

Airborne MSS 영상 분광특성 분석 및 Ground Truth Spectral Characteristics Analysis of Airborne MSS image and Ground Truth

한종규*, 지광훈, 이성순, 박노옥, 이흥진, 연영광, 황재홍
JongGyu Han, KwangHoon Chi, SungSoon Lee, NoWook Park,
HongJin Lee, YeonKwang Yeon, JaeHong Hwang

한국지질자원연구원 지질기반정보연구부 지질자원정보센터
(e-mail: jghan@kigam.re.kr)

요약

이 논문에서는 한국항공우주연구원 위성영상 검·보정 test site 중 하나인 충남 당진 연구지역에 대하여 AMS 시스템을 이용한 항공촬영과 분광반사도 측정, GCP target 실험, GPS 측량, 토지피복조사 등 ground truth를 통하여 구축된 자료를 소개하고, 구축된 자료를 이용하여 AMS 영상의 분광특성을 분석하였다. AMS 영상 DN값과 야외 분광반사도 측정값과의 선형회귀분석결과, AMS 영상의 모든 spectral band에서 DN값과 분광반사도 측정값이 매우 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다. 선형회귀식을 이용하여 AMS 영상을 reflectance 영상으로 변환하였으며, reflectance 영상과 야외 분광반사도 그래프가 거의 일치하였다.

1. 서론

위성영상의 품질을 확보하기 위해서는 영상 자료를 검·보정하기 위한 기초 자료의 수집이 필수적이다. 많은 지구관측위성을 쏘아올리고 있는 미국, 프랑스 등은 위성영상 검·보정을 위한 다양한 연구를 수행하고 있다. 미국 아리조나 대학교 광과학센터의 원격탐사그룹과 NASA Stennis 우주센터에서는 Landsat ETM+, MODIS, QuickBird 등 위성영상자료의 검·보정을 위한 test site를 구축하여 다양한 실험을 수행하고 있다[3, 4, 5].

현재 우리나라의 경우 KOMPSAT-1호가 임무를 수행하고 있고, 2호는 2006년 7월 그리고 3호는 2009년쯤 차례로 쏘아올려질 예정이다. 하지만 아직까지 미국, 프랑스 등 선진국과 같은 규모의 위성영상자료 검·보정을 위한 test site가 구축되어 있지 않고, 이로 인하여 체계적인 기초자료의 수집이 이루어지지 않고 있는 실정이다. 최근 한국항공우주연구원은 KOMPSAT 위성영상의 검·보정을 위한 test site를 전남 고흥과 충남 당진지역에 구축 중에 있으며[6], 이들 test site에 대해 위성영상자료와 지상관측자료를 지속적으로 수집할 계획이며, 이를 통해 보다 신뢰성 있는 위성영상자료가 제공될 것으로 기대되고 있다.

본 논문에서는 한국항공우주연구원의 위성영상자료 검·보정 test site 중 하나인 충남 당진군 일원에 대하여 수행한 연구내용을 중심으로 소개하고자 한다.

2. 연구지역

연구지역은 충남 당진군 일원으로 행정구역상 당진군 신평면, 우강면, 합덕읍 일원으로 삼교방조제를 기준으로 남서쪽에 위치하고 있다(Fig. 1). 연구지역의 크기는 가로 5km, 세로 10km이며, 전체면적은 50km²이다. 지형은 전체적으로 평평한 평야지대로 북쪽과 서쪽에 낮은 산이 분포하고 있으며, 토지피복 상태는 주로 논으로 이루어져 있고, 일부 산, 밭, 도심지, 소하천, 도로 등으로 구성되어 있다.

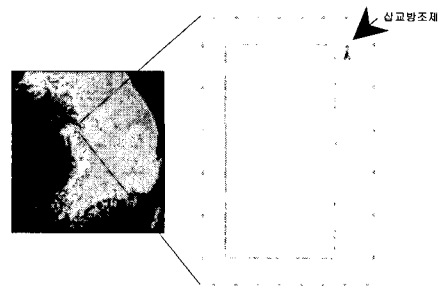


Fig. 1 연구지역, 충남 당진군 일원

3. AMS 영상 자료구축

AMS 영상은 미국 Daedalus Enterprise Inc.(현 ARGON ST Inc.)에서 제작한 Airborne Multispectral Scanner(AA3600) 시스템을 고정익 쌍발 항공기에 탑재하여 항공촬영을 통해 획득하였다. AMS 시스템과 주요 지구관측 위성들과의 분광파장대 및 공간해상도를 Table 1.에 비교해 놓았다. AMS 시스템을 이용하여 KOMPSAT-3호급의 공간해상도와 분광특성을 가진 영상을 획득할 수 있도록 flight line 설계, 촬영고도, 비행속도, scan rate 조정, spectral band 설정, gain/offset 조정 등 항공기 및 AMS 시스템의 파라미터를 설정하였다. 항공촬영은 여름과 가을철에 QuickBird 위성촬영과 동시에 수행될 수 있도록 계획하였으나, 기상조건 등 여러 가지 이유로 인하여 총 5회 항공촬영 중 단 1회만 동시촬영에 성공하였다. AMS 항공촬영 수행기록은 Table 2와 같다.

AMS 영상은 swath width가 좁아 연구지역 전체를 촬영하기 위해서는 10개 line 이상을 촬영하여야 하며, flight line별로 촬영된 영상은 기하보정, 영상모자이크, 칼라매칭과정을 거쳐 하나의 완전한 영상으로 만들어 진다. AMS 시스템과 같은 큰 시야각을 가진 across-track scanner 로 촬영된 영상에서는 직선의 선형 물체가 S자 형태로 휘어져 보이는 S-bend 왜곡이 발생한다[1, 2]. AMS 시스템의 시야각(FOV)은 86° 이므로 최대주사각이 43° 가 되어 센서 직하부의 공간해상도와 맨 가장자리 부분의 공간해상도는 약 1.24배의 차이를 가지게 된다. 본 연구에서는 주사각에 의해 발생하는 S-bend 왜곡보정 프로그램을 개발하여 적용하였다(Fig. 2). Fig. 2 (a)는 S-bend 보정 전 영상으로 대각선의 농경지 경계선이 S자 모양으로 휘어져 있다. Fig. 2 (b)는 S-bend 보정 후 영상으로 보정 전 휘어져 있던 농경지 경계선이 일직선으로 퍼져 있는 것을 확인할 수 있다.

S-bend 보정방법은 주사각에 의해 발생하는 기하학적 왜곡현상은 보정할 수 있지만, 항공기의 자세나 속도 혹은 고도변화 등에 의한 국부적인 기하학적 왜곡현상은 보정되지 않으며, 이러한 왜곡은 국부적인 기하왜곡보정에 효과가 큰 삼각망 기반의 Rubber Sheeting 변환 방법을 이용하여 제거하였다. 기하 보정된 flight line별 영상들을 하나의 영상으로 만들기 위해 영상모자이크 작업을 수행하였으며, Fig. 3은 2005년 10월 26일 항공촬영한 flight line별 영상들을 모자이크한 결과영상이다.

Table 1. AMS시스템과 주요 지구관측위성들과의 분광파장대 및 공간해상도 비교

	AMS	QuickBird	IKONOS	LANDSAT TM
Spectral band(μm)	B1	0.42-0.45		
	B2	0.45-0.52	0.45-0.52	0.45-0.52
	B3	0.52-0.60	0.52-0.60	0.51-0.60
	B4	0.60-0.63		
	B5	0.63-0.69	0.63-0.69	0.63-0.70
	B6	0.69-0.75		
	B7	0.76-0.90	0.76-0.90	0.76-0.85
	B8	0.91-1.05		
				1.55-1.75
				2.08-2.35
Pan.(μm)		0.45-0.90	0.45-0.90	
Spatial Res.	depend on altitude	2.44m(Multi.) 0.61m(Pan.)	4m(Multi.) 1m(Pan.)	28.5m 120m(thermal)

Table 2. AMS 항공촬영 수행기록

항공촬영 일자	촬영시간	공간해상도 (m/pixel)	분광영역/Band수	QuickBird 위성촬영
2005. 8. 28	11:15 ~ 13:18	0.8	가시광선/3 (B2, B3, B5)	×
2005. 8. 29	10:41 ~ 13:14	1.2	가시광선, 근적외선/6 (B2, B3, B4, B5, B6, B7)	×
2005. 10. 25	11:34 ~ 14:42	0.8	가시광선/3 (B2, B3, B5)	×
2005. 10. 26	11:14 ~ 13:39	1.2	가시광선, 근적외선/6 (B2, B3, B4, B5, B6, B7)	×
2005. 11. 25	11:10 ~ 14:49	0.8	가시광선/3 (B2, B3, B5)	○



Fig. 2 S-bend (a)보정 전과 (b)보정 후

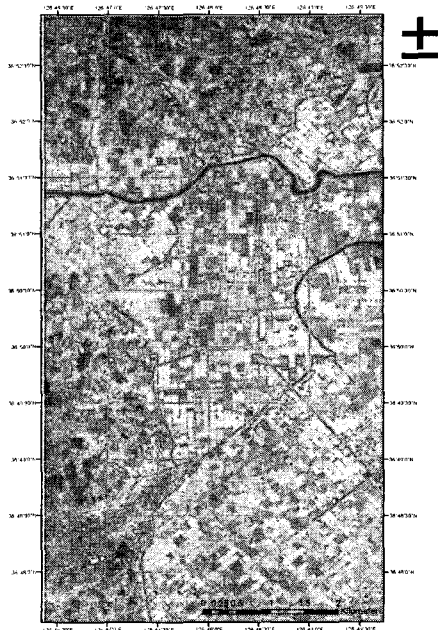


Fig. 3 2005년 10월 26일 AMS 영상

4. Ground Truth 자료구축

4.1 야외 분광반사도 측정

AMS 항공촬영과 동시에 분광반사도를 측정하기 위하여 0.35 μ m ~ 2.5 μ m 파장대의 영역에 대해 측정이 가능한 GER-3700 Spectroradiometer를 사용하였으며, 측정 일시 및 대상물은 Table 3.과 같다.

Table. 3 야외 분광반사도 측정 일시 및 대상

일자	측정시간	대상물
2005. 8. 28 8. 29	오전 10시 - 12시	무우, 고추, 생강, GCP(노랑색), GCP(검정색), 아스팔트, 콩, 콘크리트, 논(연두색), 논(노랑색), 잔디, 고구마, 들깨, 나대지, 잡풀, 농노(자갈), 농노(흙)
2005. 10. 25 10. 26 11. 25	오후 12시 - 1시	콘크리트, 논(추수전), 논(추수후), 아스팔트, GCP(주황색), 잔디, 토양, tarp(3.5%, 23%, 35%, 53%)

4.2 GCP target 실험 및 GPS 측량

GCP target 실험의 목적은 공간해상도에 따라 식별가능한 GCP target의 모양과 크기, 색상을 결정하기 위해서이다. GCP target의 모양은 원, 사각형, 십자형, 색상은 검정색, 하얀색, 노랑색, 주황색, 재료는 페인트와 비닐 천을 사용하였다.

연구지역에 십자모양의 GCP target을 설치

하여 2005년 8월 28일(1000feet)과 8월 29일(1500feet)에 촬영한 AMS 영상에서의 식별력을 분석하였다(Fig. 4). 1000feet 고도에서 0.8m/pixel 해상도로 촬영된 7번 flight line 영상을 가지고 분석한 결과 총 85개중 78개의 GCP target을 찾을 수 있었으며, 이중 42개는 정확한 교차점을 식별할 수 있었다. 1500feet 고도에서 1.2m/pixel 해상도로 촬영된 6번 flight line 영상을 가지고 분석한 결과 총 111개중 95개의 GCP target을 찾을 수 있었으며, 이중 35개는 정확한 교차점을 식별할 수 있었다.

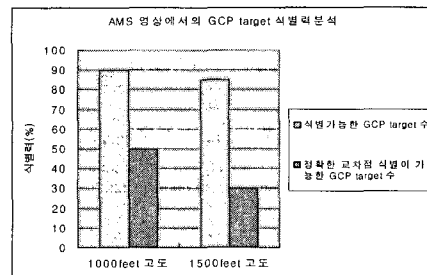


Fig. 4 AMS 영상에서의 GCP target 식별력 분석 결과

GCP target에 대한 GPS 측량은 국가가 공식한 기준점을 이용하여 기준국을 정밀 static GPS 측량에 좌표를 결정하고, 이를 기준으로 RTK-GPS 측량방법을 이용하여 측량하였다.

4.3 토지피복도 작성

연구지역이 대부분 경지정리가 된 논지역이어서 토지피복조사는 발작물 위주로 수행하였으며, 여름철과 가을철의 토지피복상태를 조사하여 토지피복도를 작성하였다. Fig. 5는 ArcGIS로 구축된 토지피복도를 검색하는 화면으로 속성정보와 현장사진정보를 검색할 수 있다.

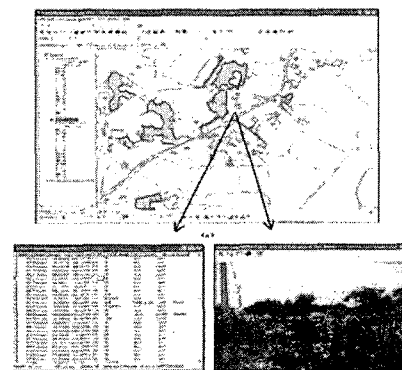


Fig. 5 (a) ArcGIS로 구축한 토지피복도, (b) 속성정보 검색, (c) 현장사진 검색

5. AMS 영상 분광특성 분석

본 연구에서는 일차적으로 가시광선과 근적외선 파장대를 촬영한 2005년 10월 26일 AMS 영상과 야외 분광반사도 측정 자료를 이용하여 AMS 영상 DN값과 분광반사도 측정값과의 관계를 선형회귀모형을 이용하여 분석해 보았다. 지표대상물은 분광반사도가 각각 3.5%, 23%, 35%인 Tarp, 아스팔트 도로, 콘크리트 도로, 추수 전과 추수 후의 논 그리고 잔디로 총 8개를 선정하였다. Fig. 6(a)는 AMS B7(0.76 μ m-0.90 μ m) 영상 DN값과 해당 분광영역의 분광반사도 측정값과의 선형회귀분석결과 그래프로 DN값과 분광반사도 측정값이 매우 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. AMS 영상의 다른 분광밴드 DN과 분광반사도 측정값을 비교한 결과에서도 같은 결과가 나왔다. Fig. 6(b)는 선형회귀식을 이용하여 AMS 영상 DN을 reflectance로 변환한 결과를 변환 전 DN과 분광반사도 측정값과 비교한 그래프이다. DN을 reflectance로 변환한 결과와 분광반사도 측정값이 거의 일치하고 있는 것을 알 수 있다.

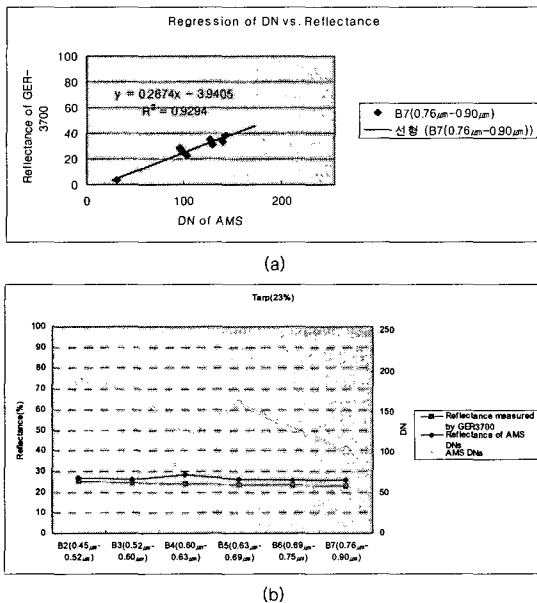


Fig. 6 2005년 10월 26일 AMS 영상을 사용하여 분석한 결과로, (a) B7의 DN과 분광반사도 측정값과의 선형회귀분석결과, (b) 영상의 DN, DN에 대한 reflectance 변환결과, 분광반사도 측정값과의 비교그래프

6. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 한국항공우주연구원 위성영상 검·보정 test site 중 하나인 충남 당진 연구 지역에 대하여 AMS 시스템을 이용한 항공촬영

과 분광반사도 측정, GCP target 실험, GPS 측량, 토지피복조사 등 ground truth를 통하여 기초자료를 구축하였다. AMS 영상은 가시광선 파장대의 공간해상도 0.8m/pixel급 영상 3scene과 가시광선과 근적외선 파장대의 공간해상도 1.2m/pixel급 영상 2scene이 구축되었다. 그리고 구축된 자료를 이용하여 AMS 영상의 분광특성을 분석하였다.

향후에는 AMS 항공촬영과 동시에 촬영된 QuickBird 영상을 이용하는 cross calibration 방법적용과 AMS 영상 DN값을 이용한 영상분류 결과와 reflectance 변환값을 이용한 영상분류 결과의 정확도를 비교하는 연구를 진행할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 한국항공우주연구원에서 주관하는 다목적실용위성 3호 개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

3. 참고문헌

- Lillesand, T. M and Kiefer R. W., Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons, Inc, 1994.
- AA3600 Airborne Multispectral Scanner System Operational Manual, Daedalus Enterprise Inc. 1991.
- P. N. Slater, S. F. Biggar, R. G. Holm, R. D. Jackson, Y. Mao, M. S. Moran, J. M. Palmer and B. Yuan, Reflectance- and radiance-based methods for the in-flight absolute calibration of multispectral sensors, Remote Sensing of Environment vol. 22, 1987, p.11-37.
- Thome, K. J., D. L. Helder, D. Aaron, J. D. Dewald, "Landsat-5 TM and Landsat-7 ETM+ Absolute Radiometric Calibration Using the Reflectance-Based Method," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 42, pp 2777-2786, 2004
- Thome, K., Geis, J., Catrall, C., Comparison of ground-reference calibration results for Landsat-7 ETM+ for large small test sites, Preceeding of SPIE, V. 5882, 2005.
- 이동한, 서두천, 이선구, 송정현, 김용승, 백홍열, 다목적 위성 2호 MSC 영상 자료를 위한 검보정 target 준비(II), 2005, 대한원격탐사학회 춘계학술발표회의