

H-077

ランレングス行列を用いた NOAA-AVHRR データにおける
地上基準点自動抽出法An Automatic Extraction Method of Ground Control Points Using Run Length Matrix
in the NOAA-AVHRR Data夏井 雄介[†] 景山 陽一[†] 西田 眞[†]

Yusuke Natsui Yoichi Kageyama Makoto Nishida

1. はじめに

近年、環境保護の見地から地球環境変化のモニタリングの必要性が高まり、リモートセンシングデータを用いた解析が行われている。中でも米国海洋大気庁(NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration)が運用している NOAA 衛星に搭載された AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer)[1]により取得されたデータ(以下、AVHRR データと表記する)は、センサ直下における分解能(1.1km)は低いものの、広域(約 2800km)のデータが 1 日に複数枚取得されており、多くの解析に活用されている。

一方、AVHRR データはデータ毎に縮尺や傾きが異なるため、地上基準点(以下、GCP と表記する)を手動により設定し補正を行っているのが実状である。このため、GCP 設定の自動処理を行うことは、オペレータの作業軽減および同一評価基準によるデータの自動処理に寄与できると考える。本研究ではこれまでに、被覆状況を考慮したランレングス行列[2]による GCP 自動抽出法[3](以下、従来型抽出法と表記する)について検討を行ってきた。しかしながら、様々な傾きを有した AVHRR データを対象とした場合には、被覆状況により GCP の絞り込みが不十分となる場合を認めた。

そこで本稿では、GCP 自動抽出の精度向上を目的とし、従来型抽出法の改良について検討を加えた。

2. 使用データ

2.1 AVHRR データ

AVHRR は、可視域から熱赤外域までを 5 つの波長帯に分け、合計 5 種類のバンドを有している。AVHRR の計測範囲は広域であり、地球の曲率に起因して画像が歪んでしまうため、幾何補正処理を施す必要がある。また、AVHRR データを用いて解析を行う場合、その前処理として幾何補正が施されるが、システム補正のみの場合には 4~10 画素の誤差が生じるため[4]、GCP の選定を行い、非線形補間処理により幾何補正を施すのが一般的である。

2.2 対象領域

AVHRR データを用いて解析を行う場合、GCP を予め選定する必要がある。そこで本研究では、GCP として“秋田県男鹿半島、青森県下北半島、福岡県関門海峡、千葉県房総半島、並びに愛知県知多半島”を選定した。対象画像はそれぞれ 50 枚(以下、データセット I~V とそれぞれ表記する)とし、NOAA 画像全体(約 900×700 画素)を計測対象とした。なお、AVHRR は受動型センサであるため、本研究における使用データを日中に取得されたデータに限定している。

[†] 秋田大学 Akita University

3. GCP 抽出アルゴリズム

3.1 ランレングス行列

本研究では、ランレングス行列[2]を用いて解析を行う。なお、ランレングス行列とは、ある画像 $f(x,y)$ において θ 方向の濃度 i の画素が j 個続く頻度を表したものである。

3.2 従来型抽出法の概要

従来型抽出法[3]では、マルチバンドデータの特徴を考慮し、バンド比を用いて使用データに対して陸域および雲域を白画素、海域を黒画素とする 2 値化画像を自動作成した。また、海上に雲域が存在する場合、白画素におけるランレングス行列の計測に影響を与えるため、これを除去する必要がある。このため、ラベリング処理を施し、雲域と仮定される領域を黒画素で置換し、ノイズ除去処理を施した。さらに、図 1 に示すように、近傍領域の特徴を用いた陸域におけるランレングス行列計測を行い、GCP の自動抽出を行った。

3.2 ランレングス行列計測における閾値設定の改良

3.2.1 閾値の設定に関する課題

従来型抽出法では、様々な傾きを有する画像を複数枚選定し、2 値化画像の白画素(陸域・雲域)における縦、横方向のランレングス行列($m \times n$)を特徴量として用いて閾値を設定している。しかしながら、この方法では、同じ計測地点であってもランレングス行列における縦、横方向の計測画素数が異なるため、閾値の範囲を広く設定する場合は生じた(図 2 参照)。その結果、計測時の誤差に起因して複数の GCP 候補が選定される場合を認めた。

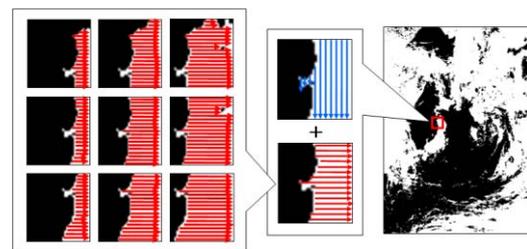


図 1 ランレングス行列の計測例



図 2 同計測地点における計測画素数の相違例

3.2.2 提案型抽出法

上記課題を解決するため、本研究で提案する GCP 自動抽出法(以下、提案型抽出法と表記する)では、AVHRR データの受信方向に着目して、2 値化画像を 2 種類のグループに区別し、さらにグループ毎に GCP 抽出に用いる閾値を設定した。すなわち、AVHRR データでは、NOAA 衛星が地表を観測する場合、地球の自転および軌道情報に起因して、画像毎に傾きが存在する。具体的には、図 3 に示すように、人工衛星 NOAA の軌道面において、北半球から南半球の軌道で取得された画像(灰色部分)と南半球から北半球の軌道で取得された画像(黒色部分)に大別される。このため、図 4 に示すように、受信方向が異なる場合、受信データも 2 種類の異なる平行四辺形の範囲内で記録される。

そこで提案型抽出法では、北半球から南半球の軌道で受信した画像を North-South グループ(以下、N グループと表記する)、南半球から北半球の軌道で受信した画像を South-North グループ(以下、S グループと表記する)とそれぞれ設定し、グループ毎に画像の傾きの相違を考慮した閾値を設定した。

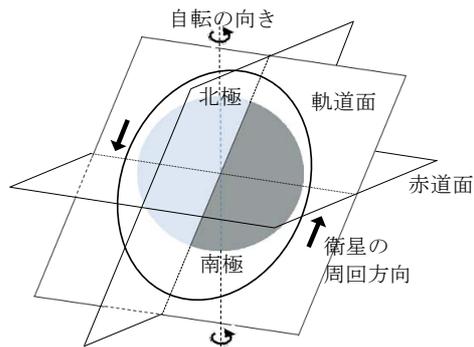
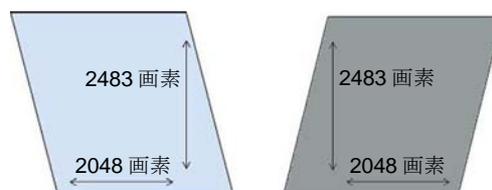


図 3 NOAA 衛星の軌道情報



(a) 北半球から南半球 (b) 南半球から北半球

図 4 AVHRR データの構成例

4. 実験結果および検討

4.1 計測誤差の許容範囲に関する検討

幾何学的歪みの補正に必要な精度は、緯度経度に換算して 10^{-3} 度のオーダーであり、NOAA 衛星の分解能は衛星直下点では 1.1km、緯度に換算して 9.881×10^{-3} 度である。したがって、南北方向で 1.9km 程度、東西方向で 1.3~1.7km 程度の誤差、すなわち 1 画素(1.1km)の誤差は許容できると判断し、1 画素以内は抽出成功として評価した。

4.2 実験結果

提案型抽出法の有用性について検討を加えるため、従来型抽出法[3]を用いて各 GCP の抽出を行った。得られた実験結果を表 1 にまとめる。例えば、データセット I(秋田県男鹿半島)を対象とした場合、従来型抽出法では 62.0%(50 枚中 31 枚)の GCP 抽出に成功(誤差 1 画素以内)しているのに対し、提案型抽出法では 98.0%(50 枚中 49 枚)となり、抽出精度は向上している。また、データセット IV(千葉県房総半島)を対象とした場合、GCP の抽出成功率は変わらないものの、従来型抽出法では、誤差なしの結果が 18 枚であったのに対し、提案型抽出法では 31 枚の GCP 抽出に成功している。同様に、誤差 1 画素の結果も 32 枚から 19 枚へと減少し、GCP 抽出の精度向上が認められる。さらに、全てのデータセットの抽出成功率を比較したところ、従来型抽出法では 86.4%(250 枚中 216 枚)であるのに対し、提案型抽出法では 99.6%(250 枚中 249 枚)の抽出成功率を得た。

以上の結果は、提案型抽出法が GCP 抽出精度の向上に有用であることを示唆している。

5. まとめ

本稿では、GCP 自動抽出の精度向上を目的とし、受信画像を N グループおよび S グループに区別し、画像の傾きを考慮した GCP 自動抽出法について検討を行った。本研究で得られた成果をまとめると以下ようになる。

表 1 GCP 抽出結果

データセット	誤差(画素)手法	なし	1	2 以上	GCP 抽出成功率[%]
		I	提案	26	
	従来	8	23	19	62.0 (31/50)
II	提案	41	9	0	100 (50/50)
	従来	31	18	1	98.0 (49/50)
III	提案	38	12	0	100 (50/50)
	従来	21	22	7	86.0 (43/50)
IV	提案	31	19	0	100 (50/50)
	従来	18	32	0	100 (50/50)
V	提案	22	28	0	100 (50/50)
	従来	11	32	7	86.0 (43/50)
合計	提案	158	91	1	99.6(249/250)
	従来	89	127	34	86.4 (216/250)

※提案:提案型抽出法, 従来:従来型抽出法

- (1) NOAA 衛星の飛行情報を考慮した GCP の閾値設定方法は、ランレングス行列の計測において、GCP 抽出精度の向上に有用であることを明らかにした。
- (2) 提案型抽出法を用いて実験を行った結果、99.6%の成功率で各 GCP の位置特定が可能であることを明らかにした。

参考文献

[1]“米国海洋大気庁 Web サイト”, <http://www.noaa.gov/>.
 [2]高木 幹雄, 下田 陽久, “新編 画像解析ハンドブック”, 東京大学出版会(2004).
 [3]景山 陽一, 東海林 佳昭, 西田 眞, “NOAA-AVHRR データにおける地上基準点自動抽出アルゴリズム”, 映像情報メディア学会誌, Vol.64, No.1, pp.124-127(2010).
 [4]Chang Y, 高木 幹雄, “気象衛星 NOAA の AVHRR データにおける精密な幾何補正”, 写真測量とリモートセンシング, Vol.34, No.2, pp.25-35(1995).