

拡張現実感を用いた空間認識に依存しない 周辺ランドマーク位置表示システム

中央大学理工学部情報工学科

佐藤智裕、牧野光則*

*makino@m.ieice.org

目的:

情報通信端末の普及やモバイルネットワークの整備により、デジタルマップを用いた道順確認はもはや常識となっている。その際に用いられる、全地球測位システム(GPS)を用いたナビゲーションシステムに、現実空間に沿って情報を付加する拡張現実感(Augmented Reality, AR)技術を導入して、現実空間の映像に経路情報を重畳表示する AR ナビゲーションシステムが研究・開発されている。

しかし、現在のナビゲーションシステム、AR ナビゲーションシステムには未解決の課題が残されている。まず、一般のナビゲーションシステムは周辺のランドマーク情報を十分には提示しないため、利用者自身が表示されている地図から把握する必要がある。その際、ランドマークがビルのテナントのように屋外に面していない場合、地図上でランドマークの存在が示されていても現実空間では見えないため、地図と現実との整合に支障が出る恐れがある。また、AR ナビゲーションシステムは現実空間と照合して利用者を誘導するが、夜間等十分な明るさがない場合に照合ができない、正しくないことがあるため、経路に沿った情報提示に誤りが含まれ、結果としてシステムの不安定動作に繋がる恐れがある。提示される情報の中で、ランドマークは曲がり角及び曲がる方向の目印として、あるいは進んでいる経路が正しいかどうかの確認手段として多用されている。ランドマーク情報が欠落した経路表示では不安を覚えるとの意見もある[1]ことから、ナビゲーションにおいて十分な質・量を備えたランドマーク情報の提示は重要な要素と言える。

そこで本稿では、既存の AR ナビゲーションシステムの課題である、ランドマーク情報提示が不十分な点、及び、空間認識が困難な場合に動作が不安定になる点の2点の解決を目的とし、インターネットを通じて現在地周辺のランドマーク情報を取得し、かつ、空間認識に依存せずに現実空間に重畳表示するシステムを提案する。

方法:

本稿では、空間認識を使用せずに重畳表示を実現し、周辺のランドマーク情報を提示するシステムを提案する。その際、現実空間を映像として取得する必要があること、ランドマーク情報の取得に Google Maps Platform[2]の WebAPI を用いるためインターネット通信が必要であること、端末のセンサの値を利用して重畳表示を実現すること、及び、端末画面を通して情報を提示することを考慮して、タブレット端末上で提案システムを実現する。システムでは、端末の現在地、ランドマークの緯度・経度からユーザとの相対距離と方位角を計算して仮想空間上にアイコンを配置する。さらに、ランドマークの住所から階層表示を抽出してアイコンの色を変化させる。その後、アイコンを配置した仮想空間の映像を端末のカメラで取得した現実空間の映像に重ねることで重畳表示を実現する。図1に提案システムの処理概要を示し、以下で主要部について説明する。

【現実空間と仮想空間の重畳表示】

本システムは端末のジャイロセンサを用いて仮想空間上でのオブジェクトの回転を端末の回転と同期させることで重畳表示を行う。端末のカメラで取得した現実空間の映像にこの映像を重ねることで、画面に映る現実空間にアイコンを重畳できる。

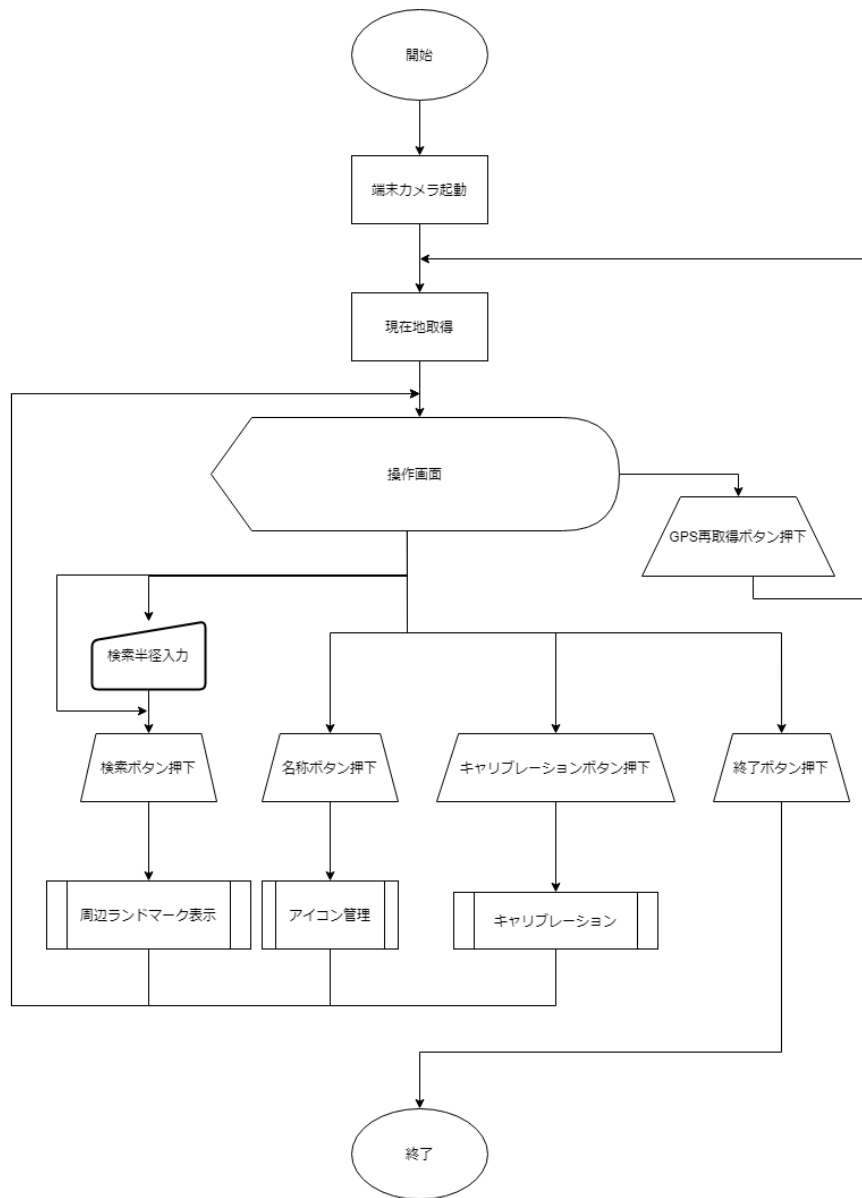


図 1 提案システムの流れ

【周辺ランドマークの表示】

まず、端末の GPS から現在地の緯度・経度を取得し、現在地から半径 n [m] のランドマークを取得する。ランドマーク情報を取得する半径は $0\sim 100$ m の範囲でユーザが指定できる。取得したランドマークの中から、ユーザは画面に表示する対象を選択できる。

アイコンの生成に際し、まず表示対象の緯度・経度と住所を取得する。地球上の 2 地点間(緯度 φ_1 、経度 λ_1)、(緯度 φ_2 、経度 λ_2) における距離 L [km] 及び方位角 θ [rad] は、それぞれ以下の式で求まる。

$$L = 6370 \cos^{-1}(\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(\lambda_2 - \lambda_1))$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\cos \varphi_2 \sin(\lambda_2 - \lambda_1)}{\cos \varphi_1 \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(\lambda_2 - \lambda_1)}\right)$$

次に、取得した表示対象の住所の文字列から、正規表現を用いて階層表示を抽出する。抽出結果によりランドマーク情報の表示色を以下の分類に基づいて決定する。

- 複合施設内のテナントの形態を取っている。
 - 1 階(地上階)に位置している。
 - 2 階以上(上層階)に位置している。

- 地下階に位置している。
- 位置する階層が不明である。
- 独立の建物・店舗の形態、または形態不明である。

【キャリブレーション】

端末の GPS やセンサの誤認識や低精度により正常に表示できない場合を考慮して、2つの建物から現在地と端末方向を調整する機能を具備する。具体的には、ユーザの眼前に位置する建物と正面に位置する建物の緯度・経度をそれぞれ取得し、前者を現在地に、前者から後者に対する方位角を端末の方向と定めることで調整を行う。

提案システムの特徴として、(1)ユーザ自身が表示対象を選択できること、及び、(2)端末とインターネット通信環境のみでシステムが完結すること、が挙げられる。一方、(3)API で取得するデータへの依存性が高いこと、及び、(4)現実空間での物体の重なりを考慮できないこと、がシステム動作への悪影響を与えることが考えられる。

結果：

表 1 に提案システムを搭載したタブレット端末の仕様を、表 2 に開発環境、図 2 にシステム使用中の被験者、図 3 に動作中のタブレット端末画面をそれぞれ示す。

表 1 タブレット端末仕様

製品名	Xperia™Z4 Tablet
OS	Android7.1.1
プロセッサ	Qualcomm Snapdragon 810 Octa-core
メモリ	3GB RAM
液晶サイズ	約 10.1 型
カメラ(リア) 有効画素	810 万画素
質量	約 389g

表 2 開発環境

開発アプリケーション	Unity2019.2.10f1
開発言語	C#
使用 WebAPI	Google Maps Platform



図 2 システム使用中の被験者



図 3 システム動作中の画面

提案システムを大学生 6 名の被験者がそれぞれ 3 箇所の日中と日没後の 2 回実験し、アンケートに回答した。アンケート結果を表 3、4 に示す。

表 3 アンケート結果(1)

	1(高)	2	3	4(低)
Q1:システムは容易に使用できたか	3	3	0	0
Q2:表示するランドマーク情報は位置把握に有効か	1	5	0	0
Q3:本システムを使用してランドマークの位置を把握しやすいか	0	6	0	0
Q4 本システムはナビゲーションでのランドマーク表示システムとして有用だと感じたか	1	5	0	0

表 4 アンケート結果(2)

	同様 1	2	3	変化大 4	使用不 可 5
日中と日没後でシステムの使用感に変化を感じたか	3	2	1	0	0

表 3 の Q2、Q3 にて全被験者から高評価を得ていることから、本システムによる重畳表示精度は実地使用に耐えうる程度に高く、提示するランドマーク情報が位置把握に有効だったことが分かる。しかし、最高評価をつけた被験者がそれぞれ 1 人、0 人と少ないため、ランドマークの位置を正確に把握できるほどの重畳精度及び情報量では提示できていない。次に、表 4 から、6 名中 5 名の被験者が時間帯によらず概ね同様にシステムを使用できたと評価しており、本システムは外部環境によらず概ね安定して動作していたと考えられる。

一方、自由記述で、被験者の半数からキャリブレーション結果に疑義が提示された。このことから、提案システムにて実装したキャリブレーション手法は位置及び方向の調整機能として十分ではなかったと考えられるため、改良が必要である。

結論:

本研究では、拡張現実感を用いた既存のナビゲーションシステムの問題点の解消を目的とし、空間認識に依存せず周辺のランドマーク情報を提示するシステムを開発した。提案システムでは、API から得たランドマーク情報を用いて仮想空間上にランドマークを示すアイコンを生成・配置した。そして、端末のカメラから現実空間の映像を取得し、仮想空間の映像を重ねて表示することで空間認識を用いず AR を実現した。ユーザ実験では、日中と日没後の 2 度実験を行い、重畳表示精度と提示情報の有効性、時間帯によるシステム動作への影響を検証した。

アンケート結果より、本システムは位置調整手法を除き、概ねランドマーク情報の提示に有効であること、外環境によらず同様に使用できることを確認できた。今後の課題として、提示するランドマーク情報の拡充、キャリブレーション手法の改善などが挙げられる。

参考文献:

- [1] 岩田裕樹, 柳澤政生, 戸川望: “ランドマーク表示歩行者向けナビゲーションシステム”, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集, pp.702-716, 2013.
- [2] Google Cloud: “位置情報 API Google Maps Platform”, <https://cloud.google.com/maps-platform/?hl=ja>
(最終アクセス日 2020 年 11 月 11 日)