

微小形状特徴を用いた物体の堆積画像からの堆積量の推定手法

田村 仁†

日本工業大学工学部情報工学科†

1. はじめに

農学分野においては、耕地生態系を制御する目的のため、植物生態系のダイナミクスをモデル化が行われている¹⁾。このために、長期間にわたる大面積の植物群落の分布パターンや発生量など、大量の時空間データを非破壊で取得する必要がある。そこで図 1 のような対象画像を、不規則なテクスチャ画像として扱い、植物量と相関する特徴量から必要十分な精度で植物量の推定式を得ることを考える。

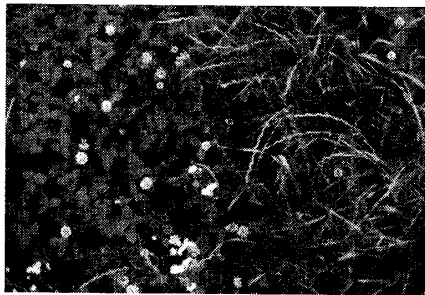


図 1 イネ科雑草とクローバの堆積画像の例

クローバなど草丈の低い植物はイネ科雑草の葉や茎などの物体により覆い隠されてしまうが、雑草の隙間からでも取得可能な微小形状特徴を使用する。本研究は、微小形状特徴を用いて物体堆積量の推定式の構築を試みる。

2. 微小形状特徴

微小形状特徴は、形状通過型非線形フィルタ [5] により、抽出する。このフィルタは、図 2 のような基本形状特徴要素、右から b-roof, b-line, b-snake, b-pepper, cliff, および白黒対称の cliff をのぞいた白黒反転させた各形状の合計 9 個の基本形状特徴要素で構成される。これらの特徴は回転した形状も含む

特徴量として各種別別に r. m. s. (root mean square) 値を算出して用いる。

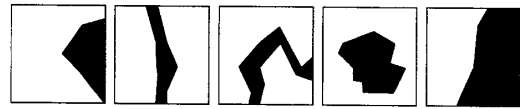


図 2 基本形状

また、本研究で雑草の間から見える地の部分は雑草によってできた影で暗くなることが考えられる。このことから、物体によってできる隙間を表す特徴として hollow を追加した。



図 3 b-hollow・w-hollow 特徴

さらに、局所領域内でのコントラスト値も特徴に加える。

3. サンプル画像・評価画像の取得

自然に植生している状態のクローバとイネ科雑草が混ざっている地点を次のように撮像した。

撮像には、3 脚を使用して地面からレンズまでの高さを 90.0cm、水平器を使用してカメラを水平に設置した。対象の上に、内径 50.0cm の正方形の木枠を置いて撮影時のガイドとした。この枠を画像の中心になるように、昼間、日光方向は考慮せず、ズームなし、雨天を除きストロボを使用せず撮影した。撮影期間は 6 月から 11 月と定め、埼玉県と茨城県の公園等で行った。

撮影した画像は木枠内の草を全て刈り取り、クローバとイネ科雑草に分け、約 3 日間自然乾燥し重量を計測する。画像は合計 206 枚である。

撮像した画像は、木枠内部だけ切り取る。画素数は形状特徴を維持できる程度に縮小し、330 × 330 画素とした。グレースケール変換し、明度の平均と分散を標準化しておく。

4. 推定式の構築と推定条件

撮像画像に形状通過型フィルタを適用して特徴値を得る。特徴の種類は、基本形状特徴 9 個と、白と黒の hollow 特徴、局所コントラスト値の計 12 種類である。さらに、局所マスク領域の大きさを 5 × 5, 7 × 7, 11 × 11, 15 × 15, 21 × 21

An estimation method of amount of heaped objects in an image of the objects

†Hitoshi TAMURA, Department of Computer and Information Engineering, Faculty of Engineering, Nippon Institute of Technology

の 5 サイズに変更して各特徴を取得することで、1 枚の入力画像に対して 60 の特徴値を得る。

この 60 特徴を説明変数、実測したクローバの乾物質量を目的変数とする重回帰分析を行い、推定式を構築する。重回帰分析は F-in と F-out を 2.0 とした増減法による。

撮像画像のうち一部を使って推定式の構築を試みたが、推定値と実測値の当てはまり具合を示す自由度調整済み決定係数の値が低く、これを十分向上させるためには悪条件となる画像を排除する必要があった。

検討した結果、次の条件により 206 枚中 109 枚を選択した。

- (1) クローバが含まれていない画像は除外する。
- (2) 障害物であるイネ科雑草は 9 割以下、b-snake-21 がイネ科雑草の量と負の相関にあることから、b-sanke-21 の r.m.s. 値で 40.0 以上となる閾値を設定して判別する。
- (3) クローバの散布が不均一なものは、r.m.s. 値では画像特徴をうまく代表できないため除外する。これは、撮像画像を 2×2 の格子に区分し、各区域でクローバとイネ科雑草の特徴を捉える b-line-5 の r.m.s. 値をそれぞれ M1 ~ M4 とし、次の最大値最小値比によって、散布の偏りがある撮像画像を判別する。

$$\text{Max}(M1 \sim M4) / \text{Min}(M1 \sim M4) \geq 1.5$$

また、対象植物が撮像画像の中央に偏って散布することもあるため、撮像画像を 3×3 の格子にも区分して、同様の最大最小値比が 2.0 を超えない条件も設定した。両者による判別が有効であった。

(4) 木や建物の影により、一様なテクスチャ特徴でなくなってしまう。撮像画像を 3×3 の格子に区分し、各区域の平均明度の最大値最小値比を(3)と同様に得て、それが 1.5 を超えないことを条件とする。

(5) 砂利や石、地面の割れ、落ち葉などクローバとイネ科雑草以外の強い形状特徴を有するノイズが存在しないことが必要。例えば砂利などは w-pepper-21 によって捉えられるが、ノイズの種類は限定できないため、今回は目視によって明白なノイズを含む画像を除外した。

5. 実験結果

109 枚のうち 95 枚をサンプル画像として推定式の構築を行った。得られた推定式の偏回帰係数と定数を表 1 と回帰直線を図 4 に示す。自由度修正済み決定係数は 0.84 となった。

表 1 推定式の偏回帰係数と定数項

Shape-Size	Weight	Shape-Size	weight
b-hollow-7	-1.70	w-pepper-21	-0.17
b-pepper-15	-0.15	w-snake-7	0.26
w-hollow-5	0.42	b-line-15	0.34
cliff-7	-0.30	b-hollow-5	0.63
b-roof-7	0.95	w-line-11	-0.54
w-roof-21	0.35	contrast-5	3.25
w-pepper-5	0.41	w-snake-21	0.11
b-snake-5	-0.54	constant	5.73

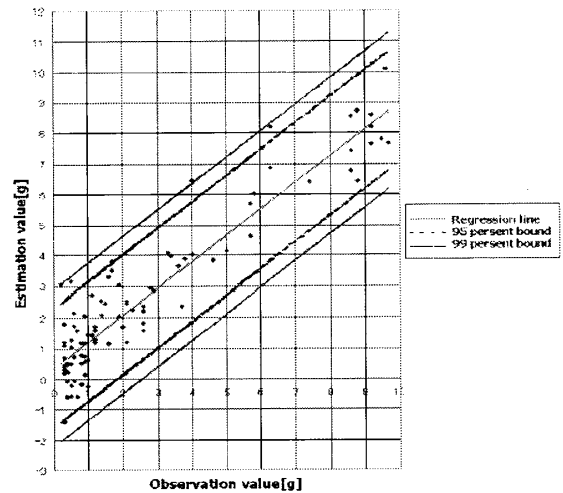


図 4 推定式回帰直線

残りの画像を評価用画像 14 枚として推定精度を調べたところ誤差は 95 %信頼区間では ± 3.1g, 99 %信頼区間では ± 4.1g となった。

6. むすび

本研究では、クローバなど堆積物のテクスチャ画像ととみなし、その質量と相関する微小な形状特徴を統計的に選択することで、質量を推定する手法を実現した。

本手法で十分な精度を得るための条件としては、対象画像が不均一なテクスチャでないこと、形状特徴を含む小石などのノイズが含まれないことであった。

この手法を実用に供すためには、この条件を緩和するために、不均一な特徴に対処したり、ノイズを除去するための工夫が必要である。

参考文献

- 1) 酒井憲司, カオス農学入門, 朝倉出版, 東京, 1997.
- 2) 田村仁, 酒井憲司, "撮像画像による物体堆積量の計測手法," 電学論(C), vol.124, No.3, pp.647-652, 2004.
- 3) 田村仁, 阿刀田央一, "自然なテクスチャの特徴抽出用「形状通過型」非線形フィルタバンク," 信学論(D-II), vol. J82-D-II, no.12, pp.2260-2270, Dec. 1999.