

다방향 경사카메라를 이용한 3차원 공간정보 구축방안 연구

이 영 길^{1*} · 마 성 진^{1**} · 최 윤 수²

^{1*} 서울시립대학교 공간정보공학과 박사과정 ^{1**} 서울시립대학교 공간정보공학과 박사과정

² 서울시립대학교 공간정보공학과 교수

Construction of 3D Spatial Information Using Multi-Directional Cameras

Young-Gil Lee^{1*} · Sung-Jin Ma^{1**} · Yoon-soo Choi²

^{1*} Doctor's Course, Department of Spatial Information, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

^{1**} Doctor's Course, Department of Spatial Information, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

² Professor, Department of Spatial Information, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

[요 약]

한국판 뉴딜 중 디지털 뉴딜에서 디지털트윈을 구축 시 3차원 공간정보는 중요한 요소 중 하나이며, 이러한 3차원 공간정보 제작은 항공센서가 주로 이용되고 있다. 본 논문에서는 수직방향 이미지만 취득하여 항공삼각측량을 실시하는 기존 방식과 다방향 경사카메라를 이용하여 항공삼각측량을 통해 각 방향별 이미지의 위치정확도를 평가하여 3차원 공간정보 구축분야 활용 가능여부를 판단하고자 하였다. 수직방향 이미지는 항공사진작업규정의 기준 내에 위치하였고, 전·후·좌·우 방향별 이미지는 지상기준점과 위치정확도 비교를 통해 항공사진작업규정을 충족하는 결과를 얻었다. 경사이미지의 경우 하드웨어적인 구조에 따라 수직 이미지와 인접한 부분에서 멀어질수록 정확도는 떨어지는 것으로 평가되었다. 이는 경사이미지의 경우 사진 중심을 기준으로 longtrack 방향의 50%범위까지 정확도를 확보하는 결과를 얻었다.

[Abstract]

3D spatial information is an important element in the construction of digital twins in the Digital New Deal of the Korean version of the New Deal. Aerial sensors are mainly used to produce such 3D spatial information. In this research, we examine whether such sensors can be used for constructing 3D spatial information by evaluating the positional accuracy of images in each direction through aerial triangulation using a multi-directional tilt camera, which is different from the existing method of acquiring images from only the vertical direction. The vertical direction images were within the standards of aerial photography work regulations, and the results that satisfied the aerial photography work regulations were obtained by comparing the location accuracy with the ground reference point for the images in the front, rear, left, and right directions. It was observed that the accuracy decreases in the case of an inclined image, because the distance from the adjacent part to the vertical image depends on the hardware structure. Further, in the case of an inclined image, an accuracy of up to 50% was obtained in the longtrack direction depending on the center of the image.

색인어 : 디지털뉴딜, 디지털트윈, 3차원 공간정보, 다방향 경사카메라, 항공삼각측량

Keyword : Digital New Deal, Digital Twin, 3D Spatial Information, Multi-Directional Cameras, Aerial Triangulation

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.8.1833>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 20 June 2023; Revised 18 July 2023

Accepted 18 July 2023

‡ These authors contributed equally to this work
*Corresponding Author; Sung-Jin Ma

Tel: 

E-mail: sungjin.ma@gmail.com

1. 서론

1-1 기존 문헌 연구

한국판 뉴딜 중 디지털뉴딜에서 정보통신(ICT)산업을 기반으로 데이터의 활용도를 높여 산업의 생산성을 높이고 관련 인프라를 빠르게 구축하고 있다. 그중 디지털트윈에서는 3차원 공간정보를 구축하는 것이 중요한 요소 중 하나이다. 이러한 3차원 공간정보를 제작하는데 있어 주로 항공센서가 많이 사용되고 있다. 항공센서로는 항공사진을 취득하는 Aerial Digital Camera, 수치지표고자료를 취득하는 LiDAR (Light Detection and Ranging), 소규모지역을 대상으로 하는 무인항공기 (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) 등 여러 센서들이 활용되고 있다. 이러한 센서들은 지표면에서 떨어져 항공에서 정보를 취득한다는 공통점을 가지고 있다.

기존연구 사례로 경기도 안산시 일원을 대상으로 다방향 경사카메라인 Pictometry와 수직영상 촬영이 가능한 ADS80로 촬영된 영상으로 지상기준점을 이용하여 항공삼각측량(AT: Aerial Triangulation)을 수행 후, Pictometry영상은 지리부호화된 5방향의 영상으로 세밀도(LOD; Level of Detail)를 level 4에 맞춰 3차원 객체화를 수행하여 1/1,000 수치지도 2도엽 영역에 대한 백터데이터를 생성하여 ADS영상으로 편위수정까지 진행된 영상으로 도화결과와 좌표와 면적 등에 대하여 비교/분석 및 정확도를 평가하였다[1].

드론을 이용한 공간정보구축이 다양한 분야에서 활용되고 있지만 경사이미지를 이용한 공간정보의 활용은 미흡하다는 것에서 수직이미지와 경사이미지를 정사이미지로 제작하고 VRS측량을 이용하여 정확도 분석을 수행하여 경사이미지에서 수직이미지와 유사한 결과를 도출하였고, 기존 수직이미지와 경사이미지를 이용하여 건물의 3D 모델링을 수행할 때 사선이미지를 활용할 때 보다 사실적인 데이터를 생성하는데 효과적인 방법일 것이라고 평가하였다[2].

1-2 연구목적

선행연구는 수직센서와 다방향센서의 3차원 객체에 대한 좌표와 면적에 대한 비교를 진행하였고, 드론을 통한 경사이미지를 이용하여 3D 모델링을 수행할 때 효과적인 방법으로 평가되었다. 본 연구는 하나의 센서에서 수직방향 이미지와 경사이미지가 동시에 취득되는 하드웨어 시스템에서 수직이미지와 경사이미지의 항공사진측량 정확도를 비교하여 3차원 공간정보 구축분야에 활용 가능 여부를 평가하고자 한다.

수직방향 이미지를 사용하여 3차원 공간정보를 제작하기 위해서는 고중복의 항공촬영성능을 필요로 하고 많은 촬영시간이 소요되며, 수직방향 사진만으로 취득하기 때문에 3차원 공간정보 제작 시 벽면 텍스처와 저층부의 묘사에 있어 많은 한계점이 들어나고 있다. 이러한 한계점을 극복하기 위한 방

법으로 다방향 경사카메라가 대두되고 있다. 이 카메라의 특징은 수직이미지뿐만 아니라 전/후/좌/우 각 방향의 경사 이미지를 동시에 취득하여 고중복의 항공촬영성능을 만들 수 있다. 이러한 다방향 경사카메라를 이용하여 취득된 경사이미지와 기존 방식으로 촬영된 수직이미지의 AT성과 정확도 분석을 통해 3차원 공간정보 구축에 활용 가능 여부를 판단하고 향후 3차원 공간정보 구축에 활용하고자 한다.

II. 연구방법

본 연구에서는 3차원 공간정보 구축을 위해 최근 도입된 다방향 경사카메라인 UrbanMapper-1의 경사이미지에 대해 AT를 실시하여 위치정확도를 분석하였다. 연구방법으로는 동일한 시간에 취득된 5방향 이미지에 대해 동일한 지상기준점을 사용해 AT를 실시하고, 각 방향별 위치정확도와 수직방향과의 위치정확도 비교를 통해 경사이미지에 대한 활용 가능성을 분석하였다.

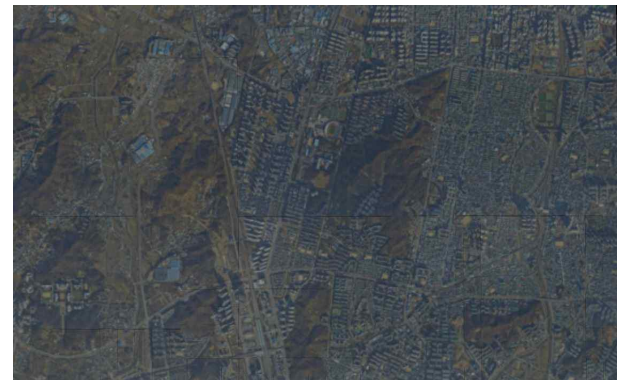


그림 1. 대상지역
Fig. 1. Target area

2-1 다방향 경사카메라

본 연구에 사용한 다방향 경사카메라는 IGI사의 UrbanMapper 모델로 수직방향 카메라뿐만 아니라 다방향(전(Forward), 후(Back), 좌(Left), 우(Right)) 경사이미지를 취득할 수 있는 카메라이다. 면형방식으로 BSI-CMOS를 통해 픽셀사이즈 3.7 μ m 해상도로 촬영이 가능하다. 경사카메라의 각도는 각 45도로 구성되어 있으며, 수직이미지가 좌·우 경사이미지와 중복도를 확보하여 후속공정인 항공삼각측량 수행 간 정확도 확보 측면에서 많은 장점을 가지고 있다[3].



그림 2. UrbanMapper-1 이미지 및 촬영 방식
Fig. 2. UrbanMapper-1 Image and shooting method

표 1. UrbanMapper-1 재원

Table 1. UrbanMapper-1 specifications

Nadir sensor size	28,200 × 11,500 pixel
Channels	RGBI, RGB, CIR, NIR (Nadir), RGB (oblique)
Sensor technology	BSI-CMOS
Pixel size	3.7 μ m
Maximum frame rate	up to 0.6 sec
Dynamic range	84dB
Compensation	FMC
Shutter speed	1/2,000sec
Analog to digital conversion	16bit
Focal length	90mm

2-2 촬영 후처리

카메라시스템에는 영상을 취득하는 센서와 GNSS/INS 데이터를 취득하는 센서로 구성되어 있다. 촬영 후처리 시에도 각 센서에서 취득된 영상과 GNSS데이터에 대해 각각의 처리 프로세스를 진행한다. 영상의 경우 UrbanMapper-1의 전용 후처리 프로그램인 IGI사의 IPS 소프트웨어를 이용하여 후처리를 진행하였다. GNSS/INS 후처리를 위해서는 AeroOffice 와 GrafNav 소프트웨어를 이용하여 후처리하였다.

촬영된 이미지는 각 센서별로 각각의 폴더에 저장되며, 각 저장폴더의 파일을 IPS Project Loading하여 후처리를 진행한다.

Nadir센서의 경우 3개의 CMOS을 합쳐 1장의 이미지를 만드는 과정을 피팅이라 한다. 이 과정을 통해 28,200 × 11,500 pixel의 수직사진이 만들어진다. 이 과정에서 기하보정을 진행하게 되고 각 인접부분의 오차를 조정하여 수직 이미지를 제작한다. 이후 Recipe과정을 통해 이미지의 색상과

명도 등을 조정하여 원본이미지를 제작한다. 이러한 과정은 후속공정인 항공삼각측량에 많은 영향을 미치는 과정이다. 항공삼각측량은 이미지의 화소를 기준으로 공액점을 통해 각 픽셀마다 좌표를 계산하는 공정으로 이미지의 품질에 따라 많은 영향을 미친다. 이미지 후처리 과정은 영상의 기하보정과 색상, 명도 등을 항공사진측량작업규정에 맞게 후처리를 진행한다. 그림 3은 촬영 후처리 프로세스이고, 그림 4는 영상 후처리 소프트웨어 실행 화면이다.

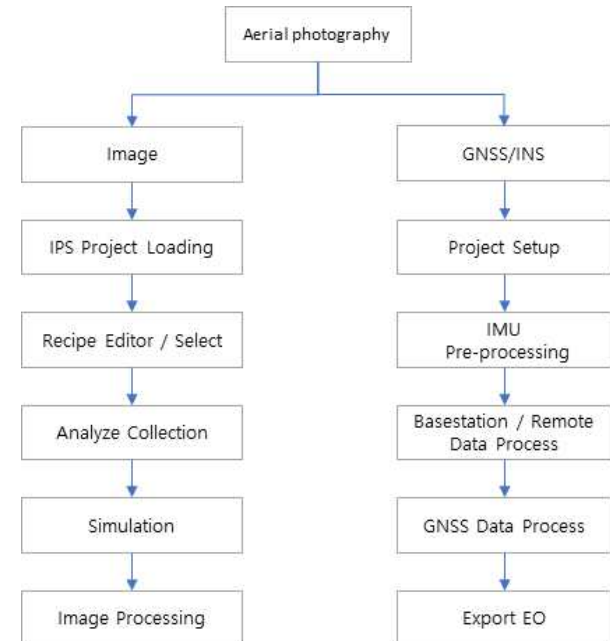


그림 3. 후처리 공정
Fig. 3. Post-processing process



그림 4. 후처리 공정 프로그램
Fig. 4. Post-processing process program

GNSS/INS 후처리는 AeroOffice와 GrafNav 소프트웨어를 통해 후처리를 진행하였다. 먼저 경사카메라의 센서정보를 세팅해주고 촬영시 취득된 GNSS/INS 데이터를 입력한다. 항공기에서 취득된 데이터는 Remote 데이터로 보정할 Basestation 데이터는 국토지리정보원에서 제공하는 상시 기준국으로 천안(CHEN) 기준국의 RINEX 데이터를 사용하였다. Basestation을 기준으로 Remote(항공기)를 보정하는 방식으로 GNSS/INS 데이터를 후처리하였다. 처리 시 항공사진 측량작업규정에 준하여 수신 위성 수, PDOP, Estimated Position Accuracy 등을 check하여 최종 EO(Exterior Orientation)을 후처리하였다.

2-3 항공삼각측량(AT)

다방향 경사이미지를 3차원 공간모델 제작에 활용하기 위해서는 기본적으로 작업규정[4]에 의거한 정확도를 확보하여야 한다. 이를 검증하기 위해 AT를 실시하여 수직이미지와 경사이미지의 정확도를 평가함으로써 3차원 공간모델 제작에 활용 가능여부를 판단하고자 AT를 실시하였다.

AT는 항공사진촬영을 통해 취득한 사진들에 대해 사진좌표를 절대좌표로 변환하는 과정이다. AT 시 사용하는 지상기준점(GCP: Ground control point)은 국토지리정보원에서 고시한 성과를 사용하여 정확도를 확보하였다. 사용한 기준점은 총 19점으로 Full Control Point Measurement를 진행하였다.

AT소프트웨어는 Trimble사의 ApplicationsMaster를 사용하여 AT를 수행하였다. 해당 소프트웨어는 광속조정법을 기초로 Bundle Adjustment을 통해 AT를 실시한다. 기준점 배치는 그림 5와 같이 배치되었다. 사용된 사진매수와 지상기준점은 표 2와 같다. AT수행 결과는 표 3과 같다.



그림 5. 사용된 지상기준점 위치
Fig. 5. Ground control point location used

표 2. 사진매수 및 지상기준점 수

Table 2. Number of photos and number of ground control points

Division	Details	Note
Aerial photograph	790	Vertical + Tilt
GCP	19	HV

대상지역은 2022년 11월 촬영된 천안시 일원의 GSD 12cm급의 영상으로 AT를 통하여 최대오차 X : 0.046m, Y : 0.039m, Z : 0.117m RMSE X : 0.024mm, Y : 0.015m, Z : 0.044m라는 값을 얻을 수 있었다. 이는, 항공사진측량 작업 규정 GSD 12cm 이내에서 허용하는 최대오차 0.24m, RMSE 0.12m를 모두 만족하는 것으로 나타났다.

III. 분석

수직방향 AT성과와 경사 방향별 AT성과의 위치정확도를 비교하였다.

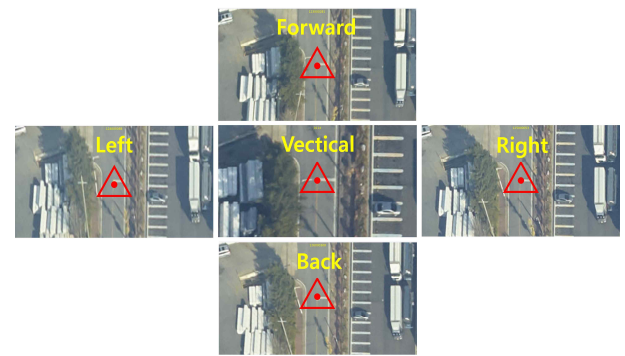


그림 6. AT성과 별 지상기준점 위치
Fig. 6. Location of ground control points by AT performance

경사이미지를 방향별로 AT작업을 수행한 결과 수직이미지의 AT작업에서 사용한 지상기준점 19점에 대한 모든 비교값을 도출할 수 없었다. 이는 경사이미지 특성상 카메라의 중심에서 멀어질수록 왜곡이 발생하여 생기는 문제점으로 파악된다. 그림 7과 같이 지상기준점 36701TL19는 AT작업에 사용할 수 있었으나, 36701TL08은 왜곡으로 인하여 사용할 수 없었다.

경사이미지 방향별로 지상기준점과 비교할 수 있는 지점은 forward 8점, Back 10점, Left 7점, Right 10점을 추출하였고 이에 대한 정확도 분석을 수행하였다.

표 3. 수직 이미지 AT 성과

Table 3. Vertical image AT performance

Point No.	GCP			Vertical image			Error		
	X	Y	Z	X	Y	Z	Dx	Dy	Dz
36701TL07	208319.020	470134.419	35.439	208319.056	470134.410	35.360	-0.036	0.009	0.079
36701TL08	209978.395	470078.926	56.698	209978.391	470078.903	56.665	0.004	0.023	0.033
36701TL09	211540.103	470212.048	64.313	211540.103	470212.055	64.358	0.000	-0.007	-0.045
36701TL10	207185.891	469731.403	28.389	207185.866	469731.394	28.380	0.025	0.009	0.009
36701TL15	212564.928	469691.300	48.195	212564.952	469691.291	48.145	-0.024	0.009	0.05
36701TL17	208562.078	469064.993	45.404	208562.054	469065.032	45.418	0.024	-0.039	-0.014
36701TL18	209511.298	468987.397	46.642	209511.320	468987.414	46.667	-0.022	-0.017	-0.025
36701TL19	210469.180	469038.404	49.868	210469.176	469038.399	49.835	0.004	0.005	0.033
36701TL21	212818.484	468902.509	41.009	212818.515	468902.487	41.002	-0.031	0.022	0.007
36701TL23	208676.588	468125.304	58.683	208676.633	468125.306	58.666	-0.045	-0.002	0.017
36701TL24	209728.857	468200.456	34.587	209728.864	468200.457	34.639	-0.007	-0.001	-0.052
36701TL25	210923.030	468170.923	74.231	210923.040	468170.923	74.257	-0.010	0.000	-0.026
36701TL31	210586.899	467580.169	52.875	210586.903	467580.176	52.892	-0.004	-0.007	-0.017
36701TL32	211423.798	467631.480	59.162	211423.777	467631.485	59.140	0.021	-0.005	0.022
36701TL33	212770.106	467591.710	33.688	212770.094	467591.724	33.658	0.012	-0.014	0.03
36701TL34	207304.707	466935.464	21.196	207304.671	466935.480	21.146	0.036	-0.016	0.05
36701TL35	208797.584	466871.173	46.047	208797.585	466871.170	46.085	-0.001	0.003	-0.038
36701TL40	208452.962	466106.721	36.535	208452.916	466106.719	36.528	0.046	0.002	0.007
36701TL42	211695.591	466304.503	46.131	211695.584	466304.479	46.248	0.007	0.024	-0.117
MAX Error							0.046	0.039	0.117
MIN Error							0.000	0.000	0.007
Standard Error							0.015	0.010	0.027
RMSE							0.024	0.015	0.044



그림 7. 경사이미지 왜곡 발생지역
Fig. 7. Tilt image distortion area

표 4. 경사 이미지 AT 성과(전)

Table 4. Tilt image AT performance (forward)

Point No.	Error (forward)		
	Dx	Dy	Dz
36701TL08	-0.010	0.009	0.110
36701TL15	0.008	-0.015	0.041
36701TL17	-0.003	-0.005	-0.052
36701TL18	-0.004	-0.007	-0.066
36701TL25	0.004	0.010	0.001
36701TL31	0.003	0.001	0.027
36701TL32	-0.002	0.003	-0.009
36701TL35	0.003	0.005	-0.051
MAX Error	0.010	0.015	0.110
MIN Error	0.002	0.001	0.001
Standard Error	0.003	0.004	0.034
RMSE	0.005	0.008	0.055

표 5. 경사 이미지 AT 성과(후)
Table 5. Tilt image AT performance (back)

Point No.	Error (back)		
	Dx	Dy	Dz
36701TL08	-0.003	0.003	0.056
36701TL10	0.006	0.013	-0.025
36701TL17	0.002	-0.026	-0.004
36701TL18	0.000	-0.017	0.037
36701TL19	0.005	0.007	-0.073
36701TL21	0.001	0.006	0.041
36701TL24	0.004	0.017	0.009
36701TL25	-0.008	-0.016	-0.071
36701TL31	-0.004	0.017	0.040
36701TL32	-0.002	-0.001	-0.010
MAX Error	0.008	0.026	0.073
MIN Error	0.000	0.001	0.004
Standard Error	0.002	0.008	0.025
RMSE	0.004	0.014	0.044

표 6. 경사 이미지 AT 성과(좌)
Table 6. Tilt image AT performance (left)

Point No.	Error (left)		
	Dx	Dy	Dz
36701TL07	0.003	0.026	0.036
36701TL17	0.004	-0.011	-0.018
36701TL18	-0.006	-0.003	-0.066
36701TL19	0.013	-0.004	-0.057
36701TL21	0.003	-0.001	0.02
36701TL34	-0.018	-0.003	0.049
36701TL42	0.001	-0.005	0.036
MAX Error	0.018	0.026	0.066
MIN Error	0.001	0.001	0.018
Standard Error	0.006	0.009	0.018
RMSE	0.009	0.011	0.044

표 7. 경사 이미지 AT 성과(우)
Table 7. Tilt image AT performance (right)

Point No.	Error (right)		
	Dx	Dy	Dz
36701TL07	-0.013	0.003	0.057
36701TL08	-0.009	0.000	0.015
36701TL09	0.026	0.005	-0.043
36701TL10	0.031	-0.005	-0.013
36701TL15	-0.018	0.003	0.052
36701TL24	-0.028	0.003	0.042
36701TL25	-0.011	-0.002	-0.083
36701TL32	0.011	-0.008	-0.025
36701TL33	0.002	-0.004	0.061
36701TL40	0.009	0.006	-0.063
MAX Error	0.031	0.008	0.083
MIN Error	0.002	0.000	0.013
Standard Error	0.010	0.002	0.022
RMSE	0.018	0.004	0.050

경사 이미지를 이용한 AT성과도 항공사진측량 작업규정 GSD 12cm 이내에서 허용하는 최대오차 0.24m, RMSE 0.12m를 모두 만족하는 것으로 나타났다.

IV. 연구결과

다방향 경사카메라의 수직이미지와 경사 이미지를 이용하여 AT 작업을 수행하였을 때, 지상기준점 좌표 기준으로 항공사진측량 작업규정[5]에서 요구하는 오차의 한계를 모두 만족하는 것으로 나타났다.

경사이미지에서는 카메라 중심에서 멀어질수록 발생하는 왜곡으로 인하여 수직이미지와 다르게 모든 지상기준점과 비교 할 수 없었다. 하지만 경사이미지의 일정범위에 대한 정확도 검증은 가능하였다. 검사점의 위치가 경사이미지의 50% 이내에 위치하는 기준점의 경우 정확도가 확보되는 결과를 얻었다.

V. 결론

본 연구에서는 다방향 경사카메라로 취득한 수직이미지와 경사이미지의 정확도 분석을 통하여, 3차원 공간정보 구축의 활용 가능 여부를 판단하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수

있었다. 첫째, 지상기준점을 기준으로 수직이미지와 경사이미지의 AT성과에 대한 정확도 분석 결과 항공사진측량 작업규정의 허용범위인 최대오차 0.24m, RMSE 0.12m를 모두 만족 하였다. 둘째, 수직이미지에서는 모든 지상기준점을 사용하여 AT작업을 수행할 수 있었으나, 경사이미지에서는 카메라 중심과 멀어질수록 발생하는 왜곡으로 인하여 모든 지상기준점을 사용할 수 없었다. 셋째, 지상기준점을 기준으로 정확도를 분석한 결과 경사이미지의 50% 범위까지 위치정확도가 확보되었다. 넷째, 지상기준점을 기준으로 정확도를 분석한 결과 다방향 경사카메라를 활용하여 효율적이고 경제적인 3차원 공간정보 구축이 가능할 것으로 판단된다.

다방향 경사카메라는 3차원 공간정보구축시 모델링의 품질을 위해서는 벽면 텍스처의 해상도가 중요한 요소 중 하나이다. 경사이미지의 정확도를 확보하였다면 3차원 공간정보구축에 있어 모델링의 품질을 높일 수 있는 방안으로 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] J. Y. Song, Study on Generation of Building Layer of Large-Scale Digital Map Using Multi-Oblique Images, Master's Thesis, Kyonggi University, Suwon, February 2011.

[2] J. K. Park and K. W. Lee, "Geospatial Information Construction and Usability Evaluation Using Nadir Image and Oblique Image," Sensors and Materials, Vol. 34. No. 7, pp. 2663-2674, July 2022. <https://doi.org/10.18494/SAM3728>

[3] IGI-UrbanMapper. Homepage of IGI [Internet]. Available: <http://www.igi-systems.com>.

[4] NGII(National Geographic Information Institute), Aerial Photogrammetry Work Regulations, NGII, Suwon, Notice No. 2020-5165, December 2020.

[5] NGII(National Geographic Information Institute), 3D National Spatial Information Establishment Regulations, NGII, Suwon, Notice No. 2019-146, May 2019.



마성진(Sung-Jin Ma)

2018년 : 서울시립대학교 대학원 (공학석사)
 2023년 : 서울시립대학교 대학원 (공학박사수료)

2004년~현 재: 삼아항업(주) 근무
 2019년~현 재: 서울시립대학교 공간정보공학과 박사과정
 ※관심분야 : 항공사진, 3차원 공간정보, 변화탐지 등



최윤수(Yoon-soo Choi)

1984년 : 서울시립대학교 토목공학과 (학사)
 1986년 : 서울시립대학교 대학원 (공학석사-토목공학)
 1992년 : 성균관대학교 대학원 (공학박사-토목공학)

1991년~2001년: 국립한경대학교 토목공학과 부교수
 2013년~2014년: 한국공간정보학회 회장
 2018년~현 재: 한국수로학회 회장
 2021년~2022년: 서울시립대학교 도시과학대학장
 2001년~현 재: 서울시립대학교 공간정보공학과 교수
 ※관심분야 : 공간정보(Spatial Information), 측량(Surveying), 해양공간정보(Marine Spatial Information)



이영길(Young-Gil Lee)

2016년 : 서울시립대학교 대학원 (공학석사)
 2023년 : 서울시립대학교 대학원 (공학박사과정)

2004년~현 재: 삼아항업(주) 근무
 ※관심분야 : 변화탐지, 3차원 공간정보, LiDAR