

1. はじめに

リモートセンシングのマルチスペクトラルスキャナ(MSS)データを応用する分野には土地利用図、森林図、土壌図などの主題図の作成を研究する部門がある。この部門での主題図作成用の判別・分類手法には画素単位分類法と領域単位分類法(テキスト解析を含む)などがある。この中で画素単位分類法は最大尤度法(以下MLと略記する)、判別分析法(LI)およびユークリッド距離法(EU)などがあり、これらが基本的分類法として初期の解析によく使用されている。現在、これらの画素単位分類法をMSSデータの処理システムに採用しているのを調査したところ、LARSYS, PIA, USAS, PARSなどがその一部分である。この中でUSASは著者の開発した手法であり、PARSはUSASの基本的な処理プログラムを組み直した所が多い。これらのシステム作成の経験とLARSYSやPIAなどの利用経験から総括して、MSSデータの処理システムをユーザ側から考察したところ、下記の諸点項目などについて改善すべき点があることも見出した。

- ① 処理方法・手順の簡素化。 ③ トレーニングデータ構造による分散零の発生への対策。
- ② 手法間の重複部分の削除。 ④ 判別・分類手法の組合せによる処理の可能性と実用性。

これらの諸点項目の問題点の一部分を解決するために、USAS手法で利用したアルゴリズムを基盤として、かつ文献(1)の数学モデル実験などを経て、画素単位分類のアルゴリズム上の改善を研究することにした。このアルゴリズム改善を実施したプログラムはCLASIFと名付けることとし、その有効性を実証する目的で御坊市上空の航空機によるCCCTデータの適用を試みた。この結果、良好な成果を得ることができたので、CLASIFのアルゴリズム内に取り入れたキーパラメータを主体に、その概要を述べる。

2. CLASIFルーチンに含まれている画素単位の判別関数。

CLASIFのルーチンでは上述のML, LI, EUの3手法を含んでおり、これらの判別関数は下記の通りである。最大尤度法はベイズの理論に基づいており判別に際し、後期待損失を最小にしようとする手法である。この手法をリモートセンシングのMSSデータに適用するに当たっては、パターンの特徴変数($z_1, z_2, \dots, z_p$)をMSSデータの画素のチャンネル($ch_1, ch_2, \dots, ch_p$)に置き換えて、かつ各郡の異なる母集団($G_1, G_2, \dots, G_n$)を地表クラス($C_1, C_2, \dots, C_n$)と対応づけることにする。このような考えの下では1画素 ch が地表クラス C_i に属する確率は $P(C_i | ch)$ として表わすことができる。ところで、ベイズの理論によれば、すべての画素判別において誤分類を最小にする条件として、式(1)が成立することになる。また、平均損失関数 $r_j(ch)$ は式(2)

$$P(C_i | ch) \cdot P(ch) = P(C_i) \cdot P(ch | C_i) \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad \dots \dots \dots (1)$$

となる。ただし、式(2)における L_{ij} は C_i に属する ch を C_j と判別したときの損失である。

$$r_j(ch) = \sum_{i=1}^n L_{ij} \cdot P(ch | C_i) P(C_i) \quad (i, j=1, 2, \dots, n) \quad \dots \dots \dots (2)$$

分析地区の各画素を所定の地表クラス C_i に割り当てる以前において、分類前の地表クラスの事前確率 $P(C_j)$ や各地表クラスの確率関数 $P(ch | C_i)$ は不明であると考えねばならない。そこで、MSSデータはすべて多変量正規分布をするという仮定を設けることにする。この仮定の下に確率関数 $P(ch | C_i)$ は式(3)として書き表わせる。

$$P(ch | C_i) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma_i|^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (ch - \mu_i)' \Sigma_i^{-1} (ch - \mu_i) \right\} \dots \dots \dots (3)$$

任意の画素 ch を地表クラス C_i に割り当てるための判別関数は指数表式となるので、自然対数をとって式(4)の形式とする。この式(4)は ch の2次式であり、これがCLASIFの最大尤度法の判別関数である。

$$y_{Li}(ch) = \log_e P(C_i) - \frac{1}{2} \log_e |\Sigma_i| - \frac{1}{2} \{ (ch - \mu_i)' \Sigma_i^{-1} (ch - \mu_i) \} \dots \dots \dots (4)$$

次に各地表クラスの分散共分散行列 Σ_i が Σ に等しい条件の下では、式(4)の判別関数は一次式となり、線形判別関数 $y_i(cR)$ は式(5)となる。

$$y_i(cR) = \log P(c_i) + cR' \Sigma^{-1} \mu_i - \frac{1}{2} \mu_i' \Sigma^{-1} \mu_i \dots \dots (5)$$

さらに、事前確率 $P(c_i)$ が $1/n$ となる条件下では判別関数は式(6)となり、ユークリッド距離法の判別関数となる。

$$y_i(cR) = cR' \mu_i - \frac{1}{2} \mu_i' \mu_i \dots \dots (6)$$

3. CLASIFの構成とその特徴

CLASIFは主プログラムと7個の副プログラム(Fig-1参照)から構成されている。これらの処理手順の主要な部分はFig-2の通りであり、METHODにより、EU、LI、MLの分類手法が選択できる。また、MLにおいてはクラスのあるチャンネルの分散が零の場合、COVMATによって、以後の処理方法を定める。次にFig-2の分類図②はEU、LI、MLの分類結果を重ね合せて、スムーズな分類結果が同一(又は異なった)場合の画素を抽出させるものである。これはCLASIFルーチンの特徴といえる。

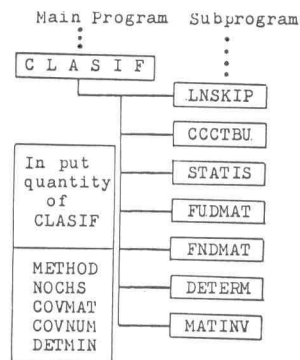


Fig-1

4. 航空機のCCCTデータの適用結果

1974年10月御坊市上空1500mでディダラス社の11チャンネルのMSSデータ調査を実施した。このデータを用いて、130からX200ラインの領域を分析地区として選定し、CLASIFの稼動テストを行った。この結果、EU(Fig-3)、LI、ML(Fig-4)とも予定通りの分類図を得ることができた。そこで、EUとMLの分類結果を比較し、各画素が同一の地表クラスに割り当てられているものはMLの結果を採用し、同一でない画素は手法間の差によるものと解釈して“=”記号で表してみた。この結果がFig-5である。

5. おわりに

リモートセンシングのMSSデータを用いて主題図を作成する場合に、よく見受けられるのは、「まず解析対象とする地区の分類図をなるべく良好な結果で求めたい」ということである。このような意味でCLASIFのMLの分類図は今後使用されると思われる。また、手法間の分類結果の比較検討に分類図②が有効と思われる。

参考文献；星 仰、塩谷晋三；“USAS手法による最大尤度法適用時に対する一考察”；土木学会関西支部学術講演会講演概要集，IV-54，1979.6.

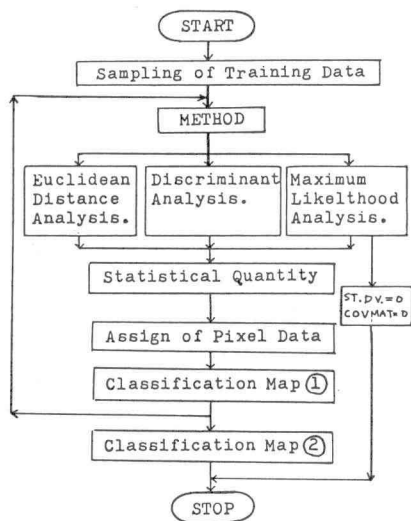


Fig-2

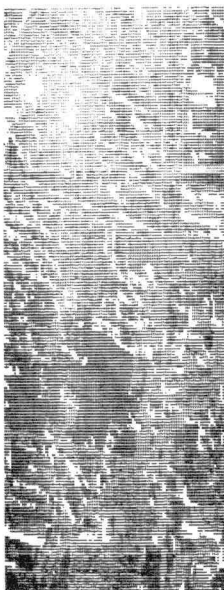


Fig-3



Fig-4



Fig-5