

## 高精度インドア・ポジショニングを利用した AR ナビゲーションシステムの体系化

伊東 慎平, 有川 正俊, 佐藤 諒, 高橋 秋典  
秋田大学 大学院理工学研究科

### 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およびモーションセンサ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秋田大学 鉱業博物館のインドア AR ナビゲーション(以下, インドアナビ)に応用し, 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ナビシステムを構築することにより, 本枠組みの有効性の検証と体系化を行った.

### 2. AR ナビゲーションシステムの概要

図1は, 初期位置の算出方法を示している. あらかじめ設定された看板等のマーカースボードをスマートフォンカメラを用いて認識し, マーカースボードまでの距離と角度を計測することで, その値を基に初期位置の情報を局所座標値で取得する. この看板の局所座標値を, 看板位置データベースを参照して広域座標値(経緯度)へと変換し, マップ上に位置を可視化する. 図2は, 移動距離の算出及び, インドア AR ナビのシステム概要を示している. 初期位置の算出後, モーションセンサを用いて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, 随時マップ上で可視化することで, インドア・ポジショニングを実現している[3]. インドア AR ナビの機能は, 3次元矢印サインオブジェクト(以下, 3D サイン)とマップ上のルート表示を用いた視覚的ナビ, および音声案内を用いた聴覚的ナビである. あらかじめ目的地の位置と経路にある階段や曲がり角などの情報がマーカースボード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, ユーザは登録された目的地の中から行きたい場所を選択する. 目的地の選択後, ルートはマップ上に目

的地までの最短経路を可視化する. 3D サインと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次元座標上の目的地までのルート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3Dサインと音声により目的地までの誘導が行われる.

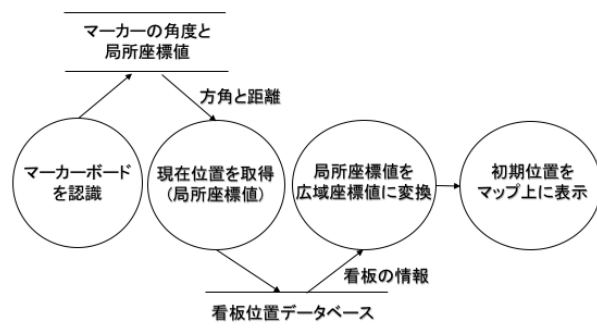


図1. 光学空間センサによる初期位置の算出

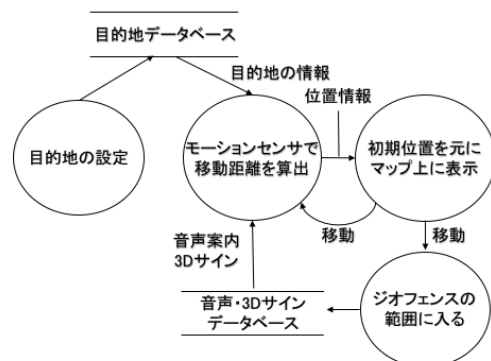


図2. インドア AR ナビのシステム概要

### 3. 実証実験と考察

われわれは, Apple 社の ARKit を利用した実験システムを Swift を用いて実装した. 実験は, 秋田大学 鉱業博物館で行った. 本稿では, インドア・ナビにおける本手法の有効性を検証するため以下の2つの実験を行なった.

#### 3.1 音声案内の精度実験

##### 3.1.1 実験方法

1つ目の実験は, インドア・ジオフェンスを用いた音声案内の精度実験である. 本実験では, 目的地までのルート上に設置するジオフェンスの精度を変化させ, それぞれの場合における移動軌跡デー

Systematization of AR navigation system using high-precision indoor positioning

Shimpei ITO, Masatoshi ARIKAWA, Akinori TAKAHASHI and Ryo SATO  
Akita University

タを比較し、本システムで取得できるポジショニングの音声案内への有効性を検証する。

本システムで取得できる最も精度の良い位置にジオフェンスを設置し、音声案内によるナビを行う。次に、その位置と約 1.0 m の誤差がある場合、約 2.0 m 誤差がある場合と誤差を大きくし、音声案内によるナビを行う。その後、それぞれの移動軌跡データを比較し、高精度なポジショニングの音声案内への有効性を検証する。

### 3.1.2 実験結果および考察

実験結果として、最も良い精度では、全ての被験者がルートを外れることなく目的地に着くことができた。しかしながら、誤差約 1.0 m の場合、想定していた曲がり角よりも手前で曲がってしまうことがあり、目的地に着くことができなかった。誤差約 2.0 m 以上の場合では、音声案内が重なって再生されてしまい、目的地に着くことができなかった。

このことから、屋内空間での音声案内によるナビには極めて高い空間精度が必要であり、本システムの高精度ポジショニングは、インドアでの音声案内を行う上で必須であることがわかった。

## 3.2 ナビゲーション手法の評価実験

### 3.2.1 実験方法

2 つ目の実験は、目的地までのナビ手法による評価実験である。本実験では、図 2 のアプリケーションを使用して博物館内 1~3 階にある展示物を目的地としたナビを行い、以下の 3 パターンのナビでの移動軌跡データを比較した(図 3, 図 4)。

- (1) 3D サインと地図(ルートと軌跡)による案内
- (2) 音声案内と地図(ルートと軌跡)による案内
- (3) 3 つの手法(3D サイン, 地図(ルートと軌跡), 音声案内)全てを用いた案内

### 3.2.2 実験結果および考察

実験の結果として、(3)の場合に全ての被験者がルート通りに目的地にたどり着くことができていた。しかしながら、残りの 2 つのパターンでは、多くの被験者が目的地にたどり着くことができなかった。(1)の場合、多くの被験者が曲がり角を間違え等、目的地までのルートはずれてしまった。(2)の場合、目的地周辺で目的の展示物を発見することが困難であった。以上から、3 つの案内手法を組み合わせたARインドア・ナビが有効であることを明らかにすることができた。

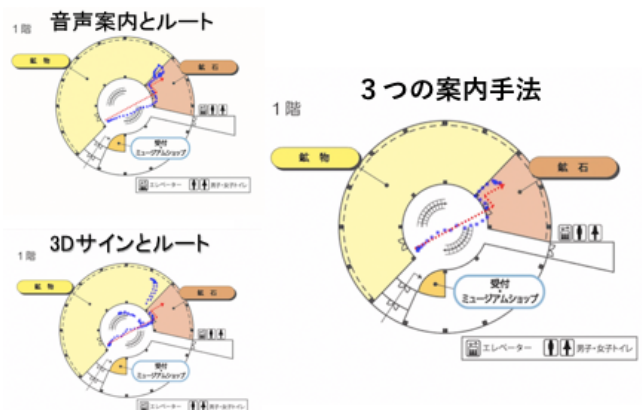


図 3. ナビゲーション手法の評価実験の軌跡比較



図 4. インドア・ナビゲーションアプリ使用例

## 4. おわりに

本研究で構築したシステムのポジショニングの1つの重要な問題点として、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り、モーションセンサの畳み込み誤差は無視できなくなることがある。この問題に対して、館内の展示物などで新たなマーカーに適しているものを調査し、畳み込み誤差が大きくなり、ナビが正確に行えなくなる距離を推定する。そして、誤差が大きくなる前に再度新たなマーカーボードを認識することにより、高精度位置の再設定をある距離間隔ごとに行う枠組みが有効と考えている。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP19H04120, JP17H00839, JP16H01830, 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 回情報処理学会全国大会(2019).