

スギ林撮影画像における雄花領域抽出用の汎用アルゴリズムの検討

環境リモートセンシング研究室 棚橋貴博
指導教員 力丸厚、高橋一義、坂田健太

1. 目的と背景

近年、我が国においては、スギ花粉によるアレルギー症が社会的に大きな問題となっており、雄花の着生状態の判定によって花粉生産量を予測するためのスギ雄花着生状況調査がスギ花粉飛散シーズン前に各都道府県で行われている。その調査は、花粉飛散前の黄色く変色した雄花数を観測員が目視で判定するものである。しかし、この調査は目視調査のため、観測員の主観的判定、スギ林を面ではなく点で把握している、地上から観測しにくい箇所は対象になりにくいといった問題点がある。

この問題点に対し、武藤らが広域観測可能なデジタル画像からの雄花領域抽出手法（精密法、簡便法）を開発した。しかし、それらの抽出手法は閾値を解析者が決定して、抽出を行っているため、抽出結果に個人差が生じる可能性がある。

そこで本研究では、判定者による抽出結果の変わらない汎用アルゴリズムの検討を研究の目的とした。

2. 研究の流れ

図1に研究フローを示す。本研究では地上デジタル画像からのスギ雄花抽出アルゴリズムの開発とそのアルゴリズムの比較検討を行った。地上デジタル画像に関しては武藤の撮影したものを使用した。RG探索法とRG探索制限法を考案した。また、武藤の行った手法との抽出結果の比較を行い、抽出結果の精度検証を行った。

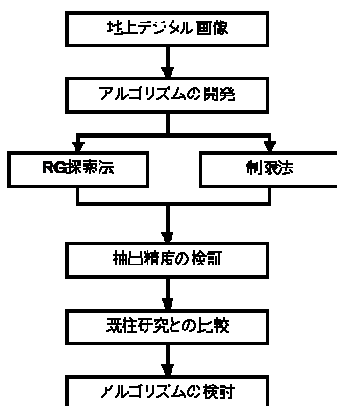


図1 研究フロー

3. 汎用アルゴリズムについて

汎用アルゴリズムの基本的な考え方は、撮影画像に黄色雄花、葉、枝等という構成要素が含まれており、それらの構成要素の色情報を初期値として与え、自動探索を行う。

4. スギ雄花抽出アルゴリズム

今回考案したアルゴリズムは RG 探索法と RG 探索制限法の2つである。

RG探索法の考え方を図2に示す。はじめに、構成要素の初期値（代表値）を決定する (a)。構成要素の初期値から最短距離になるよう候補領域を決定する (b)。分類した候補領域毎の重心を求め、それを新たな構成要素の代表値とする (c)。再度、新たな代表値から最短距離になるように候補領域を決定する (d)。分類した候補領域毎の重心を求め、それを新たな構成要素の代表値とする。

この手順を繰り返すことによって雄花探索を行うのが RG 探索法である。

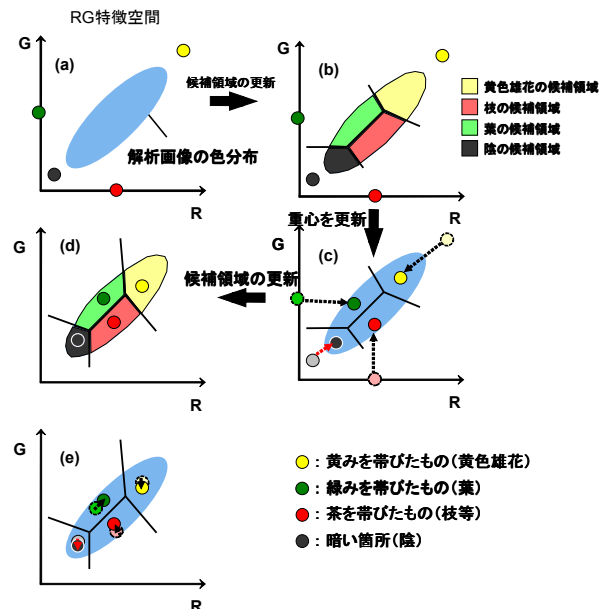


図2 スギ雄花抽出手法 (RG 探索法)

RG探索制限法はRG探索法を改良したものである。RG探索法は葉などの緑を帯びたもの

も誤判別してしまう。そのため、黄みを帯びていない画素を黄色雄花と判定され難くするのが RG 探索制限法である。

RG 探索制限法は、黄色雄花の最短距離を計算する際に、重み係数 W_{rg} をかけて、黄みに応じて距離を割増する手法である。重み係数 W_{rg} は式(1)で求める。

$$W_{rg} = \begin{cases} \frac{R}{G} (R > G) \\ \frac{G}{R} (G > R) \dots (1) \\ 1 (R = G) \end{cases}$$

図 3 に RG 探索法での黄色雄花の平均値の推移を示す。横軸が赤の濃淡値、縦軸が緑の濃淡値である。図 4 に RG 探索法での探索回数 7 回目の雄花推定領域を示す。図中赤く示した箇所が黄色雄花と推定された箇所である。このように探索回数を増やしすぎると過剰に黄色雄花領域を推定してしまうことがわかる。今回は探索回数 2 回目の値が目視で取得した雄花の画素値の平均値に近かったため、探索回数を 2 回と規定して探索を行った。RG 探索制限法も同様に 2 回とした。

使用した画像データは武藤が撮影したもので、分解能は 0.15[mm/pixel] と 0.05[mm/pixel] のものを使用した。これを図 5 に示す。図 5 から目視判読で作成した基準画像を図 6 に示す。

5.雄花領域抽出結果

RG 探索法で雄花抽出した結果を図 7,8 に示す。RG 探索制限法で抽出した結果を図 9,10 に示す。RG 探索法、RG 探索制限法、精密法、簡便法の 4 つの抽出方法から得られた合致率、正答率を表 1,2 に示す。合致率および正答率は表 3、式(2),(3)で求める。

解析画像 B において、合致率が大きく下がっているのは、明るい雄花と暗い雄花と二極化し、明るい雄花しか抽出できなかったためであると考えられる。

RG 探索法の合致率は、画像 A において、精密法の次に高く、画像 B では一番高い結果となった。しかし、正答率に関しては、画像 A,B 両方とも 4 つの抽出手法の中で一番低くなってしまった。正答率が低くなってしまった理由としては、他の抽出手法に比べて、葉等を黄色雄花と誤判別している箇所が多く見られ、そのせいで正答率が低くなってしまったのではないかと考えられる。

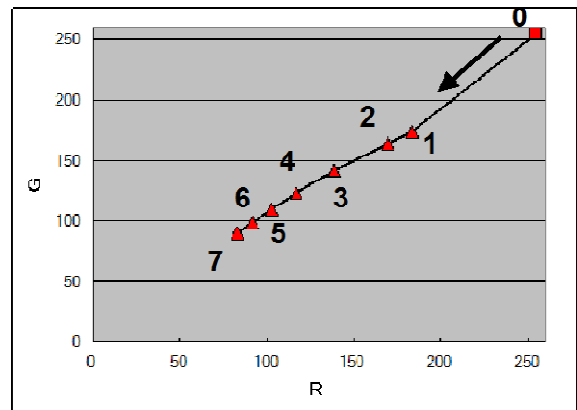
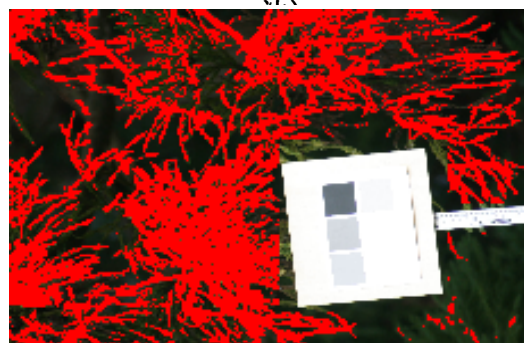


図 3 黄色雄花の平均値の推移 (RG 探索)



■ : 雄花推定領域

図 4 探索回数 7 回目の雄花推定領域



(A)0.15mm/pixel (B)0.05mm/pixel

図 5 使用画像データ

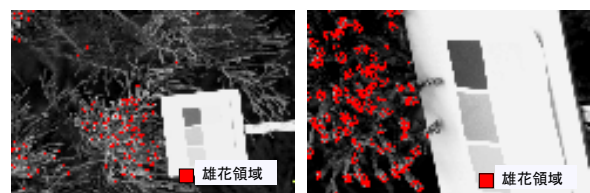


図 6 基準画像

制限法の合致率は画像A,Bに両方でRG探索法より低く、画像Bにおいては4つの手法の中で一番低くなった。しかし、正答率においては画像A、Bの中で一番高くなった。これはRG探索法で誤検出していた葉等が誤検出されなかったことやRG探索法より陰にある雄花を抽出することができなくなったためであると考えられる。

6.総括

解析者や撮影条件の影響を受けにくいというコンセプトで雄花抽出を行った。より精度が良くなるよう画素値の黄みに応じた重み付けを行った。精度検証を行った結果、RG探索法は精密法と同程度の抽出精度であった。

しかし、陰にある黄色雄花が抽出できていない箇所が多く見られた。また、現状のアルゴリズムでは、明るい雄花、暗い雄花と二極化した画像は対応できていないため、暗い雄花用にサブカテゴリを増やす等の改良が必要である。

表1 各手法の合致率、正答率 (画像A)

	合致率[%]	正答率[%]
RG探索法	75.5	46.9
制限法	62.4	62.4
精密法	86.0	52.9
簡便法	58.4	60.7

表2 各手法の合致率、正答率 (画像B)

	合致率[%]	正答率[%]
RG探索法	45.7	69.5
制限法	33.0	78.4
精密法	36.0	76.4
簡便法	33.9	79.1

表3 凡例表

		基準画像	
		雄花	非雄花
推定結果	雄花	A	B
	非雄花	C	D

$$\text{合致率} = \frac{A}{A+C} \times 100[\%] \dots (2)$$

$$\text{正答率} = \frac{A}{A+B} \times 100[\%] \dots (3)$$

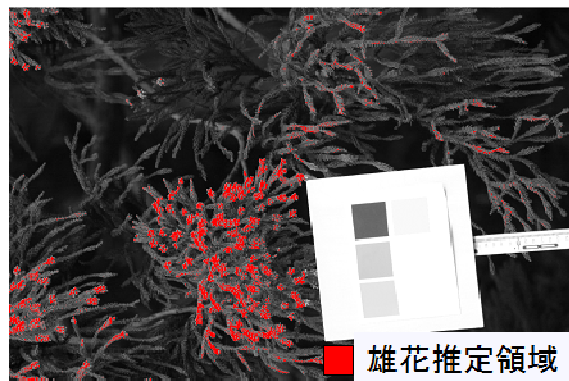


図7 雄花領域抽出結果 (画像A) RG探索法

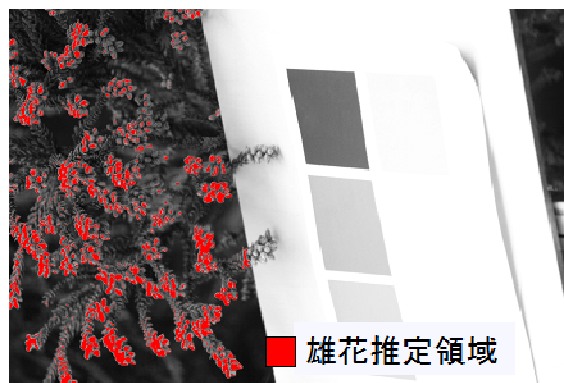


図8 雄花領域抽出結果 (画像B) RG探索法

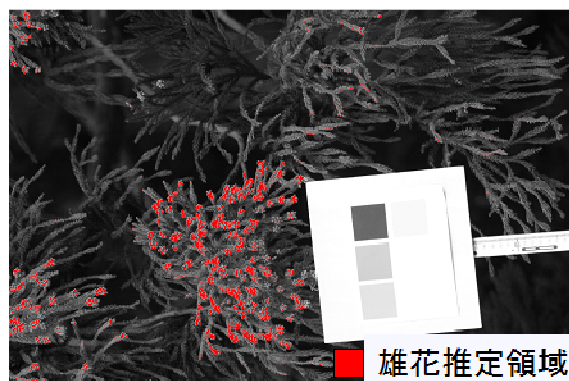


図9 雄花領域抽出結果 (画像A) RG探索制限法

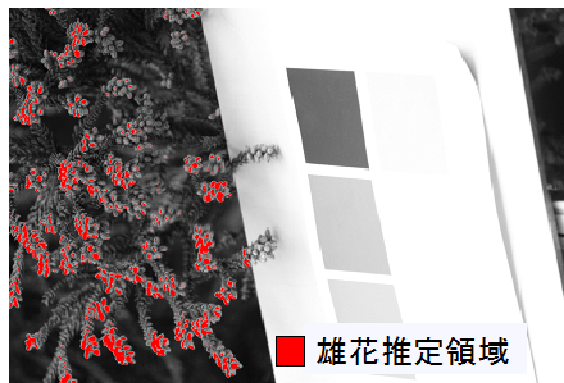


図10 雄花領域抽出結果 (画像B) RG探索制限法