

촬영방향에 따른 근접수치사진측량의 수행성 평가

Estimation of Performativity According to the Variation of Photo Direction in Close-Range Digital Photogrammetry

이종출¹⁾ · 김희규²⁾ · 강상민³⁾ · 남신⁴⁾

Lee, Jong Chool · Kim, Hee Gyoo · Kang, Sang Min · Nam, Shin

¹⁾부경대학교 공과대학 건설공학부 교수 · 공학박사, jclee@pknu.ac.kr

²⁾경남정보대학 조형건설학부 건설환경계열 교수 · 공학박사, kimhg@kit.ac.kr

³⁾부경대학교 대학원 토목공학과 · 석사과정, civilsm@mail1.pknu.ac.kr

⁴⁾부경대학교 대학원 토목공학과 · 석사과정, southgodno1@korea.com

Abstract

본 연구에서는 측량용 디지털 카메라인 Rollei사에서 제조한 d7 metric과 d7 metric⁵를 이용하여 촬영거리와 수렴각을 4m와 30°로 일정하게 유지하고, 촬영방향을 다르게 하여 촬영하였으며, 또한 표정장입 시 일어나는 오차를 최소화 하기 위해 프로그램상에서 자동적으로 상호표정이 되는 원형타겟을 사용하였으며, 광속조정법을 실시하여 RMSE를 산출하였다. 이러한 연구는 근접 사진측량으로 대상물을 측정할 시 촬영여건이 불가피하게 대상물의 중심방향에서 촬영이 어려울 경우 정확도를 평가하는데 이용될 것이라 사료된다.

1. 서론

수치영상을 이용하여 대상물을 처리하는 근접수치사진측량은 고정밀도, 다양한 수치영상의 이용성, 하드웨어와 소프트웨어의 발전, 실시간처리의 필요성, 비용절감, 작업속도의 증가, 자동화 그리고 일관된 결과물의 산출 등의 많은 장점들을 가지고 있어서 기계, 의학, 문화재 측정 등 정밀을 요구하는 분야의 응용은 더욱더 그 범위가 증대되어 가고 있는 실정이다. (유복모, 2001), (Abdel-Aziz, 1974)

근접수치사진측량의 촬영방법에는 직교수평촬영과 수렴촬영이 주로 사용되고 있으나, 수렴촬영이 촬영방향을 설정하기가 용이하고 같은 기선거리비에 대하여 최대의 모델피복면적을 얻을 수 있고, 높은 정확도를 얻을 수 있다.(손덕재, 1989) 필름을 이용한 사진측량의 경우, 방향각 변화

에 따른 정확도 변화에 대한 실험분석과 이론적 예측모델에 대한 다수의 연구가 이루어져 왔으나, 근접수치사진측량에 대해서는 그에 대한 실험은 아직 미비한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 근접수치사진측량을 이용하여 평면형 대상물을 촬영거리와 수렴각을 일정하게 유지하면서 촬영방향 변화에 따른 3차원 좌표를 분석하여 최적촬영조건을 도출하고자 한다.

2. 광속조정법

다중사진의 좌표해석 시 조정기본단위의 종류에 의해 다항식법, 독립입체모형법, 광속조정법 등이 있는데, 이중 광속조정법은 사진좌표를 기본단위로 하여 절대좌표를 구한다. 이 경우 상좌표를 사진좌표로 변환시킨 다음 사진좌표로부터 직

접절대좌표를 구한다. 블록내의 각 사진상에 관측된 기준점, 접합점의 사진좌표를 이용하여 최소제곱법으로 각 사진의 외부표정요소 및 접합점의 최확값을 결정하는 방법이다.

각 점의 사진좌표가 관측값으로 이용되며 세가지 방법 중 정확도가 가장 양호하며 조정능력이 높은 방법이다.

광속조정법에서의 기본적인 수학모형식은 공선조건식을 이용한다. 사진좌표 x 와 y 에 관한 공선조건식은 외부표정요소 $(X_0, Y_0, Z_0, K, \varphi, \omega)$ 와 지상좌표 (X, Y, Z) 의 9개 미지수의 함수로 표현된다. 외부표정 요소 뿐만 아니라 주점거리, 주점위치변위, 렌즈왜곡 및 필립 신축등에 관련된 내부표정요소를 미지수로 조정하는 방법을 자체조정에 의한 광속조정법 또는 부가변수에 의한 광속조정법이라 한다. 자체검정을 한 광속조정법은 정확도를 향상시킨다. m 매의 사진으로 지상의 n 개 측점을 포함하는 블록조정에서의 미지변수는 $(6m+3n) \times (6m+3n)$ 크기의 계수행렬을위하여 $(6m \times 6m)$ 크기의 축약정규방정식으로 만들어 일반적으로 가우스 소거법 또는 출레이스키분해법에 의해 해를 구한다.(유복모, 2001)

3. 관측장비제원 및 관측방법

3.1 관측장비제원

수치영상의 획득을 위한 장비로는 Rollei사에서 제조한 d7 metric과 d7 metric⁵ 카메라를 사용하였으며, 카메라의 형상 및 제원은 그림 1과 표 1과 같다

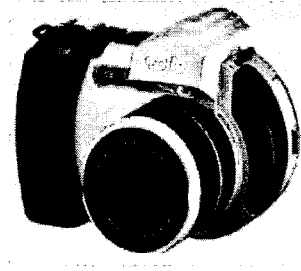
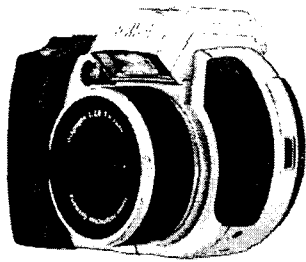


그림 1 관측장비

표 1 관측장비제원

Classification	Rollei d7 metric
Recording mode	CCD recode
Shutter	1/8 ~ 1/10,00 sec
Focal Length	7.3 mm
Dimensions	151×102×106 mm
Weight	650g(without batteries)
Pixel in X	1,280
Pixel in Y	1,024

Classification	Rollei d7 metric ⁵
Recording mode	CCD recode
Shutter	1/8 ~ 1/8,000 sec
Focal Length	7 mm
Dimensions	151×102×106 mm
Weight	650g(without batteries)
Pixel in X	2,552
Pixel in Y	1,920

3.2 관측방법

본 연구에서는 지상사진측량에서 가장 많이 접하게 되는 평면형 대상물에 대한 수렴촬영 시스템의 최적 촬영조건을 도출하기 위해 촬영거리와 수렴각은 4m와 30°로 일정하게 유지하였고, 촬영방향은 대상물의 중심방향을 유지하도록 하였으며, 카메라의 관측방법과 대상물의 배치는 그림 2와 같다.

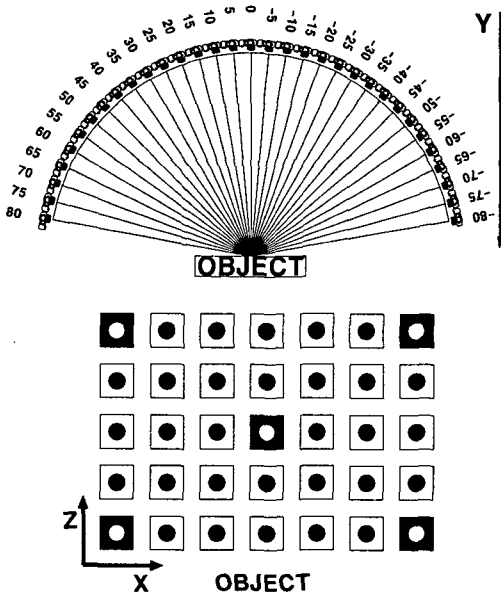


그림 2 관측방법 및 대상물 배치

사용된 타겟은 운용자의 표정작업 시 일어나는 오차를 최소화 하기 위해 프로그램에서 자동적으로 검출되는 원형타겟을 사용하였다.

사용된 기준점은 총 5점으로 각 대상물에 대하여 3차원 좌표를 최소 0.5초독 Total Station을 이용하여 삼각수준측량방법으로 정밀하게 관측하였다.

4. 결과 및 분석

본 연구에서는 근접수치사진측량의 수렴각변화에 따른 정확도를 해석하기 위해 Rollei사에서 제조한 d7 metric과 d7 metric⁵ 카메라 두 대를 사용하여 촬영을 하고, 촬영방향별로 광속조정법을 실시하여 각각의 RMSE를 구한 결과 표 2와 같은 결과를 얻을 수 있었으며, 이것을 도식화하면 그림 3과 같으며, 방향각이 60° 이상이 될 경우에는 상호표정이 어려운 것을 알 수 있었다.

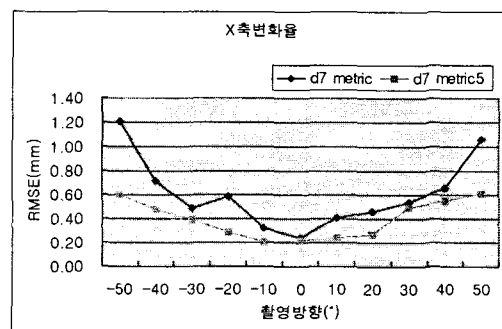
X축 방향에서는 촬영방향각이 ±30° 일 때까지는 양호한 정도를 유지하였으나, 그

이상일 때는 급격히 떨어지는 것을 알 수 있었다.

표 2 관측결과 RMSE (단위 : mm)

d7 metric			
방향각(도)	X	Y	Z
-50	1.21	1.03	0.30
-40	0.71	0.84	0.27
-30	0.49	0.79	0.23
-20	0.58	0.93	0.25
-10	0.32	0.99	0.26
0	0.24	0.89	0.23
10	0.41	0.95	0.25
20	0.46	1.00	0.27
30	0.54	0.85	0.26
40	0.65	0.75	0.26
50	1.06	0.91	0.31

d7 metric ⁵			
방향각(도)	X	Y	Z
-50	0.60	0.52	0.20
-40	0.48	0.57	0.18
-30	0.39	0.63	0.18
-20	0.29	0.65	0.18
-10	0.21	0.66	0.17
0	0.22	0.77	0.20
10	0.24	0.76	0.20
20	0.27	0.60	0.16
30	0.50	0.79	0.24
40	0.55	0.64	0.20
50	0.61	0.51	0.20



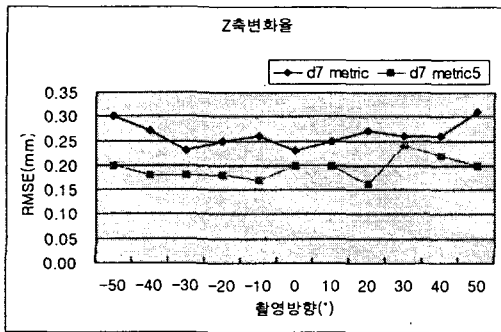
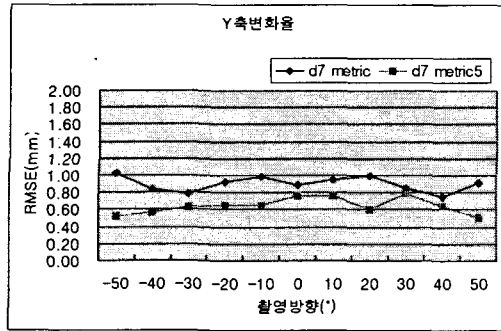


그림 3 방향별 RMSE

5. 결론

근접수치사진측량의 촬영방향에 따른 정확도를 해석하기 위해 실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. X축 방향에서는 촬영방향각이 $\pm 30^\circ$ 일 때까지는 비슷한 정도(RMSE ; d7 metric:0.00050m, d7 metric⁵:0.00040m)를 유지하였으나 그 이상일 때는 정도가 급격히 낮아지는 것을 알 수 있었다.

2. Y축과 Z축 방향에서는 촬영방향과는 관계없이 비슷한 정도(RMSE ; d7 metric:Y축0.00096m Z축 0.00029m, d7 metric⁵:Y축0.00065m Z축 0.00019m)를 유지하는 것을 알 수 있었다.
3. 향후 대상물을 비추는 조명의 방향과 촬영방향이 정확도에 미치는 영향에 대한 연구 및 촬영거리와 수렴각 등을 모두 고려되는 연구가 지속될 것이라 사료된다.

참 고 문 헌

- Abdel-Aziz, Y.L. (1974), Expected Accuracy of Convergent Photos, PE,RS Vol40, No. 11, pp.1341-1346.
- T.A. Clarke. (1995), An analysis of the prospects for digital close-range photogrammetry, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.50, pp.4-7.
- 유복모, (2001), 현대 디지털사진측량학, 문운당, pp. 5-6.
- 손덕재, (1989), 지상사진의 촬영방향과 수렴각 변화에 따른 공간좌표해석, 연세대학교, 박사학위논문.
- 이진덕, (1992), 다중근접사진측량에 의한 구조물 전면의 3차원 해석, 충남대학교, 박사학위논문.