

ポリゴンの形状プロパティ

ポリゴンの形状プロパティ処理 (各種図形 / 属性 / ポリゴン形状プロパティ) では、複数の図形オブジェクト (ベクタ、CAD、またはシェイプ) の中の個々のポリゴンについて形状に関するパラメータを計算します。計算結果は、入力オブジェクトに追加されるテーブルや CSV 形式のテキストファイルに保存されます。

コンパクトネス (Compactness)

この処理では、最も広く使用されるポリゴンの形状特性であるコンパクトネスに関わる多くの尺度を計算します。コンパクトなポリゴンは、重心から比較的等距離にある頂点をもつ比較的単純な境界線を持ちます。円はコンパクトネスが最も大きい形状です。コンパクトネスという尺度は、生態学的な生息環境や流域の水文学的特性の分析、法律で定める行政区画改正計画の評価に応用されます。

コンパクトネスは幾通りかの方法で定量化することができます。1) 物理学によるポリゴンの慣性モーメント (Moment of Inertia)、2) ポリゴンの面積と周長 (または最大長) を用いた計算、3) 円やポリゴンの凸包 (とつぼう) といった理想的な形状との面積比較。以下で説明される様々なコンパクトネスの値は 0 から 1.0 の範囲にあります。[] 内の数字は、次ページの参考文献の番号です。

慣性モーメントから計算されるコンパクトネス [3] :

$\frac{\text{面積}^2}{2 \times \pi \times \text{慣性モーメント}}$

オブジェクトの回転における変化に対する抵抗の物理的な尺度を慣性モーメントと呼びます。慣性モーメントは、オブジェクトの質量、質量 (形状) の分布、および回転の中心点によって決まります。2次元ポリゴンの場合、慣性モーメントは図面に垂直でポリゴンの重心を通る回転軸に対して計算されます。慣性モーメントは面積や形状の複雑さとともに増えるため、コンパクトネスは重心を周るポリゴンの慣性モーメントに対する中心を周る同じ面積の円の慣性モーメントの比として計算されます。慣性モーメントを利用したコンパクトネスは、後述の周長や面積から計算したコンパクトネスに比べて、ポリゴンの頂点位置決め誤差 (ノイズ) や境界部分の細部の影響を受けにくいものです。

Richardson [3,6] によるコンパクトネス :

$2 \times \sqrt{\pi \times \text{面積}} / \text{周長}$

この式はポリゴンと等しい面積を持つ円の周長とポリゴンの実際の周長の比です。

Iso-Perimetric Quotient [3,4] : $4 \times \pi \times \text{面積} / \text{周長}^2$

(Polsby-Popperの方法やCoxの真円度とも呼ばれます)。これは Richardson によるコンパクトネスの二乗になります。

定義

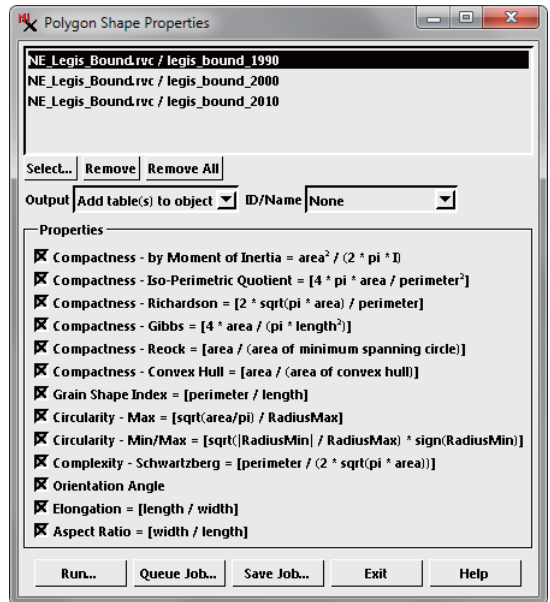
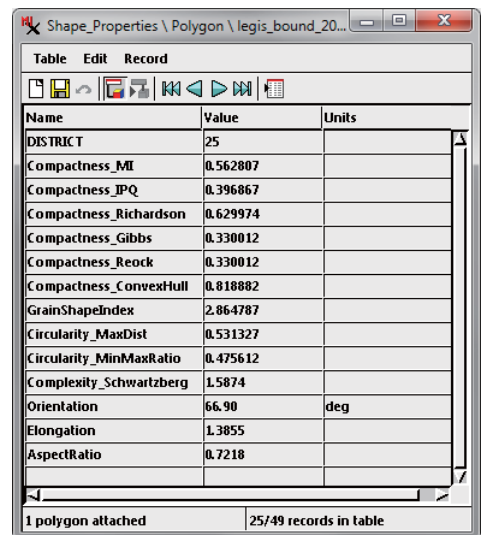
長さ : 外郭ポリゴンの境界線上にある任意の点の間の最大距離。

幅 : 長さ方向と垂直方向で、ポリゴンを横断する最大距離。

RadiusMax : ポリゴンの重心から境界までの最大距離。

RadiusMin : ポリゴンの重心から境界までの最小距離。重心がポリゴンの外側または島ポリゴンの内側にある場合には負の値になります。

凸包 : ポリゴンを含む最小の凸領域で、ポリゴンの頂点の部分集合を結んで構成されます。

Name	Value	Units
DISTRICT	25	
Compactness_MI	0.562807	
Compactness_IPQ	0.396867	
Compactness_Richardson	0.629974	
Compactness_Gibbs	0.330012	
Compactness_Reock	0.330012	
Compactness_ConvexHull	0.818882	
GrainShapeIndex	2.864787	
Circularity_MaxDist	0.531327	
Circularity_MinMaxRatio	0.475612	
Complexity_Schwartzberg	1.5874	
Orientation	66.90	deg
Elongation	1.3855	
AspectRatio	0.7218	

ある州の行政区画ポリゴンの形状に関するプロパティ

Gibbs [2] : $4 \times \text{面積} / (\pi \times \text{長さ}^2)$

以下の二つのコンパクトネスは、ポリゴンとそれに対して想定される理想的な形状との面積の比です :

Reock [1,5] : $\text{面積} / (\text{最小包含円} (\text{最小外接円}) \text{の面積})$

Convex Hull [1] : $\text{面積} / (\text{凸包の面積})$

複雑度 (Complexity)

ポリゴンシェイプの複雑度はコンパクトネスと反対のもので、一つの計測法が提案されており、それは 1 から無限の範囲をとります。

Schwartzberg [1] による方法 : $\text{周長} / (2 \times \sqrt{\pi \times \text{面積}})$

これは Richardson によるコンパクトネスの逆数です。

真円度 (Circularity)

真円度はコンパクトネスに似た性質を持ち、ポリゴン

の形状が円とどの程度一致するかを測定します。真円度には二つの計算法があります：

Max(最大)： $\sqrt{\text{面積} / \pi} / \text{RadiusMax}$

(ポリゴンの最大半径に対する同面積の円の半径の比；とり得る値の範囲は 0 から 1)

Min/Max(最小/最大)：

$\sqrt{|\text{RadiusMin}| / \text{RadiusMax}} \times \text{符号}(\text{RadiusMin})$

式の最後の「符号 (RadiusMin)」は、RadiusMin>0 の場合は 1、RadiusMin<0 (ポリゴンの重心がポリゴン境界の外にある場合) の場合は -1 です。値の範囲は -1 から +1。

その他の形状プロパティ

Grain Shape Index(粒形指数)： 周長 / 長さ

Orientation Angle(配向角)： 地図の投影法に対する長さ方向の方角

Elongation(伸長度)： 長さ / 幅

Aspect Ratio(縦横比)： 幅 / 長さ

ポリゴンシェイプの全プロパティは、島ポリゴン(穴)を考慮しています。島があることによってコンパクトネスや真円度が減り、複雑度が増えます。

地理(緯度/経度)座標にジオリファレンスされたオブジェクトは、ポリゴンのプロパティを計算するために自動的にオブジェクトを中心とした正射投影に変換されます。平面座標系を使用する座標参照系では変換はいりません。

処理インターフェース

[選択] ボタンを押し、処理するポリゴンがある 1 つま

たは複数の図形オブジェクトを選択します。選択したオブジェクトのファイル名とオブジェクト名がウィンドウ上部のリストに表示されます。オブジェクトを削除するには、リスト項目の上で左クリックをしてハイライト表示し、[消去 (Remove)] ボタンを押します。[すべて消去 (Remove All)] ボタンを押すとリスト全部が消去されます。

[出力] メニューを使用すると、計算されるシェイププロパティの保存方法を選択できます：「Add table(s) to object(オブジェクトにテーブルを追加)」または「Text file(s)(テキストファイル)」。各レコードを識別するため、統計テーブルに書き込む ID や名前を選択することができます。[ID/名前] メニューの選択肢は、「なし」、「要素番号」、「Polygon_ID.Current(ポリゴンに ID テーブルがある場合)」、「選択」です。最後の「選択」オプションを使用すると ID を指定するため、データベーステーブルとフィールドを選択するダイアログが現れます。複数のオブジェクトを処理する場合には、メニューに表示されるフィールドの選択肢はリストの一番上のオブジェクトから参照されます。他のオブジェクトに選択されたテーブルやフィールド名がない場合、要素番号が ID として使われます。複数の入力データを処理する場合は、入力データに共通のテーブルがあることを確認するか、要素番号を使用してください。

[プロパティ] ボックスには、計算可能な形状プロパティとチェックボックスのリストが表示され、計算する項目を自由に選択・解除できます。処理を終了すると、現在のプロパティの選択状態が保存されます。

参考文献

1. Azavea, Inc., 2010, Redrawing the Map on Redistricting: A National Study. http://cdn.azavea.com/com.redistrictingthenation/pdfs/Redistricting_The_Nation_White_Paper_2010.pdf.
2. Gibbs, J.P., 1961, *Urban Research Methods*. Princeton, Van Nostrand.
3. Li, Wenwe, Goodchild, Michael F., and Church, Richard, 2013, An efficient measure of compactness for two-dimensional shapes and its application in regionalization problems. *International Journal of Geographical Information Science*, 27(6), p. 1227-1250.
4. Polsby, D.D., and Popper, R.D., 1991, The third criterion: compactness as a procedural safeguard against partisan gerrymandering. *Yale Law & Policy Review* 9(2), p. 301-353.
5. Reock, E.C., 1961, A note: measuring compactness as a matter of legislative apportionment. *Midwest Journal of Political Science*, 5(1), p. 70-74
6. Richardson, L.F., 1961, The problem of contiguity: an addendum to Statistics of Deadly Quarrels. *General Systems Yearbook* 6, p. 139-187.

