

항공사진을 이용한 수치지적도의 수정 및 갱신 Update and Revision of Cadastral Map Using Aerial Photos

강인준* · 최 현** · 홍순현*** · 박동성****

Kang, In Joon · Choi, Hyun · Hong, Soon Heun · Park, Dong Sung

요 旨

최근 지형공간정보체계의 자료구조 및 형태가 다양하고 복잡함에 따라서 자료의 효율적인 수집과 처리방법에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 이와 관련되는 공간정보 관리분야에서 수치지도와 수치정사사진이 이용되고 있다. 그러나, 국가 주도로 시행하고 있는 NGIS구축에서 수치지도와 수치지적도의 자료불일치로 효율적인 자료 구축이 되지 않고 있다. 또한 이러한 문제뿐만 아니라 앞으로 발생할 수 있는 지적 불일치 문제에 대한 연구 및 수치지적도 갱신에 대한 체계적인 연구가 거의 이루어지고 있지 않는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 항공사진으로 수치정사사진을 제작하여 도심지의 변화분석을 실시한 후 비교적 도심지 변화가 많은 지역을 선정하여 전산화 사업으로 구축되어진 수치지적도와 수치지도 및 수치정사사진을 중첩하여 지적도의 수정 및 갱신방안과 적용가능성에 대하여 연구하였다.

ABSTRACT

Recently, structure and type of GIS data is various and complicated. Therefore, there is a research on efficient data collecting and processing method. Digital maps and orthophotos are needed for efficient usage in the field of GIS. Digital maps which are one of the part of NGIS and digital cadastral maps are different, and data construction isn't performed. Furthermore, there are no research on the improvement of difference between digital maps and cadastral maps. In this paper, manufactured digital orthophotos using aerial photos are used for change detection in a central area of a town. Selecting a town which has various changes, and digital maps and cadastral maps overlap each other, and analyze them for correction, renovation and possible application.

1. 서 론

국가지리정보체계(NGIS)의 구축을 위해서 본격적인 수치지도의 구축이 활발하게 이루어지고 있다. 위성영상이나 수치정사사진과 같은 영상자료의 활용은 벡터기반의 수치지도의 제작과 갱신에 효율적이다. 최근 지형공간정보체계의 자료구조와 자료형태가 더욱 다양하고 복잡함에 따라서 자료수집과 처리방법에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 이와 관련되는 공간정보 관리분야에서 수치지도와 수치정사사진의 이용이 필수적이다. 수치정사사진(digital orthophoto)이란 중심투영에 의해 제작된 사진에서 기복변위를 통하여 지도처럼 정사투영의 특성을 가

지도록 제작한 수치항공사진이나 위성영상을 말한다.¹⁾ 최근의 해석도화기는 그 결과를 벡터자료를 컴퓨터에 직접 저장하기 때문에 GIS자료로 쉽게 활용할 수 있어 앞으로 지형정보의 대표적 입력수단으로 활용되어오고 있다. 공공기관에서는 이용목적에 따라 항공사진을 주기적으로 수집하는데 촬영되는 항공사진에 대해서 효율적 관리가 이루어지지 못하고 있으며, 특히 국가 주도로 시행하고 있는 NGIS구축에서의 수치지도와 수치지적도의 자료불일치로 인한 효율적인 자료구축이 이루어지지 않는 문제가 발생하였다.²⁾ 이러한 문제의 해결을 위해서 토지정보체계와 기타 정보체계간의 자료의 공동활용을 위한 모형을 제시한 연구가 수행되었다.³⁾ 다른 연구로는 항공사진 영상 자료구축시 가장 큰 오차요인의 자동등록기의 정확도검증을 위한 방법 및 처리과정이 있다.⁴⁾ 그러나, 아직까지는 항공사진을 이용한 지적도의 수정 및 갱신에 관한 연구가 미비한 것이 현실인데, 항공사진을 이용한다

*부산대학교 공과대학 토목공학과 교수

**부산대학교 공과대학 토목공학과 박사과정

***밀양대학교 이공학부 토목공학과 조교수

****부산광역시 연제구청 지적과

면 지적도면에 기재되지 못한 건축물에 대한 관리 및 등록에 효율적으로 이용될 것으로 판단된다. 또한 지적 전산화 사업은 많은 인력과 예산, 기간 등이 소요되기 때문에 효과적이고 경제적인 방안을 찾아야하는데 적절한 대처방안이 없는 것이 현실이다. 따라서, 본 연구는 도심지를 중심으로 구축된 수치지적도를 활용하여, 수치지도와 자료 불일치 및 경계의 불부합에 따른 문제를 항공사진을 이용한 수치지적도의 갱신방안과 수정방안을 제시하고자한다. 또한 수치정사사진과 수치지적도를 중첩하여 지적 전산화 과정에서 발생하는 경계 불일치 및 이중경계 문제해결에 항공사진의 적용가능성을 건물 및 도로 등의 갱신에 대하여 연구하고자 한다.

2. 정사사진

2.1 연구내용

지적도는 우리나라에서 가장 대축척의 공도(公圖)라는 특성을 지니고 있어 국토의 효율적인 관리를 위해 기여하는 바가 크다고 할 수 있으며, 택지개발, 주택건설 등 공공계획 수행에 있어서 필수적인 기본적 자료이며, 필요한 용지의 확보나 비경제적인 토지의 세분화의 방지 또는 지역적인 토지투기의 예방을 위한 각종 토지구제업무에 이를 이용한다. 특히 도시계획에 있어서 지적도의 활용은 중요한 요소중의 하나이다. 지적도를 근거로 하여 건축물의 현황이나 등고선 같은 자료를 추가하여 각종 지적고시용 도면으로 사용되어 공공계획의 수립에 중요한 정보로 제공된다. 이런 기능을 수행하는 지적정보는 크게 대장을 기초한 속성정보와 도면을 기본으로 하는 도형정보를 구분할 수 있다. 현재 종합 토지 정보시스템구축을 위해 추진되고 있는 토지전산화와 기존지적도면의 수치화 및 새로운 조사측량으로 작성되는 지적도의 활용은 전산입력에 치우쳐있다. 그리고, 항공사진에서 제작되어진 수치정사투영사진을 제작하여 지적전산화의 갱신과 수치지적도에 활용할 수 있는 수치정사사진의 활용방안이 미비한 실정이다. 본 연구는 크게 3단계과정으로 나누어지는데 먼저 연구대상지역인 부산광역시에 있는 일부지역에 대하여 1:6,000축척의 항공사진을 1993년, 1995년, 2000년의 한 쌍의 입체 사진으로 수치정사사진을 구축한다. 주거지역에 대한 필지 경계에 건물이 걸쳐있는 지역을 수치정사사진과 지적도를 중첩함으로써 수치지적도를 갱신한다. 그리고, 수치 지도의 중첩을 통

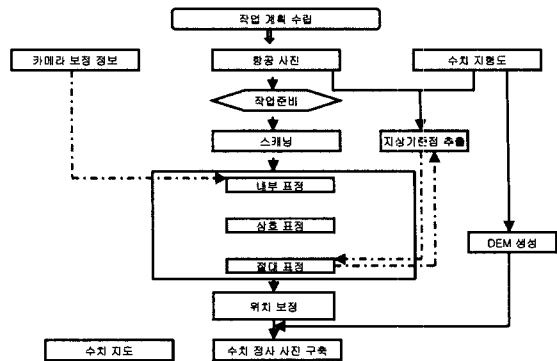


그림 1. 수치정사사진 생성

하여 수치정사사진의 오차에 따른 고려하였다(그림 1).

2.2 수치정사사진

지도는 정사투영인데 비해 사진은 렌즈의 중심을 통한 중심투영으로 투영의 중심점에서는 정사사진의 형태를 가지지만, 중심에서 멀어질수록 외곽으로 지형지물의 상이 높게 된다. 그리고 지형의 기복이 있는 경우 기복에 따라 이미지의 차이가 나타나는데 이것을 편위라 한다. 이렇게 항공사진상에 나타나는 편위를 제거함으로써, 사진상에 나타나는 상이 일반지도에서 보는 것처럼 사진상의 모든 점에서 축척이 일정하도록 만든 사진을 정사사진이라 한다. 이 사진을 컴퓨터에서 사용이 가능한 데이터로 만든 것을 수치정사사진이라고 한다. 사진 촬영시의 카메라 초점거리는 152.85 mm이며 구경 40 mm의 광각렌즈를 장착되어진 Wild RC30 사진기로 촬영된 사진을 이용하였다. 수치정사사진은 정확한 영상 스캐너로 항공사진을 스캐닝하고, 스캐닝한 영상의 변위 및 왜곡을 제거하여 생성하였다.

수치정사사진을 제작하기 위해서는 촬영된 항공사진을 스캐너를 통해서 수치화하는 작업이 필요하며 양화 사진을 직접 이용한다. 그리고, 항공사진의 스캐닝 해상도의 결정을 위해서는 자료의 이용특성을 분석해야 하는데 본 연구에서는 도심지의 건물변화 분석이기 때문에 상당히 고밀도의 스캐닝이 필요하다. 지상기준점선정은 1:1,000 수치지도를 이용하였다. 국립지리원 수치지도 제작규정에 따르면 1:1,000 수치지도의 평면위치오차는 0.20 m 이 내이다. 일반적으로 원판의 해상도를 큰 배율의 수치정사사진을 구하려면 확대 비율에 대략 240을 곱해서 스캐닝을 한다. 예를 들어 1:6,000항공사진을 1:1,000의 해상

도를 가지려고 하면 사진확대율이 6배이므로 6×240 =1,440 dpi이다.⁸⁾ 그러나, 1:1000수치지도는 ±0.20 m의 오차를 포함하고 있기 때문에 1440 dpi까지 고밀도 스캐닝을 할 필요가 없다.

$$R = \frac{l}{\text{dpi}} \times m \quad (2-1)$$

여기서, R : 지상해상도, l : 1 inch = 0.0254 m, dpi : 해상도, m : 축척의 분모수

식 (2-1)은 스캐닝과 사진축척에 따른 해상도(dpi)단위의 관계식이다. 항공사진의 축척은 1:6,000이므로 정확한 지상해상도의 선정을 위해서는 800 dpi로 스캐닝을 실시하면 지상해상도는 약 0.19 m가 되므로 1:1,000수치지도에 허용오차 범위 내에 들어감을 알 수가 있다. 따라서 본 연구에서는 800 dpi 고밀도로 스캐닝 하였다. 기계적 외부표정은 입체시를 위한 상호표정 및 지상좌표계와 연결을 위한 절대표정으로 이루어지는데 수치적인 외부표정은 각 항공사진의 촬영당시 카메라의 절대위치 및 자세를 모델링함으로써 이루어진다. 이 과정에는 X, Y, Z 값을 아는 지상기준점이 필요하며 공선조건식을 이용한 번들조정법에 의하여 모델링을 실시하였다. 공선조건식에 의한 광속조정법은 사진을 단위로 하여 조정하며, 사진기의 위치를 나타내는 6개의 외부표정요소와 대상점의 3차원 좌표를 결정한다. 공선조건식의 해석은 최소제곱법을 이용하여 관측방정식과 정규방정식 및 축약방정식을 구성하며, 조정에 이용된 모든 사진의 외부표정요소와 미지의 지상좌표에 대하여 각각 분리하여 조정하는 방법과 동시에 조정하는 방법이 있다. 광속조정법의 기본개념인 공선조건식은 사진상의 상점과 투영중심 및 지상점이 하나의 직선상에 위치한다는 기하학적 조건이다. 스캐너를 이용하여 수치화된 수치영상과 대상공간과의

관계는 사진을 기본단위로 하고, 각 점의 사진좌표를 관측값으로 이용하여 이를 공선조건에 적용하는 광속조정법에 의하여 표현된다. 촬영된 사진좌표계(x, y, z)와 지상좌표계를 상공간으로 평행 이동한 지표면 평행좌표계(x', y', z')사이의 관계를 설명하는데 이용되는 회전변환은 지표면 평행좌표계의 x', y', z' 축에 대하여 회전행렬 R(x, φ, ω)만큼 순차적으로 회전하여 사진기의 경사에 대한 공선조건식은 식 (2-2)와 같다.⁹⁾

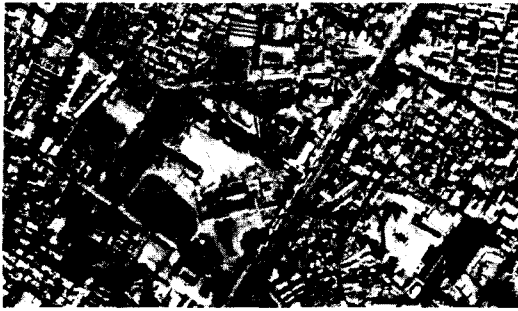
$$x_p = -f \frac{(X_p - X_o)m_{11} + (Y_p - Y_o)m_{12} + (Z_p - Z_o)m_{13}}{(X_p - X_o)m_{31} + (Y_p - Y_o)m_{32} + (Z_p - Z_o)m_{33}} \quad (2-2a)$$

$$y_p = -f \frac{(X_p - X_o)m_{21} + (Y_p - Y_o)m_{22} + (Z_p - Z_o)m_{23}}{(X_p - X_o)m_{31} + (Y_p - Y_o)m_{32} + (Z_p - Z_o)m_{33}} \quad (2-2b)$$

카메라 보정계수와 항공사진 스캔영상을 이용하여 내부표정을 수행하였으며, 지상기준점 및 tie point를 이용하여 외부표정을 실시하였다. 표 1은 항공사진별 절대표정수행에 따른 외부표정결과를 나타낸 것이다. 정사사진을 제작하기 위해서는 대상지역의 항공사진, 수치지도 및 지상기준점에 대한 자료가 필요하다. 정사영상의 생성에는 카메라에 대한 정보 없이 지상기준점과 영상 관계만을 고려하는 고차다항식을 이용한 방법과 기존의 영상의 밝기값을 이용한 수치편위수정법이 있다. 본 연구에서는 수치편위수정법에 의한 방법을 이용하였는데 이 방법은 DEM 각각의 픽셀에 지상좌표를 공선조건에 대입한 후 원래 영상좌표로 변환하여 해당하는 원래영상좌표주위에 있는 픽셀을 내삽법을 이용하여 영상의 밝기값에 일치시키는 것이다. 항공사진의 지상기준점선정은 1:1,000 수치지도를 이용하였으며, Image Analyst를 이용하여 지상기준점을 선정하고, PCI Ortho-engine에서 정사사진을 생성

표 1. 항공사진별 절대표정수행에 따른 외부표정결과

년도	Photo ID	X _o (m)	Y _o (m)	Z _o (m)	ω	Φ	K
1993	931531	206893.825	186257.116	1284.730	1.7022	0.4414	-85.7872
	931532	207483.502	186380.524	1298.685	0.1310	0.3849	-87.3777
1995	952534	206464.442	186616.367	1187.198	-2.3654	1.7224	92.2982
	952535	207158.421	186644.729	1167.877	1.5989	-1.5031	89.4947
2000	002535	206589.062	186339.611	1091.983	-1.1045	0.3660	91.5205
	002536	207164.793	186316.080	1090.015	0.8152	0.9157	91.4315



(a) 1993



(b) 1995



(c) 2000

그림 2. 연구대상지역에 대한 정사사진

하였다. 그림 2는 PCI로 작성된 연구대상지역에 대한 연도별 정사사진이다.

3. 수치지적도 갱신

3.1 정사사진과 수치지도의 중첩

부산광역시청일대의 항공사진과 해당지역에 대한 수치지도를 정사사진과 중첩하여 위치정확도를 비교하였다. 이는 수치지도의 장점인 위치정확성, 제작과정에서 특별히 선택된 대상물만을 표현하는 높은 인지도와 영상데이터의 장점인 시간의 정확성과 해당 지역의 현황을 그대로 보여줄 수 있다. 벡터자료와 래스터 자료의

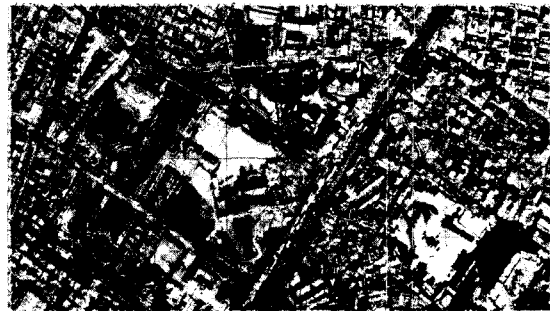


그림 3. 1:1,000수치지도와 1993년 촬영된 정사사진과의 중첩

두 장점을 고루 갖춘 혼합지도로서의 장점을 이용한다면 수치지도에서는 얻을 수 없는 도로의 형태, 시설물 관련 부호 등을 판별하는데 도움이 된다. 영상자료와 수치지도의 중첩은 영상 해상도와 수치지도의 단순화에 오는 정보를 비교하여 혼합지도로서 축척별 수치지도와 가장 적합한 영상자료의 해상도를 찾기 위한 방법의 하나이다. 그림 3은 1993년에 대한 1:1,000 수치지도와 정사사진의 중첩된 자료를 보여준다. 대상지역은 부산광역시 부산광역시청 중심부로서 구체적인 정보획득이 가능하며, 1:1,000 수치지도에서 나타내는 정보이상의 자료를 정사사진으로부터 정보를 추출할 수가 있다. 또한 연도별로 도심지의 경년변화에 따른 수치지도의 정보의 갱신이 가능하다.

3.2 수치정사사진과 1:1,000 수치지적도의 중첩

토지정보시스템을 구축하기 위해서는 행정구역별, 도엽별, 축척별로 분리 제작된 많은 도해지적도를 도곽선을 통하여 모두 연결하여 구축된 수치지적도와 수치정사사진을 중첩하여, 지적 분야에서 수치정사사진을 활용할 수 있는 방안을 제시한다. 또한, 수치정사사진을 이용한 도심지역의 수치지적도의 자료갱신이 가능하여야 한다. 그림 4는 수치지적도와 정사사진을 연도별로 중첩한 것이다.

기존의 도해지적도는 시가지, 농촌지, 산림지의 구분에 따라 지적도와 임야도가 구분되고, 1/600, 1/1,200, 1/2,400, 1/3,000, 1/6,000 등으로 축척이 다양하다. 또한 수치지적 시행지역에 있어서는 1/500, 1/1,000 등의 미터법의 축척이 추가되어 지적도축척은 5종류, 임야도 축척은 2종류로 구분되어 있다. 이렇게 다양한 도면축척의 지적도면을 수치화하여 연속된 지적도로 접합하는 과정에

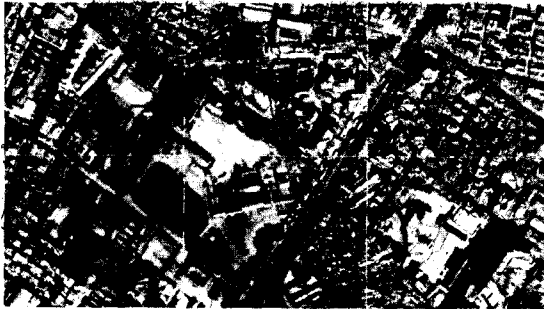
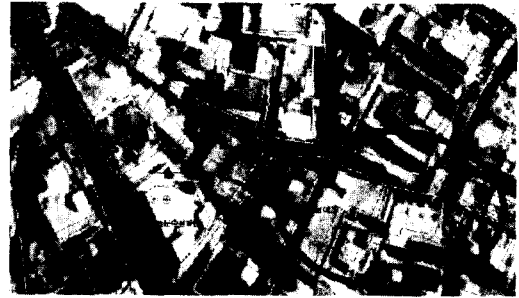


그림 4. 수치지적도와 1993년 수치정사사진의 중첩

서 독립적으로 관리된 수치파일을 동일축적으로 변환하여 화면에 표시할 때 지적도와 암야도 사이뿐만 아니라 행정경계에서도 도곽부근의 필지경계선이 일치하지 않는 경우가 많다. 이렇게 인접도면의 경계가 이중으로 표시될 경우 도형정보는 토지정보시스템의 운영상 중요한 문제점으로 나타나고 있다. 따라서 도면 불일치에 관한 문제는 경계를 편집하여 도형정보와 속성정보를 일치시키는 작업을 거쳐야 한다. 기존의 지적도면을 접합 처리하는 방법에는 수 작업에 의한 지적도면 접합, 컴퓨터에 의한 파일접합, GIS 작업에서의 파일접합, 실측에 의한 도곽접합 등을 들 수 있다. GIS에 의한 파일접합은 가상 필지가 생성될 수 있고, 다른 자료의 비교 검토 없이 강제접합을 실시하므로 현지와 부합되지 않는 문제점을 발생시킬 수 있는 반면에 한편 실측에 의한 도곽접합은 비교적 정확하나 시간과 비용이 많이 소모된다. 그런데 수치정사사진을 이용할 경우, 현지측량과 비교하였을 경우에는 정확도면에서는 많이 떨어지나, 대규모지역에서는 경비가 상대적으로 적게 들기 때문에 필지의 변동이나 경계선 편집에 효율적으로 이용될 수 있을 것이다. 수치정사사진을 지적도 좌표계와 동일화하여 모니터상에서 대조함으로써 사진에 나타난 필지 경계를 기준으로 불일치하는 경계를 편집할 수 있다. 또한 그림 5와 같이 수치지도와 수치지적도의 불일치로 인하여 수치지적도를 편집해야 하는 지역도 많이 발생하는데 이러한 지역은 차후 소유권 분쟁이 발생할 수 있는 지역으로, 수치정사사진과 현장측량으로 차후 분쟁에 대한 신속한 처리가 필요할 것이다.

그림 6은 1993년에 촬영한 수치정사사진과 수치지적도를 중첩한 것인데 수치지적도가 바르게 작성되었음을 알 수가 있었다. 그러나 그림 7의 2000년에서의 수치정



(a)



(b)

그림 5. 수치지도와 수치지적도의 좌표 불일치로 인한 오차



그림 6. 경계선 편집 이전의 수치지적도(1993년)

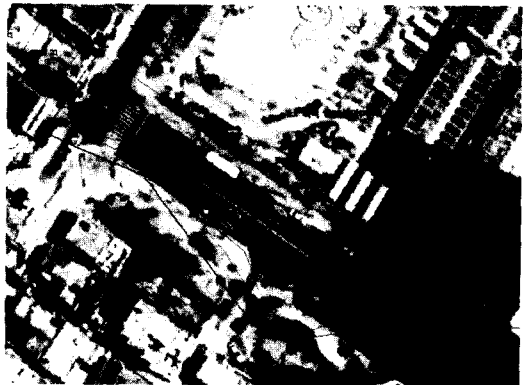


그림 7. 경계선 편집 이전의 수치지적도(2000년)



그림 8. 경계선 편집 이후의 수치지적도(2000년)



그림 9. 수치지적도의 재검토부분

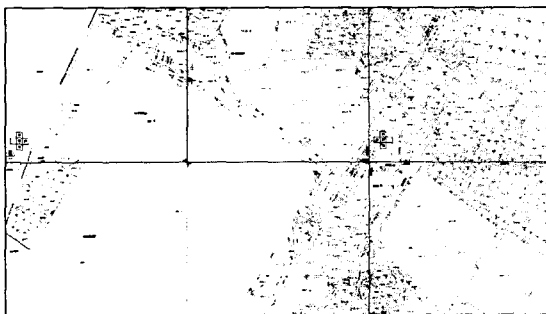


그림 10. 편집 수치지적도

사사진에서는 수치지적도가 도로와 주거지에 대한 경계 불일치를 나타내고 있다. 이러한 지역은 그림 8와 같이 경계선을 편집하여 주어야 한다. 그런데 그림 9에서와 같이 수치정사사진을 이용하더라도 도심지에서의 필지 경

계가 뚜렷하지 못하고 경계점에 대한 불일치지역이 발생하여 경계에 대한 수정 및 편집이 어려운 지역도 발생하게 되는데 이러한 지역에서는 현지측량에 의해 보완되어야 할 것이다. 그림 10은 연구대상지역에서의 편집수치지도를 나타낸 것이다. 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 있을 것으로 판단된다. 그리고 이들 지역에 대해 지적재조사를 실시하여 지적도를 갱신하거나 수정하여 지적의 신뢰도를 높일 수 있다. 그리고 본 연구에서는 수치정사사진 외에도 수치지형도와 지적도를 중첩함으로써 수치정사사진의 오차에 의한 과오의 가능성을 고려할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 수치지적도와 수치지도 및 수치정사사진을 중첩하여 지적도의 수정 및 갱신방안과 활용방안에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 수치정사사진을 이용하여 도심지를 중심으로 구축된 수치지적도를 활용하여, 수치지도와 자료 불일치 및 경계의 불부합에 따른 문제를 해결하여 수치지적도의 갱신방안과 수정방안을 제시하였다.

둘째, 수치정사사진, 수치지도, 수치지적도를 중첩한 결과 건축물의 경계 불일치를 수치정사사진과 수치지도를 중첩함으로써, 수치지도에 나타나지 않는 건물 및 도로 등의 갱신이 가능하였다.

셋째, 항공사진과 수치지도, 수치지적도를 중첩한 결과 지적공부상 지목과 현장지목의 비교분석이 가능하였으며, 지적공부의 지목을 현실에 맞게 지목변경 및 토지합병정리를 함으로써 지적공부 공신력 재고에 기여할 것으로 판단된다.

도심지 주거지역에 대한 수치정사사진생성은 정확한 정보정정이 이루어지지 못하는 한계가 발생하였다. 그러나 이러한 문제는 저고도 항공사진을 이용하여 정사사진을 생성한다면 연구에서 발생하는 문제점을 어느 정도 해결이 가능할 것으로 판단된다. 앞으로는 고해상도 위성영상을 이용한 지상자료분석 및 도심지 분석에 관한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 김계현, “수치지도 활용을 위한 영상데이터 구조 및 모델링에 관한 연구”, 한국전 산원, 1998.
2. 한국전산원, “지적도면 전산화 시범사업 최종 결과 보고서”, 행정자치부, 1997, pp. 1-2.
3. 유복모, 김갑진, “지형 및 지적자료의 통합체계 구축”, 한국측량학회지 논문집, 제18권, 제2호, 2000, pp. 143-155.
4. 이현직, 정 수, 이승호, “수치사진측량시스템 환경에서의 수치지도의 수정 및 갱신”, 한국측량학회지 논문집, 제17권, 제4호, 1999, pp. 359-372.
5. 국립지리원 홈페이지 <http://www.ngi.go.kr/>
6. 내무부, “지적도면전산화 시범사업 최종결과보고서”, 한국전산원, 1997.
7. 내무부 · 한국전산원, “종합토지정보시스템 구축방안”, 1993, pp. 353.
8. Manzer, G., “Digital Orthophoto Specification Guidelines. 1997 ACSM/ASPRS”, Annual Convention and Exposition Technical Papers, Seattle, Washington, April, Vol. 3, 1997, pp. 571-580.
9. 유복모, “디지털사진측량”, 문운당, 2001.
10. 정명훈, 윤홍식, 위광재, “수치 사진측량에 있어서 정합강도 측정에 의한 불량정합점제거에 관한 연구”, 한국측량학회지 논문집, 제18권, 제2호, 2000, pp. 191-198.
11. 정 수, 내부표정과 상호표정의 자동화에 관한 연구, 한국측지학회지, 제17권, 제2호, 1999, pp. 105-116.
12. Wolf, P.R., “Adjustment Computation, John Willey & Sopns INC”, 1997, pp. 35-48.
13. Wolf, P.R., “Elements of Photogrammetry with applications in GIS 3nd”, Mc Graw Hill, 2000.
14. 조재호, 윤종성, “수치사진측량 기법을 이용한 항공사진의 정사투영사진 지도 생성에 관한 연구”, 한국측지학회지, 제16권, 제2호, 1998, pp. 203-212.
15. 박운용, 이기부, 정성모, 이인수, “DTM의 정확도 향상에 의한 정밀 수치정사사진 생성”, 한국측지학회지 제16권, 제2호, 1998, pp. 243-250.
16. 유환희, “항공사진 영상으로부터 지형 및 건물 정보를 추출하기 위한 경계선 검출자의 특성 분석”, 대한토목학회 논문집, 제15권, 제4호, 1995, pp. 983-960.
17. Ducher, G., “Test on Orthophoto and StereoOrthophoto Accuracy”, OEEPE Official Publication No. 25, 1991, pp. 227.
18. Miller, S.B., Walker, S., Walsh, M.C., “Digital Photogrammetry at the Irish Ordnance Survey of Ireland”, ASPRS/ACSM Annual Convention, 1995, pp. 195-204.

(2001년 11월 8일 원고접수)