

IV-94 航空機MSSデータにおけるハレーション歪の除去に関するアルゴリズムの作成

東京理科大学 正員 大林 成行
 東京理科大学 正員 ○高橋 康夫
 東洋情報システム(株) 高野 順一

1. はじめに

分解能や即時性において、ランドサットMSSデータをうまわり、その有効性が認識されつつある航空機MSSデータは、収集条件が異なるために観測の度に、異なった放射歪を含んでいることは周知のとおりである。

しかしながら、これらの放射歪を確実に除去する方法は未だ確立されていない。特に、放射歪の一つであるハレーションによる画像劣化の補正に関しては全く手がつけられていなかったと言っても過言ではない。

そのために、ハレーションを含んだ航空機MSSデータについては、①利用対象から除外する、②ハレーションの影響が少ないエリアだけを利用する、③ハレーションとして一つのカテゴリーに分類して解析対象から外すといったいずれかの方法を採らざるを得なかった。そのため、多額の費用を投じて観測・収集したデータを有効に利用することが出来ないといった問題があった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ハレーションを含んだ航空機MSSデータを画像処理によって補正することによりより有効に利用することの出来る方法を摸索するものである。そのため、ハレーション歪の起こる原因やハレーション歪の特性を把握することによって、ハレーション歪の補正アルゴリズムを作成し、その補正精度について検討を行った。

具体的には、淡水域を対象に観測・収集された航空機MSSデータを使って補正方法を検討した。

3. ハレーション歪の原因

対象物に照射した光は反射、吸収、透過といった作用を受けるが、ハレーションに関しては反射作用が大きな影響因子と考えることが出来る。ここで、反射光は天頂角 θ で表面が滑らかな微小領域に入射した光が天頂角 θ に等しい角度で反射したものと仮定する。例えば、対象物の表面が凸凹の場合には乱反射が生じ反射光には一定の方向性がない。すなわち、MSSデータに含まれるハレーション歪は、このような方向性を持った光の束を観測したものと考えることが出来る。

図-1にMSSデータの観測時における光路モデルを示した。すなわち、図中、センサーOからNPを走査し、点Pを角度 θ で観測する時、高度 Γ 、方位 ϕ から太陽光が入射するモデルを考える。この時、対象物Pが滑らかな面で、Pを含む微小領域の平面が水平と仮定すれば、太陽光の入射角が Γ であるから、太陽光SはQPR上でPから Γ の角度で反射光Tを生じ、センサーOにはハレーション因子は入射しない。

ところが、S、P、Oから成る平面を考えた時、この平面にPを含む垂直な平面(水面)が存在したとすると、反射光TはセンサーOに達しハレーション歪を生じる。

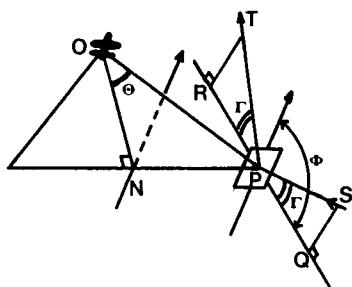


図 - 1 光路モデル

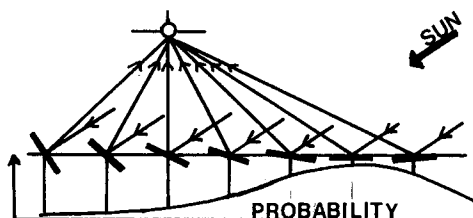


図 - 2 ハレーションの起こる水面形

4. ハレーション歪の特性と補正方法

前述したように、水域を対象に観測した航空機MSSデータを使ってハレーション歪の特性と補正方法について検討を行なった。

水面は風などの影響でその形状が刻々と変化するため、常に表面が滑らかであるとは限らない。この様な場合には、前述した太陽光Sは乱反射してハレーションが起こる可能性は低い。しかし、研究対象としたMSSデータは、収集時の水面が穏やかで、殆ど波もなく鏡の状態に近いことから、その水面の傾きからセンサー方向に一定の方向性を持った反射光が発生したと考えられる。図-2は、微小時間内でセンサーの位置と太陽の入射角が一定と仮定した場合にハレーションを生じる水面形を推定した例である。すなわち、ハレーションを生じる水面形のMSSデータの1画素の中に占める確立が高い程、ハレーションの影響は大きく、ハレーションを生じる水面形の存在確率は図中に示すように正規分布に近いと推定できる。すなわち、水面形の存在確率でMSSデータ中のハレーションの大きさが決定され则认为られる。

図-3は、実際にハレーションを含んだMSSデータからハレーションの状況を調べた例で、MSSデータのライン方向にカラム毎にCCTカウントを積分し、各カラム毎のCCTカウントの平均値を示したグラフである。

以上のことから、ハレーションの度合いは、各画素の位置(1ライン毎のカラム位置)から推定できると考え、MSSデータ中に生じるハレーションの形状を図-3に示した様なライングラフを用いて調べた結果、ハレーションはMSSデータ中で各ライン毎に正規分布曲線に近い形状で分布することが判明した。

そこで、実際の補正にあたっては、①数ライン(5ライン)毎にハレーション歪の形状を算出する、②算出した形状をもとにハレーション曲線を正規分布曲線で近似する、③近似したハレーション曲線から各カラム毎にハレーション成分を算定し、原データからハレーション成分を減じるという手順で補正を行なった。

また、顕著な水域パターンや陸域パターンにハレーションが重なったり、接する場合には、ハレーション曲線の推定が困難である。そこで、近似曲線の推定が困難な場合には、出来るだけ近傍の似通ったハレーション領域の近似曲線を利用することにした。

5. 補正結果の検討

本研究では、ハレーション歪が正規分布の形状を示すことを前提に補正を行なったが、補正画像を見る限りでは良好な結果が得られており、画像中でハレーションの影響を受けていない領域のデータ特性が損われていないことが判った。しかし、補正対象としたデータの中に、ハレーションの形状がF分布曲線に近い形を示すこともあり、完全な補正が出来ない例もあった。図-4は、ハレーション歪を生じた航空機MSSデータの補正前後と近似曲線のライングラフを示した例である。図中(b)は小さな歪の補正例であり、この様な場合にも補正アルゴリズムを適用出来ることが判明した。

最後に、ハレーション歪の補正に関する留意点を整理すると以下のとおりである。

- ①図-4(a)に示す様に、近似曲線を求めるための初期値の設定や近似曲線を求める範囲を決定するには、他の波長帯データのハレーション形状を十分検討することが重要である。この点が最も補正精度に影響する。
- ②近似曲線を算定するために、5ライン毎に処理したが、実際には扱うデータによって、かなり状況が異なることが考えられるため、補正するデータによってハレーションの特性を十分検討することが必要である。
- ③誤った曲線近似によりハレーション歪が残留しないように一定の判定値を定めることが必要である。

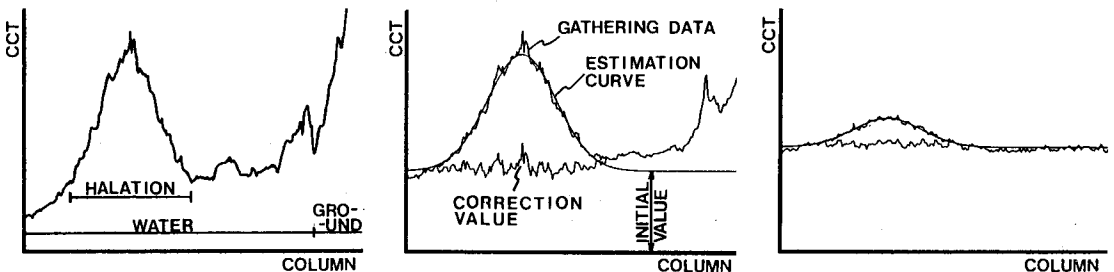


図-3 ハレーション歪の例 (a) ハレーション歪が大きな例 (b) ハレーション歪が小さな例

図-4 ハレーション歪の補正例