

## 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

伊東 慎平<sup>†</sup> 高橋 秋典<sup>‡</sup> 田山稜大<sup>†</sup> 有川 正俊<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

## 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で低価格で提供されるようになった[1]. AR は、現実空間をカメラをとおしてコンピュータで認識し、コンピュータグラフィックスのバーチャルオブジェクトを現実空間の中に自然に正しく配置する機能と言える. その空間精度の精度は極めて高く、ミリメートルの精度を実現している. しかしながら、現在の AR 応用は、一般に「狭い」実空間を対象にしており、広い空間での応用範囲とは考えたものではない. 具体的には、地理空間座標を使ったものとはなっていない. 一方、地理空間座標データを利用する情報システムは、位置情報サービス(Location-based services: LBS)と呼ばれ、GPS からの電波を使った地球規模の広範囲の応用システムは、モバイルマップやカーナビなどさまざまな応用が実用化されている. GPS が提供する位置情報は、GPS 電波環境が良くても、誤差 5m 程度であり、環境が悪い場合は、位置精度は数 10~100m になる場合もあるというのが現状である. GPS は空間精度が低いために、低い空間精度でも実現できるモバイルアプリケーションが実用化されている. GPS と方位センサ(精度 5 度程度)を使った AR は、それらの空間精度に低さが分からないような、山、星座、飛行機などの遠くのオブジェクトを対象としたもの、あるいは、もともと正確な位置情報を持たない、Pokémon GO のような応用に逃げていたと言える. 近距離のオブジェクトで正確な位置情報が必要な AR 応用では、GPS を使わずに、QR コードを使って、全地球座標空間としてではなく、局所座標空間として楽しめる応用範囲のモバイル AR アプリがほとんどである. また、GPS の電波が届かない屋内空間や地下空間では、GPS は利用できず、たとえば Bluetooth を使ったビーコンによる離散的で低精度で局所的な屋内(Indoor)アプリがあるが、まだ始まったばかりであり、本格的な Indoor アプリはまだ存在せず、研究レベルで実用化されていない.

Camera-Based Indoor Human Navigation Using Heterogeneous Spatial Sensors

<sup>†</sup>SHINPEI ITO, Akita University

<sup>‡</sup>AKINORI TAKAHASHI, Akita University

<sup>†</sup>RYODAI TAYAMA, Akita University

<sup>‡</sup>MASATOSHI ARIKAWA, Akita University

本研究では、スマートフォンで提供されている AR の機能を、広範囲で利用可能にする枠組みを提案し、その実用性の検証を行う. 具体的には、AR の1つの機能である、画像認識とカメラ位置特定機能を利用して、現在のスマートフォンの位置と方向を、局所座標空間において特定し、次に、画像の大きさ、配置の地理空間座標と方位を持つ「マーカー画像-地理空間」データベースに基づき、スマートフォンの地理空間座標と方位を算出する枠組みを体系化、実装、実験を行い、提案手法の有効性を検証する.

## 2. AR 機能を広域へ拡張した LBS の意義と課題

AR、つまり高精度 3D 空間情報サービスにおいて、地理空間座標を扱うことができることは、LBS においては革命的な技術革新である. この要素技術は、自動車の自動運転技術の発展から来ていると考えられるが、現在の GPS のような低精度の空間情報ではなく、高精度を仮定した全く新しい応用が可能となる. 具体的には、地図のような少縮尺(たとえば、数千分の1の縮尺)の視覚表現ではなく、AR のような1分の1の縮尺で、現実空間のナビゲーションも可能となる. AR 機能で広範囲の位置情報サービスが実現できた場合、現在の GPS の存在意義も薄れてくるかもしれない. GPS の良い点は、カメラを使った位置特定に比べて、電力消費が少ない点、空間精度が低いためにプライバシーの侵害の度合いが大きい点に絞られ、現在の低精度の GPS の利用はいくつかの応用で将来なくなるかもしれない.

## 3. 高精度局所座標値の広域座標系への変換

図1を使って説明する. 現実世界のマーカーボード  $MB_i$ (例. 看板など)の位置(広域座標)と方角(広域方向)を  $(la_i, lo_i)$  と  $\theta_i$  と定義する. スマートフォンのカメラ  $Cam_j$  の位置(局所座標)は  $(la_j, lo_j)$ ,  $Cam_j$  から  $MB_i$  までの距離と方角は、 $d_j$  と  $\phi_j$  と定義する. これらの変数の関係は(1)~(4)の式で定義される. **Local2Global** は、メートル単位の局所的 2 次元座標値を、広域 2 次元座標(経緯度)に変換する関数である. **Rotate<sub>m</sub>** は、2 次元座標値を原点を中心に  $m$  だけ回転させる関数である.

$$\Psi_{ij} = (\Phi_j - \pi) - \theta_i \dots\dots\dots (1)$$

$$(X_L, Y_L) = \mathbf{Local2Global}(d_j, 0) \dots\dots\dots (2)$$

$$(X'_L, Y'_L) = \mathbf{Rotate}_{(\theta_i + \Psi_{ij})}(X_L, Y_L) \dots\dots\dots (3)$$

$$(la_j, lo_j) = (la_i, lo_i) + (X'_L, Y'_L) \dots\dots\dots (4)$$

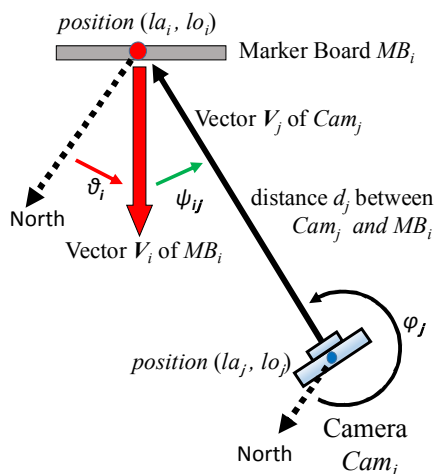


図 1: 局所座標値の広域座標系への変換

#### 4. 実証実験

われわれは、Apples 社の iPhone XS 上で、ARKit[1]を利用した実験システムを Swift を用いて実装した。

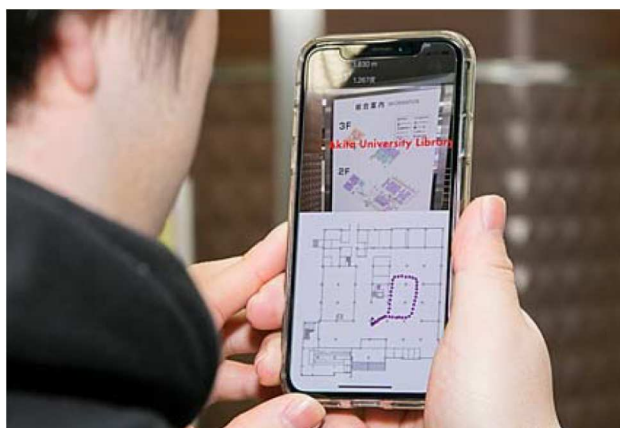


図2. 秋田大学附属図書館中央館でのインドアナビゲーションの実験の様子。フロアを一周した軌跡が閉じており、屋内での位置特定の精度が高いことが分かる

実証実験フィールドとしては、秋田大学手形キャンパスにある附属図書館中央館の1階のフロアで実験を行っており、最初の初期値の認識は、スマートフォンのカメラを使って、1階の入り口にあるフロアマップ看板の画像を認識させて、スマートフォンの地理空間座標の初期値設定を行っている(図2)。その後は、1階フロアを自由

に歩く、このときARのWorld Trackingの機能を使えば、カメラの位置と方向の特定は、数 mm の精度で行うことができる。カメラを使わずに、モーションセンサを使って移動しても、30メートル移動しても誤差は20cmであることが実験結果から明らかとなった。最新のモーションセンサが極めて優秀であることが分かった(図3)。

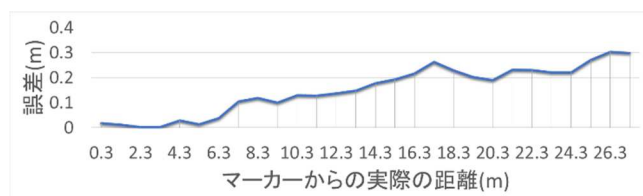


図3. AR機能(モーションセンサ)を使った、移動に対する、屋内位置センサの畳み込み誤差の実験結果

#### 5. おわりに

本研究で提案した枠組みは、屋内ナビゲーションとしては極めて有効であり、今後、ARを使って、本1冊までのナビゲーションの実現、および、階をまたがる移動にも強い屋内ナビゲーションのような高度な実用へと結びつけたい。

マーカーボードの認識には誤りが生じる可能性がある。これを回避するために、GPSと方位センサを用いて、低コストで位置・方向情報を用いたマーカーボードの事前絞り込みを行い、認識精度の向上およびマッチングの高速化を図る。モーションセンサの畳み込み誤差の解消方法としては、画像マーカーをある間隔ごとに設け、精度が悪い場合は、再度、近くにある画像マーカーの認識を行い、位置補正を行うという枠組みを考えている。本手法の問題点は、光学センサの認識処理が高コストであり電力消費が大きい点がある。高精度空間情報が必要ない場合は、モーションセンサおよび従来のGPSと方位センサでコストを抑え、ARなどの高精度位置情報が必要になったときだけ光学センサを使う適応型位置情報サービスの研究も今後計画している。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15H02791, JP17H00839, JP26240049, JP16H01830 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

[1] ARKit, Apple Inc., <https://developer.apple.com/arkit/>