

영상칩 지상기준점을 이용한 항공사진 번들조정

Bundle Adjustment of Aerial Photographs using GCP Image Chip

김기홍¹⁾ · 손홍규²⁾ · 김호성³⁾ · 백종하⁴⁾ · 이재원⁵⁾

Kim, Gi Hong · Sohn, Hong Gyoo · Kim, Hosung · Baek, Jong Ha · Lee, Jae Won

¹⁾ 연세대학교 산업기술연구소 전문연구원(E-mail:sfmacho@yonsei.ac.kr)

²⁾ 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 조교수(E-mail:sohn1@yonsei.ac.kr)

³⁾ 연세대학교 대학원 사회환경시스템공학부 석사과정(E-mail:hosung@yonsei.ac.kr)

⁴⁾ 연세대학교 대학원 사회환경시스템공학부 석사과정(E-mail:mycals@netian.com)

⁵⁾ 대한측량협회 측량정보산업연구원 연구부장(E-mail:jolee@kasm.or.kr)

Abstract

Recently various thematic maps and image maps using aerial photograph and satellite imagery are frequently made. The geo-referencing is essential to make image map and topographic map using aerial photograph and satellite imagery. For this geo-referencing, Ground Control Points (GCPs) are needed. In this paper, we used GPS relative positioning to measure GCP ground coordinate and the accuracy of 8cm level was achieved. We made GCP image chips for the efficiency of geo-referencing and carried out the bundle adjustment of aerial photographs using GCP image chips to acquire the GCP photo coordinate with image matching technique. Finally we analyzed the accuracy of bundle adjustment compared to the accuracy of the case in using digital maps to acquire GCP photo coordinate.

1. 서 론

최근 위성영상 및 항공사진의 활용에 관한 관심이 증가되면서 소요되는 비용과 시간을 위해 자동으로 기하보정을 실시하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 영상의 기하보정은 영상에서 적절한 수의 지상기준점을 선택한 후 영상에 대한 기하보정의 모형식을 결정하고 마지막으로 결정된 모형식 변수들을 이용하여 영상을 재배열하게 된다. 지상기준점은 영상상의 좌표와 지상의 좌표를 모두 알고 있는 점으로 두 좌표간의 관계를 이용하여 영상의 기하보정 모형식의 변수를 결정해준다. 또한 이 점들은 기하보정의 정확도를 평가하기 위한 검사점으로도 활용된다. 따라서 지상기준점의 취득은 기하보정의 정확도에 큰 영향을 미치는 중요한 요소라고 할 수 있다.

기존의 지상기준점 취득방법은 주로 수작업으로 이루어져왔으며 대부분 종이지도나 수치지도에서 기준점을 취득하는 방법으로 기하보정을 실시하고자 할 때마다 매번 반복적으로 수행되어 왔다. 이러한 단점을 해결하기 위하여 지상기준점 데이터베이스 구축에 관한 연구로 래스터 방식의 지도를 이용한 지상기준점 데이터베이스 구축에 관한 연구가 수행되었으며 (이영란 등, 1998), 영상칩 형태의 지상기준점 데이터베이스 구축에 관한 연구가 수행되었다 (손홍규 등, 2004). 또한 영상정합을 위하여 다중해상도영상을 이용하는 방법 (Djamdji 등, 1993; McGuire 등, 2000), 영상정합과 random sample consensus

(RANSAC)을 이용하는 방법 (Kim and Im, 2003) 등의 연구가 수행되어 왔다.

영상첩 형태의 지상기준점은 영상정합방식을 이용하여 영상의 기하보정을 실시함으로써 기존의 수작업으로 진행되던 지상기준점 취득 방식에 걸리던 시간을 크게 줄일 수 있는 장점을 지닌다. 또한 매번 반복적으로 지상기준점을 취득할 때 발생할 수 있는 오차에 대해 일관된 지상기준점을 이용할 수 있다는 이점도 있다. 따라서 본 연구에서는 영상첩 형태의 지상기준점 취득을 위해 GPS측량을 활용하여 지상기준점을 측량하고 취득한 지상기준점을 이용하여 항공사진의 번들블록조정을 실시하여 영상첩 지상기준점의 활용에 관해 검증하고자 하였다.

2. GPS 측량을 이용한 지상기준점 취득

지상기준점을 선정하는 방법은 입체모형의 영상에서 식별이 용이한 지점을 선정하여 영상에서의 좌표를 해석도화기나 컴퓨터 영상상에서 취득하고 그에 대응하는 지상좌표를 현지측량, 항공사진측량이나 혹은 기존의 자료로부터 얻는다. 위치결정방법에 있어서 GPS의 발달에 따라 보다 정확한 지상기준점의 측량을 위해 GPS를 활용하여 지상기준점을 취득하였다. GPS측량을 실시할 때 단일 수신기를 이용하는 경우 전리층에 의한 오차나 멀티패스 등의 오차가 발생하므로 이들 오차를 소거할 수 있는 방법으로서 2대의 위성수신기를 활용하는 상대위치결정기법을 사용하였다.

GPS를 이용한 지상기준점 측량은 선정지점에 일정 시간동안 GPS 수신기를 고정하여 놓고 관측하는 STATIC 측량방법을 적용한다. 또한 전국에 14개 지점에 설치되어 있는 GPS 상시관측소와 그로부터 측량된 1등, 2등 국가삼각점을 활용하여 지상기준점에 대한 삼각망을 구축하고 기선해석을 통하여 정확한 위치좌표를 계산하게 된다. 본 연구에서는 광주광역시 및 전라남도 일대에 대하여 광주상시관측소 데이터 및 국가삼각점을 이용하여 그림 1과 같이 삼각망을 구축한 후 그림 2와 같은 지상기준점 삼각망을 구축하여 총 45점에 대한 지상기준점 측량을 실시하였으며 지상기준점에 대한 GPS 측량을 실시하여 기선해석을 실시한 결과 각각의 지상기준점에 대해 약 8cm 정도의 오차를 확인하였다.

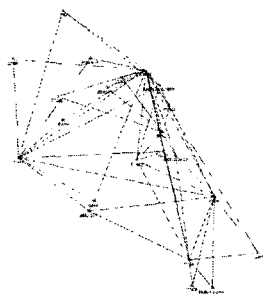


그림 1. 국가삼각점 삼각망

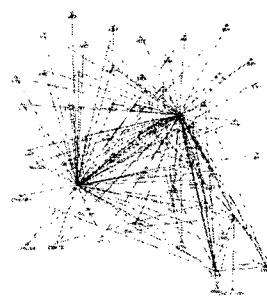


그림 2. 지상기준점 삼각망

3. 영상첩 지상기준점을 이용한 항공사진의 번들조정

한 장의 중복사진으로부터 사진좌표를 취득하여 대상물의 3차원 지상좌표를 알아내기 위해서는 기존의 공선조건식을 이용한 방법이 사용되어 왔다. 번들조정이란 여러 장의 연속된 스트립을 갖는 사진에서 각 사진 상에 관측된 기준점과 사진좌표를 관측값으로 하여 최소제

곱법을 이용하여 각 사진의 외부표정요소 및 미지의 지상좌표값에 대한 최확값을 결정하는 것으로서 인접 사진과의 중복 부분 및 기준점을 이용하여 동시에 표정함으로써 각 사진의 투영중심점 위치와 사진의 경사 등을 해석하여 사진에 나타난 지상점을 기준좌표계상에서의 위치로 해석하는 방법이다. 번들조정은 지상의 임의 점에 대한 사진좌표가 주어질 경우 번들조정에서 얻어지는 각 사진의 외부표정요소를 이용하면 각 모형에 대하여 상호표정, 절대표정 과정을 거치지 않고 직접 지상좌표를 계산할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 번들조정을 위한 지상기준점을 위하여 광주지역에 대하여 측량한 지상기준점을 기존의 항공사진을 이용하여 그림 3과 같은 영상칩 형태의 지상기준점으로 제작하였다.


	Image Type	Aerial Photograph
	Obs. Date	2002/11/19
	Northing (TM)	193216.11 m
	Easting (TM)	183376.63 m
	Elevation (MSL)	32.288 m

그림 3. 영상칩 지상기준점의 예

번들조정은 항공사진을 이용하여 블록을 구성한 후 각각의 사진의 내부표정요소를 입력하고 블록 내에 존재하는 지상기준점들의 사진좌표를 확인하고 중복되는 구역에서 공액점 (tie point)를 찾아내는 순서로 진행된다. 영상칩 형태의 지상기준점의 정확성을 검증하기 위하여 지상기준점의 좌표를 이용하여 수치지형도를 이용하여 수작업으로 지상기준점의 사진좌표를 찾아내는 방법과 영상칩 형태로 제작된 지상기준점을 영상정합기법을 활용하여 사진좌표를 찾아내는 방법의 두 가지 방법을 실시하여 비교 분석하였다. 본 연구에서는 광주 지역을 촬영한 항공사진 12장을 이용하여 그림 4와 같은 블록을 구성하였으며 항공사진의 내부표정요소는 표 1과 같다.

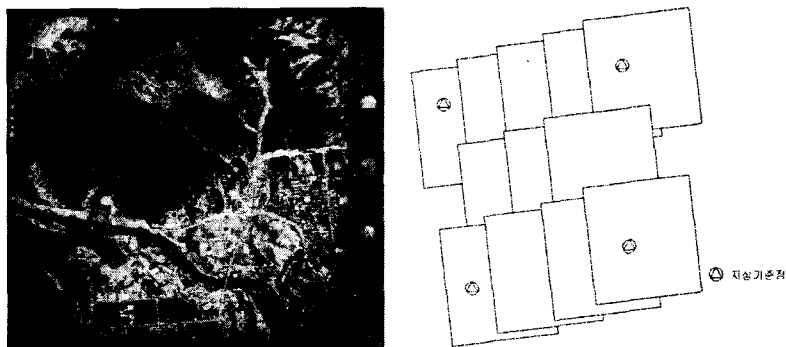


그림 4. 실험에 사용한 항공사진 및 블록구성

표 1. 사용한 항공사진의 내부표정요소

x_0	0.0080mm
y_0	0.0010mm
f	153.66mm

영상정합방식은 영역기반 정합법과 형상기반 정합법이 있으며 본 연구에서는 영역기반의 영상정합법 중 상관계수법을 사용하였으며 영상의 번들조정을 위하여 ESRI社의 Erdas

Imagine를 사용하였다. 중복되는 사진에 대하여 필요한 공액점의 수는 구하고자 하는 변수가 중복되는 사진 각각의 외부표정요소로 총 12개이므로 공선조건식을 적용하면 한 점에 대해 x, y 두 개의 식이 만들어지므로 총 6개의 점이 필요하다. 그러나 이 점들이 포함할 수 있는 오차를 고려하여 6개 이상의 점을 사용하였으며 항공사진이 두 장 혹은 세 장의 중복되는 경우를 고려하여 지상기준점 4점과 공액점 48점을 취득하여 그림 5와 같이 번들조정을 실시하였다.

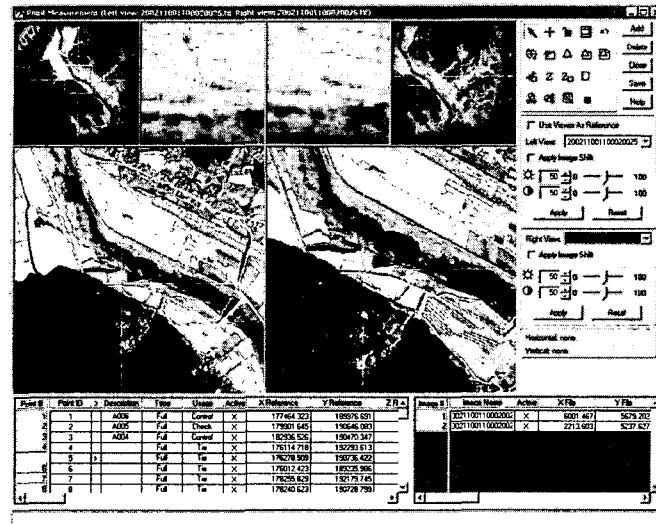


그림 5. 번들조정 과정

번들조정결과 수치지형도를 이용하여 지상기준점의 사진좌표를 찾아내는 방법에서는 모든 점에 대한 RMSE가 0.51영상소로 나타났으며 검사점에 대한 RMSE는 x, y 방향으로 모두 1 영상소 정도의 오차를 보였다. 영상칩 지상기준점을 이용하여 지상기준점의 사진좌표를 찾아내는 방법에서는 모든 점에 대한 RMSE가 0.58영상소로 나타났으며 검사점에 대한 RMSE는 x, y 방향으로 각각 1.5, 1.6 영상소로 나타났다. 두 가지의 광속조정 결과 두 가지 방법 사이의 큰 차이는 나타나지 않았으며, 영상정합을 이용한 방법에서의 오차가 약간 많이 발생한 것은 측량을 실시하기 위해서 지상기준점의 위치를 도로의 교차점이나 논·밭의 경계점과 같이 측량이 쉬운 곳을 선택하였으며 이로 인해 영상정합이 효과적으로 이루어지지 않은 원인으로 사료된다.

4. 결 론

본 논문에서는 항공사진의 번들조정을 위하여 지상기준점을 취득하는 방법으로 영상칩 지상기준점의 영상정합기법을 활용한 방법을 사용하였으며, 이를 위한 지상기준점의 지상좌표를 취득하기 위하여 GPS 측량기법을 활용하였다. 연구대상지에 대한 지상기준점의 선정 및 측량 결과 각각의 지상기준점에 대해 8cm 정도의 오차를 보였다. 영상칩 지상기준점을 이용한 항공사진의 번들조정 결과 RMSE가 0.58영상소 정도로 나타났고 이는 수작업으로 이루어진 번들조정의 결과인 0.50 영상소의 RMSE와 비교해 큰 차이를 보이지 않았으므로 그 활용성을 검증할 수 있었다. 지상기준점의 효과적인 선정과 정확한 영상정합기법의 개발이 함께 이루어진다면 향후 지상기준점 데이터베이스 구축을 통한 영상칩 형태의 지상기준점의 활용성은 더욱 커질 것으로 사료된다.

참고문헌

- 손홍규, 김기홍, 김호성, 백종하 (2004), GCP DB 구축을 위한 영상칩 제작툴 개발 및 Web 서버 구축, 한국측량학회 춘계학술발표회논문집, 한국측량학회, pp. 275-278.
- 이영란, 신동석, 이해연 (1998), 위성영상 보정을 위한 GCP 데이터베이스 구축, 검색 및 활용, 한국지리정보학회지, 한국지리정보학회, 제 1권, 제 1호, pp. 8-17.
- Djamdji, J.P., Bijaoui, A. and Maniere, R. (1993), Geometrical Registration of Images: The multiresolution approach, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol.59, No.5, pp. 645-653.
- Kim, T.J. and Im, Y.J. (2003), Automatic Satellite Image Registration by Combination of Matching and Random Sample Consensus, *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 41, No. 5, pp. 1111-1117.
- McGuire, M. and Stone, H.S. (2000), Techniques for Multiresolution Image Registration in the Presence of Occlusions, *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 38, pp. 1476-1479.