

タイ国 THEOS 衛星画像のパンシャープン処理について

(財)リモート・センシング技術センター 正会員 ○杉村 俊郎

1. 目的

日本の地球観測衛星 ALOS は 2011 年 5 月に運用を停止した。植生に関する情報を得るには光学センサが適しているが、ALOS には 2 つの光学センサ(マルチスペクトル画像を撮影する地上分解能 10m の AVNIR-2 と、パンクロ画像を撮影する地上分解能 2.5m の PRISM)が搭載されている。同等の性能を持ち、データの価格が比較的安価な ALOS に代替し得る衛星の一つにタイ国の地球観測衛星 THEOS がある。本研究の目的は、THEOS 衛星画像を効果的に利用するためにマルチスペクトル画像(地上分解能 15m)とパンクロ画像(地上分解能 2m)をパンシャープン処理し、その効果を確認するとともに、ALOS データから生成した分解能の異なる組み合わせのシミュレーション画像を使って数値的な違いを確認することである。

2. 使用した THEOS 画像

タイ国地球観測衛星 THEOS (Thailand Earth Observation Satellite) の諸元は以下のとおりである。

- ・打ち上げ日：2008年10月1日
 - ・軌道高度：822km
 - ・軌道傾斜角：98.7°
 - ・ポインティング機能：±30°(衛星全体のローリング)
- また、搭載されているセンサは以下のとおりである。

・ Panchromatic

観測波長帯：0.45 ～ 0.90 μ

地上分解能：2m

観測幅：22km

ダイナミックレンジ：8 ビット

・ Multispectral

観測波長帯：0.45 ～ 0.52 μ

0.53 ～ 0.60

0.62 ～ 0.69

0.77 ～ 0.90

地上分解能：15m



(a) THEOS/Pan(分解能=2m)



(b) THEOS/Mul (RGB=321、分解能=15m)



(c) パンシャープン画像(HSI処理)

Fig.1 THEOS 画像のパンシャープン処理

キーワード THEOS, ALOS, パンシャープン処理

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-17-1 (財)リモート・センシング技術センター TEL03-6435-6738

観測幅 : 90km

ダイナミックレンジ : 8ビット

ALOS と比較すると、パンクロ画像の分解能は勝っているが、マルチスペクトル画像の分解能は劣っている。ポインティング機能も異なり、衛星全体のローリングにより全方向の斜め観測が可能である。その際パンクロとマルチスペクトルの同時観測が可能である。

Fig.1 は 2011 年 3 月 13 日に撮影された画像で、入射角 55.7° 、方位角 167° で観測されている。このため、東京駅周辺の高層ビルが左上方向に倒れ込んでいる。ALOS にはない斜め観測画像のパンシャープン処理が可能である。

3. シミュレーション画像を使ったパンシャープン処理結果の比較

2007 年 3 月 1 日に観測された ALOS/AVNIR-2 画像から、まず 4×4 画素および 8×8 画素を平均化して分解能の劣るカラーシミュレーション画像を作成した。次にバンド 1 ~ 4 の平均値を求め、高分解能のパンクロシミュレーション画像を作成した。2 組のシミュレーション画像ペアを使ってパンシャープン処理 (Multiple 法、Brovey 法、バンド間の差を用いる方法、空間的輝度値の比を用いる方法、Wavelet 変換による方法、主成分変換による方法) を行い、得られた画像と NDVI 値を元の AVNIR-2 画像と比較した。

Table 1 にパンシャープン処理結果と AVNIR-2 元画像の比較結果 (相関係数と回帰係数) を示す。各手法とも各バンド画像間の相関係数が 0.9 以上となり、画質の向上が数値として表れている。数値から可視バンドの方が近赤外バンドよりも相関係数が高い値を示している。しかし NDVI 値においては、相関係数は上がらず、むしろ下がっている。処理手法間では Brovey 法による結果が最も良好であり、Multiple 法や差を用いる方法も良好な結果であった。また、NDVI に関しては主成分変換による方法も良い数値を示している。

4. 今後の展望

ALOS に比べ、THEOS はパンクロ画像とマルチスペクトル画像の地上分解能の違いが大きいのが、画質の改善にはパンシャープン処理がかなり効果的であることが確認できた。

シミュレーション画像から、分解能の違いの影響を考察すると、かなりの割合で元画像に近づいていることが読み取れる。しかし、土地被覆分布の境界付近での復元は難しい状況が見取れ、たとえば緑地域の抽出等においては境界域の確定が難しく、今後の課題である。

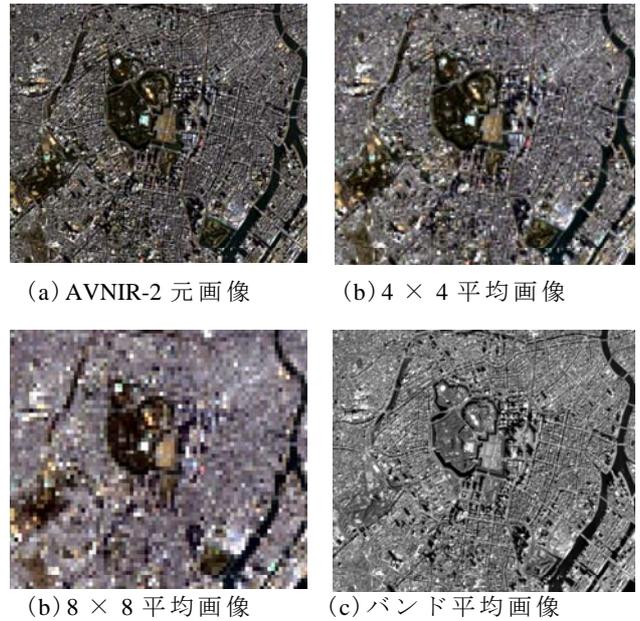


Fig.2 シミュレーション画像

Table 1 処理結果の比較

| | | corelation | | regression | | | |
|------------|--------|------------|---------|------------------------|------------------------|---------|----------|
| | | 4x4 | 8x8 | 4x4(β, α) | 8x8(β, α) | | |
| Multiple | band 1 | 0.92892 | 0.91918 | 0.54731 | 45.79230 | 0.36631 | 64.27751 |
| | band 2 | 0.91209 | 0.90027 | 0.55066 | 34.08299 | 0.38256 | 47.06833 |
| | band 3 | 0.90647 | 0.89512 | 0.56675 | 27.86141 | 0.41641 | 37.78782 |
| | band 4 | 0.87302 | 0.85011 | 0.58850 | 17.83932 | 0.46687 | 23.09777 |
| | NDVI | 0.81103 | 0.72033 | 0.35189 | -0.17648 | 0.28603 | -0.19565 |
| Brovey | band 1 | 0.94874 | 0.94077 | 0.38085 | 62.82532 | 0.21114 | 80.13643 |
| | band 2 | 0.98307 | 0.97869 | 0.51232 | 37.09549 | 0.30922 | 52.74026 |
| | band 3 | 0.97859 | 0.97388 | 0.58541 | 26.70597 | 0.39161 | 39.33007 |
| | band 4 | 0.94415 | 0.91290 | 0.67298 | 14.02018 | 0.50066 | 21.65205 |
| | NDVI | 0.85555 | 0.76243 | 0.59629 | -0.11160 | 0.41516 | -0.15989 |
| Difference | band 1 | 0.97297 | 0.96105 | 0.47379 | 53.32516 | 0.27909 | 73.18848 |
| | band 2 | 0.98086 | 0.97719 | 0.52796 | 35.90635 | 0.32501 | 51.47268 |
| | band 3 | 0.98257 | 0.97904 | 0.57509 | 27.36176 | 0.37814 | 40.23013 |
| | band 4 | 0.93631 | 0.90875 | 0.57439 | 18.39295 | 0.39883 | 26.17938 |
| | NDVI | 0.82026 | 0.72437 | 0.42944 | -0.15583 | 0.26297 | -0.20011 |
| Ratio | band 1 | 0.84707 | 0.95992 | 0.39747 | 61.13094 | 0.27821 | 73.28369 |
| | band 2 | 0.87933 | 0.97625 | 0.49832 | 38.13383 | 0.32454 | 51.52509 |
| | band 3 | 0.88396 | 0.97846 | 0.55558 | 28.63438 | 0.37949 | 40.11995 |
| | band 4 | 0.88081 | 0.90766 | 0.64269 | 15.37802 | 0.39999 | 26.10719 |
| | NDVI | 0.83571 | 0.72164 | 0.58640 | -0.11440 | 0.26369 | -0.20026 |
| Wavelet | band 1 | 0.96165 | 0.95992 | 0.46955 | 53.77931 | 0.27821 | 73.28369 |
| | band 2 | 0.97710 | 0.97625 | 0.51007 | 37.25239 | 0.32454 | 51.52509 |
| | band 3 | 0.97867 | 0.97846 | 0.55145 | 28.89239 | 0.37949 | 40.11995 |
| | band 4 | 0.90854 | 0.90766 | 0.53552 | 20.14212 | 0.39999 | 26.10719 |
| | NDVI | 0.75273 | 0.72164 | 0.35069 | -0.17713 | 0.26369 | -0.20026 |
| PCA | band 1 | 0.94663 | 0.87738 | 0.50083 | 50.84124 | 0.32066 | 69.29235 |
| | band 2 | 0.97273 | 0.94325 | 0.48644 | 39.29121 | 0.30860 | 53.04829 |
| | band 3 | 0.98155 | 0.96493 | 0.50385 | 32.18669 | 0.32656 | 43.86061 |
| | band 4 | 0.90147 | 0.81501 | 0.60248 | 17.42446 | 0.42651 | 25.25333 |
| | NDVI | 0.84336 | 0.74561 | 0.64896 | -0.09337 | 0.48946 | -0.13605 |
| AVNIR(mxm) | band 1 | 0.71369 | 0.55555 | 0.50986 | 50.13682 | 0.30915 | 70.62711 |
| | band 2 | 0.70373 | 0.54535 | 0.49554 | 38.88273 | 0.29777 | 54.09177 |
| | band 3 | 0.72816 | 0.57836 | 0.53049 | 30.77704 | 0.33478 | 43.56996 |
| | band 4 | 0.80433 | 0.68300 | 0.64740 | 15.66765 | 0.46692 | 23.64726 |
| | NDVI | 0.86314 | 0.78158 | 0.74668 | -0.06851 | 0.26369 | -0.10503 |