

3차원 레이저 스캐닝 시스템을 이용한 시설물 관리 Facility Management using 3D Laser Scanning System

김감래* · 곽강울**
Kim, Kam Lae · Kwak, Kang Youl

*명지대학교 토목공학과 교수 031-330-6411 kam@mju.ac.kr
**명지대학교 토목공학과 박사과정 031-339-4474 kwak_ky@hotmail.com

要 旨

시설물 관리 시스템 또는 GIS의 구축에 있어서 도형 정보는 주로 대상물의 2차원 평면 형상과 위치 정보로 구성되어 있다. 따라서 대상물의 실제 형상적 특성과 주변 환경과의 관계를 입체적으로 규명하기 위해서는 3차원 정보가 필요하다. 3차원 정보는 점, 선, 면으로 구성되는 기존 공간 데이터의 경직성을 탈피하고 현실적 세계를 표현할 수 있는 장점이 있다. 특히 기존의 측정 개념으로 접근 할 수 없는 영역에 대한 정보를 획득할 수 있으며, 복잡하고 다양한 형태의 대상물에 대한 정보의 획득이 용이하다. 본 연구에서는 실험적으로 3D 레이저 스캐닝 시스템을 적용하여 공간 데이터를 획득하고 데이터의 특성을 분석하였으며, point cloud 데이터의 처리 및 관리 시스템과의 연계 방안을 제시하고자 하였다.

1. 서론

주요 시설물은 안정성 확보와 경제적·효율적 관리의 측면을 모두 고려할 수 있도록 정보를 관리하여야 한다. 시설물 정보는 크게 준공 이전 및 이후의 단계로 구분할 수 있다. 준공 이전의 정보는 계획·설계 및 시공에 관한 내용으로서 각종 도면 및 보고서 등으로 구성되어 있으며 준공 이후의 정보는 점검 및 진단, 보수 및 보강 등의 유지관리 정보가 주류를 이루고 있다. 사용자 및 관리자의 측면에서 시설물은 준공 이후의 정보를 중점적으로 관리하여야 한다. 현재 준공 이후의 시설물 관리 정보는 각종 대장과 보고서 등으로 이루어지고 있으며 이에 대한 전산화 및 도형 정보와의 연계는 미비한 실정이다. 따라서 국가 주요시설물에 대해서

는 시설물 정보를 현재 진행중인 NGIS 구축에 포함하여야 할 것이다. 효율적인 시설물 관리를 위해서는 시설물 현황을 쉽게 인식할 수 있어야 하며 이를 위해서는 실제적인 형상 정보와 측정 결과가 필요하다. 기존의 측정 개념으로는 일부분에 대한 측정결과의 취득은 가능하나 시설물에 대한 전체 형상 정보의 획득은 현실적으로 쉽지 않다. 이러한 기술적 한계를 해결하기 위한 방법으로 최근 레이저를 이용하는 방법이 적용되고 있다.

본 연구에서는 대상물의 3차원 형상 정보 획득 방안으로 Cyra사의 Cyrax2500 3D 레이저 스캐닝 시스템을 이용하였다. 실험 대상에 대한 형상정보를 획득하여 원시 데이터의 특성을 분석하였으며, point cloud 데이터 처리를 통한 대상물의 3차원적 재현 및 도면화 하였다. 또한 관

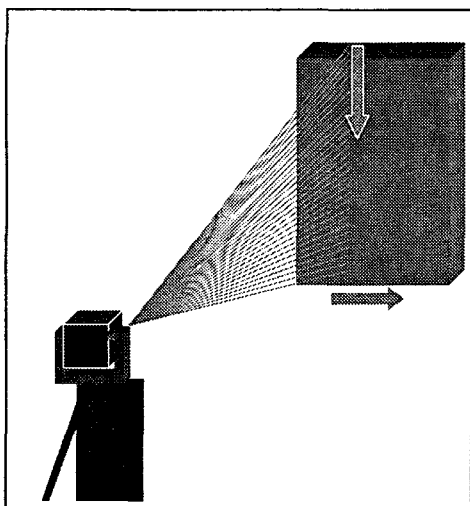
리 시스템과의 효율적인 연계 방안을 제시하고자 하였으며 향후 활용성을 검토하였다.

2. Point cloud 생성 및 데이터 결합

Laser Scanning System의 측정방식은 기존 광파 측정기의 방법과 유사하다. 스캐너 전면부에 부착된 센서에서 레이저 펄스를 발사하여 대상물로부터 되돌아오는 레이저 파의 도달시간으로 스캐너와 대상체까지의 거리를 측정한다. 즉 거리는 레이저 광속도와 도달 시간의 함수로 표현된다.

$$\text{Distance} = \sqrt{C * \Delta T}$$

또한 레이저 파는 스캔 영역에 대해 한 Line씩 연속적으로 주사하는 push broom 방식으로 대상체를 스캔한다. 따라서 스캔된 대상체는 수많은 점 데이터로 구성되며 이 때 생성되는 point cloud는 원시데이터로서 각 점의 크기는 레이저 spot의 크기와 거리에 따라 달라진다.

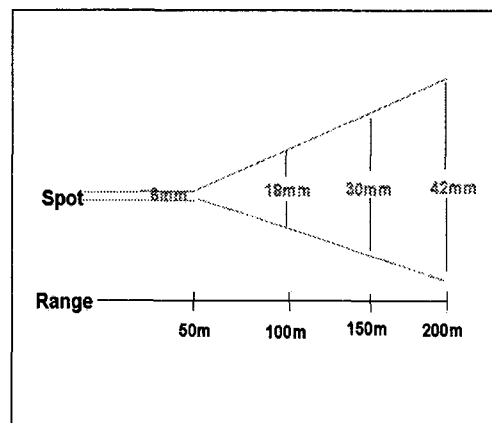


<Fig 1. 레이저 스캐닝 원리>

본 연구에서 사용한 장비의 제원 및 스

캐닝 정확도는 다음과 같다.

Model	Cyrax2500
FoV.	40° × 40° (Hor.×Ver.)
Acc.	Position ±6mm(up to 50m) Dist. ±4mm
Speed	2,000 pts/sec
Dist.	1m~200m



<Fig 2. 레이저 스캐너 정확도>

본 연구에서는 3D 형상정보 획득을 위해 명지대학교내 소형 교량을 대상으로 레이저 스캐너를 실험적으로 적용하였으며 실험체는 다음과 같다.

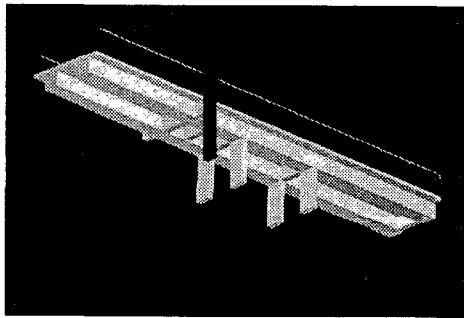
대상	교량
제원	약 5m×25m
형태	단순보

본 실험에서는 교량의 상부, 하부 및 측면으로 구분하여 각각 스캔하였다. 각 부분을 하나의 객체로 구성하기 위해 7개의 Control Target을 교량의 상·하부 및 적절한 공간에 배치하였다. 본 연구에서는

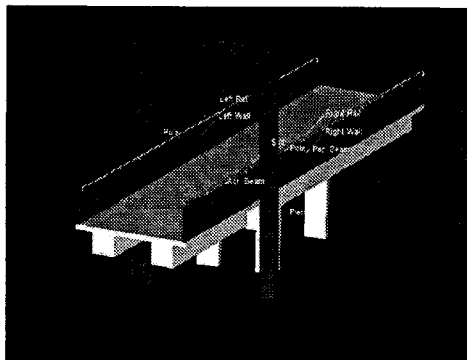
3. 3D 형상화 및 도형정보 생성

최종 결합된 point cloud 데이터를 이용하여 교량의 각 부재 특성별 형상화를 실시하였다. 교량의 부재는 일반적으로 교각, 상판, 보 및 난간 등으로 구성되며 이러한 부재는 도형적 의미에서는 원형 실린더와 다각면체로 대별된다. 본 실험에서 사용한 장비의 지원 S/W에서는 각 도형별 형상화가 가능하도록 한다. point cloud로부터 형상화를 하는 경우 각 부재에 대한 속성 입력이 가능하며 이러한 속성 자료들은 text 파일로 출력이 가능하다. 또한 형상화된 데이터는 직접 2D/3D CAD 파일로의 변환 및 출력이 가능하므로 별도의 작업 없이 도면화를 할 수 있다.

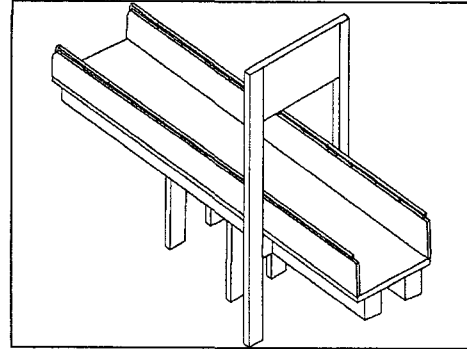
따라서 속성과 연계된 CAD 파일의 생성을 통해 각 속성의 key 값을 이용하여 각종 데이터베이스와 연계할 수 있다.



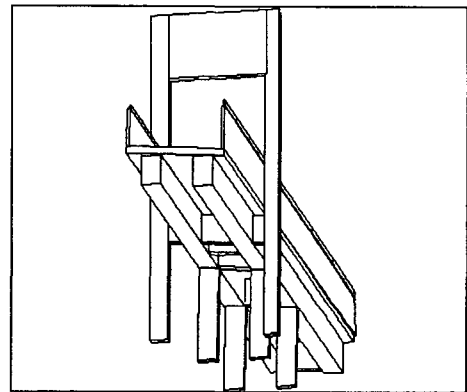
<Fig 8. 3D 형상화>



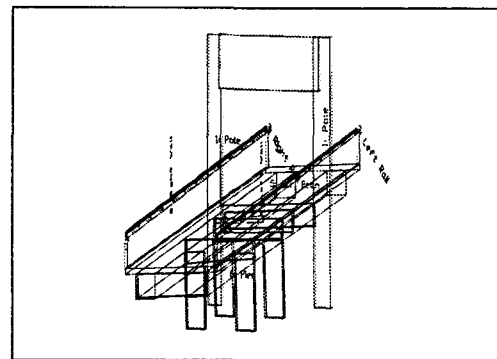
<Fig 9. 3D 형상화-속성 연계>



<Fig 10. 2D 도면화>



<Fig 11. 2D 도면화>



<Fig 12. 3D 도면화>

예를 들어 본 실험에서 적용한 교량의 경우 다음과 같은 속성으로 구성할 수 있다.

구분	명칭	ID	준공	점검	...
교량	명지교	MJ201	991123	010860	...
...

ID	Key1	Item	보수	점검	...
MJ201	001	Pole			...
MJ201	002	Wall			...
MJ201	003	Rail			...
MJ201	004	Slab			...
MJ201	005	Beam			...
...

따라서 기존 GIS 시스템과의 연계뿐 아니라 시설물 관리 시스템을 구축할 경우 시설물 상세 정보를 도형 정보로 구성할 수 있다.

4. 결론

정보의 생성과 관리의 관점에서 경제성과 효율성은 항상 공통적으로 고려해야 하는 필수적 요소이며, 생성된 정보의 활용성도 주요 고려 사항이다.

3차원 형상정보의 생성을 위해 레이저 스캐닝 기법을 적용한 본 연구의 결과를 이러한 요소를 토대로 고려할 때 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 형상 정보 획득을 위한 작업 과정은 현장 작업, 도면화, 도형정보 생성 및 속성 DB연계 등으로 구분할 수 있다. 이중 현장 작업과 도면화 과정에 있어서 토달 스테이션 또는 지상사진측량 방법을 이용하는 기존 측정 기법에 비해 레이저

스캐닝 기법은 현장 작업 시간과 투입인력의 절감할 수 있었다. 따라서 두 과정만을 고려할 경우 경제성과 효율성의 측면에서 상당한 효과를 기대할 수 있다.

둘째, 효과적인 시설물 관리를 위해서는 준공 이전 및 이후 관리 정보의 DB화와 도형 정보와의 연계가 필요하다. 따라서 이번 연구에서 적용한 기법은 현실적으로 준공 이후의 시설물에 대한 도형 정보 생성을 위한 적절한 방법중의 하나임을 알 수 있었다. 또한 생성된 3차원 도형정보를 이용한 시설물 관리시스템 구축 또는 GIS 시스템과의 연계가 가능함을 알 수 있었다.

이와 같은 연구 결과를 토대로 향후 문화재 관리와 정밀 형상 측정이 요구되는 분야로의 확장이 필요하며, 지속적인 연구 검토가 필요하다.

참고문헌

- 1) Cyra, "Cyclone user manual", 2001
- 2) Larry Roach, Geoffrey Jacobs, "3D Laser Scanning Speeds 3D Visualization of Existing Plants and Extends 3D Visualization into New CPI Applications" <http://www.cyra.com>
- 3) 대한측량협회, "Surveying & mapping" 2001, 5.