

# 포토그래메트리 기반 실내공간 3D 모델 생성 비교 연구

## A Comparative Study on Indoor 3D Models Generated Using Photogrammetry Technologies

김혁수\*      원무연\*      원종성\*\*  
Kim, Hyeok-soo      Won, Moo-yeon      Won, Jongsung

### Abstract

This paper aims to compare indoor 3D models generated based on photogrammetry technologies. In order to generate photogrammetry-based indoor 3D models, various photographing devices and software were utilized. The devices used to create 2D images were Insta 360 one X2, Gopro Fusion, and Galaxy S10 and software used to create models was Autodesk Recap and Agisoft Metashape. Autodesk Recap had relatively good levels to implement geometric information of indoor spaces, while Agisoft Metashape had relatively those of various objects located within indoor spaces rather than indoor spaces. As the results, this paper found factors influencing the level of quality of the photogrammetry-based indoor 3D models. The first factor was the narrow range of view of used 2D image. The second factor was lack of characteristics of the geometric information or color within generated indoor 3D models.

키워드 : 포토그래메트리, 실내공간, 3D 모델  
Keywords : Photogrammetry, Indoor, 3D Model

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 목적

건축물의 정확한 실측이나 3D 모델 생성을 위해서는 측량, 사진촬영, 줄자 등을 이용한 실제 측정이 필요하다. 정확한 3D 모델을 생성하기 위하여 다양한 스마트 기술을 적용하고 있다 (권순욱, 2009). 특히, 3D 모델을 자동으로 생성하기 위한 3D 레이저스캐닝과 포토그래메트리 (Photogrammetry) 기술이 광학 기술 발전과 컴퓨터 성능 향상으로 활발히 연구되고 있다 (김현주 외, 2022).

최근 포토그래메트리 기술은 3D 레이저스캐닝을 이용하여 생성된 3D 모델의 품질과 비교될 정도로 이미지 후처리 알고리즘이 향상되었다 (오준영 & 김충식, 2017). 뿐만 아니라 포토그래메트리 기술은 3D 레이저스캐닝과 달리 별도의 고가 장비나 전문지식 없이 상용 카메라를 통해서도 2D 이미지를 취득하여 3D 모델을 생성할 수 있으므로 일반적으로 접근성과 활용도가 높다. 하지만 이러한 장점에도 불구하고 현재 건설산업 분야에서는 3D 레이저스캐닝 기술이 더 활발히 사용되고 있다. 뿐만 아니라, 포

토그래메트리 기술을 이용한 실내공간 모델 생성에 관한 연구가 부족한 상황이다.

따라서 포토그래메트리 기술을 활용한 실내공간 3D 모델 생성을 위한 프로세스 구축과 생성된 3D 모델 품질에 대한 분석이 필요하다. 본 연구에서는 2D 이미지 촬영기기, 포토그래메트리 소프트웨어의 차이가 포토그래메트리 기술 기반으로 생성된 3D 실내 모델의 품질에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

#### 1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구에서는 생성된 3D 실내공간 모델의 품질에 영향을 주는 요인들을 파악하기 위해 촬영기기, 소프트웨어를 달리하여 6개의 3D 실내공간 모델을 생성하고, 비교 및 분석하였다. 3D 실내공간 모델 생성에 앞서, 실내공간 3D 모델 생성을 위한 촬영 프로세스를 구축하였다. 드론 촬영방법인 POI (Point Of Interest) 방법을 실내에 적용하였고, 포토그래메트리 기반의 실내공간 3D 모델 6개를 생성하기 위하여 각각 200장의 2D 이미지를 사용하였다. 생성된 3D 모델의 품질을 비교, 분석하기 위하여 바닥 면적 94.5m<sup>2</sup>의 실내공간 3D 모델을 생성했다.

촬영 기기에 따른 실내공간 3D 모델 결과의 차이를 비교, 분석하기 위하여 다음 세 종류의 촬영 기기를 선정했고, 촬영기기의 설정은 모두 기본값으로 했다: (1) Insta 360 one X2, (2) Gopro Fusion, (3) Galaxy S10. (1) Insta

\* 전 한국교통대 건축학부 건축공학전공 연구원  
\*\* 한국교통대 건축학부 건축공학전공 부교수, 공학박사  
(Corresponding author : School of Architecture, Korea University of Transportation, jwon@ut.ac.kr)  
이 연구는 2021년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음

360 one X2와 (2) Gopro Fusion는 360° 카메라로서, 최근 건축물내외부의 정보를 확인하기 위하여 많이 사용되고 있으며, 촬영 시 360° VR (Virtual Reality) 사진의 형태로 저장된다. 촬영된 360° VR 사진은 일반적인 2D 이미지로 변환하고, 변환된 다수의 2D 이미지를 이용하여 포토그래메트리 기반의 실내공간 3D 모델을 생성하였다. 본 연구에서 실내공간 3D 모델을 생성을 위하여 사용된 포토그래메트리 소프트웨어는 가장 널리 사용되는 Agisoft Metashape, Autodesk ReCa이었다. 본 연구에서는 소프트웨어, 촬영기기의 차이에 따라 6개의 실내공간 3D 모델을 포토그래메트리 기술을 이용하여 생성했다.

## 2. 이론 및 기존 연구 고찰

### 2.1 포토그래메트리

포토그래메트리는 다수의 2D 이미지를 접합하여 3D 모델을 생성한다. 삼각측량의 원리를 이용해 촬영각도를 달리하며 다수의 2D 이미지를 촬영하고, 이미지와 렌즈의 투영중심, 대상 간의 기하학적인 관계를 이용하여 다수의 2D 이미지를 접합하여 3D 모델을 생성한다. 포토그래메트리는 항공위성 측량과 거리 측량을 이용한 두 가지 유형이 있다. 본 연구에서는 근거리에서 카메라를 이용해 촬영된 2D 이미지들로 3D 공간 모델을 생성하는 거리 측량방법을 사용하였다. 2D 이미지를 획득할 수 있는 촬영기기만 있다면 소프트웨어를 이용하여 누구나 3D 모델을 생성할 수 있으며, 장소에 대한 제약도 거의 없다는 장점이 있다.

### 2.2 포토그래메트리 관련 연구

건설산업에서도 포토그래메트리 관련 기존 연구가 진행되었다. 오준영 & 김충식 (2017)은 마에어래입상을 대상으로 있는 포토그래메트리 기반의 3D 모델의 정확성을 비교하였다. 김현주 외 (2022)는 3D 데이터 생성 기술 중 레이저스캐닝과 포토그래메트리 기술을 분석하고, 최근 연구동향을 분석했다. 강정인 & 이임평 (2016)은 실내공간 내에서 저비용의 회전식 스테레오 프레임 카메라 시스템을 이용해 실내공간 3D 모델의 정확도를 평가하였다. 실내공간 형태는 잘 구성되었으나, 책상과 같이 동일한 모양을 가진 여러 개의 객체는 3D 모델 내에서 객체 형태가 제대로 생성되지 않았다.

포토그래메트리 기술에 대한 연구 및 활용은 증가하고 있으나, 실내공간 3D 모델 생성을 위한 포토그래메트리 적용에 대한 연구는 부족했다. 따라서 본 연구에서는 촬영기기, 소프트웨어의 차이에 따라 포토그래메트리 기술을 기반으로 생성된 실내공간 3D 모델 품질에 미치는 영향을 비교, 분석하고자 한다.

## 3. 포토그래메트리 기반 3D 모델 생성

### 3.1 장소선정

실내 공간 3D 모델 생성을 위한 촬영장소는 바닥 면적

이 94.5 m<sup>2</sup>인 강의실을 선정했고, 공간 내에 책상이나 의자 등의 동일한 객체를 비대칭으로 배열했다. 실내공간의 높이는 2.5m이고, 강의실 창 면적은 13.7 m<sup>2</sup>이었다 (Table 1).

Table 1. Description of the illustrative example

Object	Lecture room
Sample image	
Floor area	94.5 m <sup>2</sup>
Height	2.5 m
Window area	13.7 m <sup>2</sup>
Note	Same objects (desks, chairs and etc.) in the indoor space

### 3.2 촬영기기

2D 이미지 해상도 및 시야 범위의 차이에 따른 포토그래메트리 기반의 실내공간 3D 모델의 품질을 비교하기 위하여 (1) Insta 360 one X2, (2) Gopro Fusion, (3) Galaxy S10을 선정하고, 비교하였다 (Table 2). (1) Insta 360 one X2는 약 1,800만 화소의 가장 높은 해상도의 2D 이미지를 제공할 수 있으며, 상하좌우 시야 범위가 상대적으로 가장 넓다. 하지만 2D 이미지 중앙에서 모서리로 갈수록 왜곡이 발생한다는 한계가 있다. (2) Gopro Fusion는 약 830만 해상도의 2D 이미지를 제공하며, 선정된 촬영기기 3개 중 가장 낮은 해상도 수준이다. Gopro Fusion의 시야 범위는 Galaxy S10 보다는 넓고, Insta 360 one X2보다는 좁으며, 상대적으로 왜곡이 적은 수준이었다. (3) Galaxy S10은 약 1,200만 화소의 해상도를 가진 2D 이미지를 촬영할 수 있다. 시야 범위가 3개의 기기 중 가장 좁고, 왜곡이 상대적으로 적었다.

Table 2. Comparison of the used photographing devices

Type	Insta 360 one X2	Gopro Fusion	Galaxy S10
Resolution	6080x3040	3840x2160	4032x3024
Examples			
Level of distortion	High	Medium	None

### 3.3 포토그래메트리 소프트웨어

본 연구에서는 포토그래메트리 기반의 실내공간 3D 모델 결과의 비교, 분석을 위한 소프트웨어로서 Agisoft

Metashape과 Autodesk Recap을 선정했다. Autodesk Recap의 Object를 사용하여 사전에 촬영된 2D 이미지를 기반으로 실내공간 3D 모델을 생성하였다. Agisoft Metashape은 지형과 객체의 3D 모델 생성이 가능하며, 상대적으로 광범위한 3D 모델의 생성이 가능하다는 장점이 있다.

자동으로 포인트 클라우드, 매쉬, 질감을 생성할 수 있는 Autodesk Recap과 다르게 Agisoft Metashape 기반의 3D 모델링은 이에 대한 추가적인 정의 및 처리 과정이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 Agisoft Metashape을 이용한 실내공간 3D 모델링 과정에 Dense, Mesh, Texture를 추가적으로 생성하는 과정을 포함했다.

### 3.4 촬영방법

본 연구에서는 객체를 중심으로 다양한 높이로 원을 그리며 돌아 사진을 얻는 POI (Point Of Interest) 방법을 통해 실내공간의 2D 이미지를 촬영했다 (Figure 1). POI 방법은 직육면체 형태의 실내공간 2D 이미지를 취득하기에 용이하다.

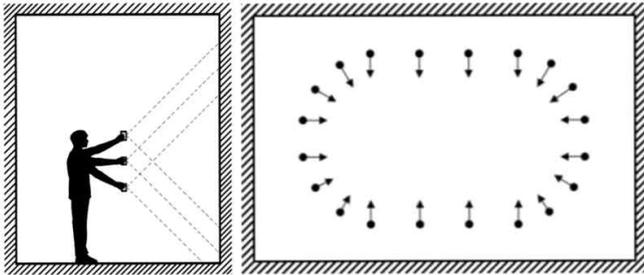


Figure 1. Photographing methods (left: plan view & right: elevation view)

김도환 외 (2021)를 기반으로 사진 촬영의 진행은 서로 다른 3개의 높이로 진행하였고, 일사의 침입을 최소화하여 최대한 비슷한 조도에서 촬영을 진행하였다. 또한, 실내공

간에 위치한 책상이나 의자 등의 객체를 촬영시마다 동일하게 배치하였다.

### 4. 포토그래메트리 기반 실내공간 3D 모델 생성 및 분석

Autodesk Recap을 이용하여 생성한 3D 모델 모두 (2) Gopro Fusion, (3) Galaxy S10 순으로 모델의 품질이 높았다 (Table 3). 다만, (1) Insta 360 one X2로 생성한 2D 이미지를 이용한 3D 모델 생성은 불가능했다. (1) Insta 360 one X2에서 제공하는 2D 이미지가 다른 촬영기기에서 제공하는 2D 이미지 보다 심한 왜곡이 발생했기 때문으로 판단된다.

Agisoft Metashape을 이용하여 생성한 3D 모델의 품질 수준은 (1) Insta 360 one X2, (2) Gopro Fusion, (3) Galaxy S10 순이었다 (Table 3). Agisoft Metashape은 Autodesk Recap과 다르게 Insta 360 one X2에서 제공하는 2D 이미지로도 실내공간 3D 모델 생성이 가능했다. Agisoft Metashape가 상대적으로 Autodesk Recap보다 이미지 왜곡으로 인한 영향 수준이 낮았다.

Galaxy S10을 이용하여 촬영한 2D 이미지를 기반으로 Agisoft Metashape 및 Autodesk Recap 모두에서 3D 모델 생성이 가능했다. (2) Gopro Fusion을 이용하여 생성한 3D 모델의 품질이 상대적으로 (3) Galaxy S10을 이용하여 생성한 3D 모델의 품질보다 우수했다. 생성한 3D 모델의 품질 수준을 비교한 결과, 시야 범위가 넓은 (1) Insta 360 one X2, (2) Gopro Fusion, (3) Galaxy S10 순이었다.

### 5. 결론

본 연구는 다양한 2D 이미지 촬영기기, 소프트웨어를 이용하여 생성된 포토그래메트리 기반의 실내공간 3D 모델을 비교, 분석했다. 또한 촬영기기, 소프트웨어를 달리 하여 새로운 2D 이미지 취득을 할 수 있는 실내공간 촬영 방법을 구축하였다.

Table 3. 3D models generated by the photogrammetry method

	(1) Insta 360 one X2	(2) Gopro Fusion	(3) Galaxy S10
Recap	Errors of model generation		
Meta-shape			

비교 및 분석 결과, Autodesk Recap은 실내공간 자체의 3D 모델 생성이 상대적으로 우수했고, Agisoft Metashape은 특정 대상의 질감 표현이 우수했다. Insta 360 one X2, Gopro Fusion와 같은 360° 카메라가 시야각이 넓어 포토그래메트리 기반의 실내공간 3D 모델 품질 수준이 높았다. 하지만 일부 촬영 기기에서는 촬영된 2D 이미지의 왜곡 정도가 심하여 포토그래메트리 소프트웨어가 3D 모델을 생성하지 못하는 경우도 있었다. 결과적으로 실내공간의 기하학적, 비기하학적 특징의 부족, 좁은 시야 범위를 가지는 2D 이미지의 사용이 포토그래메트리 기반의 실내공간 3D 모델 품질에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 하지만 본 연구에서는 생성된 3D 모델을 시각적으로 비교, 분석하는데 그쳤다. 따라서 향후에는 초광각 렌즈의 사용과 타겟 부착 등의 추가적인 방법을 통해 생성된 3D 모델의 품질을 향상시킬 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

#### REFERENCES

- 1 권순욱(2009). 레이저 스캐닝 기술과 BIM 기술을 이용한 형상정보 획득기술의 건설산업 적용, *대한건축학회지*, 53(4), 31-38.
- 2 김현주, 최중용, 오아름, & 지형근(2022). 고해상도 3D 데이터 생성 기술 분석 및 연구 동향, *[ETRI] 전자통신동향 분석*, 37(3), 64-73
- 3 오준영 & 김충식(2017). 홍성 신경리 마애여래입상의 3차원 기록화를 통한 포토그래메트리의 유용성 연구, *국립문화재연구원*, 50(3), 30-44
- 4 강정인 & 이임평(2016). 회전식 프레임 카메라 시스템을 이용한 실내 3차원 모델링 및 정확도 평가, *대한원격탐사학회*, 32(5), 511-527
- 5 김도환, 정우준, & 김희정(2021). 포토그래메트리 기술의 실내공간 모델링 적용 가능성 연구, *한국교통대학교 건축공학전공 졸업논문집*, 105-110
- 6 Elli. Petsa, P. Patias, Giorgos Mountrakis, & George Karras (2001). Modeling Distortion Of Super-Wide-Angle Lenses For Architectural And Archaeological Applications, *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 32(5), 570-573
- 7 Derek D. Lichti, Wynand Tredoux, Reza Maalek, Petra Helmholtz, & Robert Radovanovic (2021). Modelling Extreme Wide-Angle Lens Cameras, *The Photogrammetric Record*, 176(36), 360-380