

海上での利用を目的としたロケーションベース AR 可視化システムの構築

中央大学大学院 学生会員 ○鈴木 雅大
中央大学 学生会員 中祖 諒大

(株) エイト日本技術開発 正会員 大川 博史
中央大学 正会員 檜山 和男

1. はじめに

近年、土木分野において AR が活用されている。著者らは、位置情報を元に重畳を行うロケーションベース AR の構築を行い、河川流れの可視化を行ってきた¹⁾。

本研究では、周辺環境に基準点が無い海上等での可視化に対する有効性を確認するため、本システムを海中構造物（消波ブロック）に適用した。

2. システム概要

図-1 に示す通り、本システムでは GNSS から高精度の位置情報を取得するため、サブメーター級高精度 GNSS 受信機（図-1:①）を 2 台使用する。受信機に接続したアンテナ（図-1:②）を可視化デバイス（図-1:③）の中心から左右等間隔に設置し、それぞれ取得した位置情報を基に重畳位置の計算を行う。以上の機器を用いた本システムのフローチャートを図-2 に示す。なお、総合開発環境として Unity ver.2020.3.24f を使用し、可視化用アプリケーションを作成した。

3. 重畳位置計算

AR は、仮想空間を制御することで、現実空間の目的地上に 3 次元データを重畳するシステムである。本システムは、平面直角座標系に従い仮想空間内における 3 次元データの座標値を計算する。そのため、GNSS 受信機が取得する位置情報（緯度・経度）を平面直角座標系の座標値に変換する必要がある。計算については参考文献²⁾を参照されたい。

(1) 仮想空間内座標系

システム構築段階にて「現実空間の座標系」に対応させる「仮想空間の座標系」を設定する必要がある。本システムでは、仮想空間の座標系 (x, y, z) を現実空間の座標系（東, 標高, 北）と対応させることで、仮想空間を現実空間重畳させる。

(2) 仮想空間内座標系の補正

システム構築段階にて仮想空間の座標系を定義した。しかしながらアプリケーション起動時の初期設定では、可視化デバイスの位置を原点とし、重力ベクトルの逆キーワード Augmented Reality, GNSS, 海中構造物

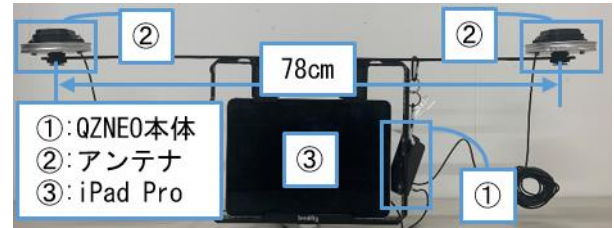


図-1 可視化に用いるデバイス

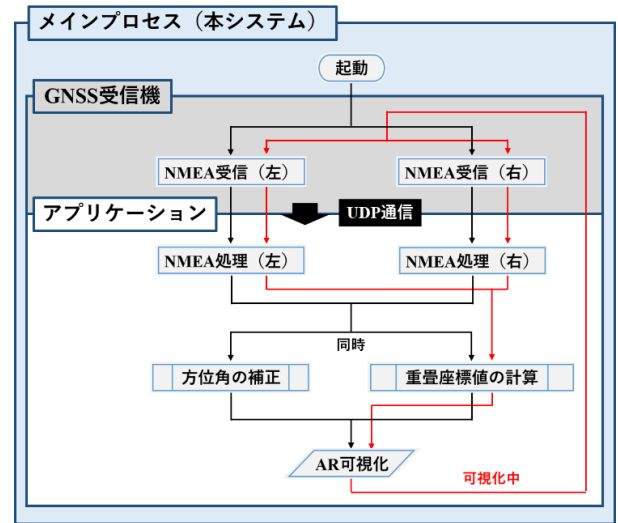


図-2 本システムのフローチャート

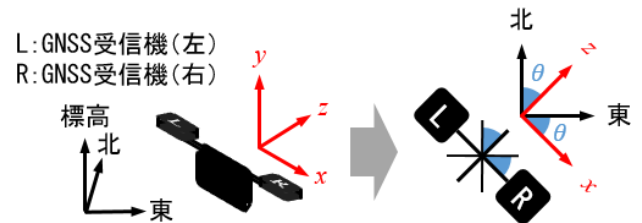


図-3 座標系（方位角）の補正

方向を y 軸、それに伴いデバイスのカメラ方向を z 軸とした左手系の座標系が構築される。そのため、仮想空間と現実空間に方位のズレが生じる。したがって図-3 に示す通り、設置した 2 台の GNSS 受信機の位置関係から方位角を式(1)から計算し、仮想空間の補正を行う。

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{z_R - z_L}{x_R - x_L} \right) \quad (1)$$

ここで、平面直角座標系に変換した左右の GNSS 受信機の座標値をそれぞれ (x_L, y_L, z_L) : GNSS 受信機左、 (x_R, y_R, z_R) : GNSS 受信機右と表記している。

(3) 仮想空間内座標値

重畳のイメージを図-4 に示す。現実空間における可視化デバイスの位置と可視化対象を重畳する位置が図-4 B) のような関係にある場合、可視化3次元モデルの座標値は、現実空間と仮想空間を重ね合わせた場合における可視化位置を仮想空間の原点とみなした「現実空間における可視化位置から重畳位置までの距離」とする(図-4 A))。これらの計算は1秒ごとに実行され、移動による3次元モデルの座標値のズレを補正する。

また本システムでは、高さ方向の座標値に標高を用いているが、GNSSの特性上、緯度経度と比較して精度が低いため、手動での補正を別途行っている。

4. 適用例

本システムの適用例として、岡山市にある海中構造物(消波ブロック)の3次元モデルを挙げる(図-5)。この3次元モデルは、自律航行型無人ロボットに搭載されたマルチビーム音響測深機によって取得した点群データを3次元モデル化したものである。

可視化結果を図-6 に示す。図-6 A) および B) 示す2視点からの可視化結果では、全体的に概ね精度よく重畳が行われていることが確認できる。また、視点を変えた可視化結果から、可視化中の移動により発生する重畳誤差は一秒ごとに補正されていることも確認している。

5. おわりに

本研究では、ロケーションベース AR 可視化システムの構築を行った。海中構造物の3次元モデルに適用した可視化結果から以下の結論を得た。

- 平面直角座標系を用いた重畳計算は精度が高く有効である
- 移動による重畳位置のズレに対し一秒ごとに補正されるため正確なモデルの追従が可能である

今後の課題として、標高値の補正計算の検討と、仰角・俯角および回転角の補正計算の検討が挙げられる。

参考文献

- 1) 鈴木雅大, 大川博史, 樫山和男: 小型 GNSS 受信機を用いた水域環境における AR 可視化システムの構築, 土木情報シンポジウム講演集, Vol.47, pp.309-312, 2022.
- 2) 河瀬和重: Gauss-Krüger 投影における経緯度及び平面直角座標相互間の座標換算についてのより簡明な計算方法, 国土地理院時報, No.121, pp.109-124, 2011.

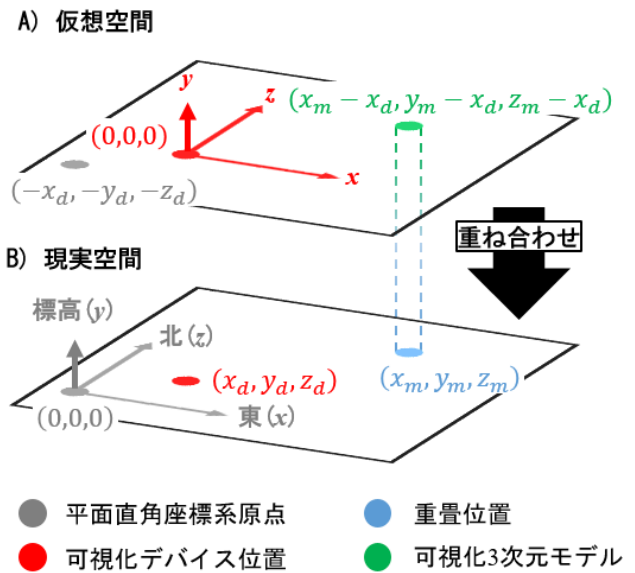


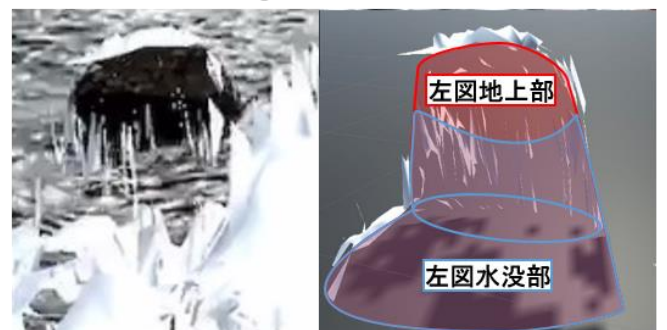
図-4 各座標値の関係性



図-5 可視化対象



A) 視点①: 可視化結果全体図



B) 視点②: 可視化結果拡大図(左)と重畳イメージ(右)

図-6 可視化結果