

## 高精度インドア・ポジショニングを利用した博物館を対象にした AR ナビゲーションの構築

伊東 慎平<sup>†</sup>, 三浦 健<sup>‡</sup>, 梅川 孔平<sup>‡</sup>, 高橋 秋典<sup>†</sup>, 有川 正俊<sup>†</sup>

<sup>†</sup>秋田大学 大学院理工学研究科, <sup>‡</sup>秋田大学 理工学部

### 1. はじめに

AR(拡張現実)は、スマートフォンの基本機能として高性能かつ低価格で提供されるようになった[1]. ARの空間精度は極めて高く、ミリメートルの精度を実現している. われわれは、スマートフォンで提供されるARの機能を用いた光学空間センサーおよびモーションセンサーを利用した高精度な局所的ポジショニングを広域座標で利用可能にする枠組みを提案・開発した[2]. 本稿では、この枠組みを現実の鉱業博物館のインドア・ナビゲーション(以下、インドアナビ)に応用することで、方向指示オブジェクトと音声案内を用いた目的地までのARナビゲーションシステムの構築に関して報告する.

### 2. プロトタイプシステムの概要

図1は、インドアナビの全体的アルゴリズムの概要を示している. 初期位置の算出では、あらかじめ設定された看板等のマーカースタンプを認識し、マーカースタンプまでの角度と距離を計測することで、その値を基に現在の位置情報を局所座標値で取得する. この看板の局所座標値を、看板の位置データベースを参照して広域座標値へと変換し、マップ上にその位置を可視化する. 次に、モーションセンサーを用いて垂

直方向と水平方向の相対移動値を計測し、その相対移動値を基にして初期位置を基準に広域位置情報を算出し、マップ上で可視化することで、階やフロアの移動にも対応したインドア・ポジショニングを実現している[3].

本稿で提案するインドアナビのシステムの基本機能は、3次元矢印サインを用いた視覚的ナビゲーション、および音声案内を用いた聴覚的ナビゲーションである. インドアナビのシステムは、あらかじめ博物館内の展示物の場所とそこまでの経路にある階段や曲がり角などの情報は、マーカーボードとして認識した看板を原点にした局所座標空間として空間データベースに登録されている. まず、ユーザは、スマートフォン画面から登録された展示物の中から行きたい場所を目的地として選択する. インドアナビARアプリは、ユーザを目的地まで3次元矢印サインオブジェクト(以下、3Dサイン)を用いて誘導する. 具体的には、曲がり角や階段において目的地に向かう方向を示す3Dサインが表示される. 音声案内によるナビは、あらかじめ目的地ごとに表示されているマップの2次元座標上にある曲がり角や階段の位置にジオフェンス(範囲領域)を設置し、ジオフェンスに入ることによって音声が自動的に再生され、目的地までの誘導が行われる.

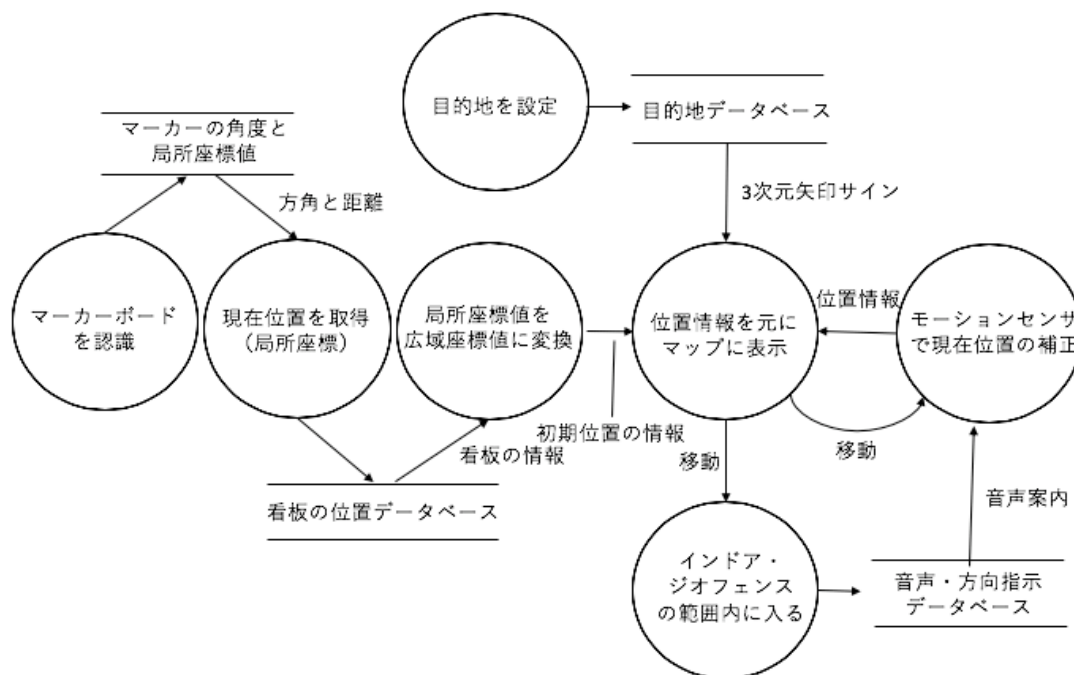


図1:インドア・ナビゲーション実装手法

### 3. 実証実験と考察

われわれは、Apple 社の iPhoneXS 上で、ARKit を利用したプロトタイプを Swift を用いて実装した。

実験の場所は、秋田大学鉱業博物館および秋田大学附属図書館で行った。両方のフィールドとも、スマートフォンのカメラを使って、1 階にあるフロアマップ看板を認識させて、地理空間座標の初期化を行っている。その後、カメラ機能は AR オビジェクトの表示のみの使用で、現在位置の推定はモーションセンサーのみを用いて行なっている。ナビゲーション機能である 3D サインと音声案内を再生するジオフェンスは、目的地設定後に、看板を基準とした 3次元空間座標とマップ上の 2次元座標にそれぞれ対応したものを設置した。実験では、被験者は、独自開発したインドアナビ AR アプリ(図 2)を使用し、博物館内の 1~3 階にある展示物数点を目的地とし、目的地までの経路に設置された 3D サインおよび音声案内によるユーザ環境を基に ナビゲーション実験を行った。その際に、オブジェクトの設置、および音声案内を再生するジオフェンスの範囲の設定が正しくできているか、使用感、改善すべき点などについてアンケートを取り検証した。実験結果としては、いずれの目的地に対しても、音声案内を再生するジオフェンスの範囲設定は問題なくされていることがわかった。3D サインは階がかわることでポジショニングが少しずつずれる問題が生じることもあった。しかし、その誤差は小さく、別のマーカーを再度認識することでポジショニングの誤差を補正し改善することができる。



図 2. インドアナビ AR アプリにおける 3次元矢印サインオブジェクトの表示例

インドアナビ AR アプリに誤差が生じた場合、音声案内などの音情報では気にならないが、3D サインなどの視覚情報では僅かなずれでも違和感を感じることが明らかになった。これらの結果から、音と視覚を適切に使った AR ユーザ環境デザインについても研究を進めていきたい。

### 4. おわりに

本研究で提案した手法は、屋内環境や地下環境で目的地まで正確にナビゲーションを行う上で有効であり、今後、博物館内の主要な展示物へのナビゲーションに対応させることで博物館に訪れた人が実際に使用し、目的地までのナビゲーションを容易に行えると同時にユーザが楽しみながら使用できるような機能のあるアプリケーションへと結びつけたい。

ポジショニングの問題点として、マーカーボードが単一では、移動距離が大きくなると誤差が大きくなってしまい、モーションセンサーの畳み込み誤差がでてしまう。この問題の解決方法としては、マーカーをある間隔ごとに設置し、精度が悪い場合は、再度認識を行い、位置補正を行う仕組みを考えている。しかしながら、マーカーボードの数が増えると認識に誤りが生じる可能性がある。これを回避するために、GPS と方位センサーを用いてマーカーボードの事前絞り込みを行うことで、認識精度の向上およびマッチングの高速化を図る。また、別の問題点としては、カメラのような光学空間センサーの認識処理が高コストである点がある。高精度空間情報が必要でない場合は、光学空間センサーよりコストが低い GPS や方位センサーを使うことで全体コストを抑える適応型位置情報サービスも今後検討する。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 19H04120, 17H00839, 16H01830, JP19K20562 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] ARKit, Apple Inc., <https://developer.apple.com/arkit/>
- [2] 伊東慎平, 有川正俊, 田山稜大, 高橋秋典, 「異種空間センサ統合によるカメラに基づく屋内ナビゲーションの試み」, 第 81 回情処全国大会(2019).
- [3] 伊東慎平, 高橋秋典, 有川正俊「フロア間移動を考慮したインドアナビ AR アプリの実装」, 2019 年度電気関係学会東北支部連合大会(2019).