

スマートフォンによる姫路市街の位置情報提供サービスの開発

兵庫県立大学 通信・電波応用研究グループ

1. はじめに

本報告では無線 LAN (Wi-Fi) 電波による自己位置推定技術を用いて、姫路市街地域における複数の商店街のホームページを統括したサービスの開発をテーマとした。姫路エリアではここ数年、駅周辺整備が進められ賑わっている。従来からある商店街とともに新たなエリアを有機的に結び付け、住民および観光客の利便性を高め、長く姫路が発展するためのツールとして、近年普及しているスマートフォンと無線 LAN を利用した道案内システムを構築し、実用化へ展開することを目指す。

2. 背景

姫路城の「平成の大改修」の後、姫路市の大規模な再開発プロジェクト「キャストィ 21」により、姫路エリアに賑わいをもたらしている。買い物客は市内の各商店街情報をインターネットで得ることも多い。また、スマートフォンの普及により、現地で情報を得ることもできるようになっている。その際には各商店街のホームページを参照するとともに、GPS などによる位置推定技術を適用したナビゲーションサービスが用いられることが多い。

一方、観光客は国内外から集まり、多彩な特性を持つ。観光案内所の多言語化など種々の対応策がとられている。多くの観光客がインターネットの観光地紹介によって事前に様々な情報を得ている。遠方から訪れる観光客は、現地においてもその情報を必要とする。このような状況で、観光客は引き続きスマートフォンを用いてインターネットから情報を得ようとする。その際に外国からの観光客には、無料の無線 LAN いわゆるフリー Wi-Fi に人気が集まっている。姫路市においても外国人観光客へのおもてなし向上策として無料 Wi-Fi インターネット環境 HIMEJI Wi-Fi を開始している。今後、これら Wi-Fi を利用した国内外の観光客への集客の取り組みは重要と考える。あわせて、インターネットによる観光地案内も引き続き重要である。

姫路城～姫路駅の商業エリアは観光客が訪れるとともに住民に買い物・娯楽の場を提供している。集客のためのツールは多く開発されており、その中でも市街地の紹介を行うホームページは重要である。

姫路市観光用に提供されているホームページとして姫路観光ナビなどがあり、スマートフォン用ページも用意されている。また、姫路市全域に関するホームページの他に、みゆき通り、おみぞ筋、西二階町、piole、グランフェスタなどが独自にホームページを作成し、店や企画の紹介による集客効果を上げているホームページがある。一部に GPS による位置情報と関連づけているものもあり、ユーザ位置を地図上に示すナビゲーションは現地で情報提供するために重要である。

3. 課題と本テーマの考え方

これら複数のホームページは独自に作成されるため、互いに融合させることによる集客効果を得るのが困難となる。一方、これら全体をまとめた一つのホームページを作成するのは、管理運営の継続性の観点から困難となる恐れがある。また、位置推定機能は GPS を用いた全国用ナビゲーションシステムが一般に用いられる。しかし、GPS のみによる位置推定では地下街やビル内では適用できないという問題がある。

本研究はそれぞれのホームページはそのままに、全体を統括したホームページを開発することを目的とする。開発するアプリケーションをスマートフォン上からアクセスし、ユーザの位置情報を地図上に示し、さらに、それぞれのホームページに誘導する仕組みとする。個別ホームページの管理は従来通りそれぞれの地域・商店街で行う。

本研究の技術的新規性は位置情報の取得と利用にある。屋外においては GPS による精度の高い位置推定が可能である。これは、商店街から姫路城を結ぶ屋外エリアでの位置推定に必須となる。しかし、地下街などでは GPS 電波が届かないため、他の手段が必要となる。スマートフォンで利用できる電波として無線 LAN (Wi-Fi) がある。これを利用して屋内外の個別エリアを結んで各ホームページへ

の誘導が可能となる。

これまで、本研究室においては無線LANで高精度に位置推定する技術とGPSとの切り替え技術の研究を行っており、みゆき通りやグランフェスタなどでの実験も進めている。これらの技術を用いたシステムの開発は有意義なものと考えている。

4. 位置推定技術（無線LANによるFinger-Print方式）

Finger-Print方式とは、事前に受信電界強度を測定してデータベースを作成し、位置推定する際に取得した受信電界強度とデータベースを比較することで現在位置を推定する手法であり、次の手順をとる。

①座標を設定する

サービスエリアに座標を設定する。座標の数や間隔、配置などは設計者が任意に決定する。商業エリアでの道案内システムの場合、座標の配置については各店舗の前に直線状に配置するなど実際に提供するサービスによって決めることができる。

②データベースを作成する

各座標でアクセスポイントの識別信号と各アクセスポイントからの受信電界強度を記録してデータベースとする。ここまですべての位置推定を行う前に事前準備として行っておく必要がある手順となる。

③ユーザデータとデータベースを比較する

位置推定を行う際にはユーザが現在地点におけるユーザデータ（アクセスポイントごとの識別信号、受信電界強度）を取得し、②で記録した各座標におけるデータベースと比較する。計算を全座標について行い、この誤差が最も小さい座標を位置推定結果とする。

5. 道案内システムの構成

道案内システムは、ネットワーク上のサーバーとユーザの端末で構成される。(1) ネットワーク (2) Finger Print データベース構築用アプリケーション (3) ユーザアプリケーションで構成される。

(1) ネットワーク

最終的に構築したいと考えるネットワーク構成を図5.1に示す。ネットワークの上にサーバーを設け、ここにFinger Print位置推定用のデータベースを置く。ユーザ端末はWi-Fi通信機能を持ち、Android OS上に開発したアプリケーションをインストールする。このアプリケーションは周辺の複数のWi-Fiアクセスポイントからの電波の受信電界強度を測定する。測定結果はWi-Fiまたは携帯電話回線を介してサーバーに送られ、サーバー側でデータベースと比較することで位置を推定する。この結果をネットワーク経由でユーザ端末に転送する。この際に店舗情報など関連するサービス情報を合わせて送ることもできる。

以上は最終的な構成であるが、現時点では位置推定技術と道案内システムの検討のため、サーバーを用いず、データベースはユーザ端末内に置いている。このデータベースはユーザアプリケーションとは別ファイルとして端末内に置かれ、ユーザアプリケーションは同じユーザ端末内のファイルを参照する構成にしている。

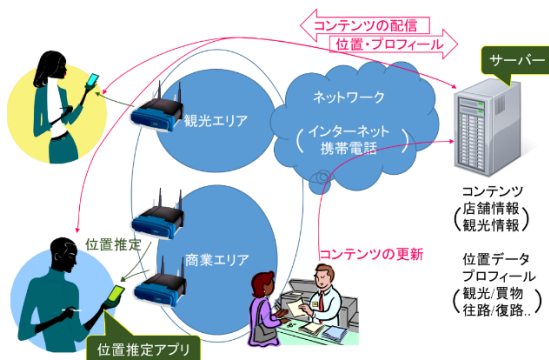


図 5.1 ネットワーク構成



図 5.2 ユーザ用画面例

(2) データベース構築アプリケーション

Finger Print 方式において、サービス提供者は事前にサービスエリアに行き、各座標点で Wi-Fi アクセスポイントごとの受信電界強度を測定してまとめたデータベースを構築する。広いエリアにおいて多数の座標点でのデータを取得するにはコストをできるだけ削減するため、測定の簡易化が必要となる。

そのため、測定には持ち運びやすいスマートフォンを用いる。このスマートフォンに開発したデータベース構築用のアプリケーションをインストールして利用する。このアプリケーションでは測定者が簡易に表示地図上で位置を設定し、ワンクリックで周辺アクセスポイントからの受信電界強度を測定、記録できる構成とした。また、地下街など GPS が使えないエリアにおいては緯度経度情報を直接得ることはできない。街地図については商店街固有の地図上に位置を示すことができるようにデータベースを構築する。この地図には各商店街のホームページ上の地図を用いている。

測定者が立つ座標点を選択したのち、測定開始ボタンを押す。これにより、アプリケーションは周辺にあるすべての Wi-Fi アクセスポイントからの受信電界強度とアクセスポイントの識別信号を取得する。アクセスポイントの識別信号と受信電界強度が測定者の入力した地図上の位置と関連して記録されることにより、ユーザにはその地図上の位置が示される。

(3) ユーザアプリケーション

ユーザは自身が日頃利用するスマートフォン上にユーザアプリケーションをインストールして道案内サービスを利用する。インストール後はアプリケーションアイコンをクリックすることによりアプリケーションを起動する。起動後は自動的に Wi-Fi で推定された端末の位置を用いて周辺の地図が選択され、図 5.2 に示すように、その地図上に現在位置が表示される。位置情報とともに近隣の店舗情報をリンクするなどして集客のための機能を作ることを想定している。

アプリケーションを立ち上げると、地下街などの個別のエリアごとに地図を選択することができる。また、「現在位置追従」を選択することで、推定された位置を示す地図を自動で選択することもできる。たとえば「現在位置追従」の設定にしてある地下街でユーザアプリケーションを起動すると自動的にその地下街の地図が表示され、その地図上に現在位置が表示される。次に、測定が開始されると Wi-Fi アクセスポイントとそれぞれのアクセスポイントからの受信電界強度が測定される。ただし、この値は直接ユーザに表示しないように設定できる。

6. 実験

これまでに姫路駅北口のみゆき通り、二階町通り、おみぞ筋、グランフェスタ地下街においてデータベース構築アプリケーションを用いてデータベースを構築した。

ここで店舗数は約 300 店である。総延長距離は約 1.5km となる。おおよそ店舗単位での位置を座標としているが、店舗が両側にある場合もあり座標数は 270 であった。1 座標の測定時間を 50 秒としている。移動などを含め 1 座標あたりの測定時間は 1.5 分程度であり、270 座標で 6~7 時間・人を要する。実際には 2 組に分かれて測定を行い、2 日間かけて一通りのデータを取得した。今回は学生 2 人 1 組で測定を行ったが、1 人で測定可能である。

7. マップ切換え

ユーザが複数の商店街を行き来する場合、他の商店街に移動時に、スマートフォン上のマップがユーザの位置に合わせて切り替わる必要がある。そこで、マップの切り替えに方式について検討した。二階町からみゆき通りへ、あるいはみゆき通りから二階町へユーザが移動する場合を考える。このようにユーザが商店街 A から商店街 B に移ったことを検知して曲がってからマップを切換える。

二階町(商店街A)からみゆき通り(商店街B)に移動した時、図 7.1 に示す交差点(座標 0)ではマップを切り替えず、みゆき通りに入った座標 1 または -1 で切り替えればよい。

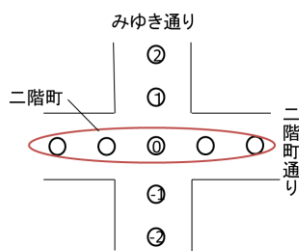


図 7.1 商店街の領域と座標番号

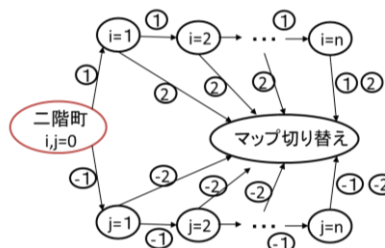


図 7.2 状態遷移図

そこで、ユーザが長時間滞在し座標 1 を複数回続けて検出した場合、または座標 2 を検出した場合にマップを切り替えることとした。この時の状態遷移図を図 7.2 に示す。この図では n 回連続して座標 1 に位置推定した場合か、座標 2 を検出した場合にマップを切り替える。 n を定めるにあたり、評価指標として、誤切り替え確率、不切り替え確率を用いる。誤切り替え確率とは、座標 0 に居続けるにも拘わらずマップを切り替える確率である。不切り替え確率とは座標 1 に居続けるにも拘わらずマップが切り替わらない確率である。正しく位置推定されれば、誤切り替え、不切り替えは起きないが、推定誤りがある場合にこれらが発生する。これらの確率は位置推定の誤り率に依存する。今回の開発では理論式を用いた設計と行うとともに、実測で動作確認をした。

8. まとめと今後

本テーマでは、姫路市街の複数の商店街のホームページの連携を目的に、無線 LAN により位置推定を行い、ユーザ位置に合わせて地図を切り替えて位置を表示するシステムを提案した。開発したアプリケーションを用いて、姫路市の複数の商店街を連続的に利用できるように無線 LAN 電波の測定を行った。実験ではみゆき通り、二階町、おみぞ筋、グランフェスタで無線 LAN 電波を測定し、その結果をデータベースとした。それぞれの位置において位置推定できていることを確認した。さらに、ユーザが移動して異なる商店街に移った時に、マップを切り替える仕組みを検討し、切り替えが行われることを確認した。

今回開発した実験用システムについては、今後 2019 年度前半に実証実験として、商店街でホームページを担当されている方を中心に紹介を行った後、求められる機能の追加と使い勝手の良いユーザインターフェースの開発を進め、2020 年度システムの公開・実用化を目指す。