

## AR を用いたプライベートナビゲーションシステムの提案と構築

## Proposal and Development of the System for private navigation with AR

浅野 勇大<sup>\*1</sup>, 東野 利貴<sup>\*2</sup>, 曾我 真人<sup>\*1</sup>Yudai ASANO<sup>\*1</sup>, Toshitaka HIGASHINO<sup>\*2</sup>, Masato SOGA<sup>\*1</sup><sup>\*1</sup> 和歌山大学システム工学部<sup>\*1</sup> Faculty of Systems Engineering, Wakayama University<sup>\*2</sup> 大阪大学大学院情報科学研究科<sup>\*2</sup> Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

Email: s206006@wakayama-u.ac.jp

あらまし：GPS を測位できない場所、またはプライバシーの観点から GPS を利用しない場所でのナビゲーションシステムの需要が近年高まってきている。そこで本研究では、任意の場所で GPS を用いず、AR を用いて自由にナビゲーションを設定し、それを複数ユーザーで共有できるシステムを提案し、検証実験を行なった。検証実験は、和歌山大学図書館で行い、実験者が指定した本を被験者に探してきてもらい、その探索開始から、指定の本を実験者の元へ持ってくるまでの時間を計測した。実験の結果、本システムが有用であることが検定結果から示された。

キーワード：ARKit2.0, AR, ナビゲーション, Non-GPS

## 1. はじめに

最近、GPS の位置情報を用いたナビゲーションシステムに AR 機能に対応したものが多く登場している。しかし、GPS を測位できない場所や、プライバシーの観点から GPS の位置情報を利用しない場所でのナビゲーションシステムの需要も近年高まってきている。そこで本研究では、任意の場所において、GPS の位置情報や AR マーカーを使用せずに自由にナビゲーションを設定でき、サーバーを経由することにより、複数端末で共有できるシステムを提案する。

## 2. 先行研究

AR を用いたナビゲーションシステムの先行研究は、利用場所によって大きく 2 つに分けられる。屋外では、GPS 位置情報を用いた AR ナビゲーションシステムが主流である。一方、建物の内部といった屋内では、GPS 位置情報を用いることが難しいため、Wi-Fi 測位、ビーコン測位、IMES 測位などの方法で位置情報を取得し、ナビゲーションシステムを実現している<sup>(1)</sup>。昨今では、ARToolKit の普及から専用の AR マーカーを用いたナビゲーションシステムも実現している<sup>(2)</sup>。

しかし、上述の通り、屋内で実現されているナビゲーションシステムは、ナビゲーションを行うために、センサーや、マーカーを取り付けるなど物理的な事前準備を伴う。このような準備は、実験環境であれば大きな問題にはならないが、公共施設など一般的な場所では、大きな障壁となる。

また、従来のナビゲーションシステムでは、ナビゲーション内容を設計者があらかじめ設定しておき、それを提示することでナビゲーションを行っていた。そのため、ユーザーが自由にナビゲーションを設定し、他者と共有することは難しかった。

そこで本研究では、公共施設やプライベート空間といった一般的な屋内でのナビゲーションを対象とし、物理的な事前準備を伴わず実現できるナビゲーションシステムを提案する。また、ユーザーにより

任意にナビゲーションを設定することができ、他者と共有することが可能となるシステムを提案する。

## 3. 提案システム

本研究で提案するシステムの概要をまとめる。

## 3.1 システム構成

本システムは、ARKit2.0 を用いて実装しており、現実空間において、ユーザーのデバイスの位置を特定するために使用する空間マッピング情報が含まれる ARWorldMap という仕組みを用いて実現している。ARWorldMap に空間情報ごとナビゲーションを保存することで、それを HTTP 通信を用いてサーバーに保存し、ダウンロードすることで、複数端末での共有を可能とした。

## 3.2 システム画面

システム画面は、実験用システムのため、システムの起動と同時に表示される画面だけとなっている。図は実験時のシステム画面である。

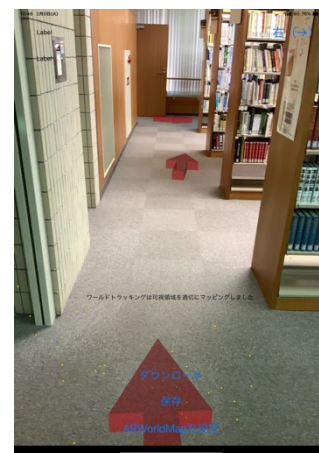


図 1 システム画面

#### 4. 評価実験

構築したシステムがナビゲーションシステムとしての有用性があるかを検証するために行なった実験の概要をまとめる。

##### 4.1 実験構成

本実験は、被験者 20 名に対して、和歌山大学図書館で、実験者が指定した本を探索してもらい、探索開始から本を発見し、それを実験者の元に持つてくるまでの時間を計測した。また、被験者は、和歌山大学図書館で本を探す時に用いられる図書請求メモを用いて行う統制群 10 名と、図書請求メモと本システムを用いて行う実験群 10 名に分けて行なった。ただし、実験群で用いたシステムでは、あらかじめ実験者が本を置いてある場所でのナビゲーションを設定し、サーバーに保存してあるものをダウンロードし用いた。両群ともに、実験前に図書分類法に関するアンケートと図書館の利用頻度に関するアンケートを実施し、その後に実験、そして最後に実験群にのみシステムの利用に関するアンケートを実施した。

##### 4.2 実験結果

###### 4.2.1 統計量

被験者 20 名のデータから実験群・統制群ごとに本を見つけるまでの時間（探索時間）の平均値と分散値を算出した。

表 1 平均値と分散値

統計量	統制群	実験群
平均値 [s]	275.3	100.3
分散値 [s <sup>2</sup> ]	187.73	35.63

実験群・統制群の差の検定は、ノンパラメトリック検定手法の 1 つである「Wilcoxon の順位和検定」を選択した。検定の結果、 $p = 0.0036$  となったため、有意水準 1% の場合に平均値に差があることが示された。

###### 4.2.2 システムに関するアンケート

システムに関するアンケートには 5 段階評価のリッカート尺度を用いている。アンケート結果は、被験者数が少ないことから一概に結論を述べることはできないが、今回は比較的高い評価が得られた。

表 2 アンケート結果

質問内容	質問番号
システムは目的地に着くための手助けになりましたか？	1
自分がどちらに進めば良いか適切に理解できた	2
ナビゲーションの指示はわかりやすかった	3
図書請求メモがなくても目的地付近にとどまることができると思う。	4

質問番号	強く同意しない	同意しない	どちらとも言えない	同意する	強く同意する
1	0	0	0	3	7
2	0	0	0	1	9
3	0	0	0	2	8
4	0	0	0	3	7

#### 5. 考察

##### 5.1 提案システム

本研究で使用しているマーカーレス AR の先行研究は複数見受けられるが<sup>(3)</sup>、GPS の位置情報と AR マーカーの双方を使用しないナビゲーションシステムの研究は、あまり行われていない。また、先行研究では、ナビゲーションシステムの設計者があらかじめ設定したナビゲーション情報を受け取ることしかできなかった。しかし、本研究では、任意の場所において、ユーザーが自由にナビゲーションを設定でき、その設定情報を複数端末に共有し、利用できる環境を構築した。この点については、本研究の大きな新規性であると考えられる。

##### 5.2 図書館の利用頻度による影響

評価実験で得られたデータの信頼性の検証として、図書館の利用頻度による影響があるかについて考察する。図書館の利用頻度によるアンケート結果から、探索時間と比較して考察する。以下の項目に対し、それぞれ値を割り振る。

頻繁に利用する ...4 しばしば利用する ...3  
あまり利用しない...2 全く利用しない ...1

この値はカテゴリデータであるが、この場合、図書館の利用頻度を表す間隔尺度とみなせるため、各被験者に対し、得られた探索時間と比較して相関係数を導出する。なお、用いる相関係数はピアソンの積率相関係数とする。

表 3 相関係数とその p 値

	統制群	実験群	被験者全体
相関係数	0.06681787	0.25935792	-0.0034656
p 値	0.8545	0.4693	0.9884

相関係数の信頼度に関して t 検定を用いて、検定を行う。帰無仮説を「相関係数が存在しない」、対立仮説に「相関係数が存在する」とすると、p 値は表のようになる。このことから、有意水準 5% で帰無仮説は棄却できず、相関係数の信頼性は担保できないため、本実験においては、図書館の利用頻度と本実験結果の相関関係を認めることはできなかった。

実験の探索時間の結果より、有意水準 1% の片側検定において、実験群の方が探索時間が有意に短いことが示された。このことから、本システムはナビゲーションシステムとして有用であることが示された。

##### 参考文献

- (1) 京極 海, 島村 和典: “ナビゲーションのための屋内位置推定方式の研究”, 高知工科大学 情報学群 (2013)
- (2) Daniel Wagner, Dieter Schmalstieg: First steps towards handheld augmented reality, Vienna University of Technology, (2005)
- (3) 李 奇傑, 後藤 佑介: “SLAM を用いた屋内むけ AR 経路提示におけるオブジェクト領域の認識手法の提案”, 岡山大学大学院自然科学研究科 (2018)