

# マーカから位置情報を取得する AR ナビゲーションシステム

## AR Navigation System Using Markers for Positioning

岡田浩征 †      吉見貴博 †      本車田匡隆 ‡      太田正哉 †      山下勝己 †  
 Hiroyuki Okada   Takahiro Yoshimi   Masataka Motokurumada   Masaya Ohta   Katsumi Yamashita

### 1 はじめに

近年、マイクロプロセッサの小型軽量化、省電力化、高性能化に伴い、現実空間に仮想物体を重畳表示する拡張現実感 (Augmented Reality:AR) をスマートフォンやヘッドマウントディスプレイなどの小型情報端末で実用化することが可能になってきた。拡張現実感とは医療、教育、エンターテインメント、ナビゲーション(道案内)など様々な分野での応用が試みられており、実用化が盛んに行われている。このような広い応用分野の中でも、AR を用いたナビゲーションシステムは、地図に比べ直感的に道順を示すことができることで注目されている。しかし、従来の AR を用いたナビゲーションシステムの多くはユーザの位置推定に GPS を用いており、その誤差はしばしば大きいため正しい方向を提示できない場合がある。

そこで本研究では、GPS の代わりにマーカからユーザの位置情報を取得し、向かうべき方向を重畳表示するシステムを提案する。また、提案システムを用いた実験を行い、その有用性を検討する。

### 2 従来のナビゲーションシステム

ナビゲーションシステムはこれまでも様々な研究がなされており、実用化されているものも少なくない。

AR を用いないナビゲーションシステムとして、EZ ナビウォーク [1]、全力案内! [2]、Google マップナビ [3]、MapFan for iPhone [4] など多数ある。これらは GPS を用いて現在地を取得し、目的地までのルートスマートフォンなどのデバイスのディスプレイに表示するシステムである。デバイスが電子コンパスを持つ場合は、デバイスの姿勢に応じて進むべき方角をわかりやすく表示できるものもある。ただし GPS による位置推定の精度が悪いと正しい進行方向を表示できない。

AR を用いるナビゲーションシステムとしては、MARS [5]、平城京跡ナビ [6]、Layer [7]、ご近所ナビ [8] などがある。いずれのシステムも GPS によって

現在地を取得するため、上述のような問題がある。VizWear [9]、Weavy [10] はカメラで撮影したパノラマ画像と事前に記録されたデータとのマッチングによって現在地を推定する。文献 [11] は建物内のナビゲーションを目的として、建物の構造モデルと各所に設置したマーカと inertial tracker を用いて自分の位置を詳細に推定する。

### 3 提案法 1

#### 3.1 ルートに沿った方向を提示するシステム

本研究では ARToolkit [12] を基本システムとし、Google Maps [13] のルート検索機能を利用することで、ルートに沿った方向に矢印を表示するシステムを提案する。システムの概要を図 1 に示す。

本システムでは、まずユーザがマーカをスマートフォンなどのデバイスで撮影することで現在地情報(緯度、経度)を得る。次にユーザは目的地の情報(住所や施設名)を入力する。デバイスは現在地と目的地の情報から Google Maps API を用いてルートの検索を行う。検索結果を元にデバイスは進むべき方向の矢印をマーカに重畳表示する。矢印は立体的に描画されるため、マーカを撮影する位置・姿勢に合わせて適切な進行方向を表示できる。表示された矢印に従ってユーザが進み、次のマーカを発見して再度マーカを撮影したとき、デバイスは上述の動作を繰り返し次に進むべき方向を表示する。

図 2 はシステムのブロック図である。マーカの認識および CG (立体矢印の描画) は ARToolkit の機能を用いる。ARToolkit は認識すべきすべてのマーカ情報を保持しており、マーカを認識するとその番号を Bridge Module に伝える。Bridge Module はマーカの番号とその位置(経度緯度)の対応関係をデータベース(DB)として保持しており、この DB から現在地情報を取得する。この情報とユーザから入力された目的地情報を用いて Google Maps API をコールしてルート検索を行う。Google Maps API で得られたルート情報から次に進むべき方向を計算し、これを ARToolkit に伝えて立体矢印を表示させる。

† 大阪府立大学大学院工学研究科, Osaka Prefecture University, Graduate School of Engineering

‡ 大阪府立大学工学部, Osaka Prefecture University, School of Engineering

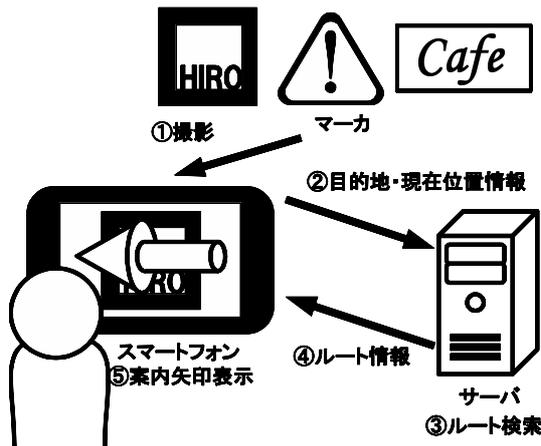


図 1: システムの概要

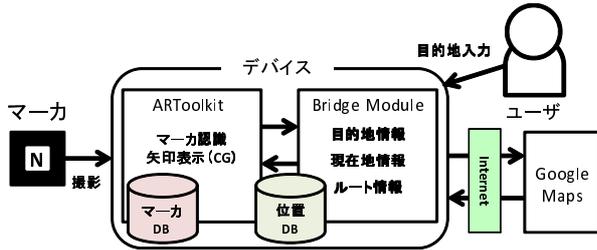


図 2: 提案法 1 のブロック図

### 3.2 Google Street View による仮想ナビゲーション実験

提案システムを評価するため実験を行った。本システムでは各所にマーカを設置する必要があるが、今回はシステムのおおよその有効性を評価するため Google Street View[14] を用いた仮想的なナビゲーション実験を行った。またシステムは PC 上に実装し、システムと Google Maps API との連携は実験オペレータによる手動とした。

仮想ナビゲーション実験の様子を図 3 に示す。実験は室内で行った。Google Street View の画面をスクリーンにプロジェクタで表示し、被験者はその前でスクリーンを見ながらマウスまたはキーボードで Google Street View を操作して行きたい方向に仮想的に進むことができる。Google Street View の画面上にはマーカはないため、あらかじめ決めた道路標識をマーカと仮定し、被験者がレーザーポインタでその標識を指し示すことでマーカを撮影したとした。実験オペレータはユーザが指示した標識が事前に決めたマーカの場合、スクリーンとは別のディスプレイに、進むべき進行方向を表示し、被験者はこの矢印に向かって進むように Google Street View を操作するとした。

比較対象として、スタート地点と目的地を示した地図を被験者に渡し、地図のみで目的地まで Google Street View で向かう実験を行い、目的地到達までの

表 1: アンケート内容

番号	質問
Q1	マーカを探す作業は簡単か
Q2	矢印の向きは分かりやすいか
Q3	地図より向かうべき方向は分かりやすいか
Q4	地図より早くたどり着けそうか
Q5	今後使用してみたいか
Q6	システムは有用であるか

回答は 1 (そう思わない) から 5 (そう思う) の 5 段階評価

時間が長いグループ (グループ A) と短いグループ (グループ B) に分けて結果を整理した。また実験後に被験者にアンケートを行った。アンケート内容を表 1 に示す。

アンケート結果を図 4 に示す。被験者は 20 名である。結果から Q3 (地図より向かうべき方向は分かりやすいか)、Q4 (地図より早くたどり着けそうか)、Q5 (今後使用してみたいか)、Q6 (システムは有用か) の各質問に対して、グループ A はグループ B より評価が高かった。図 5 に Q3 (地図より向かうべき方向は分かりやすいか) の質問項目について詳細を示す。この図より、グループ A がグループ B より本システムの有用性を感じていることがわかる。以上より本システムは地図に不慣れなユーザに有用であると考えられる。

ただし本システムは、Google Maps で表示されない場所 (地下街や建物内) や、ルート検索の対象になっていない場所 (大学構内など施設内) には対応できない。また、マーカ番号とその位置情報の DB がデバイス内にあるため、マーカの管理が容易に行えない、などの問題もある。

## 4 提案法 2

### 4.1 目的地の方向を示すシステム

Google Maps で表示されない場所やルート検索の対象になっていない場所に対応するため、撮影場所から目的地までの直線方向を矢印で表示する方法を考える。このシステムの場合、矢印の方向に道があるとは限らないため、実際の道はユーザが予想・選択して進む必要があるが、目的地 DB をシステム内に保持しておけばルート検索が不要なため Google Maps を必要としない。

図 6 にシステムのブロック図を示す。構成は提案法 1 とほぼ同じであるが、Google Maps API は使用せず、その代わりにマーカおよび目的地の位置情報 DB をサーバが保持している。デバイスのシステムが起動する毎にこの DB をサーバから読み込むことで、DB をいつでも最新にすることができ、マーカの管理が容易に行える。マーカの認識および CG (立体矢印の

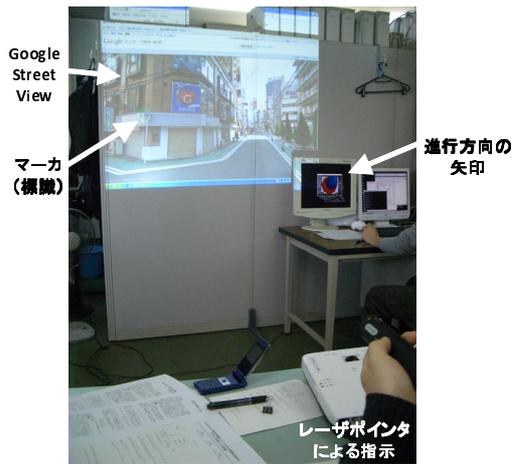


図 3: 実験の様子

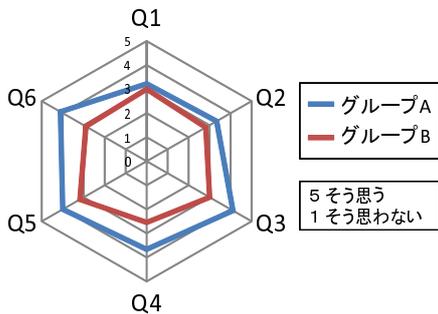


図 4: 提案法 1 の実験結果

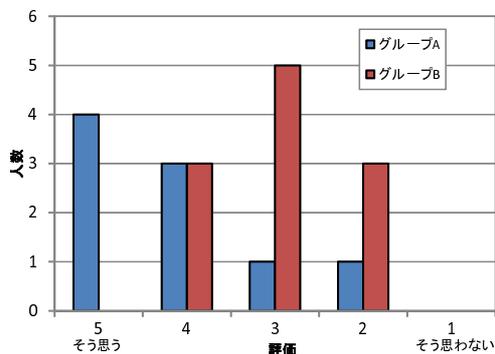


図 5: Q3 に対する結果

描画)は提案法 1 と同様に ARToolkit の機能を用いる。図 7 に立体矢印の例を示す。Android 端末に実装するためにここでは NyARToolkit for Android[15] を用いる。ARToolkit はマーカを認識するとその番号を Bridge Module に伝える。Bridge Module はその番号から現在地情報を DB から求め、この情報と目的地情報から向かうべき方角(現在地と目的地を直線でつないだ方角)を計算し、これを ARToolkit に伝えて立体矢印を表示させる。

#### 4.2 Android 端末による評価実験

提案システムを評価するため実験を行った。システムは大学内の建物を案内するものとし、各建物の入り口にマーカを設置するとした。また、デバイス内に目

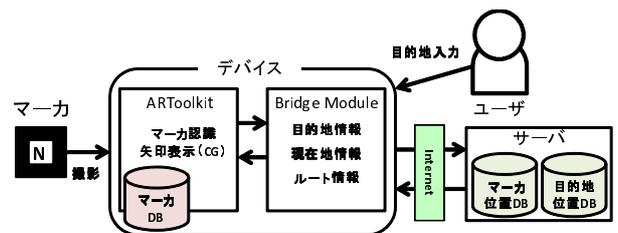


図 6: 提案法 2 のブロック図

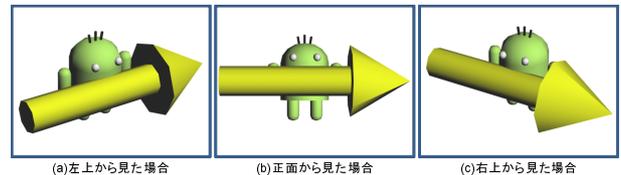


図 7: 表示する矢印

的地(棟名称)とその位置情報の DB を保持し、ユーザが目的地を容易に設定できるようにした。さらにこの DB はサーバから読み込むように設定してあり、いつでも更新できるようにした。

評価実験は、構内の様子をよく知らない 8 名を被験者とし、本システムを利用してある地点から目的地の建物に向かう実験を行った。また事前に別のコースを学内の掲示のみで移動してもらい、その所要時間が平均より長いグループ(グループ A)と短いグループ(グループ B)に分けて結果を整理した。最後に実験後に被験者にアンケートを行った。

アンケート結果を図 8 に示す。結果から Q2(矢印の向きは分かりやすいか)、Q4(地図より早くたどり着けそうか)、Q6(システムは有用か)の各質問に対して、グループ A はグループ B より評価が高かった。この図より、グループ A がグループ B より本システムの有用性を感じていることがわかる。

提案法 2 は Google Maps で表示されない場所やルート検索の対象になっていない場所でも利用できるため、地下街や建物内、大学構内、テーマパーク、観光地などでも有効である。

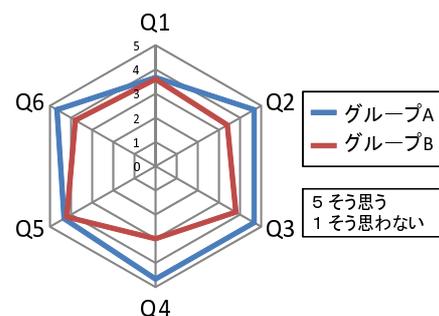


図 8: 提案法の実験結果

表 2: 調査対象のデバイス

機種	CPU	RAM	Android OS
Ideos	Qualcomm MSM7225 528MHz	256MB	2.2.1
Xperia SO-01B	Qualcomm Snapdragon QSD8250 1GHz	256MB	2.1
Galaxy S SC-02B	S5PC110 1GHz	512MB	2.3.3

### 4.3 検討

マーカを用いたナビゲーションは、現在地が正確に把握できるため進行方向を精密に提示できる。

マーカを用いたナビゲーションを行う本システムは、マーカの数が多くなるとシステムの負荷が大きくなる。スマートフォン上の NyARToolkit を用いたシステムにおいて、マーカの数とシステム起動までの時間（マーカ認識のためのカメラ起動までの時間）の関係性を調べた。調査したデバイスを表 2 に、結果を図 9 に示す。結果よりマーカ数が増えるに従って起動時間が上昇しており、計算能力が低いスマートフォンへの対応や、より省電力なシステムの構築のために、改善が必要である。例えば GPS を用いておおよそのエリアを絞り、そのエリア内のマーカのみを利用することでシステム負荷を低減できる。QR コードとの併用なども有効と考えられる。

また本システムは、ユーザがマーカを発見できない場合、ナビゲーションが行えない。そのために、GPS の併用でユーザをマーカに導くなどの対応が考えられる。

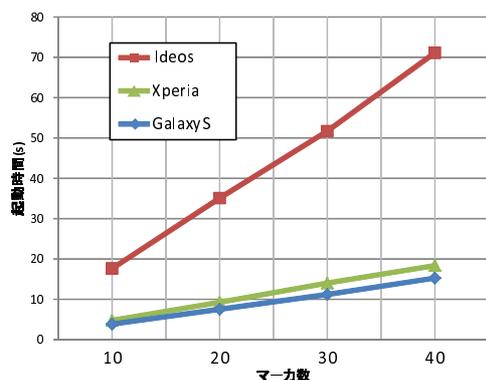


図 9: システム起動時間の実験結果

## 5 まとめ

本研究では、GPS の代わりにマーカから自分の位置情報を取得し、目的地の方向を表示させるナビゲーションシステムを提案し、提案システムを用いた実験を行った。実験結果から、地図に不慣れなユーザに対してシステムの有用性が確認された。今後の課題として、計算能力が低いスマートフォンへの対応や、より

省電力なシステムの構築のための改善や、ユーザが容易にマーカを発見できるための対応策を考える必要がある。

### 参考文献

- [1] KDDI 株式会社, “EZ ナビウォーク”, [http://www.au.kddi.com/ez\\_naviwalk/](http://www.au.kddi.com/ez_naviwalk/), 2003.
- [2] 株式会社ユビークリンク, “全力案内!”, <http://www.z-an.com/>, 2007.
- [3] google, “Google マップナビ”, <http://www.google.co.jp/mobile/navigation/>, 2010.
- [4] インクリメント P 株式会社, “MapFan for iPhone”, <http://www.mapfan.com/mobile/iphone/>, 2010.
- [5] T. H.ollerer, S. Feiner, T. Terauchi, G. Rashid, and D. Hallaway, “Exploring MARS: Developing indoor and outdoor user interfaces to a mobile augmented reality system”, *Computers and Graphics*, Vol. 23, No. 6, pp. 779-785, 1999.
- [6] 天目隆平, 神原誠之, 横矢直和, “「平城宮跡ナビ」マルチメディアコンテンツを利用したモバイル型観光案内システム”, 第 1 回デジタルコンテンツシンポジウム講演予稿集, No. S3-6, 2005.
- [7] “Layar”, <http://www.layar.com/>, 2009.
- [8] Newton Japan Inc, “ご近所ナビ”, <http://iphone.newtonstyle.com/?p=25>, 2009.
- [9] 蔵田武志, 大隈隆史, 興相正克, 加藤丈和, 坂上勝彦, “Vizwear: コンピュータビジョンとウェアラブルディスプレイによる人間中心インタラクション”, 高臨場感ディスプレイフォーラム 2001, pp. 47-52, 2001.
- [10] 興相正克, 蔵田武志, ウェアラブルカメラと慣性センサ群のデータ統合に基づくパーソナルポジショニング. 電子情報通信学会信学技報・第 12 回複合現実感研究会, PRMU2002-180, pp. 67-72, 2003.
- [11] M. Kalkusch, T. Lidy, M. Knapp, G. Reitmayr, H. Kaufmann, D. Schmalstieg “Structured Visual Markers for Indoor Pathfinding”, *Proc. ART’02*, Darmstadt, Germany, Sept. 29, 2002.
- [12] “ARToolkit”, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>, 1999.
- [13] google, “GoogleMapsAPI”, <http://code.google.com/intl/ja/apis/maps/>,
- [14] google, “Google Street View” <http://maps.google.co.jp/help/maps/streetview/>,
- [15] “NyARToolkit for android”, <http://sourceforge.jp/projects/nyartoolkit-and/>, 2010.
- [16] R. Tenmoku, M. Kanbara, and N. Yokoya, “Nara palace site navigator: Device-independent human navigation using a networked shared database”, *Proc.10th Int. Conf. on Virtual Systems and Multimedia*, pp. 1234-1242, 2004.
- [17] T. H.ollerer, S. Feiner, D. Hallaway, and B. Bell, “User interface management techniques for collaborative mobile augmented reality” *Proc. 1st CREST Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing*, pp. 17-25, 2002.