

無線 LAN 屋内位置推定のためのフロアマップの構造化

鈴木 友基[†]名古屋大学工学部[†]梶 克彦[‡]名古屋大学大学院工学研究科[‡]河口 信夫[‡]

1. はじめに

現在、地図や建物などにおいて、その位置の詳細情報などを生成し管理することが重要であると考えられている[1][2]。我々は、屋内位置推定技術として、無線 LAN を用いたシステムを研究している[3]。現在、このシステムでは、一般ユーザからフロアマップを投稿してもらい、推定位置情報をフロアマップの座標として提供している。フロアマップはカメラで撮影された画像や Web サイトに掲載されている画像などの簡易なものである。

現在、このシステムが持つフロアのデータはフロアマップ画像のみであり、提供できる情報はフロアマップ画像中の座標のみである。推定位置情報を座標ではなく、部屋名や店舗名などのテキスト情報で提供するためには、壁の位置や部屋の情報などを含んで構造化された情報を持つ必要がある。構造情報を持つことで、推定結果のテキスト表現や、壁などの無線 LAN の電波強度に影響する情報の位置推定への活用などが可能になる。

本研究では、画像処理や光学文字認識などを用いて、フロアマップ画像から部屋や店舗などの名前や位置などの情報を抽出し、フロアマップに構造情報を持たせることを目的とする。

2. フロアマップの構造化

人は周辺の情報取得するのにフロアマップを利用する。しかし、システムが人に情報を提供し、支援しようとする場合、システムにとって、画像のみのフロアマップは不十分である。位置に依存した様々なサービスを提供するために、フロア情報には、座標や壁などの情報だけでなく、店舗の情報や部屋の種別などの情報が必要である。

そこで本章では、フロアマップ画像のみの次の段階として、フロアマップ画像から部屋や店舗などの名前と位置や形状の情報を抽出し、構造情報としてフロアマップに付与する手法を述べる。

フロアマップ画像全体を対象として部屋領域を抽出する画像処理を行うと、通路やフロアの外などの情報が多く抽出されてしまうため、本研究では、フロアマップの部屋領域には多くの場合その部屋の名前が記されていることに着目し、まずフロアマップ画像中の文字領域の抽出を行い、それぞれの文字に対応した部屋領域を抽出し、構造情報としてフロアデータに付与するアプローチをとる。

2.1. 文字領域の抽出

フロアマップ画像から文字領域を抽出する手法を述べる。フロアマップ画像中で、文字領域は周辺に対して比較的凹凸が激しく複雑なので、トップハット変換を基本とした手法で複雑部分を挙げ、文字領域を抽出するアプローチをとる。

文字領域の複雑さに着目して、モルフォロジー演算のトップハット変換とブラックハット変換を組み合わせた処理を行う。入力画像を収縮して膨張したオープニング画像と、入力画像を膨張して収縮したクローズング画像の差分を取り、出力画像(図1右上)をグレイスケール化し、2値化する。この処理によって、凹凸の激しい複雑な領域が抽出されるので(図1左下)、出力画像から輪郭を検出する(図1右下)。

検出された輪郭の中から、輪郭を包括する矩形の幅か高さが過小なものや面積が過大なものを除外し、文字領域を判定する。

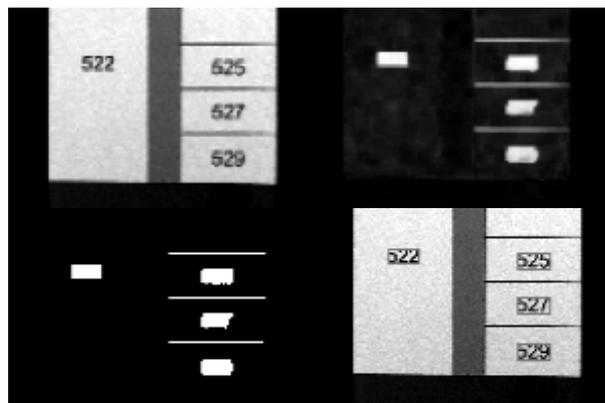


図1 文字領域の抽出
(左上:原画, 右上:モルフォロジー演算,
左下:2値化, 右下:出力画像)

Structuring Floor Map for Wireless LAN Indoor Location Estimation

Yuki Suzuki[†], Katsuhiko Kaji[‡] and Nobuo Kawaguchi[‡]

School of Engineering, Nagoya University[†]

Graduate School of Engineering, Nagoya University[‡]

2.2. 部屋領域の抽出

フロアマップ画像から部屋や店舗などの領域を抽出する手法を述べる。フロアマップ画像中で、部屋や店舗などの領域は周辺領域に対して、仕切り線や色分けによって区別されている。前節で文字領域が抽出できているので、文字周辺の最内側の輪郭を検出するアプローチをとる。

前節で抽出された文字領域の中心座標の周辺に対して、文字領域の外に及ぶまで、マスク画像に塗りつぶしを行う(図2左)。このとき、色の差の許容値には、ある程度の幅を持たせる。文字周辺の同一色な領域が抽出されるので、マスク画像から輪郭を検出する(図2右)。

検出された輪郭の中から、面積が過小なものや輪郭を包括する矩形の面積が過大なものを除外し、部屋領域を判定する。部屋領域と判定されなかった元の文字領域は除外する。

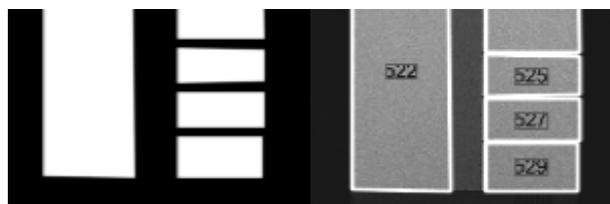


図2 部屋領域の抽出
(左: マスク画像, 右: 出力画像)

2.3. 構造情報の付与

フロアマップに構造情報を付与する手法を述べる。フロアマップに、フロア内にある部屋や店舗などの名前と領域のポリゴン情報を付与する。一節で抽出された文字領域のOCRの結果から部屋や店舗などの名前をテキストで取得し、二節で抽出された部屋領域の輪郭をポリゴンで近似して座標のシーケンスを取得する。取得したそれぞれの情報を対応付けし、今後の屋内位置推定の応用に対応して情報の追加や加工できるように、XML形式で保存する。

3. 評価実験と考察

Webサイトに掲載されている画像とカメラで撮影された画像とに分けて評価実験を行った。Web画像は、検索サイトで、「名古屋 フロアマップ」と検索し、フロアマップが取得できた上位7施設から素数階フロアを取り出した36のフロアマップを利用した。写真は名古屋大学の施設内に掲示されている中から18のフロアマップを利用した。フロアマップ毎に、フロアマップ上の部屋領域の数に対して、抽出された領域の数と誤って抽出された領域の数を調べ、全部屋領域に対しての適合率と再現率を求めた。

表1 部屋領域抽出の実験結果

| | 適合率 | 再現率 | F 値 |
|--------|------|------|------|
| Web 画像 | 0.87 | 0.87 | 0.87 |
| 写真 | 0.91 | 0.94 | 0.92 |

表1に結果を示す。Web画像よりも写真の抽出精度がよいのは、大学内という限られた環境を用いたことが影響している。Web画像において、再現率100%のフロアマップは25%で、適合率100%のフロアマップは47%であった。写真においては、再現率100%のフロアマップは11%で、適合率100%のフロアマップは60%であった。

Webサイトに掲載されている画像で、適合率が80%を切ったのは1施設の3フロアであった。これらはいずれも、部屋を仕切る線が文字領域と重なっていたため、適合率が低くなったと考えられる。この施設のフロアマップでは、再現率も小さい。

抽出率が80%以上のフロアマップでの抽出不足のほとんどは、文字領域の密集や1文字の文字領域などで、正方形に近い文字領域が正しく判定されていないことが原因である。これは、文字領域の形状ではなく、OCRを用いて文字領域を判断することで解決できると考えられる。

誤抽出のほとんどは、トイレやエレベータなどのマークが文字領域として抽出されていることが原因である。

4. おわりに

本稿の手法によって、Webに公開されたり一般ユーザから投稿されたりするフロアマップ画像から部屋や店舗などの構造情報を抽出することができた。

今後の課題として、部屋領域の自動抽出精度を向上させるとともに、ユーザがインタラクティブに構造情報を修正・補足できるシステムを構築する必要がある。さらに、部屋の構造情報を用いて無線LANに基づく位置推定精度を向上させる手法を検討する予定である。

参考文献

- [1] 「国土交通省国土計画局 GIS ホームページ」, <http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/gis/>
- [2] Lee, G., Sacks, R. and Eastman, C. M.: Specifying Parametric Building Object Behavior (BOB) for a Building Information Modeling System. *Automation in Construction*, 15(6), pp.758-776 (2006)
- [3] 梶克彦, 河口信夫: indoor.Locky: 屋内位置推定のための無線LAN情報プラットフォーム, 情報処理学会研究会報告, Vol.2010-MBL-56 No.1, pp.1-6 (2010)