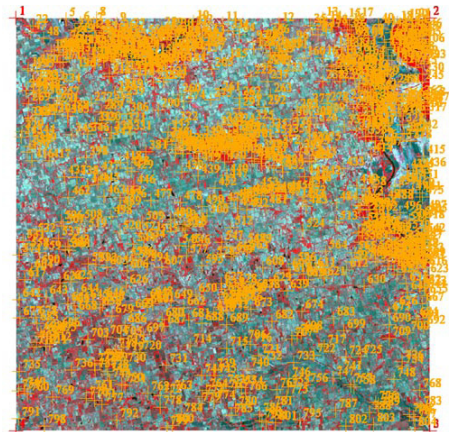


参照画像への自動登録

広域の航空写真や衛星画像に対してジオリファレンス用コントロールポイントを手入力して参照用地理データへの登録精度を上げるのは、時間のかかる作業になることがあります。TNTmips におけるジオリファレンス処理では自動登録 (Auto-Register) の処理が提供されており、同じ領域の参照用画像を用いて入力画像に対して数百から数千のコントロールポイントを自動的に生成します。この処理にあたっては、個々のコントロールポイントに対して許容する最大残差値と最小ポイント間隔を設定します。使用する参照画像は入力画像とセルサイズや座標参照系、範囲が一致している必要はありません。正確な結果を得るには入力データと同じかそれより高い解像度を持った参照画像を使うべきです。参照画像としてはグレイスケールのラスタ画像や別々の画像バンドの RGB 表示、カラーコンポジットラスタでもかまいません。参照画像は TNT プロジェクトファイルでも、直接利用がサポートされている任意の画像ファイル形式 (GeoTIFF、GeoJP2、他) でも、ローカルネットワークや Web 上の標準 Web タイルセット構造 (Google マップや Google Earth、Bing Maps) でもかまいません。画像の自動登録には複数の組み合わせの入力 - 参照バンドやカラーコンポジット成分を指定できます。また操作のガイド用に、対象のコントロールポイント地図の位置が含まれている図形オブジェクトを選択することもできます。処理が終了すると、ジオリファレンス画面およびコントロールポイントリスト内に生成されたコントロールポイントが自動的に表示されます。

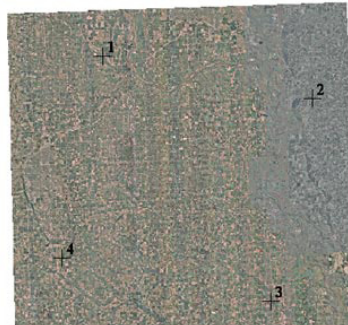


上図は〈ジオリファレンス入力 (Georeference Input) 画面〉の SPOT 衛星画像 (4 バンド、カラー赤外線合成) を表示したものです。[ジオリファレンス] 処理中の [自動登録] 処理を使い、800 個のコントロールポイント (オレンジ色) がナチュラルカラー正射画像 (下で解説) を参照して自動的に生成された。自動生成した全コントロールポイントの残差は 2 画像未満です。この画像は縦横 6000 セル (10m セルサイズ) で米国内ネブラスカ州南東部を表示したものです。この画像四隅にある赤のコントロールポイント (非アクティブ) は SPOT 衛星画像に付いていたジオリファレンスによるものです。この例では画像の地物は正しい位置から 200 ~ 300 メートルずれています。左図は〈ジオリファレンス〉ウィンドウに一覧表示されたコントロールポイント。自動登録で生成したこの 800 個のコントロールポイントの XY 方向の二乗平均平方根残差は 0.88 セルです。

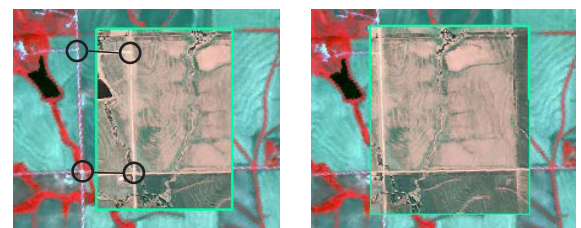
自動登録

| ID | Column | Row | Easting | Northing | Longitude | Latitude | Resid |
|----|---------|---------|------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 1 | 1,00 | 1,00 | 715821,173 | 4552262,383 | 96,430306 W | 41,092992 N | |
| 2 | 6000,00 | 1,00 | 776619,491 | 4539788,292 | 95,713010 W | 40,962404 N | |
| 3 | 6000,00 | 6000,00 | 764574,104 | 4480963,707 | 95,880739 W | 40,437254 N | |
| 4 | 1,00 | 6000,00 | 703805,742 | 4493520,908 | 96,592454 W | 40,567392 N | |
| 5 | 724,92 | 13,55 | 723301,400 | 4550592,110 | 96,341938 W | 41,075942 N | |
| 6 | 930,80 | 81,19 | 725265,600 | 4549493,370 | 96,318983 W | 41,065514 N | |
| 7 | 1128,35 | 83,66 | 727284,700 | 4549052,270 | 96,295141 W | 41,060984 N | |
| 8 | 1167,78 | 5,98 | 727845,900 | 4549725,950 | 96,288220 W | 41,066889 N | |
| 9 | 1465,87 | 83,50 | 730737,300 | 4548346,510 | 96,254362 W | 41,053662 N | |
| 10 | 2567,99 | 55,09 | 742010,100 | 4546333,490 | 96,121170 W | 41,032279 N | |
| 11 | 2997,40 | 74,82 | 746328,900 | 4545242,770 | 96,070295 W | 41,021172 N | |
| 12 | 3809,92 | 90,34 | 754502,900 | 4543422,230 | 95,973995 W | 41,002284 N | |

Statistics:
 804 Control Points; 800 Enabled; 4 Disabled
 Cell Size (meters): X = 10,3363 Y = 10,0021
 Projection Angle: -11,6328 North Angle: -9,7714
 RMS Residual (Enabled, cells): X = 0,64 Y = 0,60 XY = 0,88
 RMS Residual (Disabled, cells): X = 6,29 Y = 0,90 XY = 6,36
 Mean Absolute Residual (Enabled, cells): X = 0,49 Y = 0,44
 Mean Absolute Residual (Disabled, cells): X = 5,77 Y = 0,90



この例の自動登録処理で使用した参照画像 (左図) は、1m 解像度正射画像を 4m セルサイズ (縦 24,908 セル、横 33,562 セル) にダウンサンプリングしたカラー合成モザイクです。SPOT 画像に元から存在する四隅のコントロールポイントを黒で示しています。SPOT 画像の緑光バンドと参照合成画像の緑色成分が自動登録で使われました。



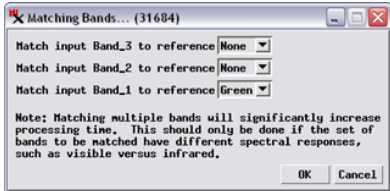
元の SPOT 衛星画像 (緑枠の外側) と参照用正射画像 (緑枠の内側) を View-In-View で重ねています。左は公称ジオリファレンスを使った SPOT 衛星画像。線で繋いだ黒円は対応する地上の地物のずれを示しています (約 300m)。右は自動登録で生成したコントロールポイントを使用。SPOT 衛星画像が正しく登録されています。

自動登録の設定

自動登録処理は候補となるコントロールポイントの位置を特定するために入力画像と参照画像の対応する領域に局地的な空間的な相関を計算します。候補になるポイントは様々な画像解像度で繰り返し同定、評価され、最終的に設定した最大値を下回る残差値をもった一連のポイントが生成されます。この処理を開始する前に、入力画像には入力画像と参照画像間の空間的なレジストレーションをできるだけ正確に行うために、十分な初期ジオリファレンスが存在する必要があります。この初期のジオリファレンスとしては衛星画像と一緒に提供される四隅のポイントでも良いですし、参照画像に対してあなたが手で配置した最低でも 3 個のコントロールポイント (アフィンモデル使用) でもまいません。画像のジオリファレンスにあたり、座標参照系を選択してください。選択する座標参照系は参照画像の座標参照系と同一である必要はありません。

[自動登録] 処理は〈ジオリファレンス (Georeference)〉ウィンドウのツールバーにあるアイコンボタンか、[ファイル (File)] メニューから起動します。まだ参照用画像が指定されていないければ、選択するようプロンプトが出ます。グレイスケール画像、カ

ラー合成画像、各画像バンドからの RGB セットが選択可能です。これらの画像に他に複数のバンドや成分がある場合、〈照合するバンド (Matching Bands)〉ウィンドウが開くので (下図)、表示された入力バンドや成分のうちどの参照バンドまたは成分に合わせるかを指定します。このウィンドウには入力用の各バンドや各成分が一覧表示され、それぞれに対してメニューから参照用成分やバンドを選択します (もしくは何も指定しない (None))。合わせるバンドは同じようなスペクトル特性を持っていないといけない (一例として右の囲みを参照)。



〈バンドの照合〉ウィンドウでは同じようなスペクトル特性を持った 1 組以上の入力用と参照用のバンドの組み合わせを指定します。

普通は一組のバンド照合だけで十分正確なコントロールポイントを得られます。複数組を用いると処理時間が増えることになりませんが、緑のバンドの組と、赤外線バンドの組のような 2 つのマッチングペアがかなり異なるスペクトル特性を持つ場合にだけ効果があります。

コントロールポイント生成オプション

〈自動登録〉ウィンドウの [コントロールポイント (Control Points)] パネルではコントロールポイント生成に関するオプションを設定できます。自動的にコントロールポイントを生成するか、入力済みの一連のコントロールポイントの位置を利用するかのオプションを指定するトグルボタンがあります。オプション両方でも片方のみでも使用できます。入力済みポイントのオプションについては、任意の座標参照系でかまいませんが、指定した地図位置にあるポイント要素を含む正確にジオリファレンスされた図形オブジェクト (ベクタ / シェイプ / CAD) を選択する必要があります。



米国有地測量システム (PLSS) から区画割の四隅の点を表示したもの (赤い点)。これらのポイントの多くがアメリカ中西部のほとんどで道路の交差点と一致しています。場合によってはこれらの四隅の点を含む図形オブジェクトは、この地域の自動登録処理する画像において、明確なコントロールポイントの候補として利用されます。

[既存のポイントを使用する (Use Existing)] トグルボタンは既に入力済みのコントロールポイントを最終リストで有効にするか、あるいは最終的な残差モデルと統計値を自動生成したコントロールポイントだけを元に計算するかを設定します。画像に付属した推定値のジオリファレンスによる初期のコントロールポイントは、自動登録によって見つかるポイントよりもずっと精度が低いと考えられます。そのため、この場合は [既存のポイントを使用する] トグルボタンをオンにしないようお勧めします。しかし、参照データや GPS のウェイポイントを元に手動で正確な初期ポイントを配置した場合は、自動登録処理の完了後もそれらを有効にしておきたいかもしれません。その場合には、[既存のポイントを使用する] ボタンの隣にあるラジオボタンで既存のポイントに対する画像の座標を保持するか、または新しい残差モデルに従って画像の座標を修正するかどうかを設定します。

1 ページ目の [自動登録] の例において、入力の 4 バンドの SPOT-5 衛星画像とナチュラルカラー合成参照画像には共通の 2 組のバンド / 成分の組み合わせがあります。SPOT 衛星画像の Band_2 (赤のスペクトルバンド) は参照する合成画像の赤成分とスペクトル的に一致し、のスペクトルバンド) は参照合成画像の緑成分とスペクトル的に一致します (下の黒線)。この例では、後者 (緑) の組み合わせが自動登録処理に使われました。

| スペクトルバンド | SPOT-5 衛星画像 | 参照画像 |
|----------|-------------|------|
| 青 | | 青 |
| 緑 | Band_1 | 緑 |
| 赤 | Band_2 | 赤 |
| 近赤外 | Band_3 | |
| 中間赤外 | Band_4 | |



自動登録パラメータ

〈自動登録〉ウィンドウ下段のパネルにあるいくつかのパラメータを以下で説明します。

初期精度評価 (Initial Accuracy Estimate) :

入力画像の地物とその参照画像における位置の平均的な空間的ズレをチェックします。入力画像と参照画像を重ねてズレを測定することにより手動で求めることも出来ます。もしくは、画像の提供元によって定められた画像センサーの種類に応じた公称精度値を使います。実際の精度を過度に高すぎる値に設定すると、対応するポイントが見つけれないことがあります。

生成したポイントの間隔 (Generated Point Spacing) :

生成するコントロールポイント間の最小間隔。一般的に、小さな値を設定するほどより多くのコントロールポイントが生成されます。中判・大判の画像に対して多くのポイントを生成すると (1000 個以上)、残差モデルにおける大量の正確なポイントによって精度の低いポイントの影響を薄めることができます。

最大ポイント残差 (Maximum Point Residual) :

コントロールポイントの自動登録処理において許容する最大二乗平均平方根残差値。これより大きな残差値を持つポイントは除外されます。

最大コントロールポイント数 (Maximum Control Points) :

生成するポイントの最大数。自動登録処理で生成された有効なコントロールポイント数が多い場合、最大残差値を持ったポイントから順に設定した最大数以下に減るまで削除されます。

関連領域サイズ (Correlation Patch Size) :

コントロールポイントを探すために各画像で使われる正方形の画像のサイズ (セル単位)。

最良適合モデル (Maximum Adaptive Model) :

候補のコントロールポイントの精度を評価するために別の残差モデルを試す自動登録処理を行うよう設定できます。このメニューでは使用可能な高次のモデルを選択するか、設定した残差モデルしか使わない [指定に従う (As Specified)] オプションが指定できます。ユーザが許可すれば、二乗平均平方根残差値の結果がその前に行ったモデルに比べ半分以下であれば、自動登録は高次モデルの方に切り替わります。