

3D 스캐닝 활용 건축물 데이터 비교에 관한 연구

황병연¹, 박종기^{2*}, 이태희²

¹순천향대학교 미래융합기술학과, ²순천향대학교 건축학과

A Study on the Comparison of Building Data Using 3D Scanning

Byeong Yeon Hwang¹, Jong Ki Park^{2*}, Tae Hee Lee²

¹Department of Future Convergence Technology, Soonchunhyang University

²Department of Architecture, Soonchunhyang University

요약 본 연구는 3D 스캐닝에 대해 고찰하고 건축분야에서의 활용 동향, 시공 이후 공간에 3D 스캐닝 기술을 활용하여 시공 준공도면과 시공 후 데이터를 추출하여 도면과 데이터를 비교하며 기존 시공 준공도면과의 차이점을 도출하고 이를 통해 3D 스캐닝을 활용하여 건축 전반적인 부분에서 어떻게 활용되어야 하는지에 대해 이 연구의 목적이 있다. 현재 3D 스캐닝 기술은 현재 현장에 적용하여 설계, 시공, 안전까지 건축분야 전반적으로 널리 활용되어 지고 있다. 3D 스캐닝 데이터와 기존 도면을 비교한 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 외부 형태와 치수는 크게 차이를 보이지 않는다. 둘째, 내부 형태와 치수는 차이를 보이고 있다. 셋째, 실내조명 배치는 모든 건축물에서 차이를 보이고 있다. 3D 스캐닝은 준공되기 전 시공 단계에서도 필수적인 요소가 되어야 할 것으로 보이며, 자동화, 로봇 등을 이용하여 지속적인 3D 스캔을 통해 시공 및 안전관리의 효율성을 높이고, 자재관리 등 감리의 목적으로 활용되어야 할 것이며, 이를 통한 BIM, 공정관리 등 건축 전반적인 분야에서의 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

Abstract This study examines 3D scanning and how it is used in the construction field. 3D scanning technology was applied to a real space and compared with drawings in the planning and construction stages. 3D scanning technology has been widely applied in the field of construction, design, construction, and safety. The results of comparing 3D scanning data with drawings are as follows. First, the external shape and dimensions do not show much difference. Second, the internal shape and dimensions are different. Third, indoor lighting layouts are different in all buildings. 3D scanning should be an essential element in the construction stage before completion and should be used for supervision tasks such as material management, improving the efficiency of construction, and safety management through continuous 3D scanning using automation and robots. Follow-up studies in the field of architecture, such as BIM and process management, will be needed.

Keywords : 3D Scanning, Point Cloud Data, Data Compare, Building Data, BIM

본 연구는 순천향대학교 학술연구비 지원으로 수행하였음.

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2019R1G1A1100735).

*Corresponding Author : Jong Ki Park(Soonchunhyang Univ.)

email: jkpark@sch.ac.kr

Received November 3, 2020

Revised November 23, 2020

Accepted February 5, 2021

Published February 28, 2021

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

건축분야에서는 다양한 신기술이 접목되고 있다. 건축 설계, 시공, 안전 등 많은 분야에서 4차 산업 및 새로운 기술과 융합하여 건축과 건설현장에서 효율적인 관리 및 운영을 하고 있으며, 이러한 배경 속에서 기존 자동차나 기계, 의료 분야에서의 역설계 및 정밀함을 위해 활용되어진 3D 스캐닝 기술도 기존 및 시공 중 건축물 분석, 문화재 복원 분야에서 많은 주목을 받고 있다.

본 연구는 3D 스캐닝에 대해 고찰하고 건축분야에서의 활용 동향, 시공 이후 공간에 3D 스캐닝 기술을 활용하여 시공 계획도면과 시공 후 데이터를 추출하여 도면과 데이터를 비교하며 기존 시공 계획단계와의 차이점을 도출하고 이를 통해 3D 스캐닝을 활용야형 건축 전반적인 부분에서 어떻게 활용되어야 하는지에 대해 고찰하는 것을 본 연구의 목적으로 한다.

1.2 연구 방법 및 범위

연구의 방법으로는 건축물을 시공한 후에 작성된 도면을 기준으로 3D 스캐너를 통해 현재 공간을 데이터화 시켜 기존 도면과 비교하는 방법으로 시기별, 공간형태에 따라 건축물을 선정하고 선정된 건축물의 1개 층 데이터를 비교하기로 한다. 연구의 범위는 충남 소재 S대학교 4개의 건축물을 연구 범위로 설정하였으며, 3D 스캐닝을 진행하였다.




2. 이론적 고찰

2.1 3D 스캐닝

3D 스캐닝은 공간이나 사물을 대상으로 레이저를 활용한 측정방식을 말하며, 3D 스캐너 장비에서 초당 수천 개에서 수만 개의 레이저를 발사에 피사체에 반사되어 돌아오는 시간을 계산하여 거리를 측정하는 방식을 말한다.

데이터를 추출하려는 대상에 따라 스캐너의 종류는 달라진다. 어느 정도 오차 범위를 허용할 수 있느냐에 따라 활용 스캐너가 달라진다. 인물보다 사물, 공간에 적합한 스캐너가 스캔 가능거리가 더 멀고, 사람의 미세한 움직임에 반응하기 위해 순간적인 스캔을 하는 기술도 있다. 사물이나 내부 공간에는 사람이 직접 스캔할 수 있는 핸드헬드 방식을 활용하기도 한다. 또한, 대형 공간, 도시적

Table 1. Type of 3D scanner

		
Hand-held Scanner (People, Objects)	Hand-held scanner (object, space)	Broadband scanner (space)

스캔 데이터가 필요한 경우 한 번에 약 300m에서 1,000m까지 스캔이 되는 광대역 스캐너를 활용하여 넓은 공간을 스캔하기도 한다[1].


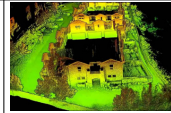

Table 2. Application by type of 3D scanner

Object	Scanner type	Scanner method	Scanner distance
Person	SNAP, 3D Scan Plus, etc.	Fixed scanner	0.3 - 3m
Person Objects Space	F6 Smart, Artec Eva, etc.	Hand-held scanner	0.5 - 5m
Objects Space	Faro Focus 3D, GeoSLAM, etc.	Fixed, Hand-held scanner	15m - 1,000m

2.2 3D 스캐닝 과정

공간 3D 스캐닝 과정에서는 3D 스캐닝 할 공간을 선정하고 3D스캐닝 작업에 들어가기 전 공간의 형태, 동선 등을 조사하는 것이 중요하다. 형태와 동선 조사가 충분히 숙지가 되면 3D 스캐닝 장비를 사전 조사한대로 스캐닝 장비로 3D 스캐닝을 실시한다. 이 순서에서는 3D 스캐닝 데이터인 포인트 클라우드 데이터(Point Cloud Data)가 생성되며, 이 데이터는 취득된 포인트 데이터가 구름 형태로 스캔 대상 형태로 생성된 것을 말한다.

Table 3. 3D Scanning process

		
1. 3D scanning in space	2. Post-processing and merging of scanning data	3. 3D scanning data utilization drawing

3D 스캐닝 데이터 후처리 및 병합 과정에서는 공간 3D 스캐닝 순서에서 취득한 데이터를 후처리하고 편집하는 과정을 말한다. 실제 스캐닝을 진행하는 동안 불필요한 데이터 또는 스캔하고자 하는 피사체를 나누어서 스캐닝 할 경우 편집 또는 병합하는 과정이 필요하다.

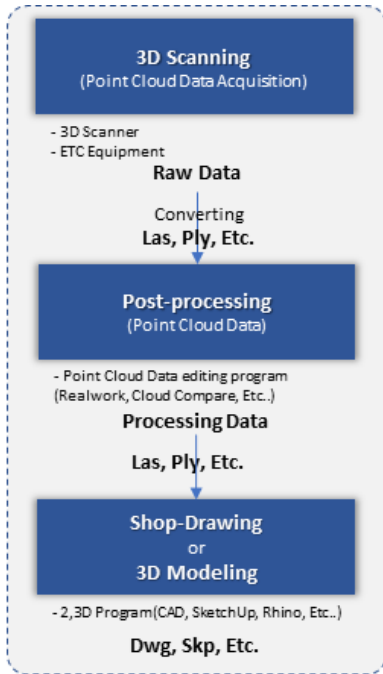


Fig. 1. Process the generated data according to the 3D scanning process

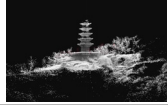
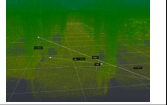

3D 스캐닝 데이터 활용 도면화 과정은 편집된 데이터를 활용하여 2,3D 도면, 모델링 작업을 말한다. 추출된 각 포인트들은 스캔 한 공간 및 사물의 형태를 가지고 있기 때문에 그 형태 그대로 도면화 작업을 진행하여 가공할 수 있다. 스캔 데이터 자체를 활용할 수 있지만 비주얼(Visual)적, 데이터 공유 및 활용하기 위한 작업이라고 볼 수 있다. 3D 스캐닝 된 데이터는 포인트 클라우드 전용 프로그램(RealWorks, Cloud Compare 등)에서 편집이 가능하고, 기계나 건축, 귀금속을 모델링 할 수 있는 3D 모델링 전용 프로그램(SketchUp, Auto CAD, Revit, Rhino)에서도 편집 및 이 가능하다[1].

2.3 3D 스캐닝의 활용 및 동향

3D 스캐닝 기술은 다양한 분야에서 활용 중이다. 문화재, 공간분석, 도면·BIM화에 최근 많이 활용되기 시작했으며, 문화재 같은 경우 소실 우려가 있어 원형 그대로

로의 데이터를 스캔하여 소실 시 복구 관련 작업을 수행하기도 하고, 공간 분석 부분에서는 시간이 지남에 따라 공간 변화에 대해 연구한다. 또한, 도면화가 되지 않은 건축물의 경우 도면·BIM화 시켜 이후 리모델링, 재건축에 활용하기도 한다.

Table 4. 3D scanning in architecture

		
Data extract	Space analysis	Construction and facilities BIM

3D 스캐닝 기술을 활용하여 건축물이나 문화재의 원형을 데이터화 시킬 수 있다. 3D스캐닝 된 데이터를 2,3D 모델링 프로그램을 활용하여 형태, 위치, 치수 등 원하는 정보를 확인할 수 있다.

또한 건축물의 시공 중 또는 문화재 등에서 스캔된 데이터를 활용하여 다양한 분석 자료로 활용을 하고 있다. 건축물이 계획도면과 일치하게 시공되어지고 있는 지, 계획대로 준공이 되었는지 실시간으로 데이터를 취득하여 비교할 수 있다. 건축물이나 문화재가 손실된 이후에는 복구과정에서 스캔 데이터를 활용하여 피해, 복구, 구조, 안전 등 문제점을 파악하고 분석 자료로 활용할 수 있다.

손실된 형태를 복구한 이후 다시 3D 스캐닝 데이터를 축적한다. 기존 3D 스캐닝 된 데이터와 복구 이후 여러 차례 3D 스캐닝 데이터를 축적하게 되면 기존 형태에서 온전히 복구가 되었는지 확인할 수 있다. 또한 주기적인 3D 스캐닝으로 데이터를 축적하여 천재지변, 시간의 흐름에 따라 형태나 손실이 있을 경우에 대한 비교 분석이 가능하다.

문화재 같은 중요한 국가의 재산의 경우 3D 스캐닝의 중요성은 대두되고 있다. 또한 건축, 자동차, 의학 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며 앞으로의 가치가 높아질 것으로 판단된다.

3D 스캐닝은 건축, 문화재, 인체 등 다양한 분야에서 다양한 목적을 가지고 활용 중에 있다. 3D 스캐닝 데이터는 분석, 디자인, 커스터마이징 등 각 산업 및 연구 분야에 맞게 사용되고 있으며, 각 분야에 맞게 장비(3D 스캐너), 3D 스캐닝 된 Point Cloud Data(이하 스캐닝 데이터)에 대한 처리를 도와주는 컴퓨터 프로그램도 연구·개발 중에 있다.

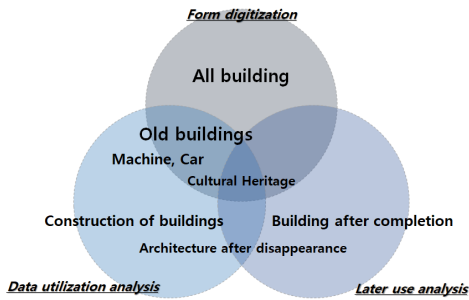


Fig. 2. Utilization by 3D scanning field

또한, 건축이나 문화재 복원 분야뿐만 아니라 다양한 분야에서도 활용 되고 있다. 그 중 공간적으로 가장 많이 활용이 되는 분야는 범죄 수사 분야이다. 범죄수사에서 가장 중요한 부분은 현장에 보존인데 이미 범죄가 일어난 현장을 이미지나 영상으로 남기는 것보다 그 자체를 3D환경으로 만들고 이를 활용하여 범죄가 일어난 현장을 가상으로 구현하여 실제 범죄에 많이 활용하고 있다. 이미지와 영상을 가지고 수사했던 기존 방식보다 더 생생한 범죄 현장을 알고 수사하는데 큰 도움 되고 있다 [2-5].

Table 5. 3D scanning utilization analysis and recovery

		
Utilizing a crime scene	Restoration of cultural properties	Using old buildings

3. 3D 스캐닝 활용 건축 데이터 비교

3.1 연구대상

본 연구의 대상은 충청남도 소재의 S대학교 내 4개의 건축물을 대상으로 실시되었으며, 1990년대 초반, 1990년대 후반, 2000년대 초반, 2010년대 후반까지 총 4개의 건축물을 시기 별로 나누고 A, B, C, D관으로 구분하였다. A관은 연구 및 강의동으로 1990년도 초반에 준공된 건축물로 많은 내부 리모델링을 진행하였다. B관은 1990년대 후반 준공된 건축물로 임대 및 강의동으로 리모델링이 거의 이루어지지 않았다. C관은 연구 및 강의동으로 2000년대 초반에 준공되었으며, 많은 내부 리모델링을 진행하였으며, D관은 2010년대 후반에 준공된

건축물로 학생 및 기업 관련 임대, 강의동으로 활용되고 있다. 내, 외부 리모델링과 이로 인한 변화를 3D스캐닝 데이터를 통해 비교해보려고 한다.

Table 6. Buildings subject to 3D scanning

			
A building	B building	C building	D building
Completed : 1991 Floor : F5	Completed : 1999 Floor : F5	Completed : 2003 Floor : F5	Completed : 2017 Floor : F7
Research and Lecture Building	Rent and Lecture Building	Research and Lecture Building	Rent and Lecture Building
Many remodeling	-	Many remodeling	-

3.2 장비설정

3D스캐너 장비는 Geoslam사에서 개발한 ZEB-REVO 이라는 핸드헬드 방식의 스캐너를 사용하였다.본 연구에서 활용하는 3D 스캐너 장비는 (GeoSLAM ZEB-REVO)는 오차를 1-3cm정도이며, 신뢰가 있는 국제 인증을 받았기 때문에 치수 및 형태에서 3D 스캐닝 결과를 신뢰하고 이를 기준으로 데이터를 비교한다[1].

Table 7. 3D scanner specifications


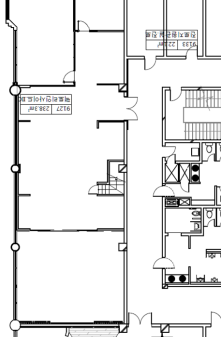


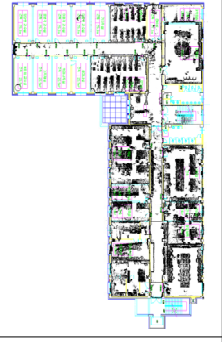
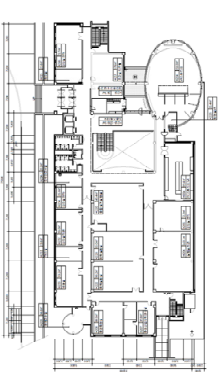

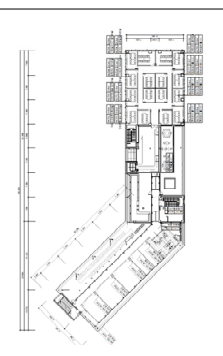
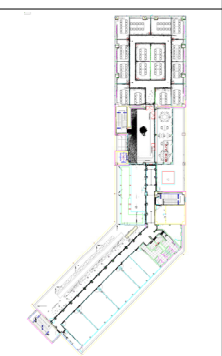
	
Scan distance	30m
Laser protection class	IP64
Weight	850g
Scan points per second	43,000
Error range	1-3cm

Table 9. Data comparison and results

object	Data		shape		size		arrangement	Comparison result	
	Plan drawing	Scanning data	inside	outside	inside	outside			
A			3	5	3	5	2	shape	<ul style="list-style-type: none"> External shape matching In the case of the interior type, there are some discrepancies such as walls and furniture
								size	<ul style="list-style-type: none"> External dimensions match In case of interior, error about 100-300mm for the temporary wall occurs
								arrangement	<ul style="list-style-type: none"> In case of indoor lighting arrangement, dimensional error compared to quantity and drawing
B			5	5	4	5	3	shape	<ul style="list-style-type: none"> External form matching Internal shape matching
								size	<ul style="list-style-type: none"> External dimensions match 50-100mm error in the dimensions of the inner wall
								arrangement	<ul style="list-style-type: none"> In case of arrangement of indoor lighting, the quantity is the same, but there is a dimensional error compared to the drawing.
C			3	5	3	4	3	shape	<ul style="list-style-type: none"> External shape matching In the case of the interior, there is a discrepancy in the shape of some walls
								size	<ul style="list-style-type: none"> Dimensional discrepancies in the external irregularity Inconsistencies in the dimensions of 100 - 300mm of the part of the inner wall
								arrangement	<ul style="list-style-type: none"> In case of arrangement of indoor lighting, the quantity is the same, but there is a dimensional error compared to the drawing
D			4	5	4	5	4	shape	<ul style="list-style-type: none"> External shape matching 90% match in internal shape
								size	<ul style="list-style-type: none"> External dimensions match Some errors in the position of inner columns and temporary walls
								arrangement	<ul style="list-style-type: none"> Dimensional error occurs compared to some lighting drawings

3.3 데이터 비교 틀

기존 시공 준공 도면과 3D 스캐닝 데이터의 비교는 아래와 같은 틀을 이용하여 비교해보려고 한다. 평면의 형태 및 수치, 설비 구조를 표면상으로 비교해보고 이에 따른 결과를 도출한다. 기존 도면과 3D 스캐닝 데이터의 비교는 Autodesk 사의 Recap과 Revit 프로그램을 활용하여 비교하였다. 먼저 Recap 프로그램을 활용해 스캐닝 데이터를 프로젝트화 시키고 이를 Revit에서 불러온 다음 CAD도면을 Import하여 두 가지의 데이터를 겹쳐서 비교하는 방식으로 진행하였다. 데이터 비교는 3D 스캐닝 데이터에 시공 또는 기존 작성된 CAD도면을 겹쳐 나타나는 결과를 5점 척도를 활용하여 평가하였다.

Table 8. Data comparison table

object	Data		shape		size		arrangement	Comparison result	
	Plan drawing	Scanning data	inside	outside	inside	outside			
								shape	
								size	
								arrangement	

3.4 데이터 비교

데이터의 비교는 도면과 3D스캐닝 작업을 통해 추출한 포인트 클라우드 데이터(Point Cloud Data)를 비교하고 리커트 척도를 활용하여 정확도가 높을수록 높은 점수를 부여하는 방식으로 비교하였다.

4. 결론

건축물에 대한 3D 스캐닝 결과 다음과 같다.

첫째, 외부 형태와 치수는 크게 차이를 보이지 않는다. 3D 스캐닝 결과 도면과 외부 부분은 크게 다르지 않는 것으로 확인하였다.

둘째, 내부 형태와 치수는 차이를 보이고 있다. 3D 스캐닝 결과 오래된 건축물일 경우 지속적인 리모델링이나 사용자에게 따라 내력벽이 아닌 가벽, 개구부 등 실제 도면과 100-300mm정도의 차이를 보였으며, 2중 공간으로 되어 있는 A, B 건축물의 경우는 차이가 더 나는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 중복도형 건축물은 형태와 치수에 대한 오차가 크게 차이 나지 않는 것을 확인할 수 있었다.

셋째, 실내조명 배치는 모든 건축물에서 차이를 보이고 있다. 조명의 시공된 수량을 같으나, 실제 도면과 구조물의 배치 간격의 차이가 있었으며, 현장 여건, 정확하지 않은 수치 기반의 도면 작성으로 인해 치수가 다르게 시공되어 있는 것을 확인하였다.

형태와 치수는 대부분 일치한다고 지속적인 리모델링이나 사용자에게 따라 변경이 이루어지고 있어서 일치하지 않는 경우가 발생하나, 설비 부분에서 위와 같은 경우에서 변경되는 것이 아니라 기존 배치에서부터 치수와 형태가 맞지 않는 것을 확인할 수 있다. 건축공사에서는 다양한 환경적인 요소, 클라이언트를 통해 공식적으로 설계 변경이 이루어지지만 설비의 경우 현장변경, 설비파악 불가 등 다양한 이유로 배치와 치수가 다른 것으로 보인다.

3D스캐닝은 준공되기 전 시공 단계에서도 필수적인 요소가 되어야 할 것으로 보이며, 자동화, 로봇 등을 이용하여 지속적인 3D 스캔을 통해 시공 및 안전관리의 효율성을 높이고, 자재관리 등 감리의 목적으로 활용되어야 할 것이며, 이를 통한 BIM, 공정관리 등 건축 전반적인 분야에서의 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

Reference

- [1] GeoSLAM, ZEB REVO, GeoSLAM, 2011, <https://geoslam.com/solutions/zeb-revo/>, 2020. 05.
- [2] Architecture and Cultural Properties Lab, Mireuksaji stone tower repair and maintenance business, National Institute of Cultural Heritage, 2017. <https://portal.nrich.go.kr/kor/page.do?menuidx=725>, 2020. 05.
- [3] FARO TERMS, INDUSTRIES, FARO, 2020. <https://www.faro.com/ko-kr/>, 2020. 05.
- [4] JTBC, Restoration of the site after 360-degree shooting... Advanced 3D scanning techniques, Joongang Newspaper, 2013. <https://news.joins.com/article/13216088>, 2020. 05.
- [5] CULTURAL HERITAGE ADMINISTRATION, Korea National Heritage Online, CULTURAL HERITAGE ADMINISTRATION, 2000. <http://www.heritage.go.kr/heri/idx/index.do>, 2020. 05.

황 병 연(Byeong Yeon Hwang) [정회원]



- 2017년 8월 : 순천향대학교 대학원 건축학과 (건축학석사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 미래융합기술학과 (박사과정)

<관심분야>
디지털건축, 3D기술, 가상현실

박 종 기(Jong Ki Park) [정회원]



- 2010년 12월 : 국립베를린공과대학교 건축대학원(공학박사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 건축학과 교수

<관심분야>
건축계획 및 설계, 도시설계, 도시재생

이 태 희(Tae Hee Lee) [정회원]



- 2004년 2월 : 순천향대학교 대학원 건축학과 (공학석사)
- 2013년 2월 : 충남대학교 대학원 건축공학과 건축계획전공 (공학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 건축학과 교수

<관심분야>
디지털건축, 스마트시티, 3D프린팅 건축