

정보통신설비의 BIM 라이브러리 모델링을 위한 최적 3D 스캐닝 방법 도출

박경용, 김승수, 이슬

한국정보통신산업연구원

kypark193@kici.re.kr, sskim@kici.re.kr, adhr03159@kici.re.kr

Deriving Optimum 3D Scanning Methods for BIM Library Modeling of ICT Systems

Park, Kyungyong, Kim, Seung Su, Lee, Seul

Korea Information and Communication Industry Institute

요약

건설분야에서 처음 도입된 BIM은 설계·시공·유지관리 등 건축물의 생애주기 전반의 관리를 위해 다양한 분야에서 활용되고 있다. 정보통신분야 또한 ICT 기술의 발전으로 다양해진 정보통신설비를 관리하기 위해 BIM을 도입하고 활성화하는 추세다. 그러나 다양한 종류와 형태의 정보통신설비는 BIM에 적용하기 위해 형상정보를 구축하는데 많은 시간과 노력이 필요한 한계가 있었다. 최근 3D 스캐닝 기술의 발전으로 형상정보를 구축하는 것이 편리해졌으나, 재연성의 부족 및 사용자에 따른 결과의 편차가 심한 문제점이 존재한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 적절한 3D 스캐닝 방식의 도출을 위해 고정형 스캐닝 방식에서 측정 객체와 카메라의 최적 거리 및 각도를 도출하였다. 이를 통해 크기와 형태가 다양한 정보통신설비에서도 일정한 수준의 형상정보를 제작할 수 있을 것으로 기대하며, 균일한 상세수준을 통해 타 분야와 연동이 원활해질 것으로 예상된다.

I. 서론

최근 ICT(Information and Communication Technology)의 발전으로 다양한 산업군에서 정보통신 장비가 활용되고 있다. 건설산업분야에서 또한 IT 기술을 접목하여 생산성을 향상시키려는 노력이 활발하다. 특히, BIM(Building Information Modeling)은 건축물에 다양한 정보를 더하여 설계·시공·유지관리 등 생애주기 전반에서 생산성을 극대화할 수 있는 대표적 기술이다[1].

BIM에서는 건축물의 다양한 설비를 구현하기 위해 각각의 설비를 라이브러리(Library)화하여 구현한다. 이때, 라이브러리는 해당설비의 형상정보와 속성정보를 포함하며, 정보의 상세수준에 따라 LOD(Level of Development)로 등급을 구분할 수 있다[2]. [표 1]은 국토교통부에서 제시하는 BIM 모델링의 상세수준을 나타낸다.

[표 1] 국토교통부 상세수준별 적용단계

상세수준	적용단계	적용내용
LOD 100	기본계획	- 면적·높이·볼륨·위치 및 방향표현
LOD 200	기본설계	- 기본(계획)설계 단계에서 필요한 형상 표현
LOD 300	실시설계	- 실시설계(낮음) 단계에서 필요한 모든 부재의 존재 표현
LOD 350		- 실시설계(높음) 단계에서 필요한 모든 부재의 존재 표현
LOD 400	시 공	- 시공단계에서 활용 가능한 모든 부재의 존재 표현
LOD 500	유지관리	- 유지관리단계 등에서의 활용 가능한 내용 ※ 프로젝트 특성 및 발주자의 요구에 따라 달라짐

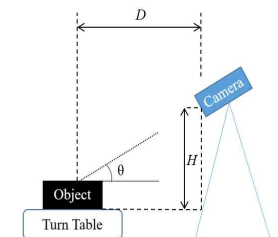
정보통신기술의 발전으로 건축물 내 적용된 정보통신설비의 종류가 다양해짐에 따라 정보통신설비에 대한 BIM의 라이브러리 또한 다양하게 요구되고 있다[3]. 그러나 정보통신설비는 종류와 유형이 다양하고, 기능과 제조사에 따라 형태 또한 다양하기 때문에 형상을 제작하는데 많은 비용

과 시간이 소요된다. 최근에는 이러한 노력을 줄이고자 3D 스캐너를 활용한 BIM 모델링에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[4]. 3D 스캔 기술의 발전으로 객체의 형상정보를 모델링하기 용이해졌으나, 촬영 위치와 방법에 따라 누락정보 혹은 오류정보가 포함되어 모델링 되는 경우가 많은 한계가 있었다. 따라서 본 연구에서는 다양한 형태의 정보통신설비를 일정한 상세수준으로 라이브러리 모델링하기 위한 최적의 3D 스캐닝 방법을 도출하고자 한다.

II. 본론

3D 스캐너는 측정방식에 따라 고정형(Fixed)과 수동형(Handheld)으로 구분할 수 있다. 수동형 방식은 측정하려는 객체의 크기나 배치에 따라 측정자가 자율적으로 카메라의 위치를 변경할 수 있는 장점이 있으나, 측정자에 따라 측정결과와 편차가 심하고, 반복측정 시 재연성이 떨어지는 단점이 있다. 반면 고정형 방식은 측정자에 따른 편차가 적고, 재연성이 뛰어나며 측정이 편리한 장점이 있어 보편적으로 많이 사용한다. 따라서 본 연구에서는 고정형 방식을 채택하여 최적의 측정위치를 찾고자 한다.

Kim et al.[4]의 연구에 따르면, 3D 스캐너의 정확성에는 스캔 거리(D)와 각도(θ)가 가장 중요한 인자로 나타났다. 측정 거리와 각도의 기준점은 [그림 1]과 같고, 스캔 각도는 식(1)로 계산할 수 있다. 이때 D 는 객체와 측정점까지의 수평거리이며, H 는 카메라의 설치 높이이다.



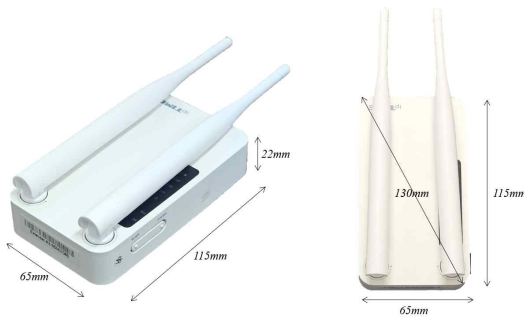
[그림 1] 3D 스캐너 촬영 거리 및 각도

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{H}{D}\right) \quad \text{Equation (1)}$$

적절한 스캔 거리는 측정하고자 하는 물체의 크기와 관련되어있기 때문에, 본 연구에서는 촬영 객체의 대각선 거리(d)를 측정하고 이를 기준으로 $1d \sim 4d$ 에서 측정 정확도를 각각 비교하였다. 또한, 스캔 각도(θ)는 3면을 모두 촬영이 가능한 30° , 45° , 60° 로 설정하여 최적의 각도를 도출하고자 하였다. 이때, 비교하는 측정 정확도는 생성된 모델의 면의 수와, 실측 치수와의 오차를 기준으로 비교하였다. 생성된 면의 수는 모델의 정교함을 나타내고, 오차는 정확도를 나타내는 지표로 판단할 수 있다. 3방향인 모델의 오차정도를 비교하기 위해 식(2)를 사용하여 오차를 비교하였다. 이때, E 는 오차지수를 의미하며, 각 축의 실제 길이 r 과 예측 길이 p 의 차이의 제곱합으로 계산된다.

$$E = \sqrt{(X_r - X_p)^2 + (Y_r - Y_p)^2 + (Z_r - Z_p)^2} \quad \text{Equation (2)}$$

실험에 사용된 정보통신설비는 보편적인 무선 AP(Access Point)를 사용하였다. 해당 AP는 [그림 2]와 같이 본체의 크기가 $115 \times 65 \times 22 \text{mm}$ 인 직육면체 형태이며, 대각선의 길이 d 는 130mm 로 측정되었다. 따라서 본 연구에서 비교하는 거리는 각각 $130 \text{mm}(1d)$, $260 \text{mm}(2d)$, $390 \text{mm}(3d)$, $520 \text{mm}(4d)$ 로 설정하였다.



[그림 2] 측정장비(AP)의 형태 및 치수

측정결과 [표 2]와 같이 나타났다. 측정결과, 너무 가까운 거리($1d$)와 너무 먼 거리($4d$)에서는 측정이 불가능 했으며, $2d$ 와 $3d$ 의 거리에서는 모든 각도가 측정 가능하였다. 생성된 모델의 정교함 측면에서는 $3d$ 거리에서 45° 로 측정된 모델이 468,278개의 면을 생성하여 가장 정교하게 모델링 되었다. 반면, 정확성의 측면에서는 상대적으로 가까운 $2d$ 거리의 45° 에서 측정된 모델이 오차지수 2.0으로 가장 정확히 모델링 된 것으로 나타났다. [그림 3]은 3D 스캐닝 된 객체의 모델이다.

종합적으로, 측정 거리와 무관하게 45° 로 측정하는 것이 가장 적절한 각도로 도출되었으며, 측정하고자 하는 객체 크기의 2배에서 3배 사이의 거리가 적절한 것으로 확인되었다. 추후 연구에서는 보다 다양한 크기의 설

비를 활용하여 해당 기준을 검증할 필요가 있으며, 객체 크기의 2~3배 사이의 거리에서 정확성의 변화를 추가로 확인하는 연구를 진행할 예정이다.



[그림 3] 정보통신설비(AP)의 3D 스캐닝 결과

III. 결론

본 연구에서는 정보통신설비의 BIM 라이브러리 개발을 용이하게 하는 3D 스캐닝 기술을 활용하여 최적의 측정 방법과 측정 위치를 도출하였다. 일정한 수준의 모델링은 형상정보의 신뢰성을 높일 수 있을 뿐 아니라, 정보통신분야 외의 건축·소방·전기 등 BIM을 활용하는 다 분야와 원활한 협업을 가능하게 할 것으로 기대된다.

본 연구는 소규모의 단일 장비에 대한 증명이라는 한계가 존재한다. 따라서 추후 연구를 통해 대규모 통신설비에 대하여 결과를 검증할 예정이며, 다양한 각도와 거리를 확인할 예정이다. 이를 통해, 현재까지 제한적이었던 정보통신 BIM 라이브러리 개발이 활발해질 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2024년 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00220183, 정보통신설비 3차원 데이터 모델링 구현을 위한 BIM 라이브러리 표준개발)

참 고 문 헌

- [1] Kim, I.H., "The History and Concept of BIM", Review of Architecture and Building Science, 54(1), pp. 16-21, Jan. 2010.
- [2] MOLIT, "BIM Basic Guidelines of Construction Industry", 2020.
- [3] Kim, H.D., Kim, J.H., Jin, M.S., Sim, S.K., "A study on property information for information and communication facility BIM library development", Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, Feb. 2023.
- [4] Kim, M.K., Cheng, J. C.P., Soh, H., Chang, C.C., "A framework for dimensional and surface quality assessment of precast concrete elements using BIM and 3D laser scanning", Automation in Construction, 49, pp. 225-238, July 2014.

[표 2] 측정 각도 및 거리에 따른 측정 정확도 결과비교

거리(D)	30°		45°		60°	
	측정치수	생성된 면의 수	측정치수	생성된 면의 수	측정치수	생성된 면의 수
130mm (1d)	N/A		N/A		N/A	
260mm (2d)	118×65×19mm (E=5.0)	320,070개	117×65×20mm (E=2.0)	438,500개	117×66×20mm (E=3.0)	364,836개
390mm (3d)	117×66×20mm (E=3.0)	440,964개	117×66×19mm (E=3.7)	468,278개	114×66×19mm (E=2.4)	271,126개
520mm (4d)	N/A		N/A		N/A	