

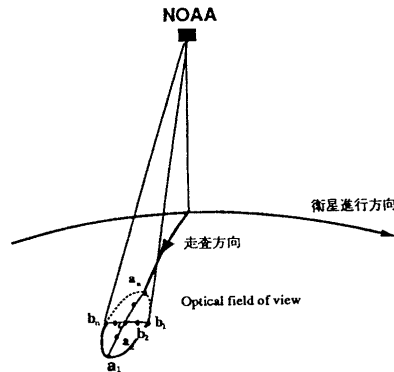
気象衛星 NOAA の AVHRR 画像の走査パターンについて

3 D-5

張 堯棟 高木 幹雄
東京大学 生産技術研究所

1 まえがき

本論文は、気象衛星 NOAA の AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer) センサにおける走査パターンの計算を主題とする。AVHRR センサはライン方式センサで、地球のモデルは楕円球体であることから、幾何学的な歪が含まれている。即ち、衛星の直下点の走査パターンは円の模様であるが、直下点から遠くなると走査パターンが楕円になる。気象衛星 NOAA, AVHRR センサの特徴値と地球の楕円球体モデルに基づいて繰り返す方法によって、AVHRR 画像の走査パターンが決められる。



2 気象衛星 NOAA の特徴 [2]

表 1: AVHRR センサの特徴

Parameter	Value
走査角度	±55.4° (直下点から)
Optical field of view	1.3 milliradians
地面解像度 (IFOV)	1.1 km (直下点で)

現在, NOAA 11 号と NOAA 12 号が稼働している。NOAA 衛星の平均高度は 865km, 周期は約 102 分である。本研究室では, 3,13 時に NOAA 11 号, 7,19 時に NOAA 12 号のデータが自動受信されている。NOAA 衛星は幾つかのセンサがあり, AVHRR はその中の一つである。AVHRR の特徴は表 1 である。

3 AVHRR 画像の走査パターンの推定

AVHRR 画像の走査パターンは, NOAA 衛星の直下点に近いところでは, 円形の模様で, 直下点に遠くなると, 模様は楕円に変化する。即ち, 走査パターンを推定するのは, スポットの長径と短径およびライン方向とピクセル方向に相接しているスポットの間隔を計算しなければならない。

まず, スポットの長径の推定は, 表 1 に AVHRR センサの Optical field of view は 1.3 milliradian で, それを幾つかの等分に分け, スポットの中で走査方向の各経緯度の位置 (図 1 の点 $a_1, a_2 \dots$) を計算する。さらに, 計算された経緯度の位置を用いて, 繰り返す法により (表 2), スポットの長径を計算する。スポットの短径の推定は, まず, 各スポットで走査方向に垂直となるベクトルを求める。スポット長径の計算の仕方と同じように, AVHRR センサの Optical field of view を幾つかの等分に分け, スポットの中での走査方向に垂直となる方向の各経緯度の位置 (図 1 の点 $b_1, b_2 \dots$) を計算する。そして, 繰り返す方法によってスポットの短径を計算する。同じ走査線

図 1: スポットサイズの推定 (1)

の相接されている二つのスポットの間隔は, AVHRR の走査角度 ±55.4° と, 各走査線は 2048 ピクセルにより, 0.944 milliradians ($\frac{55.4}{1024} \times \pi/180^\circ$) であることが分かった。さらに, スポットの長径を計算するように, ラインの方向に相接されている二つのスポットの間隔が推定できる。

4 AVHRR センサの走査パターンの計算結果

NOAA 衛星の速度は軌道情報により, 7.43km/sec であり, AVHRR センサは一秒ごとに 6 つの走査線が走査していることから, 二つの相接されている走査線の距離は 1.24km であることが分かった。また, 気象衛星 NOAA は, いつも同じ高度や速度で進行していることではないので, AVHRR センサの走査パターンにも微小な変動が含まれている。それについて実験を行ない, 次の表になる。表 3 には, 衛星の速度は 30 通りの衛星軌道情報から得たデータの平均値で, その他は 1991 年 2 月 24 日 2 時に受信されたデータに基づくのである。

表 3: 走査パターンの変動量

Parameter	Value
NOAA 衛星の高度	865 ± 4.5 km
NOAA 衛星の速度	7.43 ± 0.002 km/sec
スポットの長径	±0.020 km
スポットの短径	±0.018 km
ピクセル方向のスポット間隔	±0.020 km
ライン方向のスポット間隔	±0.0003 km

こういった方法に基づいて実験を行う。また, 表 2 に繰り返す回数 (変数 LOOP) は, 10 回以上になれば, 結果の値はあまり変化しないので, 10 回を使うことにした。図 3, 4 は実験結果で, 図 3 は, 走査パターンの曲線図である。図 4 は, AVHRR センサにおける地面の走査パターンである。

The Scan Pattern for AVHRR Imagery of Meteorological Satellite NOAA

Yaudong CHANG Mikio TAKAGI
Institute of Industrial Science Univ. of Tokyo

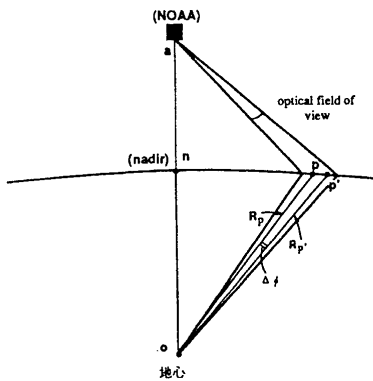


図 2: スポットサイズの推定 (2)

表 2: 繰り返す法 (図 2)

```

/*
 * 繰り返す法 (図 2)====>
 * LOOP: 繰り返す回数.
 * latlong2xyz: 経緯度から地心座標系 (xyz 座標系) に変換するプログラ
ム.
 */
/* 初値を与える */
spot_size = 0.0;
/* 経緯度ファイルから点 p の経緯度を読み込む. */
fscanf(latlong_file,"%f %f",p->latitude,p->longitude);
/* 点 p の地心座標を計算する. */
xyz_p = latlong2xyz(p);
/* 点 p の地球半径 (R_p)*/
R_p = cal_radius(xyz_p);
for ( loop = 0 ; loop < LOOP ; loop++) {
    /* 経緯度ファイルから点 p' の経緯度を読み込む. */
    fscanf(latlong_file,"%f %f",p'->latitude,
        p'->longitude);
    /* 点 p_prime の地心座標を計算する.*/
    xyz_p' = latlong2xyz(p');

```

```

/* 点 p' の地球半径 (R_p')*/
R_p' = cal_radius(xyz_p');
/* 点 p,p' と地心 o となす角度 (phi_c)*/
Delta_phi = cal_angle(xyz_p,xyz_p');
/* 点 p と p' との間の地球面上の距離 */
Delta_spot = ((R_p + R_p') / 2.0) * Delta_phi;
spot_size = spot_size + Delta_spot;
xyz_p = xyz_p';
R_p = R_p';
}/* end of loop */
/*
 * spot_size はスポット長 (短) 径の値
 */

```

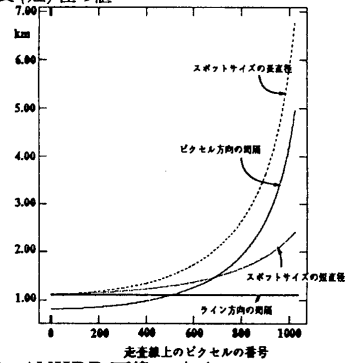


図 3: AVHRR 画像の走査パターン曲線

5 結論

ここでは、気象衛星 NOAA の AVHRR 画像の走査パターンについて計算した AVHRR 画像の走査パターンが分かれば、タンジェント補正が処理しやすくなる。さらに、ブロック分割法における幾何補正 [1] を行う際にも、AVHRR センサの走査パターンによって、ブロックのサイズを決定できる。

参考文献

- [1] 高木, 松山, 曾根, 尾上, 気象衛星 NOAA 画像における幾何学的歪みの自動補正法, 信学論 (D), J71-D, 5, pp.883-893
- [2] Planet, W.G., Data extraction and calibration of TIROS-N/NOAA radiometers. NOAA Technical memorandum NESS 107, 1988.

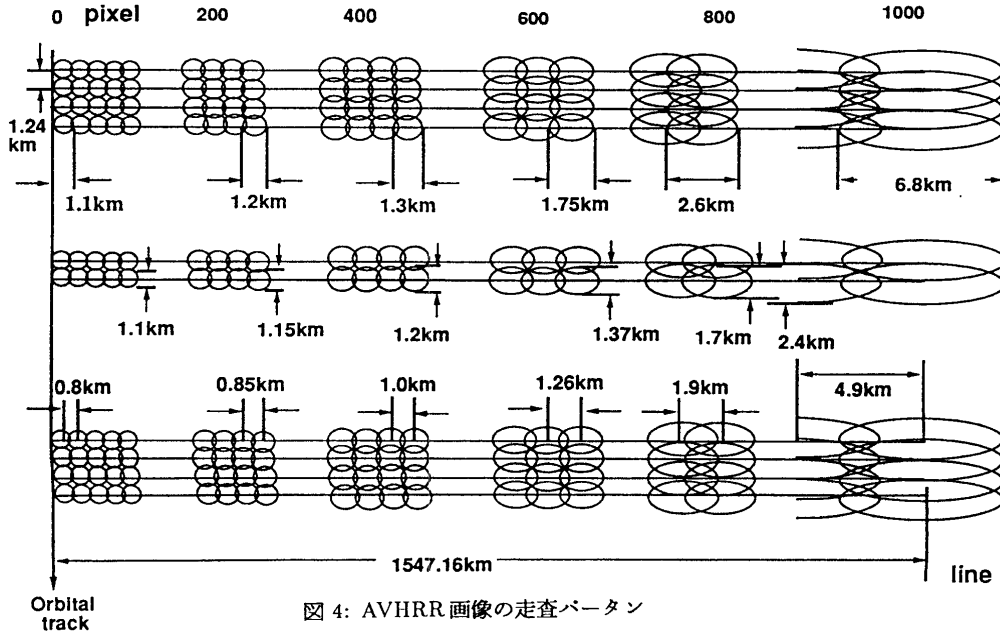


図 4: AVHRR 画像の走査パターン