

흑백 항공사진과 Multi-spectral IKONOS의 합성

Fusion of Black and White Aerial photographs and Multi-spectral IKONOS

류 정 미*, 마 정 림, 이 규 성

Joung-Mi Ryu, Joung-Rim Ma, Kyu-Sung Lee

인하대학교 지리정보공학과

요약

원격탐사 기술의 발달과 지구관측위성의 증가로 다양한 특성을 지닌 영상을 획득이 용이해짐에 따라 영상 합성 기술의 중요성과 활용성이 증가하였다. 영상합성 기술과 합성에 이용되어지는 영상의 특성에 따라 합성의 목적은 다르게 나타날 수 있다. 본 연구의 대상지역은 경상남도 입실이며 그 지역을 촬영한 1:5,000 축척의 흑백항공사진과 1m의 공간해상도의 IKONOS영상을 사용하였다. 본 논문에서는 다른 두 영상을 합성할 때 생기는 제반 문제점을 파악하고 모색하고자 하였다. 기하학적 특성이 다른 두 영상을 합성하고자 할 때 가장 우선시 되어야 할 사항은 두 영상의 기하학적 특성에 따른 위치정확도 문제와 항공사진 각 장의 상이한 명암정보를 표준화 시키는 문제이다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 서로 다른 기하학적 특성으로 인한 왜곡을 정사영상을 제작함으로써 두 영상의 위치 정확도를 높였고 항공사진의 명암정보를 표준화 하기위해 전체영상을 제작하는 방법과 strip별로 제작하는 방법을 제시하여 보았다.

1. 서론

현재의 원격탐사는 과거에 비해 다양한 특성을 가진 위성 센서들이 많아지고 있다. 그로 인해 동일한 지역을 촬영된 영상을 합성하는 기술이 연구 개발중이다. 영상의 합성이란, 다양한 특성을 가진 영상을 보다 정확한 영상의 해석위한 처리 과정이라고 볼 수 있다(Phoi, 1998). 즉 분광정보, 공간 정보, 촬영시점의 정보가 다른 영상을 합성함으로써 하나의 센서로 찍은 영상에서 나타는 한계점을 극복 할 수 있는 영상처리 기법으로 어떠한 특성을 가진 두 영상을 사용하고 어떠한 합성 방법을 사용하느냐에 따라 합성의 목적 또한 다르다.

최근에 상업위성인 IKONOS 영상이 발사되면서 고해상도 위성영상의 정사보정에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그 결과 촬영방법이 다르고 왜곡의 형태가 다른 항공사진과 고해상도 위성영상의 영상의 위치정확도에 대한 한계점을 극복하고 두 영상의 정사 보정하여 두 영상간의 위치정확도 높일 수 있게 되었다. 본 논문에서는 합성하였을 때 우선시되는 항공 사진과 고해상도 IKONOS영상을 위치정확도를 높여 보았고 대상지역에 포함되는 각 항공사진의 명암정보의 표준화를 시도해 보았다. 또한 시기적으로 다른 두 영상을 PCA기법으로 합성하였을 때 나타날 수 있

는 부수적인 효과를 관찰할 수 있었다.

2. 연구지역 및 사용할 데이터

연구 지역은 울산광역시의 북쪽에 위치한 경상남도 입실지역으로 항공사진과 IKONOS 영상의 중첩되는 지역이다. 대상지역의 크기는 5.3km × 6.7km이고 이 지역에 사용할 영상은 1:15,000 축척의 흑백 항공사진과 1m의 해상도를 가진 Multi-spectral IKONOS 영상이다.

다음은 본 연구에서 사용 될 영상의 특성이 다.

표 1. 두 영상의 세부적 특성

	흑백항공사진	Multi-spectral IKONOS
촬영시기	1997년 10월 15일 11:00Local Time	2001년 08월 23일 02:00GMT
지역	경상남도 입실(5.3km × 6.7km)	
해상도	1:15,000 (스캔해 상도 1000dpi) 픽셀사이즈:0.4m × 0.4m	1m × 1m
사진매수	11장	2scene
Bit	8bit(스캔)	11bit
처리단계	수치 영상	정밀기하보정 수치 영상

3. 연구방법

본 연구는 그림1의 연구 흐름도에 따라 영상을 합성하고 그에 따른 문제점을 기술할 것이다.

본 연구에서 사용 될 두 영상의 촬영방법이 다르기 때문에 기하학적인 특성 또한 다르다. 항공사진의 경우 중심투영이기 때문에 투영의 중심에서 가장자리로 갈수록 경사와 기복에 의한 왜곡 많이 발생하고 가장자리로 갈수록 영상이 어둡게 나온다.

이와 달리 IKONOS 영상의 경우 Pushbroom 방식으로 한 라인에 대하여 중심투영을 하여 영상을 획득하기 때문에 영상의 중심선에서 가장자리로 갈수록 경사와 기복에 의한 왜곡이 많이 발생한다.

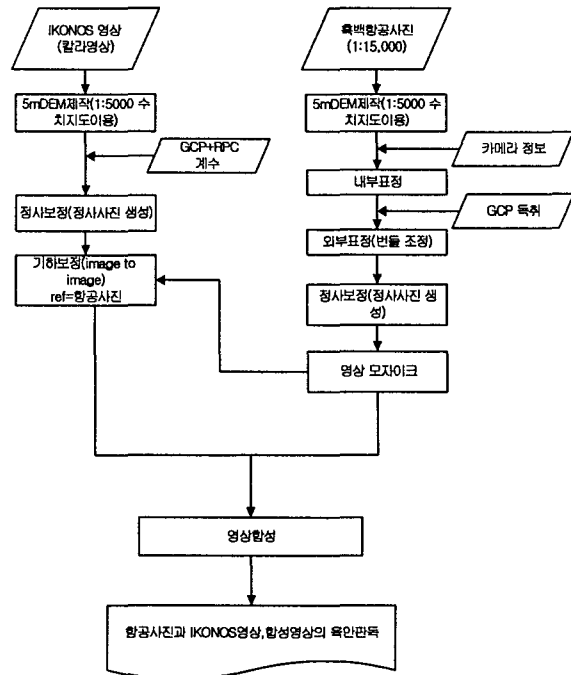


그림 1 연구 흐름도

즉 두 영상의 기하학적 왜곡 특성이 다르기 때문에 정사 투영의 특성을 가지도록 수치정사영상을 제작하여 두 영상의 위치정확도를 높였다.

1) 정사사진 제작

흑백 항공사진의 정사영상을 제작하기 위하여 아날로그로 된 항공사진을 스캐너를 이용하여 항공사진을 수치화 하였다. 스캐닝 해상도는 1000dpi로 스캐닝을 하였다. 수치화 된 영상은 카메라 보정계수와 사진지표를 이용하여 카메라 내부 상황을 재구현하는 내부표정을 실시하고 사진의 좌표와 지상좌표를 연결하는 외부표정을 실시하였다. 외부 표정에는 모든 사진의 외부표정요소와 지상좌표에 대하여 각각 분리하여 조정하는 방법과 동시에 조정하는 방법이 있는데, 본 연구에서 동시에 조정하는 방법인 변동 조정법을 사용하여 정사사진을 제작하였다. 지상기준점(GCP)은 1:5,000 수치지도에서 득취 하였고 5m 인 DEM은 1:5,000에서 등고선, 표고점, 삼각점, 수준점 추출하여

TIN내삽법을 통하여 제작하였다. 항공정사 사진의 위치 정확도를 높이기 위하여 총 65개의 지상기준점과 34개의 Tie point를 이용하였다.

IKONOS 정사영상의 방법에는

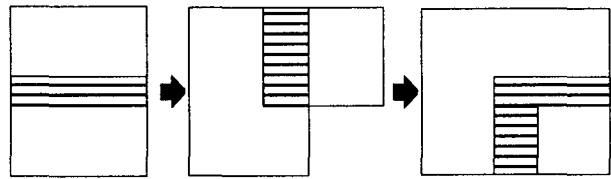
- ①stereo 영상에서 제작된 DEM + RPC 계수
- ②수치지도에서 제작된 DEM + RPC 계수
- ③수치지도에서 제작된 DEM + 지상기준점
- ④지상기준점 + 수치지도에서 제작된 DEM+RPC 계수

방법이 있는데 본 연구에는 위치정확도가 가장 높은 네 번째 방법을 선택하였다. 1:5,000 수치지도에서 24개의 지상 기준점을 독취하였고, RPC계수는 Space Imaging사에서 제공한 것을 사용하였고 1:5,000 수치지도를 이용하여 만든 DEM을 이용하였다.

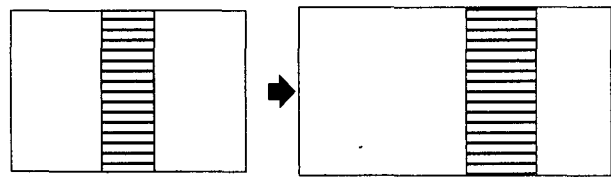
항공사진과 IKONOS영상을 합성하기 위해서 IKONOS영상에 비해 촬영면적이 작은 항공사진의 모자이크영상을 제작하였다.

IKONOS영상의 경우 Dynamic Range가 일정하지만 항공사진의 경우 촬영한 지역의 지표물의 구성, 촬영방향 따라 밝기 값의 범위 즉 명암도가 다르게 나타난다. 즉 각 항공사진의 중첩된 지역의 명암도의 차이를 명암도 표준화를 적용함으로써 문제를 해결해 보았다. 대상지역의 포함된 11장의 항공사진을 두 가지의 모자이크 방법으로 명암도 표준화를 실시하였다. 그림 2의 가)는 대상지역의 모든 사진을 이용한 방법으로 두 strip중 첫 번째 strip의 첫 번째 영상과 두 번째 strip의 첫 번째 영상을 명암도 표준화를 하여 모자이크 영상을 제작하고 제작된 모자이크 영상과 첫 번째 strip의 두 번째 영상을 명암도 표준화를 실시하는 일련의 방법을 나타내었고 그림 2의 나)는 strip의 첫 번째 영상과 두 번째 영상을 명암도 표준화를 하여 모자이크 영상을 제작하였고 그 제작된 영상과 다음에 오는 영상을 명암도 표준화를 실시하는 일련의 방법을 나타내었다.

가) 대상지역의 모든 사진이용



나) 한 strip만 이용




 : 명암도 표준화
(Intensity Normalization)

그림 2 모자이크 방법에 따른 명암도 표준화

2) 항공사진과 Multi-spectral IKONOS 합성

합성의 방법에는 여러 가지가 있지만 본 연구에서는 기존 상용 툴에서 제공하는 PCA 합성방법을 이용하여 합성을 하였다.

본 연구에서 수행할 합성방법은 PCA를 이용한 합성 방법이다. PCA분석이란 여러 개의 분광밴드를 2개 혹은 3개의 분광 밴드로 축약하는 영상처리 방법이다. PCA합성은 저해상도의 Multi-spectral영상을 PCA분석을 적용한 후 저해상도의 공간해상도에 관련된 정보가 많은 주성분1과 교환하여 주성분1을 제외한 성분과 같이 역변환을 하여 합성영상을 제작하였다. PCA합성방법 항공사진과 대체하고자하는 주성분1의 분광해상도 정보를 비슷하게 하기위하여 Histogram Matching을 실시하였다.

4. 연구결과

두 영상의 합성하기위하여 고려되어야 할 첫 번째 과정인 두 영상을 정사보정 한 결과를 표2에서 보여준다.

표 2 항공사진과 IKONOS영상의 절대, 상대 정확도

	Check point	Mean with sign(m)		RMS(m)		Maximum absolute	
		X	Y	X	Y	X	Y
항공사진	26	-0.03	-0.82	1.35	1.41	2.80	3.38
IKONOS	25	0.33	-0.40	1.64	3.04	5.98	5.97
항공사진, IKONOS	35	0.07	0.04	0.62	1.25	2.19	2.84

표 2에서는 수치지도에 대한 정사 보정된 항공사진의 위치정확도와 IKONOS의 위치정확도를 보여주고 항공사진에 대한 IKONOS의 위치 정확도를 보여주고 있다. 표 2에서 보는 바와 같이 수치사진에 대한 항공사진의 절대 정확도는 1.4m 정도로 X좌표와 Y좌표의 위치정확도가 비슷하였고 IKONOS의 영상의 경우 위치 정확도는 X좌표는 1.64m Y좌표는 3.04m 로 X, Y좌표의 위치정확도가 상이하였다. 두 영상의 시기차이를 고려하여 항공사진과 IKONOS영상에서 변하지 않은 지역을 대상으로 상대 정확도를 검증 한 결과 두 영상의 상대 정확도는 약 1.25m이었다. 두 영상 자체에서 정사보정을 수행하였을 때 많은 지상기준점을 사용하더라도 지상기준점을 1:5,000수치지도에서 독취 하였기 때문에 오차가 생겼다. 즉 정사 보정 된 영상 자체 내에서도 오차를 가지고 있고 영상의 왜곡의 형태가 다르기 때문에 최대 오차가 X 좌표의 경우 2.19m Y 좌표 경우 2.84m나 는 것을 알 수 있었다. 하지만 두 영상의 평균 잔차를 보게 되면 고도가 높지 않은 지역 대부분 지역에서 높은 정확도를 가지는 것을 알 수 있었다. 이 결과 두 영상이 합성하였을 때 고도가 높은 지역에서는 위치오차에 의한 영향을 받을 수 있다고 판단되었기 때문에 항공사진에 IKONOS 영상을 image to image방법으로 polynomial 3차 방정식을 사용하여 두 영상간의 위치 오차를 줄여보았지만 큰 효과는 얻지 못하였다.

두 영상에서 두 번째로 고려되어야 할 사항으로 항공사진의 모자이크 작업을 들 수 있다. 모자이크를 수행할 때 크게 두 가지의 문제점을 파악하였다. 첫 번째는 두 항

공사진의 경우 촬영한 지역의 지표물의 구성, 촬영방향 따라 명암도가 그림 3처럼 다르게 나타는 것이며, 두 번째는 정사사진의 제작할 때 산림의 고도정보까지 나타내어주는 정밀한 DEM이 부족으로 그림 4와 같이 모자이크 선을 중심으로 산림의 방향이 다르게 나타나는 것이다.

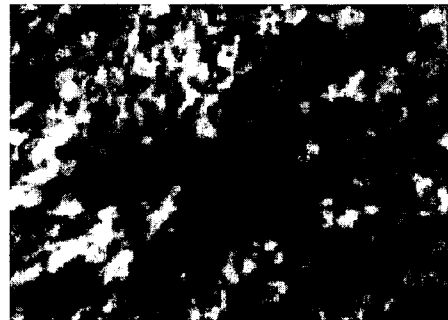


그림 4 산림지역의 모자이크 영상

첫 번째의 문제점의 해결 방안을 모색하기 위하여 그림 3에 보여준 두 가지 방법으로 모자이크 영상을 제작하였다. 그 결과 다음과 같은 현상이 나타났다.

그림 5는 전 지역을 모자이크영상을 제작한 것을 보여주고 그림 6은 strip별로 제작한 모자이크 영상을 보여 준다

가)



나)



그림 5 가) 전 지역의 모자이크 전 영상 나) 전 지역의 모자이크 후 영상

그림 5에서 보듯이 명암도 표준화를 한 경우 참조영상과 대상영상의 명암도는 비슷하였지만 모자이크된 대상영상이 모자이크 제작 전 보다 명암대비가 강조되어 명암정보에 손실을 가져왔다.

가)



나)



그림 6 가) strip별 모자이크 전 영상 나) strip별 모자이크 후 영상

그림 6에서 보듯이 strip별로 모자이크영상을 제작하였을 때는 두 영상간의 명암도가 차이가 나지 않는다. 그렇기 때문에 대상영상의 명암도 표준화를 시켰을 경우 모자이크전의 원영상과 다르게 나타나지 않았다. 그림 5와 그림 6의 결과를 보자면 strip별로 모자이크를 수행한 경우 좋은 결과를 얻었지만 전 지역이 아닌 strip별로 모자이크를 제작하기 때문에 영상합성을 하였을 때 strip별로 상이한 합성결과를 나타내었다.

모자이크를 수행 하였을 때, 발생하는 두 번째 문제점은 산림의 고도정보를 포함한 정밀한 DEM을 제작한다면 해결 할 수 있지만 본 연구에서 산림의 고도정보가 없었기 때문에 정밀한 DEM제작이 어려웠다.


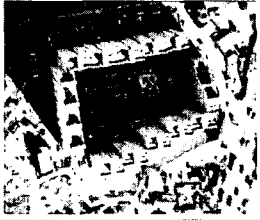
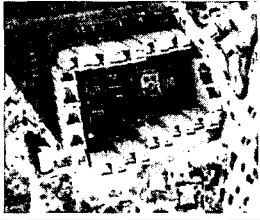



본 논문에서는 항공사진과 IKONOS영상의 PCA합성하였을 때 나타나는 부수적인 효과 또한 관찰하였다.

표 4에서 보이는 것처럼 IKONOS영상에서 그림자 혹은 구름에 의해 폐쇄된 지역이 영상을 합성함으로 폐쇄된 지역이 뚜렷이 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한 항공사진과 IKONOS영상의 4년의 획득시기 차이로 인해 변화된 지역을 탐지 할 수 있었다.

5. 결론

공간 해상도가 1m인 다중분광영상 IKONOS의 상용화와 고해상도영상의 정사 보정이 보편화 되면서 기하학적 특성이 다른 두 영상의 왜곡을 최소한으로 줄여 두 영상간의 위치정확도를 줄였다. 그 결과 고도가 낮은 지역에서는 높은 정확도를 나타내었으며 합성하였을 때 위치차이로 인한 오류는 보이지 않았다. 하지만 고도가 높은 지역에서 위치차이로 인한 영상 합성의 오류가 있었다. 모자이크를 수행 하였을 때 두 가지의 문제점이 발생 하였다. 각 항공사진의 명암도 차이로 인해 접합부분이 두드러지는 현상과 산림지역의 산림형태가 다름으로 인한 접합부분이 두드러지는 현상을 들 수 있다.

표 3 그림자에 의해 폐색된 지역과 변환된 지역(IKONOS, 항공사진, PCA합성영상)

	IKONOS	항공사진	PCA 합성영상
폐색된 지역			
변화된 지역			

첫 번째 문제는 두 가지 방법으로 명암도를 표준화 시켜 해결책을 모색하였지만 전 지역을 모자이크 한 경우는 명암정보의 손실이 있었고 strip별로 모자이크 영상을 제작한 경우 strip 별로 제작하는 번거로움과 s두 strip간에 상이한 합성결과가 나타났으며 두 번째 문제는 산림의 고도정보가 포함된 정밀 DEM을 제작한다면 문제점이 해결되지만 본 연구에서는 정밀 DEM의 부족으로 두 번째 문제점을 해결하지 못했다.

향후 본 논문에서 지적한 두 영상의 합성 과정에서 생기는 문제점의 적합한 해결방안을 찾고 다양한 방법의 합성 방법을 적용하고 더불어 좀더 많은 분광 정보를 가진 저해상도의 영상과 합성을 하고 시기의 차이가 없는 영상을 합성 하였을 때 변화탐지, 폐색지역 탐지 등의 목적 이외의 다른 효과를 관찰 할 수 있을 것이라 예상된다.

<참고문헌>

강인준, 최현,홍순헌,박동성, 2001, 항공사진을 이용한 수치지적도의 수정 및 갱신, 한국측량학회지,제19권,제4호 pp.357-363
 김윤희, 2000,고해상도 광학영상 도출을 위한 영상합성방법 비교, 석사학위논문
 Chavez P.S.,1986, Digital Merging of

Landsat TM and Digitized NHAP Data for 1:24,000 Scale Image Mapping, PE&RS, Vol.52,No.10 pp.1637-1646
 Pohl C.,Van Genderen J.L.,1998, Multisensor Image Fusion in Remote Sensing: concepts, methods and application, Int. J. Remote Sensing, Vol.19, No.5, pp.823-854
 Sheng Y.,Gong P.,Biging G.S.,2003, The Orthoimage Production for Forested Area from Large-Aerial Photographs, PE&RS Vol.69, No.3, pp.259-266
 Schetselaar E.M.,2001,On Preserving Spectral Balance in Image Fusion and Its Advantages for Geological Image Interpretation, PE&RS Vol.67,N0.8, pp. 925-934
 Vassilopoulou S., et all,2002, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 57 pp.24-38