

はじめに

本書では、TNTmipsでマルチスペクトル画像やマルチテンポラル(多時期)画像を自動分類する手順を紹介します。この手順には、類似のスペクトル特性を持つ画像セルを自動的に分類する「教師無し」の方法と、サンプル領域を指定する必要がある「教師付き」の方法とがあります。さまざまなクラスの統計的な自動解析は、結果の解釈に役立ちます。また、類似したクラスを対話的に統合することもできます。

必須基礎知識本書では、読者が『TNT入門:地理空間データ表示』、『TNT入門:システムの基本操作』の 練習問題を完了しているものと仮定しています。必須知識や基本操作についてはこれらの練習問題で説明 されており、本書では繰り返して説明しませんので、必要に応じこれらのマニュアルやTNTmipsリファレ ンスマニュアルで調べてください。

サンプルデータ本書の練習問題では、TNT製品に添付されているサンプルデータを使用します。TNT製品のCDにアクセスできない場合は、マイクロイメージ社のウェブサイトからデータをダウンロードできます。特に、本書ではCROPDATAデータコレクションのRGBCROPプロジェクトファイル、CB_DATAデータコレクションのCB_TMプロジェクトファイル、およびBEREAデータコレクションのBERMNDVIと BEREATRNプロジェクトファイルのオブジェクトを使用します。ハードディスクドライブ上にこれらのファイルの読み込み/書き込み用のコピーを作成してください。CD-ROMの読み込み専用のサンプルデータを 直接操作すると問題が発生する可能性があります。

その他の資料本書では、自動分類処理に関する概要しか示されておりません。詳細はTNTリファレンスマニュアルを参照してください。自動分類の詳細について40ページを超える説明が載っています。

TNTmipsとTNTlite™ TNTmipsには2つのバージョンがあります。プロフェッショナル・バージョン と、無料バージョンであるTNTliteです。本書では、どちらのバージョンも「TNTmips」と呼ぶことにしま す。プロフェッショナル・バージョンにはソフトウェアライセンス・キーが必要です。このキーがない場合、 TNTmipsはTNTliteモードで動作し、プロジェクトデータのサイズが制約されるほか、データのエクスポー トもできません。

自動分類処理は、TNTview、TNTedit、TNTatlasでは使用できません。TNTliteでは、添付されたサンプルの 地理データを使用してすべての練習問題を完全に実行することができます。

> Randall B. Smith 博士、2005年1月25日 ©*MicroImages, Inc., 1997*

ー部のイラストでは、カラーコピーでないと重要な点がわかりにくい場合があります。マイクロイメージ社の ウェブサイトから本書を入手されれば、カラーで印刷したり表示できます。また、このウェブサイトからは、 『TNT入門』のその他のテーマに関する最新のパンフレットも入手できます。インストールガイド、サンプル データ、および最新バージョンのTNTliteをダウンロードできます。アクセス先は次の通りです。 http://www.microimages.com

画像分類の世界にようこそ

多くのリモートセンシング・システムでは、さまざまな波長における輝 度値が記録されますが、通常この中には可視光スペクトルの部分だけで なく、写真赤外線や、場合によっては中間赤外線バンドも含まれます。 これらの各バンドの輝度値は通常、別々のグレー階調画像(ラスタ)内 に保存されます。したがって、可視光範囲を越えるバンドを含むように カラーの概念を拡張すると、画像の中の各地上解像度のセルは地面のそ のパッチの実際の「カラー」を示す一組の輝度値を持つことになりま す。

TNTmipsにおける自動分類処理では、マルチスペクトル画像に含まれ るラスタセルの「カラー」つまり「スペクトルパターン」を使用して、 自動的にすべてのセルを指定された数のスペクトルクラスに分類しま す。スペクトル・クラスと、さまざまな地表物質や土地被覆のタイプと の間の関係は、あらかじめわかっている場合もありますし、分類後に各 クラスのスペクトル特性の解析によってわかる場合もあります。自動分 類処理には、さまざまな分類方法や、分類結果の解析に役立つツール群 が用意されています。

マルチスペクトル画像に含まれるセルのスペクトルパターンを数量化 するには、各バンドのラスタ値を別々の座標軸上にプロットし、仮想 「スペクトル空間」内に点を配置します。このスペクトル空間では、画 像内の各バンドごとに1つの次元があります。ほとんどの分類方法で は、このスペクトル空間内の点の間の距離を何らかの基準により測定し て、スペクトルパターンの類似性を評価します。スペクトル空間内で近 い位置にあるセルはスペクトル特性が似ており、同じ地表面特性の画像 が生成される確率が高くなります。



ステップ

✓ TNTmipsメインメニュー バーからProcess / Raster / Interpret / Auto-Classify (処理 / ラスタ / 解釈 / 自動 分類)を選択します。

4~12ページでは、いくつかの教師 無しの分類方法、およびその方法にお けるユーザ定義パラメータについて説 明します。13~19ページの練習問 題では、分類結果を解析してクラスを 統合するためのツールを紹介します。 20~26ページでは、教師付きの画 像分類方法、およびError Matrix(エ ラーマトリクス)ツールの使用方法を 示します。27~34ページの最後の 練習問題では、トレーニングセット・ エディタを使用してトレーニングセッ トとマスク・ラスタを作成する方法を 示します。

3バンド・スペクトル空間内の単一ス ペクトル・パターンの位置



^{紫外線} 青 緑 赤 近赤外線	中間赤外線
▲ 人間にとっての → 可視光の範囲	

教師無し分類

教師無し分類を行う場合、TNTmips は、一連の規則を使用して、希望する数 の自然発生スペクトルクラスを入力ラ スタセットから自動的に見つけます。 この場合の規則は、Method (方法)オ プションメニューからユーザが選択し た分類方法によって異なります。

ステップ

- Automatic Classification (自動分類) ウインドウの [Rasters...(ラスタ...)] ボタ ンをクリックします。
- CROPDATA データコレクションの RGBCROP プロジェクトファイルからラスタオブジェクトRED、GREEN、BLUEを選択します。
- ✓ Method (方法) オプションメ ニューボタンを押し、Simple One-Pass Clustering (簡単 なワンパス・クラスタリング) を選択します。
- Input Redistribution(入力再 分配)オプションメニューか らNone(なし)を選択します。
- ✓ Number of Classes (クラス 数)を10に変更します。
- ✓ File (ファイル) メニューから Run (実行)を選択します。
- 標準のオブジェクト選択手順 を使用して出カラスタ用の CROPCLAS という新しいプロ ジェクトファイルを作成しま す。
- ✓ 決められたデフォルト名を使 用して、出力のClass(クラス) ラスタとDistance(距離)ラ スタに名前を付けます。
- ✓ Select Object(オブジェクト を選択)ウインドウで[OK]を クリックして選択内容を確定 すると、分類処理が開始され ます。

次の練習問題に備え、Automatic Classification (自動分類) ウィンド ウは開いたままにし、現在の設定もそ のままにしておいてください。 スキャンしたナチュラルカラーの航空写真の赤、緑、青のラスタ成分 を、教師無しの方法で分類してみましょう。(後の練習問題の分類結果 と比較するためこの画像を表示します。)

この練習問題ではSimple One-Pass Clustering Method (簡単なワンパ ス・クラスタリング分類法)を選択します。この方法では、各セルと設 定されたクラス中心との間のスペクトルの距離を測定することにより、 1回の処理パスで最初のクラス中心を設定して各クラスにセルを割り当 てます。各ラスタセルは最も近いクラスに割り当てられます。既存のク ラス中心からの距離が遠過ぎるセルは、新しいクラスの中心になります (指定されたクラス数まで)。



分類セッションで最後に使用した分類方法やクラス数などの設定は、デフォルト設定として保存され、次にこの処理を開いたときに元に戻されます。新しい分類を実行する前にすべての設定をチェックしてください。

クラスラスタと距離ラスタ

分類結果のうち主なものはクラスラスタに含まれ、View(ビュー)ウイ ンドウに自動的に表示されます。分類方法によっては、距離ラスタの作 成を選択し、このラスタを選択して表示することもできます。出力ラス タは下図のようになるはずです。

クラスラスタは分類別のラスタです。ラスタに含まれる各数値は、分類 処理によってセルに割り当てられた任意のクラス識別子です。教師無し の分類処理では、クラスが作成された順にクラス番号が割り当てられま す。ラスタ値には他に数値的な意味はまったくないため、標準カラーパ レットから各クラスに一意的な表示用カラーが割り当てられます。

距離ラスタは、割り当てられたクラスに対する各セルの適合度を示すグ レー階調ラスタです。距離ラスタに含まれる各ラスタセル値は、そのセ ルと、スペクトル空間におけるそのセルのクラス中心との距離を記録し たものです。クラス中心に近い(適合度が高い)セルは、距離値が大き い(適合度が低い)セルよりも表示されるラスタ内では暗く見えます。





クラスラスタ CLS_SIMPLE (分類別ラスタ)

クラスに対する適合度が 低いセルは距離ラスタ内 では明るくなります。



グレー階調距離ラスタDST_SIMPLEを自動正規 化によりコントラスト強調したもの

入力画像の表示

ステップ

- ✓ TNTmipsメインメニューからDisplay / Spatial Data(表示 / 空間データ)を選択します。
- Display Spatial Data (空間データを 表示)ツールバーのOpen(開 く)アイコンボタンをクリッ クし、メニューからOpen Group (グループを開く)を 選択します。
- RGBCROP プロジェクトファ イルから GROUP1 を選択しま す。



入力カラー画像の範囲には、東部ネブラスカの約320エーカーの農場が 含まれています。この画像は夏の成熟期に撮影されたものであり、トウ モロコシ、小麦、大豆の畑が含まれています。画像を分類する主な目的 は、さまざまな作物の分布を地図化することにありますが、この画像に は樹木、草地、道路、池、明るい色の屋根を持つ農場の建物も含まれて います。自動分類処理は、分類したい地物だけでなく画像に含まれるす べてのセルの一連の輝度値の影響を受けます。

クラスラスタと入力画像を比較できるように、画面上の Classification View (分類ビュー) ウィンドウと Group View 1 (グループビュー 1) ウ インドウを調整します。ほとんどの畑には、2つ、場合によっては3つ のクラスのセルが含まれることに注意してください。Operation on Class(クラスに対する操作) ウインドウのスクロールテーブルには、番

号の付いた各クラスに割り当てられたカラーと、クラス名が表示 されます(教師無し分類の場合、デフォルト名はクラス番号にな ります)。後の練習問題では、このウィンドウを使用して、クラ ス名の変更、類似したクラスの統合、クラスラスタの単純化など を行います。

分類処理の最初の一連の練習問題で入力に使用 された3つのラスタのRGB表示。



同じ縮尺で表示されたクラスラスタ。



✓ 次のページに進む前に、Group Controls (グループコントロール) ウィン ドウから Group / Close (グループ / 閉じる)を選択してください。

グランドトゥルース・データとの比較

教師無し分類の結果を解釈する場合は、クラスラスタを、画像内の物質 や被覆のタイプに関して使用可能なすべての情報と比較すると役に立 ちます。RGBCROP 航空写真に対応する部分的な「グランドトゥルー ス」情報は、2つのベクタオブジェクトの中に含まれています。

CROPMAPベクタオブジェクトは畑の境界の輪郭を示しており、既知の 被覆タイプを識別するためのラベルが付けられています。作物がわかっ ていない畑には、疑問符のラベルが付けられています。STREAMSベク タオブジェクトは、その地域の排水パターンの輪郭を示します。水路の 両側には、「Trees(樹木)」というラベルの付いた幅の狭い帯状の部分 がありますが、実際にはこの部分には樹木と草地の両方が含まれていま す。

トウモロコシ畑の中にはさまざまなクラスが含まれていることに注意 してください。画像の北西の隅にあるトウモロコシ畑にはクラス1、3、 6が含まれます。中心部の畑はほとんどがクラス4と6です。南東の隅 の畑はほとんどがクラス4と5です。スペクトル特性がこのように異な る原因としては、作物の大きさ、覆っている葉の密度、土壌のタイプと 状態、傾斜の方向などの因子が異なることが考えられます。

航空写真や衛星画像を解釈しようとする場合、ほとんどの土地被覆タイ プについて、このような変動は本質的に見られます。したがって、教師 無し方法で分類を行う場合は、認識したい土地被覆のタイプの数の数倍 の数の出力クラスを設定する必要があります。こうすれば、後の練習問 題で説明する解析ツールを使用して、似通ったスペクトルクラスを認識 してグループ化することができます。 ステップ

- Display Spatial Data(空間 データを表示) ツールバーの Open (開く) アイコンボタン をクリックし、メニューから Open Group (グループを開 く) を選択します。
- マ RGBCROP プロジェクトファ イルからGROUP2を選択しま す。



この Group Controls (グループコ ントロール) ウィンドウでは、レイ ヤー名を"ファイル名/オブジェクト 名"で表示しています。(この設定を 変更するには、Display(表示)ツール バーのSetup/View...(設定/ビュー ...)を選択し、Layer (レイヤー) タブ パネルでデフォルトのLayer Name (レイヤー名) メニューを使います。)

ベクタオブジェクトSTREAMS(青)お よびCROPMAP(黄色のポリゴン)と重 ね合わせて表示されたカラー写真。



✓ 次のページに進む前に、Group Controls(グループコントロール) ウィンドウから Group / Close (グループ/閉じる)を選択してください。

分類パラメータを調整する

ステップ

 Number of Classes (クラ ス数) パラメータを15 に変 更します。

✓ Minimum Cluster Distance(最小クラスタ距離)の 設定を7.0に変更します。

✓ 分類処理を実行します。

■Automatic Classification	_ 🗆 ×
File View	Help
Rasters	
RGBCROP / RED RGBCROP / GREEN RGBCROP / BLUE	
Mask	
Use Mask For: 🏾 Analysis 🗖 Output	
Sample for Analysis: Lines: 1 Columns:	1
Input Redistribution: None 🖃	
Method: Simple One-Pass Clustering -	
Training Bata	
Training Set Editor	
Parameters	
Number of Classes:	15
Minimum Cluster Distance: 7	.0000
Time to process: 8 Seconds	

6ページの練習問題で作成したクラスラスタでは、大豆畑とトウモロコ シ畑が良く区別されてはいません。これは、これらの2つのタイプの畑 の中に同じクラスがあるからです。パラメータを調整すると、この分類 処理を改善することができます。

簡単なワンパス・クラスタリング分類法の場合、Minimum Cluster Distance (最小クラスタ距離) パラメータは、入力セルの区別に使用さ れるスペクトル空間内のスレッショルド距離を、最も近いクラスに割り

当てるのでなく、新しいクラス中心として設定します。このパ ラメータを下方へ調整すると、スペクトル空間内で近い位置に ある異なる土地被覆タイプが、異なるクラスに割り当てられる 可能性が大きくなります。

Number of Classes (クラス数) パラメータは、出力クラス数の 上限値を設定します。出力クラスの上限値を大きくした場合も やはり、類似した被覆タイプが1つのクラスにならず異なるク ラスに割り当てられる可能性が大きくなります。

新しいクラスラスタでは、前の結果に比べて、トウモロコシ、大 豆、小麦の畑がより明確に区別されています。この分類による と、画像の南西の部分の未知の畑は、恐らくトウモロコシ畑だ と思われます。それでも、画像の東の部分には、トウモロコシ畑だ と大豆畑が重複している部分がまだかなりあります。東の端の 未知の畑は、トウモロコシ畑か大豆畑ということで示されてい ますが、これらの畑を何らかの信頼性を持っていずれかの種類 に割り当てることは不可能です。



調整されたパラメータを使用して生成された、15個のクラスを含むクラ スラスタ。

分類時にマスクを使用する

分類処理時にマスクを使用すると、RGBCROP写真の分類をさらに細か く微調整することができます。分類処理で作物の識別に焦点を当てるた め、FLD_MASKオブジェクトは、RGBCROP画像の中の樹木で覆われた 部分や作付けされていないその他の部分、および隣接する樹木の影があ る畑の縁部を除外します。(入力画像用のマスクラスタの作成には、後 の練習問題で紹介するトレーニングセット・エディタを使用します。)

Analysis (解析) トグルボタンは、クラスの作成処理時にマスクを適用 しますので、マスクされていない領域だけを使用してクラスセットが判 断されます。Output (出力) トグルボタンは、最終的な分類をマスクさ れていない領域のみに制限します。クラスラスタ内のマスクされた領域 には値0が割り当てられ、黒く表示されます。(他の教師無し分類方法 と異なり、ワンパス・クラスタリング分類法では画像全体に対し1回の パスで両方の処理を組み合わせて行います。) ステップ

- Automatic Classification (自動分類)ウインドウの [Mask...(マスク...)]ボタン を押します。
- ✔ RGBCROP プロジェクトファ イルから FLD_MASK ラスタオ ブジェクトを選択します。
- ✓ Use Mask For (マスクの用途)の設定では、Analysis(解析)とOutput(出力)の両方のトグルボタンをオンにします。

✓ 分類処理を実行します。

マスクは、処理対象を入力画像の特定 の部分に限定するためのバイナリラス タです。マスク内では、処理すべき領 域に対応する部分の値は1になり、処 理から除外すべき領域に対応する部分 の値は0になります。

Analysis (解析) トグルボタンと Output (出力) トグルボ タンをオンにします

		Š	
M. er			100
			Alt
	the state		

クラスラスタ内のマスクされた領域には値0 が割り当てられ、白く表示されます

■Automatic Classificatio						
File ¥iew	Help					
Rasters						
RGBCROP / RED RGBCROP / GREEN RGBCROP / BLUE						
Mask LITEDATA/CROPDATA	/RGBCROP.RVC / FLD_MASK					
Use Mask For: 🗖 Analysis 🗖 Output						
Sample for Analysis: Lines: 1 Columns: 1						
Input Redistribution:	Input Redistribution: None 🖃					
Method: Simple One-Pass Clustering -						
Training Data						
Training Set Editor						
Parameters						
Number of Classes: 15						
Minimum Cluster Distance: 7.0000						
Time to process: 8 Second	s					

ファジー C 平均による分類

ステップ

- CB_TMプロジェクトファイル からラスタオブジェクト
 BLUE、GREEN、RED、
 PHOTO_IR、TM_5、TM_7を分類
 用に選択します。
- Method (方法)オプションメ
 ニューから Fuzzy C Means
 (ファジーC平均)を選択します。
- ✓ Sample for Analysis (解析 するサンプル)テキスト フィールドで、Line (行) と Columns (列)の値を2に変 更します。
- ✓ Number of Classes (クラ ス数)を15に、Maximum Iterations(最大反復回数)を 10に設定します。
- ✓ 分類処理を実行し、出力されるクラスラスタを新しい CB_CLASSプロジェクトファイルに書き込みます。

カラー空中写真では、見慣れた景色が得られますが、可視光バンドだけ でなく赤外線バンドも取り入れたマルチスペクトル画像を使用すると、 よりよい分類結果が得られます。この後の一連の練習問題では、ランド サットTM (Landsat Thematic Mapper)の6バンドを1組として分類処 理の入力に使用します。

(簡単なワンパス・クラスタリング分類以外の)教師無し分類方法では いずれも、処理サイクル(反復)回数を使用して入力画像セルのサンプ ルからクラスを生成してから、画像全体にクラスを適用します。ファ ジーC平均による分類方法では、クラスの境界が不正確または段階的 であることを認めるファジー論理の規則を使用します。ファジーC平 均法では、最初のプロトタイプクラスを生成してから、すべてのセルに 対して各クラスに属する程度を決定します。この程度は、クラスの割り 当ての調整や新しいクラス中心の計算に使用され、反復上限回数に達す るまで処理が繰り返されます。

> サンプルセルは、画像全体にわたって標準的な間隔で選択されま す。Sample for Analysis (解析するサンプル)テキストフィー ルドを使用して、Line (行) と Columns (列)の方向のサンプ リング間隔を設定します。デフォルト設定の1のままにした場 合は、すべての入力セルを使用してクラスが生成されます。これ らの値を大きくすると、サイズの大きい画像の処理が速くなりま す。たとえば、両方の間隔を2にすると、1/4の画像セルからサ ンプルセットが生成されます。



ファジー C 平均クラスラスタ

	1			
■Automatic Classification				
File View	Help			
Rasters				
CB_TM / BLUE	4			
CB_IM / GREEN				
CB_IN / REU CB_TM / RUOTO TB				
CB_TH / TH_5	V			
Mask				
Use Mask For: 🗆 Analysis 🗖 Out	put			
Sample for Analysis: Lines:	2 Columns: 2			
Input Redistribution: None -				
Method: Fuzzy C Means	-			
Training Bata				
Training Set Editor				
Parameters				
Number of Clas	ses: 15			
Maximum Iterati	ons: 10			
Time to process: 5 Minutes, 30	Seconds			

Maximum Iterations (最大反復回数)パ ラメータは、処理の中のクラス生成過程で 実行される反復回数の上限を設定します。

K 平均による分類

自動分類処理には、さまざまな教師無し分類方法があります。これらの 分類方法を研究するため、ここでは前の練習問題で使用したCB_TMラ スタに対してK平均による分類方法を適用します。

K平均アルゴリズムは、ファジーC平均法よりもスピードが速いため、 画像全体を使用してクラスを生成するには便利です。K平均法では、入 カラスタセットを解析して最初のクラス中心の位置を求めます。処理の 各繰り返し時に、セルは最も近いクラスに割り当てられ、新しいクラス 中心が計算されます。クラスとクラス中心との間の距離の二乗値の合計 が最小になるような点が、新しいクラス中心となります。各繰り返しの たびに、クラス中心は移動し、一部のセルのクラス割り当てが変化しま す。クラス中心の変化が特定の値より小さくなるまで、または最大反復 回数に達するまで、処理が繰り返されます。



- Method (方法)オプションメ
 ニューからK Means (K平
 均)を選択します。
- ✓ Sample For Analysis(解析 するサンプル)テキスト フィールドの値を1に変更し ます。
- 他のパラメータに対してはデ フォルト設定を受け入れま す。
- ✓ 分類処理を実行し、出力され たクラスラスタを CB_CLASS プロジェクトファイルに書き 込みます。

連続した繰り返しの間の移動がMaximum Movement for Steadiness(安定と見なされ る最大移動距離)より小さくなった場合に、ク ラス中心は安定したと見なされます。



CB_TM 画像の K 平均クラスラスタ

HutoMatic Classification	
File View	Help
Rasters	
CB_TM / BLUE CB_TM / GREEN CB_TM / RED CB_TM / PHOTO_IR CB_TM / TH_5	
Mask	
Use Mask For: 🗏 Analysis 🗏 Output	
Sample for Analysis: Lines: 1 Columns:	1
Input Redistribution: None 🖃	
Method: K Means 💷	
Training Bata	
Training Set Editor	
Parameters	
Number of Classes:	15
Maximum Iterations:	10
Initial Minimum Cluster Distance: 10	.0000
Naxinun Movement for Steadiness: 5	i.0000
Minimum Steady Cluster Percentage: 80	.0000
Time to process: 32 Seconds	

Minimum Steady Cluster Percentage (最小安定クラ スタ率)は、現在のクラスセットを受け入れるために安定す る必要があるクラス中心のパーセンテージを設定します。

ISODATA による分類

ステップ

- ✓ Method(方法)オプションメ ニューからISODATAを選択 します。
- パラメータ用に現在のデフォ ルト設定を受け入れます。
- ✓ 分類処理を実行し、出カクラ スラスタを CB_CLASS プロ ジェクトファイルに書き込み ます。



教師無し分類の最後の例として、現在選択されている CB_TM ラスタ セットに ISODATA法を適用します。ISODATA法はK平均法に似てい ますが、トライアルクラスを分割し、結合し、捨てることによって最適 な出力クラスセットを得るための手順が組み込まれている点が異なり ます。

ISODATA法では、最初のトライアルクラス中心セットを決定して最も 近いクラス中心にセルを割り当てます。それ以降の処理の繰り返しのそ れぞれの回では、最初に現在のクラスセットが評価されます。大きいク ラスは、セル数、最大標準偏差、またはクラス中心からのクラス サンプルの平均距離に従って分割されます。最小カウント数より セル数が少ないクラスは捨てられ、そのクラスのセルは他のクラ スに割り当てられます。クラス中心の間の距離がしきい値より小 さい場合は2つのクラスが結合されます。クラスが調整された後、 新しいクラス中心が計算され、クラス中心の位置の変化が小さく なるまで、または限界反復回数に達するまで、処理が繰り返され ます。

CB_TM 画像の ISODATA クラスラスタ

Method: ISODATA Classification 🥥	
Training Data	
Training Set Editor	
Parameters	
Number of Classes:	
Maximum Iterations: 10	
Maximum Standard Deviation: 4.5000	1
Minimum Distance to Combine: 3,2000-	
Minimum Cluster Cells: 30	
Minimum Distance for Chaining: 3.2000	

Minimum Distance for Chaining (最小チェーン接続距離)パラメータは、最初にクラス中心を生成する際に適用されます。このパラメータは、2つのクラス平均の間の距離の下限を設定します。

Maximum Standard Deviation(最大標準偏差)パラ メータは、大きいクラスを分割するための1つの基準 となります。入力バンドのクラスの標準偏差がこの値を 超えた場合、クラスは2つのクラスに分割されます。

Minimum Distance to Combine (最小結合距離)パ ラメータは、近い位置にある2つのクラスを結合すべ きか否かの判断に使用するスレッショルド距離を設定 します。

Minimum Cluster Cells (クラスタ内最小セル数)パ
 ラメータは、1つのクラスに含まれるセル数の下限値を
 設定します。セル数が少ないクラスはすべて無効になり、そのクラスのセルは他のクラスに割り当てが変更されます。

次の練習問題に備え、Automatic Classification (自動分類) ウィンドウは開いたままにし、現 在の設定もそのままにしておいてください。

出力の統計量を表示する

します。

Automatic Classification

計量)を選択します。 Classification Output Sta-

(自動分類) ウィンドウの View (ビュー) メニューから

Output Statistics (出力統

tistics(分類出力の統計量)

ウインドウで [Save As...

(別名で保存...)]をクリック

ト選択) 手順を使用してテキ

ストファイルに名前を付け、

出力の統計量を保存します。

 標準のFile / Object Selection (ファイル / オブジェク)

ステップ

自動分類処理では、実行された各分類における最終クラスに対応するい くつかのタイプの要約統計量が計算されます。統計量は、表形式で表示 したり、さまざまな形のグラフとして表示できます。この情報を使用す ることで、各クラスのスペクトル特性を調べたり、クラスを比較して統 合できるか調べることができます。

Classification Output Statistics (分類出力の統計量) ウインドウでは、各 入力バンドに対する Cluster Counts (クラスタカウント:各クラスに割 り当てられたセルの数とパーセンテージ)、Cluster Means (クラスタ平 均)、Cluster Standard Deviations (クラスタの標準偏差) が表で示され ます。Cluster Distances between Means (平均値間のクラスタ距離) 行 列には、出力クラスの各ペアのクラス中心間のスペクトル距離のリスト が表示されます。各クラスの Covariance Matrix (共分散行列) は、その クラスの入力バンドの各ペアの間の相対的なスペクトル相関の程度を 示します。

分類処理の実行後、クラスの解析を後で行い たい場合があります。File (ファイル)メ ニューの Open Class (クラスを開く)オプ ションを使用すると、既存のクラスラスタを 解析用に選択することができます。入力バン ドは自動的にロードし直され、すべてのクラ スの統計量が必要に応じ動的に計算されま す。また、各統計量オブジェクトをファイル として保存することができます (Output Statistics (出力統計量)の場合はテキスト ファイル)。

■Classificat	ion Output S	Statistics				
Cluster Mean	s					Δ
Cluster	BLUE	GREEN	RED	PHOTO_IR	TH_5	TH_7
2	78.50 98.05	30.75 44.52	57.70	63,22 79,07	125,18	24.65 53.95
3	93,35	41.26	50,76	74,96	109.37	48,26
5	94.42	52.97 42.90	75.57 53.37	88,30	157.44	45.01
6	102.02	46,86	62.33	79,87	136.68	61.59
8	108.22	50.94 66.75	97.97	85.76 95.10	135.82	102.44
9	86,96	37.33	42.71	81,25	91.89	37.35
10	98.88 92.42	45.75	58.27 48.08	95.62 110.60	126.15	52.54 44.93
12	104.23	49.13	64.43	95,71	139.64	62.75
13	120,20	59,96 52,26	87.42	94.80 85.54	157.92	70.73
15	83,75	35,47	35,93	132,76	92,23	29.55
Save As.	Sav	e Strips	•	Close		Help

さまざまな統計量リストをスクロール するにはスクロールバーを使用しま す。

Cluster	Distances be	etween Me	eans			
Clust	er 1	2	3	4	5	6
2	80,363					
3	60,963	19.494				
4	134,922	59,557	76,356			
5	68,563	18,060	14,832	76,065		
6	95.384	15,293	34,463	45,459	31.890	
7	99,229	21,254	39,281	44,755	34.417	11.784
8	172,813	94,777	113,186	46.072	108,569	80,217
9	40,861	42,287	24,197	99.718	28,192	57,431
10	85,274	14,739	27,468	62,887	16,904	20,248
11	77.634	36.548	36,199	85,960	23.047	45,429
12	103.632	25,849	43,861	47,368	35,885	16,600
13	136,425	58,216	76,801	34,254	70,796	44.664
14	117,466	37.675	56,795	30,221	52.371	22,988
15	76,842	72,967	65.805	123.326	56,213	83,429

Classification Output Statistics (分類出力の統計 量) ウインドウで [Close (閉じる)] をクリックします。 次の練習問題に備え、Automatic Classification (自動 分類) ウィンドウは開いたままにし、現在の設定もその ままにしておいてください。

File View Run... Open Class... Save Class... Exit Open Class (クラスを開く) を 選択して既存のクラスラスタを解 析用に選択します

楕円分散図

ステップ

- Automatic Classification (自動分類)ウィンドウの View (ビュー)メニューから Ellipse ScatterPlot (楕円 分散図)を選択します。
- ✓ X オプションメニューから PHOTO_IRを選択します。
- Y オプションメニューから
 RED を選択します。
- Ellipse ScatterPlot (楕円 分散図) ウィンドウの右下部 にある大きな細長い楕円形を クリックします。
- Pixel (ピクセル)ア
 イコンボタンを押し
 て点分散図表示モードをオン
 にします。

Ellipse ScatterPlot (楕円分散図) ウィンドウで(または後述の他のグラ フィカル解析ツールで)選択されたク ラスは、Operations on Classes (クラスに対する操作) ウィンドウで も同様に選択されます。クラスの操作 については、後の練習問題で説明しま す。 Ellipse ScatterPlot (楕円分散図) ウィンドウには、スペクトル空間内の 二次元平面に投影されたクラスの分布が表示されます。平面の向きを決 めるには、図のX軸とY軸に割り当てるバンドの対を選択します。デ フォルトの表示モードでは、各クラスは、そのクラス内の点の分散の大 部分を含む楕円で表示されます (クラスカラーで描画されます)。楕円 に含まれる点の割合を調整するには、ウィンドウ下部のPercentage (パーセンテージ) スライダを使用します。デフォルト値は95パーセン トです。また、楕円表示と共に、または楕円表示の代わりに、セル値の 分散を表示するように選択することもできます。

スペクトル空間におけるクラス・クラスタの位置からは、各クラスに含まれる物性の識別に関する重要な情報が得られます。たとえば、次に示す写真赤外線と赤のバンドとの分散図は、裸地、植生のある領域、および水を示すクラスの認識に役立ちます。複数の Ellipse ScatterPlot (楕円分散図)ウィンドウを開くと、複数のスペクトル平面を同時に表示することができます。



選択されたクラスの楕円はベタ塗りカ ラーでハイライト表示されます。

この後の練習問題に備え、Ellipse ScatterPlot(楕円分散図) ウィンドウは開いたままにしておいてください。画面スペースを 節約するため一時的にウィンドウを最小化しても構いません。



分類系統図は、出力クラスの相関の程度を示す樹状系統図です。系統図 処理では、スペクトル空間内で最も近いクラス中心ペアから連続的に、 クラスペアをグループ化して行きます。各クラスペアは統合され、新し い統合クラス中心が計算され、クラス中心距離が計算し直されます。す べてのクラスが1つのクラスに統合されるまで、この処理が繰り返され ます。

系統図には、左から右に結合されたクラスが表示されます。横方向の Separability (分離度)軸はスペクトル空間における距離を示します。2 つのクラスを結ぶ縦の線は、クラスが統合される前の対応するクラス中

心間の距離の位置にプロットされます。系統図の 左端の近くで結合されているクラスペアは、スペ クトル特性が似ており、右に行くほど類似性が低 くなります。この例ではクラス6と7が最も似て おり、分離度は最も低くなります。

すべてを含む すべてを除外する 選択を反転する

Nane

ions on

Select: 📉 💋 🚭

10 10

11 11

12 12

14 14

15 15

13 13

塔 Class 🐴

🗉 Opera

ステップ

- Classification (分類) ウイ ンドウの View (ビュー) メ
 ニューからDendrogram (系
 統図) を選択します。
- ✓ Operations on Classes (クラスに対する操作)ウイン ドウのClass 15に対応する 選択ボタンをクリックし、選 択解除します。

🗆 Clas sificat _ 🗆 🗙 on De File Vie Options Help Separability 0.00 22.12 44.24 66.36 Cluster (cells) 88,48 (1)(10,09%) 15 (15)(3,60%) 2 (2)(9,32%) 10 (10) (5,11%) 6 (6)(9,23%) 7 (7)(4.29%) 12 (12)(3,77%) 3 (3)(5,02%) 5)(5,86%) 5 dg)(8,24%) 9 4 (4) (8,19%) 13 (13)(7,41%) 14 (14)(9,15%) 8 (8)(7,06%) 分類系統図の左側に近いスペクトル特性の似て いるクラスは結合されます。 選択されたクラス(この場合は前の例題で選択されたもの)は

クラス クラス名 クラスサイズ

選択されたクラス(この場合は前の例題で選択されたもの)は Dendrogram (系統図) ウィンドウで黒でハイライト表示さ れます。

Selected (選択済み)フィールドには現在選択されているク ラスの数が表示されます。All (全クラス)フィールドにはクラ スの合計数が表示されます。

選択されたクラスには、Operations on Classes (クラスに対する操作) ウイン ドウで暗いグレーのボタンのマークが付きます。これらのボタンを使用すると、個々 のクラスを選択または選択解除したり、View (ビュー) ウィンドウや任意の解析 ツール・ウィンドウからクラスを選択することができます。

Selected:

🗆 Renumber

🗆 Mix Color

Nerge Undo

Size: 3 x 3 🖃

Hole-Filling

A11:

_ 🗆 ×

1

15

次の練習問題に備え、Classification Dendrogram(分類系統図)ウィンド ウは開いたままにしておいてくださ い。

同時生起度による解析

ステップ

✓ Classification (分類) ウィ ンドウの View (ビュー)メ ニューから Co-occurrence (同時生起度) を選択します。

 Operations on Classes (クラスに対する操作)ウィン ドウで Class 6、7を選択し ます。



他のいずれかのClassification(分類)ウィンドウでクラスを選択した場合、Co-occurrence Analysis(同時生起度解析)ウィンドウが自動的にスクロールし、選択されたクラスに対応する値が表示され、行列内のこれらのクラスの行と列のバックグラウンド・カラーが変わります。

同時生起度の手順は、クラスペアの空間的関係を解析します。同時生起 度の手順は、各クラスペアのセルが画像内で互いに隣接して出現する頻 度を調べます。これらの値を使用することで、空間的関係の強いクラス を判断できます。

Co-occurrence Analysis(同時生起度解析)ウィンドウには、各クラスペ アの同時生起度の値(上の数)と分離度値(下の数)の行列が表示され ます。正規化された同時生起度値がデフォルトで表示されます。これら の値は、生データの隣接出現頻度と、クラスセルのランダム分布から期 待される値とを比較することによって求められます。この計算では、ク ラスサイズの違いに関連する偏りは除去されます。この値が正の場合 は、ランダムな場合の予想確率よりも高い頻度で2つのクラスが互いに 隣接して存在することを示します。値が負の場合は、2つのクラスが一 緒に出現しない傾向にあることを示します。

行列のセル項目のうち同時生起度値が最も大きい10個と分離度値が最も小さい10個はカラーで表示されます。ウィンドウ上部のスライダを使用すると、10個のランクレベルのいずれかを選択できます。表示は対応するクラスペアの位置まで自動的にスクロールし、マトリクスのセルの外枠はカラーで表示されます。このウィンドウのOptions(オプション)メニューのcolors...(カラー)を選択して、テキスト、セル、ハイライトカラーの設定ができます。

				1		/		_		
🗆 Class	sific	ation Co-occ	urrence Anal	ysis			_ 🗆 ×			
File	Opt	ions	1				Help			
Highes	t Co	occurrence:		1 Lowes	st Separabil:	ity	1			
		2	3	4	5	6	7			
	1	(9,32%)	(5.02%)	(8,19%)	(5.86%)	(9.23%)	(4.29%)			
2		243,830	50,780	-68,398	10,504	66,137	-0.			
(9.32%)		19,494	59,557	18,060	15,293	21.			
3		50,780	239,052	-55,505	15,824	-42,006	-21.			
(5.02%)	19,494		76,356	14,832	34.463	39.			
4		-68,398	-55,505	416,918	-59,591	-54,569	-37.		クラス6、	/の同時生起度値
(8,19%	<u>۱</u> (59,557	76,356		76.065	45.459	44.	r		
5		10,504	15,824	-59,591	246,601	-48.034	-17.			
(5.86%	>	18,060	14,832	76,065		31.890	34.			
6		66,137	-42,006	-54,569	-48.034	245,904	35.			
(9,23%)	15,293	34.463	45,459	31.890		11.			
7		-0,454	-21,239	-37,774	-17,350	35,167	157.			
(4.29%)	21,254	39.281	44.755	34.417	11.784				コークシュー
8		-68,186	-53,216	-11,139	-56,283	-66,308	-40.		クラス6、	/ の分離度値
(7.06%)	94.777	113,186	46.072	108,569	80.217	74.			
\triangleleft										

次の練習問題に備え、Co-occurrence Analysis (同時生起度解析) ウィンドウは開いたままにしておいてください。



前述の練習問題で説明した一連の解析ツールセットをクラスラスタ自 身とともに使用すると、クラスセットを解析して、クラスの関係を調 べ、統合するクラスペアを見つけることができます。Crow Butte TM画 像用に作成したISODATAクラスラスタから、いくつかの例を調べてみ ましょう。

15ページで見たように、系統図から、クラス6と7はスペクトル特性が 非常に似ていることがわかります。楕円分散図ですべてのバンドの組み 合わせにおいてこれらのクラスの楕円が重なっていることからも、両者 の類似性は明らかです(プロット軸に対していくつかの異なるバンド割 り当てを選択してこれを確認してください)。クラス6、7の正規化同時 生起度値は高く(35.167)、画像内で互いに近い位置に出現する傾向が あることも示しています。クラスラスタ(右図を参照)からは、クラス 7は通常、クラス6と他のクラスとの間の境界に沿って「エッジ」とし て出現することがわかります。クラス6と7は、統合するのに適した候 補であると考えられます。

これに対し、クラス8と15のスペクトル特性は似ておらず、正規 化された同時生起度値が負(-46.177)であることから、空間的に 混じり合う部分がないことがわかります。入力画像(右下の図を 参照)をチェックすると、クラス8は明るい色の土壌からなる剥 き出しの畑に対応し、クラス15には「最も緑色の」耕作中の畑が 含まれていることがわかります。この2つのクラスは均一性の高 い区域(畑)の中で出現し、混じり合う部分はほとんどありませ ん。クラス8と15にはスペクトル的にも空間的にも共通する部分 がほとんどなく、別のクラスとして残す必要があることは明らか です。 ステップ

- Ellipse Scatterplot(楕円分 散図)の中のクラス6と7の 楕円の位置をチェックしてく ださい。
- ✓ Operations on Classes (クラスに がする操作) ウィンドウの Exclude All (すべて除外) アイコンボタンをクリックしてすべてのクラスを選択解除します。

✓ クラス8と15を選択します。
 ✓ クラスペア8と15の正規化
 □同時生起度値を調べ、系統図
 と楕円分散図におけるこれらの位置をチェックしてください。



Crow ButteのISODATA クラスラスタの一部。選択されたクラス間の空間的関係を示しています。



比較のため、同じ区域の「ナチュラル」カラー画像を示します(TMの, Red、Green、BlueのバンドはそれぞれR、G、Bチャネルに割り当てら れています)

クラスを結合する

ステップ

 Operations on Classes (クラスに対する操作)ウィン ドウのExclude All (すべて 除外) アイコンボタンをク リックします。

✔ クラス6と7を選択します。

[Merge (結合)] をクリック します。

■Operations on Cla	isses	_ _ ×
Select: 📉 🖉 🤤		
🌴 Class 🐧	Nane	Selected: 2
		All: 15
2 2		Z Renumber
3 3		□ Mix Color
		Merge Undo
5 5		
6 6		Size: <u>3 x 3</u>
		HOIE-FIIIIng

ー連のクラス番号の中の抜けている部分をなく すためにクラス番号を修正する場合は、Renumber (番号修正) オプションをオンにします。

> Mix Color (混合カラー) オプションを使用すると、 結合されたクラスに対して、入力クラスのカラーを 混合した新しいカスタムクラスカラーが作成されま す。

■Operations on Classe _ 🗆 🗙 Select: 🔏 🖉 🕰 塔 Class 🐧 Nane Selected: 0 🔲 A11: 14 1 1 2 2 Renumber 3 3 🗆 Mix Color 4 4 Nerge **Undo** 5 5 Size: 3 x 3 6 6 Hole-Filling 8 8 _ 🗆 🗙 □Prompt Class Name: Bare Fields 1 Help 5 5 Cancel 6 6 8 Bare Fields 1

Name (名前) フィールドをクリックするとプロンプト ウィンドウが開きますので、クラス名を変更します。

Operations on Classes (クラスに対する操作) ウィンドウには複数のク ラスを統合するためのコントロールがあります。統合されたクラスには 最初に選択された成分クラスの番号が割り当てられ、クラスラスタ ビューと開いているすべてのクラス解析ウィンドウは自動的に更新さ れます。統合操作は何回も実行でき、満足な結果が得られない場合は、 Undo (元に戻す) ボタンを繰り返し押せば一連の操作の任意の部分に 戻ることができます。操作を終了するときは、最終的なクラスラスタが 自動的に保存されます。また、Classification (分類) ウインドウの File

> (ファイル)メニューのSave As (名前を付けて保存)オプ ションを使用して、クラスの任意の途中結果を保存する こともできます。



クラス7とクラス6を統合した後の更新されたクラス ラスタの一部。前ページの図と比較してください。

Hole-Filling (穴の塗りつぶし) オプションを使用すると、 モードフィルタを適用してクラスラスタを単純化することが できます。フィルタは、各セルのクラスを、隣接する周囲の大 部分のセルのクラスに置き換え、孤立したクラスセルを除去 します。四角形のフィルタウィンドウのサイズを選択するに は、Size (サイズ) オプションメニューを使用します。

Co-occurrence Analysis(同時生起度解析)、Classification Dendrogram(分類系統図)、Ellipse Scatterplot(楕円分散図)の各ウィンドウでFile (ファイル)メニューからClose(閉じる)を選択し、ウィンドウを閉じます。

クラス6とクラス7を結合した後のOperations on Classes (クラスに対する操作) ウィンドウ ノ

距離ヒストグラム

Distance Histogram (距離ヒストグラム) ウインドウは、任意のクラス のスペクトル空間内のクラス点の分布を評価するのに役立ちます。この ウィンドウには、現在のクラスセット用に自動的に作成された距離ラス タから誘導された、最後に選択されたクラスの距離ヒストグラムが表示 されます(距離ラスタについての説明は5ページを参照)。クラス中心 から遠い多くの点を持つ拡散したクラスのヒストグラムには、大きい距 離値まで伸びる「尾部 | ができます。 セルがこのように外れている場合 は恐らく、クラス中心に近いセルとは大きく異なる物質であることを示 しています。ヒストグラムの十字線を使用して距離のしきい値を設定 し、これより遠い点を捨てることにより、外れたセルをクラスから除去 するように選択できます。捨てられたセルに対して、クラスラスタ内で は値0が割り当てられます。

Auto-Update (自動更新) オプションがオフ (OFF) になっている場合は、新しい クラスを選択するときや、現在のクラス用のヒストグラムボックス数を変更すると きに、Update(更新)ボタンを押して距離ヒストグラムを再計算して表示する必要 があります。



より小さいクラス 1 に対応する新しい距 離ヒストグラム。こ の操作にはUndo(元 に戻す) がないこと に注意してください。

クラス1のヒストグラムの尾部を捨てた後のCrow Butteの ISODATAクラスラスタの左上の部分。この処理で、黒いセルに対する 割り当てはクラス1からクラスなし(セル値0)に変更されています。

ステップ

Automatic Classification (自動分類)ウィンドウの View(ビュー)メニューから Distance Histogram(距離 ヒストグラム)を選択します。 ✓ Distance Histogram(距離) ヒストグラム)ウィンドウで、 Distance(距離)コントロー ルのUpdate(更新)トグルボ タンがオンになっていること を確認してください。 ✓ Operations on Classes(ク ラスに対する操作) ウィンド ウでクラス1を選択します。 ✓ Distance Histogram(距離) ヒストグラム)ウィンドウで Bins(ボックス)スライダを動 かし、ヒストグラムボックス の数を64に設定します。 ✓ ヒストグラムパネルをクリッ クし、Value ToolTip(値ツー ルティップ)の表示が52にな るまで十字線をドラッグしま す。 ✓ ウィンドウ下部のApply(適 用)ボタンをクリックします。

教師付き分類

教師付き分類では、希望する出力クラ スごとに代表的なサンプル領域を規定 するトレーニングセットを指定しま す。この処理では、各トレーニングク ラスの統計的な特性を調べ、さらにこ れらの特性を使用して画像全体を分類 します。ほとんどの方法では、すべて の画像セルをいずれかのトレーニング クラスに割り当てます。

ステップ

✓ 表示処理を使用して(BEREA) データコレクション内の) BERMNDVI プロジェクトファ イルのそれぞれのMNDVIラス タオブジェクトを表示しま す。

✓ Open(開く)アイコ ンボタンをクリック し、メニューから

Open Layout(レイアウトを 開く)を選択します。

✓ BEREATRN プロジェクトファ イルのTS LAYOUT オブジェ クトを選択し、Training Set (トレーニングセット)ラスタ と凡例を表示します。

今度は、教師付き分類方法の説明に移ります。教師付き方法で分類を行 う場合、分類アルゴリズムに「学習」させるのに適したそれぞれの出力 クラス用のサンプル区域を指定するために、調査する区域の部分に関す る詳細な知識が必要です。サンプル区域は、特別なトレーニングセッ ト・ラスタに組み込まれます。トレーニングセットには、できる限り多 くの画像のスペクトルの変化を組み込むことが必要です。

分類に関する以下の練習問題では、乾燥地と灌漑された作付け部分の両 方を含む農業地帯である西部ネブラスカのBerea Creek West Quadrangle についての一連の修正正規化植生指標 (Modified Normalized Difference Vegetation Index:MNDVI) ラスタを使用します。 各MNDVI ラスタは、1981年の成長期(5月~10月)における異なる日 付の植被の密度の変化を示します。MNDVIラスタは、BEREAMSSプロ ジェクトファイルの中のランドサット MSS データ(Landsat Multi Spectral Scanner)から得られたものです。MNDVIラスタのそれぞれの 値は、MSSバンド7(近赤外線)と5(赤)の合計に対するバンド7の比 率です。各バンドの経路放射(かすみ)は補正されています。



1981年6月24日のBerea Creek West 区域の MNDVIラスタ。明るい階調の部分は緑色の植生が多 いことを示します。



Berea Creek West区域のトレーニングセット・ラ スタは、1981年の作付けサイクルの主な作付けタ イプを示します。

最小距離による分類

これらの練習問題で使用するトレーニングデータは、BERCROPSプロ ジェクトファイルの1981年のベクタ作物地図から得られたものです。 このオブジェクトの中の作物ポリゴンの多くには、複数の作物が含まれ ています。それ以外の単一作物しか含まないポリゴンは、ここで使用さ れるトレーニングセット・ラスタの作成に使用されました。教師付き分 類で使用するためのトレーニングセット・ラスタをトレーニングセッ ト・エディタで作成する方法については、後の練習問題で説明します。

教師付き分類の最初の例として、Minimum Distance to Mean (平均値 への最小距離)分類法をBerea Creek MNDVIラスタセットに適用しま す。この方法では最初にトレーニングセット・ラスタで指定された領域 を解析してから、各トレーニングクラスに対応する各バンドの平均値を 計算します。これらの平均値によって、スペクトル空間内のクラス中心 の位置が決まります。この処理では、続いて入力ラスタセットに含まれ る各セルを、スペクトル空間内で最も近いクラス中心を持つクラスに割 り当てます。

ステップ

- ✓ 分類用にBERMNDVIプロジェ クトファイルから6 個の MNDVIラスタオブジェクトを 選択します。
- ✓ Method (方法)オプションメ ニューから Minimum Distance to Mean(平均値への 最小距離)を選択します。
- [Training Data...(トレーニ ングデータ...)]をクリック し、BEREATRN プロジェクト ファイルから TRAINSET ラス タオブジェクトを選択しま す。
- ✓ 分類処理を実行し、出力され たクラスラスタを新しい BEREASUPプロジェクトファ イルに書き込みます。

Input Re	Adaptive Resonance
Method:	Minimum Distance to Mean 📃
Trainin	Maximum Likelihood
	Stepwise Linear
	Suits' Maximum Relative
Paraneti	Back Propagation
	Mahalanobis

Method(方法)オプションメニューの横の区切り 線の下の分類方法が、教師付きの方法です。



Minimum Distance (最小距離) 法で生成され たクラスラスタ。クラスカラーは前ページの凡例 に示されています。



段階的線形分類法

ステップ

- Method (方法)オプションメ ニューから Stepwise Linear (段階的線形分類法)を選 択します。
- ✓ 分類処理を実行し、出力され たクラスラスタを BEREASUP プロジェクトファイルに書き 込みます。

段階的線形分類法には、自動的に次元 縮小処理が組み込まれています。クラ スの判別にはあまり重要でないバンド は、分類処理から除外されます。した がって、この方法は、多数の入力ラス タがラスタセットに含まれている場合 に特に適します。 段階的線形分類法では、線形判別解析の手法を使用して画像データを分 類します。判別解析は、入力ラスタセットに含まれるバンドの線形結合 である一連の誘導変数(判別関数)を計算する統計手法です。判別関数 は、スペクトル空間で互いに直交する新しい座標軸を定義します。この 処理では、トレーニングセットを解析して、クラス間の分離度が可能な 限り最高になるような判別関数のセットを選択します。判別関数は、段 階的に入力バンドを追加したり削除しながら、必要最小限のバンド数で トレーニングクラスの最高の分離度が得られるような方法を探します。 この後、すべての入力ラスタセルは新しい座標系に投影され分類されま す。

9.	Å,		Ū	

Stepwise Linear(段階的線形)分類法により生成された クラスラスタ。

■Automatic Classification	_ 🗆 ×
File View	Help
Rasters	
BERMNDYI / MNDYI_MAYO1 BERMNDYI / MNDYI_MAYI9 BERMNDYI / MNDYI_JUN06 BERMNDYI / MNDYI_JUN24 BERMNDYI / MNDYI_JUL30	
Mask	
Use Mask For: 🗆 Analysis 💷 Output	
Sample for Analysis: Lines: 1 Columns:	1
Input Redistribution: None 📁 🖃	
Method: Stepwise Linear 🖃	
Training Data BEREA/BEREATRA.rvc / TRAI	INSET
Training Set Editor	
Parameters	

分類の前に行われる入力再分配処理では、Spatial Data Display(空間データ表示)処理の自動コントラスト強調 オプションと同様な手順を使用して各入力ラスタに対す る新しいセル値が計算されます。Linear(線形)、Normalize(正規化)、Equalize(等頻度化)、Logarithmic (対数)からいずれかの方法を選択できます。入力の再分 配を行うことで、効果的な表示のためのコントラスト強 調が必要な画像のクラス判別処理を向上させることがで きます。

最尤法による分類

最尤法では確率理論を分類処理に適用します。この方法では、トレーニ ングセットクラスからクラス中心と各クラスの各入力バンドの変動を 調べます。この情報を使用すると、入力ラスタセット内の与えられたセ ルが特定のトレーニングセットクラスに属する確率を判断することが できます。この確率は、セルからクラス中心への距離およびスペクトル 空間内のクラスのサイズと形状によって決まります。最尤法では、各ラ スタセルごとにすべてのクラス確率を計算して、確率が最も高いクラス にセルを割り当てます。スペクトル空間内でクラスのサイズと形状が大 きく異なる場合には、この方法を使用すると、Minimum Distance to Mean (平均値への最小距離)による分類法よりも正確にクラスを割り 当てることができます。

■Automatic Classification	_ 🗆 ×
File View	Help
Rasters	
BERMNDVI / MNDVI_MAY01 BERMNDVI / MNDVI_MAY19 BERMNDVI / MNDVI_JUN06 BERMNDVI / MNDVI_JUN24 BERMNDVI / MNDVI_JUN24	
Mask	
Use Mask For: 🗆 Analysis 🗉 Output	
Sample for Analysis: Lines: 1 Columns:	1
Input Redistribution: None 🖃	
Method: Maximum Likelihood 🖃	
Training Data TA/BEREA/BEREATRN.rvc / TRA	INSET
Training Set Editor	
Parameters	
Apriori Probability:	Clear
Minimum Likelihood Percentage:	0.00

Minimum Likelihood Percentage(最小尤度パーセン テージ)値は、トレーニングクラスに良好には適合しな いセルを除外するために設定可能なしきい値です。ある セルの最大クラス確率がこの値より小さい場合、セルは 分類されず、クラスラスタ内では値0が割り当てられま す。 ステップ

- Method (方法) オプション
 メニューから Maximum
 Likelihood (最尤法)を選択します。
- ✓ 分類処理を実行し、出力の ClassラスタをBEREASUPプ ロジェクトファイルに書き込 みます。

複数の日付の画像を使用すると、作物 の違いによって、植え付け、成熟、収 穫の時期が異なるため、作物のクラス の判別に役立ちます。植生指数ラスタ の時系列により、植被の経時変化がわ かり、分類処理では、各日付の生の MSSデータに比べてより少い入力ラ スタで処理を行えます。



Maximum Likelihood (最尤法) を使用して生成された クラスラスタ

先験的確率を使用する

ステップ

- Automatic Classification (自動分類)ウィンドウで [Apriori Probability(先験的 確率)]をクリックします。
- ✓ Select Value Attribute(値の属性を選択)ウィンドウでTable(テーブル)リストからCrop Type(作物タイプ)を、Field(フィールド)リストからProbability(確率)を選択し、[OK]をクリックします。



Method: Maximum Likelihood 🖃
Training Data TA/BEREA/BEREATRN.rvc / TRAINSET
Training Set Editor
Parameters
Apriori Probability: CropType.Probability Clear
Minimum Likelihood Percentage: 0,00

CropType(作物タイプ)テーブルにはこの練習 問題用の各作物クラスに割り当てられた先験的確 率値が含まれています。

📼 TRf	NINSET Z	СгорТуре	_ 🗆 ×				
Tab	le Edit	Record Field	Help				
	Class	Сгор	\ Probability				
	1	Alfalfa	0.3				
	2	Beans	12.0				
	3	Corn	7.0				
	4	Grass & Pasture	12.5				
	5	Potatoes	0.2				
	6	Sugar Beets	7.5				
	7	Summer Fallow	20.0				
	8	Wheat-Irrigated	5.0				
	9	Winter Wheat	35.5				

デフォルトモード時にMaximum Likelihood (最尤法)で計算される確 率値は、スペクトル特性のみから求められます。ただし、場合によって は、画像内に、あるクラスは稀にしかないのに別のクラスはごく普通に 見られるはずであることが別にわかっている場合があります。このよう な先験的知識は、履歴データ(たとえばさまざまな作物の作付け面積の 割合のレコード)から得られる場合もありますし、同様の区域に関する 現在の情報から得られる場合もあります。このような情報に基づく確率 値を**先験的**確率と呼びます。

先験的確率を Maximum Likelihood (最尤法)分類処理に取り入れるこ とができます。値は、小数点形式(0~1.0)でなければならず、また、ト レーニングセット・ラスタに対応付けられたデータベーステーブル内の 1つのフィールドとして、各クラス毎に表に与えられている必要があり ます。**先験的**確率値は、クラス割り当て確率を計算する際の加重係数に 使用されます。



先験的確率を使用して生成されたMaximum Likelihood (最尤法) クラスラスタでは、稀なクラスである Potatoes (ジャガイモ) にはより少いセルしか割り当てられていません。

トレーニングセットのエラー行列を表示する

Error Matrix (エラー行列) オプションを選択すると、分類エラー解析 が起動されます。分類エラー解析では、既知のクラスのサンプル領域を 持つグランドトゥルース・ラスタを使用して、現在のクラスラスタの精 度を評価します。各サンプル領域セルのクラスは、クラスラスタ内の対 応するセルに割り当てられたクラスと比較されます。結果はエラー行列 内に表示されます。

エラー行列の各行は出力クラスを、各列はグランドトゥルース・クラス を示します。各行列セル内の値は、出力セルとグランドトゥルース・ク ラスとの対応する組み合わせを持つピクセル(ラスタセル)の数になり ます。行列の主対角線上の各セル(カラーでハイライト表示されたセ ル)では、出力クラスは入力クラスと等しくなるため、これらのセルの 値から、各クラスに対して正しく分類されたピクセルの数がわかりま す。対角線以外の行列セルの値は、分類が間違っているピクセルを示し ます。Overall Accuracy (全体精度)の値は、正しく分類されたラスタセ ル数の合計(主対角線上の値の合計)をグランドトゥルース・ラスタ内 のセル数の合計で割ることで求められ、結果はパーセンテージで示され ます。 ステップ

- Automatic Classification (自動分類) ウィンドウの View (ビュー) メニューから Error Matrix (エラー行列) を選択します。
- Error Matrix (エラー行列) ウィンドウの [Ground Truth Raster(グランドトゥ ルース・ラスタ)]をクリック し、BEREATRN プロジェクト ファイルから TRAINSET オブ ジェクトを選択します。

エラー行列に示されるのは、ユーザが 与えたクラスセットに対する相対的な 分類精度だけであることに注意してく ださい。特定のクラスに対して精度が 低い場合は、使用したサンプル領域が クラスを代表するものとしては完全で なく他のクラスとのスペクトル特性の 違いが十分でないか、ユーザのクラス セットの中に画像の重要な物性がすべ て含まれていないことを示します。

	Error Matrix										
6	Ground Truth Raster C:/tntdata/LITEDATA/BEREA/BEREATRN.RVC / TRAINSET Close								e		
	Ground Truth Data										
C	Nane	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7	Total	Accuracy	l
	1	34	0	0	0	0	0	0	34	100.00%	
d	2	0	388	4	0	26	0	2	420	92,38%	
S	3	0	14	265	0	1	9	0	289	91.70%	
i	4	0	0	0	508	0	0	1	509	99.80%	
ł	5	0	4	7	0	28	1	0	40	70.00%	
c	6	0	1	4	0	0	174	0	179	97.21%	
a	7	0	0	0	6	0	0	344	350	98,29%	
li	8	0	0	0	0	0	0	0	347	96,25%	l
ō	9	0	2	0	16	0	2	5	458	91.92%	l
n	Total	34	409	280	530	55	186	352	2626		
	Accuracy	100,00%	94.87%	94.64%	95.85%	50,91%	93.55%	97.73%			
0	verall Ac	curacy =	95.05%	Khat Stat	istic =	94.21%					
			\sim								1
E	1										

この例のトレーニングセット・ラスタの Overall Accuracy (全体精度)の 値は、トレーニングセット・ラスタ内のサンプル領域のセルの 95.05% が Maximum Likelihood (最尤法)分類法により正しく分類されたことを示し ます。 次の練習問題に備え、Error Matrix (エラー行列) ウィンドウは 開いたままにしておいてくださ い。

グランドトゥルース・エラー行列を表示する

ステップ

 Error Matrix (エラー行列) ウィンドウで [Ground Truth Raster(グランドトゥ ルース・ラスタ)]をクリック し、BEREATRN プロジェクト ファイルからCHECKSETオブ ジェクトを選択します。

グランドトゥルース・ラスタ CHECKSET。



トレーニング領域に含まれるラスタセルを使用して、教師付き分類機能 に「学習」を行わせますので、画像内の他の領域よりもこれらのサンプ ルセルに対しては通常、分類精度が高くなります。分類精度についての 理解を深めるため、トレーニングセットで使用されなかった別のグラン ドトゥルース領域セットを使用することができます。CHECKSET ラス タオブジェクトには、Berea Creekデータセットのグランドトゥルース 領域セットのこのようなコピーが含まれています。このグランドトゥ ルース・ラスタを使用した場合、エラー行列に表示される全体的な精度 は、トレーニングセット・ラスタの場合よりやや小さい93.38% という 値になります。

エラー行列には、個々のクラスに関して2つの精度が表示されます。各 列の精度値は、正しく分類されたそのグランドトゥルース・クラスに含 まれるセルの割合を示します。この値が100%より小さい場合は、脱落 エラー(出力クラスに含まれなかったグランドトゥルース・セルのエ ラー)であることを示します。この値を作成者側精度と呼ぶこともあり ます。これに対し、各行の精度値は、正しく分類された各出力クラスに 含まれるサンプルセルの割合を示します。この値が100%より小さい 場合は、誤分類エラー(間違って出力クラスに含められたセルのエ ラー)であることを示します。この値をユーザ側精度と呼ぶこともあ ります。

Ground	Truth Rast	er C:/i	tntdata/L	ITEDATA/E	BEREA/BER	EATRN.RYC	: / Checks	SET	C10
				Ground T	ruth Data	1			
C Nane	6_1	6_2	G _ 3	G_4	G _ 5	6_6	6_7	Total	Accurac
11	21	. 0	0	0	0	0	0	21	100,00
a 2		446	1	0	28	8	0	483	92,34
<mark>s</mark> 3		2	163	0	0	1	0	166	98,19
<u>i</u> 4		0 0	0	431	0	0	1	432	99.77
5		9	0	0	20	0	0	29	68.97
<mark>c</mark> 6		0 0	7	0	0	163	0	170	95,88
a 7		15	0	0	0	15	316	346	91.33
<mark>с</mark> 8		0 0	0	0	0	0	0	214	97.20
<mark>0</mark> 9		1	0	17	0	3	8	511	87.48
n Total	21	. 473	171	448	48	190	325	2372	
Accur	acy 100.00%	94.29%	95.32%	96.21%	/ 41.67%	85.79%	97.23%		
Overall	. Accuracy =	Overall Accuracy = 93.38% Khat Statistic = 92.15%							

 Error Matrix (エ ラー行列) ウィン
 ドウで [Close (閉 じる)] をクリック します。

Berea Creek データセットではクラス5の分類精度が最も低くなっています。作成者側精度は41.67% でしかありません (このグランドトゥルース・クラスを持つ48 個のセルのうち20個だけが正しく分類された)。ユーザ側精度はかなり高く68.97%となっています (この出力クラスの29 個のセルのうちの20 個が正しく分類された)。

Automatic Classification (自動分類) ウィンドウで「Training Set Edi-

...)]をクリックします。

レーニングセット・エディ

✓ [Source(ソース)]をクリックし、 BEREATRNプロジェクトファイルか

Class (クラス)オプションボタンメ

【▲ [Attribute:(属性:)]をクリックしま

▼ Training Set Editor(ト

す。

す。

 $\overline{\mathbf{A}}$

選択します。

クリックします。

tor...(トレーニングセット・エディタ

タ)ウィンドウでNew Training Set

(新規トレーニングセット)アイコン ボタンをクリックします。

らTRAINVECオブジェクトを選択しま

ニューからBy Attribute (属性別)を

Select Attribute Field(属性フィー

ルドを選択)ウィンドウでTable

(テーブル)リストからCropType(作

物タイプ)を、Field(フィールド)リス

トからCrop(作物)を選択し、[OK]を

[Applay(適用)]をクリックします。

アイコンボタンをクリックし、新しい

Save Training Set(ト

レーニングヤットを保存)

ベクタポリゴンからトレーニングセットを作成する

ステップ

自動分類処理のトレーニングセット・エディタは、トレーニングデータ の準備や編集を行うための、柔軟性の高いシンプルなインタフェースを 提供します。New Training Set (新規トレーニングセット)アイコンボ タンをクリックすると、エディタは、分類用に選択されたラスタと同じ ラスタサイズとジオリファレンスを持つ、空白のトレーニングセット・ ラスタを生成します。このエディタには、トレーニングセット・ラスタ を作成する方法がいくつかあり、ソースとしてベクタポリゴンを使用す る方法もあります。

新規トレーニングセット トレーニングセットを保存



Import (インポート) パネルのコントロールを 使用すると、ベクタオブジェクトソースを選択 したり、クラス名を含むテーブルやフィールド を指定できます。複数のソースオブジェクトを 順番に使用してトレーニングセット・ラスタを 作成することができます。

トレーニングセット・ラスタは分類別ラスタであり、各トレーニング領域はゼロでない一意的な値 を持つラスタセルの集合体となっています。したがって、隣接していない複数の部分領域を1つのトレーニングクラスに含めることができます。



✓ Training Set Editor (トレーニングセット・エディタ) ウィンドウの File (ファイル) メニューから Close (閉じる)を選択します。

ベクタ点からトレーニングセットを作成する



次の練習問題に備え、Training Set Editor(トレーニングセット・ エディタ) ウィンドウは開いたままにしておいてください。 tribute(属性別)オプションを使用します。

_ 🗆 ×

Help

F

✓ Sugar Beets(砂糖大根)クラ

✓ Prompt(プロンプト)ウィンド

Enter desired class value:

Cancel

✓ 前のステップを繰り返してタグ

値7をSummer Fallow(夏期休

閑地)に、タグ値8をWheat-Irri-

gated(小麦-灌漑)に、タグ値9

をWinter Wheat(冬小麦)に、

タグ値5をPotatoes(ジャガ イモ)に割り当てます。

(クラステーブルを保存)]をク リックし、トレーニングセット・

ラスタと同じプロジェクトファ イルに、クラス情報テーブルと

ともにデータベースオブジェク

(トレーニングセット 🛄

を保存)アイコンボタンをク

リックし、トレーニングセット・

プロジェクトファイルにラスタ

✓ [Apply Tag(タグを適

Save Class Table

トを保存します。

Save Training Set

を保存します。

す。

用)]をクリックしま

します。

Prompt

0K

スに対応するTag(タグ)フィー ルドをクリックします。

ウに番号6を入力し、[OK]を押

タグを使用してトレーニングクラスの番号を変更する

ステップ

インポートされたクラスに付けられたクラス番号が適切でない場合、ク ラスリストのTag (タグ)フィールドを使用して新しいラスタ値をクラ スに割り当てることができます。タグは一時的な値であり、Apply Tag (タグを適用)ボタンをクリックするまでは変更したりクリアすること ができ、このボタンをクリックすると半永久的にクラス番号が変更され ます。適用前であれば、タグ値を、一部のクラスにも、全部のクラスに も割り当てることができます。複数のクラスに同じタグ値を割り当てた 場合、これらのクラスは統合されます。統合するすべてのクラスにはタ グを付けなければなりません。タグが適用されるとき、既存の、タグが 付いていないクラス番号と重複するタグ値は無視されます。

Save Class Table (クラステーブルを保存) オプションは、現在のクラ ス番号、クラス名、および関連付けられたカラーの組を特別なデータ ベーステーブルに保存します。このテーブルは、後でトレーニングセッ ト・エディタで開くことができます。テーブルは、メインレベルのデー タベースオブジェクト、または現在のトレーニングセット・ラスタに対 応付けられたデータベースに保存することができます。これらのオプ ションを使用することで、関連するデータベースに対して一貫性のある クラスとカラーのセットを作成して使用することができます。



塔 Class 🐴 Nane Tag 5 Potatoes 0 6 Sugar Beets 0 Summer Fallow 0 Wheat-Irrigate 0 Hinter Wheat 9 0

次の練習問題に備え、Training Set Editor(トレーニングセッ ト・エディタ) ウィンドウは開 いたままにしておいてくださ い。

別のオブジェクトからトレーニング領域をインポートする前に、あらかじめ保存して おいたクラス情報テーブルを開くことができます。この時点でも、By Attribute (属 性別)オプションを使用してトレーニング領域をクラスに割り当てることはできます が、指定したデータベースフィールド内のクラス名が、必ずクラス情報テーブル内の 名前と一致するようにしてください。インポート処理では、これらのフィールドと対 応させることで、トレーニング領域がユーザのクラスリストに割り当てられます。

トレーニングセットの統計量と系統図

ステップ

- ✓ Statistics (統計量) アイコンボタンをク リックします。
- ✓ Dendrogram (系統) 図) アイコンボタン をクリックします。



✓ チェックした後、Training Set Statistics (トレーニン グセットの統計量) ウィンド ウとTraining Set Dendrogram (トレーニングセット の系統図) ウィンドウを閉じ ます。

Training Set Dendrogram (トレーニングセットの系統図) はトレーニングクラスの適正を 評価するのに役立ちます。

\	
Training Set Dendrog	ran 💶 🗆 🗙
File View Options	Help
📙 🔶 🍳 🧟	
Training Class	Separability 🔼
	0.00 71.51 143.03
Alfalfa 1((.87%)
📕 Wheat-Irrigate 8 (11	.34%)
Beans 2 (19	9.64%) —
Potatoes 5(1	
Corn 3 (12	2,32%)
Sugar Beets 6 (S	5.30%)
📕 Grass & Pastur 4 (20	.74%)
Summer Fallow 7 (10	.45%)
📘 Winter Wheat 9 (8	3.91%)
100	N.

トレーニングセット・エディタには、分類処理に使用する前にトレーニ ングラスタを評価するのに役立ついくつかのツールが用意されていま す。Training Set Statistics (トレーニングセットの統計量) と Training Set Dendrogram(トレーニングセットの系統図)では、Output Statistics (出力統計量) や Classification Dendrogram (分類系統図) でクラスラ スタに関して得られるのと同じ情報が、トレーニングセットに関して得 られます(13、15ページを参照)。この情報を使用することで、スペク トル特性やトレーニングクラスの分離度を判断することができます。

II dITIIIg CIUSS THE	113			
	MNDVI_MAY01	MNDVI_MAV19	MNDVI_JUN06	MNDYI_JU
Alfalfa	198,79	224.34	198,49	197
Beans	132.17	134.66	130.15	132
Corn	132,54	132,91	132,86	160
Grass & Pastur	128.35	140,25	152,90	147
Potatoes	132.00	131,59	129,60	126
Sugar Beets	132,13	135,33	136,68	167
Summer Fallow	128,97	129,59	129,43	124
Wheat-Irrigate	196.05	218,88	217,82	207
Winter Wheat	169,24	185,20	180,52	160
4		Í		

トレーニング領域をインポートするためのソースとして使用するオブ ジェクトはジオリファレンス処理がされていなければなりませんが、ト レーニングセット・ラスタの範囲と一致する必要はありません。トレー ニングセット・エディタは自動的にソースオブジェクトをトレーニング セット・ラスタに登録し、重なり合う領域内でのみトレーニング領域を 転送します。ソースオブジェクトは、範囲とセルサイズが異なる別のラ

> スタオブジェクトであっても構いません(ただし符号なし の4、8、または16ビットのラスタでなければなりません)。 クラスはラスタ値によって割り当てられ、Bv Attribute(属 性別)オプションを使用して、そのクラス名を含むラスタ データベーステーブルを指定することができます。たとえ ば、広い面積に対して画像セットとトレーニングセット・ ラスタがある一方で、領域の一部分だけをカバーする高解 像度画像に対して教師付き分類を行いたい場合がありま す。クラスラスタの一貫性を確保するため、既存のトレー ニングセット・ラスタからトレーニング領域とクラスリス トをインポートすることもできます。

✓ Training Set Editor(トレーニング

セット・エディタ)をもう一度開きます。 Training Set View(トレーニングセッ

ト・ビュー)ウィンドウのLaver(レイ

ヤー)メニューからControls(コント

レイヤーコントロール)ウィンドウで

Add Raster(ラスタを追加)アイコンボ タンをクリックし、メニューから

Quick-Add Single(1つをクイック追

BEREATRNプロジェクトファイルから

ロール)を選択します。

Training Set Layer Con-

加)を選択します。

trols(トレーニングセット・

手動操作でトレーニングクラスを作成する

ステップ

 $\overline{\mathbf{V}}$

トレーニングセット・エディタでは手動操作で新しいトレーニングセッ ト・ラスタを作成することもできます。その場合は、クラスを追加して 名前を付け、スキャンされジオリファレンスされたグランドトゥルース 地図などの参照画像上にトレーニング領域を描画します。まず最初にク ラスのリストをセットアップします。リストにクラスを追加した後、 Operations on Classes (クラスに対する操作) ウィンドウ (15、18ペー ジを参照) と同様な方法で、Training Set Editor (トレーニングセット・ エディタ)ウィンドウでクラスを命名したり選択することができます。 Training Set Editor (トレーニングセット・エディタ) ウィンドウでは、 単一選択モードか複数選択モードをセットしてクラスリストからクラ スを選択できます。



この練習問題用の参照レイヤーは、Berea区域のグレー階調衛 星画像であり、グランドトゥルース領域はカラーで示されてい ます。ほとんどの場合は、スキャンされた地形図か平面地図また は航空写真を、手書きのトレーニング領域とともに使用します。 基準レイヤーは、トレーニングセット・ラスタの範囲やセルサイ ズと一致する必要はありません。



この練習問題は次ページに続きます。

トレーニング領域を描画する

ステップ

- ✓ View(ビュー)ウィンドウのコン トロールを使用して、参照画像の 上部付近の緑色の畑を拡大しま す。
- Training Set Editor (トレーニングセット・ エディタ)ウィンドウのSingle Selection(単一選択)アイコン
- ボタンをクリックします。 ✓ クラス2(Beans:豆)に対応す
- Training Set View(ト レーニングセット・
 ビュー)ウィンドウのSelect Area(領域を選択)アイコンボタ ンをクリックします。

る選択ボタンをクリックします。

- ✓ Line / Polygon Edit Controls (線 / ポリゴン編集コントロー ル)を使用して図のように円形の 暗い緑色の畑(1)の輪郭を描画 します(縁の内側になるように)。
- ✓ 右クリックしてポップアップメ ニューからAssign All Cells(す べてのセルを割り当て)を選択し ます。

トレーニング領域を描画するためには、まずTraining Set Editor(ト レーニングセット・エディタ)ウィンドウのリストから1つのクラスを 選択する必要があります。ユーザが描画する領域はすべて、現在選択さ れているクラスに対応付けられます。Training Set View(トレーニング セット・ビュー)ウィンドウのSelect Area (領域を選択)アイコンボタ ンは、標準の Line / Polygon Edit Controls (線 / ポリゴン編集コント ロール)ウィンドウを開きます。これらのコントロールを使用すると、 トレーニング領域を囲む単純なポリゴンや複雑なポリゴンを描画でき ます。ポリゴンを描画した後、マウスの右ボタンメニューから割り当て オプションを選択しないと別のポリゴンの描画に進めません。

<u>° 0</u>	•	1 3 3 8	×	ŕ	修点に	頂点	を	クリア
[≭] Class	*	Nane	Tag	A i	自加	ドラ	ッグ	1
0 1		Alfalfa	0	□Li	ne/Poly	gon Edit	Contr	
2		Beans	0	Oper	ation	/	Mode	Action
3		Corn	0	<u>*</u> *	9 1/ 1	× ×	B 00	⅀ℰ
4		Grass	0	💷 Ha	nual En	itry		
5		Potatoes	0	,	Applu	1	Hol	
J					прртд	J		

Line / Polygon Edit Controls (線 / ポリゴン編集コントロール)の 使用法に関する詳細は、『TNT入門:ベクタ地理データの編集』を参照し てください。



この練習問題は次ページに続きます。

ポリゴンを描画した後、マウスの右ボタンをクリックすると ポップアップメニューが表示されます(Apply(適用)ボタン は使用しないでください)。割り当てオプションを使用すると、 互いに近い位置にある異なるクラスのトレーニング領域に関す る操作が容易になります。

Assign Free Cells (空いているセルを割り当て):まだクラ スに割り当てられていないポリゴンに含まれるすべてのセル が、選択されたトレーニングクラスに追加されます。

Assign All Cells (すべてのセルを割り当て):前のクラス割 り当てに関係なく、ポリゴンに含まれるすべてのセルが、選択 されたトレーニングクラスに追加されます。

Release All Cells (すべてのセルを解除) ポリゴンに含まれ るすべてのセルに、未分類のマークが付けられます。

Release Selected (選択されたものを解除):選択されたクラス (複数の場合もあり)に含まれるすべてのセルに、未分類のマークが付けられます。

クラス割り当てを解除する

トレーニング領域を間違ったクラスに割り当ててしまった場合や、作成 した領域が大き過ぎた場合にも、Select Area (領域を選択) ツールを使 用してこれらの問題点を修正することができます。前のクラス割り当て を「元に戻し」、領域を未分類の状態に戻すには、領域の周囲をトレー スし、マウスの右ボタンメニューの Release (解除) オプションのいず れかを使用します。



クラス2に割り当てた後、フィールド1は明るい緑色で 描画されます。トレーニングセット・ラスタは、任意の バックグラウンド参照オブジェクトの上に、一部が透明 な状態で表示されます。

ステップ

- ✓ 四角形の暗い緑色の畑(2)に 対して最後の2つのステップ を繰り返します。
- ✓ 暗い茶色の四角形(3)に対しても同じ操作を繰り返し、故意にこの領域を間違ったクラス2に割り当てます。
- ✓ 間違った畑3のトレーニング 領域を完全に囲む別のポリゴ ンを描画します。
- ✓ 右クリックしてポップアップ メニューから Release All Cells (すべてのセルを解除) を選択します。
- グラス4 (Grass:草地)を選 択します。
- ✓ 明るい緑色の畑(4)の輪郭となるポリゴンを描画します。
- ✓ 右クリックしてポップアップ メニューからAssign All Cells (すべてのセルを割り当 て)を選択します。

		1.1
	Assign Free Cells	
	Assign All Cells	
<u></u> П	Release All Cells	
	Release Selected	
l I and the second s	Select	
	Unselect	1. The second
State of the local division of the local div	Invert Selection	
	Mask Inside	
	Nask Outside	
	Unmask Inside	
	Unnack Outside	

Select Area (領域 を選択) ツールを使 用して、トレーニン グ領域を含む任意の クラスに対してクラ ス選択操作を行うこ ともできます。



🚈 Class 👧 Nane Tag 1 Alfalfa 0 0 2 Beans 0 3 Corn 4 Grass 0 5 Potatoes 0

トレーニング領域は任意の順序で追 加できます。ただ、希望する領域を描 画する前に適切なクラスを選択する ように注意してください。



次の練習問題に備えて Training Set Edltor (トレーニング セット・エディタ) は開いたままにしておいてください。

トレーニングセット・マスクを作成する

- ✓ Training Set Editor (トレーニングセット・ エディタ)ウィンドウでNew Training Set(新規トレーニング セット)アイコンボタンをクリッ クします。
- ✓ Verify(確認)ウインドウでト レーニングセット・ラスタを保存 するか聞いてきますので、[No] をクリックします。
- View(ビュー)ウィンドウのコン
 トロールを使用して、参照画像の
 北西象限の白いポリゴンに移動
 します。

 Training Set View(ト レーニングセット・ ビュー)ウインドウのSelect Area(領域を選択)アイコンボタ ンをクリックします。

- Line / Polygon Edit Controls
 (線 / ポリゴン編集コントロール)を使用して図のように白いポリゴンの輪郭を描画します。
- ✓ 右クリックしてポップアップメ ニューからMask Inside(内側を マスク)を選択します。

✓ Training Set Editor (トレーニングセット・ エディタ)ウインドウのSave Mask(マスクを保存)アイコンボ タンをクリックしてトレーニン グセット・プロジェクトファイル にラスタを保存します。 Training Set Editor (トレーニングセット・エディタ)の手動描画機能 を使用すると、分類に使用するマスクラスタを作成することもできます (9ページを参照)。参照画像の上に描画してマスクに含めたりマスクか ら除外する領域を定義できます。この練習問題で作成するラスタは、作 物に焦点を当てた分類処理からは除外したいと思われる小さい町の区 域をマスクします。

Training Set View (トレーニングセット・ビュー) ウィンドウで希望す る表示用の参照画像を選択したら、次に、マスクになる新しいトレーニ ングセット・ラスタを開きます。前の練習問題と同様、Select Area (領 域を選択) ツールを選択して Line / Polygon Edit Controls (線 / ポリ ゴン編集コントロール) ウィンドウを開き、ポリゴン領域を描画しま す。マウスの右ボタンメニューのマスクオプションを使用して、ポリゴ ンの内側の領域をマスクまたはマスク解除します(将来のバージョンに は別のマスクオプションも組み込まれる予定です)。マスクされた領域 は、View (ビュー) ウィンドウではより暗い透明なグレーで表示されま す。Save Mask (マスクを保存) 機能を使用してマスクをバイナリラス タとして保存します。

Open Mask (マスクを開く) 機能を使用する と、Training Set Editor (トレーニングセッ ト・エディタ) での編集用に既存のバイナリラ スタを選択できます。

マスクを保存





Mask Inside(内側をマスク):ポリゴンの内側の領域がマスク 部分になります (バイナリラスタでは値0が割り当てられま す)。

Unmask Inside(内側をマスク解除):ポリゴンの内側の、前に マスクされた領域がマスク対象から除外されます(バイナリラ スタでは値1が割り当てられます)。

これらのオプションを使用して、通常のトレーニングセット・ラ スタ内でマスク領域を作成したり編集することができます。

ステップ

次に行うべき作業

本書の自動画像分類に関する練習問題はこれで終わりです。この後は、各ユーザ独自の画像に対して試し てみてください。分類処理の対象となるのは、本書で取り上げたマルチスペクトル光学画像タイプに限り ません。用途によっては、ランドサット TM(Landsat Thematic Mapper)の熱赤外線バンド (バンド6)から 分類処理に役立つ情報が得られます。また最近では商業衛星のレーダー画像も使用できるようになってき ましたので、同じ領域をカバーする光学画像とレーダー画像を組み合わせて地表面の地物タイプの高度な 識別が可能です。ただし、入力ラスタセットに含まれるすべてのラスタの地理的な範囲とセルサイズが同 じでなければならないことに注意してください。自動的なラスタ再サンプリング処理を使用することで (Process / Raster / Resample / Automatic (処理 / ラスタ / 再サンプリング / 自動))、異なるソースの、重 なり合うジオリファレンスを持つラスタセットから、同一の範囲の適切なラスタセットを生成することが できます。

その他の資料

本書では、画像分類の方法と概念についての概要しか説明しておりません。TNTmipsリファレンス・マニュ アルでは、自動分類処理で使用可能なすべての方法について詳細に説明しています。また、自動画像分類や 個々の分類方法についてさらに詳しく知りたい場合に最初に読むのに適した参考文献を、以下に示します。

- Jensen, John R. (1996). Introductory Digital Image Processing: a Remote Sensing Perspective (2nd ed.). Chapter 8, Thematic Information Extraction: Image Classification. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. pp. 197-256
- Johnston, R. L. (1978). Multivariate Statistic Analysis in Geography: A Primer on the General Linear Model. Chapter 8, Discriminant Analysis. New York: Longman, Inc. pp. 234-252.
- Lillesand, Thomas M. and Kiefer, Ralph W. (1994). Remote Sensing and Image Interpretation (3rd ed.). Chapter 7, Digital Image Processing. New York: John Wiley and Sons. pp. 585-618.
- Schowengerdt, Robert A. (1997). Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. Chapter 9, Thematic Classification. New York: Academic Press. pp. 389-438.
- Tou, Julius T. and Gonzales, Raphael C. (1974). *Pattern Recognition Principles*. Reading, MA: Addison-Wessley. 377p.

地理空間解析のための先進的ソフトウエア

マイクロイメージ社は、地理空間データの視覚化、解析、出版の高度な処理を行う、専門家向けソフトウェアを提供していま す。製品に関する詳細は、マイクロイメージ社にお問い合せになるか、ウェブサイトにアクセスしてください。 TNTmips TNTmipsは、GIS、画像解析、CAD、TIN、デスクトップマッピング、地理空間データベース管理機能を統合した 専門家のためのシステムです。

- TNTedit TNTeditはベクタ、画像、CAD、TIN、様々な形式のリレーショナルデータベースプロジェクトデータを作成、ジ オリファレンス、編集するための対話的ツールを提供します。
- **TNTview** TNTviewには、複雑な地理空間データの視覚化と解釈を行うための強力な表示機能があります。TNTmipsの演算処理機能や加工機能を必要としないユーザに最適です。
- TNTatlas TNTatlasを使用すると、自分で作成した空間プロジェクトデータをCD-ROMにプレスして、低コストで出版や 配布ができます。TNTatlasのCDはどのようなコンピュータにも対応できます。
- **TNTserver** TNTserver を使うとTNTatlasのデータをインターネットやイントラネットで公開することができます。ユ ザーのウェブブラウザ上の地理データアトラスやTNTclient Java アプレットを使って操作して下さい。
- TNTlite TNTliteは、学生や小規模プロジェクトを行う専門家向けの無料バージョンです。マイクロイメージ社のウェブ サイトから TNTlite をダウンロードできます。また、TNTlite の入った CD を注文することもできます。

索引

-	
ISODATA法	
エラー行列	
確率、先験的	
簡単なワンパス・クラスタリング	
教師付き分類	
教師無し分類	
距離スペクトル	3-5,15,19
距離ヒストグラム	
距離ラスタ	5
クラスに対する操作ウィンドウ	15,16,18
クラスの結合	
クラスラスタ	
系統図	
トレーニングセット	
分類	
K 平均法	
最尤法	
スペクトルパターン	З

タグ	
楕円分散図14	
段階的線形法	
統計量	
出力13	
トレーニングセット	
同時生起度による解析16,17	
トレーニングセット	
エディタ27-34	
クラスの番号変更	
手動操作による作成	
ベクタ点から	
ベクタポリゴンから	
ラスタ 20,27	
ファジーC平均法10	
平均値への最小距離法21	
マスク	

