

# 鉄道サインに着目した屋内測位に関する基礎技術の開発

清水智弘・中山忠雅・向井雅俊・林建一・越澤勇太

## Development on fundamental indoor positioning technology focused on railway signboards

**Tomohiro SHIMIZU, Tadamasa NAKAYAMA, Masatoshi MUKAI,  
Kenichi HAYASHI and Yuta KOSHIZAWA**

**Abstract:** The accurate acquisition of positional information is more important because the pedestrian need support the smooth movement where the station has become complicate. First of all, the authors are going to investigation the issue such as near field communication. After that, they are going to device of the self-localization estimation method in the indoor environment using the pedestrian takes picture to sign boards by such as smart phone. Specifically, it can collate with a high recognition rate in the indoor-GIS database using by the image processing technology such as the neural networks and the augmented reality technology based on characteristic points. Also, the authors developed the prototype because the investigation to availability by the acquisition of positional information using sign boards in the Osaka station.

**Keywords:** 屋内測位 (indoor positioning), 屋内 GIS (indoor-GIS), 鉄道サイン (railway signboards)

### 1. はじめに

GPS の届かない屋内で自身の位置を特定する測位環境の構築が準天頂衛星の活用とならぶ重要な空間情報インフラとして位置付けられている(国土交通省国土政策局, 2014). 多様化かつ複雑化する鉄道駅において正確かつ簡便に屋内位置情報が取得できる環境を構築していくことは、高精度測位社会の実現のために重要な役割を担っている. 鉄道の屋内空間において自己位置を特定することは、モバイルアプリケーションの開発等による利用者向けのサービスに活用できる

ことに留まらず、テナントスタッフや案内コンシェルジュ、設備保守作業等々の事業者サイドに対してのサービス強化や業務の効率化にも役立てることができる. さらに、ロボット制御等による新たなサービスの創出も期待できる.

### 2. 既存の屋内測位技術

屋内測位技術については、IMES の GPS 技術を利用した測位方式、可視光や非可聴音などを利用した測位方式などさまざまな屋内測位方式が提案されており、その中で無線 LAN (Wi-Fi) などの近距離無線通信技術を利用した測位方式が主流になりつつある. Wi-Fi 測位の場合、測位精度は、一般的に数 m~10 数 m とされているが、ア

---

清水智弘 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20

ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社

Phone: 06-6303-6981

E-mail: shimizu.tomo@jrmc.co.jp

アクセスポイント（以下、AP）の設置環境に大きく左右される。測位精度を向上させるためには、追加で AP を設置するなどして密度をあげる必要が発生してしまい、結果として大規模なインフラ整備が必要となり、その初期コストやメンテナンスコストが必要になる場合がある。また、鉄道駅特有の課題としては、吹き抜けや柱が多い、通路が広いなど複雑な空間構造であるほど電波環境が安定せず、測位精度が不安定になる。このように、Wi-Fi 測位をはじめ、さまざまな測位技術が提案されてきているものの一長一短あり、デファクトスタンダードな方式として確立するには至っていない。そこで昨今では、複数の方式を組み合わせることで補完しあうハイブリットな測位手法が推進されており、今後も屋内測位に関しては、場所や用途に応じてふさわしい方式を選択あるいは組み合わせることで使用することになっていくと考えている。

### 3. コンセプト

駅構内の中で「空間上の位置関係」を示す重要な情報手段として「サインシステム（以下、サイン）」がある。サインは、動線に沿って適所に配置され、移動する利用者への誘導・案内といった情報提供を視覚的に行っている。駅構内で位置情報を取得するためには、これらサインを活用することが有効ではないかと考えた。

JR 西日本は、サインに関する一連の情報を一元管理するために「サイン管理システム」を平成 25 年度に開発している（久保ほか，2014）。本システムは、サインのサイズ（縦×横）や管理者などの単なる台帳情報のみならず、サイン計画・設計時の版下画像にくわえ、サインの設置位置や向き、サインが記載しているエリア情報（施設、場所）などの位置情報や可視範囲といったさまざまな付加情報がデータベース化されている屋内 GIS である（図-1）。この屋内 GIS のデータベースを活用した屋内測位手法を検討することとした。

具体的には、駅構内のサインをスマートフォンなどでかざして画像を取得し、屋内 GIS のデータベースと照らし合わせることで自己位置を推定できる方式について基礎開発を行った（図-2）。

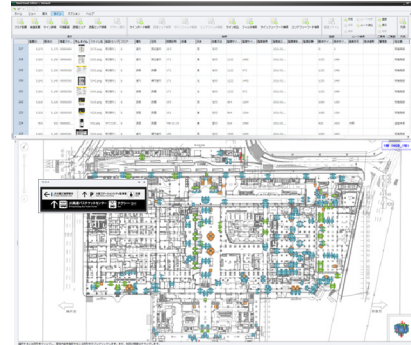


図-1 屋内 GIS（サイン管理システム）



図-2 自己位置推定の概要

### 4. 技術検討

「サイン抽出・認識」、「サイン識別」、「自己位置推定」の技術検討を行い、その結果を踏まえて試作機を開発することにした。また、JR 大阪駅 1 階の多様かつ類似性の高いサイン 20 種類を用いて技術検討を行っている（図-3～5）。

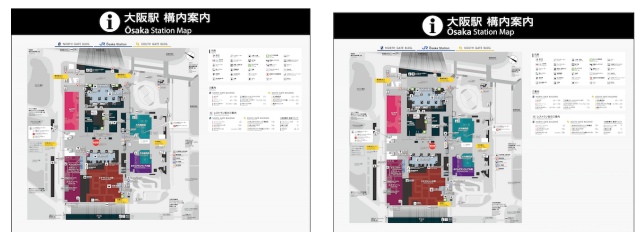


図-3 現在地表記のみ異なるサイン



図-4 同一の特徴を含むサイン

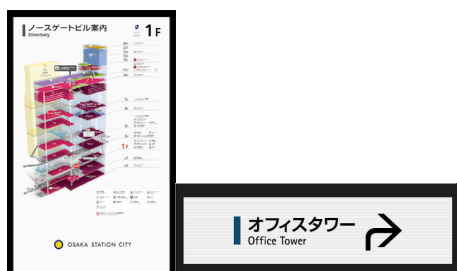


図-5 複雑・シンプルなサイン

#### 4.1 サイン抽出・認識

サインは、容易に識別できるようにするため図色と地色の明度の差を確保することが推奨されている（交通エコロジー・モビリティ財団, 2007）。単純な矩形で構成され、かつその明度差も大きく設計されているサインを識別するために AR 等で用いられる特徴点ベースの画像認識技術が効果的ではないかと考えた。具体的には、計画・設計時の版下画像データから得られた特徴量を用いて、スマートフォンなどのカメラ機能で撮影された画像の中から特徴量が類似する箇所をサインとして認識させている（図-6）。

本手法は、サインに近づけすぎてしまうと十分な数の特徴点が映らずサインを認識できない。また、サインから離れすぎてしまうとサインとして認識できなくなってしまう。対象となるサインの大きさや特徴量の多さにもよるが、概ねサインから 5m 程度の距離まで離れてもサインとして認識でき、位置・姿勢行列の算出が可能であることがわかった。また、正面からだけではなく、最大で概ね 60° 程度まで斜めからサインを写した場合でも認識し、カメラの向いている角度を推定することができた。

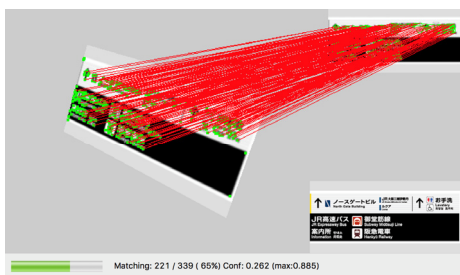


図-6 サイン中の特徴点マッチング

#### 4.2 類似度の高いサインの識別

基本的には、前節の特徴点ベースの画像認識技術でサインを認識することが可能だが、図-3 のような一部の表記だけが異なる類似度の高いサインまでを識別することが難しい。そこで、類似度の高いサインについては、処理を 2 つのステップに分けた。まずは、前節の特徴点ベースの画像認識技術で類似度の高いサインをひとまとめに認識させ、その後、ニューラルネットワークを用いて識別を行った（図-7）。

通常、カメラで撮影された画像をニューラルネットワークで識別するためには、さまざまな角度から撮影された識別対象の教師データを準備しておく必要がある。しかし、本手法では、前節の特徴点ベースの画像処理技術によって算出されたカメラの位置・姿勢（外部標定要素）とカメラの内部パラメータ（内部標定要素）からサインの正対画像を作成できるため、教師データについても撮影角度の異なる多様なデータを用意しておく必要はなく、正対画像のみ用意しておけばよい。そのため、通常的手法に比べて格段に少ない教師データでサインの認識を実現することができた。また、これによって学習済みのモデルデータの容量を低減し、処理速度の向上にも成功した。

本手法（サイン抽出・認識と類似度の高い識別）について今回サンプルデータとして使用した 20 種類のサインで検証した結果、類似度が高いあるいは複雑であったとしても問題なく認識・識別可能であることを確認できた。

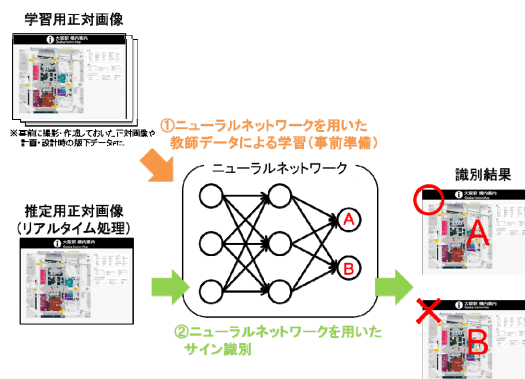


図-7 類似したサインの識別

### 4.3 自己位置推定

前節までの特徴点ベースの画像認識結果の位置・姿勢行列とあらかじめ登録されたサインの実寸の大きさを元にサインからの相対位置を計算した。つぎに、計算されたサインからの相対位置とあらかじめ登録されたサインの絶対位置（平面直角座標系 X, Y）と掲出サインの方向（南を 0 度とした反時計回りの角度）から現在位置を計算した（図-8）。推定結果は、サンプルデータ 20 種類のサインで平均 20cm 程度の誤差であった。これは、他の屋内測位技術と同等もしくは、高い推定精度であるため、本手法は有効であるといえる。

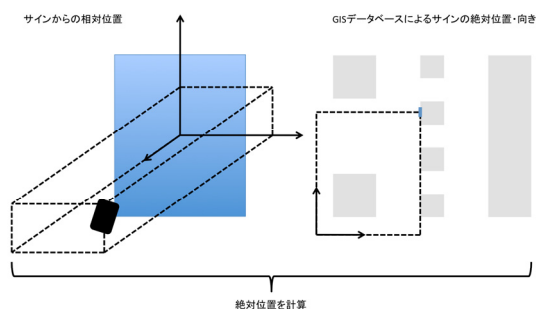


図-8 自己位置推定

## 5. おわりに

位置・姿勢推定が可能な特徴点ベースの画像処理技術と、高精度な識別が可能なニューラルネットワークの組み合わせによって双方の弱点を補完でき、屋内位置を推定する有効な手法であることを見出すことができた。

一部が隠れた場合や、近づきすぎてカメラからはみ出してしまう場合において識別が不安定になってしまうといった課題が残された。実用的には、歩行者などによって遮蔽されてしまう場合や、最近隣のサインが近すぎてカメラに映らない場合なども想定されるため、より識別の精度を高めていくための検討が必要である。

一方、現在の認識可能なサインからの離れは、5m 程度離れた場所までとなっているが、本手法では、認識のパフォーマンスを考慮し、カメラに

映った画像の解像度を劣化させた状態で行っている。したがって、カメラの解像度を向上させることで、認識可能な距離を伸ばすことは可能であると考えている。ただし、解像度が高くなればなるほど、抽出される特徴量が増大し、比例して処理時間も長くなるため、実用化の適用場面に応じた認識精度の要求水準と即応性の両側面から検討していかなければならない。

また、サインの視距離といった人間の視覚構造（清水ほか、2013）やサインのつながりや影響範囲といったサインの空間構造（清水ほか、2014）などを考慮した推定方法についても検討を進め、アプリケーションとして実装していきたい。

さらに、本手法では、常にサインを認識させておく必要があるが、SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）などの技術と組み合わせるサイン以外の周辺環境（壁や柱、床の模様など）といった建物構造を特徴量として捉えることで、サインが途切れたとしても連続してナビゲーション可能となる手法についても検討していきたい。

## 参考文献

国土交通省 国土政策局（2014）：高精度社会に向けた取組状況。

<[http://www.eiseisokui.or.jp/media/pdf/forum\\_12/05.pdf](http://www.eiseisokui.or.jp/media/pdf/forum_12/05.pdf)>

久保里枝・生田亮・大川毅昌・中山忠雅・木下貴史・清水智弘・長濱里奈（2014）：駅サイン計画・管理の為のサイン管理システムの開発，地理情報システム学会講演論文集，**23**，C-5-5（CD-ROM）。

交通エコロジー・モビリティ財団（2007）：公共交通機関旅客施設のサインシステムガイドブック，pp.54-89，株式会社大成出版社

清水智弘・吉川眞（2013）：駅空間におけるサインに着目した屋内測位技術の検討，地理情報システム学会講演論文集，**22**，C-6-2（CD-ROM）。

清水智弘・吉川眞（2014）：サインに着目した鉄道駅の空間構造モデルを用いた屋内測位手法の検討，地理情報システム学会講演論文集，**23**，E-7-3（CD-ROM）。