
소규모지역에서 3차원 정사사진 구현을 위한 GPS와 EDM의 적용

최 현*

Application of the GPS & EDM System for 3D Orthophoto in Small Area

Choi, Hyun*

요 약

GPS 측량은 Multi-path 오차가 발생하기 때문에 도심지역이나 숲이 있는 항공사진에서는 지상기준점을 잡기 위해 GPS 측량이 어렵다. 본 논문은 소규모 지역에서 3차원 정사사진 구현을 위한 GPS와 EDM의 적용에 관한 연구이다. 삼각점에서 연구대상지역에 대한 기준점을 내린 다음 EDM으로 정밀삼각측량으로 지상기준점을 선정하였다. 그리고 항공사진을 정사투영사진으로 변환하기 위해 획득된 지상기준점을 적용하였다. 그리고 연구대상지역에 대하여 항공정사사진을 이용한 3차원 모델링을 구현하여 향후 추진될 3차원 GIS 구축을 위한 항공사진의 활용방안에 대해서 연구 하였다. Multi-path 오차로 기인하는 GPS수신이 어려운 지점을 EDM을 이용하여 영상에서 균등히 분포된 지상기준점의 획득이 가능하였고 3차원 공간정보 자료구축에서 가장 기본이 되는 소규모 지역에서 항공사진의 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

ABSTRACT

It's very difficult to acquire the accurate GCP(Ground Control Point) in the urban center and forest aerial photo because of occurring of irregular multi-path error. The purpose of this study is to apply the GPS and the EDM system for 3D orthophoto in the small areas. GCPs surveyed by accuracy triangulation from EDM after from triangulation points to a fiducial point at study area used to GPS. And I have a comment on how to use areal orthophoto for future 3D-GIS after 3D-Modelling using areal orthophoto. As the results, EDM surveying could resolve multi-path error according to GPS surveying and It is possible for using aerial orthophoto on the basis of the 3D-GIS database.

키워드

GPS, Multi-path error, EDM, Orthophoto

I. 서 론

항공사진에서 나타내는 영상은 지도와 다른 형태를 유지하고 있으며 그 원인은 항공사진의 투영방식이 다르기 때문이다. 정사투영방식을 취하는 지도와는 달리 항공사진은 중심투영을 취하고 있기 때문에 왜곡이 발생하게 된

다. 항공사진의 중심점에서는 지도와 비슷한 정사투영형태를 가지지만 변두리 부분으로 갈수록 사진의 상이 기울게 된다.

수치정사사진에 대한 연구는 1990년대 정밀편위수정법 등을 적용하여 GIS자료와 수치정사사진을 중첩시켜 편위수정의 정확도를 비교하여 항공사진과 위성영상의

활용가능성이 제시 되었다[1]. 2000년대에는 지형정보의 3차원 전달의 필요성에 의해 3차원 수치영상에 관한 연구가 많이 이루어 졌다[2, 3]. 이와 같이 기존의 2차원 GIS시스템이 가지는 공간적 한계를 극복하기 위해 항공사진의 활용은 그 대안이 되고 있다.

현재 각 기관에서는 이용목적에 따라 적정 축척의 항공사진을 주기적으로 수집 하고 있다. 서울시를 비롯한 몇몇 지방 자치단체에서는 특정 지역의 변동상황을 주기적으로 파악하고자 비교적 높은 축척의 항공촬영을 수행하고 있고, 임업연구원의 경우 식생의 현황을 파악하고 임상도와 같은 주제도를 제작하는 데 이용하고자 별도의 항공사진 촬영을 수행하고 있다. 그러나 주기적으로 촬영된 항공사진은 아직까지 육안 판독을 그 주목적으로 하고 있으며, 사진 자료의 형태 역시 필름 또는 인화지 형태로 되어 있기 때문에 이들에 대한 효율적 관리가 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 소규모지역에 대하여 GPS기준점 측량과 삼각수준측량으로 지상정밀기준점을 선정 한 후 항공정사사진을 만든 뒤에 3차원 모델링 구현하여 향후 추진될 3차원 GIS의 활용에서 항공사진의 활용방안에 대해서 연구 하였다.

II. 기본이론

2.1. GPS

GPS(Global Positioning System)는 1973년 미 국방성에 의하여 개발된 범지구 위성체계로서, 궤도가 정확히 알려진 위성으로부터 송신되는 신호를 관측함으로써 관측점의 위치를 구하는 체계이다[4]. 근본적으로 GPS는 삼각측량의 원리를 사용하는데 전형적인 삼각측량에서는 알려지지 않은 지점의 위치가 그 점을 제외한 두 각의 크기와 그 사이 변의 길이를 측정함으로써 결정되는데 반해 GPS에서는 알고 싶은 점을 사이에 두고 있는 두 변의 길이를 측정함으로써 미지의 점의 위치를 결정한다는 것이 고전적인 삼각측량과의 차이점이다. 인공위성에서 GPS수신기까지의 거리는 각 위성에서 발생시키는 부호 신호의 발생 시점과 수신 시점의 시간 차이를 측정 한 다음 여기에 빛의 속도를 곱하여 계산한다. 실제로 위성의 위치를 기준으로 수신기의 위치를 결정하기 위해서는 이 거리 자료 이외에도 위성의 정확한 위치를 알아야 하는데 이 위성의

위치 를 계산하는 데는 GPS 위성으로부터 전송되는 궤도력을 사용한다.

GPS 측량방법에는 절대위치법과 상대위치법으로 크게 나누어진다. 상대위치법에 비해 정밀도가 많이 떨어지는 절대위치법(Absolute GPS)은 GPS 수신기 1대를 사용해서 위치를 측정하는 방법으로 일반 항법이나 군사용 독도법, 그리고 대도시 GIS 구축을 위한 기본 자료용으로 많이 이용된다.

GPS 수신기는 4개 이상의 위성으로부터 시각정보를 담은 신호를 수신 받아 위치측정에 이용한다. 신호가 위성에서 수신기까지 이르는 동안 여러 오차 요인으로 인하여 이 신호는 정확도가 떨어지게 되는데 각 위성의 신호가 이런 식으로 오차를 포함하고 있으므로 이들을 이용하여 계산한 위치정보도 어쩔 수 없이 오차를 수반하기 마련이다. 오차가 발생하는 가장 큰 오차는 AS와 SA를 들 수 있으며, 위성의 시계오차는 지상 관제부분에 의해 수정되지 않은 상태의 오차이며, 대류권 오차는 지표에서 8-13 km 사이에서 발생한다. 그리고 전리층은 지표에서 50-200 km 사이에서 오차가 발생한다.

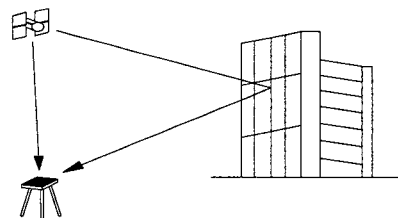


그림 1. 멀티 패스 오차
Fig. 1. Multi-path error

구조적인 요인에 의한 오차는 위성에 탑재된 원자시계의 오차, 위성궤도의 오차, 전리층과 대류권에 의한 위성 신호전파의 지연에 따른 오차, 그림 1과 같은 구조물의 영향을 받는 멀티패스에 의한 오차, 수신기 자체의 전자파적 잡음에 의한 오차 등이 있다. 이 오차들은 대부분 DGPS(Differential GPS)나 RTK(Real Time Kinematic Surveying) 등의 상대 측량방식으로 오차를 소거할 수 있으나 멀티패스 오차는 제거가 힘들다. 따라서 건물이 많은 지역에서는 항공사진이나 고해상도 위성영상의 좌표 등록을 위해서 GPS 측량이 매우 어렵다.

2.2. EDM의 거리 관측 원리

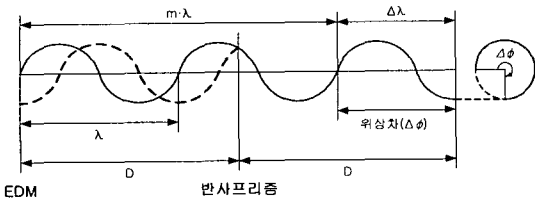


그림 2. EDM과 반사프리즘 사이의 전자기파 원리
Fig. 2. going and returning Theory of EDM and Prism

전자기파가 EDM 기계와 반사프리즘 사이를 왕복할 동안의 전자기파의 총 진행거리는 전자기파의 파장을 λ, 진동수를 m(m은 정수)이라 할 때에 파장의 정수배(m×λ)와 1파장 미만의 나머지 부분(Δλ)으로 이루어진다(그림 2). 식 (1)은 EDM 기계와 프리즘간의 전자기파의 이동거리를 표시한 것이다.

$$2D = m\lambda + \Delta\lambda \tag{1}$$

여기서, D는 EDM 기계와 프리즘 사이의 실제 거리이다. 관측에서 진동수 m은 실질적으로 측정할 수 없지만 전자기파가 EDM 기계에서 송신되는 순간의 위상 ψ₁과 프리즘에서 반사된 전자기파가 EDM 기계에 수신되는 순간의 위상 ψ₂를 관측할 수 있기 때문에 식 (1)의 Δλ는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\Delta\lambda = (\Delta\psi/2\pi) \cdot \lambda \tag{2}$$

여기서, 위상차 Δψ = ψ₂ - ψ₁ 이다. 위상차는 직접 측정이 가능하지만 단일 파장의 전자기파만을 사용한 관측 으로서는 진동수 m을 결정할 수 없으므로 주파수가 약간 다른 전자기파를 여러 개 사용하여 증폭현상을 일으켜 m=0이 되는 장파장의 전자기파를 사용하는 효과를 이용하여 대략적인 거리를 구한 후, 단파장의 전자기파를 왕복 시켜 정확한 m값을 구하게 되며 식 (3)으로 나타난다. C는 전자기파의 속도이고 f는 주파수, λ는 파장을 나타낸다.

$$\bar{\lambda} = \frac{C}{f_A - f_B} = \frac{1}{1/\lambda_A - 1/\lambda_B} \tag{3}$$

2.3. 항공사진의 표정

사진의 표정에는 내부표정과 외부표정으로 나누어 지

는데 내부표정(interior orientation)은 관측된 상좌표(image coordinate)를 사진좌표(photo coordinate)로 변환하는 작업이다. 8점의 지표의 관측좌표 (x', y')와 대응하는 사진좌표 (x, y)를 이용하여 최소제곱법으로 변환식의 계수를 구한다. 사진좌표변환에 이용되는 관측방정식에는 3가지가 있으며, 본 연구에서는 부등각사상변환 (affine transformation)을 이용하여 내부표정을 수행하였으며 식(4)과 같다.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \gamma & s_x & 0 \\ 0 & 1 & 0 & s_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} \tag{4}$$

외부표정은 좌우 사진좌표로부터 해석적으로 입체모형 좌표를 얻는 작업인 상호표정(relative orientation)과 사진간, 입체모형간, 종집합모형(strip)간을 접합하여 좌표계를 통일시키는 작업인 접합표정(successive orientation)과 가상좌표를 대상물의 절대좌표로 환산하는 작업인 절대표정(absolute orientatnion)으로 세분된다. 외부표정요소는 이미지가 노출 또는 획득된 순간의 특징들과 연계되어 정의한다. 촬영중심점의 좌표값 중 X, Y는 앞의 과정에 의해서 구해진 각 사진지표의 위치를 이용하여 계산되었으며, Z값은 카메라의 평균고도 값을 적용하였다.

표정점은 두 개 또는 그 이상의 이미지에서 중첩된 부분의 일치하는 점을 말한다. 본 연구에서는 자동으로 표정점을 생성하여 3차원 좌표를 획득하였다.

III. 적용 및 고찰

3.1. 연구방법

GPS기준점측량을 위해 먼저 도상 및 현지답사 위성장애물 조사를 통해 기준으로 삼각점을 선점한 후 Spectrum Planning을 이용하여 DOP상태를 파악하여 최적의 날짜와 시간대를 선별하여 위성 데이터를 수신한다. 수신된 위성데이터를 내업작업으로 처리하고 오차보정으로 연구대상지역에 설치된 현장삼각점의 실용좌표를 TM직각좌표로 산출해낸다. GPS 기준점측량을 통하여 구해진 현장삼각점을 기지점으로 하여 연구대상지역의 지상기준점 좌표를 보유하고 있는 항공사진의 예비판독 작업을 통해 선점하고 삼각주측량으로 지상기준점의 절대좌표를 산출하였다. 그리고 지상기준점을 활용하여 항공사진의 경사 및 축척에 대한 오차가 보정되면 정사사진을 제

작할 수 있다. 정사보정을 하는 방법에는 수치표고모형을 이용하는 방법과 임의의 측점을 측량한 성과를 이용한 방법 두 가지가 있으며, 본 연구에서는 임의의 측점을 측량한 성과를 이용하여 항공사진의 정사보정을 수행하였다. 지상기준점 선점 및 좌표획득 작업 후 지상기준점으로 정사투영사진지도를 제작하였다. 정사투영사진지도 제작한 후 1:1,000에서 수치표고모형을 생성한 후 3차원 정사투영사진지도제작하여 가상 비행을 실시하였다.

3.2. 지상기준점 선점을 위한 GPS 측량

본 연구에서 수행된 지상측량은 DGPS 기준점 측량, 지상기준점측량을 위한 삼각정밀 수준측량으로 구분할 수 있다. 지상기준점측량은 평면기준점과 표고기준점으로 구분하여 GPS 측량으로 기지점으로 내렸다. 부산대학교정내에는 건물과 산림이 어우러져 있기 때문에 멀티패스(multi-path) 오차가 발생하기 때문에 GPS수신자체가 어렵기 때문에 EDM으로 삼각정밀수준측량을 수행하였다. 표 1은 본 연구에 사용된 장비를 나타내고 있다. GPS 수신기는 Sokkia사의 GRS 2600모델을 사용하였으며 수평정확도는 $0.5\text{cm} + 1\text{ppm} \cdot D$, 수직정확도는 $1\text{cm} + 1\text{ppm} \cdot D$ 를 가진다. 삼각정밀수준측량을 위해 사용된 EDM은 SET 530모델로 수평 정확도 $0.2\text{cm} + 2\text{ppm} \cdot D$, 수직 정확도 $0.2\text{cm} + 1\text{ppm} \cdot D$ 이다.

표 1. 본 연구에 사용된 정밀측량장비의 제원
Table. 1 The Spec. of the GPS & EDM

장비	제원
GPS	- GRS 2600 GPS Receiver 1. SOKKIA사의 GPS 장비 : 3 Set 2. 정확도(Static, Rapid Static 측량시) Horizontal : $0.5\text{cm} + 1\text{ppm} \cdot D$ Vertical : $1\text{cm} + 1\text{ppm} \cdot D$
EDM	- SET 530R 1. SOKKIA사의 EDM 2. 정확도 Horizontal : $0.2\text{cm} + 2\text{ppm} \cdot D$ Vertical : $0.2\text{cm} + 1\text{ppm} \cdot D$

GPS측량은 지상에 DGPS 기준점을 설치한 후 항공사진에서 보이는 삼각점을 중심으로 지상기준점을 설치하기 위해 삼각수준측량을 실시하였다. 표 2에서는 GPS 측량에 사용된 삼각점 및 좌표를 나타내고 그림 2는 연구대상지역의 420번 삼각점의 모습을 나타낸다. GPS측량결과는 후처

리 시 고정점으로 사용하기 때문에 성과가 고시된 국가 기준점에 설치하였다. 우선 Planning 작업을 하기 위해서는 알마낙 데이터가 필요한데 활용 가능한 알마낙 데이터의 유효기간이 30일 이므로, 학교내에서 미리 GPS데이터를 받아 Planning 작업을 수행하였다.

표 2. 삼각점 좌표
Table. 2. Coordinate of Triangulation Point

번호	장소	삼각점(m)		
		x	y	z
No. 422	황령산	427.63	184236.814	207407.778
No. 420	금련산	225.57	183613.499	209158.825
No. 407	이사벨	45.73	188294.773	206975.409

삼각점에서 연구대상지역까지 지상기준점을 선정하기 위한 GPS 수신을 위해서는 시간대별 위성의 상황을 시간대별로 관찰하여야 하는데 본 연구에서는 오전 10시부터 오후 8시까지로 시간범위를 잡아 위성상태를 2005년 3월 30일 오전 10시부터 오후 8시까지 부산에서 GPS의 DOP 및 수신가능 조건을 조사하였다.



그림 3. 삼각점
Fig. 3. Triangulation Point

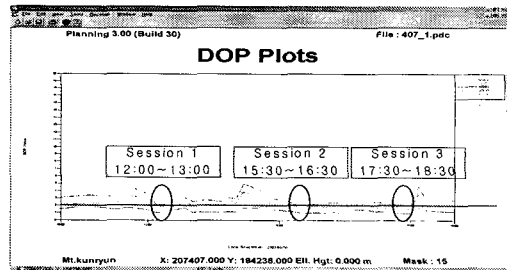


그림 4. DOP 표
Fig. 4. DOP Plot

Planning 프로그램에서 나온 결과를 종합적으로 검토하여 세션시간을 선정하였는데, 위성의 여러 가지 상황중에서도 가장 데이터의 정밀도에 큰 영향을 미치는 DOP 수치를 우선으로 하여 세션시간 계획을 수립하였다. 우선 정밀 Static 측량의 경우 DOP는 4이하이고, 가장 최적의 상태는 2이하의 시간대를 선별하여 측량을 한다.

위의 그림 4 에서 나타난 바와 같이 12:00~13:00, 15:30~16:30, 17:30~18:30 시간대에 가장 DOP수치가 이상적이므로, 이 시간대를 기준으로 하여 세션 시간을 결정하였다.

GPS 데이터를 수신한 후 실용좌표로 변환을 하기 위해서 후처리를 실시하였으며 사용된 프로그램은 Spectrum surveing 3.2를 활용하였다. 그림 5는 후처리를 위한 삼각망을 조정하는 모습이다.

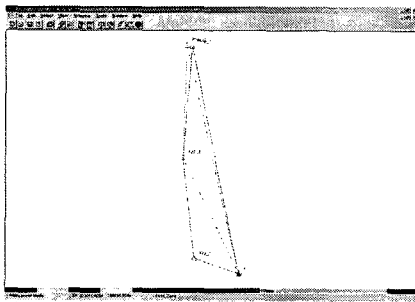


그림 5. 망 조정
Fig. 5. Adjustment Computations

표 3은 지상기준점 선정을 위한 연구대상지역에 GPS 측량으로 측정된 삼각점을 나타낸다.

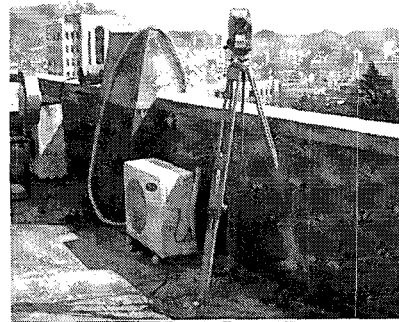
표 3. 삼각점 좌표
Table. 3. Coordinate of Triangulation Point

장소	기계고	좌표(X)	좌표(Y)
물리관 옥상	1.752 m	192725.716	207328.855
연구도서관 옥상	1.72 m	192780.568	207107.859

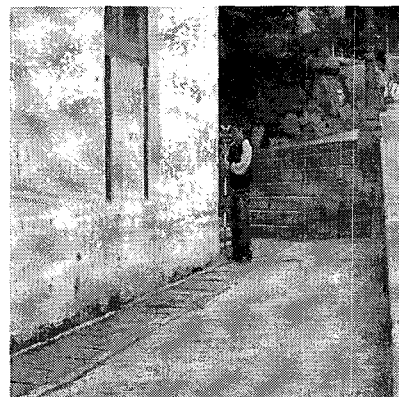
3.2. 정밀삼각수준측량을 위한 EDM 측량

부산대학교 내에서 정사투영사진지도 제작을 위한 GCP(Ground Control Point) 선점 및 제작을 위하여 정밀 측량장비인 EDM을 활용하여 부산대학교내 GCP를 선점하

였다. 먼저 GPS 측량으로 두개의 기지점의 좌표를 획득하여 모든 좌표를 측정하였다. 장비의 특성상 정밀 GPS 측량에서도 수준점(Z값)의 측정을 위하여 부산대학교내에 설치된 수준점을 부산대_1 점(물리관 옥상)에서 장비의 이동 없이 높이값을 측정하여 각각의 점에 대한 높이를 결정하였다. 그림 6의 (a)는 GPS로 기준점을 내린 지점에 설치된 EDM을 보여주고 있으며 (b)는 GPS관측이 어려운 지점에 대한 지상기준점의 좌표를 획득하는 과정을 나타낸다. 본연구로 인해서 지상기준점을 획득하기 위해 구조물의 영향을 받는 multi-path오차의 영향을 받지 않게 되었다.



(a) 물리관 옥상의 기준점 측량



(b) 화공관 건물 모서리 GCP 측량

그림 6. EDM으로 지상기준점 취득
Fig. 6. Acquisition of the GCP by EDM

표 4는 정사사진을 제작하기 위해 필요한 정밀삼각수준 측량으로 측정된 지상기준점을 TM좌표로 변환한 것이다.

표 4. 지상 기준점
Table. 4. Ground Control Point

번호	측점 명칭	측량좌표(m)		
		N	E	Z
1	TA1	192754.679	207066.677	77.045
2	TA2	192689.245	207153.311	69.935
3	TA3	192759.110	207005.229	89.808
4	TA4	192741.176	207164.896	65.870
5	TA5	192758.405	206988.027	90.780
6	TA6	192732.625	207006.364	89.302
7	TA7	192732.877	207013.637	89.334
8	TA8	192724.045	207014.071	89.320
9	TA9	192866.966	207083.310	77.607
10	TA10	193001.359	207116.866	78.290
11	TA11	193078.128	207135.479	86.190
12	TA12	192780.595	207072.763	77.011
13	TA13	192745.872	207098.606	77.059
14	14	192925.435	206935.030	103.300
15	15	192940.174	206882.365	111.797
16	16	192694.585	206881.955	107.330
17	17	192660.349	206877.601	107.334
18	18	192638.489	207045.200	84.418
19	20	192609.359	207036.109	84.758
20	22	192700.311	207012.136	87.982
21	23	193042.711	207141.577	78.482
22	24	193023.202	207175.705	76.021
23	25	193068.338	207200.464	78.499
24	26	193055.174	207225.372	77.033
25	27	192861.834	207310.172	52.701
26	28	192871.868	207411.038	52.854
27	29	192930.650	207413.468	54.698
28	30	192940.564	207413.684	54.862
29	31	192686.129	207470.396	34.843
30	32	192681.450	207453.544	34.481
31	33	192665.131	207448.121	34.572
32	34	192624.772	207432.734	34.565
33	35	192506.323	207275.348	51.476
34	36	192608.563	207249.606	56.423
35	37	192622.164	207219.491	61.312

3.3. 정사항공 사진 제작

수치화된 항공사진은 주변부의 경사에 따른 지형왜곡과 카메라나 센서의 표정, 지형의 굴곡, 지구 곡면, 필름과 스캐너의 왜곡, 측량 오차 등이 많이 포함되어 있기 때문에 보정과정을 거쳐야 한다. 이러한 과정을 거친 사진을 정사사진이라 한다[5].

수치영상을 기하보정 하기 위해 사용되는 이론은 polynomial 변환식, multi-surface(radial basis) funtions, finite element analysis(rubber sheeting), collinearity 방정식 등의 모델링 방식이 적용될 수 있다. 가장 적절한 모델링 방식을 선택하는 것은 데이터 자료와 데이터의 사용 가능성에 좌우되는데, 정사투영 보정을 기초로 하는 Collinearity

방정식은 센서와 카메라의 표정, 지표의 변위, 지구곡면을 자신의 모델링 프로세스 내부에 포함시키기 때문에 가장 신뢰할 수 있는 결과를 제공한다.

정사 투영 사진은 GIS에서 필요한 정보들을 취득하기 위해 사용되거나 현존하는 GIS데이터를 갱신하고 유지하기 위한 참조 이미지의 역할을 할 수 있다. 본 연구에서 사용된 영상처리소프트웨어인 IMAGINE OrthoBASE는 프로세스를 self-calibrating bundle block adjustment 방식을 통해 수행하기 때문에 각 영상의 기하학적인 상태와 상관관계를 결정할 수 있다. 따라서 임체영상이 블록에 포함되어 있을 경우에는 예전처럼 많은 지상기준점들이 필요하지 않는 장점이 있었다. 항공사진에서 tie point는 두 개 이상의 중첩된 이미지들 간의 일반적인 지점이다. 이 점들은 블록 내의 이미지들을 연결시켜 주며, triangulation을 할 때 필요하다. IMAGINE OrthoBASE는 자동으로 tie point를 생성하고 계산해 내며, 기존의 수작업으로 하던 방식에 비해 시간과 노력을 절약 할 수 있었다. 그림 7은 표정점을 입력하는 모습, 그림 8은 접합점을 입력하는 것이다. 표정의 목적은 영상좌표와 사진자표간의관계를 규정하여 영상의 각점에 사진좌표를 결정하는 것이다.

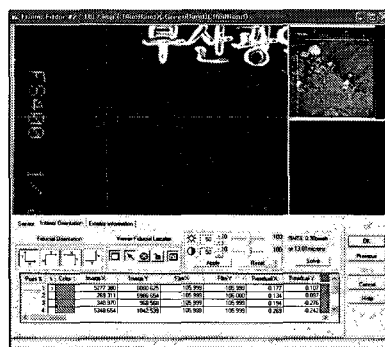


그림 7. 표정점 입력
Fig. 7. Input of the Fudcial Mark

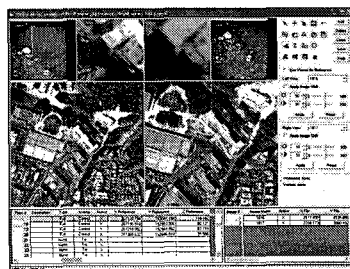


그림 8. 접합점 편집
Fig. 8. Measurement of Tie Point

일반적으로 수치항공사진에서 Fiducial Mark의 RMSE 오차는 0.33 픽셀보다 작아야하는데 본 연구에서는 0.09 픽셀로 양호함을 알 수가 있었다. 그림 9는 정사투영사진으로 만든 3차원 정사투영사진이다.



그림 9. 정사투영사진으로 만든 3차원정사투영사진
Fig. 9. 3D IMAGE based on Ortho-photos in Small Area

V. 결 론

최근 2차원 정보의 한계를 극복하기 위해 3차원 GIS에 대한 관심이 증대되고 있다. 이에 따라서 국토 및 해양자원의 효율적인 활용의 필요성이 대두되어 과학적이고 체계적인 3차원 공간정보 관리와 분석기법이 요구되고 있다.

본 연구는 3차원 GIS의 기본이 되는 소규모지역에서 3차원 정사사진 구현을 위한 GPS와 EDM으로 정밀삼각측량으로 지상기준점을 설정한 다음 항공사진을 정사투영사진으로 제작하여 Virtual GIS의 기본자료 구축과정에 관한 연구를 수행하였다. 본 논문에서는 Multi-path 오차로 기인하는 GPS수신이 어려운 지점을 EDM을 이용하여 영상에서 균등히 분포된 지상기준점의 획득이 가능하였다. 3차원 공간정보 자료구축에서 가장 기본이 되는 소규모 지역에서 자료구축에 대한 연구를 수행하였기 때문에 항공사진의 적절한 활용방안에 대한 제안이 될 것으로 판단된다.

향 후 추진될 제 3차 국가 GIS 기본계획은 GIS를 중심

으로 현실공간과 가상공간을 통합하는 것으로 알려지고 있다. 컴퓨터의 성능은 비약적인 발전을 이루어지고 있으나 3차원 GIS의 활용은 비교적 단순한 3차원 공간의 표현 및 관리 등에 적용되고 있다. 향후, 유동인구가 많은 공원이나 유원지 또는 기타 장소를 3차원 공간정보 기반의 Web-GIS 뿐만 아니라 향후 진행될 4차원 시공간 지리정보 구축에 본 논문이 많은 활용이 될 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] Kurt Novak, "Integrating digital photogrammetry and gis", ASPRS/ACSM/RT 92 Vol. 2 Photogrammetry and Surveying, Washington, D.C.
- [2] Yokoyama, A., Oyaizu, H., Yoshigahara, T., Hyashi, K., Miwa, Y., Ushira, T.(2000), 3차원 영상미디어의 컴퓨터 합성기술: 3차원 영상의 입력기술 및 실시간 스테레오 카메라 영상정보미디어학회지, 제 54권 제 3호, pp.328-331.
- [3] 최현, 강인준, 홍순헌, (2005), 3차원수리상사모형 해석을 위한 근접수치사진측량의 적용에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 제 25권 제 3D호, pp. 489-494.
- [4] Alfred, L., "GPS satellite Surveying", John Wiley & Sons, 2nd ed., 1995.
- [5] Pau I R. Wolf, "Elements of Photogrammetry " McGrawHill International Book Company, 326-328, 1983.

저자소개



최 현(Hyun Choi)

1998년 부경대학교 토목공학과(공학사)

2000년 부산대학교 대학원 토목공학과(공학석사)

2004년 부산대학교 대학원 토목공학과(공학박사)

2005년 한국전산원 ITA팀

2006년 ~ 현재 경남대학교 토목공학과 전임강사

※관심분야 : 원격탐사, 사진측정학, GIS, DBMS, 3D-GIS, Virtual Reality, ITS, GPS