

2B-8 画像内の雲の陰影パターンの抽出と修復処理

星 仰*
茨城大学

川内 道子**
筑波大学

1. はじめに

地表面をリモートセンシング技術により抽出した画像においては、雲は不規則な形状をした白色系のパターンとなり、その陰影部は逆に黒色系のパターンで抽出される。雲と陰影を含むこのような画像を解析すると、雲の陰影の影響があるパターンは雲の無いときのパターンに比べて濃度レベルが低下するために誤認識を起こす原因となる。

本研究では、このような雲の陰影部の劣化画像を復元することを目的として、雲とその陰影部の対応関係を求めるための認識要素を究明する。そして、これらの認識要素による雲と陰影に関するアルゴリズムを開発して、陰影パターンの修復処理の基礎研究とする。

2. 雲と陰影の位置関係

雲とその陰影には、太陽の方向により一定の関係がある。雲と地表面はレンズの中央を通して透視投影して画像平面上に位置付けられる。太陽光線は平行であると仮定できるので、陰影は地表面上に雲が平行投影され、それを再縮尺することにより画像平面上に投影される。ここでは、画像は地表に対して垂直に撮影され、また地表面は平坦であると仮定する。雲は立体であるので、画像上の雲とその陰影の形状は一般には等しくはならない。しかし、雲が小さい場合はほぼ一致すると考えることができる。これにより、雲の重心を平行投影すると、陰影の重心とほぼ一致すると考えられる。

また、複数の雲が1画像内に存在するときには、雲の高度はほぼ一定であると仮定する。2つの雲の重心を結ぶ線分と、対応する陰影の重心を結ぶ線分について考える(1つの雲と他の雲の各重心を結んだ線分を以下単に「雲の線分」といい、各々の陰影の重心を結んだ線分を単に「陰影の線分」という)。雲の線分を平行投影したものが陰影の線分であるので、この2線分は平行である。また、雲を含む平面と陰影を含む地表面は再縮尺されて画像上に位置付けられるので、画像平面上でもこの2線分は平行となる。この投影の際に雲の方が撮影地点に近いために、画像上では雲の線分が陰影の線分より多少長くなると考えられる。これらの事実より雲と陰影の対を求めるための処理手順を以下に示す。

画像上の白色系の部分を雲とする。全ての組み合わせに対して、重心同士を結んだ線分を考える。同様に、陰影の重心を結ぶ線分を得る。雲の線分の集合と陰影の線分の集合からそれぞれ1つずつ線分を選び、

その対に対して次の条件が当てはまる場合は、それを雲と陰影の候補とする。

(a) 2つの線分がほぼ平行である。

$$|S_s - S_c| / (|S_s| + |L_c|) < 1$$

ここで、 S_s と S_c は陰影と雲の線分の勾配、縦線は絶対値を表す。

(b) 2つの線分の長さの比 L_s/L_c が一定範囲内にある。ここで、 L_s 、 L_c は陰影と雲の線分の長さを表す。

(c) 雲と陰影の面積比を k とおくと、 k は次式で与えられる。

$$k = (A_{s1} + A_{s2}) / (A_{c1} + A_{c2})$$

ここで、 A_{s1} と A_{s2} は陰影の面積、 A_{c1} と A_{c2} は雲の面積である。

以上の選別を、全ての雲と陰影の線分に対して処理し、対象となった陰影をその候補とする。

3. 雲と陰影の周長と輪郭線

雲とそれを平行投影した陰影は、小さな雲に関しては類似した形状をしていると見なせる(すなわち、相似関係にある)。この事実に基づき、雲と陰影の周長と輪郭線に着目した陰影の抽出方法について述べる。

まず、雲と陰影の候補の輪郭線を求める。このとき同時に周長も抽出されるが、すでに述べたように雲と陰影は相似の関係にあると見なせるので、これらの周長の比 R_s/R_c は一定であると考えられる。ここで、 R_s と R_c は雲と陰影の周長である。

次に、1つの雲を選択し、それに外接するような n 角形を考える。この中の1つの接点から他の接点への対角線を L_1, L_2, \dots, L_{n-1} とする。また、これらの線分の勾配を s_1, s_2, \dots, s_{n-1} とする。同様にして、陰影の候補に対して対角線、勾配を求める。このとき、雲と陰影の対応が正しければ、雲と陰影の候補の L_1, L_2, \dots, L_{n-1} と s_1, s_2, \dots, s_{n-1} はそれぞれ一致すると考えられる。

上記の2点に関して、雲と陰影のあらゆる組み合わせについて調査することにより、正しい対が得られると考えられる。

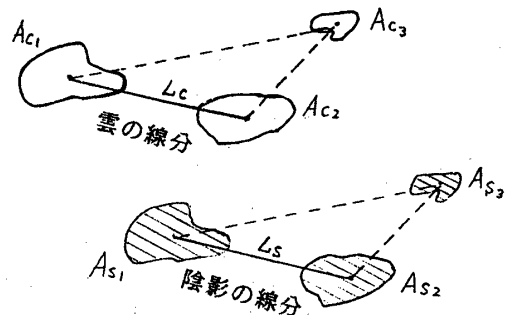


図1 雲と陰影の線分の定義

Restoration Processing and Extraction of Cloud Shadow Pattern on Image,

*) Takashi Hoshi, Ibaraki University,

***) Michiko Kawauchi, Tsukuba University.

4. マッピング

実際の衛星画像を用いて抽出をするとき、雲と陰影の位置関係またはこれらの周長と輪郭線のみでは、雲に対する陰影の候補を1対1に決定するのは難しいと思われる。例えば、陰影が自分自身や他の雲に隠されている場合、あるいは雲または陰影が画像平面上から一部分欠落している場合は正しく面積、重心の座標、周長などを抽出することができないため、上記の手法を一度試行しただけでは陰影の候補から漏れるものがある。

このことを補うために、上記の手法を単独または組み合わせて処理し、より多くの雲と陰影の対を得ることができよう。雲と陰影のマッピングの関係を求め、逆に雲のパターンを平行移動させれば、その重なり具合により正確に陰影部を抽出することができると思われる。

5. 実験データ

実験データとして、幾つかの雲と陰影の候補を含むように20×20画素の画像モデルを作成した。このモデルは、雲の濃度値を240、陰影部の濃度値を10とし、これに正規乱数を施してノイズを発生させたものである。このモデルに対して、しきい値を与えて2値化し、ラベル付けをしたものを図2、3に示す。図2の画像は雲のパターンを4つ示し、各々区別でき

るように数値を1~4として与えている。図3の画像は陰影パターンを示し、6種のパターンが存在する。

6. 実験の結果

本研究では雲とその陰影の対応関係を求めるため、雲と陰影の重心の位置関係、周長と形状に着目した。

表1に、各雲と陰影の候補の面積、重心の座標を示す。また、表2は雲と陰影の位置関係、すなわち重心の位置関係により陰影の候補を抽出した結果を示す。このように、実験データを使ったときは、雲と陰影の候補を抽出することができた。

雲と陰影の周長と輪郭線の形状による手法に関してはまだ、実験中であるので、結果は発表時に譲る。

7. おわりに

雲と陰影の関係を用いることによって、対応関係が見いだせる見通しができたことは確かである。また、実験データ数が少ないため、マッピング処理による重ね合わせ方などについては十分究明するに至らなかった。これらのことについては、今後研究する予定である。

【参考文献】

- 1) Chengye Wang, Liuqing Huang and Azriel Rosenfeld (1991). "Detecting clouds and cloud shadows on aerial photographs", Pattern Recognition Letters, No.12, pp.35~64.

表1 雲と陰影の候補の重心の座標と面積

		重心の座標	面積	周長
雲	1	(10.7, 1.9)	7	7
	2	(6.0, 5.5)	2	14
	3	(3.0, 12.4)	12	10
	4	(8.9, 11.9)	11	9
陰影	1	(17.4, 2.8)	5	5
	2	(20.0, 6.0)	3	3
	3	(16.0, 9.7)	22	13
	4	(13.0, 16.4)	12	10
	5	(18.9, 15.9)	11	9
	6	(5.5, 16.5)	4	4

表2 雲と陰影の抽出結果

		対	勾配	長さの比	面積比
1	雲	1, 3	0.04	0.92	0.79
	陰影	2, 4			
2	雲	2, 3	0.01	1.00	1.00
	陰影	3, 4			
3	雲	2, 4	0.02	0.86	1.00
	陰影	3, 5			
4	雲	3, 4	0.00	1.00	1.00
	陰影	4, 5			

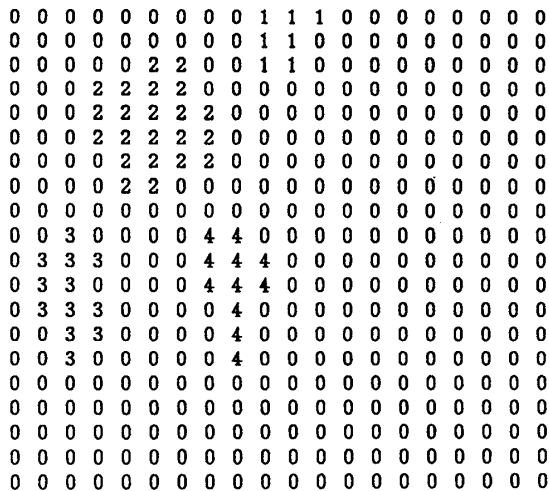


図2 雲のパターン

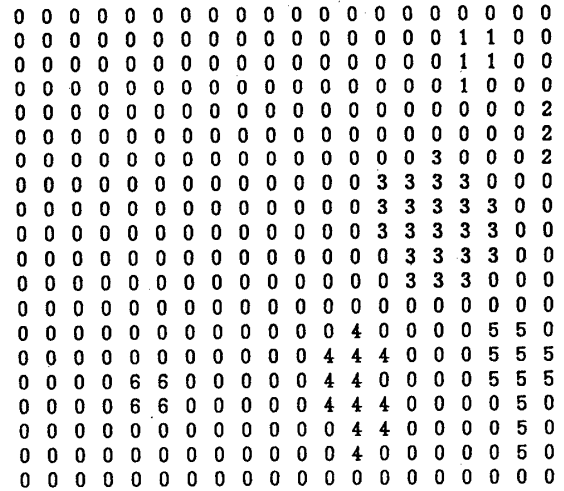


図3 陰影のパターン