



Title	知識情報処理を用いた衛星データの自動判読システムに関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	橋本, 秀太郎
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第11316号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55666
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Hashimoto_Shutaro_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（情報科学） 氏名 橋本 秀太郎

学 位 論 文 題 名

知識情報処理を用いた衛星データの自動判読システムに関する研究
(Development of an Automatic Satellite Data Interpretation System using Knowledge Information Processing)

衛星リモートセンシングによる観測は広域同時性、定期反復性、多波長性という特徴を持つ。その特性を活かし、静止軌道上からの気象観測をはじめとして、環境変動の監視といった全球規模の陸域・海域・大気情報の収集から土地利用調査、農林水産業利用、災害時被害観測といった地域規模の詳細な情報収集まで、これまでも幅広い分野に応用されてきた。衛星リモートセンシングにおける近年の主要な動向としては、取得情報量の増大、新たな解析手法・アプリケーションの増加、そして計算機・ネットワーク性能の向上がある。しかし衛星データの解析時には解析の目的や解析対象地域、解析日時を踏まえた衛星データの選定、補正処理、解析処理の選定、パラメータチューニングや教師データの取得などリモートセンシングの専門家による知識経験を活かした作業が必要不可欠となっており、上記のような近年の技術革新の恩恵が限定的となっているほか、衛星データの活用場面や解析規模を大きく制限している。即時性が求められる災害時被害状況解析においても人の判断が介在することによる時間的ロスのほか、土地鑑を有する人員と衛星データ解析が行える人員のギャップによる問題が度々発生している。加えて前述した衛星データや解析手法、アプリケーションの多様化・蓄積が今後も進むであろうことも踏まえると、これらを効率的に管理し、運用していくことができるような自動判読システムへの期待はますます高まるものと予想される。

本論文ではこうした課題に資する提案として、光学衛星データ解析を対象とし、判読に用いられるデータやプロセスの蓄積共有、及びそれらを用いたクエリ駆動型の高精度自動判読システムの枠組みを構築し、将来の実利用への適用可能性を検討することを目的とする。提案する自動判読の枠組みはデータの選択から高次解析までの一連の解析ワークフローの自動化を目指すものであり、そのような研究はこれまでに無く、高い新規性を持つものである。簡易な判読クエリの入力のみを与えることでデータの選択から高次解析までの解析が自動実行できるようになり、その結果、リモートセンシング技術に関する高度な知識経験を持っていない一般利用者が衛星データ解析を手軽に実行できるようになりデータ利用の拡大に繋がる事が期待されるほか、災害時被害状況把握において発生していた人の判断が介在することによる時間的ロスを削減でき、解析結果の迅速な提供にも寄与すると考えられる。

本論文の第2章及び第3章では、陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) 搭載の可視・近赤外域の観測波長帯を持つ光学センサである AVNIR-2 によるデータを対象とし、補正処理及び高次解析処理における主要なプロセスの自動化について検討する。補正処理として大気補正及び精密幾何補正、高次解析処理として土地被覆推論及び地物・地物変化推論のそれぞれについて自動化を行うための検討を行う。

第2章では光学衛星データを用いた地物・地物変化推論手法を提案し、それを応用することで衛星データの災害状況把握解析における専門家の判断処理/作業を軽減するための自動変化検出シス

テムを提案する。このシステムでは、利用者が推論したい地物・地物変化の名称を入力すると、システムはその地物・地物変化の意味を調べ、知識ベースに蓄積されている単純な情報抽出や推論を行うための知識モジュールを組み合わせて自動的にその地物・地物変化の推論を行う。地物・地物変化の意味を調べるための辞書として、本研究では地物・地物変化のオントロジーを構築し、システムで利用する。また、複数の知識モジュールによって得られた情報を統一的に扱い推論を行う仕組みとして、ベイズ確率による個々の情報の表現と、オントロジーから自動構築したベイジアンネットワークによる推論手法を採用する。

第3章では光学衛星データの補正処理の自動化を行う手法及び土地被覆推論の自動化・高精度化を行う手法をそれぞれ提案する。ここでは光学衛星データの補正処理として、センサで観測された放射輝度のうち大気からの影響の成分を除去して地表面反射率へと変換する大気補正と、衛星データの座標と地理座標の対応付けの歪みを補正する精密幾何補正の2つを扱い、従来は専門家が事例毎に入力していたパラメータを自動で入力する仕組みを提案することで自動化を行う。また土地被覆推論の自動化・高精度化のために、データベースに蓄えられた大量の土地被覆教師データを、特定の種類の土地被覆に依存せず、効果的に活用できる土地被覆推論手法を新たに提案する。提案手法はデータ分布に対する仮定を設けないノンパラメトリックな密度推定手法であるカーネル密度推定を採用し、大量の教師データがつくる分布を利用した高精度な確率的推論を行う。また、観測された地表面反射率に加えて年周期性を連続的に表現できる観測日変量を入力データとすることにより土地被覆クラスの季節性を考慮した土地被覆推論を行う手法、及び多時期の観測データを用いて高精度な土地被覆推論を行うための拡張について提案する。

第4章では様々なデータ及びプロセスの記述・蓄積方法と、それらを選択し組み合わせることにより、目的の解析結果を生成するための解析ワークフローの自動構築処理についての検討を行う。ここでの検討では、対象とする衛星データを光学衛星データに限らず、様々な種類の衛星データを扱うことのできる枠組みの構築を行う。データやプロセスを様々な解析事例に対して汎用的に利用できるよう問題非依存に記述・蓄積するため、データやプロセスの意味をメタデータとして明示的かつ機械可読に記述することを目的とし、RDFによるメタデータ記述の形式的枠組みと、システム内でのデータやプロセスの定義や持つべき属性を規定した独自のオントロジーを採用する。また、メタデータが付記されたデータやプロセスが蓄積されたデータストア及びナレッジストアを利用し、目的の解析結果を出力できる解析ワークフローを、データストアにあるデータ及びナレッジストアにあるプロセスの出力データを意味を考慮しながら探索・マッチングしていくことで構築する処理を提案する。

第5章では以上の研究内容を組み合わせて光学衛星データの自動判読システムを構築し、実証を行う。まず第2章および第3章における提案手法について個別に精度検証を行い、高精度の結果が得られる事を示す。その後、第2章および第3章における提案手法を要素技術とし、第4章で提案した枠組みに基づき構築したシステムによる自動判読の実行例を示し、目的の判読結果が自動的に生成される事を示す。