

## 정사영상과 지적도 중첩에 따른 정확도 평가

### Accuracy Assessment for Reiteration of Orthophoto and cadastral map

김감래<sup>1)</sup> · 황보상원<sup>2)</sup> · 김경록<sup>3)</sup>

Kam-Lae Kim · Sang-Won Hwang Bo · Kyoung-Lok Kim

<sup>1)</sup> 명지대학교 토목공학과 교수 · 공학박사 · 031-330-6411 · E-mail : kam@mju.ac.kr

<sup>2)</sup> 명지대학교 토목공학과 박사과정 · 031-972-6194 · E-mail : swhb@shc.ac.kr

<sup>3)</sup> 중앙항공업주식회사 지리정보연구소 · 02-730-0018 · E-mail : bs3549@dreamx.net

#### 요 지(Abstract)

The purpose of this study is to propose the method that it minimizes a disagree phenomenon when we superpose the digital ortho image on the cadastral map. Through the method, we are to apply the method to apply and vary the land-relative information maximumly by adding the merit of the digital ortho image to the cadastral map.

#### 1. 서 론

21세기 고도정보화 사회에서는 정보통신기술의 발달과 더불어 정보인프라에 대한 중요성이 크게 부각되고 있으며, 다양한 정보중에서도 국토에 대한 물리적 현황을 다루는 지적정보의 중요성은 더욱더 부각되고 있다. 지적정보의 활용 및 관리를 주된 업무로 하는 지적행정은 토지와 관련된 물리적인 현황을 조사·측량하여 지적공부에 등록·관리하고, 등록된 정보를 이용, 활용함으로써 효율적인 토지관리와 국민의 소유권 보호를 주목적으로 하는 중요한 국가 고유의 사무이다. 이와 같은 지적행정은 인류문명의 시작과 함께 시작되었으나 오늘날과 같은 지적행정은 1910년대 시행된 토지조사사업에서부터 출발하였다. 그러나 사회의 다변화, 정보욕구의 다양화 등에 의한 시대적 요청에 의하여 지적행정은 제도적, 기술적, 국토 및 토지이용 측면에서 지적의 현대화를 추구하고 지적관리의 과학화를 제고하여야 함은 물론 종합적 토지관리 능력을 함양하여야 할 시기에 이르렀다. 따라서 본 연구에서는 지적행정의 기능과 역할을 확대하기 위한 하나의 방안으로 항공사진에 의한 정사영상과 스캐닝방법에 의하여 제작된 수치지적도의 중첩방안을 비교하고 정확도를 평가하여 가장 적합한 중첩방안을 제시하고자 한다. 이를 통하여 국가적차원에서 토지관련 정보를 공유함으로써 부처간의 중복투자를 방지하고 비용을 절감하며 합리적인 정책 수립 및 결정을 내리는 데 활용하고자 한다.

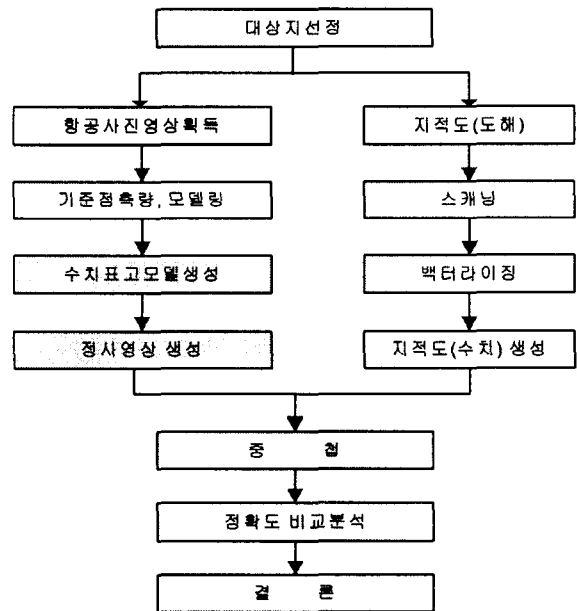


그림 1. 연구수행 흐름도

## 2. 수치정사영상과 지적도

### 2.1 수치정사영상

수치정사영상은 지도의 기하학적 특성을 가진 영상을 나타내는 것으로 지도처럼 정확한 지리적인 위치의 파악뿐만 아니라 대상물간의 관측이 가능하고 대상물의 속성 정보도 알 수 있다. 수치정사영상은 항공사진이나 위성영상을 이용하여 수치편위수정(rectification)을 통해 생성되며, 편위수정을 통해 중심투영에 의해 발생하는 경사와 기복을 제거할 수 있다. 항공사진을 이용하여 정사투영영상을 만들기 위한 연구는 사진측량으로 지형도를 만들기 위한 이론 정립시에 시작되었으며, 1970년대 중반까지 주로 광학적 편위수정(rectification) 방법에 의해 정사투영영상을 제작하였다. 다시 말해, 어떤 변환이나 투영변환과 같은 간단한 수학적 이론을 적용시켜 기하학적 영상을 보정한 것이다. 최근에는 영상획득매체의 발달로 인하여 기계적인 투영원리에서 영상의 재배열로 정사투영영상 생성에 관한 연구분야가 발전해 왔다. 정사투영영상은 영상에 포함된 지형, 지물의 상호위치관계를 지형도와 같은 형태로 나타낸 것으로 거리, 면적, 각도 등의 정보뿐 아니라 시각적 효과를 제공하여 사용자의 편리성을 도모할 수 있어 그 활용이 기대되고 있는 분야이다. 지형의 정성적, 정량적인 특성을 동시에 분석하기 위해서 항공기 및 위성에서 취득된 영상을 수치지형도와 중첩시켜야 한다. 이를 위해서는 기하학적 조건을 통일시켜야 하는데 다시 말하면 일정 기준면에 대해서 지형 위의 모든 점들을 정사투영시켜야 한다. 이러한 기하학적 조건을 만족시키기 위해 경사, 축척 등을 조정하는 것을 편위수정(rectification)이라 하며, 이로부터 계산한 기본도를 수치정사영상(orthophoto)이라 한다. 최근에는 지형공간정보체계(GSIS)에서 수치지형도와 수치영상과 결합하여 사용하는 경우가 더욱 빈번함으로 편위수정 방법이 더욱 중요해졌다. 정확한 위치에 지도와 영상을 중첩시키기 위해서는 지도투영법에 기초하여야 한다. 간단한 변환으로부터 고차원 다항식을 이용한 투영변환, 기복변위 보정을 한 정밀편위수정까지 사용자의 목적에 알맞게 여러 수학적 모형을 적용할 수 있다. 지형의 표면모형을 작성하려면, 특히 정밀편위수정이 사용된다.

### 2.2 지적도

지적도와 임야도는 토지조사사업(1910~1918)과 임야조사사업(1916~1924)에 의하여 작성된 지적공부의 한 종류이다. 일반적으로 지적공부는 토지에 대한 물리적 현황 즉 소재, 지번, 지목, 면적, 경계와 소유자 및 토지등급 또는 기준수량등급을 등록하는 장부이다. 이와 같은 지적공부는 대장과 도면으로 나누어 지며 대장에는 문자와 숫자로 표현할 수 있는 토지와 관련된 정보를 등록하고, 문자와 숫자 등으로 표현하기 곤란한 토지에 대한 위치와 형상을 도면에 등록하였다. 즉 지적도와 임야도는 토지에 대하여 필지단위로 위치와 형상을 등록한 지적공부이다. 등록된 토지의 위치와 형상은 그 필지에 대한 면적을 산출하는 기준이 되기도 하며 토지에 대한 소유권이 미치는 범위를 정하는 기준이 된다. 그러나 이와 같이 작성된 도면은 오늘날 까지 변동없이 유지·관리되고 있으나 종이로 작성된 관계로 인하여 지적도·임야도가 오랜기간의 경과됨에 따라 도면 신축이 발생하여 지상의 경계는 변화하지 않았지만 도상의 경계는 변화함으로써 지상의 경계와 도상의 경계가 불일치한 현상이 발생하기도 한다. 이와 같은 문제점을 해결하고자 정부에서는 1976년부터 도시개발사업등의 시행되는 지역에 대하여 도해적으로 경계를 등록하지 않고 좌표로 등록하는 수치제도를 도입하였다. 그 후 토지정보시스템의 구축과 기존도면에서 차후 발생할 수 있는 신축 등에 따른 변화를 방지하고자 기존지적도면 전산화 작업을 통하여 도해적으로 표현된 모든 지적도를 수치화하고 있다. 그러나 일반국민 및 유관기관의 다양한 정보욕구와 다양한 행정관리 능력의 배양을 위하여 현행 지적도에 등록된 정보를 다양화 시킬 필요가 있으며 등록된 정보를 필요에 따라 다른 기능의 도면들과 중첩하여 활용함으로써 효능을 극대화 시킬 필요성이 대두되고 있으며 최근 이에 대한 연구가 활발히 이루어 지고 있다.

## 3. 수치정사영상과 지적도 중첩

### 3.1 실험대상지역

본 실험의 대상지역은 경기도 의정부시 신흥대학 인근지역을 대상으로 하였으며, 대상지역의 항공사

진은 광각카메라를 이용하여 촬영된 것을 이용하였으며 축척은 1:10,000이다. 이 지역은 주거지가 대부분이며 일부 임야가 혼재하여 있다. 실험대상지역의 항공사진과 지적도는 다음과 같다.

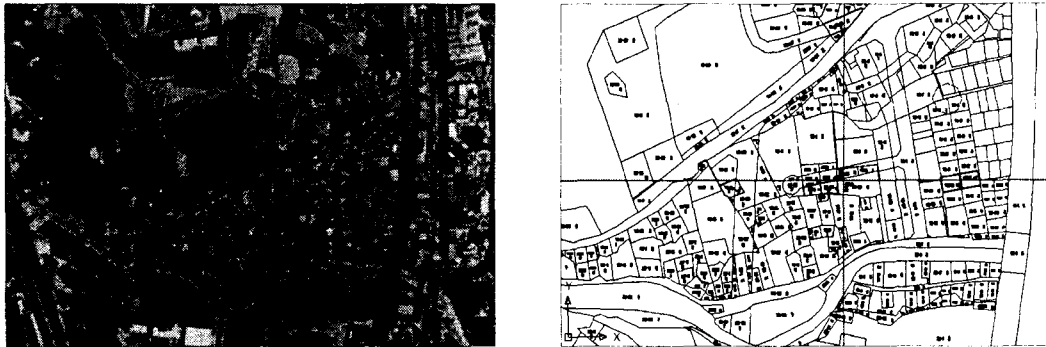


그림 2. 실험대상지역 항공사진과 지적도

### 3.2 수치정사영상 제작

본 연구에 사용하기 위한 수치정사영상은 수치사진측량방법을 이용하였다. 항공사진 영상을 이용한 수치정사영상을 만들기 위해서는 정밀한 지상기준점측량이 선행되어야 한다. 사진측량 작업을 위해 요구되는 지상기준점 획득은 GPS 측량을 실시하였으며 이를 통하여 취득한 X,Y 좌표는 다시 bessel에 의한 좌표로 변환한 후 TM투영한 좌표값과 가우스상사이중 투영한 좌표값을 산출하였으며 높이값은 지오이드고를 사용하였다. 이를 각각 수치사진측량의 표정을 위한 좌표값으로 사용하였다. 항공사진을 이용한 수치정사영상의 제작과정은 작성된 수치정사사진은 다음과 같다.

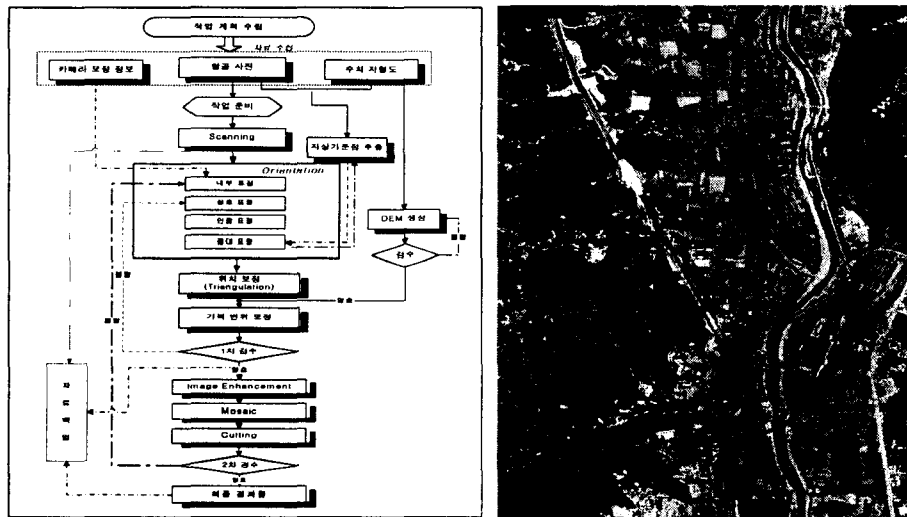


그림 3. 수치정사영상 제작과정과 작성된 수치정사영상

### 3.3 수치지적도 제작

기존 지적도면을 수치화하는 방법은 크게 디지털화 방법과 스캐닝 방법으로 나눌수 있으며, 스캐닝 방식은 스크린 디지털화(헤드업 디지털화) 방식과 스캐너로 도면을 읽은 후 벡터화 소프트웨어를 이용한 자동 벡터화 방법과 반자동 벡터화 방법이 있으나 본 연구에서는 수치지적도면은 스캐닝방법을 벡터화는 반자동방식을 이용하였으며 주요 작업과정은 다음과 같다.

### 3.4 정사영상과 지적도 중첩

본 연구 대상지역은 지적도 축척 1/1,200로서 4도곽에 걸친 지역이다. 따라서 연속지적도면 작성시 지적도면의 신축으로 인하여 도곽경계에 걸친 경계간에 불일치한 현상이 일부 발생하는 데 이는 실험을 원활하게 추진하기 위하여 중앙으로 강제 편집하였으며 정확도 평가시 도곽경계선에 걸친 필지나 지점은 제외하였다. 이와 같이 작성된 지적도를 정사영상과 중첩하였으며, 중첩에 따른 정확도 평가를 위하여 각각 다르게 작성된 2가지 도면을 각각 지적도와 중첩하였다.

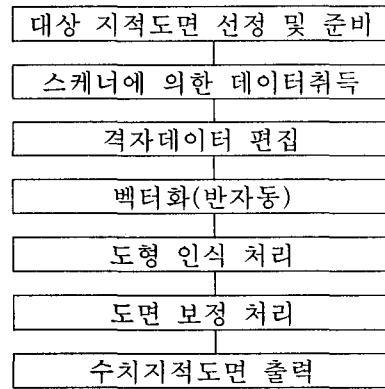


그림 4. 스캐닝방법에 의한 수치지적도면 제작과정



그림 5. TM에 의한 정사영상(좌), GCDP에 의한 정사영상(우)과 지적도의 중첩

### 4. 정사사진과 지적도 중첩에 따른 정확도 평가

본 연구에서 기존 지적도면을 스캐닝하여 작성한 수치지적도와 항공사진에 의한 정사사진을 중첩한 후 검사점 15점을 대상으로 정확도를 평가한 결과는 다음과 같다.

점번호	지적도		정사영상		X-차		Y-차		RMS	MAX		
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y				
1	203941.756	467833.738	203941.231	467835.897	0.525	-2.159	2.222	203942.287	467832.127	-0.531	1.611	1.696
2	203890.809	467812.155	203890.936	467815.732	-0.127	-3.577	3.579	203891.601	467812.971	-0.792	-0.816	1.137
3	203696.563	468122.449	203697.986	468123.411	-1.423	-0.962	1.718	203696.222	468120.895	0.341	1.554	1.591
4	203667.661	468494.356	203668.914	468497.288	-1.253	-2.932	3.189	203666.221	468492.629	1.440	1.727	2.249
5	203942.825	467697.550	203942.673	467700.120	0.152	-2.570	2.574	203943.113	467696.111	-0.288	1.439	1.468
6	204077.085	467322.974	204075.911	467325.912	1.174	-2.938	3.164	204075.645	467322.398	1.440	0.576	1.551
7	204061.200	467178.939	204060.450	467181.334	0.750	-2.395	2.510	204061.299	467177.788	-0.099	1.151	1.155
8	203763.660	467141.202	203764.077	467143.174	-0.417	-1.972	2.016	203764.236	467140.915	-0.576	0.287	0.644
9	204030.987	467140.513	204030.338	467143.402	0.649	-2.889	2.961	204030.411	467139.249	0.576	1.264	1.389
10	204080.189	466895.587	204078.948	466897.634	1.241	-2.047	2.394	204079.613	466894.723	0.576	0.864	1.038
11	204041.917	466792.427	204040.795	466795.015	1.122	-2.588	2.821	204040.477	466791.851	1.440	0.576	1.551
12	203893.213	465930.295	203894.179	465932.256	-0.966	-1.961	2.186	203894.577	465930.685	-1.364	-0.390	1.419
13	203753.988	465926.185	203753.000	465928.425	0.988	-2.240	2.448	203752.819	465927.744	1.169	-1.559	1.949
14	203914.631	465829.852	203915.550	465830.686	-0.919	-0.834	1.241	203916.774	465829.452	-2.143	0.400	2.180
15	203830.798	465742.937	203829.835	465740.972	0.963	1.965	2.188	203830.018	465741.768	0.780	1.169	1.405
				RMS	0.928	2.373	2.548		RMS	1.057	1.133	1.550
				MAX	-1.423	-3.577	3.579		MAX	-2.143	1.611	2.249

표 1. 정사영상과 지적도의 평면적 위치오차

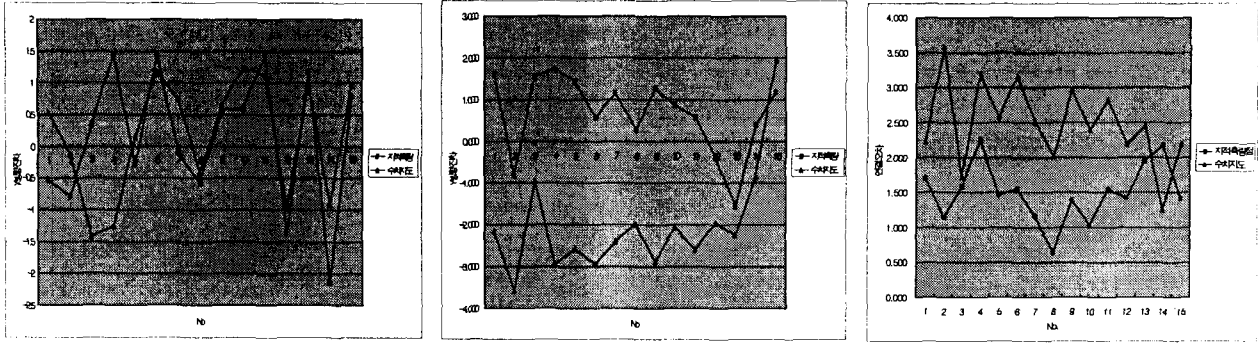


그림 6. 중첩에 따른 정사영상과 지적도면의 잔차량과 연결오차

## 5. 결론

본 연구에서 수치정사사진과 지적도를 중첩시켜 본 결과 TM에 의하여 작성된 정사영상 보다 GCDP에 의하여 작성된 정사영상이 지적도와와의 중첩이 토지정보관리 및 활용적인 측면에서 효과적임을 확인할 수 있었다. 그러나 지적도의 경계 획정시 지형·지물에 의하지 않고 소유권 등에 의하여 인위적으로 구획된 지역은 매우 불일치하는 것으로 나타났다. 이의 원인은 여러가지를 들 수 있겠으나 나 일반적으로 실험대상지역이 건축물이 있는 지역이고, 최근에 신축된 건축물 보다는 건축한 지 오래된 건축물이 많이 존재하며 이들 건축물은 대부분 지적도의 등록된 경계를 맞추어 점유하고 있지 않음으로 인한 오차인 것으로 판단된다. 또한 정사영상 제작시 항공사진 축척이 1/10,000인 관계로 정확도 확인을 위한 검사점 평가시 축척의 한계로 인한 오차가 많이 발생한 것으로 판단된다. 그러나 수치정사사진과 지적도를 중첩은 필지별 토지이용 현황을 쉽게 확인할 수 있고 수치정사사진의 정보를 일정한 주기로 수정할 경우 토지이용상황의 변화까지도 판단할 수 있으며, 지적경계와 지형, 지물과의 위치관계와 상관관계에 대한 인식률을 높이는데 기여할 수 있다. 또한 향후 지적재조사사업 시행시 임야 및 농경지의 경계를 새로이 설정할 경우 경제적이고 시각적이며 활용적인 측면에서 매우 효과적인 방법임을 할 수 있었다. 향후 토지관련 정보의 활용 확대와 다양한 토지정책정보의 제공을 위하여 더욱더 다양한 중첩 방안이 모색되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 국방과학연구소, 1992. 위성영상을 이용한 3차원 정사투영영상 생성법에 관한 연구.
2. 김영표, 박성미, 1998. 공간정보기반 확충을 위한 인공위성 영상자료 활용방안 연구.
3. 행정자치부, "지적불부합지 정리를 위한 학술연구", 2002, p3~p5
4. 한승희, 강준목, "3차원 측량을 위한 Digital Image의 영상좌표 획득에 관한 연구", 1995, 대한토목학회지 제 13권 6호, p1727~p1728.
5. Jantien Stoter, 「Consideration for a 3D Cadastre」, TU Delft, 2000, p.19~20.
6. J.F.Raper and B. Kelk. Three-dimensional Geographical Information Systems, chapter 20, p.299~317. Goodchild and Maguire and Rhind, 1991.
7. Paul R.Wolf, Bon A.Dewitt, "Element of Photogrammetry", McGraw-Hill, 3rd edition, 2000, p34~p36.
8. Toni Shank, "Digital Photogrammetry", TerraScience, 19992002, p233~P234.