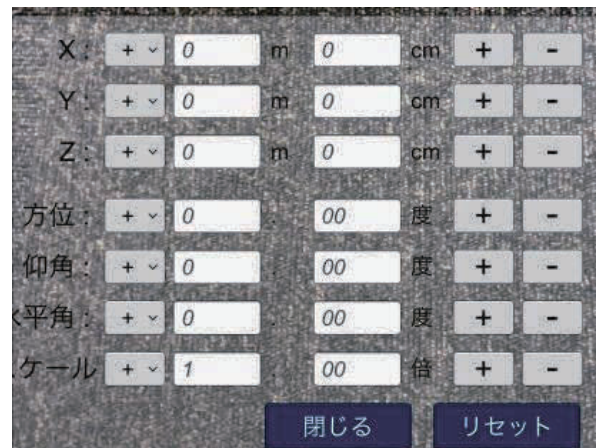


図3 初期位置補正画面

3.4 検証結果

3.4.1 初期位置設定

マーカー画像の検出、及び中心位置の算出は高い精度で行うことが確認出来たが、XY 平面の検出は精度が悪く、モデルを水平に設置することが困難であった。マーカーから平面を検出してモデルを設置した際の状況を図 4 に示す。

事前に用意した補正画面で修正することが可能ではあるものの、想定以上に傾きが大きくなる場合が多く、X 軸、Y 軸それぞれの傾きを手作業で補正するのは困難であり、現実的ではないと判断した。

そこで、ARKit が持つ平面検出機能を併用することで、水平精度の向上を図った。ARKit では自動的に床平面を認識し、その平面上にモデルを配置することが可能である。認識したマーカー画像からは XY 座標の設定のみを行い、水平面をマーカー平面ではなく ARKit から取得することで、モデルをほぼ水平に設置することが出来た。平面検出機能を用いてモデルを設置した場合の状況を図 5 に示す。

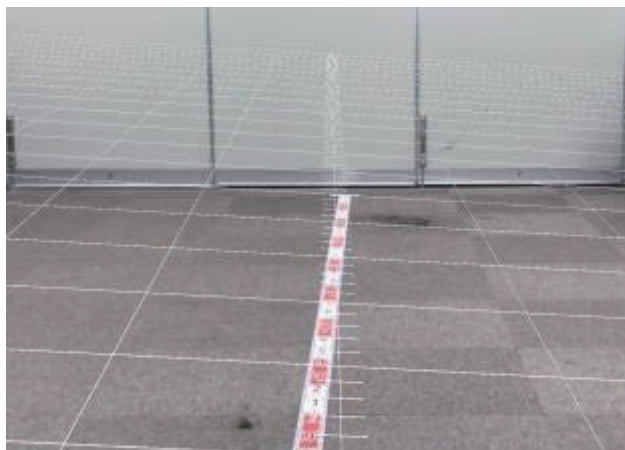


図 4 マーカー平面を利用した場合



図 5 平面検出機能を利用した場合

3.4.2 移動時の表示精度

マーカー及び補正画面にて手動で位置補正を行った上で、端末を持って徒歩で移動し、移動先でどの程度誤差が発生するかを計測した。X 軸方向へ移動した際の誤差計測結果を図 6 に、Y 軸方向に移動した際の誤差計測結果を図 7 に示す。計測の結果、移動時の誤差は移動距離に比例して増大し、約 4%であった。

なお、移動した際にズレが発生したのは X 軸・Y 軸成分についてのみであり、沈み込みや浮きといった Z 軸方向への目立ったズレは発生せず、水平面の傾きも発生しなかった。

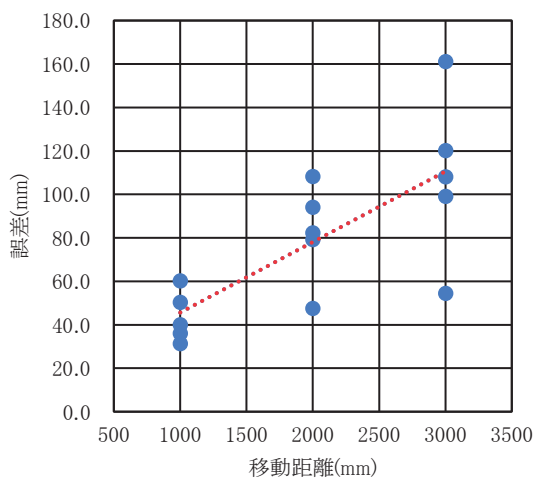


図 6 X 軸方向移動時におけるモデル表示誤差

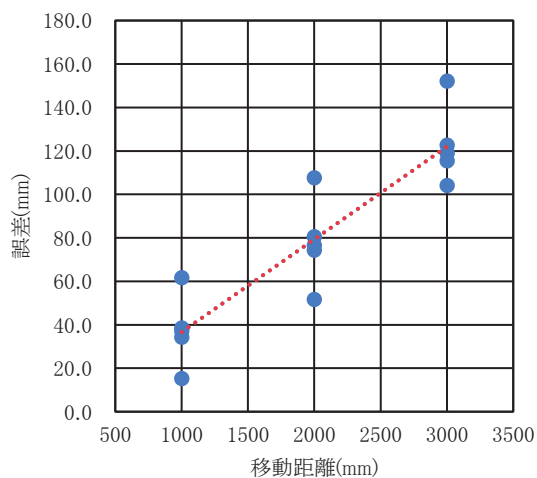


図 7 Y 軸方向移動時におけるモデル表示誤差

§4. 検証結果における考察

マーカーレス AR はこれまでハイスペックな PC やステレオカメラ等の機材を必要とするのが一般的であったが、最新の AR 機能を利用することで、特殊な装置を一切使わずにタブレット端末のみで実現可能であることが確認できた。

移動を行った際に XY 平面上では一定の誤差は発生するものの、平面の検出についてはかなりの精度で水平を維持可能であり、傾きはほとんど発生しないことが確かめられた。平面上での誤差だけであれば、補正用のマーカーを設置するなどの手法で解決が期待できる。

一方で、最低でもセンチメートル単位の誤差が見込まれるため、墨出し等精密な精度を求められる作業に適用することは困難であることがわかった。実際に建設現場で利用する際は、どういった用途で利用可能かを検討した上で導入する必要がある。

また、実際の建設現場では照明条件が一定では無い場合が多く、人や建機等の移動体がカメラに映りこむ可能性があるなど、今回検証した環境よりも誤差要因が大きいことが想定される。そういった状況においてもさらに検証が必要である。

§5. おわりに

本報では、建設現場で iPad を使った AR 表示を行うにあたって、最新のフレームワークを利用して基本的な検証を行った結果について報告した。

AR は OS の標準機能としてサポートされるなど、今後ますます一般化し、高機能なものが手軽に利用できる環境が整っていくものと予想される。今回検証に利用した ARKit についても、2018 年秋には大幅なバージョンアップが予定されており、機能向上が期待できる。そういった状況の中で常に最新の技術を取り入れ、現場への適用に向けて取り組んでいきたい。

本文中に記載されている会社名・商品名等は各社の商標および登録商標です。なお、本文および図表中では、「™」、「®」は明記していません。

• iPad、iPad mini、iPad Pro、ARKit は Apple, Inc. の登録商標です。

• Android、ARCore、Tango は Google, Inc. の登録商標です。

• Unity は Unity Technologies の登録商標です。



伏見 光

ひとこと

ARに関する技術は年々進歩しており、今後も AR に関する検証、検討を重ね、現場の生産性向上に寄与するシステムの開発に役立てたい。