

항공사진과 KOMPSAT EOC 위성영상으로부터 도시지역의 토지피복 변화 검출 The Land Cover Change Detection of an Urban Area from Aerial Photos and KOMPSAT EOC Satellite Imagery

조창환¹⁾ · 배상우²⁾ · 이성순³⁾ · 이진덕⁴⁾

Jo, Chang Hwan · Bae, Sang Woo · Lee, Sung Soon · Lee, Jin Duk

¹⁾ 금오공과대학교 측량·지형정보연구실, 공학석사

²⁾ 금오공과대학교 대학원 토목공학과 석사과정

³⁾ 한국지질자원연구원 선임연구원(gisyi@hanafos.com)

⁴⁾ 금오공과대학교 토목환경공학부 교수(jdlee@kumoh.ac.kr)

Abstract

This study presents the application of aerial photographs and KOMPSAT-1 Electro-Optical Camera(EOC) imagery in detecting the change of an urban area that has been rapidly growing.

For the study, we used multi-time images which were acquired by two different sensors. For all of the images, the coordinate reference system and scale were first made identical through the 1st and 2nd geometric corrections and then image resampling were carried out to spatial resolution of 7m to detect changes under the same conditions. The Image Differencing was employed as a change detection technique.

It was confirmed to be able to detect the changes of terrestrial surface like building, structure and road features from aerial photos and KOMPSAT EOC images with single band. The changes could be detected to some extent with the images acquired from different kinds of sensors as well as the same kinds of sensors.

1. 서 론

토지이용에 대한 정보의 효율적인 관리는 도시와 국가의 발전현황을 알려줄 뿐 아니라 도시계획 및 국가발전의 기초로서, 미래의 발전계획을 수립하는데 있어서도 중요한 자료로 활용될 수 있기 때문에 토지이용에 대한 여러 가지의 변화탐지 방법들이 개발되고 있다. 따라서 토지이용(land use)과 토지피복(land cover)에 대한 정확하고 신속한 데이터베이스 구축은 매우 중요하다.

본 연구에서는 도시지역에 대한 항공사진 및 위성영상의 처리과정을 통하여 지도제작 과정에서 필요한 지형지물을 추출함으로써 도시화에 따른 변화탐지를 시도하였으며, 축척 1:20,000의 1982년과 1996년도 항공사진과 2000년과 2002년도의 KOMPSAT 1호 EOC영상을 이용하여 수치고도모형(DEM; digital elevation model) 및 피복변화를 탐지하고 토지이용의 변화를 GIS tool을 이용하여 비교 분석함으로써 궁극적으로 GIS 데이터베이스 구축 및 국토이용과 도시계획 등에 효율적으로 활용하고자 하는데 연구의 목적을 두었다.

2. 자료 획득

2.1 영상자료

1972년에 국가산업단지 공단을 조성하기 시작하여 현재에는 190만평 규모의 제 4공단을 계획 조성하

고 있는 구미시는 세계 최고 수준의 전자공업도시로 발전하고 있는 곳으로 특히 제 4공단 조성 등으로 도시의 확대가 가속화됨으로써 배후주거단지인 구평, 인의, 진평지구와 더불어 현재 가장 급속한 변화를 보이고 있는 지역으로 변화탐지를 위한 대상지역으로 선정하였다.

본 연구에 사용된 항공사진은 대상지에 대해 각각 1982년과 1996년에 획득한 자료로서 축척 1:20,000 이 양화필름을 필름 전용스캐너인 Carl Zeiss사의 PhotoScan TD로 1200dpi(21 μ m)의 해상도로 스캐닝하였다. 지상해상도는 1 픽셀 당 약 10.6 cm이다. 또한 본 연구에 사용된 위성영상으로 공간해상도 6.6m의 KOMPSAT EOC 영상은 2000년 1월 27일과 2002년 6월 6일에 촬영된 것이다.

2.2 지상기준점(GCP) 자료

지상기준점 획득을 위해 영상에서 식별이 명확한 지점에 대해 GPS측량을 행하였다. 본 연구에서는 Trimble 4600LS GPS 측량시스템을 이용하여 반송파를 이용한 rapid static 측량방법을 이용하였다. 오래된 이전영상과 현재영상 모두에서 같은 GCP를 선정하여야 하므로 변화가 없는 도로나 건물, 화단경계 모서리, 차선과 정지선의 만나는 점, 교량단 모서리, 맨홀 등을 택하여 입체모형 당 6점 정도를 측량하였다. 이렇게 얻은 WGS84 좌표성좌(φ, λ, h)들은 GPSurvey의 좌표변환 모듈에서 우리나라 기준에 맞게 TM 투영좌표(X, Y)와 표고(H)로 변환해 주었다.

3. 단영상을 이용한 변화탐지 적용

3.1 기하 보정 및 실험대상지 절출

영상은 저마다 자신의 센서가 갖는 독특한 성질과 그 밖의 여러 가지 요인들에 의해 영상 자료의 절대 위치에 차이를 나타내는 기하학적 왜곡을 포함하고 있다. 따라서 축척뿐만 아니라 영상의 해상도 역시 다를 수밖에 없다.

그러므로 변화탐지는 반드시 기하보정을 거쳐서 기본 좌표계에 맞추고 동일한 조건을 만든 후에야 비로소 적용이 가능하다. 우선 실험에 사용된 모든 영상들은 1차 기하보정으로 1996년 수치지도를 Control Map으로 한 Image to Map 방식을 썼고 7m의 해상도로 영상을 재배열하였으며 2차 다항식을 사용 영상 간 위치오차를 없애고 같은 변화 탐지 경계를 부여하였으며, 1차 기하보정 된 사진을 대상으로 2차 기하보정을 실시하였다.

2차 기하보정의 Control Image는 1차 기하보정 시 사용되었던 수치지도가 1996년에 제작된 점을 고려하여 1996년 항공사진이 가장 잘 보정되었다고 판단하여 이를 사용하였으며, 항공사진의 경우 근래 급속한 변화를 보여 온 구미 제 4공단과 3공단 및 구평지구에 해당되는 2장의 영상만을 이용하였다.



(a) 2차 기하보정 전 영상



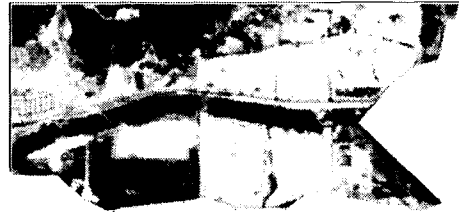
(b) 2차 기하보정 후 영상

그림 1. 2차 기하보정

정확한 변화탐지를 위해 2차 기하보정 영상들은 변화 탐지가 가능하도록 일정한 모양과 크기로 절출해 냈으며, 변화탐지를 위한 최적조건을 만들어 주기 위하여 전처리과정에서 밝기값을 조정해 주었다.



(a) 3 공단과 구평지구 일부



(b) 구미 제 4공단 일부

그림 2. 실험대상지 절출

3.2 대상지역의 변화 검출

화상의 차연산(Image Differencing) 기법은 두 시기의 영상에서 화소값을 밴드별로 차연산하여 변화를 탐지하는데 적용될 수 있는 방법으로서 비교적 단순한 방법이지만 정확한 결과를 보여주는 것으로 알려져 있다.

1982년과 1996년의 항공사진, 2000년 및 2002년의 위성영상을 이용하여 시계열적 차이뿐만 아니라 공간해상도가 상이한 센서를 통해 획득한 영상들을 변화탐지에 적용해 보았다. 지금까지도 주거지와 상가 조성 등으로 활발한 변화를 보이고 있는 구평지구의 변화모습은 1982년 영상을 제외한 나머지 1996년 항공사진, 2000년 및 2002년 KOMPSAT 영상 모두에서 보여지고 있다.

그림 3의 변화 탐지 결과 1996년과 1982년의 항공사진 비교에서 3공단의 형성과 구평지구 개발로 인해 넓은 범위의 변화를 탐지할 수 있었고 낙동강 주변을 따라 1998년에 개원을 한 동락공원이 이 시기에 조성되기 시작한 것을 탐지하였다. 그리고 산 정상부분에 국가시설이 세워진 것을 탐지할 수 있었다

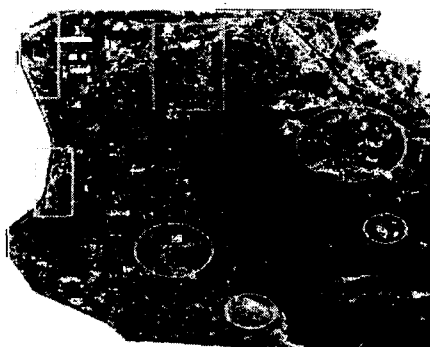


그림 3. 1982~1996년 Image differencing에 의한 변화탐지 결과

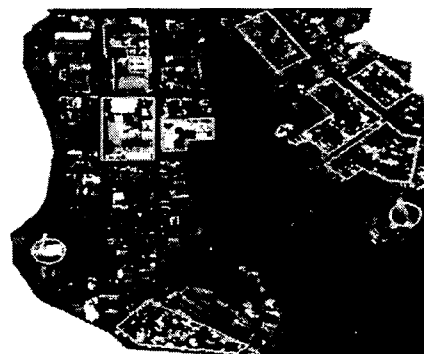


그림 4. 2000~2002년 Image differencing에 의한 변화탐지결과

그림 4의 2000년과 2002년의 KOMPSAT EOC 위성영상의 비교에서는 영상의 오른쪽 지역인 구평지구 부분에서 1996년에 형성했던 모습이 도로의 정비 등으로 점차 일정한 틀을 갖추며 변화한 모습이 확연히 나타났다. 또한 영상 좌측의 3공단 중앙부분에 위치하고 있는 ○○반도체와 그 오른쪽에 위치한 ○○맥주에서 구조물의 증축 및 변형이 탐지되었다. 그리고 3공단 아래쪽에 위치한 칠곡군과의 경계지역인 시미동에 1996년과 1982년의 비교에서 나타났던 대규모 단지에 일정한 규칙적인 변화가 탐지함으

로써 이 지역에 아파트 단지가 조성됨을 확인 할 수 있었고 맞은편에 새로운 주택지가 형성되었음을 확인할 수 있었다.

그림 5의 2002년과 1982년의 변화탐지에서 위와 같은 결과가 확연히 증명되었다. 또한 이것은, 영상을 획득한 센서가 상이함에도 불구하고 동일센서의 변화탐지를 그대로 반영한 것으로, 앞으로 이 분야에 있어서 그 효율성을 기대할 수 있게 되었다. 그림 6의 1982년과 1996년의 항공사진의 비교에서는 영상의 위 부분에 소규모 단지가 형성되었음을 알 수 있고 강줄기를 따라 도로가 형성되어 줄 모양의 변화 탐지가 이루어졌음을 확인하였다.

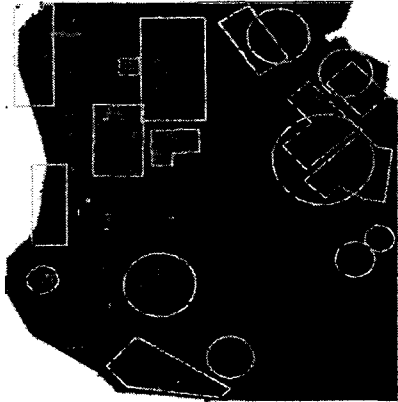


그림 5. 1982~2002 Image differencing에 의한 변화탐지

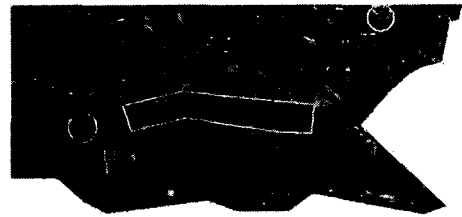


그림 6. 1982~1996년 Image differencing에 의한 변화탐지 결과

그림 7의 2000년 EOC영상과 1996년 항공사진의 비교에서는 왼쪽부분에 단지가 형성되었음을 탐지하였으나 1999년에 착공을 시작한 공단부지에 있어 전반적으로 변화 탐지가 이루어지지 않았음을 확인할 수 있었다. 두 영상 모두 단일 밴드로서 다중 밴드보다 식별의 범위가 작고 특히 2000년 EOC 영상이 전반적으로 어두운 밝기값을 가지고 있어서 이러한 결과가 나온 것으로 사료된다.

물론 전처리를 통하여 분석에 앞서 밝기값을 조정하였지만 원 데이터 고유의 특성으로 인해 변화 탐지의 한계가 있음을 확인하였다. 또한 강줄기를 따라 변화가 탐지되었는데 이것은 1996년 항공사진은 4월에 획득한 것이고 2000년 EOC영상은 1월에 획득한 것으로서 계절적인 차이에 의해 나타난 것이다.

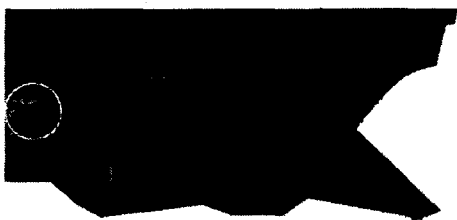


그림 7. 1996~2000년 Image differencing에 의한 변화탐지 결과



그림 8. 2000~2002년 Image differencing에 의한 변화탐지 결과

그림 8은 2000년과 2002년의 EOC 영상의 비교로 2002년 영상에서 신설된 도로들이 탐지되었고 새롭게 조성된 4공단의 형태를 뚜렷하게 탐지할 수 있었다. 또한 1982년과 1996년 항공사진의 비교 및 1996년 항공사진과 2000년 EOC 위성영상을 비교해 보았을 때 오른쪽 상단의 소규모 단지지역이 시기적으로 1982년과 1996년 사이에 형성되었다가 2000년 이후에 없어졌음을 알 수 있었다.

그림 9의 1982년 항공사진과 2002년 EOC영상의 비교에서는 대상지역의 대부분이 변화되었음을 탐지하였다. 이것은 20년의 긴 시간적 차이와 4공단의 조성으로 인해 나타난 결과이며 이들의 비교 역시 상

이한 특성을 가진 영상들의 조합에서 나온 결과이므로 그 효과가 충분하다 하겠다.

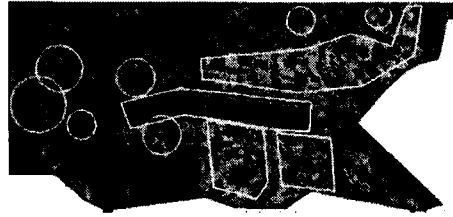
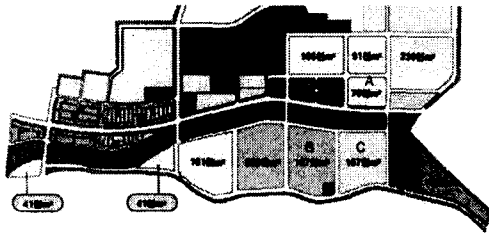
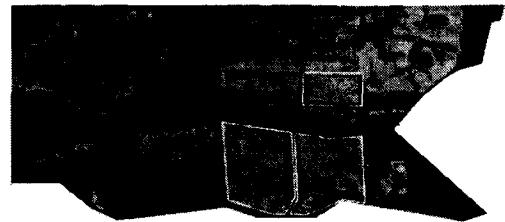


그림 9. 1982~2002년 Image differencing에 의한 변화탐지 결과

표 1과 그림 11은 2000년과 2002년의 EOC 영상 간의 비교에서 나타난 변화탐지구역과 현지측량에 의한 면적을 비교한 결과이다.



(a) 현지 측량 성과도



(b) 변화탐지에 의한 면적 추출

그림 10. 실험대상지의 면적 산출

표 1. 변화탐지와 현지측량의 면적 성과 비교

지역구분	현지측량 성과(m ²)	변화탐지 성과(m ²)	산출면적 차이(m ²)
구역 A	76,000	69,797	6,203
구역 B	197,000	194,151	2,849
구역 C	167,000	167,131	-131

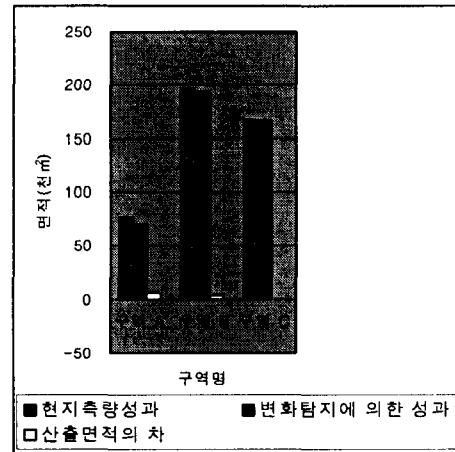


그림 11. 변화탐지와 현지측량의 면적 성과 비교도

4. 결론

항공사진 및 KOMPSAT EOC 영상을 이용한 변화탐지에서 지형 및 구조물의 지속적인 변화를 탐지해냄으로써 단일밴드 영상들을 이용한 변화탐지의 활용 가능성을 확인할 수 있었으며 수치지형도에 비하여 빠른 변화 탐지능력과 수시로 변화하는 시설의 변화탐지를 가능케 함으로써 이러한 결과를 이용한 수치지형도 제작 및 GIS DB 구축이 가능할 것으로 기대된다.

또한 동일한 센서에 의해 획득된 영상간의 변화탐지는 물론, 상이한 센서의 영상을 통한 변화탐지에 서도 이에 못지 않은 변화탐지 결과가 도출될 수 있었다. 변화탐지에 앞서 영상의 전처리와 영상재배열 에 관한 부분을 보완한다면 더욱 효율적인 변화탐지를 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Jin-Duk Lee. "The Generation of Digital Orthophotos and ThreeDimensional Models of an Urban Area from Digital Aerial Photos", Korean Journal of Geomatics, Vol. 2, No. 1, pp. 131~137, 2002.
2. Sung-Ryong Ha, Byung-Woon Ahn, and Sang-Young Park, "Change Detection of Land-cover from Multi-temporal KOMPSAT-1 EOC Imageries" Korean Journal of Remote Sensing, Vol. 18, No. 1, pp. 13~23, 2002.
3. 이성순, "인공지형지물 변화 모니터링을 위한 다중축척 영상자료 정밀보정기법 연구, 충남대 박사학위 논문, 2002.
4. 이진덕, 연상호, 유재엽, 김성길 "LANDSAT TM과 JERS-1 OPS 영상을 이용한 도시지역의 토지이용 변화 검출", 한국지리정보학회지, 제2권, 제 1호, pp. 73~83, 1998.