

Spatial and Structural Classification Analysis for Advanced Remotely Sensed Imagery

江田, 智尊

<https://hdl.handle.net/2324/1959077>

出版情報 : Kyushu University, 2018, 博士 (機能数理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名 : 江田 智尊

論 文 名 : Spatial and Structural Classification Analysis for
Advanced Remotely Sensed Imagery
(高度リモートセンシング画像に対する空間的・構造的判別分析に関する研究)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

本論文ではリモートセンシング分野における土地被覆画像解析について論じている。土地被覆画像解析は、空撮画像の解析に基づいて土地利用状況を認識することを目的としており、気候変動調査、自然資源運用、都市計画などに応用される。近年は高度センシングプラットフォームの台頭やセンサー技術の進化により、従来と比較して空間的解像度・スペクトル解像度が非常に高い画像が取得できるようになった。このような超高解像土地画像は、実用的アプリケーションの開発を更に活性化する一方で、従来型解析手法を直接適用することが困難な画像特性をしばしば有している。そこで本研究では、解析困難な画像特性を持つ超高解像土地画像に対し有効な解析アプローチを開発することを目的とする。

論文では、マルチラベル判別に基づく新たな土地画像解析アプローチを提案している。従来型アプローチは、各画素を一つのクラスに判別するマルチクラス判別が主流であったが、近年では、タイルと呼ばれる小領域に含まれる複数のクラスを検出するマルチラベル判別手法を用いた解析が適切なアプローチであるという認識が広まりつつある [Karalas et al. (2016)]。機械学習分野では出力構造を考慮したマルチラベル判別器が有効であると考えられており、それを実現する代表的な手法が Tsochantaridis et al. (2005) による structural Support Vector Machine (SVM) である。本論文では structural SVM に改良を加え、予測画像の空間的従属性を取り込んだモデルを提案した。提案モデルは、出力空間の構造を考慮すると同時に、予測画像の空間的滑らかさを促進するよう判別器の重みを最適化する。また、SVM の特徴である kernel trick、二次計画双対問題の性質が保存されている。実データを用いた評価により、提案手法が従来手法を有意に改善する結果を得ることができた。本手法はリモートセンシング分野において、出力空間の構造と空間従属性をモデル化した初のマルチラベル判別器である。

論文の後半は、植物科学の問題に対する統計的アプローチについての考察である。植物科学の分野では、雑種強勢と呼ばれる現象がしばしば研究の対象となる。雑種強勢は、染色体の倍数化により、子孫植物が親よりも優れた形質を示す現象であり、これまで有用植物の作成に貢献してきた。また近年では、再生可能エネルギーであるバイオ燃料の資源となる植物の大量生産を実現する技術として注目されており、雑種強勢技術の更なる実用化が低炭素社会へ貢献することが期待されている。一方で強勢現象の分子機構の解明には未だに至っていない現状である。そこで本研究では、データ解析手法を駆使して、強勢現象の分子機構解明や関連遺伝子の特定を行い、実用的な雑種強勢技術の開発に貢献することを目的とする。

論文では、時系列遺伝子発現量データに対する新たな遺伝子ネットワーク推定手法を提案している。遺伝子ネットワークは、遺伝子を表すノードと遺伝子間の関係を記述する有向辺から成り、遺伝子間の制御関係を模式化する。またネットワークにおいて他の多くの遺伝子を制御しているハブ遺伝子は、植物の生命活動に大きな役割を果たしていることが考えられる。従って遺伝子ネットワークは、強勢現象のゲノムレベルでの理解や関連遺伝子の特定を補助する。本研究で提案したネットワーク推定手法は、統計的スパース推定手法である **Group SCAD (Smoothly Clipped Absolute Deviation)** に基づいている。加えて、データのノイズや時系列データの観測時点数の少なさに起因する解析不安定性を解消するために、一日単位のデータのランダムな入れ替えに基づく有向辺の信頼度評価法を提案した。実データへの適用によって、強勢現象に関する遺伝子及び制御関係を推定し、先行研究や植物の育成実験により、ハブ遺伝子が植物における重要な成長因子であることが検証された。