

근접수치사진측량을 이용한 3차원 수리모형의 분석 The Analysis of 3 Dimensional hydraulic experiment model

최현¹⁾ · 홍순현²⁾ · 김민화³⁾ · 강인준⁴⁾

Choi, Hyun · Hong, Soon H · Kang, In Joon · Kim, Min Hwa

¹⁾ 부산대학교 토목공학과 생산기술연구소 특별연구원 · 공학박사 · E-mail : xhyun@nate.com

²⁾ 밀양대학교 토목공학과 교수 · 공학박사 · E-mail : hongsh@mnu.ac.kr

³⁾ 부산대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : minhwa-kim@hanmail.net

⁴⁾ 부산대학교 토목공학과 교수 · 공학박사 · E-mail : kangprof@hanmail.net

Abstract

Recently, the number of the use of Digital Photogrammetry is increasing, and photogrammetry instruments are developing rapidly and the precision is improving continuously.

In this study, using the Rollei d7 metric that is a measurement digital camera which has capacity of keeping numerical value by itself and easy carrying, we analyze the 3 dimensional hydraulic experiment model. First, we calculated RMSE by carrying out bundle adjustment. Second, we try to find a effective 3D DEM with the Kriging Interpolation, Third make a comparative study the DEM of the Triangulation with the DEM of the close-range digital photogrammetry.

1. 서 론

근접지상사진측량은 사진측량의 기본원리를 이용하여, 사진 상에 나타난 2차원 기하형상으로부터 대상물의 3차원 형상을 측정하는 기술로서, 일반적으로 모든 3차원 측정이 필요한 부분(형상의 확인)이나 또는 3차원형상을 보존하기 위한 정보를 생성시키는 분야에 사용이 가능하다.

최근에는 정확한 3차원 위치정보를 얻을 수 있는 방법에 대한 연구가 여러 분야에서 중요시되고 있는데 최근에는 사진측량이 수치화시대로 접어들어 따라 CCD(Charge-Coupled Device)를 장착한 디지털 카메라를 이용하여 직접 수치영상을 얻고 이를 처리하는 수치사진측량이 발달하고 있다. 수치사진측량은 대상물에 대해서 수치화된 영상을 취득하고, 이를 수치영상처리(Digital Image Processing)함으로써 과거 고가의 장비에 의해서 처리되던 정보를 PC(Personal Computer)에서도 처리, 출력할 수 있다는 장점이 있다.

또한, 자료의 취득 및 처리과정의 온라인화와 높은 정확도의 실시간 수치영상 처리기술의 개발로 인해 토목·건축분야에서 구조물의 모델링이나 기록은 물론, 고고학 분야에서 훼손되기 쉬운 대상물과 장소에 대한 비접촉기록, 경찰 및 법과학 분야에서 교통사고 조사·분석, 정밀 관측을 요하는 분야 등 수치사진측량의 활용이 증대되고 있다.

수리실험에 사용되는 수리모형을 제작할 때에는 실제지형을 수평측척·수직측척의 이형축척을 사용한다. 하지만 이렇게 축소된 상사모형의 정확도에 관한 검증은 기술적인 이유로 이루어지지 않았는데, 보다 정확한 실험을 위해서는 수리모형에서부터의 정확한 3차원 검증은 매우 중요한 요소 중의 하나이다.

따라서, 본 연구에서는 수리모형 현장에서 신속하게 렌즈 왜곡을 검정하기 위해 현장자체검정방법을 실시하여 디지털 카메라를 통한 영상입력과 이에 대한 검정을 통해 위치결정의 정확도를 높이고, 보간 기법별로 보다 높은 정확도의 3차원 정밀 모니터링을 하여 수리모형을 분석하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 rolei metric 카메라를 이용하여 근접수치사진측량 과정을 수행하기 위해 촬영된 사진을 영상으로 변환하고, 영상좌표를 사진좌표로 바꾸며, CDW 프로그램을 이용하여 공액점들의 좌표와 공선조건식을 통한 촬영점의 위치를 결정하는 후방교회법(resection)과정과 이를 통한 관측점의 3차원 위치를 결정하는 전방교회법(intersection)과정의 다중정합표정과 광속조정법을 통해 3차원 좌표 및 외부표정 매개변수를 결정하게 된다. 그 결과를 보간기법별로 적용하여 수리모형의 최적의 3차원 형성재현을 효과적으로 시각화하였다. 또한 근접수치사진측량의 정확도 검증을 위해 Arcview program을 통해 측정한 삼각수준측량 결과와 비교 검토하였다. 그림 1은 수리모형 분석의 흐름도이다.

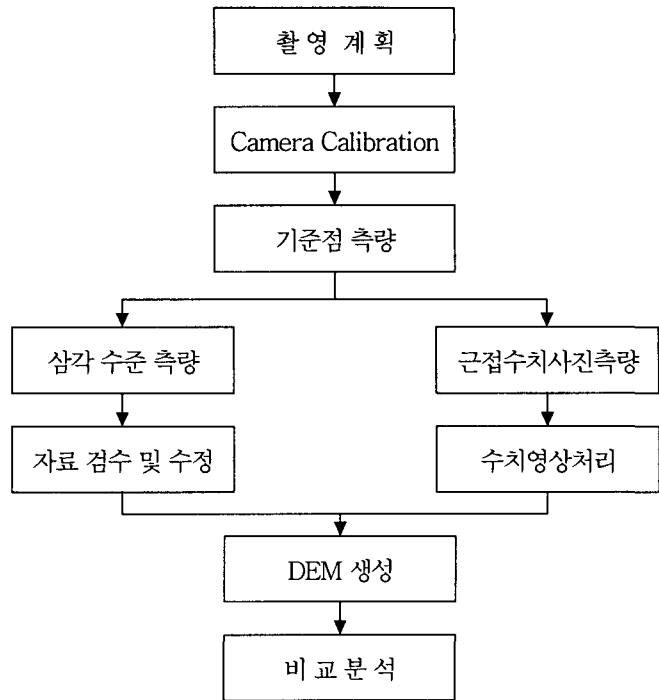


그림 1. 흐름도

3. CCD 영상의 취득원리

대상물에서 반사된 빛은 CCD 사진기의 렌즈에 의해 연속신호로 수집되고 CCD 센서가 강도를 감지함으로써 수집된 빛은 아날로그 전압신호로 전달된다. 이 신호가 A/D변환자에 의해 수치정보로 변환이 이루어지는데, 관측목적에 위하여 이 강도는 전형적으로 0~255범위의 밝기값으로 변환된다. 일반적으로 CCD 사진기를 이용하여 수치영상을 얻기 위해서는 컴퓨터 영상보드의 프레임포착기가 그림 2와 같이 A/D변환을 수행하며 모니터에 영상을 출력한다.

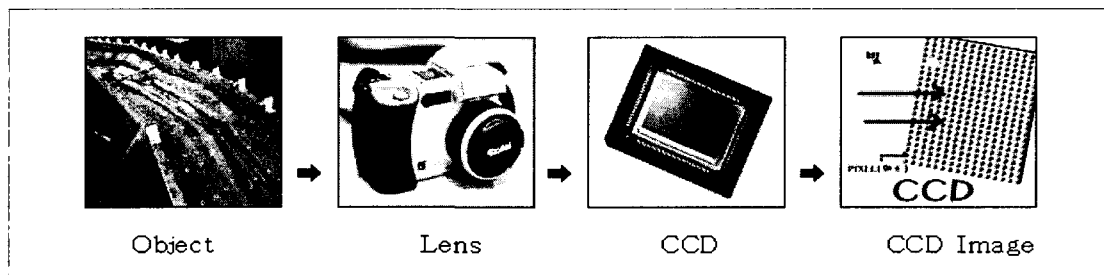


그림 2. CCD 영상의 취득 원리

4. 실험 및 분석

본 실험대상지역은 그림 3에서처럼 부산시 기장군 장안읍 좌천천 좌일교 지점에서부터 좌천철도교까지의 지형을 축소시킨 수리모형에 대한 촬영을 하였다.

실험대상지역에 10개의 일반 타킷과 200개의 원형타킷을 부착하여, 10개의 일반 타킷을 이용하여 기준점을 측량한 다음, 200개의 원형타킷을 카메라의 촬영 위치 및 방향을 대칭적으로 하여 10장의 영상을 촬영하였다. 연속된 수치영상의 촬영방향이 3차원 공간에서 대략 60~90°의 각도가 이루어지고, 각 수치영상에 대상점이 최소 7개 이상 골고루 분포할 수 있도록 중복하여 수리모형을 촬영하였다. 다음으로 근접수치사진측량의 정확성을 검증하기 위해 Total Station으로 측량하였다.

그림3은 수리모형의 지도상 위치이며, 그림 4는 수리모형에 대한 타킷배치를 나타내고 있다.

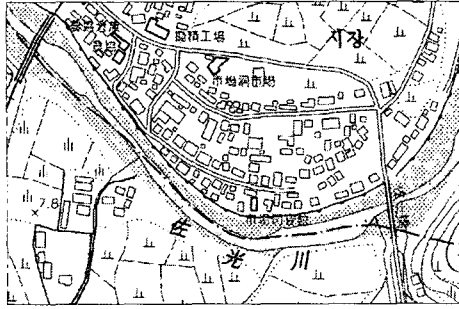


그림 3. 기장군 장안읍 좌천천

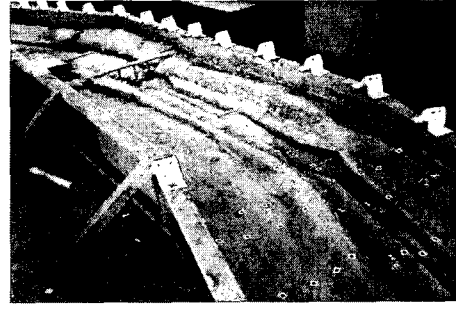


그림 4. 타킷의 배치 모습

이렇게 촬영된 자료를 CDW 프로그램을 이용해서 처리한다. 먼저 보정된 내부표정요소와 촬영시 메모 된 카메라의 대략적인 위치를 입력해준다. 연속 촬영된 10장의 영상에 있어서 표정점 200개의 상좌표를 측정해준 다음 중복 측정된 상좌표는 공선조건을 기초로 한 다중영상표정에서 후방교회법과 전방교회법을 동시에 수행하고, 광속조정법에 의해 대상점의 3차원 좌표 및 외부표정 매개변수를 결정하게 된다.

결정된 대상물 3차원 좌표의 평균제곱근 오차는 그림 5와 같이 X방향으로 1.98mm, Y방향으로 2.03mm, Z방향으로 5.15mm로 나타났다.

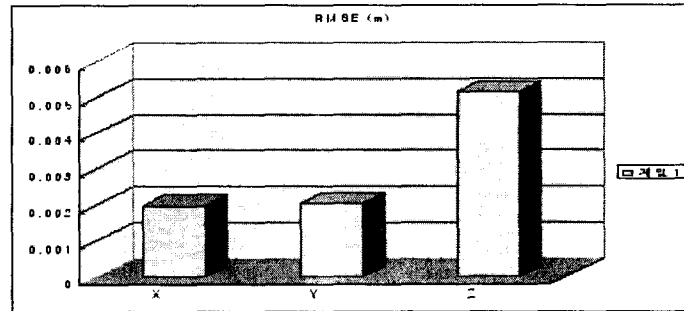


그림 5. 수리모형 3차원 좌표의 평균제곱근오차

조정된 좌표값을 기초로 하여 상용프로그램인 surfer 프로그램을 사용해서 크리징(Kriging)보간법으로 처리하였다. 그림 6은 대상지역의 등고선도, 그림 7은 shaded map, 그림 8은 3차원 wire frame, 그림 9는 3차원 DSM을 나타내었다.

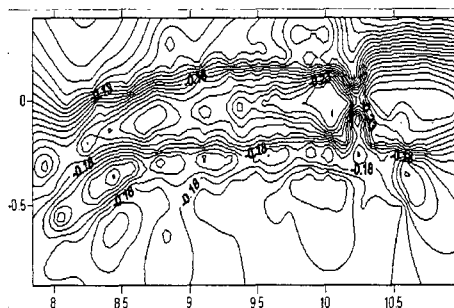


그림 6. 등고선도

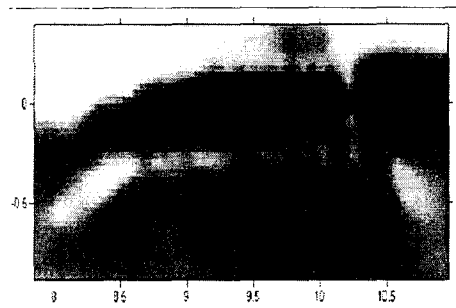


그림 7. DEM

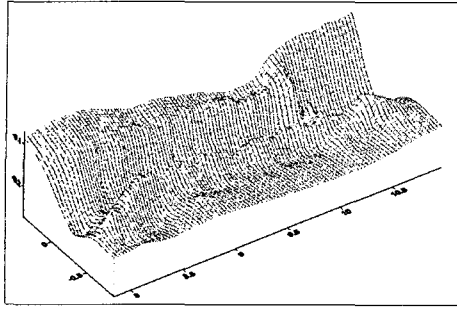


그림 8. 3차원 wire frame

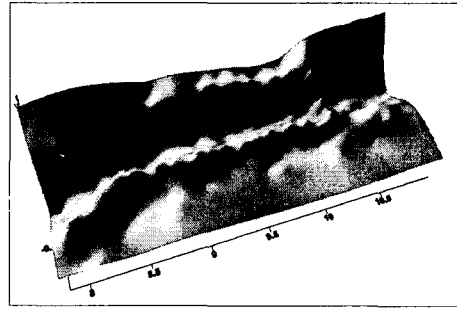


그림 9. 3차원 DSM

다음으로, 근접사진촬영의 정확도 검증을 위해서 삼각수준측량한 결과와 사진촬영한 영상을 비교분석 하였다. 그림 10은 등고선도를 나타낸 것이며, 그림 11은 고도에 따라 면적으로 나타낸 그림이고, 그림 12는 경사방향에 따라 비교한 결과이다.

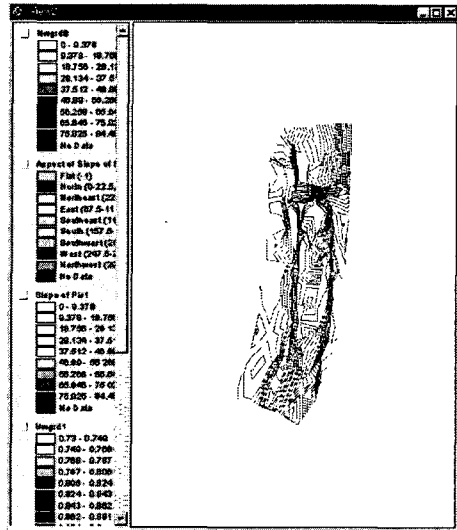
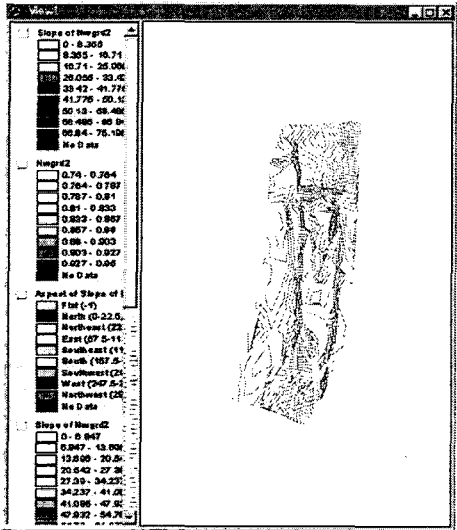


그림 10. 등고선도

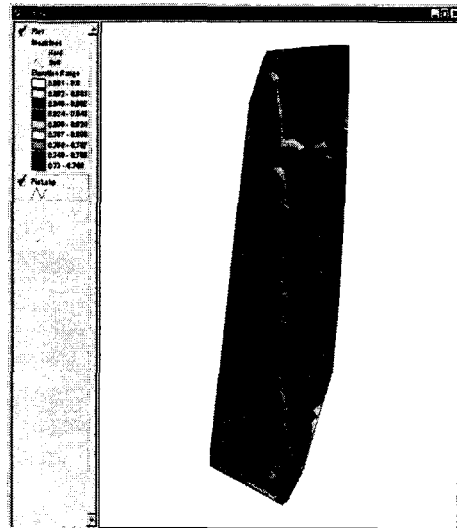


그림 11. 고도에 따른 면적

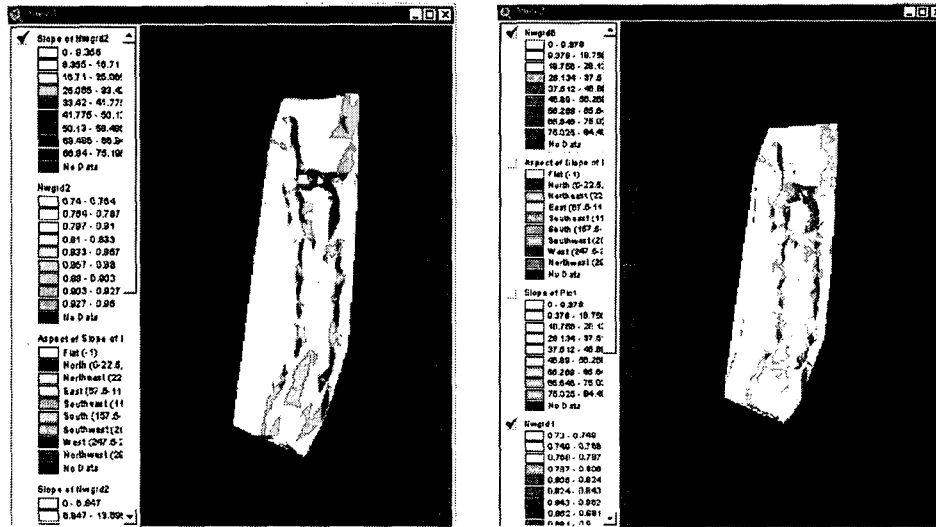


그림 12. 경사방향

	삼각수준측량	사진촬영
Min	0.74	0.73
Max	0.95	0.93
Sum	60.35	60.11
Mean	0.862143	0.859112
Std. Deviation	0.004999	0.004896

표 1. Elevation에 대한 비교 (단위 : m)

표 1은 Elevation에 대한 비교를 표로 나타낸 것이다.

삼각수준측량과 사진촬영을 비교 분석해본 결과 고도에 대해서 삼각수준측량은 표준편차가 4.9997mm, 사진촬영은 0.004.8966mm로 나타났다. 일반 타깃을 붙인 앞 번호 부분은 정확한 반면, 원형 타깃을 많이 수리모형의 후반부 쪽은 약간의 차이를 보였다. Total Station으로 측량할 때 원형의 중심을 잘 찾지 못하므로, 중심을 잘 알 수 있는 일반 타깃을 이용하는 것이 바람직하겠다.

4. 결론

본 연구는 근접수치사진측량을 이용하여 3차원 수리상사모형 분석에 관한 연구로서 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 근접수치사진측량을 이용하여 수리모형에 대한 대상점 200개의 좌표를 취득할 수 있었으며, 삼각수준측량에 의한 성과와 비교해 본 결과 평균계급근 오차는 X방향으로 1.9mm, Y방향으로 2.03mm, Z방향으로 5.15mm로 나타났다.

둘째, 3차원 수리상사모형의 정확도 분석을 위해 근접수치사진측량의 활용이 가능하였으며 역거리, 크리징, 최근린, TIN 보간법을 적용 결과, 크리징 보간법이 수리상사모형과 가장 비슷한 형상을 나타내었다.

셋째, 삼각수준측량의 결과와 근접수치사진측량과 정확도를 분석한 결과 고도에 대해서 삼각수준측량은 표준편차가 4.9997mm, 사진촬영은 4.8966mm로 나타났으므로 상당히 효율적이고 정밀함을 알 수가

있었다.

본 연구에서는 근접수치사진측량을 이용하여 3차원 수리모형에 대해 분석하였는데, 수리모형 제작시 하천의 수치지도와의 비교를 통해 수리모형을 정확한 방향으로 보완해가는 데 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

Konecny, G., "Development of Photogrammetric Instrumentation and Its Future", Finish Society of Photogrammetry, 50th Anniversary Publication, 1981, pp.21~48.

Karara, H. M., Non-Topographic Photogrammetry, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1989, pp 1~14.

강인준, (2003) 측량지형정보공학Ⅱ, 문운당, pp38~pp39

강준목, "다중근거리 사진측정에 관한 피사체의 3차원 정밀 해석에 관한 연구", 연세대학교 박사학위 논문, 1984.

이진덕, "지상사진측정에서 수렴촬영에 대한 정도해석", 충남대학교 석사학위논문, 1986.

이종출, "근거리 사진측량에 의한 지형의 3차원 위치해석에 관한 연구", 박사학위논문, 동아대학교 대학원, 1989.

이진덕, "다중근접사진측량에 의한 구조물 전면의 3차원 해석", 박사학위논문, 충남대학교 대학원, 1992.

이석균, "CCD 사진기와 객체지향기법을 이용한 근거리 수치사진측량에 관한 연구", 박사학위논문, 연세대학교 대학원, 1998.

나종기, "근거리 수치 사진측량의 정확도 분석", 동아대학교 대학원 석사논문, 2002.

서동주, "수치사진측량에 의한 도로정보체계 개발", 부경대학교 대학원 박사논문, 2003.

Rollei Fototechnic GmbH (2002), Rollei metric CDW User Manual