

지적분야에서의 수치정사사진 활용방안에 관한 연구 Applications of Digital Orthophoto in Cadastre

박병욱* · 김상수** · 최윤수* · 차영수***

Park, Byung-Uk · Kim, Sang-Su · Choi, Yun-Soo · Cha, Young-Su

要 旨

본 연구에서는 시범적으로 지적전산화가 완료된 지역 중에서, 임야, 농경지, 주거지의 구분이 뚜렷한 대상지를 선정하여, 항공사진을 이용하여 수치정사사진을 제작하여 전산화 사업으로 구축된 지적도면과 중첩함으로써 수치정사사진의 지적분야에의 활용방안을 모색하고자 하였다. 그 결과 다음과 같은 활용방안을 제시할 수 있었다. 첫째, 지적전산화 과정에서 발생하는 경계 불일치 및 이중경계 문제를 해결하는데 수치정사사진을 효율적으로 활용할 수 있다. 둘째, 소유권 문제의 여지가 있는 지역을 추출할 수 있으므로, 지적재조사 필요성이 제기될 수 있는 지역의 예측이 가능하다. 셋째, 수치정사사진과 지적도를 중첩함으로써 건축물의 현황관리에 효율적으로 이용할 수 있다. 넷째, 수치정사사진은 각 필지의 토지이용 상태를 쉽게 확인할 수 있으므로 지적도 상에 나타난 지목의 적합성을 판단하는데 기여할 것이다.

ABSTRACT

In this study, sample sites are chosen where digitalized cadastral maps are available, and boundaries of forestry, farming lands, and residence are clearly distinguishable. Digital orthophotos, produced from aerial photographs, are overlaid with digitalized cadastral maps to grope for applications of digital orthophoto in cadastre. The conclusions and applicable fields of this study are as follows. The first, digital orthophoto is applicable to solve problems such as discordance and duplication of boundary produced in the process of digitizing cadastral maps. The second, using digital orthophoto, it is possible to extract regions where a trouble of ownership would exist and so the necessity of cadastral resurveying can be brought. The third, by overlaying digital orthophoto and cadastral map, it can be used effectively for the present situation maintenance of buildings. The fourth, because it is possible to examine current land use of each lot, digital orthophoto may contribute to decide the validity of land category on cadastral map.

1. 서 론

정사사진(orthophoto)이란 중심투영에 의해 제작된 사진에서 카메라 자세에 의한 왜곡 및 기복변위의 보정을 통하여 지도처럼 정사투영의 특성을 가지도록 제작한 사진을 말하며, 이는 사진이 지니고 있는 이미지적 특성과 지도가 갖고 있는 기하학적 특성을 결합한 형태이기 때문에 토목공학을 비롯하여 지리학, 임학, 농학, 군사 분야 등 다양한 분야에서 그 활용가치가 높게 평가되어 왔다.

정사사진의 제작 방법으로는 광학적 미분편위수정과 수치적 미분편위수정 방법이 있다. 1970년대까지는 주로 광학적인 방법에 의해 수행되었으나 여기에는 고가의 장비인 입체도화기와 정사투영기가 필요하여 실제 활용은 미미하였다. 1970년대 중반부터는 인공위성 영상자료의 출현에 힘입어 수치형태의 인공위성 영상자료 또는 항공사진을 스캐닝하여 제작된 수치영상자료를 이용하는 수치적 미분편위수정 방법에 대한 연구가 시작되었다.¹⁾

수치적 미분편위수정 방법은 컴퓨터를 이용하기 때문에 상대적으로 저렴하지만, 이 과정에 요구되는 수치표고모델(DEM) 획득의 어려움과 상대적으로 방대한 컴퓨터 저장용량 때문에 실용화보다는 학술 연구적 수준이 주류를 이루어왔다.

*국립한경대학교 토목공학과 조교수

**행정자치부 지적과장

***정오지엔지(주) 연구원

한편 1980년대 후반부터 급속히 성장한 GIS 분야에 있어서, 기존의 벡터자료 위주의 자료관리 및 분석으로부터 점차 래스터 형태의 영상자료의 접목이 활성화되면서 수치적 미분편위수정에 의한 수치정사사진의 필요성이 높아지게 되었으며, 또한 컴퓨터 제작분야의 급속한 발전에 따른 대용량의 자료처리가 손쉬워지면서 최근 수치정사사진의 제작 및 활용에 대한 연구가 주목을 받고 있다.

국내에서는 윤종성(1991)²⁾이 항공사진으로부터 수치정사사진 제작을 처음으로 시도하였으며, 안철호 등(1992)³⁾이 SPOT 위성자료로부터 정사사진을 제작한 이후, 한동안 위성영상을 이용한 정사사진제작 알고리즘 개발이 이루어져왔다.⁴⁾ 최근에 있어서는 항공사진을 이용한 정사사진 제작기술과 관련된 연구가 많이 수행되었으며,⁵⁻⁷⁾ 강영욱(1998)⁸⁾은 서울시 항공사진의 활용 측면에서 정사사진을 제작하여 활용하는 방안을 제시하였다.

최근에 행정자치부에서는 국가지리정보체계(NGIS) 구축사업의 일환으로 지적도의 전산화 사업을 추진하고 있으나, 기존 도면의 신축에 따른 인접 도면간의 불일치 및 서로 다른 축척에 따른 경계의 불부합 등 여러 가지 문제점이 도출되고 있으며, 이에 따라 전면적인 지적 재조사사업을 계획하고 있다. 그러나 지적 재조사사업은 전국토에 대한 재조사측량을 의미하는 것으로서 많은 인력 및 예산, 기간 등이 소요되는 문제점이 있으므로, 이러한 사업의 추진은 장기적인 안목과 철저한 준비 및 계획 하에 이루어져야 한다.

따라서 항공사진을 이용하여 수치정사사진을 제작하여 전산화 사업으로 구축된 지적도면과 중첩함으로써 지적도의 수정 및 갱신방안에 대한 타당성을 검증해 보는 것은 큰 의미가 있다고 하겠다. 또한 수치정사사진은 지적도면에는 표현되지 않는 건축물 등의 지물이 나타나 있으므로 건축물의 현황관리 측면에서도 그 활용가치가 충분해 있을 것으로 예측되므로 이에 대한 검증이 필요하다.

이를 위하여 본 연구에서는 상용 소프트웨어를 이용하여 항공사진으로부터 수치정사사진을 제작하고 이를 수치지적도에 중첩함으로써, 지적 재조사를 위한 지적도 현황자료로의 이용 가능성을 검증할 뿐만 아니라 행정자치부에서 추진중인 건축물 현황관리의 활용방안 등, 수치정사사진을 지적분야에서 다목적으로 활용하는 방안을 제시하고자 하였다. 아울러 수치정사사진 제작과정에서 요구되는 수치표고모델을 다양한 방법으로 생성하여 정

사사진을 제작한 후, 이를 수치지형도와 중첩함으로써 각 방법을 비교 검토하였다.

2. 수치정사사진 제작

2.1 제작과정

본 연구에 적용된 수치정사사진의 전반적인 제작과정은 그림 1과 같다. 연구의 주 목적이 활용방안 모색에 있으므로 DEM 생성을 비롯한 주요 수치영상처리에는 상용화된 소프트웨어를 활용하였다.

2.2 대상지역 및 사용자료

본 연구의 대상지역은 시범적으로 지적전산화 작업이 완료된 대전광역시 유성구 교촌동 일대로, 대부분이 농경지와 임야인 제 1 대상지역과 농경지, 임야, 주거지가 복합적으로 구성된 제 2 대상지역으로 구성하였다. 제 1 대상지역을 통해 농경지와 임야지역에서의 수치정사사진을 지적의 관점에서 이용할 수 있는 방안을 모색하고자 하였고, 제 2 대상지역에서는 건물이 많은 주거지역에서 수치정사사진의 효율적인 이용방안 및 그 제작상의 문제점을 검증하고자 하였다.

각 대상지역별로 2장의 입체모델을 이루는 항공사진을 사용하였으며, 항공사진의 축척은 모두 1:5,000이다. 각 영상의 촬영 시기는 제 1 대상지역의 경우는 1996년 11

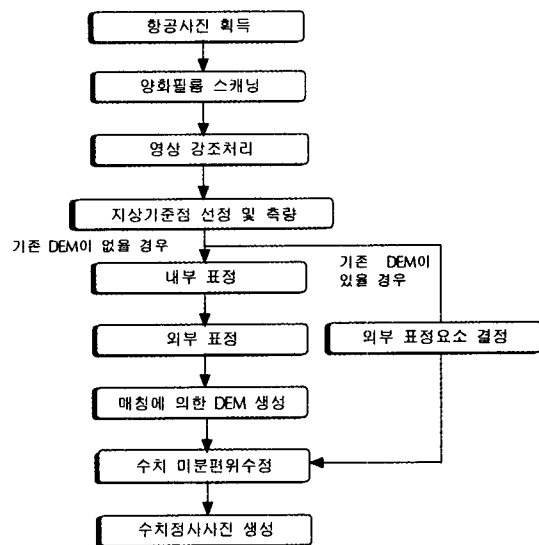


그림 1. 수치정사사진의 제작과정

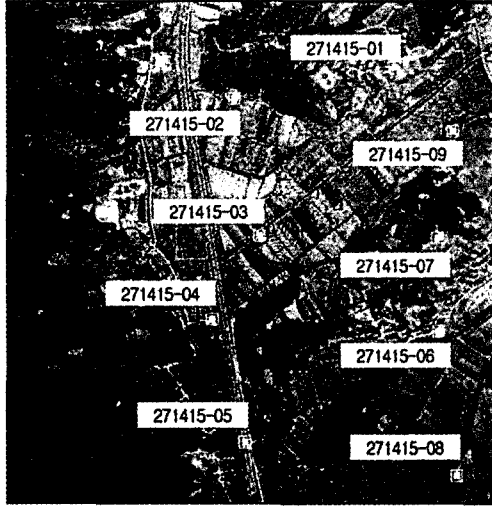


그림 2. 제 1 모델에서의 지상기준점

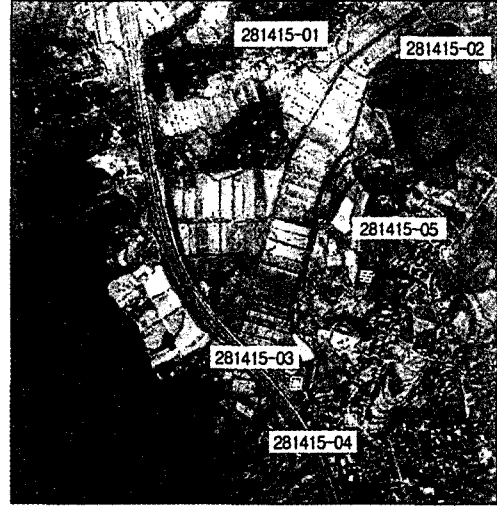


그림 3. 제 2 모델에서의 지상기준점

표 1. 항공사진 입체모델의 외부표정요소 값

외부표정요소		X(m)	Y(m)	Z(m)	ω (deg)	ϕ (deg)	κ (deg)
제 1 모델	좌측영상(27-14)	227645.142	312298.527	855.232	1.596	0.317	-0.655
	우측영상(27-15)	228117.352	312286.955	860.509	-0.331	0.716	-0.597
제 2 모델	좌측영상(28-14)	227911.577	311621.681	927.261	0.729	0.572	-179.527
	우측영상(28-15)	228385.887	311608.675	929.436	-0.916	0.106	-179.258

월, 제 2 대상지역은 1996년 10월로 태양고도가 낮고 산림지역의 낮은 반사를 등으로 영상이 전체적으로 약간 어두운 색조로 촬영되었다. 수치영상을 제작하기 위하여 각 항공사진의 양화 필름을 한국항공(주)의 협조로 항공 사진 전용스캐너인 벡셀사 VX3000 스캐너를 이용하여 20 μ m의 밀도로 스캐닝함으로써 1화소의 크기가 약 지상 10 cm가 되도록 하였다.

외부표정요소 결정을 위한 지상기준점의 측지좌표는 촬영당시의 항공삼각측량 성과를 활용하였으며, 등고선 보간 DEM의 제작 및 수치정사사진의 정확도 평가를 위하여 위의 항공사진으로부터 직접 제작한 1:1,000 수치지형도를 이용하였다.

이러한 자료들은 대전광역시청 도로과의 협조를 받았으며, 대전광역시 유성구청으로부터 전산화된 지적도를 제공받았다.

그림 2, 3은 사용된 지상기준점의 위치를 각 입체모델의 좌측 항공사진영상에 나타낸 것으로, 제 1 대상지역의 입체모델에서는 9점을, 제 2 대상지역에서는 5점을

기준점으로 선정하였다. 이로부터 번들조정법으로 결정된 각 항공사진의 외부표정요소를 표 1에 나타냈으며, 여기서 제 2 모델 κ 의 절대값이 180에 가깝게 나타나는 이유는 촬영 스트립이 바뀌면서 180 $^\circ$ 회전했기 때문이다.

그림 4, 5는 실제 수치정사사진 제작이 실시된 소규모의 대상지역을 나타낸 것으로 제 1 대상지역은 455 m \times 560 m, 제 2 대상지역은 478 m \times 584 m의 크기를 갖는다. 제 1 대상지역에 대하여 사용된 수치지형도 및 수치지적도를 그림 6, 7에 각각 나타내었다.

2.3 DEM 생성

본 연구에서는 다음의 세 가지 방법에 의해 DEM을 생성하였다. 첫째 수치지형도의 등고선 자료를 이용하여 TIN(Triangulated Irregular Network)을 형성한 후 DEM을 생성하는 경우, 둘째 입체모델을 형성하는 수치영상의 자동매칭을 통하여 DEM을 생성하는 경우, 셋째 위의 두 DEM의 장점을 결합한 형태로서 건물의 높이를 자동매칭에 의한 DEM에서 추출한 후 이를 등고선에 의



그림 4. 제 1 대상지역 (번호 27-14)

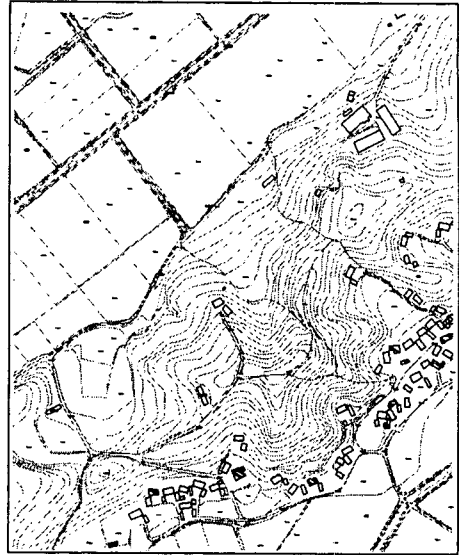


그림 6. 제 1 대상지역의 수치지형도



그림 5. 제 2 대상지역 (번호 28-14)

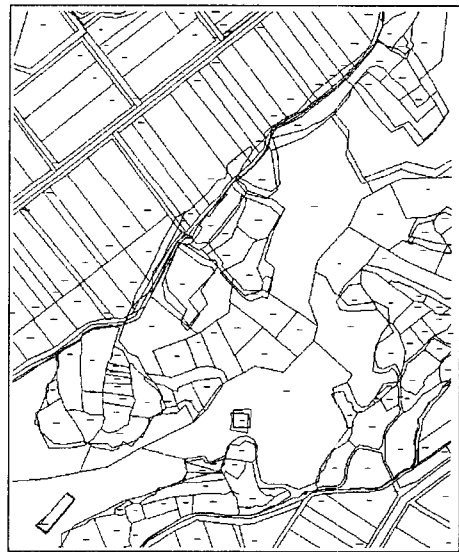


그림 7. 제 1 대상지역의 수치지적도

한 DEM에 합성하는 방법 등을 적용하였다.

2.3.1 등고선을 이용한 DEM 생성

1m의 등고선 간격을 갖는 1:1000 수치지형도로부터 DEM을 생성하기 위해 등고선 및 표고점 레이어를 추출하고, 이로부터 인터그래프의 MGE(Modular GIS Environment) 상에서 TIN을 구성한 후 0.25 m 간격의

격자 DEM을 생성하였다. 그 결과를 그림 9에 나타냈다.

2.3.2 자동매칭에 의한 DEM 생성

인터그래프 ImageStation의 수치사진측량 소프트웨어 중 ISMT(ImageStation Match-T)를 이용하여 자동매칭 방법을 이용한 DEM을 생성하였다.

ISMT 모듈은 영상 피라미드 방법을 통해 DEM을 추출하기 때문에 반드시 초기에 영상의 피라미드를 생성해

주어야 한다. 영상의 해상력을 2의 멱수로 순차적으로 감소시킨 영상피라미드를 구성하고, 중요한 특징만이 남게 되는 피라미드 상부의 영상에서 각각의 화소에 대해 매칭을 실시한 다음, 각각의 전 단계로 거슬러 가며 각 단계에서 영상매칭결과를 세부적으로 확인함으로써 원래의 영상에서의 결과를 취하는 방법이다. 각 피라미드에서의 매칭에는 상관계수법이 이용된다.⁹⁾

본 실험에서는 영상피라미드의 수를 7단계로 설정하였으며, 공액점 추출을 위한 탐색창의 크기를 5×5로 하였고, 매칭의 허용 상관계수를 0.75로 하였다. ISMT에 의해 추출된 DEM은 DGN 파일 형식으로 저장되는데, 이를 MGE에서 TIN으로 형성한 후 격자 DEM을 생성하였으며, 그 결과는 그림 10과 같다. 생성된 DEM이 그림 9의 등고선 보간 DEM과 유사한 형태임을 볼 수 있다.

2.3.3 합성 DEM 생성

일반적으로 자동매칭에 의한 DEM 보다는 등고선을 이용한 DEM이 더 정확하다고 알려져 있다. 그러나 수치지형도에는 건물의 높이 정보가 없기 때문에 이로부터 생성한 DEM으로는 건물에 대한 정사보정이 불가능하다.

반면 자동매칭 DEM은 상대적으로 건물에 대한 표고 정보를 잘 표현한다고 할 수 있다. 그러나 보통 매칭은 모든 화소에 대하여 수행하기보다는 2화소 이상의 간격으로¹⁰⁾ 실시한 후 보간법에 의하여 DEM을 제작하므로, 건물 등과 같이 높이가 갑작스럽게 변화하는 곳에서는 왜곡되는 현상이 나타나는 문제가 있다.

본 연구에서는 위의 DEM의 장점만을 결합한 DEM을 생성하고자 하였다. 합성 DEM을 생성하는 과정은 먼저 수치지형도로부터 건물 레이어를 분리한 후, 각각의 건

물 내부에 해당하는 표고 값을 자동매칭의 DEM으로부터 추출한다. 이때, 대상지역의 건물이 대부분 소규모 주택임을 감안하고, 앞서 언급한 보간에 의한 왜곡을 고려하여 건물 내부 표고의 최대값을 해당 건물의 표고로 간주하였다. 이로부터 등고선 보간 DEM의 동일 건물 지역의 표고값을 이 최대값으로 대체한다.

구체적인 방법을 살펴보면, 수치지형도로부터 건물에 해당하는 레이어를 선택하여 DXF 포맷으로 변환한 후, 이로부터 각 건물 폴리곤의 형상점을 추출하였다. 이때, 건물 폴리곤은 고유번호와 형상점으로 구성되는 테이블에 저장되는데 그 형식은 표 2와 같다.

자동매칭 DEM에서 폴리곤 내부점의 검색시간을 단축시키기 위해 각 건물 폴리곤에 대해 형상점 좌표의 최대, 최소 범위에 해당하는 x, y 좌표를 계산하여 검색영역을 설정하였다. 검색영역의 모든 DEM에 대하여 폴리곤 내부의 존재 여부에 대한 검사를 하여 내부점을 추출한다. 폴리곤 내부의 존재 여부에 대한 알고리즘은 그림 8과 같이 구성하였다. 이때 count 개수가 짝수이면 폴리곤 외부점, 홀수이면 내부점이 된다.

각 폴리곤 내부 표고의 최대값을 계산한 후, 각 내부점과 동일한 지상좌표를 갖는 표고점을 등고선 보간 DEM에서 검색하여 이 최대값으로 치환함으로써 합성 DEM을 생성하였다. 이와 같은 과정을 거쳐 생성된 대상 지역 1, 2의 합성 DEM이 그림 11이다.

2.4 수치정사사진의 평가

세 가지 방법으로 생성된 각각의 DEM을 이용하여

표 2. 건물 폴리곤의 형상 테이블 구성

폴리곤 번호		형상점 좌표
1	X	x11, x12, x13,...
	Y	y11, y12, y13,...
2	X	x21, x22, x23,...
	Y	y21, y22, y23,...
3	X	x31, x32, x33,...
	Y	y31, y32, y33,...
⋮	X	⋮
	Y	⋮
n	X	xn1, xn2, xn3,...
	Y	yn1, yn2, yn3,...

```

:
for(i=1; i<=n; I++)
{
/* 다각형을 이루는 선분 Li에 대해 */
/* Li는 (Pi1, Pi1)와 (Pi2, Pi2)를 연결한 선분 */

if(선분교차검사함수(Li, 연장선) > 0) count++;

/* 선분교차검사함수는 선분이 교차할 경우는 1,
한선분의 끝점이 다른 선분과 만날 경우는 0,
만나지 않을 경우는 -1을 반환하도록 작성한다 */

if(선분교차검사함수(Li, 연장선) == 0 그리고 y좌표==min(Pi1, Pi2)
그리고 Pi1과 Pi2이 같지 않다) count++;
}
:

```

그림 8. 폴리곤 내부 및 외부의 판별 알고리즘

PCI의 OrthoEngine을 통해 대상지역의 수치정사사진을 제작하였다.

제작된 수치정사사진의 비교 평가를 위하여 수치정사 사진에 1:1,000 수치지형도를 중첩한 후, 농경지, 임야, 주거지를 대상으로 각각 평가하였다. 합성 DEM에 있어서는 건물의 정사보정의 향상을 목적으로 하였으므로 주



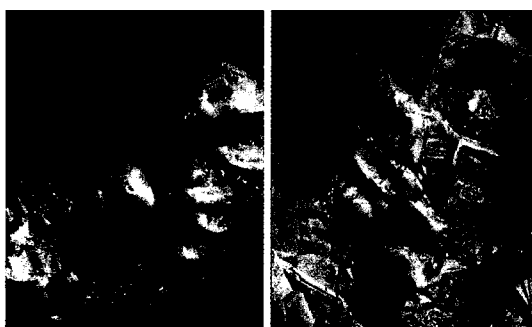
(가) 제 1 대상지역 (나) 제 2 대상지역

그림 9. 등고선을 이용한 DEM



(가) 제 1 대상지역 (나) 제 2 대상지역

그림 10. 자동매칭에 의한 DEM



(가) 제 1 대상지역 (나) 제 2 대상지역

그림 11. 합성 DEM

거지역에 대해서만 평가하기로 한다.

2.4.1 농경지

농경지는 대부분 완경사 지역으로 기복변위가 거의 발생하지 않기 때문에, 등고선을 이용한 DEM으로 제작한 수치정사사진과 자동매칭으로 생성한 DEM에 의한 수치정사사진 사이에 발생하는 차이는 미약하나, 그림 12, 13의 비교를 통해 살펴보면 자동매칭에 의한 수치정사사진이 좀 더 좋은 결과를 나타내고 있음을 알 수 있다.

이것은 그림 9, 10의 DEM 영상에서 농경지 부분의 형상 비교를 통해서 원인을 예측할 수 있다. 즉, 수치지형도에서는 평탄지에 가까운 농경지 부근에 자세한 등고선이 없어 일부 표고점에 의한 보간이 이루어진 반면, 자동매칭 방법에서는 항공사진에서 농경지의 패턴이 명확하여 매칭 정확도가 우수하게 결정됨으로써 보다 높은 정확도의 DEM 생성이 가능하였기 때문으로 판단된다.

2.4.2 임야

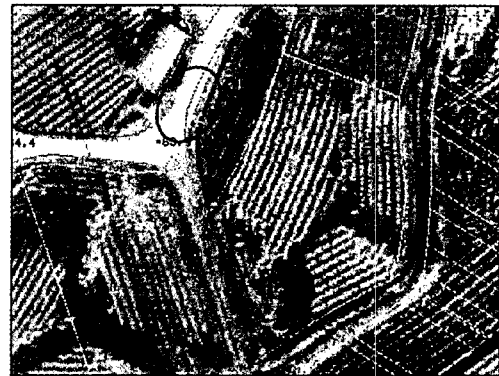


그림 12. 등고선 DEM 이용(농경지)



그림 13. 자동매칭 DEM 이용(농경지)



그림 14. 등고선 DEM 이용(주거지)



그림 15. 자동매칭 DEM 이용(주거지)

임야의 경우 계절적 영향으로 항공사진 상의 색조가 전반적으로 어두워 수치지형도의 등고선 중첩에 의한 수치정사사진의 비교가 어려웠다. 대신, 생성된 DEM의 임야지역 비교로(그림 9, 10) 그 결과를 예측할 수 있다. 자동매칭에 의한 DEM 생성에서 임야지역은 어두운 색조로 인하여 매칭 실패 또는 잘못된 계산이 발생하였음을 알 수 있으며, 따라서 등고선의 보간에 의해 생성된 DEM을 이용한 수치정사영상이 더 높은 정확도를 가질 것이다.

2.4.3 주거지

수치지형도에는 주거지의 건물에 대한 높이 정보가 수록되어 있지 않기 때문에 건물에 대한 정사보정을 할 수 없는 반면, 자동매칭에 의해 추출된 DEM은 매칭의 정확도는 높지 않지만 건물의 표고를 추출하는 것이 가능하므로 건물의 정사보정이 가능하고 결국 주거지역에 있어서는 자동매칭에 의한 DEM을 사용하여 제작한 수치정사영상이 더 높은 정확도를 갖게 된다. 이것은 그림 14, 15의 비교를 통해서 확인할 수 있다.

한편, 비록 자동매칭을 이용한 경우가 건물 지역에 있어 좀 더 높은 정확도를 갖는 것은 사실이지만, 건물에 대한 정확한 정사보정은 이루어지지 못했다. 이러한 결과는 자동매칭에 의한 DEM 추출 알고리즘이 급격한 고



그림 16. 자동매칭 DEM 이용(건물)

도가 발생하는 건물 등에 대한 매칭을 고려하지 않고, 오히려 제거해야할 장애물로 생각하고 고안되었기 때문이다.

합성 DEM에 의한 수치정사사진은 자동매칭 DEM의 경우에서 발생하는 건물 선형의 왜곡의 보정이 가능하다. 그림 16, 17의 (a) 및 (b)를 살펴볼 때, 합성 DEM을 이용해 생성한 수치정사사진이 자동매칭 DEM을 이용했을 경우에 비해 수치지형도와 더 잘 부합하는 것을 확인할 수 있다. 그러나 일부 건물의 지붕과 측면의 밝기 값이 이중매핑(double mapping)되어 나타나는 현상을 발견할 수 있었다.(그림 18) 이에 대한 대안으로 최근 유

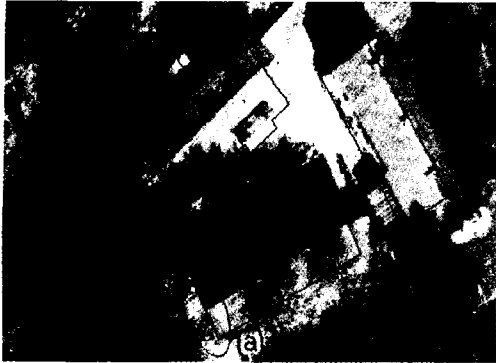
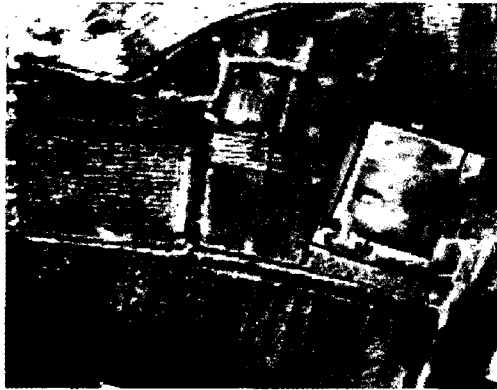


그림 17. 합성 DEM 이용(건물)



18. 합성 DEM에 의한 이중매핑 현상

환희 등(1999)⁷⁾에 의해 폐색영역 설정을 통한 공백처리가 제시되었으나, 기복변위에 의해 가려진 부분에 대한 완벽한 영상복구는 할 수 없으므로 이것은 정사사진 제작의 한계로 보아야 할 것이다.

3. 지적분야에서 수치정사사진의 활용방안

본 연구에서는 수치지적도와 수치정사사진의 중첩함으로써 지적분야에서 수치정사사진을 활용할 수 있는 방안을 수치지적의 경계선 편집, 지적재조사, 건축물의 현황 관리, 그리고 필지의 토지이용 상황파악 등의 관점에서 살펴보았다.

3.1 수치지적도의 경계선 편집

기존의 도해적인 지적도면은 시가지 및 농촌지역, 임야의 구분에 따라 지적도와 임야도로 구분되어 관리되며, 축척도 1/600, 1/1200, 1/2400, 1/3000, 1/6000 등

으로 다양하다. 또한 1976년 이후 새로이 수치지적이 시행된 지역은 1/500, 1/1000 등의 미터법 축척으로 제작되고 있다.

지적도면을 전산화하여 연속된 지적도로 접합하는 과정에 있어서 도면의 신축에 의한 인접도판 간의 경계 불일치 현상이 나타나고 있으며, 이를 해결하기 위한 오차 보정 방법이 연구되고 있다. 그러나 이 뿐만이 아니라 축척이 달라지는 경계 부근에서는 서로 다른 축척의 정확도 차이로 인한 경계의 불일치 및 중복 현상이 나타나고 있으며, 지번설정지역이 달라지는 경계 부근에서도 경계의 불일치 현상이 나타난다.

이러한 도판경계의 불일치 및 이중경계로 표시되는 도형정보는 토지정보시스템의 운영상 중요한 문제점으로 나타나고 있으며, 어떠한 경계를 기준으로 하여야 편집하여야 할지 판단하기가 어렵다.

물론 새로운 실측에 의한 수정이 정확하겠지만 시간과 비용이 많이 소요되는 문제점이 있으며, GIS 소프트웨어를 이용한 자동접합의 경우 이중경계로 인한 가상 필지가 생성될 수도 있고, 다른 자료의 비교 검토 없이 강제 접합을 실시하므로 현지와 부합되지 않는 문제점을 발생시킬 수 있다.

반면 수치정사사진을 이용할 경우, 현지측량과 비슷한 효과를 나타내면서도 경비가 상대적으로 적게 들기 때문에 경계선 편집에 효율적으로 이용될 수 있다. 즉, 수치정사사진에 수치지적도를 중첩하여 CRT 화면상에서 대조함으로써 사진에 나타난 필지 경계를 기준으로 불일치하는 경계를 편집할 수 있다.

실제로 시범적으로 지적전산화 사업이 완료된 본 연구 대상지역에서도 앞의 그림 7에서 볼 수 있는 바와 같이 경계 중복현상이 나타나고 있었다. 이러한 문제를 CRT 화면상에서 지번과 정사사진에 나타난 지적경계를 고려하여 경계를 편집한 결과는 그림 19와 같다.

3.2 지적재조사 필요 지역의 추출

주거지역의 경우, 필지 경계에 건물이 걸쳐 있는 지역을 수치정사사진과 지적도를 중첩함으로써 파악할 수 있다. 이러한 지역은 종종 소유권 분쟁이 발생할 수 있는 지역으로, 수치정사사진을 이용하여 이들을 관리함으로써 분쟁에 대해 신속하게 대처할 수 있다. 그리고 이들 지역에 대해 지적재조사를 실시하여 지적도를 갱신하거나 수정하여 지적의 신뢰도를 높일 수 있다.

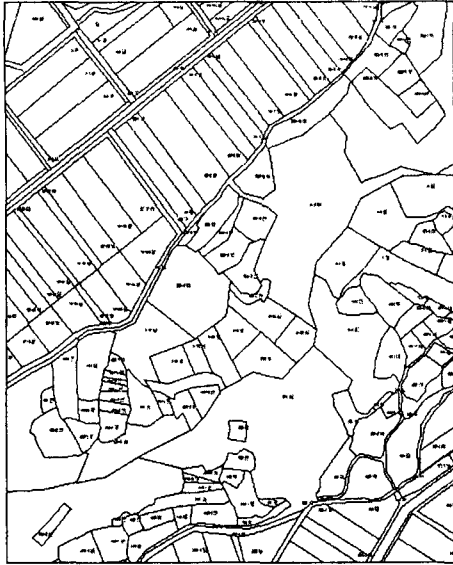


그림 19. 제 1 대상지역의 경계선편집 지적도



그림 20. 필지 경계와 건물이 교차하는 경우

그림 20은 편집과정을 거친 수치지적도와 수치정사사진을 함께 나타낸 것으로서 (a)와 (b)는 2개 이상의 필지와 접하고 있다. 비록 걸쳐 있는 여러 필지의 소유주가 동일인일 가능성이 있을 수도 있지만, 재산권 분쟁의 여지가 있는 모든 지역에 대한 검토가 필요하다는 관점에서는 수치정사사진을 이용하여 이러한 지역을 추출하는 것도 의미가 있다.

3.3 건축물의 현황관리

지적도 상에 대지라고 기록된 필지에 실제로 건물이



그림 21. 건축물 현황관리에의 활용

존재하는지의 여부는 현지 답사를 수행하거나 1:1000 등의 대축척 지형도를 참고해야 알 수 있다. 제작된 수치정사사진에는 인공지물의 세세한 부분까지 정성적으로 판독이 가능하며, 수치지적도와 중첩 활용하면 대지 이외의 지목을 갖는 필지에서의 불법 건축물의 파악이 가능하기 때문에, 지적과 관련된 건축물의 현황관리에 충분히 활용할 수 있다.

그림 21의 (a)지역은 지목이 전(田)이지만 인공구조물이 건축되어 있는 것을 볼 수 있다. 비록 이것이 주거용 건축물은 아니라 할지라도 불법 건물 여부에 대한 조사를 가능하게 하는 역할을 할 수 있다. 한편 (b)와 같은 경우는 지목이 대지로 기록되어 있으나 실제로 건축물은 존재하지 않는다. 이렇게 수치정사영상을 활용함으로써 주거지역 및 준주거지역에 대한 건축물 현황관리가 가능하다.

3.4 농경지 및 임야의 토지이용 상황 파악

전, 답, 임야와 같은 지목을 갖는 필지의 경우, 실제 토지이용에 있어 상당한 변화를 보이고 있다. 그런데 이러한 토지이용 상태를 지적도면에서는 파악하는 것이 불가능하므로 그 수단으로 수치정사사진이 제시될 수 있다.

또한 임야의 경우에 있어서는 지적법 상 수림지, 죽림지, 암석지, 자갈땅, 모래땅, 습지, 황무지, 간석지 등 다양한 토지이용을 포함하는 지목으로서, 수치정사사진을 활용하면 보다 구체적인 토지이용의 정보를 알 수 있다.

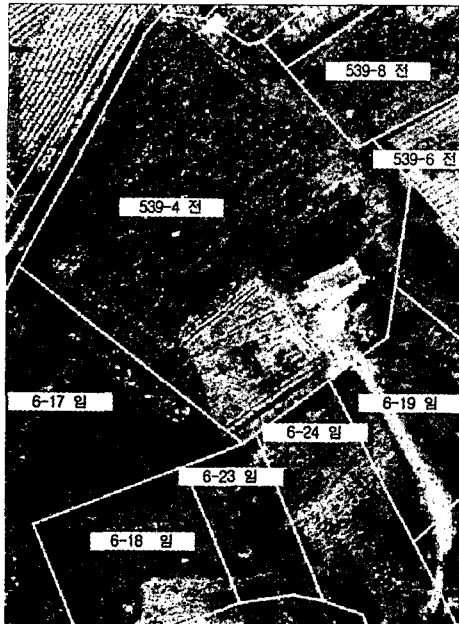


그림 22. 농경지 및 임야의 토지이용 상황

이와 같이 수치정사사진은 지적도에서 미처 나타내지 못하는 토지이용 상황을 파악하는 것이 가능하기 때문에 GIS/LIS에 활용가능성이 높은 래스터 자료라 할 수 있다.

그림 22에서 지번 539-8과 539-6의 지목은 전(田)으로 동일하나 실제의 토지이용은 서로 상이함을 알 수 있으며, '539-4 전'과 '6-17 임'은 지목은 서로 다르나 토지 이용이 거의 비슷함을 볼 수 있고, '6-24 임'은 전으로 지목을 판독할 수 있을 정도이다. 이와 같이 임야와 전의 토지이용은 명목상의 토지이용을 넘나들고 있어 지목만 가지고는 그 필지의 실제 토지이용을 정확히 파악할 수 없지만, 수치정사사진을 연계하여 병행했을 경우에는 쉽게 토지이용정보의 추출이 가능하다.

4. 결 론

본 연구에서는 최근 관심의 대상이 되고 있는 항공사진을 이용한 수치정사사진에 대하여 지적분야에서의 활용방안을 모색하였으며, 다음과 같은 활용방안을 제시할 수 있었다.

1. 지적전산화 과정에서는 도면의 신축 및 서로 다른 축척의 도면접합 등에 의하여 경계가 불일치하거나 이중으로 경계가 표시되는 문제가 발생한다. 수치정사사진과

수치지적도를 중첩시켜 편집해본 결과, 이러한 문제지역의 경계 조정에 수치정사사진을 효율적으로 활용할 수 있음을 알 수 있었다.

2. 필지 경계선에 건물이 걸쳐 있어 소유권 문제의 여지가 있는 지역을 추출할 수 있었으며, 이를 통하여 지적재조사 필요성이 제기될 수 있는 지역의 예측이 가능하였다.

3. 주거지역에 대하여 수치정사사진과 지적도를 중첩함으로써 지적과 관련된 건축물의 현황관리에 효율적으로 이용할 수 있음을 입증하였다.

4. 수치정사사진을 활용함으로써 각 필지의 토지이용 상태를 쉽게 확인할 수 있어 지적도 상에 나타난 지목의 적합성 및 구체적인 토지이용 상황을 판단할 수 있었으며, 필지의 위치에 대한 인식률을 높이는 데도 기여할 것이다.

한편으로 수치정사사진은 지적분야뿐만 아니라 GIS의 모든 활용분야에 광범위하게 이용될 수 있으므로 전국에 대한 수치정사사진의 데이터베이스화가 필요할 것이다. 이를 위하여 각 목적 또는 대상에 적합한 항공사진의 축척 및 스캐닝 밀도에 대한 연구와, 아울러 고해상도 위성영상을 이용하는 방안 등에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

끝으로, 본 연구에서는 생성된 수치정사사진의 정확도 검증에 있어서 벡터 자료와의 중첩을 통한 시각적 방법을 활용하였지만 향후 보다 체계적인 검증방법에 대한 연구도 필요할 것이다.

감사의 글

본 논문은 행정자치부 지적과의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Konecny, G., "Methods and Possibilities for Digital Differential Rectification", PE & RS, Vol. 45, No. 6, 1979, 727-734.
2. 윤종성, "PC와 저가의 Scanner를 이용한 정사투영사진 제작에 대한 연구", 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1991.
3. 안철호, 연상호, 박병욱, 이병길, "인공위성 데이터를 이용한 정사투영사진 제작에 관한 연구", 한국측지학회

- 지, 제10권 제1호, 1992, 1-7.
4. 유복모, 손덕재, 박정남, 정수, “SPOT 위성의 수치영상 자료를 이용한 정사투영사진지도의 제작에 관한 연구”, 한국지형공간정보학회논문집, 제1권 제2호, 1993, 83-96.
 5. 조재호, 윤종성, “수치사진측량 기법을 이용한 항공사진의 정사투영사진 지도 생성에 관한 연구”, 한국측지학회지, 제16권 제2호, 1998, 203-211.
 6. 박운용, 이기부, 정성모, 이인수, “DTM의 정확도 향상에 의한 정밀 수치정사사진 생성”, 한국측지학회지, 제16권 제2호, 1998, 243-250.
 7. 유환희, 송영선, 성재열, “대축척 정사투영영상 생성을 위한 건물폐색보정”, 대한토목학회논문집, 제19권 제 III-2호, 1999, 305-312.
 8. 강영욱, “서울시 수치정사사진 제작 및 활용방안 연구”, 서울시정개발연구원, 1998.
 9. 이재기, 조재호, “수치사진측량을 위한 영상정합의 허용상관계수 결정에 관한 연구”, 한국지형공간정보학회논문집, 제5권 제2호, 1997, 99-110.
 10. 박병욱, “SPOT 위성 데이터를 이용한 수치표고모델 생성에 관한 연구”, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 1991.