

항공사진에 의한 수변구역 수치정사영상지적도 제작에 관한 연구

A Study on Producing Digital Orthophoto Cadastral Map of Waterfront

김감래¹⁾ · 황보상원²⁾ · 임건혁³⁾ · 박세진⁴⁾

Kim, Kam Lae · Hwang Bo, Sang Won · Lim, Gun Hyuk · Park, Se Jin

Abstract

In order to manage the waterfront efficiently, we are to find the efficiency of producing method for digital orthophoto that presents natural form on lands and digital orthophoto cadastral map that presents the range of physical situation and property on lands in this study. Through this study, We can check that digital orthophoto cadastral maps for the boundary management of the waterfront are utilized widely at various field except the main purpose. Thus, we resolve the leading subjects that include the accuracy evaluation on produced maps and the bond edge of map sheet for the cadastral maps in order to drive activistic utilization and application.

Keywords : Orthophoto, Cadastral map, Orthophoto cadastral map, Overlap, Waterfront

요 지

본 연구에서는 수변구역의 효율적인 관리를 위하여 토지에 대한 자연적인 형상을 나타내는 수치정사영상과 필지를 중심으로 토지에 대한 물리적 현황 및 소유권이 미치는 범위를 나타내는 수치지적편집도를 중첩한 수치정사영상지적도의 제작방법을 제시하고자 하였으며, 제작된 수치정사영상지적도의 활용 가능성 확인을 위하여 영상지도작업규정과 수치표고모델 구축에 관한 작업규정 및 지적법령상에 규정한 지상과 도상경계의 위치를 비교·분석하고 그 결과를 평가함으로써 수변구역 특히 경계 관리에서의 활용가능성을 제시하고자 한다.

핵심용어 : 수치정사영상, 지적편집도, 수치정사영상지적도, 중첩, 수변구역

1. 서 론

인간이 살아가는데 있어 필요한 여러 가지 자연환경 중에서 물과 육지가 만나는 수변구역은 지형적인 특성에 따른 이질적인 경관의 아름다움으로 많은 이들의 사랑을 받고 있는 장소이다. 그러나 물을 선호하는 사람들의 심리에 편승한 무분별한 개발로 수변구역의 자연경관 훼손 및 수질오염이 가속화되고 있는 실정이다. 이에 정부에서는 수변구역의 개발과 보전 대책을 강구하고 있으나 제약과 규제 일변도로 이루어 지고 있어 지역주민들의 거센 반발과 불만을 일으키고 있다. 따라서 이와 같이 문제점을 해결

하기 위한 방안으로 수치정사영상을 제작하고 있으나 소유권의 범위를 나타내는 지적경계를 확인할 수 없는 문제점을 지니고 있다. 우리나라에서 항공사진에 의한 수치정사영상 제작에 관한 연구는 미분편위수정에 대한 연구로서 윤종성이 PC와 광학주사기를 이용하여 항공사진을 정사투영으로 제작한 것이 처음이며, 이후 주로 위성영상에 의한 정사투영영상에 대한 연구가 초기성, 박병욱, 유복모 등에 의하여 최근까지 활발하게 이루어 졌으나, 수치정사영상과 지적경계의와의 관련된 연구는 박병욱에 의하여 수치정사영상 구축에 관한 연구, 김감래 등에 의하여 정사영상과 연속지적도의 편집에 관한 연구가 진행되었다. 따

1) 정희원 · 명지대학교 토목공학과 교수(E-mail:kam@mju.ac.kr)
2) 연결저자 · 명지대학교 토목공학과 박사과정(E-mail:swbh@shc.ac.kr)
3) 정희원 · 명지대학교 토목공학과 석사과정(E-mail:gun197790@hotmail.com)
4) 정희원 · 명지대학교 토목공학과 석사과정(E-mail:gisjin4037@empal.com)

라서 본 연구는 수변구역의 효율적인 관리체계를 구축하기 위한 방안의 일환으로 수변구역의 토지형상과 위치를 나타내는 수치정사영상과 토지의 소유권이 미치는 범위를 정한 지적도를 중첩한 수치정사영상지적도의 작성방안을 제시하고 작성된 도면간의 오차를 상호 비교·분석하고 평가하므로써 수변구역의 경계관리에 활용가능성을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 수치정사영상 제작

본 연구에 사용된 수치정사영상은 수치사진측량방법을 이용하였다. 항공사진 영상을 이용한 수치정사영상을 만들기 위해서는 정밀한 지상기준점 측량이 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. 수치정사영상지적도 제작과정의 전체 흐름도는 그림 1과 같다.

2.1 지상 및 사진기준점 측량

지상기준점 측량이라 함은 사진기준점 측량 및 세부도화 작업에 필요한 기준점의 성과를 얻기 위하여 현지에서 실

시하는 지상측량을 말한다. 촬영이 끝난 항공사진의 양화 필름을 가지고 지상기준점 선점을 한 후, 지상기준점 측량을 하게 된다. 측량의 기준은 Bessel 타원체에 Transverse Mercator 투영법을 사용하였으며, 평면직각좌표 가상원점은 중부원점(38°, 127°)을 사용하였다. 사진기준점 측량은 수치사진측량시스템(DPW770)에 의하여 사진상에서 무수한 점들의 좌표를 관측한 다음 소수의 대상물 기준점의 성과를 이용하여 관측된 무수한 점들의 좌표를 Block 조정에 의하여 절대 또는 측지좌표로 환산해내는 과정이다. 본 연

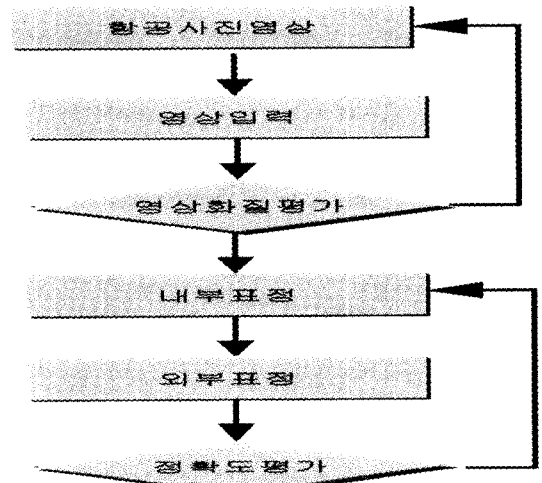


그림 2. 사진기준점 측량 세부작업과정

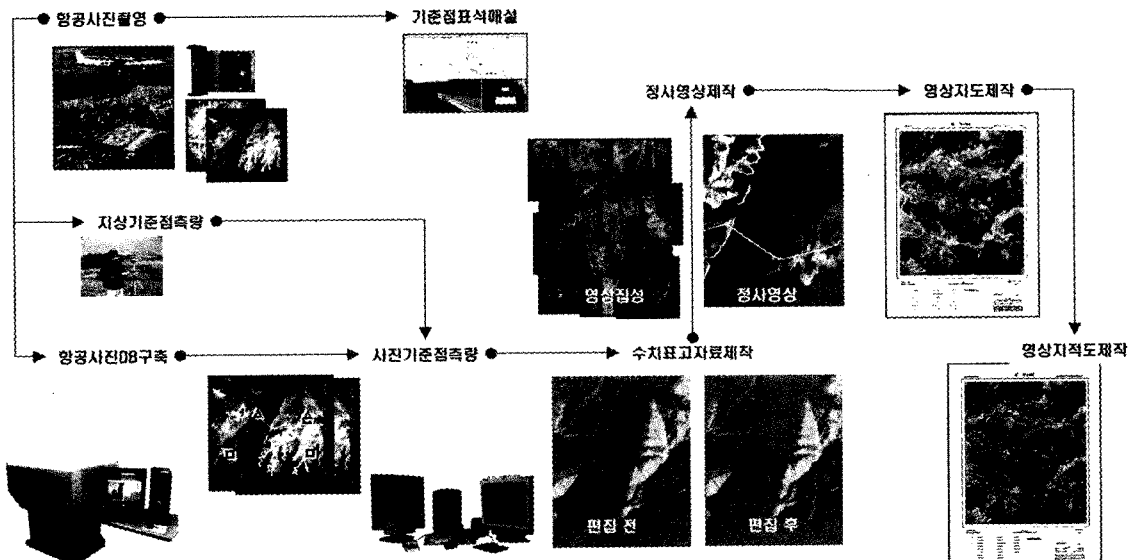


그림 1. 수치정사영상지적도 제작 흐름도

구에서는 촬영이 끝난 항공사진과 지상기준점 측량성과를 이용하여 사진기준점 측량을 실시하였다.

2.2 영상입력

본 연구에 이용된 항공사진은 1:10,000 축척으로 촬영하여 자동동취한 천연색 수치항공사진이며 이를 DPW770에 입력하기 위해서는, 이 항공사진을 촬영한 카메라 정보 및 촬영당시 카메라의 위치좌표 등을 입력하여야 한다. 촬영이 끝난 항공사진은 수치화를 통해 항공사진영상을 제작하였으며, 항공사진전용 스캐너인 LEICA-GEOSYSTEMS사의 DSW 500을 이용하였으며, 해상도는 1200dpi로 압축되지 않은 TIFF 포맷을 사용하였다.

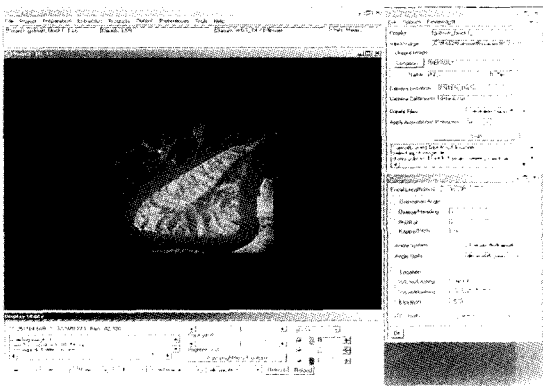


그림 3. 항공사진영상입력 모듈

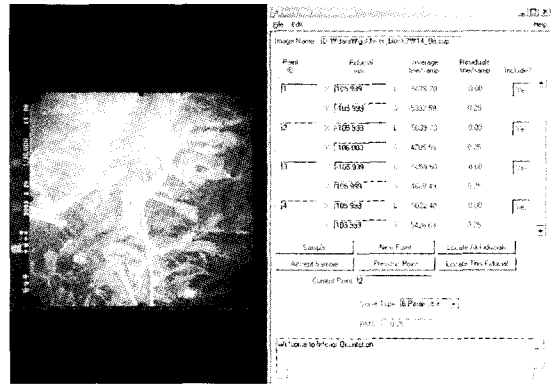


그림 4. DPW770을 이용한 내부표정

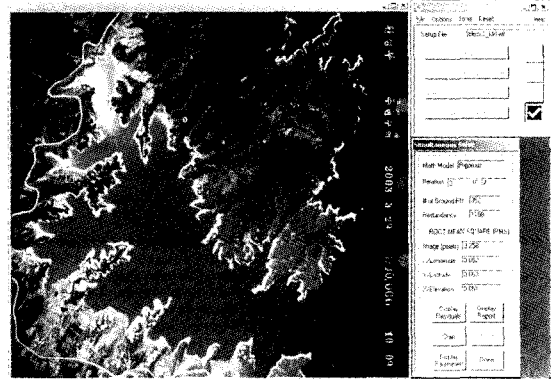


그림 5. DPW770을 이용한 광속조정법

2.3 지상기준점 선점 및 표정

일반적으로 기준점은 도로의 교차점이나 교량, 수모 또는 도로 굴곡부 정점 및 산 정상부 등 사진상 판별이 용이한 점 중에서 선정하였으며, 수치사진 측량 전용 시스템인 DPW770에서 제공하는 자동밝기 조정기능(Auto Brightness/Contrast)을 이용하여 판독이 용이하도록 하였다. 수치사진 측량에서 내부표정이라 함은 일반적으로 사진촬영에서 발생하는 왜곡들과 스캐닝시 발생하는 왜곡들을 보정하는 것을 말하며, 외부표정(모델링)이라 함은 일반적으로 항공사진 촬영 당시의 기하를 재현하는 것을 말한다. 여기서 기하를 구성하는 요소들을 외부표정 6요소(ω , ϕ , x , X , Y , Z)라 한다. 이러한 외부표정 6요소를 결정하기 위한 방법으로는 직접선형변환법, 다항식법, 독립모델조정법, 광속조정법 등이 있으나 본 연구에서는 세 가지 방법 중 오차가 가장 양호하며, 조정 능력이 높은 광속조정법을 사용하였으며, 지상기준점 좌표와 이를 화면에서 관측한 영상좌표를 입력

하고 LEICA - GEOSYSTEMS사의 DPW770을 사용하였다.

2.4 수치표고자료 제작 및 편집

수치표고자료는 지형의 기복에 의한 왜곡을 수정하는 수치정사영상제작에 있어 필수적인 자료이다. 본 연구에서는 영역기반 매칭을 통하여 항공사진 영상으로부터 2m × 2m 수치표고자료를 획득하였다. 이때의 매칭영역은 작업 단위원 접합시의 오류를 제거하기 위하여, 표정 작업의 단위와 일치시켰으며, 수치표고자료를 각기 1/2,500 도엽 단위로 각각 분할하였다.

그림 6은 DPW770에서 수치표고자료 추출을 위한 창이다. 이창에서는 해당프로젝트와 추출할 수치표고자료 이름, 매칭방법과 매칭전략 파일을 선택하여 도시하고 있다. 또한, 격자간격에 대하여 X, Y Post Spacing 으로 표현하고 있으며, 좌하단과 우상단에 대한 좌표를 도시한다. 그리고, 계층적 매칭방법에 의하여 8번에 걸쳐 반복수행을 하

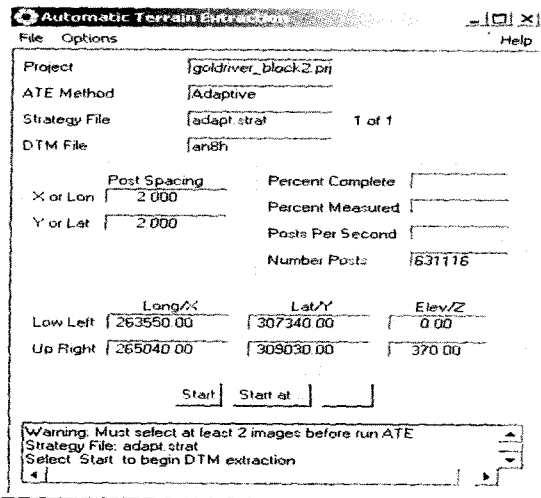


그림 6. 수치표고자료 추출

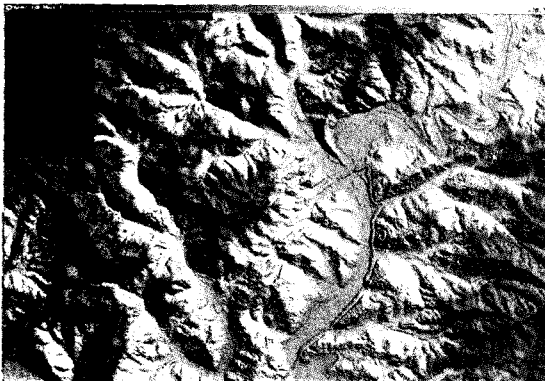


그림 7. 추출한 수치표고자료

여 최종적으로 수치표고자료를 추출하게 된다. DPW770에서는 추출하고자하는 해당 영역의 포함되는 영상을 선택한 후, 매칭방법과 격자간격 등에 관한 정보를 입력하면 수치표고자료를 추출하게 된다.

작업결과 추출한 수치표고자료를 음영기복도로 만든 그림에서 높이를 단계별로 색을 부여하여 지형의 기복을 육안으로 명확히 확인 할 수 있었으므로 그림 7과 같이 하천의 경계에 위치한 도로까지도 명확하게 추출하였다. 자동매칭에 의하여 추출한 수치표고자료를 자동독취한 항공사진을 이용하여 영상의 최하위 단계인 pixel과 pixel의 높이 값을 표현하고 있다. 그러므로, 물에 해당하는 지역 등 촬영 당시 조건에 의하여 반사가 심한 부분은 매칭오류가 발생한다. 이런 매칭오류가 발생한 지역에서는 이상표고를 가지게 되어, 주변값보다 상당히 높은 값을 갖거나, 낮은 값을



(a) 원시영상 (b) 편집전 (c) 편집후

그림 8. 수치표고자료의 편집

갖게 된다. 이 수치표고자료를 그대로 사용하여 수치정사영상을 제작할 경우 영상의 휩현상이 발생하여 시각적으로 왜곡이 발견될 수 있다. 그래서, 매칭오류가 발생한 지역에 대해서는 수치표고자료를 편집하여 원시영상의 높이값을 유지할 수 있도록 하여야 한다. DPW770에서 수치표고자료 편집에 대한 여러 가지 툴을 제공하고 있으며, 이러한 툴을 최대한 이용하여 수치표고자료가 최대한 원래의 표고값을 가질 수 있도록 편집하였다. 그림 8은 원시영상과 수치표고자료 편집전과 편집후의 모습을 나타낸 것이다.

2.5 정사편위수정

정사영상 또는 정사사진이라 함은 촬영경사에 의한 왜곡과 지형의 기복에 의한 왜곡 및 중심투영에 의한 영상의 왜곡을 보정한 정사투영 영상을 말한다. 또한, 이러한 왜곡들을 편위라 하는데, 이러한 편위들을 보정하여 정사영상을 생성하는 과정을 정사편위수정이라 한다. 본 연구에서는 외부표정 결과와 수치표고자료를 이용하여 엄밀법에 의한 수치미분편위수정을 수행하였다. 이때 영상재배열 방법은 처리속도가 빠르며 처리결과도 효과적인 공일차보간법을 이용하였으며, 지상의 격자간격(GSD)은 0.2m로 지정하였다.

2.6 방사보정

방사보정은 Erdas사의 Imagine 소프트웨어를 사용하여 수행하였으며 세부적인 seamline 문제에 관해서는 영상편집툴인 Photoshop을 이용하여 부분적인 색상보정을 실시하였다. 이 경우, 색표현율이 상대적으로 높은 영상을 기준으로 하여 상하, 좌우로 인접도엽의 색상을 보정하였다.

2.7 영상집성과 영상분할

영상집성은 수치사진측량시스템인 DPW770을 이용하여 자동화된 기능을 사용하여 대부분 인위적인 간섭이 없이 수행하였다.

영상집성이 완료된 영상은 GeoTiff 형태로 파일 크기가

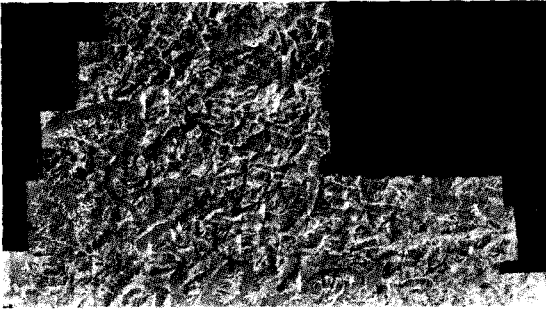


그림 9. 영상집성

1:2500분의 1 한도엽당 정상영상의 크기는 124MB이며 작업구간이 많은 경우 화일크기가 대단히 많아지므로 관리 및 사용의 편의성, 유통의 편리성 및 각종 자료와의 호환성 등을 고려하여 적절한 크기로 분할 할 필요가 있다. 본 연구에서는 분할 영상의 크기는 1/2,500로 국토지리정보원 지형도 제작규정 상의 도곽 크기를 기준으로 하였고 이 기준을 모두 포함할 수 있도록 영상분할시 영상의 상하좌우에 25m 여유 폭으로 영상을 분할 하였습니다.

3. 수치정사영상지적도 제작

3.1 실험대상지역 선정

실험 대상지역은 본 연구의 목적에 적합하게 수변구역이 있으며 이와 관련하여 수변구역 주변에 토지의 경계를 구분할 수 있는 다양한 토지용도 즉 산지, 농지, 평지가 고루 분포되어 충청북도 영동군 북서쪽에 있는 심천면의 일부지역을 연구대상지역으로 선정하였다.

3.2 수치지형도 레이어 및 정보의 추출

수치지형도는 정사영상지도를 제작하는데 있어서 지형 지물의 위치 및 표현방법을 결정하는 기본자료로 사용되었다. 이를 위해 국토지리정보원에서 제작한 1/5,000 수치지형도를 구입 사용하였다.

정사영상지도 제작에서 표현하고자 하는 필요 정보는 수변구역관리에 필요한 업무분석을 통하여 결정하였으며 제작 목적에 따라 1/5,000 수치지형도로 부터 추출하였다. 그림 10은 실험 대상지역의 수치지형도이다.

3.3 수치지적도의 제작 및 편집

정사영상지적도를 제작하기 위해서는 수치지적도가 있어야 하며, 이 수치지적도는 기존의 지적도면을 디지털이

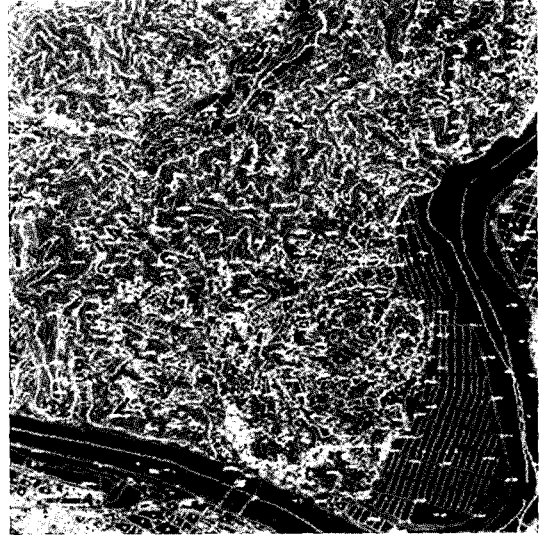


그림 10. 실험지역 수치지형도

징 방법 또는 스캐닝 방법에 의하여 제작할 수 있다. 스캐닝 방식은 스크린 디지털라이징(헤드업 디지털라이징) 방식과 스캐너로 도면을 읽은 후 벡터화 소프트웨어를 이용한 자동 벡터화 방법과 반자동 벡터화 방법이 있으나 본 연구에서는 수치지적도면은 스캐너로 도면을 읽은 후 벡터화하는 반자동방식을 이용하였다. 연속지적도면 작성시 지적도면의 신축으로 인하여 도곽경계에 걸친 경계간에 불일치한 현상이 일부 발생하는 데 이는 실험을 원활하게 추진하기 위하여 연속도면 제작시 도곽에 걸쳐있는 필지의 경계가 어긋나는 것은 경계점과 경계점간을 직선으로 강제 편집하여 사용하였으며, 주요 작업과정은 그림 11과 같다.

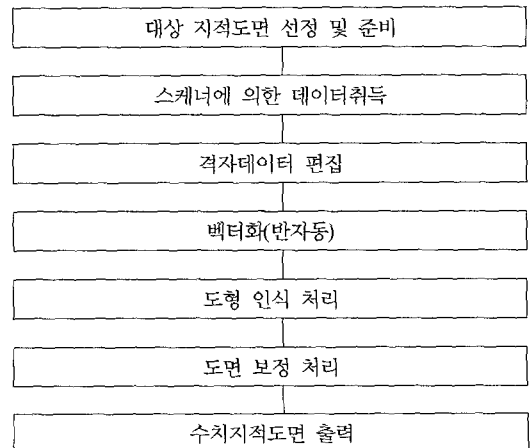


그림 11. 스캐닝방법에 의한 수치지적도면 제작과정

3.4 정사영상과 지적도 중첩

정사영상과 지적도는 도면제작 기준이 각각 다르므로 이들을 중첩하여 사용하고자 할 경우 동일한 조건에 의하여 제작한 후 도면을 상호중첩 하여야 한다. 일반적으로 지형도의 제작기준에 의한 수치정사영상은 Bessel 타원체상의 경위도를 가우스 크뮈거 투영하여 제작하며, 지적도는 Bessel 타원체상의 경위도를 가우스 상사 이중투영하여 작성 한다. 따라서 정사영상과 지적도를 Bessel 타원체상의 경위도로 변환한 후 지적도의 기준인 가우스상사 이중 투영법에 의하여 동일하게 도면을 작성한 후 중첩하거나, 항공사진에서 식별 가능한 지상 지적기지점에 의하여 표정한 후 중첩하는 방안이 있다. 지상 지적기지점에 의하여 표정한 후 중첩하는 경우 항공사진에서 지상에서 위치 식별 가능한 지상기준점 최소 6점 이상 선점하여야 하며, 항공사진상의 지상기준점에 대하여 지상에서 지적측량을 하거나 지적도상에서 좌표를 추출하여야 한다. 본 연구에서는 정사영상과 지적도면의 중첩하는 방안으로 그림 12와 같이 정사영상과 지적도를 Bessel 타원체상의 경위도로 변환한 후 지적도의 기준인 가우스상사 이중 투영법에 의하여 동일하게 도면을 작성한 후 중첩하는 좌표변환 방법을 의하였다.

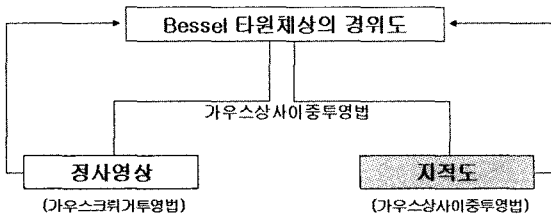


그림 12. 좌표변환에 의한 중첩

3.4 영상/벡터중첩

필요한 정보를 추출하여 dxf 포맷으로 저장한 벡터자료를 Adobe Illustrator 9.0에서 입력하여 편집에 사용하도록 하였으며, 입력된 벡터자료의 선형자료와 텍스트는 완벽하게 변환되어 입력되었다.

3.5 주기편집

정사영상지도의 활용 특성상 많은 주기와 도형정보의 삽입은 오히려 배경영상 정보를 잠식하거나 훼손하는 결과를 초래한다. 따라서 소요기관과 업무분석을 통하여 필요한 정보에 대해서만 정보를 추출하여 삽입하였다.

3.6 레이아웃 및 난외주기 편집

도엽의 크기는 현재 일반적인 종이지도의 크기인 A1 크기로 제작하였다. 이는 가로 약 54cm, 세로 약 78cm로 국토지리정보원 발행 종이지도와 동일한 규격이다. 레이아웃은 업무의 목적에 따라 다양하게 활용할 수 있도록 정사영상지도, 편집지적도, 정사영상지적도로 구분하여 작성하였다. 난외주기도 도면의 종류별로 난외주기를 별도로 작성하였으며, 정사영상지적도에는 도엽명칭, 도엽번호, 도엽종류, 도곽, 축척, 제작기관, 촬영 및 제작년도, 행정구역 및 색인도, 범례로 구성하였다.

3.7 제작 및 저장

최종적으로 제작된 도면은 축척을 1/2500로 하고 수치정사영상지도, 수치지적편집도, 수치정사영상지적도로 구

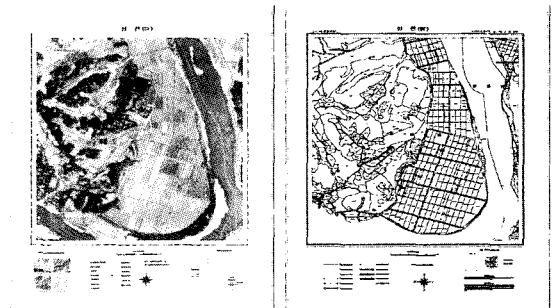


그림 13. 수치정사영상과 수치지적편집도

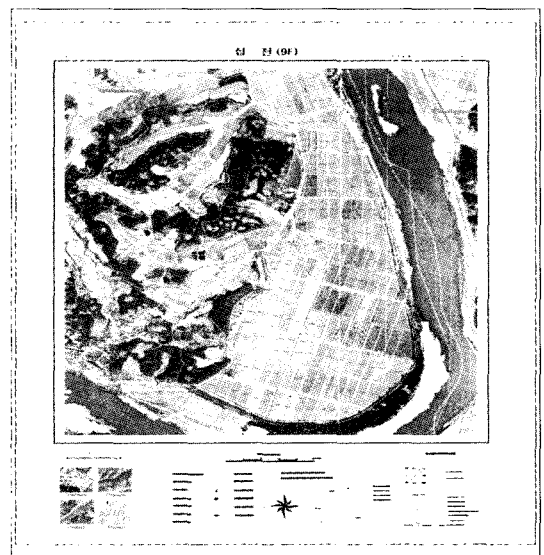


그림 14. 수치정사영상지적도

분하여 제작하였으며, 정사영상지도는 좌표체계를 포함하고 있는 GeoTiff 포맷으로 저장하였으며, 그 외 도면은 ai 파일로 저장하였다. 최종적으로 제작된 수치정사영상지도 및 수치지적편집도는 그림 13과 같으며, 이들을 중첩한 수치정사영상지적도는 그림 14와 같다.

이와같이 제작된 수치정사영상지적도를 통하여 수변구역의 자연적인 지리적 위치와 인위적인 지적경계의 상호간 위치관계를 확인할 수 있었다.

4. 오차의 평가

4.1 수치정사영상의 오차

본 연구에 의하여 제작된 수치정사영상의 오차평가방법은 검사점 20점을 선정하여 사진기준점 측량시 사용한 삼각점의 X,Y값과 수치정사영상에서의 X,Y값을 비

교하여 차를 구하였으며, 그 결과는 표 1과 같이 나타났으며 그 값들을 종합한 결과, 표준편차는 $X=0.732m$, $Y=0.762m$ 의 값을 얻을 수 있었다. 이 결과는 영상지도 출력시 도상 1.0mm이내로 규정하고 있는 영상지도제작에 관한 작업규정의 범위내에 해당된다.

4.2 수치표고자료의 오차

수치표고자료의 오차평가방법은 사진기준점 측량시 사용한 수준점의 Z값과 수치표고자료의 Z값을 비교하여 차를 구하였으며, 그 값들을 종합한 결과, 표 2와 같이 평균 제곱근오차(RMSE)는 0.356m의 값을 얻을 수 있었다. 이 결과는 수치표고자료구축에 관한 작업규정에서의 허용오차(격자규격이 5m×5m인 경우 표준편차 ±1.0m이내) 범위내의 수치에 해당된다.

표 1. 지상기준점과 수치정사영상좌표의 차이

(단위 : m)

NO	지상기준점좌표		정사사진(검사점)좌표		잔 차	
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	$X_1 - X_2$	$Y_1 - Y_2$
1	263995.638	305905.933	263994.600	305905.800	1.038	0.133
2	264163.195	304655.042	264163.260	304654.420	-0.065	0.622
3	262198.762	304369.515	262198.800	304370.210	-0.038	-0.695
4	263353.736	304100.188	263353.880	304101.080	-0.144	-0.892
5	264864.775	304014.361	264863.710	304012.940	1.065	1.421
6	265347.139	304104.364	265348.950	304105.260	-1.811	-0.896
7	265447.315	303005.027	265447.140	303005.180	0.175	-0.153
8	260866.397	301563.082	260866.040	301563.430	0.357	-0.348
9	260728.827	299965.139	260728.560	299965.250	0.267	-0.111
10	260652.996	296941.983	260652.050	296941.350	0.946	0.633
11	264817.969	297077.742	264817.980	297078.380	-0.011	-0.638
12	264967.597	296649.192	264967.480	296648.080	0.117	1.112
13	264020.561	296822.148	264021.830	296822.280	-1.269	-0.132
14	263750.198	295317.483	263749.730	295316.700	0.468	0.783
15	258242.169	293946.059	258242.430	293946.140	-0.261	-0.081
16	258891.972	293905.757	258891.210	293907.340	0.762	-1.583
17	263478.428	293805.698	263478.410	293805.710	0.018	-0.012
18	249830.509	290984.268	249830.260	290983.500	0.249	0.768
19	252575.265	290787.110	252576.030	290786.990	-0.765	0.120
20	264020.561	296822.148	264021.190	296821.390	-0.629	0.758
				RMSE	0.732	0.762
				Min	0.018	-0.012
				Max	-1.811	-1.583

표 2. 지상기준점과 수치표고좌표의 차이

(단위 : m)

NO	지상기준점측량성과			수치표고좌표(Z_2)	잔차($Z_1 - Z_2$)
	X_1	Y_1	Z_1		
1	258478.658	302681.543	297.548	297.977	-0.429
2	260955.605	302799.548	105.413	105.747	-0.334
3	262669.461	303025.040	102.103	102.194	-0.091
4	263607.764	302950.484	97.919	98.351	-0.432
5	264322.834	303048.020	101.695	101.605	0.090
6	261042.464	301570.348	110.643	110.431	0.212
7	261930.537	301765.394	117.565	117.714	-0.149
8	262612.874	301461.626	129.488	129.269	0.219
9	263280.579	301485.988	111.254	111.313	-0.059
10	264243.291	301351.464	105.975	106.264	-0.289
11	261038.417	299737.192	269.315	268.606	0.709
12	261624.636	300018.799	106.914	106.950	-0.036
13	262592.365	299863.900	141.766	141.319	0.447
14	263421.739	299868.655	170.234	170.155	0.079
15	263938.019	299623.840	173.792	173.616	0.176
16	261578.235	298575.003	138.095	137.348	0.747
17	262622.279	298477.044	123.537	123.408	0.129
18	263200.992	298534.962	106.476	106.781	-0.305
19	264377.919	298397.155	147.575	147.726	-0.151
20	262092.529	296958.765	158.096	158.454	-0.358
21	263221.329	296816.080	123.812	123.690	0.122
22	263620.561	296822.148	173.262	173.892	-0.630
				RMSE	0.356
				Min	-0.036
				Max	0.747

4.3 수치정사영상과 지적편집도 평면적 위치오차

제작된 수치정사영상지적도에서 검사점을 대상으로 위치오차를 비교·분석하였다. 위치오차는 실험대상지역내 검사점 15점을 대상으로 하였으며 지적편집도의 경계점의 좌표를 기준으로 수치정사영상의 동일한 위치의 좌표를 비교분석하여 위치의 연결오차를 산출하였다. 현행 지적법령에 의한 측량성과와 검사성과의 연결오차 허용범위는 경계점좌표등록시행지역(축척 1/500)은 0.10m 그밖의 지역은 $\frac{3}{10}$ M밀리미터 이내로 규정하고 있으므로 지적도의 도면 축척이 1/500인 경우 10cm, 1/600인 경우 18cm, 1/1000인 경우 30cm, 1/1200인 경우 36cm, 1/3000인 경우 90cm, 1/6000인 경우 180cm이다. 검사점에 대한 연결오차를 도면상에서 산출한 결과 토지의 경계가 일률적으로 일정한 방향으로 이동되어 허용오차를 벗어나는 것이 확인 되어 다시 현행법에 의하여 수치정사영상에서 인식가능한 경계

와 지적도면상의 경계가 부합되도록 지적도면을 이동하여 검사점에 대한 성과를 다시 비교·분석한 바 모든 필지의 경계가 표 3과 같이 지적법령에서 규정한 허용오차 이내임을 알 수 있었다.

5. 결 론

수변구역의 효율적인 관리를 위하여 수치정사영상지적도를 제작하고 제작된 도면간의 상호관계를 비교·분석 및 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 수치정사영상지적도 제작을 통하여 수변구역의 자연적인 지리적 위치와 인위적인 지적경계 의 상호간 위치관계를 확인할 수 있었다.

둘째, 수치정사영상지적도 제작을 위한 수치정사영상의 오차를 사진기준점 측량시 사용한 삼각점의 X,Y값과 수치

표 3. 수치지적편집도와 수치정사영상의 오차

(단위 : m)

NO.	지적도		수치정사영상		잔차		오차
	X	Y	x'	y'	X-x'	Y-y'	
1	263941.75	302833.73	263941.71	302833.81	0.04	0.08	0.09
2	263890.80	302812.15	263890.83	302812.19	-0.03	-0.04	0.05
3	263696.56	303134.44	263696.61	303134.41	-0.05	0.03	0.06
4	263667.66	303494.35	263667.69	303494.38	-0.03	-0.03	0.04
5	263942.82	301697.55	263942.77	301697.46	0.05	0.09	0.10
6	264077.08	301322.97	264077.11	301322.90	-0.03	0.07	0.08
7	264061.34	299178.93	264061.41	29978.90	-0.07	0.03	0.08
8	263763.66	299141.34	263763.57	299143.28	0.09	0.06	0.11
9	264030.98	298140.51	264030.93	298140.40	0.05	0.11	0.12
10	264080.18	298895.58	264080.24	298895.63	-0.06	-0.05	0.08
11	264041.91	298792.42	264041.89	298792.35	-0.03	0.07	0.08
12	263893.21	297930.29	263893.17	297930.25	0.04	0.04	0.06
13	263753.98	297926.18	263753.87	297926.22	0.11	-0.04	0.12
14	263914.63	297829.85	263914.56	297829.79	0.07	0.06	0.09
15	263830.79	296742.93	263830.83	296742.97	-0.04	-0.04	0.06
			RMSE		0.058	0.060	0.024

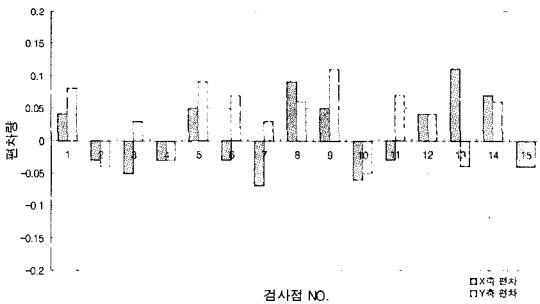


그림 15. 지적편집도와 수치정사영상의 편차량

정사영상에서의 X,Y값을 비교한 결과 영상지도제작에 관한 작업규정에서의 허용오차 범위내의 표준편차 $X=0.732m$, $Y=0.762m$ 의 값을 얻을 수 있었으며, 수치표고자료의 Z값 또한 사진기준점 측량시 사용한 수준점의 Z값과 비교하여 차를 구한결과 수치표고자료구축에 관한 작업규정에서의 허용오차 범위내의 값을 얻을 수 있었다.

셋째, 수치정사영상지적도에서 수치지적편집도의 경계점의 좌표를 기준으로 수치정사영상의 동일한 위치에 대한 위치오차를 현행법에 의거 최종 비교·분석한 결과가 지적법령에서 규정한 지상경계와 도상경계의 연결 허용오차 이내 임을 알 수 있었다.

이상과 같은 결과를 통하여 수변구역의 관리 특히 토지

경계 관련 업무에 있어 수치정사영상지적도를 활용할 수 있음을 제시할 수 있었다

참고문헌

건설교통부 (2001), 한국지형에 적합한 수치표고모델 구축방안 연구, pp. 38-68.
 국방과학연구소 (1992), 위성영상을 이용한 3차원 정사투영영상 생성법에 관한 연구, pp. 96-100.
 김감래의 (2004), 정사영상을 이용한 연속지적도 편집의 신뢰성 향상방안, 한국측량학회지, 제22권 제3호, pp. 255-258.
 박병욱 (1991), 위성데이터를 이용한 수치표고모델 생성에 관한 연구, 서울대학교 박사논문.
 이호남 (1996), 수치지도에 의한 지도 일반화, 명지대학교 박사논문, pp. 56-61.
 행정자치부 (1999), 수치정사사진구축에 관한 연구, pp. 14-15.
 David F. Maune (2001), PhD, CP, Digital Elevation Model Technologies and Application, ASPRS, pp. 121-142.
 R. ASPINALL & D. Miller (1994), A Model of DEM and Orthophotograph Quality Using Aerial Photography, GIS/LIS, pp. 23-37.
 Lemmens, M,J (1988), A Survey on Stereo Matching Techniques, ISPRS Commission V, Vol. 27, pp. 11-23.
 Paul R.Wolf, Bon A. Dewitt, Element of Photogrammetry, McGraw-Hill, 2000, pp. 34 - p. 36.

(접수일 2004. 11. 8, 심사일 2004. 11. 30, 심사완료일 2004. 12. 7)