

リモートセンシングデータの前処理

—地球資源衛星画像を例にとって—

Preprocessing of Remotely Sensed Data

—Case Studies for LANDSAT Imagery—

村井 俊治*・前田 紘*・辻内 延行*

Shunji MURAI, Hiroshi MAEDA and Nobuyuki TSUJIUCHI

はじめに

リモートセンシングデータを有効利用するためには、多様な画像処理を施す必要がある。デジタルな形で与えられるリモートセンシングデータは、まず最初に画像化してみて、どのような地表の物体がどの値の濃度レベルを有しているかをしらべる必要がある。つぎに、物体と濃度レベルの概略の関係から、解析したい物体を色調として強調したり、地図と重ね合わせられるように幾何学的な歪の補正をしたりしなければならない。場合によっては、膨大なデータ量を圧縮して最小必要限のデータ量に節約することも試みる必要がある。

本研究では、地球資源衛星 (LANDSAT) のデジタルデータを用いて、つぎに示す3つの前処理の例を示すことにする。

- (1) ラジオメトリックな前処理
- (2) 幾何学的歪の補正
- (3) データ圧縮

1. ラジオメトリックな前処理

オリジナルの画像の濃淡レベルの値を補正したり、処理したりして後の取り扱いに役立つことをラジオメトリックな前処理という。このなかには、エンハンスメントや各種の補正が含まれるが、ここでは、いくつかのエンハンスメントの例を示してみよう。

a. 原画

デジタルな形で与えられる画像は、原画は数値である。目に見える形の画像にするには、DA変換しなければならない。デジタルデータとDA変換装置の濃淡レベルが対応していれば、データをそのまま濃淡レベルに変換すればよい。しかし、地表のデータが全体的にきわめて小さいとか、大きいとかすると、画像化したものが全体的に暗くなったり、明るくなったりして見にくくなる。最初は、このような地表に関する知識が殆どないので、全体の画像のヒストグラムをとって

みるとよい。

図1(a)は、地球資源衛星 (LANDSAT-1) が昭和47年10月24日にとらえた淡路島付近のマルチスペクトル画像のうち緑バンド (0.5 μ m~0.6 μ m, MSS4) である。図2は、この画像のデジタルデータのヒストグラムである。図1(a)には原画とかかかれているが、LANDSATデータは7ビットのうちヒストグラム上で有効6ビットである。使用したDA変換装置が8ビットであるので機械的に原データを4倍して画像化したものである。

b. 正規化画像

図1(a)の原画は、全体的に暗く見える。画像全体を平均的な明るさとコントラストの分布にするには、つぎに示すように平均値のまわりに正規化するとよい。⁽¹⁾

$$x' = k \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

ここで、 x' : 正規化データ

x : オリジナルデータ

\bar{x} : 平均値

σ : 標準偏差

k : 係数

図1(b)は、正規化された画像である。図1(a)に比べて見やすい画像となっていることがわかる。表1に、 \bar{x} 、 σ 、 k の値が示されている。

c. 濃度分割

画像を目的に応じてさらに見やすくする方法の1つに濃度分割がある。濃度分割は、濃淡レベルをいくつかの濃度階級にわけて濃度差を強調する方法である。濃淡レベルのデータ圧縮の1つと考えることもできる。

図1(c)は、表1に示されるように、4つの濃淡階級に分割した例である。紀淡海峡および鳴門海峡のうずが比較的強調されている。濃度分割を行う場合には、ヒストグラムおよびデータと物体との対応関係などをよくしらべてから行うことが大切である。

d. 微分

濃淡差の大きいところのみを強調すると、境界部の

*東京大学生産技術研究所 第5部



図1(a) 原 図



図1(c) 濃度分割



図1(b) 正 規 化



図1(d) 微 分

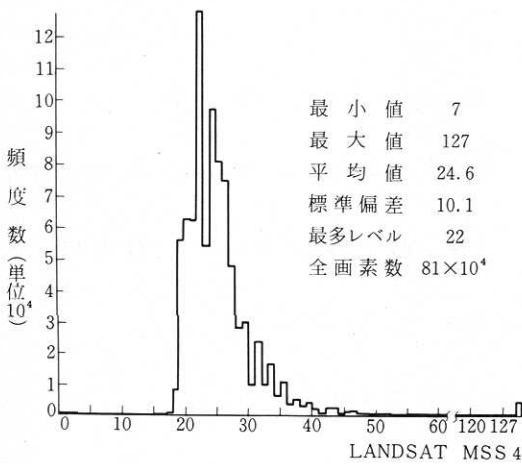


図2 ヒストグラム

表1 濃淡レベルのわりあて

原 画	$x' = 4x$ $x' > 255 \quad x' = 255$ $0 \leq x = \text{LANDSAT データ} \leq 127$ $0 \leq x' = \text{濃淡レベル} \leq 255$
濃 度 分 割	$0 \leq x \leq 24; x' = 0$ $25 \leq x \leq 27; x' = 127$ $28 \leq x \leq 126; x' = 191$ $x = 127; x' = 255$
正 規 化	$x' = 75(x - x_{min}) / \sigma$ $\sigma = \text{標準偏差} = 10.1$ $x_{min} = \text{最小値} = 7$
微 分	$S < 8; x' = 0$ $8 \leq S < 16; x' = 50$ $16 \leq S < 36; x' = 110$ $36 \leq S \quad ; x' = 255$ $S = (x_{i+1,j} - x_{i,j})^2 + (x_{i-1,j} - x_{i,j})^2 + (x_{i,j+1} - x_{i,j})^2 + (x_{i,j-1} - x_{i,j})^2$

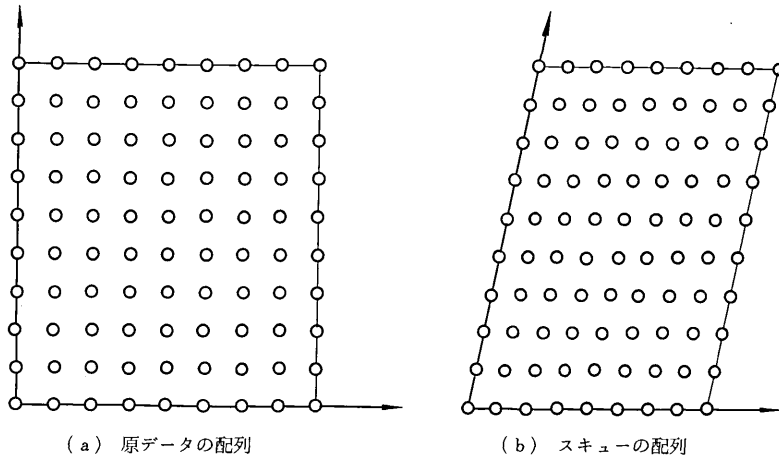


図3 スキューと縮尺の補正

エッジがよくわかる画像が得られる。濃淡差を強調する方法の1つに微分がある。デジタルデータは、格子状に与えられることが多いので、微分のかわりにつぎに示すように、上下左右のデータとの差の二乗和を用いてみた。

$$S = (x_{i+1,j} - x_{i,j})^2 + (x_{i-1,j} - x_{i,j})^2 + (x_{i,j+1} - x_{i,j})^2 + (x_{i,j-1} - x_{i,j})^2$$

図1(d)は、上式で与えられるSの値を表1に示されるような4つの範囲に分けて画像化したものである。

この図をみると海岸線の境界がよく強調されていることがわかる。一般的にリモートセンシングデータは、地表の複雑さからして変化の多いデータの集まりであることが多いので、微小な濃淡レベル差の強調が必要となる。

2. 幾何学的歪の補正

地球資源衛星画像の幾何学的歪の厳密な補正方法については、すでにいくつかの研究がなされている。⁽²⁾しかし、厳密な幾何学的補正には、大容量の計算機が必要であり、計算時間もかかる。

地球資源衛星データのもっとも大きい歪は、スキューおよび縮尺によるものである。前処理段階における幾何学的歪の補正では、スキューおよび縮尺の補正をすれば十分である。

地球資源衛星データは、スキャンライン毎および画

素毎に配列された二次元のマトリクスで与えられる。これらのマトリクス状のデータをそのまま格子状に並べて画像化すると、スキューおよび縮尺の歪をもった画像となる。このような歪を補正するには、図3に示されるように、正方格子状のデータをスキューさせて画像化する必要がある。画像化するためのDA変換装置は、正方格子状に画素を並べる機構になっているので、オリジナル画像の画素を並べなおして歪を補正す

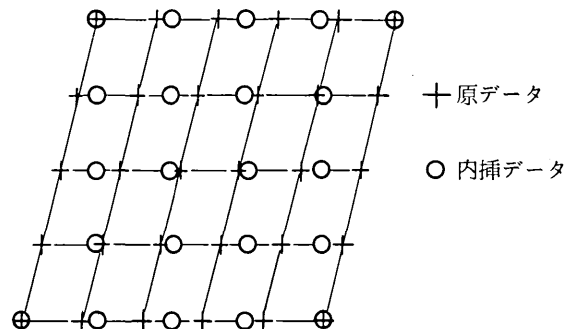


図4 DA変換の際の幾何学的補正

ることになる。

ここでは、図4に示されるように、スキャンライン上の画素間隔を、スキャンライン間隔と同じように配列して、もっとも近傍のデータで内挿すれば、最終的なDA変換の段階でスキューと縮尺の補正が行われる。

図5(a)は、幾何学的歪を補正していない画像であり、図5(b)は上記の方法を用いて幾何学的補正を行った画像である。図5(c)は参考のために淡路島付近の20万分の1の地図を縮小したもので、上記の方法の幾何学的補正で実用的には十分であることがわかる。

3. データ圧縮

リモートセンシングデータは、一般に膨大なデータ量となるので、前処理の段階で、実用的にどの程度データ圧縮が可能であることをしらべておくことは、きわめて有効である。データ圧縮は、目的と所要精度によりきめられる。データ圧縮により、容量と計算時間を大きく節約できる。

図6(a), (b), (c), (d)は、それぞれ原画(1:1), 1:4, 1:9, 1:16にデータ圧縮された画像である。一般に、1:6程度までは、人間の眼ではデータ圧縮されたか否かがわからないといわれている。4つの画像で1:4のものは、原画と殆どかわらない。1:9および1:16の画像は、画素をそれぞれ3つおきおよび4つおきにサンプリングしたものである。横方向にシマ模様が見えるのは、地球資源衛星のスキューの検知器が6つあって、6本のスキャンラインおきに同じ検知器のデータとなるため、異なる検知器によるデータの相違が強調されたからである。

おわりに

リモートセンシングデータの前処理は、数多くの補正や画像処理が必要とされるが、本研究ではそれらのうち現在ソフトウェアが完了したものの例を中間発表として紹介してみた。今後とも、このような前処理のソフトウェアを整備して行く方針であるので、後日成果をまとめたいたいと考えている。

最後に、この研究は、科学技術庁資源調査所の特別研究促進調整費によるデジタル解析に関する研究の一環となっていることをこたわっておく。

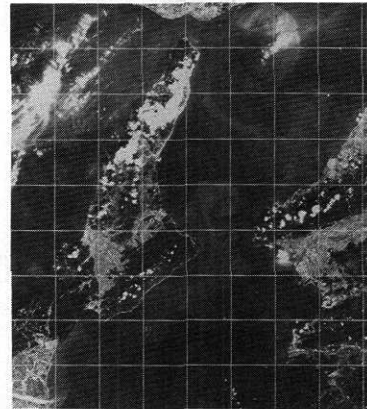
参考文献

- 1) 村井俊治, 辻内延行, 地球資源衛星デジタルデータの多次元解析; 生産研究 Vol 26, No. 8 昭49年8月
- 2) 村井俊作, 前田柱, 奥田勉, 地球資源衛星デジタルデータの地理的補正; 写真測量 Vol 13, No. 4 昭49年

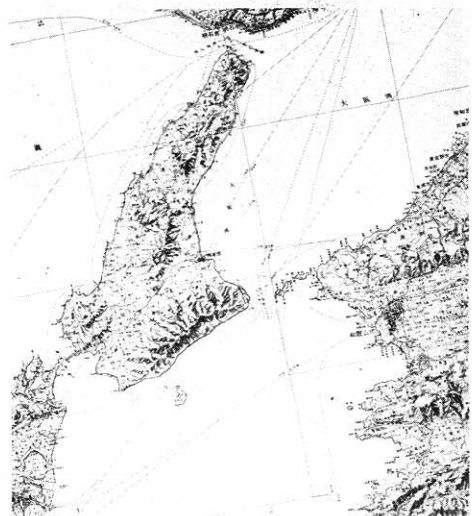
(1975年8月29日受理)



(a) 未補正画像



(b) スキューと縮尺を補正した画像



(c) 淡路島20万分の1の地図

図5 幾何学的歪の補正

研究速報



(a) 原画 1 : 1



(b) 1 : 4



(c) 1 : 9



(d) 1 : 16

図6 データ圧縮

