

建設現場におけるキャリブレーションフリー・自動誤差修正ARアプリの開発 ～高精度GNSSの活用事例～

山根和佳[†] 石嶺 湧[‡] 檜原康一[‡] 廣瀬 誠[†]
[†]: 松江工業高等専門学校 情報工学科 [‡]: 奥村組土木興業株式会社

- ❖ 高精度GNSS（Global Navigation Satellite System）位置情報サービスを活用したキャリブレーション不要のAR（Augmented Reality）アプリケーションを実現します。
- ❖ このARアプリを用いて、道路や橋脚などの建設前現場において、建設後のイメージを可視化します。
- ❖ 建設現場環境において不可欠となる位置情報の高精度性と安定性について、ビズステーション社のDrogger RWS GNSSアンテナとdocomo IoT高精度GNSS位置情報サービスの活用を試みました。
- ❖ 高精度な位置情報とグローバルな座標値を持つ3Dオブジェクトを組み合わせることで、初期キャリブレーションおよび誤差蓄積時の再キャリブレーションの必要がないARアプリケーションの実現が可能となりました。
- ❖ 本報では、タブレット端末を用いた実証実験の結果をもとに、提案手法の有効性を明らかにします。

1. 従来のARアプリケーションにおける課題

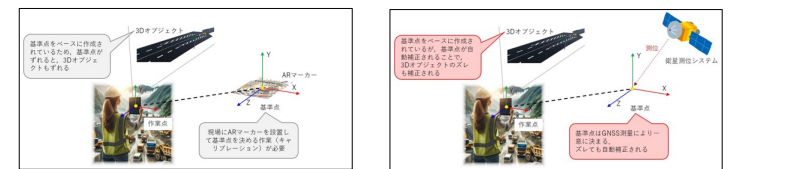
従来のARアプリケーションでは、基準点として専用のマーカーを撮影するなどの**キャリブレーションが不可欠**であり、その設定作業が煩雑でした。さらに、**計測誤差や誤差蓄積**により再キャリブレーションが必要となり、長時間の利用を妨げていました。

一般的に、ARにおいてキャリブレーションが必要な理由は、3Dオブジェクトを配置するための座標系を決定するためです。これは、あるローカル座標系で作成された3Dオブジェクトをキャリブレーションにより決定した別のローカル座標系に配置することを意味します。また、ハードウェアの計測誤差が必ず生じるため、これが蓄積すると配置ズレが生じ、再キャリブレーションが必要となります。これらの課題の最大の要因は、3Dオブジェクトおよび配置する座標の双方にローカル座標系を用いていることです。

しかし、建設現場においてARを活用する場合、これらのデータを**グローバル座標系で用いる**ことができます。この精度を高めることにより、**キャリブレーションフリーかつ誤差修正を自動的に行う**ことが可能となります。

2. システム概要

高精度な位置情報の取得とグローバル座標が付与された3Dオブジェクトを組み合わせることで、**ローカル座標を用いた原点の設定を省略**することが可能となります。さらに、GNSSの情報は常に更新されているため、誤差蓄積も随時自動で修正することができます。



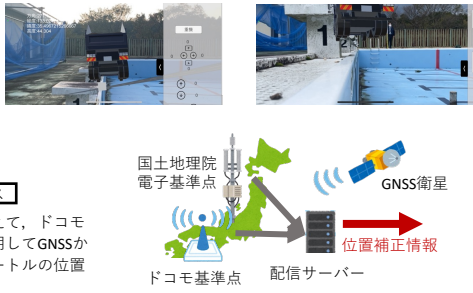
このようなARアプリケーションを実現するために、タブレット端末を用います。まず、ARアプリケーションをタブレット端末にインストールします。このとき、CAD系ソフトウェアで作成された**グローバル座標が付与された3Dオブジェクト**も一緒にタブレット端末へ転送します。タブレット端末はBluetooth接続を介してDrogger RWS GNSSアンテナと接続され、衛星測位システムからの**位置情報を取得**します。この情報に基づいて、タブレット端末の緯度、経度、高度情報が確認されます。ここで高度情報が非常に不安定になるため、docomo IoT高精度GNSS位置情報サービスを用います。

本報では、Drogger RWS GNSSアンテナのみの利用とdocomo IoT高精度GNSS位置情報サービスとの併用の2つの場合に関して、位置の誤差についての実験を実施し、提案手法の有効性を検証します。

作成したARアプリケーションの画面表示を右に示します。このアプリケーションを実現するにあたって、GNSSの使用に約15万円、docomo IoT高精度GNSS位置情報サービスに一月あたり約34円、タブレットを購入するのに約5万円かかります。合計しても、比較的安価に実現が可能です。

docomo IoT高精度GNSS位置情報サービス

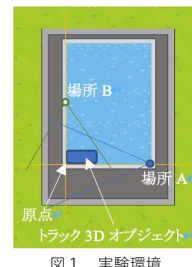
国土地理院が提供する電子基準点に加えて、ドコモが独自で設置する基準点（固定局）を活用してGNSSからの測位情報を補正し、誤差数センチメートルの位置補正情報を提供するサービスです。



3. 実験

一般的にGNSSアンテナは緯度・経度情報の取得において高精度ですが、**高さ方向（標高）の精度には限界があります**。そこで、docomo IoT高精度GNSS位置情報サービスを利用し、どの程度の精度向上が見込めるかを検証します。今回利用するGNSSアンテナはDrogger RWS GNSSで、タブレット端末にはLAVIE社のNEC LAVIE Tab T1195 [5] (Android OS) を使用します。

実験場所は、東西南北が正確に配置されている松江工業高等専門学校の25mプール（水がない状態）を使用しました（図1）。プールの左下端を原点とし、トラックの3Dオブジェクトを西向きに配置しました。実験は、このトラックを東から西に見る方向（コース側：場所A）、北から南を見る方向（25mレーン側：場所B）について、それぞれ原点から15m離れた位置で計測を行いました。そして、ARアプリケーションでの蓄積誤差が生じる5つの場面について、場所A、場所BおよびDrogger RWS GNSSアンテナのみの利用とdocomo IoT高精度GNSS位置情報サービスとの併用の場合の蓄積誤差を計測しました。なお、初期状態(1)は、それ以外の場面との比較用です。



ARアプリケーションでの蓄積誤差が生じる5つの場面



4. 実験結果

場所Aにおける実験結果

Drogger RWS GNSSアンテナのみの利用およびdocomo IoT高精度GNSS位置情報サービスとの併用の結果を図2および図3に示します。図2から、(1)～(5)のすべて上下方向および左右方向に明確な位置のずれが確認されます。一方、図3では、左右方向のずれは(5)で左方向に確認できますが、それ以外は大きなずれは見られません。上下方向の位置ずれはすべての場面において均等であることがわかります。なお、高さ方向の初期位置ずれはトラックオブジェクトの初期サイズを小さく見積もってしまったためです。



場所Bにおける実験結果

前節と同様の条件で、場所Bからの結果を図4および図5に示します。左右方向のずれに関しては、Drogger RWS GNSSアンテナのみの利用およびdocomo IoT高精度GNSS位置情報サービスとの併用の場合、同程度の位置のずれが確認されます。一方、上下方向においては、Drogger RWS GNSSアンテナのみの利用時には明確な位置のずれが確認されますが、docomo IoT高精度GNSS位置情報サービスとの併用時には位置のずれがすべて均等であることが分かります。



5. 考察

前節で触れた高さ方向の誤差をまとめた結果を図6に示します。赤いラインは正確な標高（44.7m）を示しています。なお、トラックオブジェクトの大きさは補正しています。Drogger RWS GNSSアンテナのみの利用の場合、最大で約10mの誤差が確認されましたが、docomo IoT高精度GNSS位置情報サービスとの併用の場合は、すべての場面で誤差が10cm程度に収まりました。

実験結果から、docomo IoT高精度GNSS位置情報サービスと併用することで、**高さ方向の不安定性は解消された**ことが確認されました。加えて、タブレットの様々な動作による場面においても、**高さ方向の誤差蓄積は生じない**ことが示されました。一方で左右方向の位置のずれはDrogger RWS GNSSアンテナのみの利用およびdocomo IoT高精度GNSS位置情報サービスとの併用の場合、同程度の位置のずれが確認されます。一方、上下方向においては、Drogger RWS GNSSアンテナのみの利用時には明確な位置のずれが確認されますが、docomo IoT高精度GNSS位置情報サービスとの併用時には位置のずれがすべて均等であることが分かります。

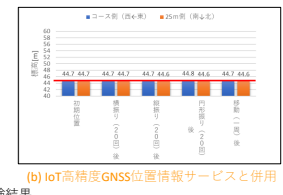
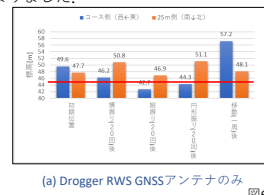


図6 実験結果

6. まとめ

本研究では、GNSSによる高さ方向の精度について、Drogger RWS GNSSアンテナのみの利用の場合とdocomo IoT高精度GNSS位置情報サービスとの併用の場合について、その精度を検証しました。検証の結果、**実利用に十分な精度を確保**できることが明らかになりました。今後は、タブレット端末のジャイロセンサによる補正などを用いて左右方向の位置ずれの課題を解消することを目指します。