

全天球カメラとスマートフォンを用いた 都市の全方位緑視率測定手法の提案

Proposal of a Method for Measuring the Ratio of Visible Green Spaces
in the Omnidirectional Field of Vision

Using Omnidirectional Cameras and Smartphones in Urban Environments

学籍番号 47-146761
氏名 若狭 一樹 (Wakasa, Kazuki)
指導教員 木實 新一 准教授

1. はじめに

近年、多くの自治体や事業者、研究機関などが「緑のネットワーク」の有用性と重要性を述べている。緑の連続した空間や地点などからなるネットワークを作り、それらに基づく面的な広がりをつくることにより、緑の持つ機能を複合的および効果的に発揮させる取り組みは、「緑のネットワーク作り」と呼ばれている。都市の熱環境の改善や生物多様性の確保、防災性の向上、良好な景観の形成、緑豊かで快適なレクリエーションの形成といった緑の機能によって、都市に自然を取り戻し、生き物との触れ合いや豊かな四季感のある、住みやすく快適な環境を形成することができる可能性がある[1]。

多くの都市が「緑のネットワーク」の構想を掲げているが、千葉県柏市もその中の一つである。

柏市は 2010 年より地域魅力の向上を目的としたカシニワ制度を施行し、積極的に緑化に取り組んでいるが、緑地同士の繋がりを意識できるまでに至っていないのが現状である。そのため本研究では、スマート

フォン等を用いた参加型の ICT 技術を用いることにより都市の緑のネットワークを可視化するシステム、すなわちグリーンネットワークシステムを提案する。既存の緑地マップに加え、スマートフォン等を用いた参加型の ICT 技術により緑のネットワークを可視化させることにより、街の緑の繋がりに対する住民の意識を高めることができれば、現在の緑化活動に加え、住民主体で緑のネットワーク化や緑を用いた活動を加速化・活発化することができると思われる。

2. システムの構成と概要

グリーンネットワークシステムは都市の緑のネットワーク形成の促進を目的としたシステムである。参加型センシングに基づき、僅かな人的コストしか要せずに多数のポイントで都市の緑の情報を収集することで、市民らの緑のリソースの活用を促進させ、緑のネットワーク形成へと繋げる。

図-3 に示すように、システムは4つの主要なコンポーネント、すなわち Green POI(Point Of Interest) Repository, Green

Weaver Engine, Green Link Factory, Green Network Search & Mapping からなる。

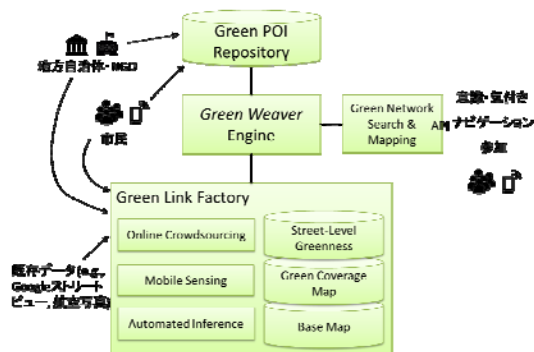


図1 システム全体構成図

Green POI Repositoryは、緑のPOI情報を蓄積管理するコンポーネントであり、緑のPOI情報とは、例えば地方自治体やNGOの提供する地域のニワの情報や、市民の投稿による緑に関連する場所の情報などである。これらをデータベース化し統合的に検索できるようにする。

Green Weaver Engineは、Green Link Factoryと連携動作してPOI情報を連結するエンジンであり、位置情報が付与された緑のPOIのネットワークを出力する。本コンポーネントには一定の汎用性を持たせ、異なる地域で同じコンポーネントを利用できるようにする。

Green Link Factoryは、緑のPOI情報を連結するためのリンク抽出するコンポーネントであり、例えば緑に囲まれたルートや、樹木や緑地が視界に広がるルートなどをリンクとして抽出する。そのようなルートを抽出する際に緑被率と緑視率の2つのメトリクスを用いる。リンクの抽出に用いるデータは、地図データ、緑被率データ、緑視率データであり、それぞれBase Map, Green Coverage Map, Street-level

Greennessのデータベースとして管理を行う。地図データおよび緑被率データは既存のデータセットを利用することが可能であるため、本研究では緑視率データの取得方法に焦点を当てる。緑視率データの取得方法としては、オンラインクラウドソーシングサービス上でGoogle Street Viewなどの街路空間の写真を提示し不特定多数のクラウドワーカーに緑視率を入力してもらう方法(Online Crowdsourcing)、全天球カメラやスマートフォンを用いて一般市民等が撮影した画像から緑視率を半自動的に計算する方法(Mobile Sensing)、車両や環境に設置されたセンサやカメラのデータから緑視率を自動的に推定する方法(Automated Inference)が考えられる。本研究では、ある程度頻繁にデータを更新することが可能であり、かつ設置コストが不要でプライバシーに配慮しやすいMobile Sensingを中心に議論した。

Green Network Search & Mappingコンポーネントは、地域コミュニティにおける緑のPOIや緑のPOIを連結したルート等を検索するためのアプリケーションプログラミングインタフェース(API)を提供する。

3. 全天球カメラとスマートフォンを用いた緑の情報の取得

航空写真の画像解析に加え、スマートフォンやクラウドソーシングにより収集したデータからグリーンマップを作成し、柏市柏の葉エリアの緑地の繋がりを可視化させる。

全天球画像の撮影が可能な全天球カメラ(RICOH THETA m15)を、歩行者の目線の高さを地上約150cmから170cmと設定

し、カメラレンズがその高さになるように、セルフイー（自撮り）用スティック一脚（ETSUMI E-6626）とハンドルバーマウント（SONY VCT-HM1）を用いて自転車のハンドル部分に垂直に設置した。この撮影装置を用いてエリア内を走行することにより、あるポイントにおける全天球画像を取得することが可能となる。撮影場所の位置情報は全天球カメラと Wi-Fi 接続したスマートフォンなどにより取得することが可能である。

4. 画像処理による全方位緑視率の算出

本研究では、前後左右上下、全方位の緑の可視率を「全方位緑視率」と定義する。

撮影した写真を用いて、その画像に緑が写っている割合を算出する。

4.1 緑画素の検出

緑視率の算出までに至る画像処理は、樹木や緑地に似た色の画素（以下、「緑画素」と呼ぶ）を検出する色解析モジュールと、面積の歪みを補正する正積化モジュール、複雑なエッジを持つ画像領域を検出するフラクタル次元解析モジュールから構成される。

4.1.1 H-S ヒストグラムの作成

樹木や緑地に近い色という概念を数値的に定量化するために、樹木や緑地の色がどのような分布を取るかを表すヒストグラムを作成した。ヒストグラムを作成するために、撮影した写真の中から樹木や緑地の写っている画像を多数集め、それらの画像から緑が含まれる領域（以下、「緑領域」と呼ぶ）を切り出し、HSV 色空間に変換した後、緑領域に画素として出現する色の分布を示すヒストグラムを作成したものを図 2 に示

す。

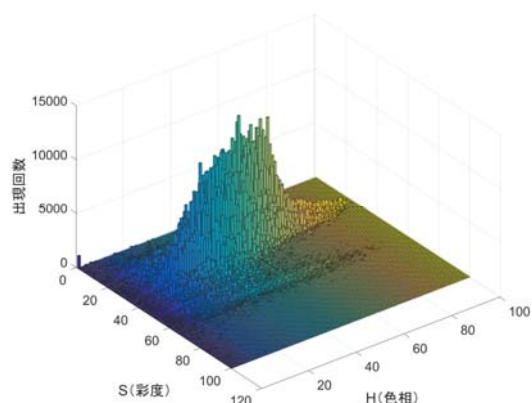


図 2 H-S ヒストグラム（出現回数）

4.1.2 ランベルト正積円筒図法への変換

撮影した写真の画像は正距円筒図法で保存される。この図法は緯度・経度をそれぞれ地図の縦・横にそのまま読み替えたものであり、標準緯線から離れるほど横の長さが拡大されてしまうので、面積や角度は正しくなっていない。

そこで、面積を正すために保存された 830 枚の画像全てを正距円筒図法からランベルト正積円筒図法へと変換した。

4.2 フラクタル次元解析に基づくフィルタリング

また、画像内に緑画素とよく似た色を持つオブジェクト（例えば建物や看板、自動車などの人工物）が存在すると、色解析の際に誤って高い数値を出してしまう可能性がある。そこで本節では、フラクタル次元解析を用いて、樹木や緑地がある領域のような複雑なエッジを持つ領域を特定する方法について述べる。

フラクタル次元解析を行う前に、画像に対しエッジ検出アルゴリズムを適用し、結果を 2 値画像に保存する。本研究において、エッジ検出のアルゴリズムとして Canny 法を適応した。

次に、2 値画像をグリッド状に分割し、同一サイズの複数の正方形領域を作成した。そして、各領域においてフラクタル次元の値を求め、ある閾値を超える領域のみに対して色解析を行う。本研究において、フラクタル次元の算出する方法にボックスカウンティング法を用いた。

4.3 全方位緑視率の算出

作成した H-S ヒストグラムでは取りうる値を 0~255 の範囲に設定した場合、H (色相) は 40~100, S (彩度) は 40~152 の値を取った。H (色相) の閾値を 40~100 に定め、色抽出を行い、抽出された部分が画面全体のうちのどれだけの割合を占めるかを数値化し、算出した全方位緑視率をもとに、全方位緑視率マップを作成した。

図 4 は緑被率と全方位緑視率を比較するために緑被分布図と全方位緑視率マップを重ねて作成した比較マップである。



図 4 緑被分布と全方位緑視率の比較マップ (緑被分布図, 国土交通省都市・地域整備局, 2007¹⁾)

その結果、緑被分布と全方位緑視率が適合していないポイントも散見された。

更に、緑の利活用の例として、取得した全方位緑視率のデータを用いて全方位緑視率を考慮した移動ルートを算出し、適切に歩行者ナビゲーションの支援を行うことが

できることを確認した。

5. 結論

本研究では、緑のマッピングとネットワークのための参加型システムであるグリーンネットワークシステムを実現するために、全天球カメラとスマートフォンを用いた全方位緑視率の測定手法を提案した。全天球カメラを用いた撮影装置によって多数のポイントにおける画像を一挙に収集し処理することで、従来の緑視率の測定のように、人海戦術で少量のポイントのみで計測するのではなく、人的コストを掛けることなく多数のポイントにおける全方位緑視率を測定することができた。特定のポイントにおける全方位緑視率を測定することにより、航空写真の解析等では得ることのできない、歩行者が実際に感じる緑の量を測定した。

参考文献

1. 国土交通省 (2004). 『「環境の世紀」における公園緑地の取り組み』.
2. 玉井森彦, 永田大地, 前中省吾, 森下慈也, 安本慶一, 福倉寿信と佐藤啓太. 「桜センサ: 車載スマートフォンによる画像処理に基づいた桜景観の良い道路区間の抽出」. 研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信 (MBL) 2014-MBL-72, no. 19 (2014 年 8 月 20 日): 1-8.

¹⁾ この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 5000(土地利用)及び数値地図 2500(空間データ基盤)を使用したものである。(承認番号 平 19 総使、第 450 号)衛星画像で解析できない範囲: 元データ (株) デジタル・アース・テクノロジー 所有 衛星画像で解析できない範囲以外: 元データ