Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, 21(4) 2018, pp. 132-144 ISSN 1226-9719(Print)
https://doi.org/10.11108/kagis.2018.21.4.132 ISSN 2287-6952(Online)

Point Cloud 기반의 고해상도 원시데이터 연계 및 관리시스템 개발*

김재학[1]·이동하[2※]

Development of Linking & Management System for High-Resolution Raw Geo-spatial Data based on the Point Cloud DB*

Jae-Hak KIM[1]·Dong-Ha LEE[2※]

요 약

건설, 의료, 컴퓨터 그래픽스, 도시공간 관리 등 다양한 분야에서 3차원 공간정보 모델이 이용되고 있다. 특히 측량 및 공간정보 분야에서는 최근 고품질의 3차원 공간정보와 실내공간정보에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있으나, 현재 공간정보 데이터가 다양한 형식과 저장구조로 구성되어 관리되고 있어 저비용 · 고효율의 3차원 공간정보 서비스가 어려운 상황이다. 실제로 활용도 높은 3차원 모델을 구축하기 위한 기술은 관측과 처리에 고액의 비용이 발생하지만, 대부분의 수요처에서는 이러한 고비용의 공간정보 구축에 어려움을 느끼는 경우가 대부분이다. 따라서 본 연구에서는 저비용의 3D 공간정보 모델을 구축하기 위한 효율적인 방안을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 현재의 3D 모델의 구축 방법 중 가장 효율적인 방법으로는 기존에 구축되어 있는 Point Cloud, UAV 관측영상 등의 원시데이터를 활용하여 비용을 절감시키는 방법이 있지만, 이는 관리하는 기관이 분리되어 있고 사용하기 위해 요청하는 절차가 복잡하여 활용에 제한이 있었다. 본 연구에서는 이를 해결하기 위해서 도로대장 관리 분야를 대상으로 3D 구축에 필요한 기반데이터를 통합하여 연계하고 관리 할 수 있는 통합관리 시스템 개발을 수행하였으며, 다양한 형태의 원시자료를 Point Cloud 형식으로 구성하여 도로대장 관리에 적용할 경우 6개의 주요 관리항목을 효과적 구축 및 관리할 수 있을 것으로 판단되었다.

주요어 : 3차원 공간정보 모델, Point Cloud, UAV, 도로대장, 원시데이터 관리시스템

2018년 10월 18일 접수 Received on October 18, 2018 / 2018년 12월 18일 수정 Revised on December 18, 2018 / 2018년 12월 18일 심사완료 Accepted on December 18, 2018

* 본 연구는 국토교통부의 2018년도 공간정보 기반 실감형 콘텐츠 융복합 및 혼합현실 제공 기술개발 사업 및 수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술개발의 연구결과로 수행되었습니다.

1 (주)지오스토리 공간정보기획팀 Geo-Spatial Information Planing Team, Geostory Co. Ltd.
2 강원대학교 건축·토목·환경공학부 Dept. of Civil Engineering, Kangwon National University
※ Corresponding Author E-mail : geodesy@kangwon.ac.kr

ABSTRACT

3D Geo-spatial information models have been widely used in the field of Civil Engineering, Medical, Computer Graphics, Urban Management and many other. Especially, in surveying and geo-spatial field, the demand for high quality 3D geospatial information and indoor spatial information is so highly increasing. However, it is so difficult to provide a low-cost and high efficiency service to the field which demand the highest quality of 3D model, because pre-constructed spatial data are composed of different formats and storage structures according to the application purpose of each institutes. In fact, the techniques to construct a high applicable 3D geo-spatial model is very expensive to collect and analyze geo-spatial data, but most demanders of 3D geo-spatial model never want to pay the high-cost to that. This study, therefore, suggest the effective way to construct 3D geo-spatial model with low-cost of construction. In general, the effective way to reduce the cost of constructing 3D geo-spatial model as presented in previous studies is to combine the raw data obtained from point cloud observatory and UAV imagery, however this method has some limitation of usage from difficulties to approve the use of raw data because of those have been managed separately by various institutes. To solve this problem, we developed the linking & management system for unifying a high-Resolution raw geo-spatial data based on the point cloud DB and apply this system to extract the basic database from 3D geo-spatial mode for the road database registration. As a result of this study, it can be provided six contents of main entries for road registration by applying the developed system based on the point cloud DB.

Keywords : 3D geo-spatial model, Point Cloud, UAV, Road Registration DB, Raw data management system

서 론

일반적으로 공간정보 모델(Geo-spatial model)은 현실 세계의 지형과 지물을 가상 세계의 객체로 표현하는 방법에 대해 정의한 것으로, 이렇게 정의된 데이터 모델의 구성 요소를 컴퓨터가 읽고 처리하도록 구조화한 것이다(Lee *et al.*, 2010).

공간정보 모델은 정의 방법에 따라서 동일한 현실 객체도 가상 세계에서는 다양하게 표현될 수 있는데, 가령 가시화 방법에 따라서 객체 형태의 차이, 객체가 가지고 있는 속성의 차이 등이 대표적이다. 또한 공간 분석도 공간정보 모델에 따라 차이가 있으며, 공간 분석 활용 시스템의 기능 차이 역시도 발생할 수 있다(Park and Lee, 2009).

이러한 공간정보 모델이 갖는 특성과 공간정보의 폭넓은 활용성으로 인하여 현재 다양한 공간정보 모델이 존재한다. 특히, 3차원 공간정보(3D geo-spatial information)는 최근 건설, 의료, 컴퓨터 그래픽스, 도시공간 관리 등 현실과 가상공간을 연계하는 중요 수단으로써, 2차원 공간정보에 비해 활용성이 매우 높을 것으로 예측되고 있다(Kang and Hwang, 2014).

특히 측량 및 공간정보 분야에서는 최근 고품질의 3차원 공간정보와 실내공간정보에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있으나, 현재 공간정보 데이터가 다양한 형식과 저장구조로 구성되어 관리되고 있어 저비용 · 고효율의 3차원 공간정보 서비스가 어려운 상황이다(Schnabel *et*

al., 2007).

실제로 활용도 높은 3차원 모델을 구축하기 위한 기술은 관측과 처리에 고액의 비용이 발생하지만, 대부분의 수요처에서는 이러한 고비용의 공간정보 구축에 어려움을 느끼는 경우가 대부분이다. 따라서, 다양한 공간정보를 서로 연계하고, 공유하여, 다양한 목적에 활용이 가능한 3D 공간정보 모델을 생성 통합형 관리시스템에 대한 수요가 꾸준히 증가하고 있다(Kang and Hwang, 2014).

이러한 흐름에 비추어 다양한 형태의 3차원 공간정보 모델이 개발되고는 있으나, 문제는 특정한 목적에만 부분적으로 최적화되어 있기 때문에 3차원 공간정보를 공유하고 시스템 간의 상호 운용성을 확보하는데 많은 어려움이 존재한다. 따라서 이러한 문제를 해소하기 위해서는 다양한 기초자료를 단일한 공간정보 데이터 표준으로 취합할 수 있는 방안이 반드시 선행되어야 한다(Kim *et al.*, 2011).

이러한 배경에서 본 연구의 목적은 3차원 공간정보 중 활용도가 가장 높은 Cloud Point DB를 대상으로 공간정보 모델을 연계·활용하는 통합시스템을 저비용으로 효율적으로 개발하는데 목적이 있다. 현재의 3D 모델의 구축 방법 중 가장 효율적인 방법으로는 기존에 구축되어 있는 Point Cloud, UAV 관측영상 등의 원시데이터를 활용하여 비용을 절감시키는 방법이 있지만, 이는 관리하는 기관이 분리되어 있고 사용하기 위해 요청하는 절차가 복잡하여 활용에 제한이 있었다(Choi *et al.*, 2016).

본 연구에서는 이를 해결하기 위해서 세부적으로는 먼저 관련된 선행 연구들을 검토하여 3D 공간정보 모델 구축에 활용될 수 있는 다양한 기초자료(MMS, 위성영상, UAV 영상 등)의 연계 및 표출방법에 대한 차별성과 효용성을 도출한다. 그리고 다양한 3차원 데이터를 이용한 Cloud Point 기반의 3차원 공간정보 연계·관리시스템을 개발하고, 현재 다양한 분야에서 활용도가 높아지고 있는 도로대장 관리분야에 적용하여 본 시스템의 활용성을 점검하였다.

도로대장 관리 분야를 대상으로 3D 구축에 필요한 기반데이터를 통합하여 연계하고 관리할 수 있는 통합관리 시스템 개발을 수행한 결과, 다양한 형태의 원시자료를 Point Cloud 형식으로 구성하여 도로대장 관리에 적용할 경우 6개의 주요 관리항목을 효과적 구축 및 관리할 수 있을 것으로 판단되었다.

도로대장

도로법 제56조, 도로법 시행규칙 제24조의 별지 제22호 서식에 따라 도로대장을 작성·보관하도록 되어있으며, 해당 법을 근거로 데이터 베이스를 구축하여 이를 전산화하여 도로유지관리 업무 등에 활용하고 있다(Lim *et al.*, 2003). 이러한 도로대장 전산화 사업은 기존의 종이로 작성·보관되던 방대한 양의 도로 준공도 및 각종 조서 자료를 효율적으로 관리하고, 자료의 훼손·분실·파손을 방지하며, 필요한 도면과 조서를 쉽게 찾을 수 있도록 기존 도면 및 조서를 전산화하여 도로의 유지 보수 및 투자계획에 대한 원활한 수행과 지원을 하고자 추진되었다(Shin and Yun, 2014).

도로대장 전산화 자료는 시공단계에서 수량산출서, 용역보고서 및 준공도면 등과 같이 도로건설 현장을 통해 생산된 준공업무의 성과품을 이용하여 작성된다. 도로준공 성과품으로 작성된 도로대장 전산화 자료는 이후 도로유지보수, 점용관리 및 도로계획 등을 위한 자료로 널리 활용된다(Shin and Yun, 2014, 2003).

현재 국토부에서는 도로관리를 위해 개별적으로 구축한 다양한 시스템을 통합해 도로관리 통합시스템(Highway Management System, HMS)을 구축·운영 중이며 자료 취합 및 관리 등의 업무로 활용하고 있다(Yang, 2014). 이는 도로의 유지 및 보수에 대한 종합적인 정보를 제공하고 도로와 관련된 각종 행정업무에 효율성을 높일 수 있는 가장 중요한 정보 중 하나로, 49종의 공간데이터와 3종의 비공간데이터로 구성되어 있으며 다양한 기하학적 도형으로 도로시설물을 표현하고 있다(Yang, 2014).

1. 도로대장 DB의 구성

도로대장 전산자료는 도로법시행규칙 제24조에 명시되어 있으며 이것은 도형DB 5종, 이미지 DB 4종, 비도형 DB 44종으로 이루어져 있다(Yang, 2014).

도형DB는 구간도, 종평면도, 지하매설물도, 지형도면, 구조물편집도로 이루어져 있으며 이미지 DB는 구조물위치도, 구조물 상세도, 구조물 사진, 시설물 사진으로 이루어져있다. 비도형 DB는 도로대장 44종을 의미하는 것으로서 도로대장 총괄, 주요시설물 제원, 기하구조, 토공 및 배수, 안전시설, 부대시설, 기타로 이루어져 있다.

도로대장의 전체적인 구성항목은 그림 1에 나타낸 바와 같다. 그 세부 내용은 세 가지 유형에 따라 도로대장 전산화 데이터베이스를 구축하되 규정 된 도로대장전산화 레이어 분류 및 심볼 형태에 따라 평면도, 종단도, 횡단도를 편집 및 입력한다.

2. 도로대장 검수 절차

도로대장 도면 및 조서 등에 대한 공간정보화를 통한 통합체계가 구축되면 각 레이어 및 서정보에 대한 검수를 수행한다. 도로대장 공간정보에 대한 검수는 각 구조물의 공간적 위치 및 참조정보의 연계성, 속성정보의 정합성 등을 검수하는 논리오류검수, 그리고 해당 시설물의 위치 및 속성정보에 대한 정확한 위치 및 정보입력에 대한 현장 검수, 마지막으로 공간정보 레이어의 실질적인 입력결과에 대한 타당성을 작업자가 선별하여 검토하는 육안검수로 수행한다(Lim *et al.*, 2003).

논리오류검수는 그림 2와 같이 도로대장 공간정보에 대한 자료체계와 각 공간객체간의 상

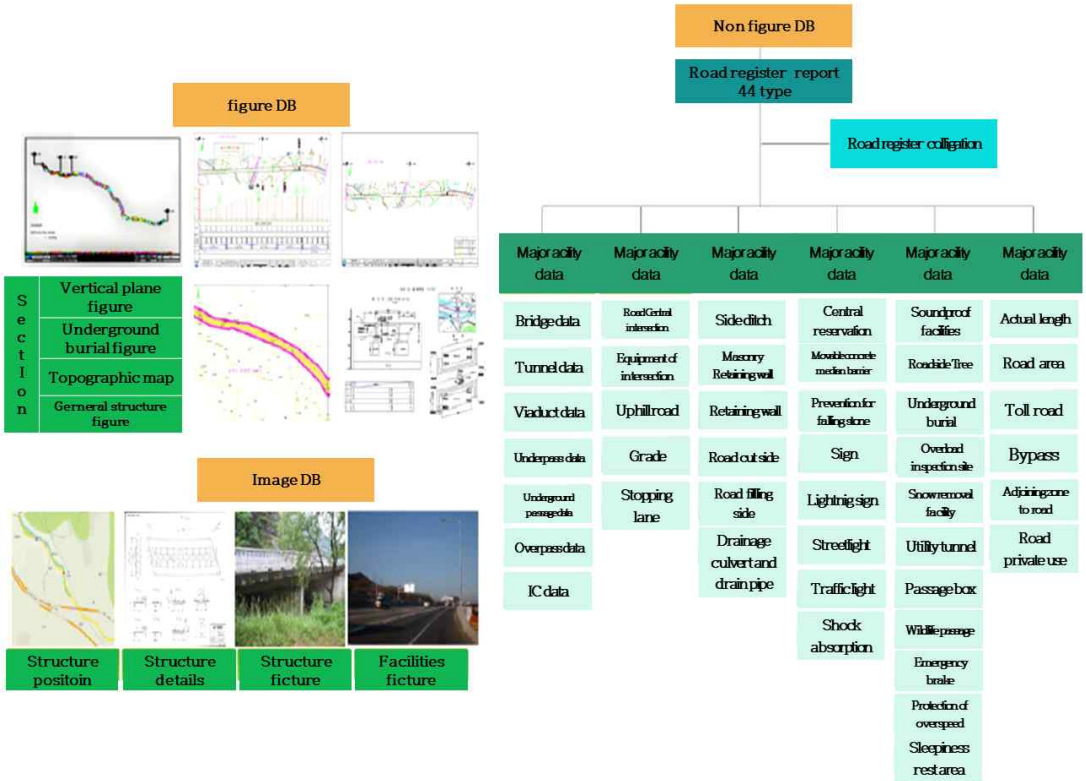


FIGURE 1. Composition of road registration DB

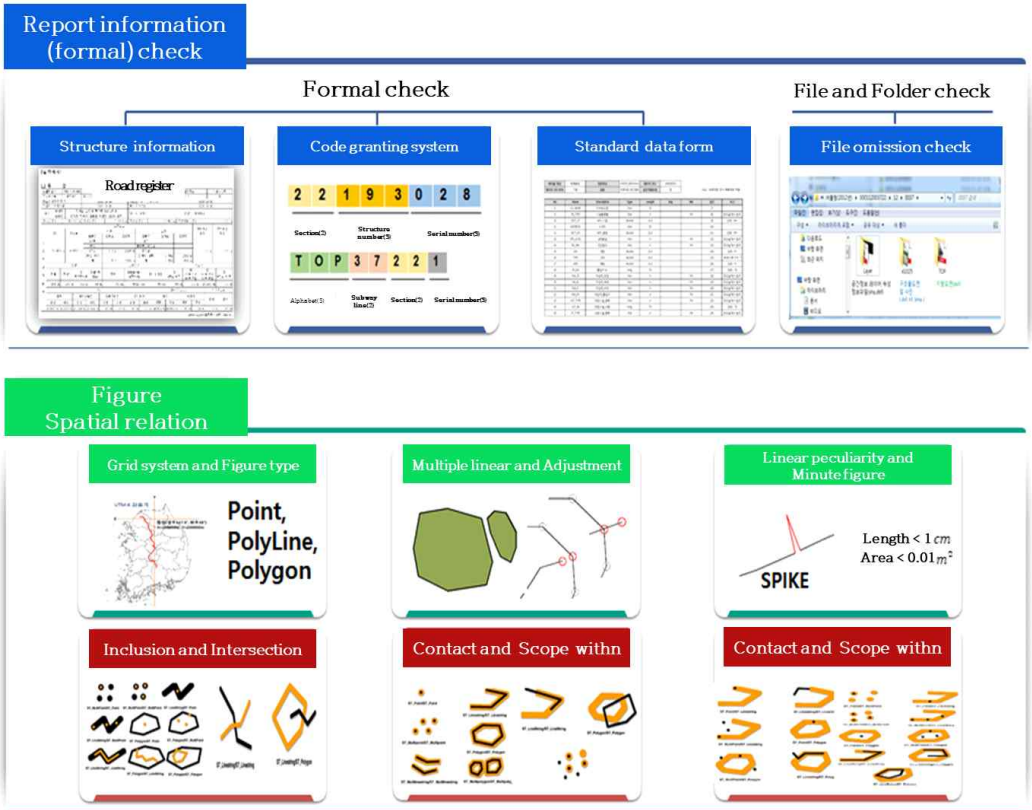


FIGURE 2. Steps of logic error checking for road registration DB

관성, 아이디 체계의 정합성 등 논리적인 자료의 무결성을 확보하기 위해 삭제 수행한다. 논리오류검수 항목 및 기준은 별도의 검수지침으로 정하며 이외의 사항에 대해서는 수치지형도 작업규정(국토지리정보원 고시 제 2011-1085호)을 따른다. 현장검수는 현장조사 및 현황측량을 통해 작성된 각 시설물에 대한 공간정보화 결과(도형객체의 위치 및 속성정보)를 확인하기 위해 수행한다.

현장검수는 별도의 검수지침으로 정하여 수행하며 이외의 사항에 대해서는 수치지형도 작업규정(국토지리정보원 고시 제2011-1085호)을 따른다. 육안검수는 논리오류검수 및 현장검수를 통해 보완된 최종성과물을 확인하기 위해 수행한다. 신규작성의 경우에는 전체 구간에 대해 전수검수를 수행하고 현행화 사업 등에 대해서는 표본에 대한 검수를 수행한다.

3. 3D 공간정보 모델 활용 가능 관리시설 요소 분석

도로 노면 및 시설물 분석은 도로대장을 기준으로 분석을 진행하였다. 도로대장에 총 49개의 시설물이 있으며 그 중 도로대장 자체에 관한 정보 총괄 항목을 제외 시켜 총 48종 항목을 관리 중이다.

도로대장 관리시설 요소는 총괄/주요 시설물, 기하구조 시설, 토공 및 배수 시설, 안전 시설, 부대 시설, 기타 총 6개로 구분하여 관리 하고 있다. 각 요소별 관리 수로는 총괄/주요 시설물 8종, 기하구조 시설 5종, 토공 및 배수 시설 6종, 안전시설 8종, 부대 시설 11종, 기타 11종

TABLE 1. Registered contents in road registration DB

Category	Content	Category	Content	Category	Content
Major acility	Bridge	Earthworksand Drainage Facility	Road Filling	Subsidiary Facility	Passage Box
	Tunnel		Drainage Culvert		Wildlife Passage
	Viaduct	Safety Facility	Central Reservation		Emergency Brake
	Underpass		Prevention for Falling Stone		Protection of Overspeed
	Underground Passage		Sign		Sleepiness Rest Area
	Overpass		Lightning Sign	Etc.	Road Boundory
	IC		Streetlight		Actual Length
Geometry Structure Facility	Central Intersection		Traffic lights		Road Area
	Equipment of Intersection		Movable Concrete Median Barrier		Toll Road
	Uphill Road		Shock Absorption		Bypass
	Grade	Subsidiary Facility	Soundproof Facilities		Adjoining Zone to Road
	Stopping Lane		Roadside Tree		Private Use Dot
Earthworksand Drainage Facility	Side Ditch		Underground burial		Private Use Line
	Masonry Retaining Wall		Utility Tunnel		Private Use Side
	Retaining Wall		Overload Inspection		Instrument Station
	Road Cut		Snow Removal Facility		Distance Post

으로 총 49종이 관리 되고 있다. 아래 표는 49종 중 도로대장 자체에 관한 정보로 총괄 항목을 제외 시켜 총 48종 항목에 관한 표이다.

표 1은 도로대장 관리 항목 중 관리 대상 기준에 적합한 시설물 항목을 추출하였다. 도로대장 시설물을 기준으로 본 과제 시스템에서 관리하기 위한 대상 시설물 기준을 다음과 같이 정의 하였다.

① 도로대장에서 관리되는 시설물
② 도로면과 접해있고 분명히 물리적으로 구분되는 독립적인 시설물
③ Point Cloud 데이터 획득 가능한 시설물
④ 3D 모델 구축에 충분한 Point 데이터 수가 수집 가능한 시설물
⑤ 전체 Point Cloud 데이터 중 해당 객체만 추출이 가능한 시설물

48개 항목중 위 기준에 부합되는 항목은 중앙분리대, 표지, 가로등, 신호등, 차도경계, 도로구역 총 6개의 시설물이 관리 대상으로 적합한 것으로 판단되었으며, 그중 도로구역은 별도로 구축하므로 시설물 관리에서 제외 하였다. 또한 관리 시스템에서 지도기반으로 현황을 관리 하므로 점, 선 혹은 면 형태로 시설물이 형상화 되어야 한다. 표 2는 관리시스템 적용 기준에 부합하는 중앙분리대, 표지, 가로등, 신호등, 차도경계, 도로구역 6개의 항목 및 이를 관리하기 위한 관리 형태를 정리한 표이다.

TABLE 2. Selected contents for road registration can be obtained from 3D geo-spatial model

Division	Content	Management form	Note
1	Central Reservation	line	
2	Sign	point	
3	Streetlight	point	
4	Traffic lights	point	
5	Road Boundory	line	
6	Road Area	line	Excepted from this study

Cloud Point 기반 관리시스템 개발

본 연구에서 구축하는 3D 공간객체 구축 범위는 건물, 도로, 시설물 3가지로 구분되며, 저비용으로 구축하기 위하여 기존의 기반데이터를 활용하는데 그 기반데이터를 원시정보라 한다. 아래부터 원시정보를 기반데이터라 통일하여 설명한다. 저비용 취지에 맞추어 3D 공간객체를 구축하기 위하여 종류별로 필요한 기반데이터는

다음과 같다.

위의 표를 보면 건물을 실감형 3D로 구축하기 위해서는 UAV영상 데이터와 그와 관련된 메타데이터(카메라 정보, 위치정보 등)이 필요하고, 도로/시설물을 3D 로 구축하기 위해서는 기존에 있는 Point Cloud(점군데이터) 와 그와 관련된 영상데이터, 메타데이터(카메라정보, 위치정보 등)이 필요한 것을 확인 할 수 있다.

TABLE 3. Required raw data for 3D geo-spatial modeling

Category	Type of raw data
Building	UAV data (imgaery & meta data)
Road	Point Cloud data (point, image & meta data)
Facility	

1. 원시데이터 분석

1) UAV 데이터 분석

3D 건물 구축에 필요한 기반데이터로 UAV 데이터를 분석하였으며, 분석한 데이터는 다음과 같다. 크게 영상데이터와 메타데이터 두가지 형태로 구분되며, 영상데이터는 수직으로 촬영한 연직사진과 측면을 촬영한 경사사진으로 구분된다. 메타데이터는 사진정보를 기록한 EO 파일과, 카메라정보를 기록한 IO파일, 그리고 관측 시 저장되는 raw 데이터로 구분된다.

TABLE 4. UAV raw data were used for data analysis

Raw data from UAV		Type	Remark
Image data	Vertical	.jpeg	
	Oblique		
Metadata	EOP_fixed_RPH	.txt	Info. of photo
	IOFile_Metric_NewLD	.txt	Info. of camera
	cam_log	.xlsx	raw data

영상데이터는 연직, 경상 두가지로 구분되는데, 촬영 방법을 각각 NIDAR(수직), Olique(측면)으로 촬영한 결과이다. 연구에 사용된 영상자료는 다음과 같다.

(a) Vertical image (40 set)

(b) Oblique Image (264 set)

FIGURE 3. Sample of image data obtained from UAV

UAV 메타데이터는 raw 데이터의 속성과 3D 구축에 필요한 정보를 기록하게 한 텍스트 파일이 있다. 3D 공간정보 모델 구축에 필요한 정보로 IO 정보 11개와, EO 정보 7개 총 18개의 정보가 필요한 것으로 분석됐다. 기본적으로 촬영 카메라의 스펙과 왜곡 계수, 추출된 사진의 좌표와 촬영시 자세 정보만 있으면 3D 구축이 가능한 것으로 판단된다. 하지만 이는 UAV 획득 기기마다 사용하는 용어, 데이터 형식 등이 다르기 때문에 필요 정보만 추출하여 DB에 저장하는 방식보다 파일 자체를 DB로 저장하는 방식이 적합할 것으로 판단된다.

2) Point Cloud 데이터 분석

3D 도로/시설물 구축에 필요한 기반데이터로 기존 MMS 데이터를 분석하였다. 저비용을 위한 기존데이터 활용을 위한 데이터 수집은 국토지리정보원에서 보유중인 데이터를 기준으로 한다. 분석한 데이터는 다음과 같다.

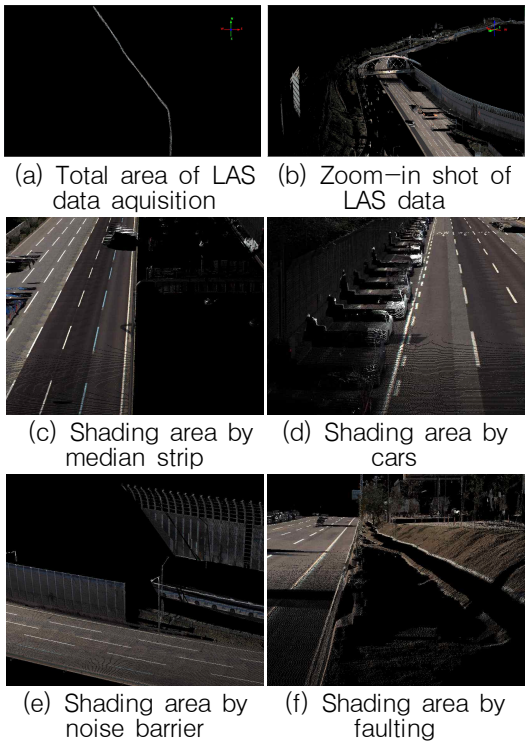
분석 데이터는 양재IC~서울TG로 약 13km 구간이며, 18개의 LAS(점군데이터)와 3개의 카메라로 촬영된 사진데이터 3,636장(카메라별), 그리고 카메라정보와 사진정보를 기록해둔 6개의 메타데이터로 구성되어 된다.

LAS 데이터는 점군데이터로 도로/시설물을

TABLE 5. Point cloud raw data were used for data analysis

Category		No. of Set	Type	Remark
LAS data		18	.las	Point data
Image data	Camera01	3636	.jpeg	Photo data
	Camera02	3636		
	Camera03	3636		
Metadata		3	.eop	Info. of Photo
		3	.iop	Info. of Camera
		1	.xlsx	Attribute of LAS

3D로 구축하기 위하여 필요한 데이터중 가장 핵심이 되는 데이터이다. 아래 구간은 샘플 데이터의 LAS 데이터 모습이며, 좌표체계는 UTM 52N 좌표계를 사용하였다. 그림 4는 보면 양방향이 아닌 단방향으로 획득된 데이터로 중앙분리대에 의해 반대편 차선 데이터는 음영구역으로 획득되지 않았다. 이렇게 음영구역 환경에 의해 음영구역이 발생하고 있는데 아래는 음영구역이 발생하는 상황을 정리한 것이다.



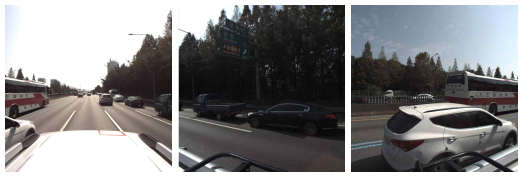
(a) Total area of LAS data aquisition (b) Zoom-in shot of LAS data

(c) Shading area by median strip (d) Shading area by cars

(e) Shading area by noise barrier (f) Shading area by faulting

FIGURE 4. Type of shading area in LAS by various observation conditions

영상데이터는 Point Cloud 획득시 동시에 수집되는 사진 데이터로 샘플데이터는 3개의 카메라에서 각각 3,636개의 사진과 그에 대응하는 메타데이터를 분석하였다. 폴더 분리가 Camera01, Camera02, Camera03으로 분리 되어 있고 각 폴더 대표 사진은 아래와 같다. 각 영상을 보면 카메라 각도에 따라 카메라 번호 및 폴더를 분리 하였다. Camera01 정면, Camera02 우측, Camera03 좌측 사진 데이터를 획득 한 것을 확인 할 수 있다.



(a) Camera01 (b) Camera02 (c) Camera03

FIGURE 5. Sample of image data by camera exposing axis

메타데이터 분석은 LAS 및 영상에 대하여 각각 수행하였으며, LAS 메타데이터는 프로젝트별(구간단위) .xlsx 파일 형태로 구축되어 있다. 지리원의 LAS 데이터 관련 메타데이터는 구간과 시점, 종점, 좌표체계 등 12가지 항목이 있다. 하지만 메다데이터 입력은 사업을 수행하는 업체가 수작업으로 입력하기 때문에 같은 내용이라도 업체마다 다르게 입력 할 가능성이 있다.

영상 메타데이터는 Point Cloud를 획득하는 기기마다 혹은 제조 회사마다 사용하는 용어 및 기록하는 방식이 다르다. 예를 들어 라이카사의 페가수스 장비로 취득된 메타데이터는 카메라

정보를 기록하는 IO 데이터와 촬영당시의 위치 값, 자세값 등을 기록하고 있는 EO 데이터가 각각의 파일로 구분되어 있다. 반면 옵텍사의 Lynx 장비 는 IO와 EO데이터가 하나의 파일로 기록되어 추출된다. 하지만 카메라 정보 및 자세 정보 등의 기록하는 내용은 동일하므로, 3D 공간정보 구축 시 필요정보를 개별적으로 추출하여 이용할 수 있다.

Point Cloud 데이터 분석결과 LAS와 영상데이터는 파일 형태 그대로 사용하며 통일된 속성을 생성하는 기술이 필요하다는 결론이 나왔다. 도로와 시설물을 3D로 구축하기 위해 기존의 Point Cloud 데이터를 활용하기 위해서 LAS 데이터와 영상 데이터를 사용하는데 외에도 필수적으로 필요한 것이 메타데이터이다. 하지만 메타데이터 형식 및 입력 방법이 통일되어 있지 않고 사용자 혹은 데이터 획득 기기별로 차이가 발생 할 가능성이 있기 때문에 이를 통합하여서 관리 할 수 있는 속성과 입력 방법이 필요하다. 이 내용을 바탕으로 관리 시스템 개발시 Point Cloud 관리 방법에 속성 생성 기술을 반영하도록 하였다.

2. 시스템 개발 및 적용

3D 구축에 필요한 기반데이터 및 구축된 3D 데이터를 통합하여 관리하기 위한 시스템을 개발하는 것을 목적으로 한다. 관리 대상은 3D 건물 구축에 필요한 UAV 데이터, 3D 도로/시설물 구축에 필요한 Point Cloud 데이터, 구축된 3D 건물/도로/시설물 로 구분된다. 관리 방법은 지도위에 점, 선, 면 등으로 표시하여 현황을 파악 할 수 있는 지도기반 현황판과, 지역단위(PNU) 단위로 관리하고 조회가 가능한 속성 조회영역으로 구축한다. 앞서 기반데이터 분석한 결과를 반영하여 관리하기 위한 속성을 통일하기 위하여 자동으로 생성하는 방법으로 설계를 하였고, 구축된 데이터를 확인하기 위한 뷰 기능도 설계하였다.

1) UAV 데이터 관련 기능 개발 및 적용

3D 건물 데이터를 구축하기 위하여 활용되는 UAV 데이터에서 관리되는 항목은 영상데이터와 메타데이터 2개로 구분되며, 영상데이터는 연직사진과, 경상사진으로 구분되어 관리된다. 관리단위는 파일로 관리하며 각각 .jpeg 와 .log 파일로 관리한다.

속성 생성의 경우 UAV 데이터는 영상데이터와 위치, 자세 관련 정보를 갖고 있는 메타데이터 외에 별도의 관리 속성이 존재하지 않으므로 관리하기 위한 속성을 생성해 주어야 한다. 속성 생성시 자료 획득자 혹은 사용자가 타이핑으로 속성을 입력하면 오류가 발생 할 수도 있고 입력자 마다 같은 내용을 다르게 입력할 수도 있어 관리에 어려움이 발생 하게 된다. 그런 오류와 어려움을 해결하기 위하여 관리 속성을 최대한 자동으로 생성하여 일관되게 관리가 가능하도록 설계하였다.

속성 생성 기반데이터로 UAV 데이터를 이용하기 위해, 건물을 객체단위로 구축하고 관리하는 UAV 데이터의 특성을 고려하여, 주소의 지번단위(PNU) 관리 기준으로 설계 하였다. 최대한 자동으로 속성을 생성하기 위해 X,Y 좌표를 기준으로 주소를 추출하여 속성 데이터로 저장시키는 방법으로 추출하는 주소의 기반이되는 데이터는 DAUM 지도 API를 통해 추출 하는 것으로 설계하였다. 이를 위하여 DAUM 지도 API 기능중에 좌표로 주소를 얻어내기 기능을 이용하여 UAV 데이터의 속성정보로 주소값을 추출 할 수 있도록 설계하였다.

DAUM 지도 API를 이용하여 주소를 추출하기 위해서는 UVA데이터의 X,Y 좌표를 추출하여야 한다. 그러나 UAV 영상데이터는 유동적인 데이터로 영상마다 좌표가 다르기 때문에 대표 좌표를 추출하는 과정이 필요하다. 대표 좌표를 추출하는 방법은 UAV 영상데이터의 위치적 좌표 범위를 폴리곤으로 추출하고 폴리곤의 센터점을 찾아 대표 좌표로 사용한다. 이런 과정으로 얻어진 대표 좌표를 기준으로 DAUM 지도 API에 적용시켜 주소값을 추출하고 관리 속성으로 사용한다.

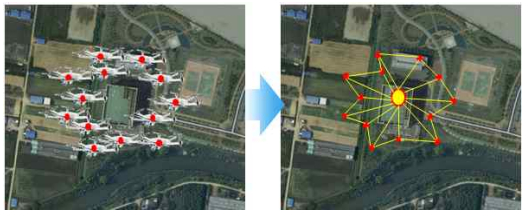


FIGURE 6. Extraction method for coordinate using UAV image

데이터 조회하는 방법은 두 가지로 설계하였다. 일반적인 조회 방법인 주소기반 검색 방법과 지도에서 선택하는 지도기반 검색 방법이다. 주소기반으로 검색을 수행할 경우 주소 정보를 갖고 있지 않거나 모를 경우 웹상에서 검색 후 다시 시스템에서 재 검색하는 번거러움이 발생한다. 그리고 데이터를 주소로 기억하는 것보다 위치로 기억하고 있는 경우가 많아 주소기반으로 검색하는 기능을 설계하였다. 지도창에서 원하는 구역을 클릭하여 주소를 추출하고 추출된 주소가 검색 조건으로 자동으로 설정되어 검색이 가능하도록 설계하였다. 원하는 지점의 관리대상인 연직사진과 경상사진 등을 확인 할 수 있도록 뷰 기능을 팝업창 형태로 설계하였다.

그림 7은 시스템 상 UAV 데이터 조회를 위한 구역선택 및 데이터 뷰어 기능을 나타낸 것이다.

(a) Selecting function for interested area (b) Data viewer window

FIGURE 7. Screen shot of UAV data management function in developed system

2) Point Cloud 데이터 관련 기능 개발 및 적용

3D 도로/시설물 데이터를 구축하기 위하여 활용되는 Point Cloud 데이터에서 관리되는 항목은 LAS 데이터, 영상데이터, 메타데이터 3개로 구분되며 메타데이터는 카메라 정보를 갖고 있는 IO파일과 사진 촬영 당시 정보를 갖고 있는 EO 파일로 구분되어 관리된다.

Point Cloud 데이터는 메타데이터로 속성 데이터가 존재하지만 UAV 데이터와 마찬가지로 속성 생성시 자료 획득자 혹은 사용자가 타이핑으로 속성을 입력하면 오류가 발생 할 수도 있고 입력자 마다 같은 내용을 다르게 입력할 수도 있어 관리에 어려움이 발생 하게 된다. 그런 오류와 어려움을 해결하기 위하여 관리 속성을 최대한 자동으로 생성하여 일관되게 관리가 가능하도록 설계하였다.

또한, Point Cloud 데이터가 정밀도로지도 구축 과정에서 생성된 점군데이터(LAS)를 활용하는 것이기에 도로 속성을 생성하기 위한 기반데이터를 검색하고 분석하였다. 현재 전국단위로 구축되어 있고 오픈되어 있는 도로 SHP 데이터는 국토교통부의 지능형교통체계관리시스템(ITS)에서 사용하는 '표준노드/링크' 데이터와 행정안전부 도로명주소의 '전자지도 도로구간' 데이터가 있다. 두 개의 데이터를 비교하여 속성을 추출하기 위한 기반데이터 사용 여부를 결정하였다.

두 개의 SHP 데이터를 비교 · 분석한 결과, ITS데이터는 약 30만 건의 데이터가 있으나 도로명 항목이 비어있는 데이터가 329건이 있으며 고속도로나 대로 위주로 구축되어 있다. 반면 도로명주소 도로구간 데이터는 약 86만건의 데이터가 존재하며 도로명이 비어있는 데이터는 없고 고속도로 뿐 아니라 일반 도로까지 대부분의 도로가 구축되어 있다. 이러한 분석 내용을 바탕으로 Point Cloud 속성을 추출할 기반데이터로 도로명주소의 전자지도 도로구간 데이터가 보다 적합한 것으로 판정되었다.

Point Cloud 데이터 속성은 도로 기준의 데이터를 추출하므로 크게 4가지로 구분하였다. 고속도로, 대로, 도로(로), 도로(길)로 구분하였으며, LINE형태로 관리하여 시점과 종점의 노

선명, 구간명 그리고 총 구축 연장을 산출 하는 것으로 하여 다음과 같이 적용하였다.

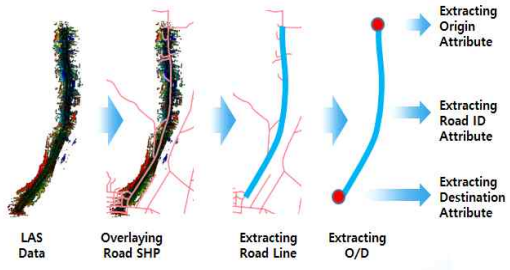


FIGURE 8. Process of road line extraction from LAS data

또한, 노선명은 도로명 주소 도로구간 SHP 데이터서 추출하고 구간명은 DAUM 지도 API에서 상세주소를 추출하여 속성 데이터를 생성하고 관리하도록 설계하였다.

(a) Selecting function for interested area

(b) Data viewer window

FIGURE 9. Screen shot of point cloud data management function in developed system

속성 생성 방법은 LAS 데이터와 도로명주소 도로구간 SHP 데이터를 중첩 시킨후 해당구간의 도로 LINE을 추출한다. 추출한 도로라인의 시종점 노선 정보와 좌표를 추출한다. 추출한 좌표를 활용하여 DAUM 지도 API를 통해 상세주소를 추출하여 시종점 구간명 속성으로 사용한다. 마지막으로 추출한 도로 LINE의 길이를 산출하여 구축 연장 속성으로 사용한다.

Point Cloud 데이터 조회도 UAV 데이터 조회와 마찬가지로 일반적인 조회 방법인 주소기반 검색 방법과 지도에서 선택하는 지도기반 검색 방법으로 설계하였다. 명확히 구분되는 건물의 주소와 달리 LINE 형태의 데이터를 주소로 검색하는 방법에는 한계가 발생기 때문에 주소기반 검색은 최대 시군구 단위까지 검색이 가능하게 하였다. 지도창에서 해당 지역의 도로 레이어를 활성화 시키고 검색하고자 하는 도로를 선택하면 검색 조건이 자동으로 설정되어 검색이 가능하도록 설계하였다.

또한 관리 대상인 LAS 데이터, 영상데이터, 메타데이터 등을 확인 할 수 있도록 뷰 기능을 팝업창 형태로 설계하였다. 영상데이터는 UAV 데이터와 마찬가지로 파일명을 좌측 레이어 형태로 나타나게 하여 껐다 켰다 할 수 있으며, 화살표를 눌러 전체 사진을 순서대로 확인 할 수 있도록 하였고, LAS데이터의 경우 데이터의 수와 용량이 커 제대로 작동하지 않을 수 있으므로 파일 레이어가 기본적으로 꺼져있고 하나씩 켤 수 있도록 설계하였다.

3) 3D 모델링 객체 관련 기능 개발 및 적용

본 연구에서 최종적으로 설정한 3D 모델링 구축 데이터는 건물 · 도로 · 시설물의 3종이며, 각각 건물은 Point, 도로는 Line, 시설물은 Point 및 Line의 형태로 설정하여 최종 시스템 상에서 관리하고자 하였다.

3D 모델링으로 구축된 건물, 도로, 시설물 등의 데이터는 위치정보만 포함하고 관리 가능한 속성정보가 없는 데이터가 대부분이다. 그래서 관리 가능한 속성정보를 생성해 주어야 하는데 앞에서 설명했듯이 타이핑에 의한 입력은 오류를 발생하므로 최대한 자동으로 생성하여 일관되게 관리가 가능하도록 설계하였다.

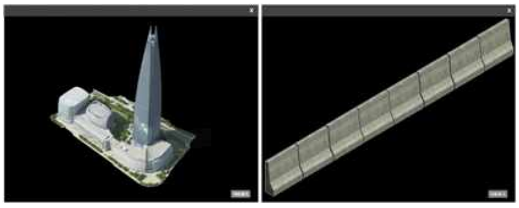
지도에서 관리되는 형태별로 속성을 생성하도록 하였다. Point 로 관리되는 건물은 앞서 설명한 UAV 관리 속성 생성 방법과 동일하게 DAUM 지도 API를 이용하여 주소를 추출하는

방식이며, Line의 경우는 도로명주소의 전자지도 도로구간 SHP 데이터의 시종점 노선 정보와 DAUM 지도 API를 통한 시종점 구간 상세주소를 추출하여 관리 한다.

3D 데이터 조회도 앞서 설명했던 일반적인 주소기반 조회 방법과 지도기반 조회 방법 두가지로 설계하였다. Point 단위로 지도에서 관리하는 건물은 주소를 추출하여 검색 조건에 적용시키는 방법이고, Line 단위로 관리하는 도로는 도로 레이어를 활성화 시켜 선택한 결과를 검색조건에 적용시키는 방법이다.

관리 대상인 건물, 도로, 시설물 3D 데이터를 확인 할 수 있도록 뷰 기능을 팝업창 형태로 설계하였다. 3D 데이터는 360도 전방향으로 회전하며 객체를 확인 할 수 있도록 설계하였다.

(a) Selecting function for interested area



(b) Data viewer window

FIGURE 10. Screen shot of 3D data management function in developed system

결 론

본 연구에서는 저비용의 3D 공간정보 모델을 구축하기 위한 효율적인 방안을 제시하는 것을 목적으로 하였다. 현재의 3D 모델의 구축 방법 중 가장 효율적인 방법으로는 기존에 구축되어 있는 Point Cloud, UAV 관측영상 등의 원시데이터를 활용하여 비용을 절감시키는 방법이 있지만, 이는 관리하는 기관이 분리되어 있고 사용하기 위해 요청하는 절차가 복잡하여 활용에 제한이 있었다.

본 연구에서는 이를 해결하기 위해서 3D 공간정보 모델 구축에 활용될 수 있는 다양한 기초자료(MMS, 위성영상, UAV 영상 등)의 연계 및 표출방법을 분석하고, 그 후 도로대장 관리 분야를 대상으로 3D 구축에 필요한 기반데이터를 통합하여 연계하고 관리 할 수 있는 Cloud Point 기반의 3차원 공간정보 연계 · 관리시스템을 개발하고, 도로대장 관리에 효율적으로 적용할 수 있는지에 대한 가능성을 점검하였다.

이상의 결과를 통하여 본 연구에서 제안한 Point Cloud 기반의 공간정보 원시데이터 연계 및 관리시스템을 도로대장 관리 분야에 적용하는 경우, 도로대장에 수록된 총 48종의 시설물 유지 · 관리 항목 중 중앙분리대, 표지, 가로등, 신호등, 차도경계, 도로구역을 비롯한 총 6개의 시설물의 효율적인 관리가 가능할 것으로 판단되었다. KAGIS

REFERENCES

Choi, S.Y., S.M. Gang, Y.W. Jo, E.H. Oh, J.W. Park and G.H. Kim. 2016. Development Plan of Facility Importance, Risk, and Damage Estimation Inventory Construction for Assisting Disaster Response Decision-Making. The Korean Association of Geographic Information Studies 19(1):167-179 (최수영, 강수명, 조윤원, 오은호, 박재우, 김길호. 2016. 재난대응 의사결정 지원을 위한 시설물 중요도 · 위험도 · 피해액 산정 인벤토리 구축 방안 연구. 한국지리정보학회지 19(1):167-179).

Kang, J.A. and J.R. Hwang. 2014. A Study on the User Satisfaction Surveys and Analysis for Improvement of the V-World Service. Journal of Korea Spatial

Information Society 22(6):23-32 (강진아, 황정래. 2014. 브이월드 서비스 개선을 위한 사용자 만족도 조사 및 분석에 관한 연구. 한국공간정보학회 22(6):23-32).

Kim, H.D., J.H. Kang and H.J. Kim. 2017. A Study on the Improvement of 3D Building Data Format for Spatial Information Open Platform. Journal of Korean Society for Geospatial Information System 25(1):63-70 (김현덕, 강지훈, 김학준. 2017. 공간정보 오픈플랫폼 3차원 건물데이터 포맷 개선방안 연구. 한국지형공간정보학회지 25(1):63-70).

Kim, N.Y., K.H. Kim and Y.G. Park. 2011. Development of GIS-based integrated DB management system for the analysis of climate environment change. The Journal of Korea Spatial Information Society 19(6):101-109 (김나영, 김계현, 박용길. 2011. 기후·환경 변화 분석을 위한 GIS기반의 통합 DB 관리시스템 개발. 한국공간정보학회지 19(6):101-109).

Lee, H.J., J.H. Ru and S.Y. Kim. 2010. Quality Analysis of Three-Dimensional Geo-spatial Information Using Digital Photogrammetry. Journal of Korean Society for Geospatial Information System 18(4):141-149 (이현직, 유지호, 김상연. 2010. 수치사진측량 기법을 이용한 3차원 공간정보의 품질 분석. 한국지형공간정보학회지 18(4):141-149).

Lim, I.S., C.S. Hwang and S.K. Choi. 2003. Development of the Integrated Information Management System for Efficient Road Management. Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography 21(4):331-339 (임인섭, 황창섭, 최석근. 2003. 효율적 도로관리를 위한 통합정보관리시스템 개발. 한국측량학회지 21(4):331-339).

Park, S.H. and J.Y. Lee. Comparative analysis of 3D spatial data models. The Journal of Geographic Information System Association of Korea 17(3):277-285 (박세호, 이지영. 2009. 3차원 공간정보 데이터 모델 비교 분석. 한국GIS학회지 17(3):277-285).

Schnabel, R., R. Wahl and R. Klein. 2007. Efficient RANSAC for Point-Cloud Shape Detection. In Computer graphics forum 26(2):214-226.

Shin, S.P. and D.G. Yun. 2014. A Study on the Construction of the National highway Register using Mobile Mapping System with Automatic Drawing Generation Technology, KSCE 2014 Convention 1719-1720 (신성필, 윤덕근. 2014. 도면 자동화 생성 기술이 접목된 모바일 매핑 시스템을 이용한 도로대장 DB 구축에 관한 연구. 대한토목학회 학술대회 1719-1720).

Yang, I.C. 2014. Introduction of Highway Management System for National Highway, Journal of the Korean Society of Civil Engineering, 62(6):30-34 (양인철. 2014. 일반국도 도로관리통합시스템 소개. 대한토목학회지 62(6):30-34).