

大規模惑星画像からの特徴地形のマイニングシステムに対する検討 クレーターの抽出・分類

Topographic Feature Mining System for a Large Scale Planetary Images - case study for crater extraction and categorization -

本田 理恵[1], 飯島 祐一[2], 小西 修[1]

Rie Honda[1], Yu-ichi Iijima[2], Osamu Konishi[3]

[1] 高知大・理・数理情報, [2] 宇宙研

[1] Information Sci., Kochi Univ., [2] ISAS, [3] Dept. Math. & Info. Sci, Kochi University

大規模惑星画像から効率的に空間知識発見を行うシステムについて惑星画像からのクレーター抽出・分類を目標として検討を行った。システムは、画像集合の特性による分類、各カテゴリ代表に対する画像認識の手法によるクレーター抽出プロセスのチューニング、一般画像への適用という3段階のプロセスで構成される。また、真偽混在する解候補からの真の解のフィルタリングを自己組織化マップを用いたクラスタリングを利用した方法で行う。ClementineのLunar-Digital Image Modelに対する実験により、真の解の検出率はチューニングの結果0.4-0.6まで向上させることができ、解候補の真偽分類の正分類率は90%程度の値を達成できることがわかった。

近年では惑星探査で得られる画像は、GBクラスからTBクラスへ飛躍的に増大しようとしている。このような背景の元、従来研究者が視覚で行ってきた特徴地形の発見・抽出・分類といったプロセスを半自動化して効率的な知識発見を支援するシステム構築の必要性が高まってきている。NASAジェット推進研究所でもDiamond Eyeなどの機械学習の手法を応用したイメージデータマイニングシステムの開発が勧められている。本研究では、こうしたシステムのひとつとして、大規模惑星画像からクレーター地形の抽出・分類などの知識発見を行うシステムの構築を目指した検討を行った。

惑星画像からのクレーターの抽出は大まかには、(1)画像認識の手法による候補の抽出(2)解候補の真偽判定、分類、(3)データベースへの格納、(4)2次知識発見のプロセスで構成することが考えられる。今回の検討では(1)(2)を主に検討した。

Clementine等の衛星画像を参考にすると、惑星のリモートセンシング画像には、照明条件、表層物質のアルベドの多様性、起伏率等の多様性から様々な性質の画像が含まれており、特に(1)のプロセスで画像認識の諸手段を用いて特徴抽出を行うには画像ごとの条件の最適化が必要であると予想される。よって、(1)のプロセスは、最低限の人間の関与によって効率的な処理を行うために、画像集合の画像特性によるグループ化と、グループごとの代表画像に対する教師画像を用いた最適化、および、最適化した条件での他の一般画像への特徴抽出の展開という3段階で行うことを考慮した。

グループ化には正規化した画像のFFTパワースペクトラムに対するKohonenの自己組織化マップ(SOM)によるクラスタリングを使用した。得られた各グループに対して、競合層の参照ベクトルに近く検出対象のクレーターを多数含む画像を代表画像として選択し、人間の視覚で認識できるクレーターをマーキングした教師画像を作成した。この教師画像からの抽出結果になるべく近づくようにパラメータを最適化した。

具体的なクレーター抽出プロセスは、エッジ強調のための1次微分フィルタリング、2値化、組み合わせハフ変換による円状シグナル抽出の3段階で構成した。この過程に含まれる最適化のパラメータは8種存在し、教師画像との比較により段階的に最適化するものとした。なお最適化の条件については、ここでは解候補をもれなく抽出することを再優先とし、真の解の検出率が高く誤検出数が少ない条件を選択するものとした。

上記の手法で、ClementineのLunar Digital Image ModelのMedium Browse Image 984枚に対して実験を行った。まずクラスタリングでは海、高地などコントラストや、周波数特性が異なる画像をほぼうまく分類することができた。また、各グループの代表が蔵に対するチューニングでは正検出率は最大で0.4-0.6程度を達成でき、チューニングによって大幅にクレーターの検出性能が上がった。ただしここで抽出された解候補には偽の解が多数混在している。

解候補の真偽判定には、検出された解(クレーター)候補の最小包含正方形のカットアウト画像をデータ集合として自己組織化マップで学習された競合層のマップを真偽判定のClassifierとして用いることを検討した。ここでカットアウト画像はサイズ、輝度値ともに正規化を行い、画像ベクトルとFFTパワースペクトラムの2種類の入力ベクトルを検討した。計323個(内真の解10%)の解候補データによる学習後、各画像に対して真偽のインデクス付けを行い、各クラスターの最大頻度のクラス(真、または偽)をそのクラスターのインデクスとして採用して、正分類率を評価した。その結果、画像、FFTパワースペクトラムの各入力データに対し、それぞれ、90%、80%の正分類率が達成され、特に画像ベクトルを入力としたときに精度の良い真偽判定の分類器を作成できることがわかった。

た。

こうして得た最適化した抽出条件と分類用の特徴マップの利用により、任意の画像に対し短時間で比較的良い精度でクレーターの真候補を検出できるようになった。ただし、抽出のチューニング過程、自己組織化マップによる真偽判定の両者とも、使用したデータの影響を大きく受け、原データに含まれなかったパターンのデータに対しては、精度が上がらないという問題が観測されている。よって、さらに性能を向上させるには、このような例外を検出して、学習や最適化パラメータにインタラクティブに反映する枠組みが必要であると考えられる。