

## 広域人工衛星画像解析における知的情報処理の適用に関する研究

豊橋技術科学大学 正会員 河邑 眞  
 福井工業高等専門学校 正会員○辻子裕二  
 豊橋技術科学大学 学生員 深堀 賢

**1. 緒言**

近年、各都道府県・市町村においてその規模に関係なくGISニーズが高まり、これに伴い広域な情報を定期的に且つ同時に取得することができる人工衛星画像の需要も増加している。通常、人工衛星画像における教師付き分類の場合には、対象とする領域の中で確信のある点を教師データとして採用し、人工衛星画像のCCT値と対にして未知データを分類するためのパラメータを算定する。ここで用いられる教師データには人工衛星画像独特の誤差が含まれる。具体的には、複数クラス(カテゴリー)の混在画素や対象とする環境(点・時刻)の違いによる誤差である。こういった誤差を統計的分類手法では統計量な誤差の範囲内であるとし、確率密度関数(PDF)という形でパラメータを仮定する。しかし、仮定するPDFに従わないものに対しては、大きな誤差を生じさせる原因となる。

こういったPDFの仮定に関する問題に対処するために、ニューラルネットワークに代表される知的情報処理技術の人工衛星画像分類への適用について多くの研究が行われた。しかしながら、処理系が複雑になればなるほど与えられる教師データに関する精度は向上しても、パラメータが煩雑になり未知画像に対する汎用性(汎化能力)が劣ることが多い。特に与えられる教師データと分類対象となる画像の環境の相違によって分類精度にどのように影響するかが問われる。

このような背景から、本研究では代表的な分類手法の中から最尤法、ニューラルネットワークおよびファジー理論を取りあげ、点(領域)環境を変えた教師データを用意し、その教師データで算定された分類パラメータを検討することにより、各手法の分類パラメータの普遍性について検討を行なう。

**2. 解析データ**

本研究で用いたデータは、1994年6月1日撮影のLANDSAT TM(path=109, row=36, 5966ライン, 7020カラム)である。これより領域特性を考察するために、名古屋市・岡崎市・豊田市などを含む愛知県北部と豊橋市・蒲郡市・豊川市などを含む愛知県南部の2地域を切り出した。切り出した画像の大きさはそれぞれ1200ライン×1536カラムである。なお、以後の便宜のために切り出した上記2領域をそれぞれa, b領域とする。図1にa, b各領域のTM画像を示す。

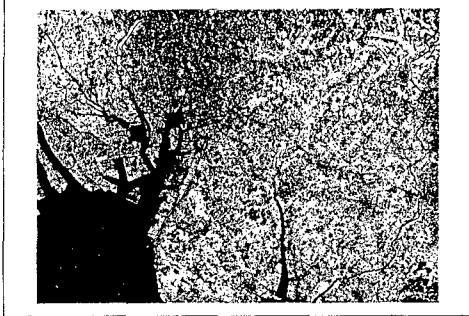
教師データはa, b各領域から各カテゴリーについてそれぞれ30点、計210点を無作為抽出した。分類カテゴリーは水域、森林、畑、田、住宅地、市街地、工業用地の7カテゴリーである。

**3. 解析手法と結果**

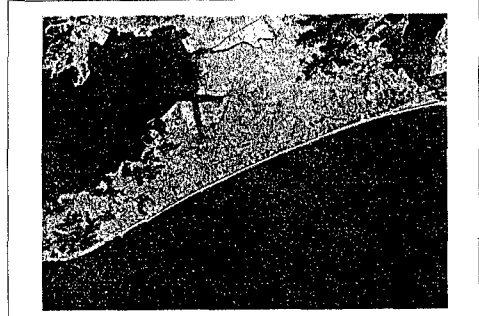
上記a, bの2領域に対して、一般的に用いられる統計的手法の最尤法(以下MLC)、ファジー推論(以下FR)およびバックプロパゲーションニューラルネットワーク(以下BPN)を分類問題に適用した。

特に、人工衛星画像分類におけるパラメータの普遍性の検証の観点から、a, b各領域の教師データを用いてそれぞれの領域での各手法におけるパラメータを算出した。これをa領域の分類に適用することで分類パラメータの普遍性の検討を行なった。

表1はa, b各領域におけるTMデータの平均値ベクトルである。全カテゴリーを通して平均値ベクトルが統計的誤差として処理できる誤差の範囲内であるとは言いがたい。本稿では割愛した分散共分散行列に対しても同様の結果が得られた。この結果、表2に示されるように、b領域より教師データを抽出しa領域の分類を行った際のMLCおよびBPNの精度の悪化が確認できる。これらの結果より、教師データと同一環境の分類に対してはBPNが、パラメータの汎用性の面から見ればFRの有用性が確認できる。



(a) a領域（名古屋市・岡崎市・豊田市近辺）



(b) b領域（豊橋市・蒲郡市・豊川市近辺）

#### 4. 結論

原理からすれば、BPNにおける学習に関するパラメータ（中間層ユニット数、学習回数等）を十分に与えれば、教師データの正解率をいくらかでも向上させることはできる。すなわち、一つの地域・時刻環境のみの教師データに限定すれば、BPNはほぼ完全な正解率を与える。このことは教師データに対する依存性の高さを示すものであり、教師データに本解析のようなばらつきが見られる場合には、パラメータの普遍性を期待できないことになる。

また、本研究の結果より同一時刻環境においても異なった領域からデータを採取するだけでその特徴空間（ベクトル）に変化が確認された。このことは知的情報処理を用いてパラメータを増加し、着目する環境だけで精度向上を図ることは危険であることを意味し、何らかの枠組みの中で汎化能力を確保する必要があると考えられる。

一方、本解析結果からはFRの汎用性に対する有効性が見いだされたが、教師データを与えた領域よりもそうでない領域の方の精度が高いことから、これだけの結果からFRに関するパラメータの普遍性の評価を行うことは避けるべきと考えられる。

#### 参考文献

[1]河邑眞，辻子裕二，深堀賢：東海地方の衛星画像を利用した広域土地被覆分類方法についての検討，土木学会中部支部平成六年度研究発表会講演概要集，pp. 505-506，1995。

図1 解析対象領域

表1 解析対象領域の平均値ベクトル

| カテゴリー |     | Band 1 | Band 2 | Band 3 | Band 4 | Band 5 | Band 7 |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 水域    | a領域 | 60.47  | 23.20  | 21.97  | 12.40  | 8.63   | 3.90   |
|       | b領域 | 56.70  | 20.33  | 17.57  | 9.80   | 5.60   | 2.57   |
| 森林    | a領域 | 64.60  | 28.67  | 33.27  | 44.40  | 58.40  | 26.47  |
|       | b領域 | 55.67  | 21.60  | 20.73  | 33.93  | 29.40  | 10.77  |
| 畑     | a領域 | 69.80  | 31.77  | 38.47  | 43.23  | 66.30  | 33.97  |
|       | b領域 | 61.77  | 26.07  | 28.07  | 48.67  | 48.73  | 20.43  |
| 田     | a領域 | 68.23  | 29.93  | 35.37  | 40.50  | 62.03  | 30.23  |
|       | b領域 | 64.07  | 27.53  | 30.67  | 42.57  | 50.90  | 22.57  |
| 住宅地   | a領域 | 68.70  | 28.70  | 32.17  | 29.17  | 39.93  | 24.70  |
|       | b領域 | 68.20  | 28.53  | 31.50  | 32.53  | 42.07  | 23.30  |
| 市街地   | a領域 | 68.97  | 28.67  | 31.80  | 28.40  | 36.93  | 20.80  |
|       | b領域 | 67.30  | 28.00  | 30.50  | 27.20  | 37.47  | 21.70  |
| 工業用地  | a領域 | 72.40  | 31.03  | 35.97  | 31.17  | 44.60  | 25.83  |
|       | b領域 | 71.63  | 31.50  | 37.87  | 34.60  | 54.90  | 30.67  |

表2 各手法による分類結果の精度

| 教師データ | a領域   |       |       | b領域   |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | MLC   | FR    | BPN   | MLC   | FR    | BPN   |
| 水域    | 82.1% | 81.9% | 93.8% | 54.5% | 83.5% | 88.6% |
| 森林    | 27.7% | 29.0% | 60.6% | 62.4% | 73.9% | 54.8% |
| 畑     | 10.5% | 7.4%  | 9.1%  | 11.1% | 35.9% | 23.2% |
| 田     | 44.5% | 50.3% | 42.3% | 39.8% | 49.4% | 20.9% |
| 住居    | 54.4% | 40.4% | 47.0% | 49.2% | 32.3% | 37.0% |
| 市街地   | 22.5% | 26.7% | 24.0% | 20.9% | 22.1% | 22.2% |
| 工業用地  | 0.0%  | 33.6% | 39.0% | 0.0%  | 9.3%  | 9.2%  |
| 総合精度  | 45.1% | 48.1% | 55.9% | 38.5% | 53.4% | 36.6% |