

Quick Bird 정사영상을 이용한 지형도 갱신 Update of Topographic Map using QuickBird Orthoimage

이창경¹⁾ · 우현권²⁾ · 정인준³⁾

Lee, Chang Kyung · Woo, Hyun Kwon · Jeong, In Jun

¹⁾ 군산대학교 토목환경공학부 교수(E-mail : leeck@kunsan.ac.kr)

²⁾ (주) 대경지리정보 기술지원팀 대리(E-mail : whk9266@lycos.co.kr)

³⁾ (주) 대경지리정보 기술지원팀 과장(E-mail : injun21c@hotmail.com)

Abstract

Satellite captures images periodically and economically over the area wider than aerial photographs, and reconnaissance to unapproachable area. For these advantages, mapping using high resolution satellite image has high potentials of marketability and development. Therefore, utilization of satellite image in mapping and GIS is expected to be growing, and research on describable feature, positional accuracy and, possible mapping scale is urgently needed. This research presented that Quick Bird orthoimage could be used to update digital map on a scale of 1:5,000. Quick Bird image was corrected geometrically based on ground control points. DEM was generated using height data of digital topographic map. The orthoimage was produced by digital differential rectification based on DEM which was generated using height data of digital topographic map(scale 1:5,000 and 1:1,000). When the digital topographic map was overlaid with the orthoimage, it was very easy to find changed region or new features builded after the map compiled.

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

위성영상은 광역에 대한 최신의 정보를 제공하므로 적국의 감시와 같은 군사정보분야로부터 자원탐사, 지도제작분야에 활용되어왔다. 불과 수년 전까지 국가안보 등에 제한적으로 활용되어 오던 위성영상 자료가 위성과 광학 그리고 컴퓨터 처리기술의 발달로 광범위한 지역에 대한 정보를 수집할 수 있게 되어 위성영상 활용 범위가 확대되고 있으며, 이와 더불어 위성영상의 고해상도 및 극다중분광 추세는 위성영상의 활용을 더욱 가속화시키고 있다.

우리나라의 경우 1992년 8월에 국내 최초로 과학위성인 우리별 1호(KITSAT-1)를 발사한 이후로 1993년에 우리별 2호(KITSAT-2), 1995년에 통신위성인 무궁화 1호(KOREASAT-1), 1996년에 무궁화 2호(KOREASAT-2), 1999년에는 지구관측을 목적으로 하는 다목적 위성 시리즈인 아리랑 1호(KOMPSAT-1, 해상도 6.6m)를 발사하여 운영하고 있으며, 2005년에는 1m급 고해상도 위성영상을 공급할 수 있는 아리랑 2호가 발사될 예정이어서 국내에서도 본격적인 고해상도 위성영상 서비스 시대가 열릴 것으로 전망된다.

고해상도 인공위성영상이 상용화되기 전에는 토지피복분류, 소축척 지형도의 갱신 등 높은 수준의 위치정확도가 필요치 않은 분야에서 주로 이용되었다. 그러나 IKONOS, Quick Bird 등의 고해상도 위성영상이 공급되면서부터 항공사진 및 지상측량에 의존했던 대축척 지도의 부분 갱신이나 제작에 위성영상을 이용하는 연구가 진행되고 있다. 고해상도 위성영상을 이용한 지도제작에 관한 기존의 연구는 정사보정된 단영상을 이용하는 방법과 스테레오 위성영상으로 스테레오 모델을 만들어 지도를 제작하는 방

법으로 구분된다. 스테레오 영상을 이용하는 방법의 연구는 국립지리원(2001)에서 지상해상력 10m인 SPOT 영상을 이용하여 1/50,000 지도의 부분적 수정이 가능함을 보였으며, 성천경(2004)은 지상해상력 1m인 IKONOS 위성영상을 이용하여 수치지도를 제작하였으며, 그 수평 및 수직위치 RMSE가 각각 1.7m 및 1.2m임을 근거로 대축척 수치지도 제작에 이용할 수 있음을 밝혔다. 정사보정된 단영상을 이용한 연구로는 이병환(2000)이 공간해상도 2m의 Alternative 위성영상을 이용하여 축척 1/10,000의 지도제작, 강준목(2002)이 IKONOS 위성영상을 이용하여 축척 1:5,000 및 1:10,000 수치지도 수정 및 갱신에 관한 연구를 수행한 바 있다.

본 연구는 공간해상력 0.7m인 Quick Bird 위성커러영상을 기하보정한 후 수치지도(1:5,000 및 1:1,000)의 표고자료로부터 구축한 DEM을 이용하여 정사보정된 단영상을 만들고, 이를 기존의 수치지도(1:5,000 및 1:1,000)에 중첩시켜, 수치지도를 갱신하는 방법에 관한 실험적 연구이다.

2. 정사영상제작

2.1 자료종류 및 범위

본 연구에 사용된 위성영상을 포함한 관련 자료는 표 1과 같다. 이들 자료의 공간적 범위는 전북 군산시 전역 (800km² : 어청도, 연도 부근 제외)이다.

표 1. 사용데이터

구분	제품	수량	자료 형태	면적
위성 영상	Quick Bird II, Natural Color Image	8 scene	GeoTiff	800km ²
수치 지형도	국토지리정보원	1:1,000 155도엽 1:5,000 126도엽	DXF	600km ²
편집 지적도	LMIS자료	군산시 전역	SHP	

2.2 DEM구축

위성영상의 정사보정에 사용된 수치표고모델(DEM)은 1/1000, 1/5000 수치지형도의 속성 중 등고선 및 표고자료를 활용하여 구축되었다. DEM은 수치지형도로부터 표고자료가 포함된 레이어 분류, 표고자료의 오류 수정, 축척별 도엽연결, 도엽별 등고선 연결, TIN 구성 후 규칙격자형 DEM을 구축하였다.

2.2.1 표고자료 레이어 분류 및 오류 수정

표 2는 DEM구축시 사용한 수치지도의 표고자료 레이어이며, 그림 1은 수치지도로부터 표고자료 레이어 만을 분리된 등고선과 표고점이다.

수치지도로부터 추출한 표고자료는 원 수치지형도의 오류 혹은 여러 단계의 변환작업에서 발생한 오류를 포함하고 있다. 원 수치지형도의 오류에 의한 표고자료의 오류 중 주변 등고선의 표고와 비교하여 수정이 가능한 것은 수정하고, 주변과의 단순 비교로 수정이 불가능한 자료는 삭제하였다. 오류의 유형은 등고선 표고 누락, 표고점 표고 누락, 등고선 표고 오류, 표고점 표고 오류, 인접 도엽간 등고선 표고 불일치, 인접 도엽간 등고선 누락, 레이어 분류 오류 등이 발견되었으며, 오류가 있는 지점의 주위 등고선이나 표고점을 참조하여 수정하거나, 주위 표고자료 사이에 합리성이 결여된 경우는 삭제하였다.

표 2. 수치지도 표고자료 레이어 내용

구분		레이어 명칭	구분		레이어 명칭
1/5000 수치지형도	블록지	7111 주곡선 7112 간곡선 7113 조곡선 7114 계곡선	1/1000 수치지형도	블록지	CAA001 계곡선 CAA002 주곡선 CAA003 간곡선 CAA004 조곡선
	오목지	7121 주곡선 7122 간곡선 7123 조곡선 7124 계곡선		기준점	CAA002 표고점
	기준점	7217 표고점		기타	ZD001 도곽경계
	기타	도곽 경계			

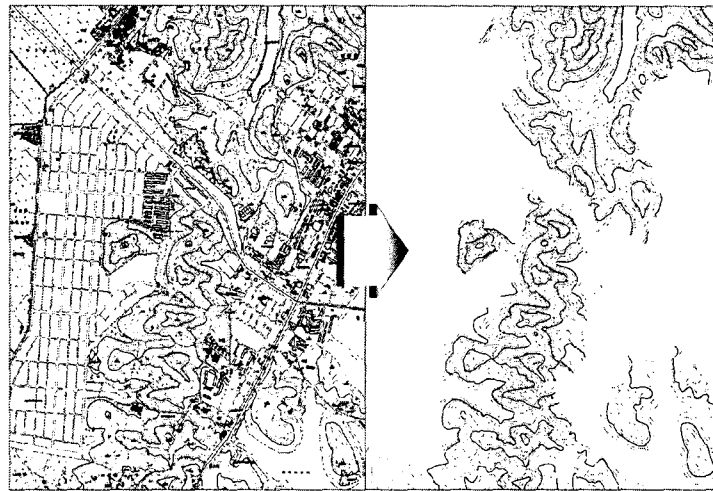


그림 1. 수치지도로부터 분류된 표고자료

2.2.2 축척별 도엽 및 등고선 연결

인접 도엽 연결 작업은 원 수치지형도의 DXF 파일 형식에 대한 불러오기 및 편집 기능을 지원하는 응용 S/W중에서 AUTOCAD MAP을 이용하였다. 작업 방법은 각 도엽별로 갖고 있는 평면직각좌표를 기준으로 각 도엽별 및 축척별로 구분된 수치지형도에 대하여 각 축척별 (1/1000, 1/5000)로 인접 도엽을 연결하고, 최종적으로 1:1,000 수치지도와 1:5,000 수치지도를 연결하였다.

인접 도엽이 연결된 1/1000 수치지형도를 기준으로 1/5000수치지형도 도곽경계에서 등고선이 단절된 부분 및 양 도엽간 등고선이나 표고가 일치하는 않는 오류를 수정보완하여 등고선을 연결하였다.

다음의 그림과 같이 등고선이 연결되어 있지 않은 원 수치지형도로는 수치표고모델을 생성이 제대로 되지 않기 때문에 1/5000 수치지형도의 주곡선 (간격 5m)를 기준으로 하여 1/1000 수치지형도의 계곡선 (간격 5m)을 연결시켰다. 그림 2는 이와 같이 도엽과 등고선이 연결된 수치지형도이다.

2.2.3 표고 보간

작업 구역 전체 도엽을 연결한 등고선 및 표고자료에 대해 TIN을 생성하고, 이로부터 격자간격 5m의 규칙격자형 DEM을 구축하였다.

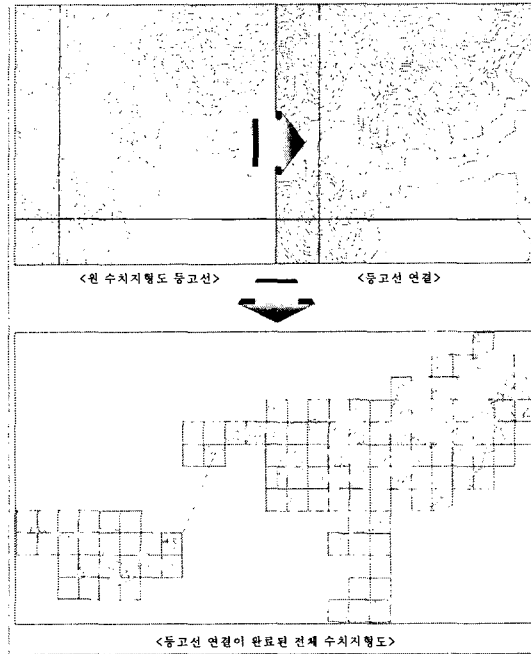


그림 2. 수치지형도(1/1000과 1/5000) 도엽연결과 등고선 연결

2.3 정사영상제작

본 연구에 이용된 고해상도 위성영상은 지상 해상력 0.6-0.7m의 Quick Bird 천연색 컬러(RGB) 영상 8 scene이다. Quick Bird 위성은 미국의 DigitalGlobe사에서 2001년 10월 보잉사 델타로켓으로 발사하였으며, 궤도는 지구상공 450km, 적도경사각 98°, 주기 93.4분으로 대상지역 위도에 따라 재방문 기간은 1~3.5일이다. Quick Bird 영상은 지상해상력 61cm의 Panchromatic 영상, 동급의 컬러영상, 지상해상력 2.4m의 다중파장대(450 to 520nm, 520 to 600nm, 630 to 690nm, 760 to 900nm) 영상을 제공하며 1scene의 폭은 16.5km이다. 다음 그림 3은 본 연구에서 수행한 위성영상 가공과정이다.

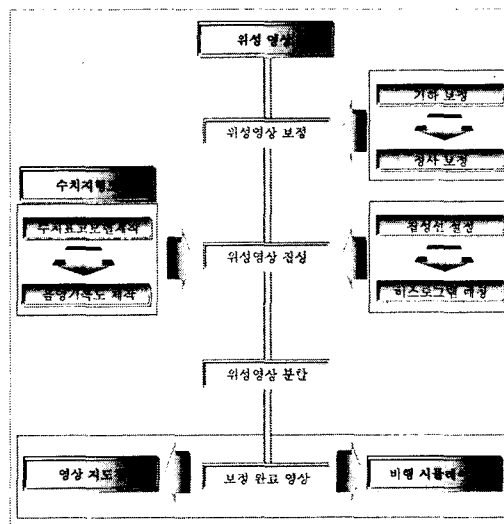


그림 3. 위성영상 가공과정

2.3.1 기하 및 정사보정

위성영상은 회전하는 구면상의 구지표면을 촬영한 중심투영상이므로 기하보정으로 기하학적 왜곡을 보정한다. 수치영상처리 S/W는 Erdas IMAGINE을 이용되었으며, 기하보정은 수치지도상의 지상기준점

표고점 및 수치표고모델 (DEM) 자료를 이용하여 위성영상을 재배열(Resampling)하였다. 기하보정에서 지상기준점은 위성영상과 실제 지상에서 동일시되는 지형지물의 상호 위치 관계를 파악하기 위해 다수의 기준점을 설정하게 되는데, 위성영상과 수치지형도에서 명확히 인지되며, 영상의 촬영시기에 영향을 받지 않은 도로 굴곡점, 교차로, 제방, 교량 건물 하단 등에 고루 분포되도록 scene 당 15점 이상을 선정하되, 평균제곱근오차가 1화소 이상 발생시키는 지상기준점은 제외시켰다.

위성 영상 재배열은 영상 재배열 후에도 화소값의 평균, 표준편차와 같은 통계량의 변화가 없고, 중량함수의 특징으로 인해 영상이 강조되면서 잡음이 제거되는 효과를 얻을 수 있는 3차중첩 내삽법을 사용하였다.

기복 변위를 제거하여 정사 영상을 제작하는 과정을 미분편위수정(differential rectification)이라 부르고 광학적 미분편위수정(optical differential rectification) 방법과 수치적 미분편위수정(digital differential rectification) 방법으로 나뉜다. 광학적 미분편위수정 기법은 도화기를 이용하여 입체모델을 형성한 후, 필름을 광학적으로 재투영하여 정사투영 사진을 제작하는 방법을 말하며, 수치적 미분편위수정 기법은 인공위성에서 취득된 영상이나 항공사진을 자동 독취한 수치데이터와 수치표고모델(DEM)을 이용하여 정사투영 영상을 제작하는 방법으로, 본 연구에서는 인공영상을 수치지도로부터 구축한 DEM 을 이용하여 수치적 미분편위방법으로 정사영상(그림 5)을 제작하였다.

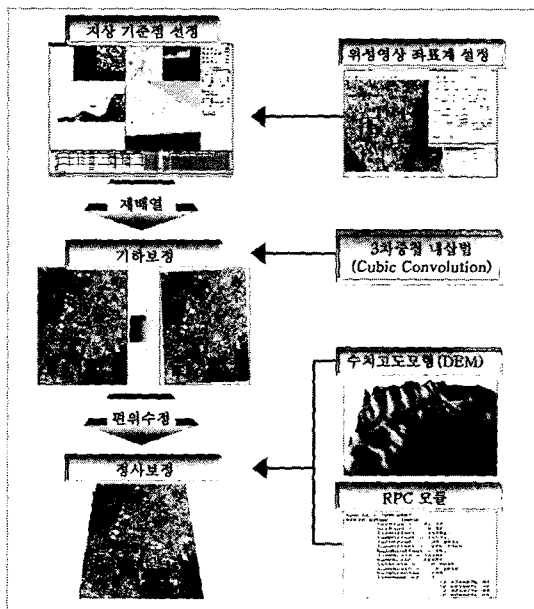


그림 4. 기하 / 정사 보정 과정

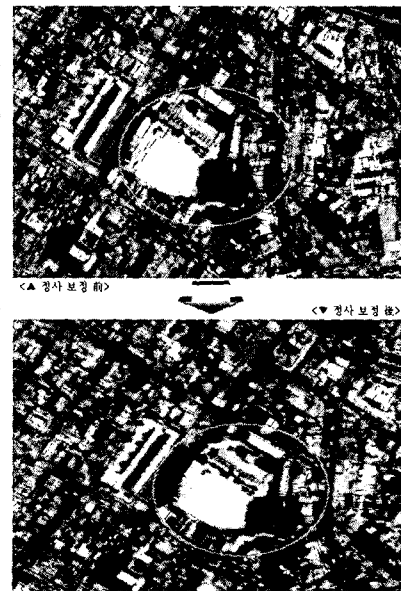


그림 5. 위성영상과 정사보정영상

2.3.2 위성영상집성

위성영상은 제한된 촬영 폭으로 인해 대상지역이 다수의 scene으로 촬영된 경우, 인접 위성영상을 중첩하여 하나의 영상으로 합치야 하는데, 이를 영상 집성(Image Mosaic)이라고 한다. 영상집성을 위해서는 위성영상은 기하/정사 보정이 완료되어 동일한 좌표계에 기준하여야 한다. 집성과정에서 인접영상 사이에 접합부위가 드러나지 않게 하기 위해 산 능선, 도로 가장자리, 계곡, 논/밭, 해양 경계 등과 같이 영상에서 색감이 연속적이지 않게 경계를 따라서 집성선을 설정하여 인접부위에서 틈이 없이 중첩이 되도록 하였다. 또한, 촬영시기가 다른 영상에 대해서는 인접부위에서 색상차가 발생하므로 정교한 집성선을 설정하고 히스토그램 매칭을 수행하였다.

3. 수치지도갱신

아래의 그림 6과 같이 1:1,000 수치지형도 현황과 정사위성영상과 중첩 비교한 결과 수치지형도의 현황이 변화가 있었는데도 불구하고 아직 수치지형도가 갱신되지 않은 부분이나, 수치지형도의 표고 및

기타 속성에 내재된 오류를 쉽게 판별할 수 있었다. 또한, 비행 시뮬레이션 제작을 위하여 위성영상과 수치표고모델(DEM)을 중첩시킨 결과 아래 그림 7과 같이 양 자료간 표고의 불일치로 인하여 건물이 일그러지는 현상의 결과를 볼 수 있었다.

현재 본 연구지역의 1:5000 수치지형도의 갱신 또는 1:5000 수치지형도 제작 지역에 대한 1:1000 수치지형도 신규 제작은 막대한 예산이 소요되어 신규 제작 및 갱신이 원활히 되지 못하고 있으며, 특히 1:5000 수치지형도 중에는 1993년~1998년에 제작되어 10년 넘게 갱신되지 않은 수치지형도가 있다. 이러한 현상으로 인해 대규모의 지리정보 구축 사업시 1:1000 수치지형도가 제작되지 않은 지역은 1:5000 수치지형도로 대체하여 구축하여야 하므로 구축되는 지리정보 데이터의 정확도 및 신뢰도를 떨어뜨리고 있다.

지형정보의 최신성을 유지하기 위하여 "측량법 시행규칙 제17조의 2(수치지도의 보완)"에 의하면 수치지도는 2년마다 1회 이상 수정 및 갱신하도록 규정되어 있다. 그러나 국토지리정보원에서 보급하고 있는 축척 1:5,000이하 수치지형도의 갱신은 이에 미치지 못하는 실정이다. 이와 같이 수치지형도의 수정 및 갱신이 원활하지 못할 경우 경제 및 산업활동으로 인하여 급격하게 변화하는 공간정보들이 수치지형도에 반영되지 못하여 수치지형도의 가치가 떨어지고 활용도가 낮아지는 문제가 수반된다. 수치지형도의 수정 및 갱신실적이 저조한 이유는 예산의 제약이 가장 크며, 예산이 확보되었다 하더라도 항공사진을 촬영하고 도화를 하는 과정을 거치는데 상당한 시간이 소요되는 점을 들 수 있다.

본 연구에서 제작한 정사위성영상은 해상력이 0.7m로 항공사진에 버금가는 해상력을 가졌을 뿐 아니라 기존의 표고자료를 이용하여 정사영상으로 제작되었기 때문에, 수치지도(1:5,000 및 1:1,000)를 갱신하는 최신의 측량자료로 활용할 수 있었다. 고해상도 위성영상을 이용하여 수치지형도를 갱신할 경우 항공사진에 비해 위치오차의 정확도는 다소 낮을 수 있지만 비교적 간단한 방법으로 신속하게 갱신할 수 있는 장점 때문에 최신 지형정보의 갱신에 유리하다.

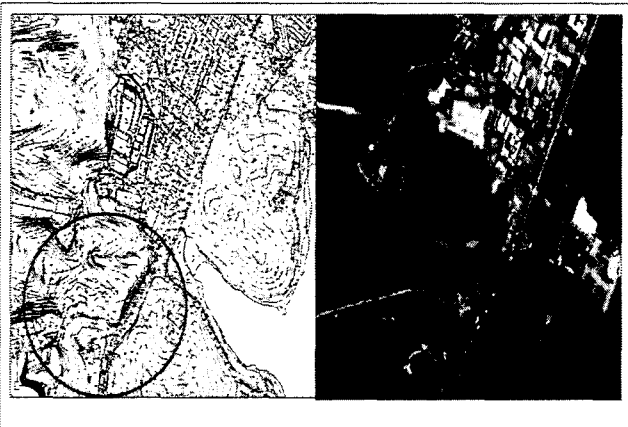


그림 6. 1/1,000 지형도 현황 불일치 부분

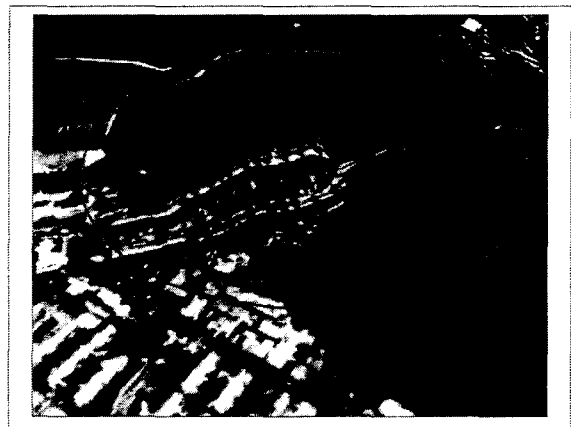


그림 7. 표고 불일치에 따른 건물 일그러짐 현상

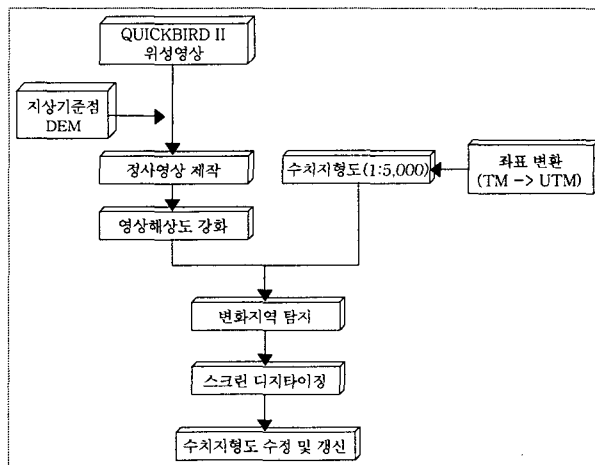


그림 8. 위성정사영상을 이용한 수치지형도의 갱신과정

4. 결론

본 연구는 고해상도 위성영상을 기존의 표고자료로부터 구축한 DEM을 이용하여 단정사영상을 제작하고, 이를 대축척 수치지도(1:1,000 또는 1:5,000)의 수정 및 갱신에 적용하는 실험적 연구이다. 항공사진 측량 및 기준점 측량이 불가능한 지역의 지형도 신규제작이나 1/5,000이상의 대축척 수치지형도의 수정 및 갱신을 고비용의 항공 측량에 의존하지 않고 저비용의 위성영상을 활용함으로써 항공측량 전문회사의 기술과 장비에 의존하지 않고도 저렴하고 신속하게 최신의 지형정보를 취득할 수 있는 방법임을 알 수 있었다.

참고문헌

- 국립지리원 (2001), 위성영상을 이용한 지도제작 시험연구.
- 강준목, 이철희, 이형석 (2002), 수치지도의 수정 및 갱신을 위한 고해상도 위성영상의 적용가능성 평가, 한국측량학회지, 제20권, 제3호, pp.313-322.
- 성천경, 윤홍식, 조재명, 조정호 (2004), 고해상도 위성영상을 이용한 대축척 수치지도의 제작에 관한 연구, 한국측량학회지, 제22권, 제3호, pp.277-284.
- 이병환, 김정희, 박경환, 정일훈 (2000), 고해상도 위성영상을 이용한 축척 1:1,000 수치지도 제작, 한국지리정보학회지, 제3권, 제2호, pp. 11-23.
- 이창경, 정택영 (2002), 수치표고모델 구축방안 연구, GIS2002대회 논문집.