

## 階移動を伴う室内 AR における視覚的ガイド要素表現の設計と分析

有川 正俊<sup>‡</sup>, ○吉良 翼<sup>†</sup>, 三浦 健<sup>¶</sup>, 伊東 慎平<sup>‡</sup>, 佐藤 諒<sup>‡</sup>, 高橋秋典<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>秋田大学 理工学部, <sup>‡</sup>秋田大学 大学院理工学研究科, <sup>¶</sup>北日本コンピューターサービス株式会社

### 1. はじめに

近年, スマートフォンには GPS など位置情報サービスを用いたナビゲーションアプリが数多く存在するが, GPS は障害物の影響を受けるため, 屋外では数5~10m 程度, 屋内では 30m 以上の測定誤差が生じる. このような位置精度では, 屋内ナビゲーションとしては実用的ではない. われわれはスマートフォンのカメラとモーションセンサを利用して高精度屋内ナビゲーションを実現した[1]. 本研究では, 階移動を伴う屋内ナビゲーションに AR(拡張現実)ナビゲーションの枠組みを取り入れ, より良いガイドインタフェースを実現する枠組みの一般化および実証実験を行った.

### 2. 屋内 AR ナビゲーションの基本原理解

#### 2.1 局所座標系から広域座標系への幾何変換

屋内ナビゲーションでは, センチメートルレベルの位置精度および  $1.0^\circ$  レベルの方位精度を必要とする. この高精度を実現するために, 本研究では, 現実空間にマーカーボード(たとえば, 看板やフロア案内図など)を設置し, そのマーカーボードに, 高精度な位置座標(経緯度)と方位(マーカーボードの法線ベクトルの方角)を持たせて, そのマーカーボードをスマートフォンのカメラを用いて認識させることにより, AR 空間の局所座標系を広域座標系に幾何変換させて, 屋内 AR ナビゲーションを実現している [1].

#### 2.2 建物構造のネットワーク空間モデル

屋内ナビゲーションを実現するためには, 建物の構造, 特に通路や部屋を表現する空間モデルが必要となる. われわれは, 低コストでの屋内 AR ナビゲーションを考えて, 3次元空間モデルではなく, 1次元空間モデルを用いて, 建物の構造を表現する. ここでいう3次元空間モデルとは立体オブジェクトを意味し, 一方1次元空間モデルとは点オブジェクトを意味する. つまり, 建物構造を点オブジェクトの集合として



図 1.提案手法によるアプリ画面例

表現する. 具体的には, 点オブジェクトとは, (緯度, 経度, 高度)で表され, 建物入口, 通路の通過点, 部屋入口などの構成要素として用いる. 点オブジェクトは隣接関係も保持し, 結果としては, ネットワーク構造を形成する. このネットワーク空間モデルを基本に, 出発地点から目的地までのルートを作成し, ルートにしたがって, さまざまなガイド可視化を行い, ユーザにやさしい屋内 AR ナビゲーションの実現をめざす.

#### 2.3 ルートの AR 表示

前節で説明したネットワーク空間モデルを基本に, ユーザをナビゲーションするために, 出発地・経由地・目的地を表現する「ルート」を可視化しなければならない. ルートは, 3次元空間における2次元空間オブジェクト(線, 折れ線または曲線)となるがこれをそのまま AR 表示してしまうと, 本来, 壁などで隠れている線オブジェクトが表示されてしまい, ユーザを混乱させる結果となる. このオクルージョン(occlusion, 隠ぺい)処理を正しく行うためには, 建物の3次元空間モデルを必要とするが, そのためにはデータ作成コストが莫大になり, かつ実時間可視化の計算処理が複雑になるなど, 多くの困難をもたらすことになり, 本来の低コストでの屋内 AR ナビゲーションの実現の研究アプローチの趣旨から外れてしまう.

Design and analysis of visual representations of guide elements for indoor navigation with changing floor levels

Arikawa Masatoshi<sup>‡</sup>, Kira Tsubasa<sup>†</sup>, Miura Ken<sup>¶</sup>, Ito Shimpei<sup>‡</sup>, Sato Ryo<sup>‡</sup> and Takahashi Akinori<sup>‡</sup>  
Akita Univ.

本研究では、3次元空間モデルを用いずに、建物構造を抽象化した2次元ネットワーク空間モデルを利用することにより、低コストで、ユーザビリティが高い屋内 AR ナビのためのガイド可視化の枠組みの体系化を行っている。以下では、3つの実用性が高い代表的な AR ガイド可視化の枠組みを提案する。

#### (A) 3D 矢印 CG オブジェクト設置による経路表示

ルートを構成するノードの点オブジェクトを3次元矢印 CG オブジェクト(以下、3D 矢印)で表現する方法である。各 3D 矢印は、次の 3D 矢印を指している。たとえば、3D 矢印を約 5m ごとに配置し、ユーザから 20m 以内の 3D 矢印だけを可視化することにより自然なガイド空間を実現する。

#### (B) 同伴エゴセントリック 3D 矢印による方向表示

3D 矢印を AR 空間において、カメラ正面の約 2m の場所に常に表示し、矢印は次の通過点を指す。AR を使った次地点を指す 3D コンパスに相当する。

#### (C) 同伴ガイドキャラクタを用いたナビゲーション

同伴者やペットなどの同伴ガイドキャラクタを、(B) の場合に類似し、スマートフォンのカメラの正面にできるだけ配置し、ナビを支援する。しかし、ユーザが突然スマートフォンの向きを変えた場合などは、AR 画面からキャラクタはいなくなる場合が起きるが、すぐに画面の中に入って来て支援する振り舞いをする。このように、キャラクタを用いたナビは、その向き・動き、出入りにより、より親しみやすいガイドインタフェースになる可能性がある。

### 3. 実証実験

前節の2つの枠組みの実証実験を紹介する。

(A) 矢印オブジェクト設置による経路表示:「経路表示」は目的地までの経路上に一定間隔ごとに矢印オブジェクトを AR 空間上に配置する。目的地まで点々と矢印オブジェクトが表示されていて、利用者は経路の分岐点などで矢印の方向の経路を選択して目的地まで移動する(図 1(a)参照)。

(B) エゴセントリック矢印による方向表示:「方向表示」は、現在地から設定されている目的地の空間座標の方向を画面上に常時表示し続ける(図 1(b)参照)。目的地と現在地の階が異なる場合、階段などの昇降地点を事前の目的地とする処理も実装している。

### 3.1 実験方法

Swift および ARKit[2]を用いて、AR 矢印表示(経路表示, 方向指示)を搭載した iPhone アプリを試作して、秋田大学鉱業博物館で 6 名の被験者を対象に検証実験を行った。実験方法は、3 種類の誘導方法(館内パンフレット, 矢印群による「経路表示アプリ」、矢印コンパスによる「方向表示アプリ」)を用いて、同一の出発地点から 4 地点の目標展示物(a~d)まで(階)移動してもらい、その移動時間を計測した(図 2)。

### 3.2 実験結果

図 2 より、目標展示物 b, c においては提案手法による AR 矢印表示が館内パンフレットによる誘導より移動時間が短くなる傾向が顕著に現れた。また、「方向表示」より「経路表示」のほうが進む方向を迷わず選択できることから移動時間が短いと推測される。しかしながら、目標展示物 a の「経路表示」では 3D 矢印を見失い時間がかかった被験者もいたことから、3D 矢印の配置設定に検討が必要である。

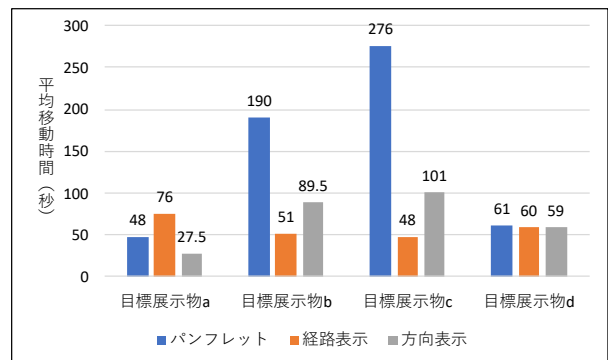


図 2 目標展示物までの平均移動時間

### 4. おわりに

本稿では、高精度位置情報サービスを活用し、通路などを表すネットワーク空間モデルを使った現実的で低コストな AR ガイド可視化の方法の提案を行い、実装と博物館での実験によりその有用性を確認した。

### 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] 伊東慎平, 三浦 健, 梅川孔平, 高橋秋典, 有川正俊, 2020. 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, 情処第 82 回全国大会.
- [2] ARKit, Apple Inc., <https://developer.apple.com/arkit/>