

## 緑視率自動測定システムに関する基礎的検討

○丁 亜奎\*<sup>1</sup> 福田 知弘\*<sup>2</sup>  
矢吹 信喜\*<sup>3</sup> 道川 隆士\*<sup>4</sup>

キーワード：緑視率，測定システム，画像処理，輪郭抽出，色相

### 1. はじめに

#### 1.1. 緑視率と現状の測定方法

都市の環境改善を図るため緑化が推進されている。緑の定量化は、緑化を推進する上で、関係者の判断基準を増やすために重要と考えられる。

本研究は、緑の定量化の指標として、緑視率に着目する。緑視率は、視界の中に占める緑の割合であり、平面的にとらえる「緑被率」に対して、空間的な実感に近い指標として考えられた概念<sup>1)</sup>である。すなわち緑視率は、施主や市民が緑化の状況を直感的に把握できる指標といえ、人々が立ち止って緑を眺めた場合、緑視率 25%でほぼ緑が少ないという感じから多いという感じへ移り、50%でほとんどの人が多いと感じることが報告されている<sup>2)</sup>。

緑視率測定の方法については、いくつか提案されているが、一般に実用化されている手法は、いくつかの視点場における測定データで代表させることである<sup>1)</sup>。すなわち代表視点で写真撮影をした後、画像処理ソフトを用いて測定対象となる緑部分のマスキング、緑視率測定を行う。例えば文献<sup>3)</sup>では以下の通りである。

- ・ 調査時期：緑が多く感じられる時期が重要であり、過去の研究等から 6, 7 月が望ましいと考えられるが、大阪府ではみどりのカーテンを評価するため、7月中旬から8月を撮影に最適な時期とする。
- ・ カメラの選定：一般的に広く普及しているコンパクトデジタルカメラ（焦点距離：24mm）を使用する。
- ・ 撮影方法：1) 今後緑化の促進が求められる場所、緑を実感できる場所の設定。2) 高さ 1.5m の視点でカメラを地面に対して平行に固定し、撮影。
- ・ 緑視率の測定（以下、実用化測定手法とする）：画像処理ソフト（Adobe Photoshop など）を用いて、以下の手順で実施する。1) 緑の部分のマスキング。2) 画像処理による 2 階調化。3) 白色領域と黒色領域の比率の算出。

この実用化測定手法は、緑視率の測定において、作業者がマニュアル操作で目視により緑の部分のマスキングを行う。そのため、マスキング時間を要すること（筆者らの予備実験では最短で 4 分、最長で

26 分、平均 11 分要した。緑が画像中に分散している場合、特に時間を要する）、作業者による作業時間のバラツキの発生が課題となる。また、実用化測定手法は処理に時間がかかるため静止視点での測定に限られる。そのため、歩行中の緑視率の変化を測定するといった動視点への対応も困難である。

#### 1.2. 研究の目的

そこで本研究は、効率的即時的な緑視率測定に向けた自動測定システムの開発を目指し、その第一歩として、色相に着目した輪郭抽出による測定システムの開発を目的とした。

本研究は、実世界を対象として自動的に緑視率を測定しようとする点に特徴がある。既往研究として、藤井ら<sup>4)</sup>は CG モデルを用いた全方位緑視率の計量手法を開発しているが実世界との適合度に課題が残る。また、緑視率を対象としたものではないが、顔画像検索<sup>5)</sup>、屋外の人工物である道路標識の抽出<sup>6)</sup>、樹木同定<sup>7)</sup>等に本研究が対象とする画像処理技術の応用が散見される。

### 2. 色相に着目した輪郭抽出による緑視率測定システム

本稿で開発したアルゴリズムは、1) 対象画像の入力、2) 閾値判定、3) 画像の 2 値化、4) 画像の輪郭抽出、5) 緑視率の算出で構成される（図 1）。開発には OpenCV を用いた。2)～5) について、以下に詳述する。

#### 2.1. 閾値判定

都市の緑は樹木、芝、草木等で構成され、緑成分が多く含まれていると予想される。そのため本稿では、色相（Hue、以下、H とする）値を用いて閾値判定を行うこととした。まず、OpenCV の cvCvtColor 関数により、入力した画像を RGB 表色系から HSV 表色系に変換する。次に、画像内の各画素の値を cvGet2D 関数により抽出する。抽出した H 成分に対して緑成分かどうかの閾値判定を行う。緑成分の閾値の範囲は変更可能である。

#### 2.2. 画像の 2 値化

2.1 節において、任意の画素が設定した閾値の範囲内の場合、cvSetReal2D 関数により抽出画像に白

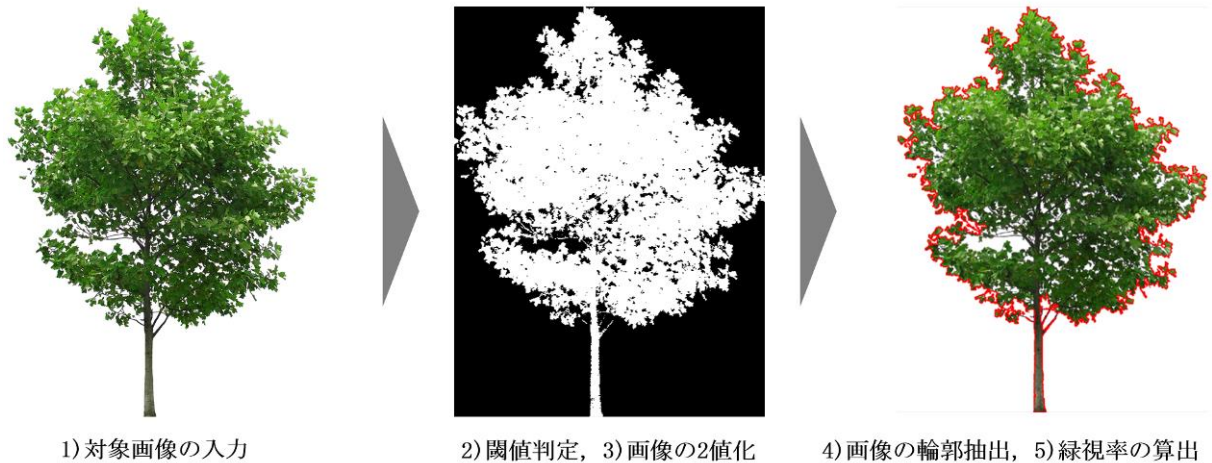


図 1. 色相に着目した輪郭抽出による緑視率測定システムのフロー

表 1. 単純な画像サンプルによる検証

景観画像	輪郭抽出結果	分析	計算時間 (Sec.)	緑視率 (%)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>■抽出できなかった画素</li> <li>・なし</li> <li>■過抽出した画素</li> <li>・なし</li> </ul>	6	44.0

(V=255)を代入する。閾値の範囲外の場合、同様に黒(V=0)を代入する。これにより2値画像が生成される。

### 2.3. 画像の輪郭抽出

2.2 節において生成された2値画像に対して、cvFindContours関数により、2値画像から樹木の輪郭を抽出する。

### 2.4. 緑視率の算出

2.3 節において生成された輪郭に対して、cvContourArea関数により、輪郭の面積を算出する。算出された面積を画像全体の面積で除して、緑視率を算出する。

## 3. 検証実験

開発したシステムを単純な画像サンプルと景観画像サンプルを用いて検証した。検証の方法として、システムの実行により入力した画像の輪郭を抽出した後、緑視率測定に必要な緑成分を抽出できなかった画素と過抽出した画素を目視観察により分析した。

また、システム開始から終了までの計算時間、および緑視率を測定した。使用したコンピュータは、OSはWindows8.1, CPUはIntel® Core™ i7 Processor (2.93 GHz), RAMは8.00GBであり、処理には問題ないスペックであった。閾値は全てH=(60, 180)とした。

### 3.1. 単純な画像サンプルによる検証

単純な画像サンプルとして、1本の樹木が含まれ背景が白単色のものを対象とした。実用化測定手法で測定した緑視率は43.6%であった。

システムを実行した結果を表1に示す。結果、H=(60, 180)の場合にはほぼ抽出すべき結果が得られた。緑視率の値は44.0%であり実用化測定手法の結果とほぼ同値である。尚、閾値として、H=(90, 150), H=(100, 140)の場合には、緑視率はそれぞれ28.8%, 12.5%となった。閾値の設定により結果が異なることも確認した。

### 3.2. 景観画像サンプルによる検証

景観画像サンプルとして、自然の緑に加えて人工物が含まれるもの（3枚. ID=1, 2, 3）、反射要素（水面、ガラス）が含まれるもの（2枚. ID=4, 5）、緑色以外の色相を含む自然要素（花卉など）が含まれるもの（1枚. ID=6）を対象とした。画像の撮影日は2014年6月5日、9日（天候：晴）、撮影場所は大阪大学吹田キャンパス内、撮影枚数は74枚（内、6枚を使用）であった。

システムを実行した結果を表2に示す。いずれの画像においても、適切な緑成分を抽出できなかった。以下に本実験の結果と現システムの課題を考察する。

- ・ 緑視率測定に必要な緑成分が抽出できなかった画素として、閾値に含まれない色相の成分（黄緑色や花の色）や物陰で暗くなった緑成分があった。これらの画素群は抽出された緑成分と連結している。そのため緑を一つのまとまりとして把握することができれば、抽出は可能になると予想できる。
- ・ 抽出し過ぎた画素として、閾値に含まれた人工物（建物の壁、窓、サッシ、車、舗装など）や自然物（土羽や水面に反射した緑）があった。理由として、これらを含む画素に閾値内のH成分が含まれていたためであると考えられる。自然物である緑と人工物との区別する手法の検討が必要である。
- ・ 少数の画素から成る微小なノイズが含まれる。ID2, 5, 6の結果が顕著であり、ノイズの多くは舗装、タイル、花、土羽などの細かな形状である。対策が必要である。
- ・ 計算時間は最短で32秒、最長で570秒、平均で237.8秒であった。この計算時間は、実用化測定手法より短いと推察できるが、より短時間で計算できるよう実装面での工夫が必要である。

#### 4. まとめ

本研究は、効率的即時的な緑視率測定に向けた自動測定システムの開発を目指し、基礎的検討を行うため、測定システムの開発を目的とした。得られた成果を以下に示す。

- ・ 色相に着目した輪郭抽出による緑視率測定システムを開発した。樹木1本、背景無色の画像に対して緑視率が測定可能であることを確認した。
- ・ 一般の景観画像では、H閾値内部に含まれない黄緑色のような緑成分や物陰で暗くなった緑成分は抽出されなかったことを確認した。緑を一つのまとまりとして把握するための手法の検討が必要である。
- ・ 一般の景観画像では、人工物のように緑成分で

ない画素が過抽出されてしまうことを確認した。自然物である緑と人工物とを区別する手法の検討が必要である。

今後の課題として、上に述べた課題の他、微小ノイズの除去、計算時間の短縮などが挙げられる。

---

#### 【参考文献】

- 1) 土肥博至 監修, 環境デザイン研究会編著: 2007, 環境デザイン用語辞典, 井上書院.
- 2) 青木陽二: 1987, 視野の広がり と 緑量感の関連, 造園雑誌 51(1), 1-10.
- 3) 大阪府: 2013, 緑視率調査ガイドライン, <http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/17426/0000000/guideline.pdf> (参照 2014-10-09).
- 4) 藤井健史, 山田悟史, 廣瀬徳郎, 及川清昭: 2013, CGモデルによる全方位緑視率の計量手法とその応用可能性, 日本建築学会技術報告集, 第19巻, 第43号, 1067-1072.
- 5) 福田善彦, 福見稔, 赤松則男: 2001, ニューラルネットワークを用いた高速顔画像検索, 信学技報, 47-52.
- 6) 山内 仁, 高橋 浩光: 2004, 輪郭ベクトルによる道路表彰認識に向けた特定色判定, 信学技報, 11-16.
- 7) 齊藤 剛史, 岩田 聡大: 2014, 画像処理技術を用いた樹木同定に関する研究, 情報処理学会, コンピュータビジョンとイメージメディア研究会, 2014-CVIM-191(14), 1-8.

- 
- \*1 大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 博士前期課程
  - \*2 大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 准教授 博士(工学)
  - \*3 大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 教授 Ph.D.
  - \*4 大阪大学 環境イノベーションデザインセンター 特任助教 博士(工学)

表 2. 景観画像サンプルによる検証

ID	景観画像	輪郭抽出結果	分析	計算時間 (Sec.)	緑視率 (参考値. %)
1			<p>&lt;人工物が含まれる画像&gt;</p> <p>■抽出できなかった画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 植栽の一部 (黄緑色の部分)</li> </ul> <p>■過抽出した画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人工物の一部 (建物の窓, サッシ, 壁, 車のガラス, 舗装), 自然物の一部 (土羽)</li> </ul>	115	43.0
2			<p>&lt;人工物が含まれる画像&gt;</p> <p>■抽出できなかった画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 手前の植栽の一部 (暗い部分)</li> </ul> <p>■過抽出した画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人工物の一部 (建物の窓, サッシ, 壁, 車, 舗装), 自然物の一部 (土羽)</li> </ul>	116	68.4
3			<p>&lt;人工物が含まれる画像&gt;</p> <p>■抽出できなかった画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 車際の植栽の一部 (暗い部分)</li> </ul> <p>■過抽出した画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人工物の一部 (建物の窓, サッシ, 壁, 車, 舗装, 照明柱, 奥の手すり)</li> </ul>	40	47.5
4			<p>&lt;反射要素 (水面) が含まれる画像&gt;</p> <p>■抽出できなかった画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 手前の植栽の一部 (暗い部分)</li> </ul> <p>■過抽出した画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人工物の一部 (建物の窓, 壁), 水面の反射の部分</li> </ul>	32	84.1
5			<p>&lt;反射要素 (ガラス) が含まれる画像&gt;</p> <p>■抽出できなかった画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 植栽の一部 (暗い部分)</li> </ul> <p>■過抽出した画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人工物の一部 (建物の窓, サッシ, 窓 (反射), 壁, 車, 舗装, 縁石)</li> </ul>	570	23.8
6			<p>&lt;緑色以外の自然要素が含まれる画像&gt;</p> <p>■抽出できなかった画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 花の一部</li> </ul> <p>■過抽出した画素</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人工物の一部 (車, 舗装, 縁石)</li> </ul>	554	26.8