

수치사진측량을 이용한 지형공간정보 추출

Geospatial Information Extraction by using Digital Photogrammetry

유복모* 김원대**
Yeu, Bock-Mo* Kim, Won-Dae**

要 旨

지형공간정보체계의 운영을 위하여 필수적인 자료기반의 갱신을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구에서는 수치사진측량과정에 의하여 취득되는 자료를 활용하여 정사투영영상을 생성하고 영상피라미드 기법을 이용하여 다축척 정사투영영상지도를 제작하였다. 연구의 결과 제작된 정사투영영상지도의 정확도는 1:5,000 지형도 대비 2.092 m의 정확도로써, 다양한 지형공간정보체계 자료기반 자료취득이 가능하였다.

핵심되는 말 : 지형공간정보체계, 영상피라미드, 정사투영영상

ABSTRACT

The study on the updating of the database of Geo-Spatial Information System that is necessary condition to GIS operation have executed actively. In this study, digital orthophotos were produced by using the product of digital photogrammetry process and then multiscale digital orthophoto maps were generated by the concept of image pyramids. The produced digital orthophoto has 2.092 meters accuracy compared to 1:5,000 topographic map. This digital orthophoto can be implemented in various Geo-Spatial Information Systems, providing valuable spatial reference for other objects in the database.

Key Words : Geo-Spatial Information System, Image Pyramid, Ortho Image

1. 연구의 목적 및 방법

지형공간정보체계 자료기반은 그 자료구조 성격을 기준으로 도형자료와 특성자료로 분류되며, 이중 도형자료의 구축에 대부분의 비용과 시간을 소요하고 있다. 도형자료는 일반적으로 위성자료, 수치사진측량 및 기존의 지도로부터 추출하여 자료기반을 구축한다. 이중

수치사진측량을 이용하여 기하학적인 정보를 추출하는 과정이 가장 중요한 부분이며, 여기서 제공되는 자료의 정확도가 전체 지형공간정보체계의 성패를 좌우한다고 할 수 있다. 자료기반중에서 도형정보를 제공하는 자료들은 점, 선, 면 등의 자료 구조를 가지는 도면 또는 지도의 형태이거나, 자료의 취득 단계에서 생성되는 항공사진, 위성영상 등의 형태를 가지게 된다.

* 정희원, 연세대학교 교수

** 정희원, 연세대학교 산업기술연구소 전문연구원

그러나 이러한 자료들은 현재 대부분 해석적인 방법에 의하여 구축된 자료들로서, 도면에 나타나 있는 자료들을 수치화하기 위해, 스캐닝이나 디지털라이징 작업을 통하여 자료 기반에 입력되고 있다.(유복모,1994)

최근 연구가 활발히 진행되고 있는 수치사진측량의 과정에서 생성되는 수치정사투영영상, 수치표고모형, 기준점 및 기타 자료 등을 이용하여 수치정사투영영상지도를 제작하고, 이 지도의 수치적인 특성을 활용하여, 지도를 필요로하는 목적에 따라, 임의의 축척에 대한 지도의 제공이 가능하도록 하는 것이 실제적인 지형공간정보체계의 자료기반으로서 역할을 충분히 수행할 수 있는 지도라 할 수 있다.

본 연구에서는 수치사진측량의 공정을 통하여 생성된 정사투영영상과 기타 자료를 활용하여 지형공간정보체계의 자료기반으로 활용하기 위한 지도를 구축하는데 있어, 여러 가지 적용 목적에 따라 필요한 축척으로 사용이 가능하도록 다중축척 정사투영영상지도를 생성하고 정사투영영상으로부터 직접 지형공간정보를 추출하는데 목적이 있다.

본 연구에서 연구대상지로 선정된 지역은 독일 중부지방에 있는 피팅겐지역으로 주거지역과 평야, 산지지역으로 구성되어 있으며, 고도의 차이는 약 250 m이다. 수치사진측량에 적용된 영상의 수는 총 36매이며, 이는 1:5000 지형도 16매에 해당하는 지역을 포함한다.

본 연구에서는 수치사진측량기법에 의하여 연구대상지역에 대한 정사투영영상을 생성하고, 이를 수치적인 기법에 의하여 다양한 축척의 표현이 가능하도록 영상피라미드 기법을 이용하여 다중축척 영상을 제작하여 기존의 지도로부터 입력된 지형자료와 중첩하여 정사투영사진지도를 제작하였다. 또한 정사투영영상에서 직접 지형지물에 대한 정보를 추출하여 1/5,000 지형도와 비교하여 정확도를 비교하였다.

2. 수치사진측량과 정사투영영상

2.1 수치사진측량

수치사진측량학에 대한 기본적인 개념은 1950년대로부터 연구가 이루어졌으며, 본격적인 발전이 이루어진 시기는 연구가 된 시기는 수치사진기(digital cameras), 병렬처리(parallel processing), 그리고 저장용량의 증가와 같은 전산기 기기가 급속한 발전을 기록한 1980년대 이후이다(Shenk,1996;Trinder,1996;Nwosu, 1996;유복모,1991).

수치사진측량학에서의 처리 과정이나 작업들은 표 1에 나타난 바와 같이 4가지로 분류 될 수 있다. 이러한 분류는 전산기 시각(computer vision) 예를 따른 것이다(Shenk,1995).

표 1. 사진측량학의 과정과 작업의 분류

분 야	과 정	작 업
체계수준	저장, 접근, 영상의 표현	수치영상의 조작
하위수준	처리, 영상 정합, 사물 추출	표정, DEM 추출
중위수준	집단, 영상 분할	표면 재구성
상위수준	영상 판독	영상 해석

2.2 정사투영영상의 제작

원 영상과 편위가 수정된 영상사이의 변환이 식 (1)에 나타난 다항식에 의하여 이루어진다.

$$\left. \begin{aligned} x &= \mathbf{x}'^T \mathbf{A} \mathbf{y}' = f_x(x', y') \\ y &= \mathbf{y}'^T \mathbf{B} \mathbf{y}' = f_y(x', y') \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

여기서, x, y : 원 영상의 영상소좌표, x', y' : 편위수정 결과 영상소 좌표, A, B : 다항식의 계수 행렬이다.

정밀 편위수정(differential rectification)은 한 번에 사진의 조그마한 부분 만을 편위수정하기 위한 방법에서 시작되었다. 전형적인 기계적 또는 해석적 정사투영기가 광학적인 영상 변환을 이용하여 이 방법을 사용하였다. 원영상에서의 대응부분이 이동, 회전, 축척변환에 의해서 검색이되면, 작은 구멍이 정사투영

사진 위로 이동을 하게 된다. 수치 정밀 편위수정에 대해서, 각 영상소는 간접적인 방법을 이용하여 원 영상으로부터 결과영상으로 분리하여 변환을 실시하게 된다(Helava,1988).

수치표고모형은 영상에서 기복변위에 대한 보정을 위하여 사용된다. 이것은 수치지형모형이 수치 영상과 동일한 형식, 즉 표고의 형태를 가지는 수치형태의 값이 격자형식으로 저장되어 있어야 한다는 것을 가정하여야 한다. 수치표고모형은 결과적인 정사투영영상의 지도 투영과 관련이 있어야 한다.

수치적인 경우, 편위수정의 목적은 항공사진이나 위성영상으로부터 수치표고모형의 각 영상소로 밝기값을 정렬시키는 것이다. 편위수정이 끝난 후에, 표고와 밀도가 동일한 (x,y) 위치에 저장된다.

영상의 밝기값(gray level)을 계산하기 위해서는 다음과 같은 과정을 따른다. 먼저, 수치표고모형 격자에 의해서 정의되는 3차원 좌표 (X,Y,Z)를 공선조건에 의하여 영상으로 변환한다. 영상위치 (x,y)에서, 밝기값을 재배열 방법에 의하여 보간한다. 그림 1. 에서와 같이 수치표고모형 점의 위치와 동일한 수치 정사투영영상의 X,Y 에 밀도를 저장한다.

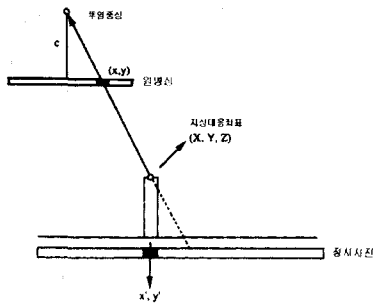


그림 1. 대상평면과 영상간의 선형 투영 관계

2.3 영상피라미드 분석

2.3.1 영상 피라미드

영상피라미드는 다중해상력 영상분석에서 사용되는 다양한 자료 구조이다. 영상 피라미드는 영상의 해상

력을 낮추는데 있어서 입력자료를 재생산하는 배열의 계층적인 집단이다(Schalkoff,1989). 각 배열은 영상 피라미드의 수준을 나타내고 영상소들로 구성되어 있다. 그림 2.와 같이 영상 피라미드의 배열은 8개의 이웃을 가지는 격자들을 연결하는 것이다.(Meer,1989)

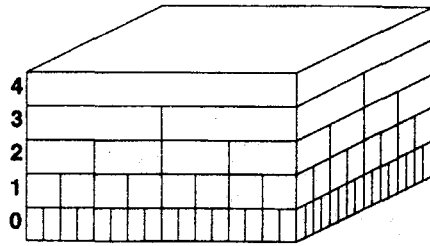


그림 2. 영상 피라미드의 계층적 구조

두가지 기본적인 조각이 영상 피라미드를 구성하는데 필요하다. 하나는 저역통과여과(low pass filter)이고 또다른 하나는 자료 감소이다. 저역통과여과는 해상력을 낮추기위한 영상의 입력자료를 준비하는데 필요하다. 저역통과여과의 특성을 가지는 $K \times K$ 단위 영역을 $N \times N$ 입력자료위로 움직이므로서 얻을 수 있다. 결과 영상은 원래의 해상력을 가지는 원 영상을 여과하여 흐리게 만든 것이다. 단위영역의 크기는 영상에 비하면 매우 작은 것이다.

여과된 영상은 필요로하는 영상소크기를 얻기위하여 재배열 즉, 자료를 삭제하게 된다. 만약 영상 피라미드의 첫 번째 수준이 q^2 만큼 작은 영상소를 포함하게 된다면, 단지 q 번째 영상소만이 여과된 입력 영상의 열과 행을 따라서 남게된다. 따라서, 영상 피라미드의 첫 번째 수준은 $(N/q) \times (N/q)$ 크기의 배열을 가지게 된다.

3. 정사투영영상을 통한 정보 추출

3.1 실험대상지 및 항공사진의 제작

본 연구를 수행하기 위하여 선정된 실험대상지로는 독일의 중부 지역인 Niedersachsen주의 Goettingen 남부

지역이다. 이 지역은 고도가 150 m에서 400 m 대의 거주지역, 평야, 산악 지역 등이 고루 분포된 지역으로서, 국내와 동일한 좌표계 및 지도투영 방법을 사용하고 있다.

그림 3은 실험 대상지역인 Goettingen 남부지역의 3차원 모형을 나타내고 있다.

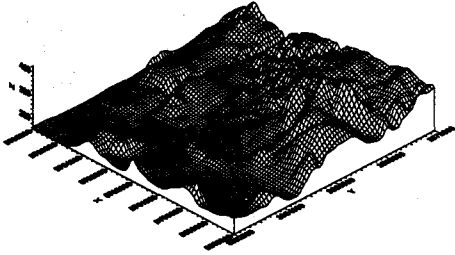


그림 3. Goettingen 남부지역의 3차원 모형

수치사진측량을 수행하기 위하여 이들 지역에 대한 항공사진촬영은 1997년 8월 4일에 실시되었다. 이 항공사진촬영은 종중복 60%, 횡중복 30%, 항공사진 축척 1 : 12,000으로 작업이 진행되었으며, 총 4개의 종접합 입체모형에 36장의 항공사진을 취득 하였다. 이렇게 취득 사진은 Wild SKAI 스캐너를 이용하여 28 μ m의 해상력으로 수치화하였다.

3.2 정사투영영상 제작

3.2.1 단위 정사투영영상 제작

본 연구에서는 1/5,000 지형도와 동일한 지역에 대해서 단위 정사투영영상을 제작하였으며, 면적은 2 km \times 2 km의 크기이다.

각 항공영상의 자세 표정을 위해서는 자동 항공삼각측량 접합점의 선정과정에서 도출된 입체모형 접합점을 이용하였으며, 계산된 각 접합점들의 절대 좌표를 이용하여 영상의 왜곡을 보정하였다.

만약 이러한 영상의 표정점들을 입력하지 않을 경우에는 정사투영영상이 수치표고모형과 정확히 정합되지 않으며, 본 연구에서 처럼 많은 점들이 관측되지

않는 기존의 해석적 사진측량에서는 충분한 수의 영상표정점들을 수동적으로 다시 관측하여야 한다.

정사투영영상을 제작하는데에 필요한 수치표고모형은 연구대상지역에 대하여 주기적으로 측량이 실시되고 있는 레이저 표고 관측 방법에 의하여 생성된 자료를 활용하였으며, 이 자료는 50 m의 격자를 가지고 있다. 또한 정사투영영상은 100 선/cm의 해상력으로 제작이 되었으며, 이 해상력은 지상에 대하여 50 cm의 공간 해상력을 가지는 것이다. 본 연구에서 사용된 수치표고모형의 형태는 앞의 그림 3에 나타난 3차원 모형과 같다.

본 연구의 정사투영영상과정을 통하여 생성된 단위 정사투영영상의 한 예는 그림 4에 나타나 있다.

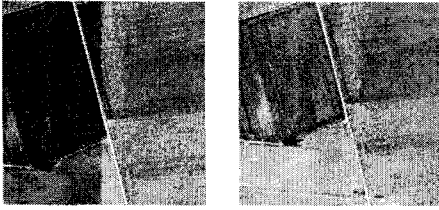


그림 4. 제작된 단위 정사투영영상

3.2.2 전체 정사투영영상 제작

전체의 정사투영영상을 제작하기 위해서는 각 영상에 대한 좌표의 설정이 우선되어야 한다. 본 연구에서는 단위 정사투영영상의 제작과정에서 도곽 좌표를 설정하였으며, 결합시에 발생하는 방사왜곡(radial distortion)을 보정하기 위하여 단위 정사투영영상의 제작시에 좌우상하로 100 m 씩의 여분을 가지도록 제작이 되었다.

방사왜곡의 보정은 결합을 위하여 제작시에 중복이 되도록 설정한 영상부분의 밝기값의 평균을 산정하고, 각 단위 정사투영영상간의 밝기값차이를 전체지역에서 보정하는 방식을 채택하였다.



(a) 보정 전 영상 (b) 보정 후 영상

그림 5. 방사왜곡 전후 영상의 비교

그림 5. a)는 방사보정을 실시하지 않은 경우에 발생한 방사적인 왜곡을 나타내고 있으며, 이 경우 정보의 오독이나, 대상물의 인식에 많은 문제가 발생할 수

있으므로, 앞에서 기술된 것과 같은 방법을 이용하여 방사적인 왜곡을 보정한 결과는 그림 5. b)에 나타나 있다.

이러한 방사적인 왜곡의 보정을 통하여 연구대상지에 대하여 전체적인 정사투영영상을 제작한 결과는 그림 6.에 나타나 있다. 전체 정사투영영상은 해상력이 100 선/cm로, 지상에 대해서는 하나의 영상소가 지상 50 cm에 대응하며, 총 16,000 영상소 × 16,000 영상소의 크기로 지상 8 km × 8 km에 해당하는 것으로 지형도 16장을 포함하는 면적이다. 전체 정사투영영상을 실제의 크기인 100 선/cm의 해상력으로 출력한 경우는 1.6 m × 1.6 m의 크기가 된다.



그림 6. 연구대상지에 대한 전체 정사투영영상

3.3 지도요소의 추출

일반적인 지도에는 여러 가지 정보를 포함하고 있다. 본 연구에서 일반적인 지도에서와 동일하게 지도를 구성하기 위하여 여러 가지 정보를 취득하였다.

입력 방법은 우선 지형도상에서 수치화 입력을 필요로 하는 요소들을 트레이싱 용지상에 이사(transfer)를 하고, 이를 스캐너를 이용하여 수치화하였다. 수치 자료를 INTERGRAPH 사의 GEOVEC 정보처리기법을 이용하여 영상면상에서 반자동적인 방법에 의하여 DXF 형식으로 입력을 하였다.

본 연구에서 입력한 자료는 도로망도, 1/5,000 지형도의 도곽 및 번호, 주택의 경계선에 대해서, 위의 방

9	10	11	12
15	16	17	18
21	22	23	24
27	28	29	30

그림 7. 1/5,000 지도 도곽



그림 8. 입력된 도로망도

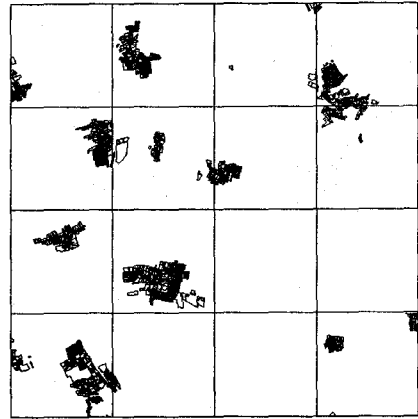


그림 9. 입력된 주택 경계선

법으로 입력을 하였으며, 그림 7, 그림 8, 및 그림 9, 에 나타나 있다.

본 연구에서는 등고선 자료를 취득하기 위해서 앞에서 처리된 정사투영영상의 제작과정에서 사용된 수치표고모형을 이용하여 자료를 생성하였다. 이러한 과정은 자료의 처리과정에서 사용되는 자료를 활용하므로서 다양한 정보의 구현과 함께 효율적인 정보 운용이 가능하도록 하기 위한 것이다.

연구대상지역에 대한 수치표고모형은 50 m 격자 형식으로 되어 있으며, 주기적으로 자료의 보완이 이루어지는 레이저 표고 측량에 의하여 취득된 것이다.

그림 10.은 본 연구의 처리 과정에서 생성된 연구대상지역에 대한 등고선도를 나타내고 있다.

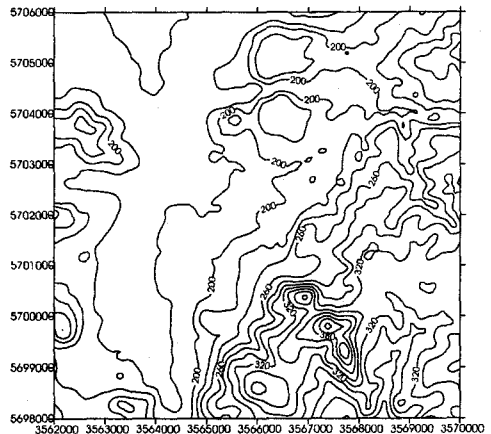


그림 10. 연구대상지역 등고선도

3.4 정사투영영상지도의 제작 및 평가

3.4.1 정사투영영상지도의 제작

위의 각 과정에 의해서 만들어진 정사투영영상을 이용하여 다축척 정사투영영상지도를 제작하였다.

첫 번째 단계로서, 앞서 제작된 전체 정사투영영상은 저장용량이 300 MB의 크기로서 한번에 처리하기에는 많은 시간과 저장용량을 필요로 한다.

본 연구에서는 이러한 비효율성을 제거하기 위하여, 전체의 영상을 세분화하여 대상영역에 관련된 단위영상만을 처리할 수 있도록하였다. 따라서, 전체의 영상을 400개의 세부영상으로 세분화하였으며, 이를 바탕으로 정사투영영상지도를 제작하였다. 이렇게 세분화된 영상들은 영상지도를 만들고자하는 지역이 선정되는 경우 필요한 지역만을 처리하므로써 전체의 영상을 대상으로 처리를 하는 것보다는 필요저장용량이나 처리 시간이 매우 절감되는 효과를 가지고 왔다.

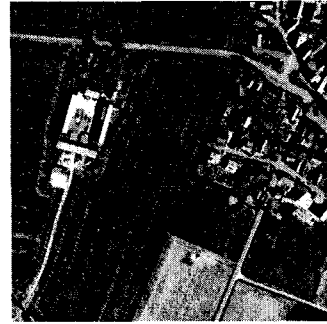
다축척 영상지도 생성 실험을 위하여 본연구에서는 1/5,000, 1/10,000, 1/25,000 및 1/50,000에 대한 지도를 시험 제작하였다.

지도제작의 첫 단계는 각각의 지도 축척에 대한 영상을 처리하는 것이다. 특히 소축척 지도로 갈수록 포함되는 영상이 많아 지므로, 하나의 영상소내에 포함되는 여러개의 영상소를 처리할 필요가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 연구는 영상피라미드중 다변형 기법을 적용하였으며, 각 축척에 대하여 일정 면적에 대해 처리된 영상지도의 기본 영상은 그림 11.에 나타나 있으며 각 축척별 지도에 대한 도곽좌표는 표 2.에 나타나 있다.

각 축척별로 제작된 영상들을 기준으로 제작된 지

표 2. 각 축척별 도곽좌표

영상 축척	좌측 하단		우측 상단	
	Y	X	Y	X
5000	3565600	5702400	3566000	5702800
10000	3565600	5702000	3566400	5702800
25000	3564800	5701600	3566800	5703600
50000	3564000	5700400	3568000	5704400



(a) 1/5,000



(b) 1/10,000



(c) 1/25,000



(d) 1/50,000

그림 11. 각 축척별로 생성된 기초영상

도요소들과 좌표 결합에 의해서 정사투영영상지도를 제작하였다. 그림 12에서 그림 15는 본연구에 의해서 생성된 다축척 정사투영영상지도의 결과물들이며, 각각의 자료층은 색깔별로 처리되어 있다. 여기에 사용된 지도요소자료들은 기존의 지도에서 추출되어 입력된 도로망도, 주택 경계선 뿐만아니라, 정사투영영상의 제작과정에서 사용된 수치표고모형을 이용한 등고선도가 중첩되어 있으며, 도곽은 사용된 자료들의 좌표를 활용하여 제작된 것이다.

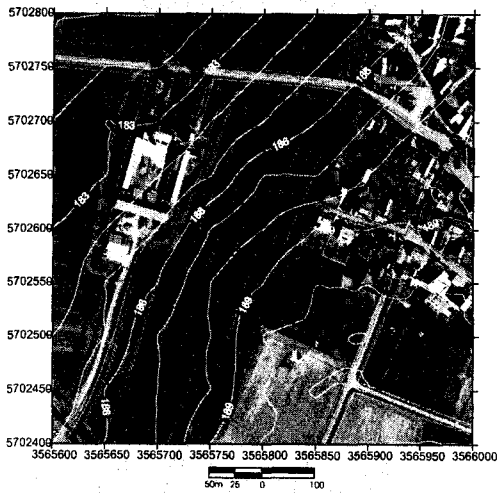


그림 12. 제작된 정사투영영상지도(1/5,000)

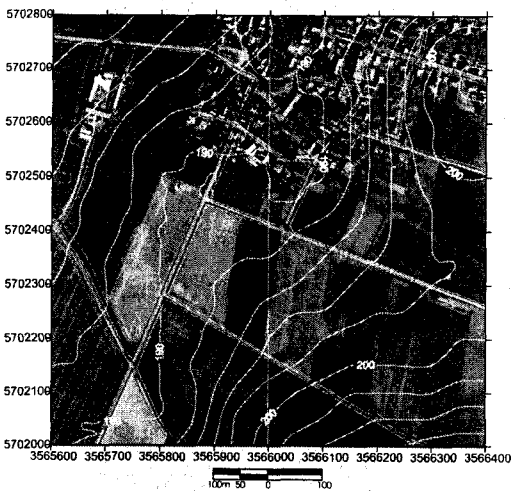


그림 13. 제작된 정사투영영상지도(1/10,000)

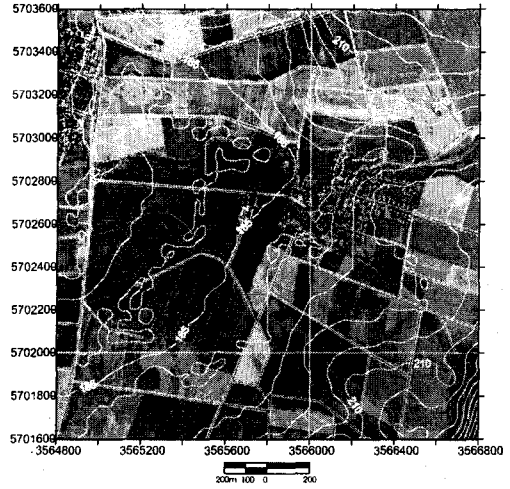


그림 14. 제작된 정사투영영상지도(1/25,000)

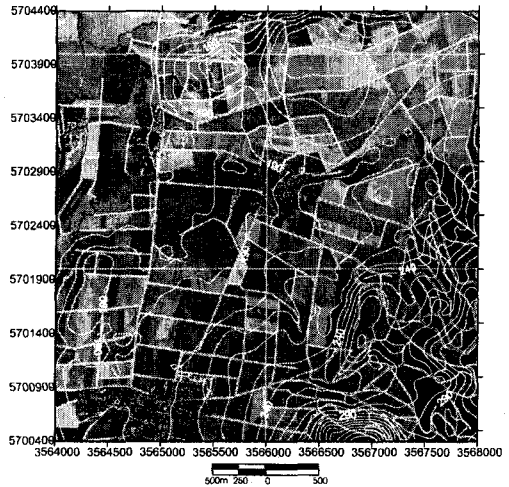


그림 15. 제작된 정사투영영상지도(1/50,000)

3.4.2 정확도 평가

위에서 제작된 정사투영영상지도의 정확도를 평가하기 위해서 본 연구는 제작된 정사투영영상에서 임의의 특징점 30점을 도출하여 이에 대한 영상소 좌표를 취득하고, 이를 지도와 비교하기 위하여 좌표 변환의 과정을 통하여 지상좌표로 변환을 하였다. 영상소 좌표는 영상소의 단위로만 관측을 하였으며, 지도상에서의 좌표관측을 수동적인 방법에 의하여 관측을 하였다.

특징점의 선정은 도로 교차로의 모서리 또는 중앙부, 건물의 모서리, 다리의 중앙부, 택지의 경계선 등 영상 및 지도상에서 명료하게 지점을 파악할 수 있는 곳으로 선정을 하였다. 그림 16.은 영상상에서 취득된 특징점들의 예를 나타내고 있다.



그림 16. 영상에서 추출된 검사점의 예

그림 16.에 나타난 검사점들에 대한 지도상의 표현의 예는 그림 17.에 나타나 있다.

관측과정을 통하여 산출된 영상 및 지도에서의 지상좌표는 표 3.에 기술되어 있다. 정사투영영상상에서는 영상소 좌표를 관측하여 이를 지상좌표로 변환하였으며, 지도상에서는 수동적인 디지털라이징 방법을 이용하여 지상좌표를 환산하여 관측하였다.

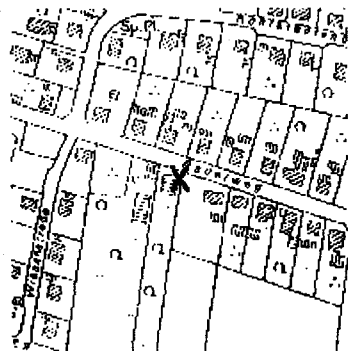


그림 17. 지도에서 탐색된 검사점

표 3.에 나타나 있는 각 검사점의 관측값들에 대해서 평균제곱근오차를 구한 결과는 다음과 같다.

표 3. 영상에서 관측된 검사점의 지상좌표

번호	정사투영영상의 지상좌표(m)		지도상의 지상좌표(m)	
	x	y	x	y
1	3566383.5	5705799.0	3566382.5	5705797.5
2	3566363.0	5705635.0	3566365.0	5705630.0
3	3566302.0	5705348.5	3566302.5	5705347.5
4	3566295.5	5705364.0	3566295.0	5705365.0
5	3566316.0	5705117.5	3566315.0	5705120.0
6	3566145.5	5704904.5	3566142.5	5704905.0
7	3566155.5	5704721.5	3566152.5	5704720.0
8	3566036.0	5704470.0	3566035.0	5704470.0
9	3566175.5	5704218.5	3566177.5	5704215.0
10	3566194.5	5704048.5	3566197.5	5704045.0
11	3566142.5	5703614.5	3566140.0	5703615.0
12	3566174.5	5703863.5	3566177.5	5703865.0
13	3566210.0	5703390.5	3566212.5	5703390.0
14	3566088.0	5703319.0	3566087.5	5703317.5
15	3566153.5	5702932.0	3566150.0	5702932.5
16	3566282.5	5703066.5	3566280.0	5703065.0
17	3566087.5	5702528.5	3566085.0	5702527.5
18	3566346.5	5702682.5	3566345.0	5702682.5
19	3566342.0	5702284.5	3566340.0	5702285.0
20	3566119.0	5702380.5	3566120.0	5702377.5
21	3566235.0	5701717.5	3566235.0	5701715.0
22	3566117.0	5701703.0	3566115.0	5701705.0
23	3566389.5	5701299.5	3566390.0	5701302.5
24	3566099.0	5701392.0	3566097.5	5701390.0
25	3566051.0	5700928.0	3566050.0	5700925.0
26	3566291.0	5700965.0	3566287.5	5700965.0
27	3566015.0	5700533.5	3566017.5	5700532.5
28	3566274.5	5700482.5	3566277.5	5700485.0
29	3566035.0	5700098.5	3566035.0	5700095.0
30	3566061.0	5700356.5	3566062.5	5700357.5

표 4. 검사점의 지상좌표에 대한 평균제곱근 오차

구분	Y(m)	X(m)	평균(m)
평균제곱근오차	2.077	2.105	2.092

4. 비교고찰

수치사진측량의 과정을 통하여 생성된 정사투영영상과 정사투영영상을 생성하는데 사용된 수치표고모형, 기존의 지도에서 추출된 도로망도, 주택경계선 등의 자료를 이용하여 다중척 정사투영영상지도를 제작하고 이에 대한 정확도를 평가하였다.

다양한 축척으로 제작된 정사투영영상을 처리에 적합하도록 세분화하여 처리대상 영역에 대해서만 호출하여, 필요한 축척으로 영상소들을 재배열한 후, 지도를 제작한 결과, 정확도는 지도 좌표 대비 평면오차 2.092 m로 나타났다.

이렇게 제작된 영상지도는 그림 18에 나타난 것과 같이 기존의 지도를 확대 또는 축소했을 때 나타나는 자료의 생략 또는 자료 중첩 등의 문제점들을 일부 해결할 수 있을 것으로 사료된다(LGN,1996).

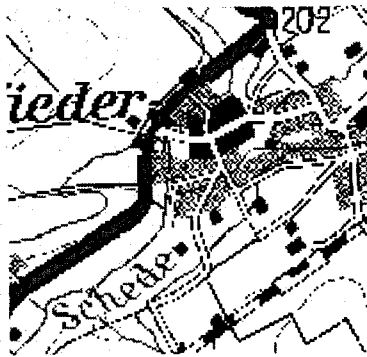


그림 18. 기존 수치지도 확대상의 문제점

본 연구에 의하여 제작된 정사투영영상지도는 사용자 정의 정보를 취득하기 위한 기본 지도로서, 그림 19.에서와 같이 사용자가 필요로 하는 정보만을 영상지도상에서 직접 취득할 수 있다.

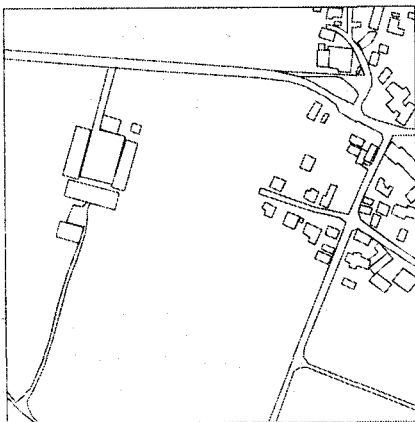


그림 19. 영상에서 취득한 도로 및 주택 위치 자료

또한, 기존 지도가 전산화된 파일형태의 지도와는 달리 종이 등에 인쇄되어 신축 또는 왜곡 현상, 복사, 트레이싱 등의 과정에 의해 발생할 수 있었던 오차를 많은 부분 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

5. 결 론

본 연구는 최근 지형공간자료의 구축과 신속한 자료의 갱신을 위하여 필요성이 대두되고 있는 수치사진측량을 이용하여 수치 정사투영영상을 제작하고, 정사투영영상의 제작과정에서 필요로 하는 각종 정보를 이용하여 정사투영영상지도를 제작하기 위한 연구로서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수치사진측량의 과정을 통하여 정사투영영상을 제작하고 이를 기초로 하여 다축척의 정사투영영상지도를 제작하기 위한 연산법을 확립하였다.
2. 수치사진측량과정에서 취득되는 자료를 활용하여 정사투영영상을 생성과 영상피라미드 기법을 이용한 다축척 정사투영영상지도를 제작한 결과, 제작에 따른 평면오차는 지도 좌표 대비 2.092 m의 정확도로서, 다양한 지형공간정보체계 자료기반 자료 취득이 가능하였다.
3. 정사투영영상은 영상피라미드를 통해 다양한 축척의 지도 구현이 가능하였으며, 선추적형 자료의 중첩을 통해 사용자가 필요로 하는 형태의 지도제작이 가능하였다.
4. 정사투영영상은 위치정보 뿐만아니라 일부의 속성 정보도 포함하고 있으므로 지형공간정보체계의 자료기반 갱신, 지도의 일부 수정 등에서 효율적으로 사용이 가능하였다.

참 고 문 헌

1. 유복모 (1991), 사진측정학, 문운당, pp. 12-47.

2. 유복모 (1994), 지형공간정보론, 동명사, pp. 1-33.
3. Helava, U. V. (1988), Object-Space Least-Squares Correlation, P.E. & R.S., Vol. 54, No. 6, pp. 711-714.
4. LGN, (1996), Niedersachsen - Digitale Karten, Landesvermessung und Geoinformation Niedersachsen, CD-Rom.
5. Meer, P. (1989), Stochastic image pyramids, Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 45(3), pp. 269-294.
6. Nwosu, Z. A. (1996), Digital versus analytical: a matter of photogrammetric coexistence, Geomatics Info Magazine, 10(1), pp. 35-37.
7. Schalkoff, R. J. (1989), Digital Image Processing and Computer Vision, John Wiley & Sons, Inc., pp. 1-12.
8. Schenk, T., and Hoffmann, O. (1989), Stereo Matching using Line Segment of Zero Crossings, Proc. ISPRS, Symp., Comm. III, Vol. 19, pp. 362-368.
9. Shenk, T. (1995), Digital photogrammetric workstations - the photogrammetrist's new tool, Geomatics Info Magazine, 10(9), pp. 6-8.
10. Shenk, T. (1996), Concepts in Digital Photogrammetry, 한국지형공간정보학회 전문가 초청강좌, pp. 1-12.
11. Trinder, J., and Donnelly, B. (1996), Digital photogrammetry : what it can do and how it will affect the future photogrammetry, Geomatics Info Magazine, 10(1), pp. 6-8.