

영상 유도 기법을 통한 KOMPSAT-2 융합영상의 분광정보 보정

Spectral quality compensation of KOMPSAT-2 fused image by using induction technique

최재완*, 김용일

Jaewan Choi, Yongil Kim

서울대학교 공과대학 건설환경공학부

choijw11@snu.ac.kr, yik@snu.ac.kr

요약

KOMPSAT-2 고해상도 위성영상이 제공됨에 따라, 국내에서도 고해상도 위성영상을 활용한 다양한 연구 및 활용 사례가 증대되고 있다. KOMPSAT-2는 높은 공간해상도의 흑백영상과 멀티스펙트럴 영상을 동시에 제공하고 있는데, 개체 추출 및 고해상도의 토지 피복도 생성, 영상의 시각화를 위한 고해상도 멀티스펙트럴 영상 취득이 주요한 실정이다. 따라서 서로 다른 공간, 분광해상도를 가지는 센서 자료를 이용하여 두 개의 장점을 모두 가지는 영상으로 재구성하는 영상융합은 원격탐사분야에서 중요한 연구분야이다. 이를 위해 다양한 영상융합기법이 연구되었지만, 대부분의 알고리즘들이 융합 후에 원 멀티스펙트럴 영상의 분광정보를 왜곡시키는 문제점을 지니고 있다. 본 연구에서는 영상 유도기법을 이용하여 융합영상의 분광정보를 향상시키는 방법을 제안하였다. 원 멀티스펙트럴 영상과 해상도를 낮춘 융합영상과의 비교 분석을 통하여 융합영상의 공간해상도 왜곡은 최소한으로 줄이고 왜곡된 분광정보를 최대한 보정하였다. 다양한 알고리즘을 통해 얻은 KOMPSAT-2 융합 영상에 본 알고리즘을 적용한 결과, 분광정보 왜곡량이 기존의 융합결과에 비해 줄어든 것을 확인할 수 있었으며, 이러한 결과는 다양한 응용분야에 활용될 수 있을 것이다.

1. 서론

IKONOS-2, Quickbird 등과 같은 상업용 고해상도 원격탐사 위성의 발사와 더불어 2007년에 우리나라에서도 다목적 실용위성 2호(KOMPSAT-2)의 영상이 공급됨에 따라 고해상도 위성영상의 활용 및 처리에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 특히, 센서의 물리적인 한계를 극복하여 높은 공간해상도의 멀티스펙트럴 영상을 생성하는 영상융합 기법은 개체 추출, 고해상도의 토지 피복도 생성, 위성영상의 판독력 향상을 위한 중요한 연구분야이다. 이에 따라 CS(Component-Substitution) 기반 융합 기법, 웨이블렛 기반 영상융합기

법, 통계적 특성을 이용한 영상 융합 기법 등 다양한 영상융합 기법이 제안되고 있으며 ENVI, PCI Geomatica 등과 같은 상용소프트웨어에서도 여러가지 방법들이 탑재되고 있다(W. Dou, 2007; M. Gonzalez-Audicana, 2005, L. Alparone, 2007). 하지만, 대부분의 융합기법들은 융합과정에서 발생하는 정보의 손실로 인하여 분광정보가 왜곡되는 문제점을 가진다. 본 연구에서는 융합기법에 상관없이 융합된 영상의 분광정보를 향상시키는 후처리 기술을 제안하였다. 영상 확대, 축소에 쓰이는 영상처리 기법 중의 하나인 영상 유도(image induction) 기술을 이용하여 초기 융합영상의 분광정보 왜곡

량을 줄이고자 하였으며(최재완, 2008), 영상 내의 통계치를 이용하여 분광정보의 보존력을 향상시키고자 하였다. 본 연구의 알고리즘은 KOMPSAT-2 영상에 적용하여 융합영상의 최종적인 분광정보, 공간정보의 양을 정량적, 시각적으로 평가하였다.

2. 분광정보 향상을 위한 영상유도기법

2.1. 영상 유도기법

영상유도 기술은 영상처리 기법 중 영상 시각화를 위한 영상 확대 등에 적용되는 대표적인 기술이다(L. Condat, 2005). 영상 유도는 선형 혹은 스플라인 보간에서 발생하는 영상 정보 손실을 최소화시키기 위하여 제안된 방법이다. 영상 확대의 원리는 원 영상 I 와 업스케일링(up-scaling) 된 영상 J 를 이용하여 영상 그룹 Ω 내에 있는 영상 J 와 같은 크기의 영상 K 를 만드는 것이다. 영상 K 는 환원(reduction)을 수행하면 원 영상으로 변환되는 특징을 가지고 있으며, 이는 식(1)을 이용하여 구할 수 있다.

$$K = J + [I - [J * R] \downarrow a] \uparrow a * A \quad (1)$$

여기서,

a : 영상 I 와 J 간의 스케일링 차를 의미하는 스케일링 요소

\downarrow, \uparrow : a 만큼의 영상 확대, 축소

R, A : 영상의 확대, 축소를 위한 Cohen-Daubechies-Fauvel(CDF) 9/7 tap 쌍지교 필터

* : 특정 필터를 이용한 convolution 연산이다.

업스케일된 영상 J 를 원영상 I 로 복원할 경우 발생하는 화소차를 주입함으로써 정보 손실이 없는 영상 K 를 만들 수 있다. 영상 유도 기법은 영상융합 기법에도 직접적으로 사용되었는데, 융합영상을 축소할 경우에 원 멀티스펙트럴 영상으로 변환될 것이라는

가정을 응용하여 영상융합에 적용하기도 하였다(M. M. Khan, 2008).

2.2. 제안한 알고리즘

기존에 사용된 분광정보 향상을 통한 영상 유도 기법은 식(2)와 같다(최재완, 2008).

$$K = F + [I - [F * R] \downarrow a] \uparrow a * A \quad (2)$$

여기서,

I : 원 멀티스펙트럴 영상

F : 특정융합기법을 적용하여 얻은 융합영상

K : 유도기법을 적용한 최종 융합영상이다.

식(2)는 융합된 영상 F 의 분광왜곡량을 줄이는 후처리 기법으로, 융합영상 F 를 업스케일링된 영상으로 가정하여 영상 F 를 원 영상 I 로 복원할 경우에 발생하는 분광차를 업스케일링하여 영상 F 에 주입함으로써 영상의 분광왜곡을 최소화하고자 하였다. 처리과정에서 영상 I, F 자체 내에 있는 일부 고주파 정보가 영상유도에 적용될 경우 많은 양의 공간정보 왜곡이 발생하는데, 이를 위해 영상 I, F 를 웨이블렛 변환의 a'trous 필터를 적용하여 영상유도 과정에서의 공간정보 주입을 제거하였다. 식(2)의 적용에 있어서 융합영상 생성과정에서 주입된 고주파 정보들로 인하여 초기 융합영상과 원 멀티스펙트럴 영상은 동일한 통계적 특성을 가지지 않는다. 이러한 통계적 차이를 식(3)과 같이 보정함으로써 최종적으로 두 영상의 특성차에 기인한 왜곡부분도 최소화하는 변형식을 구성하였다.

$$K = F + \frac{std(I)}{std(F)} [I - [F * R] \downarrow a] \uparrow a * A \quad (3)$$

여기서,

std : 해당 영상의 표준편차

F' : 스케일링과정을 통해 영상 I 와 같은 공간해상도로 해상도를 낮춘 융합영상 F 이다.

3. 실험 방법

3.1. 사용 데이터

본 연구에서는 2007년 10월 5일에 취득한 대전지역의 KOMPSAT-2 영상을 사용하였다. 다양한 지역에의 변화를 살펴보기 위해 도심, 수목, 물 등이 혼합된 800*800 크기의 지역을 추출하였으며, 전처리 과정을 거치지 않은 11bit 원 영상을 융합에 사용하였다.

3.2. 실험 및 평가방법

유도과정의 유효성을 평가하기 위하여 사용한 사전 융합영상의 생성기법은 가장 많이 사용되는 융합 기법인 AWLP 기법과 상용소프트웨어 ENVI, PCI Geomatica의 융합기법인 GS adaptive sharpening(GSA), PAN SHARP 모듈을 사용하였다(L. Alparone, 2007; B. Aiazzi, 2007). 최종 융합영상의 평가는 정량적, 시각적 평가로 나누어 수행하였는데, 정량적 평가를 위해서는 원 KOMPSAT-2 영상의 공간해상도를 강제적으로 낮춘 후, 이를 융합하여 원 멀티스펙트럴 영상과 동일한 공간해상도의 영상을 생성하고, 이를 이용하여 원 멀티스펙트럴 영상과의 비교평가를 수행하였다. 정량적 비교평가의 척도로는 ERGAS, Q4, 공간상관도를 사용하였다(L. Alparone, 2007). 시각적 평가는 원해상도의 KOMPSAT-2 영상을 융합하고, 제안한 알고리즘을 적용한 결과를 비교하여 수행하였다.

4. 실험 결과

4.1. 정량적 평가

각 융합알고리즘에 따른 융합결과와 기존의 영상상유도를 통한 후처리방법, 본 연구에서 제안한 알고리즘을 강제로 해상도를 낮춘 영상에 적용한 결과는 표 1~4과 같다.

표 1 AWLP 융합영상의 결과

	AWLP	영상유도	제안방법
ERGAS	2.9149	2.8597	2.8547
Q4	0.8104	0.8209	0.8220
sCC	0.9434	0.9365	0.9357

표 2 GSA 융합영상의 결과

	GSA	영상유도	제안방법
ERGAS	3.1686	2.6272	2.6243
Q4	0.8337	0.8775	0.8847
sCC	0.9980	0.9975	0.9972

표 3 PANSHARP 융합영상의 결과

	PANSHARP	영상유도	제안방법
ERGAS	3.1833	2.6390	2.6432
Q4	0.8318	0.8775	0.8855
sCC	0.9977	0.9973	0.9970

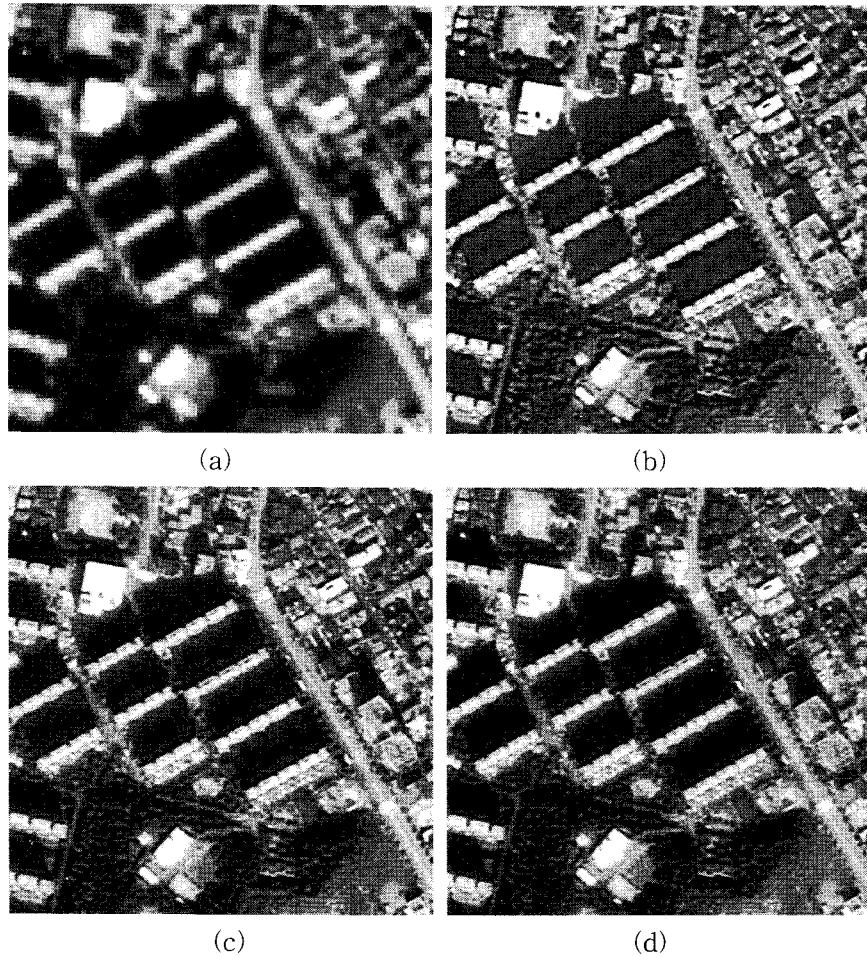
AWLP, GSA, PANSHARP 융합영상을 이용한 결과 모두에서, 본 연구에서 제안한 방법을 적용할 경우에 분광정보의 왜곡이 줄어드는 것을 볼 수 있다. 제안한 알고리즘은 일부의 공간해상력 손실을 초래하지만, CSA, PANSHARP 융합영상보다는 더욱 높은 공간해상력을 보이기 때문에 시작적 판단에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

4.1. 시각적 평가

원해상도의 융합영상에 적용한 결과는 그림 1과 같다. 그림에서 확인할 수 있는 것처럼, 영상유도기법 및 제안한 알고리즘 모두, 초기 융합영상의 공간해상력을 유지시켜주고 있음을 볼 수 있다. 또한, 영상유도를 적용한 영상에서, 수목 및 도심 밀집지역의 색상이 조금더 선명해지고 원 멀티스펙트럴 영상의 색상과 유사해진 것을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 수정된 영상유도 기법을 이용하여 융합영상의 분광왜곡량을 줄이는 알고리즘을 제안하였다. 실험 결과, 본 연구에서 제안한 알고리즘이 융합영상의 분광왜곡량을 효과적으로 보정하며, 공간해상력도 훼손하지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 향후, 다양한 고해상도 위성영상에 적용하여 알고리즘에 대한 추가적인 검증이 필요할 것이며, 최종적인 결과물을 고해상도 토지피복도 생성이나, 다양한 개체 추출 연구에 활용될 수 있을 것으로 사료된다.



(a) 멀티스펙트럴 영상, (b)PANSHARP 융합결과

(c) 영상유도 적용결과, (d) 제안한 방법의 결과

그림 1. 융합영상 및 영상유도기법을 통한 후처리 결과

참고문헌

- 최재완, 김형태, 2008, 수정된 영상 유도 기법을 통한 융합영상의 분광정보 향상 알고리즘, 한국지형공간정보학회지, 제 16권, 제 3호, pp. 15-20.
- B. Aiazzi, S. Baronti, and M. Selva, 2007, Improving component substitution pansharpening through multivariate regression of MS+Pan data, *IEEE Trans. Geosci. RemoteSens*, Vol. 45, No. 10, pp. 3230-3239.
- L. Alparone, L. Wald, J. Chanussot, C. thoma, O. Gamaba, and L. Mann Bruce, 2007, Comparison of pansharpening algorithms : Outcome of the 2006 GRS-S Data-Fusion Contest, *IEEE Trans. Geosci. RemoteSens*, Vol. 45, No. 10, pp. 3012-3021.
- L. Condat and A. Montanvert, 2005, A framework for image magnification: Induction revisited, *ICASSP, IEEE*
- M. Gonzalez-Audicana, X. Otazu, O. Fors, and A. Seco, 2005, Comparison between Mallat's and the a'trous discrete wavelet transform based algorithms for the fusion of multispectral and panchromatic image, *International journal of remote sensing*, Vol. 26, No. 3, pp. 595-614.
- M. M. Khan, J. Chanussot, L. Condat and A. Montanvert, 2008, Indusion: Fusion of multispectral and panchromatic image using the induction scaling technique, *IEEE Trans. Geosci. RemoteSens. Letters*, Vol. 5, NO. 1, pp.98-102
- W. Dou, Y. Chen, X. Li, and D. Z. Sui, 2007, A general framework for component substitution image fusion: An implementation using the fast image fusion method, *Computers & Geosciences*, Vol. 33, pp. 219-228.