

ドローン撮影画像と機械学習を用いた河川巡視の研究

岡山大学大学院 環境生命科学研究科 学生会員 ○矢原 諒, 学生会員 崎田 晃基
岡山大学 大学院 正会員 西山 哲
国際航業株式会社 千金良 達哉, 藤木 三智成, 下野 友裕

1. 序論

近年記録的な降雨が多発しており、現地状況を把握する河川巡視は、堤防決壊等の大規模災害を防止するうえでも重要度を増している状況にある。しかし、現在、河川巡視は巡視員の目視によって、定性的な異常の把握がなされている。また、長大な堤防の巡視には多くの労力が費やされている¹⁾。そこで本研究では、ドローンで撮影された空中画像を利用することで、河川巡視における職員の負担を軽減すること及び見落とし防止の対策につながる技術の可能性を検討した。また、同じく広範囲を撮影した画像から、異常箇所を検出する際の労力を低減する目的で、人工知能(AI: Artificial Intelligence)による画像解析を用いて、異常箇所を自動抽出する手法の実現可能性についても検討を行った。本論文では、それらの成果の概要として、深層学習による手法の基礎研究となる機械学習を用いた手法について報告する。

2. 研究目的

河川巡視とは、河川区域等における異常や変化等を発見し、概括的に把握することを目的としており、『河川巡視規定例』(国土交通省河川局,平成23年5月)において、平常時及び出水時の河川巡視事項等が定められている。また、平常時の河川巡視は、「一般巡視」と、より詳細に状況を把握すべき項目等について、場所・目的等を絞って巡回する「目的別巡視」に分類されている。河川点検との違いとして、河川点検は、『堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領』(国土交通省水管理・国土保全局,平成31年4月)において、堤防や河川構造物、河道の点検・評価手法が規定されており、年に1~2回実施される。具体的には、河川利用や自然環境の情報収集、不法行為や迷惑行為の発見や改善のために実施される。特にゴミの投棄などの不法行為については、早期に発見し改善すること

が効果的な河川管理には必要であり、ここでは不法投棄された物体の検知技術を考察する。

3. 画像中の異常箇所の自動抽出技術

3.1 機械学習

機械学習とは、人間が行っているような学習の仕組みをコンピュータに持たせるための技術であり、過去のデータから特徴や規則性、パターンを学習することで未知のデータを予測することが可能とされている。機械学習で実現できることとして画像認識、音声解析、クラス分類、回帰、クラスタリングなどが挙げられる。本研究では画像から、対象とする物体の位置とカテゴリを特定する物体検出によって河川巡視における異常箇所の自動抽出を試みた。その手順は、機械に教師データを与え、その特徴を繰り返し学習させる学習フェーズと、入力画像に学習した対象が含まれているかをコンピュータに判定させる認識フェーズに分けられる。

3.2 学習および検証フェーズ

学習フェーズでは、教師データである画像のピクセルデータから、特徴量データを抽出し、対象物体の性質、特徴を学習させる。本研究では教師データとしてさまざまな高度(約40m,約70m,約100mなど)でドローンにより撮影された画像から対象物体を手動で抽出し、機械に学習させた。学習画像の枚数は正解画像(対象物体が含まれる画像)2000枚、不正解画像(対象物体が含まれない画像)2000枚を用いた。

認識フェーズでは、学習フェーズで用いたものと同様の手順で、学習に用いていない新たな入力画像を特徴量データへと変換する。抽出した特徴量は、事前に生成された多クラス分類器に入力し、学習した特徴や判断基準と照らし合わせて、探索窓の中の領域が検出対象か検出対象外かについて識別する。

キーワード 河川巡視, ドローン, 機械学習

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中3-1-1 岡山大学環境理工学部棟 TEL:086-251-8152

3.3 機械学習における特徴量の考察

学習フェーズでは大量の画像を機械に学習させる必要がある。しかし機械にとって入力された画像は無意味な数値の羅列であるため画像の特徴を表現する意味のある数値に変換し特徴を抽出する必要がある。本研究では、変換する特徴量として LBP (Local Binary Pattern) 特徴量を採用した。

LBP 特徴量とは、画像の局所的な表現を特徴量としたもので、各画素を周囲の近傍画素と比較した相対値によって構成されており、演算コストが低く、画像の明るさの変化に頑健という特徴がある。種々のパターン認識問題において、高い性能を達成することに貢献しており、顔認識において高い検出精度を示している。LBP 特徴量の抽出手順を図-1 に示す。まず画像をグレースケールに変換して任意の大きさのメッシュに区切り、そこから 3×3 の局所領域を取り出す。その中心画素の周囲 8 画素との輝度差をそれぞれ閾値 0 でバイナリー化する。その後、重み付けをして得られた値からヒストグラムを作成する。この操作をすべての領域に対して行い、得られたヒストグラムの集まりが LBP 特徴量となる。

本検証では検出精度の評価手法として、再現率、適合率および F 値を採用する。再現率は、実際に存在する物体の数のうち、正しく判断されている数の割合を表す。適合率は、検出器が正しいと判断し、出力した検出枠のうち、実際に正しく判断されている検出枠の数の割合を示す。F 値は再現率と適合率を踏まえた総合的な指標であり、再現率と適合率の調和平均によって算出される。したがって、F 値が高いほど検出精度は良好であると判断する。F 値の算出式は式(1)のとおりである。

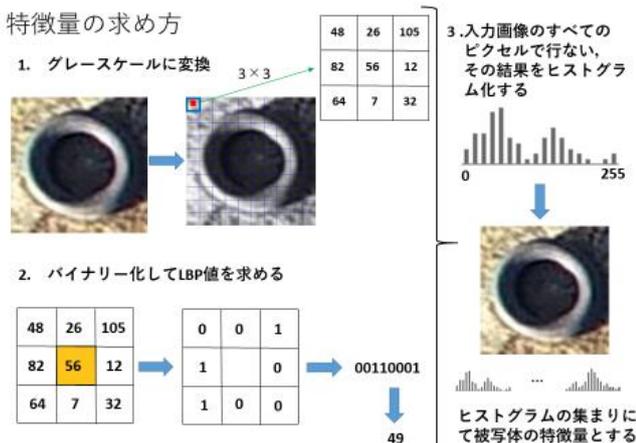
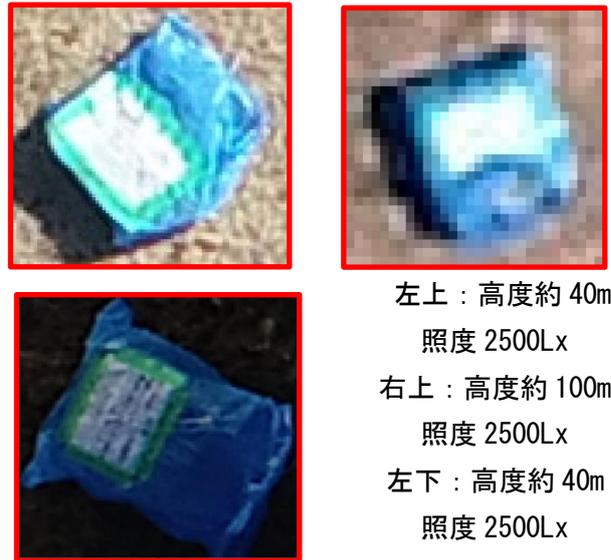


図-1. LBP 特徴量抽出手順



左上：高度約 40m
照度 2500Lx
右上：高度約 100m
照度 2500Lx
左下：高度約 40m
照度 2500Lx

図-2 不法投棄物（ゴミ袋）撮影画像例

$$F \text{ 値} = \frac{2 \times \text{再現率} \times \text{適合率}}{\text{再現率} + \text{適合率}} \quad (1)$$

4. 不法投棄物の自動検出検討事例

ドローンは汎用性を考慮して DJI 製 Phantom4 を用い、画素数 2000 万画素、絞り値 5.6 のデジタルカメラにて高度約 40m および約 70m から撮影した。また照度の違いによる検証を行うため、撮影する時間帯を変え、約 25000Lux と約 3000Lux の照度の下で撮影した。本研究は、河川管理内の不法投棄物をドローンにより検出することを目的とするので、撮影対象としてゴミ袋、自転車、タイヤ、ペットボトルなどを河川内に配置した。図-2 はゴミ袋を撮影した画像例である。図のように高度および照度により、画像上の被写体の特徴量に変化する。

図-2 に示す撮影画像においてゴミ袋を機械学習で検出させたところ、F 値は高度約 40m で 19.42%、高度約 70m で 6.70% となった。高度の上昇に伴い、地上解像度が低下したことにより F 値が低下したと考えられる。また撮影時の照度による影響について、照度 25000Lux において F 値 32.77%、3000Lux においては 22.91% であり、解像度と比較して F 値に与える影響は少なかった。本研究では、これら画像の撮影状況による特徴量の違い、さらに当特徴量と機械学習の出力との関係を整理し、ドローン撮影による河川巡視の実用性を考察する。