

街並画像 DB を利用したビル壁面の窓面積比の推定手法 A method for detecting ratio of window area in building wall from streetscape images

上野 智史
Satoshi Ueno

川田 亮一
Ryoichi Kawada

1. はじめに

携帯端末の通信品質を高めるためには、適切な基地局配置によるエリア構築が重要となる。適切な基地局を配置するためには事前に精度の良い電波伝搬シミュレーションを行うことが効果的である。特に都市部においては、ビルの形状・高さをデータ化した 3D 地図が活用されている。しかしながらこれらの 3D 地図は、比較的大きなメッシュサイズ(25m 程度)の直方体の組み合わせでビルを表現するものが大半であり、電波伝搬モデルとしての精度は十分とは言えない。電波伝搬に影響を及ぼす要素は他にもいくつか存在し(2 章参照)、これらを実地に調査すると莫大なコストがかかり問題となる。

一方、近年では Google Maps Street View[1]などの GIS(Geographic Information System)サービスにより、位置情報と方向情報が付加された全方位カメラ街並画像データベースが手軽に利用可能である。

そこで、筆者らは、一般に公開されているこれらの画像を解析することにより、低コストで電波伝搬モデルを高精度化することを検討している[2]。本稿では特に、ビルの内部での通話品質に影響のある、ビル壁面に占める窓領域の割合の自動推定手法を提案する。

2. 電波伝搬シミュレーションにおける課題

都市部での携帯電話の繋がりやすさを正確に推定するためには、ビルの形状のほか、次のような情報が重要である。

- i. ビルの壁面に占める窓領域の面積の割合：
建物内部にいるユーザの通信状態に影響がある。
- ii. ビル屋上部の看板の存在：
建物自体の高さを元に推定した伝搬モデルよりも電波の遮蔽される割合が実際は大きくなる。
- iii. 樹木領域の存在
樹木帯によっても電波はある程度遮蔽される。

これらはいずれも街並画像 DB から判別可能である。我々はこれまでに iii.の樹木領域、中でも街路樹の自動検出手法を検討し、その有効性を確認した[2]。本稿では i.の窓領域割合の自動推定について検討を行う。図 1 に示すように個々のビルの属性として窓面積比を付加する。個別の窓形状ではなく面積比としている理由は、電波伝搬モデルの精度として、個々のビル程度の大きさまでを想定しているからである。また推定精度としては、同様の理由から誤差±10%程度が求められる。

窓領域の検出に関しては、Haider らが輝度情報を用いてカスケード型決定木に基づく学習による窓領域の分割手法を提案している[3]。本手法は、洋式の建物で窓領域がそれぞれ孤立している建物に対して窓領域を検出している。しかし、都市部のビルのように多数の窓が連続して並んでいる場合には、境界線が検出できずあまり適していない。



図 1 窓領域の面積比の付加

3. 街並画像 DB を利用した窓領域検出手法

そこで筆者らは、都市部のビルのように多数の窓が連続して並んでいても精度の良い窓面積比を検出するために、ビル画像から個々の窓領域を区別せずに連続した窓候補領域として検出し、その窓候補領域をビル全体で再探索を行って適切な窓領域を検出する方式を提案する。

- I. 対象領域の街並画像データ(全方位画像)を取得する。
- II. 道路の進行方向に基づき、建物を正面から見た画像に変換する。
- III. 主に色情報に基づき、空領域を分離する。
- IV. 空領域を除いた領域をビル領域とし、Watershed[4]法により領域分割を行う。
- V. 領域分割結果から矩形領域を検出する。
- VI. 矩形領域の形状と外枠の色ヒストグラムに基づきクラスタリングを行ない、窓候補領域を検出する。
- VII. 各窓候補領域でビル全体を探索し、窓領域の拡大を行う。

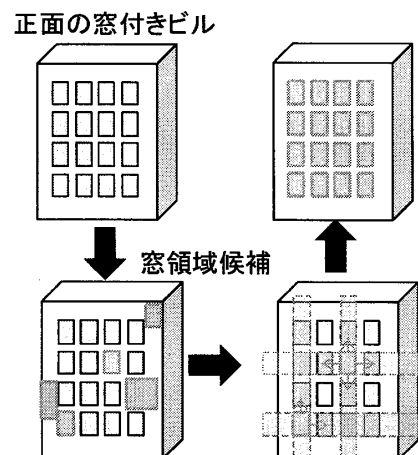


図 2 窓領域検出手法

VIII. ビルの壁面に占める窓領域を算出する。

Iにおいて、取得した全方位画像は、対象エリアでは空領域と道路領域が画面内に必ず存在するために、これらの領域に基づいてカメラ画像の色情報の正規化を行ない、輝度の影響を削減する。

Vでは、Watershed法により生成された領域から矩形領域を検出する。個々の窓枠内はある程度均一のテクスチャで占められているため、このような画像の領域分割に適したWatershed法を用いている。ビルは正面から撮影した画像に射影変換されているため、抽出された領域から水平垂直線を検出し、その囲まれた枠内とする。

さらにVIでは検出した矩形領域をクラスタリングする。通常同じビルではほぼ同様の形状の窓が存在することが多いため、クラスタリングをした結果孤立している矩形領域は除外する。

そしてVIIにおいて各窓領域候補を利用して壁面全体の探索を行う。探索には窓候補領域の外枠の輝度情報に基づき閾値以下の対応領域を窓領域と決定する(図2)

4. 性能評価

4.1 実験環境

東京都豊島区池袋駅周辺の道路沿いのビルに対して実験を行った。実験に利用した画像はGoogle Maps Street View画像77枚で、評価に利用したビルの数は113棟である。平面透視投影画像に変換した後の画像サイズが縦横768*1024ピクセルである。一つの画像に複数のビルが存在するが、本実験では手でビルの分離を行い、それぞれのビルに対して評価を行った。正解データとしては同画像に対して手で窓領域を抽出した結果を利用する。

4.2 実験結果

実験結果を図3に示す。横軸が推定したビル壁面の窓面積比を示し、縦軸が正解のビル壁面の窓面積比を示す。直線は推定値の最小二乗近似直線である。推定値と正解点線との誤差の標準偏差は13%であった。実験結果画像の例を図4に示す。赤の矩形領域が検出された窓領域を示す。窓領域が連続している場合においても窓領域をそれぞれ検出していることが確認できる。

本実験の誤検出の内訳は主に窓領域を正確に検出できないことによる。これは、本手法は窓が矩形領域で同じビル内ではほぼ同形であることを想定しているため、複雑なテクスチャの窓領域や撮影画像が何らかの理由によりひずんでいるビルに対しては正確に抽出できないことが原因である。誤検出の割合が多い画像の例を図5に示す。図5(a)は日照によりビル上部の領域が見かけ上大きく変形していることが原因でビル上部の窓領域が検出できていない。また図5(b)は手前のビルの映り込みが原因である。このような過小検出傾向を考慮し、推定値を近似直線により変換することで、推定誤差の標準偏差は11%まで減少し、本実験の目的である誤差±10%の要件をほぼ満たす。

今後、同一のビルが異なる角度から撮影された複数の画像に存在することを利用して写り込みの影響を除外し、精度の改善を図る。

5. まとめと今後の課題

本論文では、携帯端末の電波伝搬モデルの低コスト高精度化を目的として、一般公開のWeb街並画像データベー

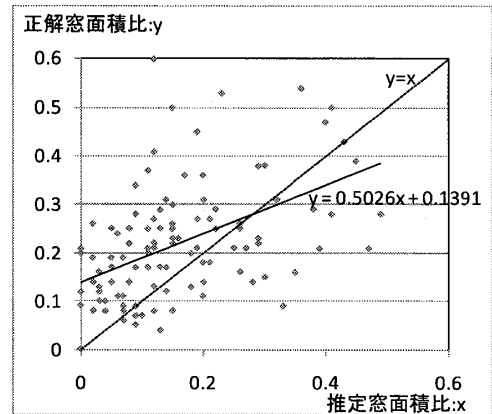


図3 実験結果

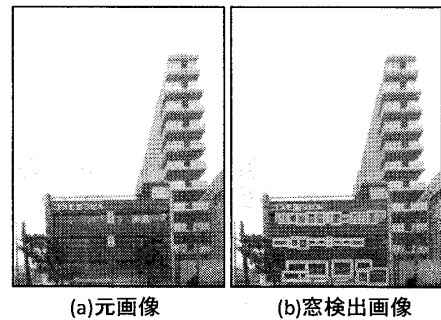


図4 実験結果の例

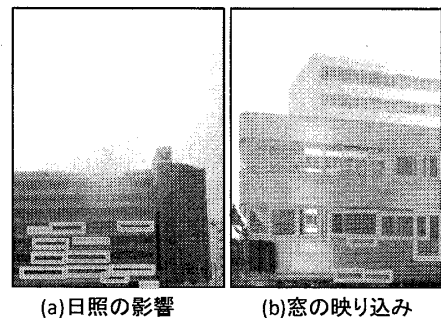


図5 誤検出画像の例

スから都市部のビル壁面の窓面積比を推定する方式を提案した。ビル特有の窓領域の規則性を利用した領域分割手法により、±11~13%の誤差で窓領域の割合を推定できる。

今後、さらに手法の洗練化を図ることにより精度の改善を目指す。

参考文献

- [1] <http://www.google.co.jp/help/maps/streetview/>
- [2] 上野, 橋本, 川田, “街並画像DBを利用した街路樹のある道路の検出手法の一検討,” 2010年映像情報メディア学会年次大会予稿
- [3] Haider Ali, Christin Seifert, Nitin Jindal, Lucas Paletta, Gerhard Paar, "Window Detection in Facades," *iciap*, pp.837-842, 14th International Conference on Image Analysis and Processing (ICIAP 2007), 2007.
- [4] J. Matas, O. Chum, M. Urba, and T. Pajdla. "Robust wide baseline stereo from maximally stable extremal regions." *Proc. of British Machine Vision Conference*, pages 384-396, 2002.