

## IoT センサによる街路樹データの取得と分析

松永誠也† 菱山玲子‡ 吉野碧‡

早稲田大学経営システム工学科†

早稲田大学経営システム工学専攻‡

## 1. はじめに

以前より街路樹・花木低木の管理は、地域や自治体にとって手間のかかる課題である。必要な剪定管理を行わなければ樹形が損なわれ、電線等との競合が生じ道路標識や信号機が隠れ、景観の遮蔽や地域の安全に影響を及ぼす一方、過剰な管理で無駄なコストが生じることもある。これらの課題を解決するため、本研究では IoT デバイスを利用し街路樹データの取得・解析による樹木管理手法の確立を目指す。

## 2. 街路樹管理手法へのアプローチ

街路樹の管理については様々な研究が行われている。蒲澤ら[1]は街路樹の植えられている本数が多いことから、より効率的な診断手法を重要としたため街路樹の現状調査と景観評価を用いて維持管理に有効なマネジメント手法の研究フローを作成し、評価を行った。またコンピュータによる植物の管理の研究も多くある。松浦ら[2]は画像処理技術によりトマトの茎や葉のしおれ具合をリアルタイムに数値化することで、水やりを自動化できるシステムを提案した。しかし、まだまだ街路樹の管理の問題を解決できたとは言えず、より広範囲を効率的に管理できる手法が求められる。そこで本研究ではこれらの研究を踏まえ、IoT に画像処理などの技術を応用することでより広範囲の街路樹の管理を可能とする。

## 3. 研究目的

本研究では IoT デバイスによりどのような処理を用いて、広範囲に位置する街路樹の管理をどのような方法で、より効率化することが出来るかを検討したい。まず街路樹の管理の問題は多岐に渡るが、本研究では景観を損なわないための木々の剪定という問題に対してアプローチを行う。本研究ではデータを効率よく取得し街路樹の状態把握が可能となることを前提とし、IoT デバイスやシステムに処理を行わせることによって広範囲の必要なデータだけを取得でき、適切なコストで管理することが可能になる。

Acquisition and analysis of roadside tree data by IoT sensor

Seiya Matsunaga†, Reiko HISHIYAMA‡, Aoi Yoshino‡

†School of Creative Science and Engineering, Waseda University

‡Graduate School of Creative Science and Engineering, Waseda University

本研究では街路樹の繁茂状態をセンシングするための IoT デバイスによる処理システム、また特定の状況下でアラートが届くシステムを試作した。センシングデータはゲートウェイを介してクラウド環境で解析を行うことができる。

## 4. IoT ネットワークシステムの提案

本研究ではデータの処理・抽出・蓄積と特定のデータを検出した状況でアラートを得るシステムを提案する。図 1 にその IoT ネットワークのシステムを示す。まず得られた画像データを IoT デバイスによって松浦ら[2]の画像処理プログラムを用いて以下の 3 点の処理を行うことで必要な情報を抽出する。

1. 画像データの色相環変換
2. HSV 閾値によるマスキング
3. ピクセル数評価

この処理を本研究では色彩認識とする。得ることが出来た画像のピクセル評価値を、クラウドから適切な加工を行いデータベースに蓄積すると同時に必要によってはアラートの処理を行う。この際にクラウドに上げる方法として LPWA を経由する。LPWA は広い領域からのデータをコスト・電力をかけずに収集することが可能となり、数多くの広い領域に点在している街路樹のデータを収集するのに適している。

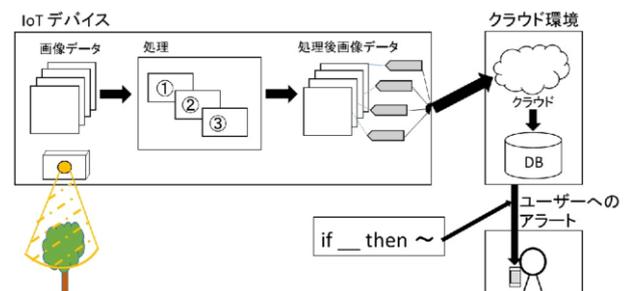


図1 システムの構成

## 5. 実験

本システムの有効性を示すために、研究では IoT デバイスに色彩認識の処理を行えるよう実装をして実験を行った。まず前節で述べたピクセル評価値を得る過程の色彩認識の処理について詳しく述べる。まず得られた画像データを HSV 表色系に変換し利用した。HSV 表色系は人間の知覚に比較的近く、カラー画像の処理に使われる表色系であるとされる。HSV

表色系は Hue (色相), Saturation (彩度), Value (明度) から構成されており, 一般的には H が 0-360, S が 0-1, V が 0-1 とされているが本システムではその値を H が 0-180, S が 0-255, V が 0-255 として値を対応させる. 次に HSV の閾値を適切に設定し用いることで葉の色だけを検出させマスキングを行い二値化する. その過程を以下の図 2 に示す. 以上の処理により, 葉の部分のピクセル数が分かり画像全体のピクセル数を母数とすることで葉のピクセル数の割合の算出が可能となる.

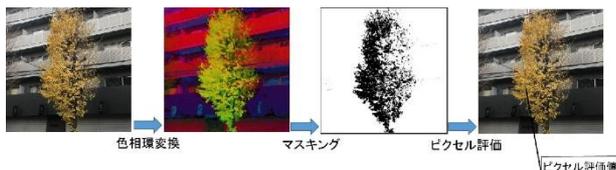


図 2 マスキングの過程

また本実験では対象を東京都内の街路樹に一番植えられている「イチョウ」を主に各種街路樹を調査し, HSV の閾値は表 1 のようにする. 松田ら [3] によると黄葉していくイチョウの葉の色の変化を HSV 表色系の色相環に対応させると H 成分の値が緑 (120) から黄 (60) に対応するので本システムでは緑 (60) から黄 (30) に対応させる. また V 成分は光源による影響を避けることができるように広い範囲に対応させる. これを基にして予備実験を行う. 場所が異なる街路樹の画像データを読み込み, 処理を行い, 閾値を調整することによって街路樹の葉だけを検出できるよう精度を上げた. これを (1) とする. また黄葉していない街路樹の場合, 本実験では日光による誤差を減らし精度を上げるため H 成分の閾値を再度定める. これを (2) とする.

表 1 HSV 表色系の閾値

要素	調整前	調整後(1)	調整後(2)
H	30-60	18-60	25-60
S	0-255	80-255	80-255
V	0-255	10-255	10-255

今回実験に用いる画像データは早稲田大学近郊または東京都内で実際にカメラにより入手し処理を行い画像データに表 1 の閾値を用いてピクセル評価値を与える. その例を図 3 に示す.



図 3 ピクセル評価された各画像の例

また本実験では 25 ヲ所の街路樹の画像データを入

手しピクセル評価を行った. 本研究では葉の過度な繁りによる景観の遮蔽を防ぐことを目的としているため剪定が必要な木を選別し閾値を設けることで, ユーザや街路樹を管理する自治体等にアラートを発信できるシステムを作成する. よって入手した画像データを用いて, 各ピクセル評価値に対する剪定が必要かどうかをユーザ (49 名) によるアンケートを行った. その結果を図 4 に示す.

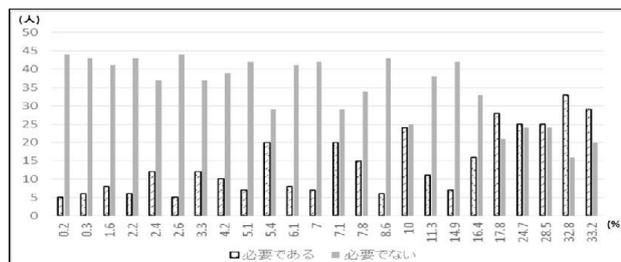


図 4 アンケート結果

結果より 17.8%以上の値で剪定が必要ということが分かり, ここに閾値を設定できる.

## 6. おわりに

本研究では画像データを入手してピクセル評価することにより必要な情報のみをデータベースに蓄積, また必要な状況下でのみアラートを通知するシステムを実装し実験を行い広範囲における効率的な街路樹管理の可能性を示すことが出来た. しかし本実験では様々な木を対象としたため, 撮影の際による環境的な誤差が生まれてしまった. この誤差を小さくし, また精度向上のために対象を 1 本の木に絞った定点撮影などによるデータの取得が必要となる. その際にも街路樹以外における外部環境における誤差を小さくするために, 画像認識による街路樹を対象としたイメージの抽出を行うことなどが検討できる.

**謝辞** 本研究は早稲田大学特定課題 (研究基盤形成) 及び JSPS 科研費 (挑戦的萌芽研究) の助成を受けたものです.

## 参考文献

- [1] 蒲澤英範, 松田泰明, 佐藤昌哉: 道路の維持管理における街路樹の効果的なマネジメント手法について—札幌市の街路樹管理からみた考察—, 平成 28 年度, 国立研究開発法人, 土木研究所, 寒地土木研究所, 地域景観ユニット (2016).
- [2] 松浦英樹, 中西美一, 仲田誉, 山本敬司: 植物生体情報計測用の組込み型画像処理技術の開発について, 四国電力, 四国総合研究所, 研究季報 103, pp. 23-27, (2015).
- [3] 松田修三, 小沢和浩, 但馬文昭, 宮武直樹: 植物指標としてのイチョウの葉の色相変化と気温の関係, 30th Fuzzy System Symposium, Kochi, September, 1-3, (2014).