

Mobile Mapping System Point Cloud를 활용한 도로주변 시설물 DB 구축 및 위치 정확도 평가*

김재학¹ · 이홍술¹ · 노수래¹ · 이동하²*

Evaluating a Positioning Accuracy of Roadside Facilities DB Constructed from Mobile Mapping System Point Cloud*

Jae-Hak KIM¹ · Hong-Sool LEE¹ · Su-Lae ROH¹ · Dong-Ha LEE²*

요 약

최근 자율주행 분야가 4차 산업혁명 시대에 맞이하여 주요한 기술분야로 각광받고 있다. 자율주행 분야는 4차 산업의 핵심 기술의 집합체라고 볼 수 있는데, 이 중 자율주행 지원을 위한 정밀도로 지도 및 도로시설물 구축을 위한 DB 분야가 필수적인 부분이다. 기존 2차원 자료형식으로 제작되고 관리되던 지도 DB가 3차원으로 급격히 변화하고 있으며, 더불어 이러한 정밀도로 지도를 구축을 위한 핵심기술로 Mobile Mapping System(MMS)가 활발히 이용되고 있다. 특히 MMS에서 획득되는 다양한 자료 중에서 LiDAR를 통해 취득되는 정밀 Point Cloud는 정확한 위치 정보를 포함하고 있어, 정밀도로 지도 구축 및 도로시설물 관리 등을 위한 다양한 관련 DB 구축에 활용되고 있다. 하지만 현재는 정밀도로 지도 제작 시 3D 모델링을 위한 기반 데이터로만 활용되는 것으로만 국한되어 그 사용 범위가 넓지 않은 문제가 있다. 본 연구에서는 MMS 취득자료의 활용성을 높이기 위하여 MMS LiDAR Point Cloud를 활용하여 도로 주변 시설물을 추출하고, 그 위치를 현장조사 성과와 중첩하여 비교·분석하여 그 위치 정확도에 기준한 도로시설물 분야 활용성을 확인하고자 하였다. Point Cloud로부터 전신주와 통신지주 DB를 구축하고 도로명주소기본도와 위치 비교를 수행한 결과, Point Cloud에서 추출한 시설물 DB의 위치 정확도는 도로명주소기본도 보다 높은 것으로 확인되었다. 이를 통해 MMS Point Cloud 자료를 도로시설물 관리 분야에 충분히 활용하는 것이 가능하며, 추후 이를 통해 도로시설물 지도 확대 구축하고, 도로대장 관리 등에 적용하는 연구가 필요 할 것으로 판단된다.

주요어 : 3D spatial information model, MMS, Point Cloud, 도로, 시설물, 도로명주소지도

2019년 09월 05일 접수 Received on September 05, 2019 / 2019년 09월 26일 수정 Revised on September 26, 2019 / 2019년 09월 26일 심사완료 Accepted on September 26, 2019

* 본 연구는 국토교통부의 2019년도 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

Technology that cannot be excluded from 4th industry is self-driving sector. The self-driving sector can be seen as a key set of technologies in the fourth industry, especially in the DB sector is getting more and more popular as a business. The DB, which was previously produced and managed in two dimensions, is now evolving into three dimensions. Among the data obtained by Mobile Mapping System (MMS) to produce the HD MAP necessary for self-driving, Point Cloud, which is LiDAR data, is used as a DB because it contains accurate location information. However, at present, it is not widely used as a base data for 3D modeling in addition to HD MAP production. In this study, MMS Point Cloud was used to extract facilities around the road and to overlay the location to expand the usability of Point Cloud. Building utility poles and communication poles DB from Point Cloud and comparing road name address base and location, it is believed that the accuracy of the location of the facility DB extracted from Point Cloud is also higher than the basic road name address of the road, It is necessary to study the expansion of the facility field sufficiently.

Keywords : 3D geo-spatial model, MMS, Point Cloud, Road, Facility, Road Name Address MAP

서론

자율주행차 분야는 2020년 자율주행 Level 3 수준의 자율주행차량 사용화를 목표로 다양한 정책 사업들이 추진되고 있다(NGII, 2018).

현재 운행중인 일반 자동차도 네비게이션이라는 지도를 사용하며 목적지까지 운행을 하듯이 자율주행차에도 운행 뿐 아니라 안전에 필수적으로 필요한 지도가 있다. 그 지도가 정밀도로 지도이며 2025년 국내에서 처음으로 '자율주행차 지원 등을 위한 정밀도로지도 시범 구축 연구'를 실시하여 자율주행차에서 필요로 하는 정확도와 속성정보를 포함하는 새로운 정밀도로 지도를 개발하고, 지속적인 사업추진을 위해 필요한 제도 정비 방안을 제시하였다(NGII, 2018).

정밀도로지도는 Mobile Mapping System(MMS) 즉, 이동측량 장치를 차량에 장착하고 Point Cloud를 획득하여 제작한다. 고성능 레이저 스캐너 장치인 라이다(LiDAR)를 포함한 다양한 센서들을 활용하여 도로 및 주변 지형 등의 정보를 빠짐 없이 취득하는 최첨단 3

차원 공간정보 조사 시스템이다(Hyundai MnSoft, 2016).

MMS 장비는 그 동안 도로 주변의 지도제작 위주로 많이 사용되어 왔으며, 도로 시설물관리 등의 분야에서는 시설물 위치를 지도상에 매핑하고 시설물을 관리하는 업무 등에 주로 사용되어 왔으며, 최근 들어 고정밀 지도제작 이외의 다양한 분야에서도 활용이 가능하여, 활용 분야가 늘고 있다(NGII, 2018).

본 연구에서는 MMS Point Cloud 데이터를 활용하여 도로 주변 시설물을 추출하고 위치를 확인하는 연구를 수행하였다.

도로 주변 시설물은 전신주, 통신지주를 DB화 하여 추출하였고 추출된 DB를 도로명주소기본도와 중첩하여 비교 분석하였다. 분석한 결과 도로명주소기본도의 도로 형태별로 양 옆에 분포하고 하였으며, 위치적 정확도로 볼 때 Point Cloud에서 추출한 시설물 DB가 더 정확한 것으로 판단되었다.

연구방법

MMS 데이터 중 Point Cloud를 활용하여 도

로주변 시설물의 위치를 추출하고 그 데이터를 비교 확인하기 위한 과정은 다음과 같다. 획득한 MMS Point Cloud 데이터 중 구축할 시설물 범위를 정의하고 CAD를 활용하여 도화한다. 도화된 자료를 기반으로 시설물 위치를 추출하고 마지막으로 기존 데이터들과 비교한다(Figure 1).

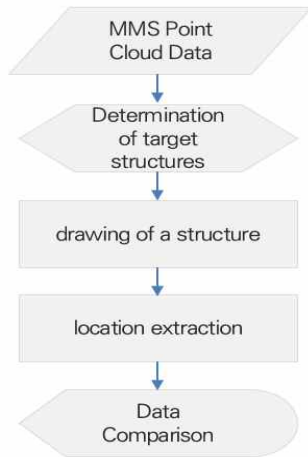


FIGURE 1. Process of roadside facility DB construction

1. 연구 지역 및 DB 구축 범위

본 연구에 사용된 MMS 데이터는 경기도 용인시 처인구의 초현교 인근 약 5km 구간 데이터를 사용하였다(Figure 2). 본 연구지역은 건물이 밀집되어 있는 구역과 논과 밭 등으로 건물이 없는 구역 등 여러 가지 유형의 구역이 혼재하는 지역으로 다양한 구축 환경이 분포되어 있어 이를 주요 연구지역으로 결정하였다.

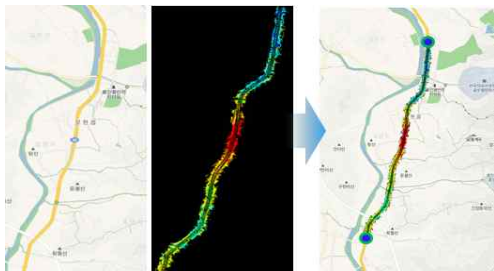


FIGURE 2. Study area

해당 구역 Point Cloud 좌표계는 WGS 1984 UTM Zone 52N 좌표계를 사용하고 있다.

도로시설물은 관리 목적 및 기준에 다양한 종류가 존재하지만, 본 연구에서는 현재 도로 주변에 가장 많이 분포하며, 현장실측 성과 등 기준위치 성과의 확보가 용이한 지주형 시설물을 선택하였다. 더불어 위치정확도 비교의 용이성 확보를 위하여, 지주형 시설물 중에서도 가장 흔한 통신지주와 전신주로 범위를 한정하였다.

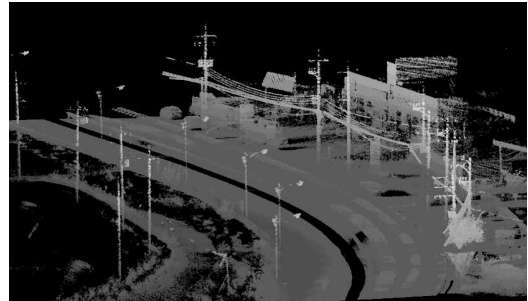


FIGURE 3. View of holding-type facilities in Point Cloud

2. 시설물 도화 및 위치 추출

전신주 및 통신지주의 시설물 DB를 구축하기 위해서 도화 작업을 수행하였다. 도화 작업은 AutoCAD Map 프로그램을 사용하였고, 자체 개발된 LISP 솔루션을 이용하여 도화 하였다.

도화 방법은 전신주와 통신지주로 레이어를 분리하고 보이는 형태 그대로 3D Polyline 하나의 선으로 시설물 벽면과 접하게 따라 그렸다.(Figure 4).

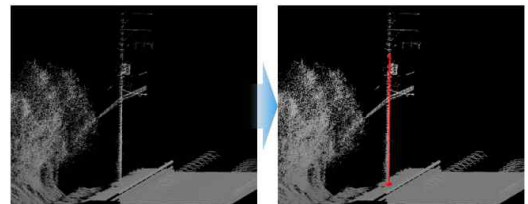


FIGURE 4. Drawing method for holding structure on Point Cloud

DB 구축 기준은 가장 중심이 되는 도로 주변에 설치되어 있는 시설물 기준이며 Point Cloud 획득 상태가 양호하고 시설물이 구분되어 도화 가능한 대상만 구축하였다. 그 결과 연구 범위로 설정된 구역 내에 위치한 전신주는 233건, 통신지주는 125건, 총 358건의 시설물을 도화 하였다. 전신주와 통신지주의 도화 결과는 Figure 5 및 Figure 6에서 확인 할 수 있다.

TABLE 1. Details of drawing layers

Layer type	Electric pole (EA)	Communication pole (EA)	Total
3D Poyline	233	125	358
Circle (position)	233	125	358

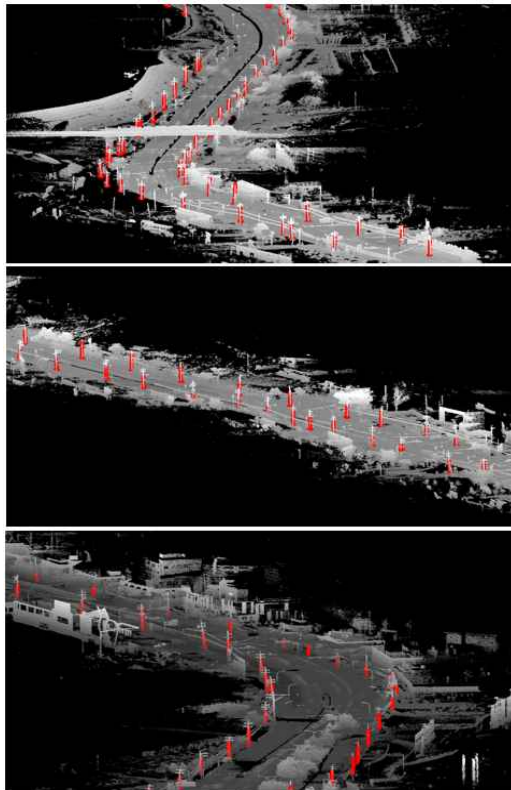


FIGURE 5. Electric pole DB

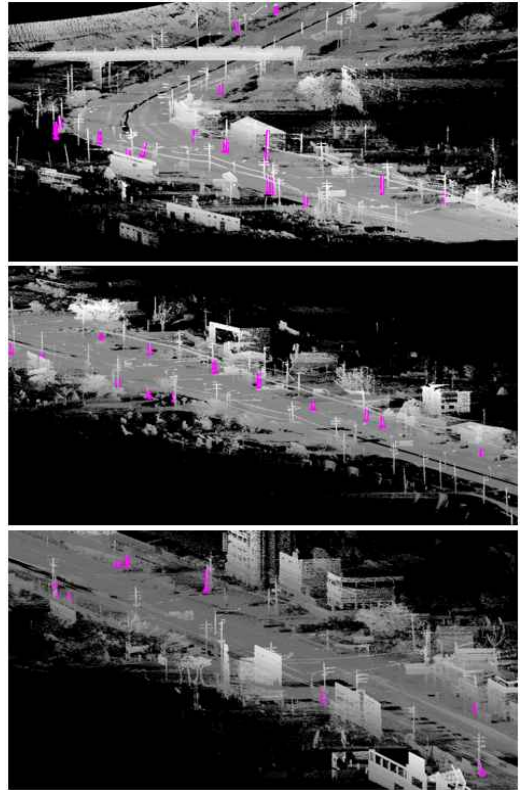


FIGURE 6. Communication pole DB

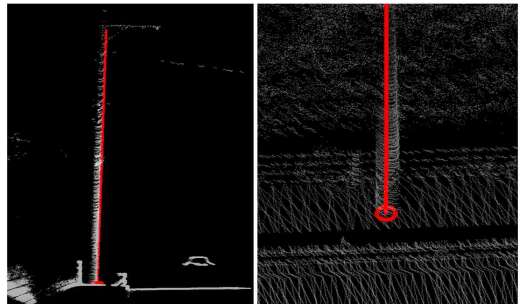


FIGURE 7. Extract the location of a facility in Point Cloud data

Point Cloud에서 보이는 형태 그대로 전신주와 통신지주로 구분하여 3D poyline으로 도화한 데이터를 바탕으로 시설물 위치를 추출한다. 추출 방법은 레이어를 별도로 생성하여 지면과 가장 가까운 위치에 직경 0.3m 크기의 Circle

로 설정하였으며, 지주시설물과 접하게 도화한 3D poyline 하단 끝 부분이 Circle 중심에 오도록 하였다(Figure 7).

3. 시설물DB 중첩 비교

Circle 형태로 추출한 전신주 및 통신지주 DB가 기존 사용되고 있는 데이터와 위치적으로 얼마나 차이가 있는지 비교 확인을 하였다. 비교하기 위한 기준 데이터는 행정안전부에서 서비스하고 있는 도로명주소기본도를 사용하였다.

도로명주소기본도는 2014년 도로명주소의 전면시행에 따라 주소정보를 관리하는 전국의 통일된 관리기반을 마련하여, 민간 및 공공분야에 기본도를 무상으로 제공함으로써 위치정보 활용분야의 서비스 효율향상과 행정업무 효율화를 목적으로 하고 있다(LX, 2019).

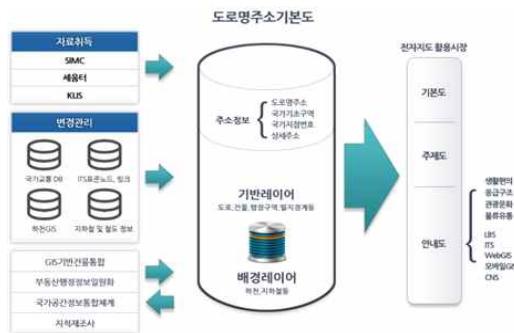


FIGURE 8. Construction of road name address base map (LX, 2019)

도로명주소기본도 중에서 개발자센터에서 제공하고 있는 도로명주소 전자지도를 신청하였다. 전자지도는 행정구역경계, 건물, 건물군, 도로구간, 실폭도로, 기초구간, 출입구, 기초구역 등 11종의 정보를 제공하고 있으며, 좌표체계는 Table 2와 같다.

사용 전자지도는 2019년 1월 기준 전국단위로 신청하여 획득하였고 그중에서 경기도 처인구 연구 지역 기준으로 모든 데이터를 ArcMap에서 Clipping하여 사용하였다(Figure 9).

TABLE 2. Electronic map coordinate system of road name address

Coordinate system	base ellipsoid	Projection	Long radius
ITRF2000	GRS80	UTM	6,378,137m

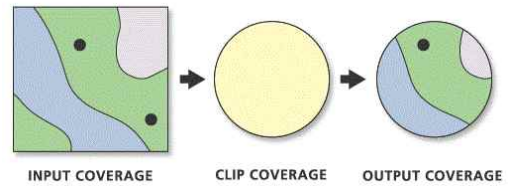


FIGURE 9. Clip function in ArcGIS

Clipping으로 준비된 도로명주소 전자지도(Figure 10)와 Point Cloud에서 추출한 Circle 형태의 시설물 DB를 중첩하여 비교하기 위해 시설물 DB를 AutoCad Map에서 Map Export 기능을 통해 3D shape 파일로 변경하고, ArcMap에서 Point 형태로 재변경하였다.

정확도 점검을 위한 최종 좌표계는 WGS 1984 UTM Zone 52N 좌표를 사용하고 있는 시설물 DB를 도로명주소 전자지도 좌표계에 맞추어 ITRF2000으로 Project 기능을 사용하여 변경 후 중첩 확인하였으며, 그 결과는 Figure 11와 Figure 12에서 확인 할 수 있다.

이상과 같이 도로명주소 전자지도와 전신주, 통신지주 DB 중첩 확인 결과 전자지도의 도로와 같은 형상으로 시설물 DB들이 위치하는 것을 확인 할 수 있다.

보다 상세한 결과의 비교를 위해 교차로 구간 중심으로 전자지도와 시설물 DB의 중첩 형태를 확인 하였다. 이에 대한 결과는 Figure 13 및 Figure 14와 같다.



FIGURE 10. Digital road name address base map in research area

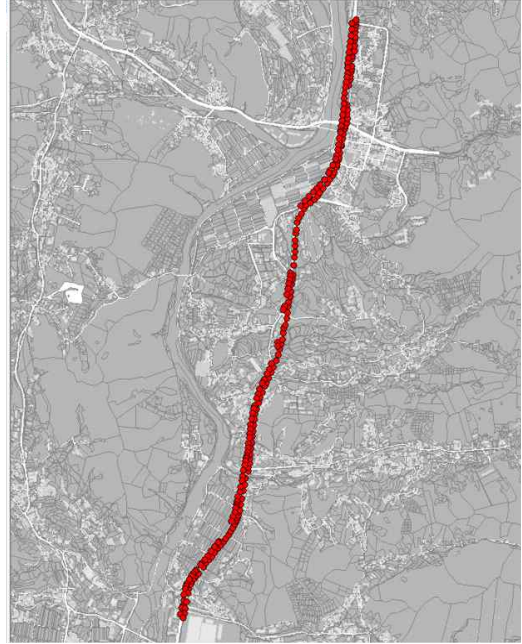


FIGURE 11. Overlap result of location comparison (Electronic pole)

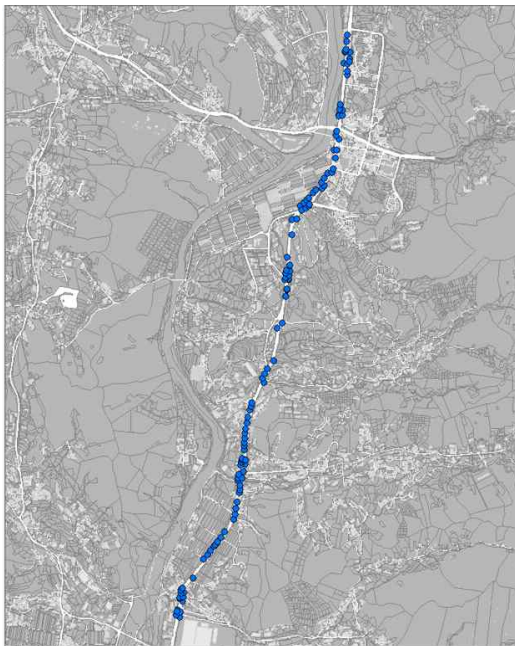


FIGURE 12. Overlap result of location comparison (Communication pole)

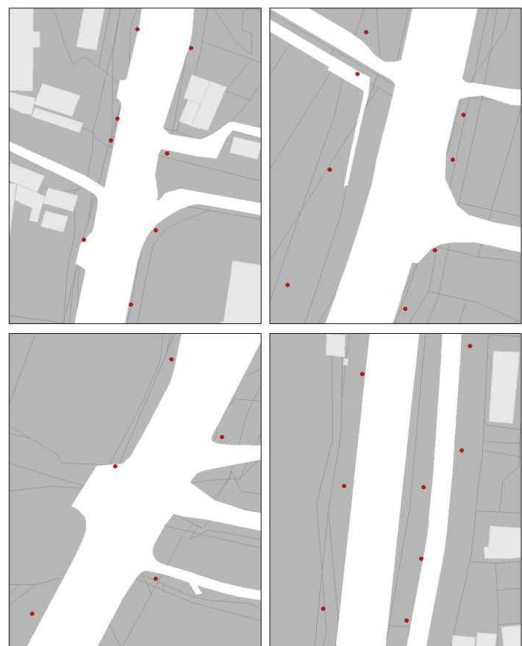


FIGURE 13. Snapshot for Overlap state in crossing area (Electric pole)

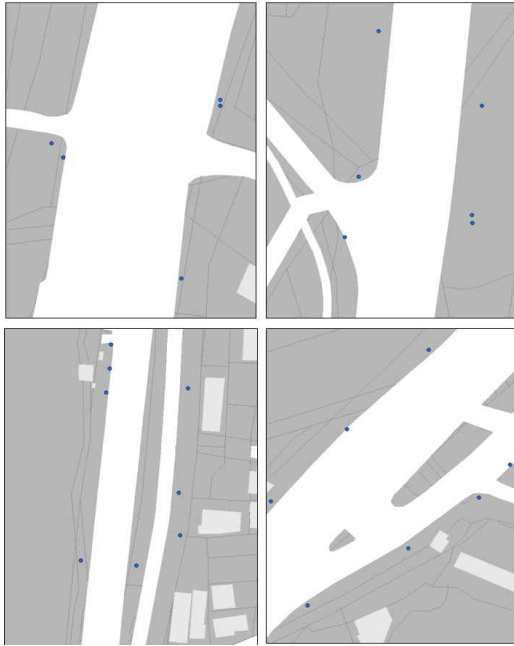


FIGURE 14. Snapshot for Overlap state in crossing area (Communication pole)

연구 지역의 도로 중 교차로 부분을 중심으로 중첩한 시설물 DB를 확인한 결과 도로 폭이 좁아지거나 넓어지는 변동이나 갈라지는 변화 구간의 형태에 맞게 도로 양 옆으로 분포하고 있는 것으로 확인 됐다. 그리고 시설물 DB를 중첩 확인하는 과정에서 시설물 Point가 전자지도 도로 내부에 위치하는 경우가 발견되었다.

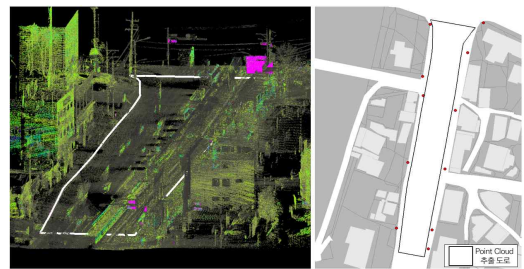
전신주와 통신지주는 도로 내부에 위치 할 수 없는 시설물로 Point는 도로 외각에 위치하여야 정상이나 몇몇 Point가 도로 내부에서 발견되어 원인을 분석하였다. 사용 전자지도 도로 데이터가 실폭도로 데이터를 사용하여 차선 밖에 위치해 있는 시설물이면 가능하나 정확한 원인을 밝혀 Point Cloud에서 추출한 시설물 데이터의 위치 신뢰성을 확보하고자 원인을 분석하였다.

원인 분석 방법은 Point Cloud에서 도로 끝을 경계로 실제 도로를 도화하고 추출한 데이터와 전자지도 도로 데이터를 중첩 비교하여 확인한 결과 전자지도 도로 데이터에 오류가 있는

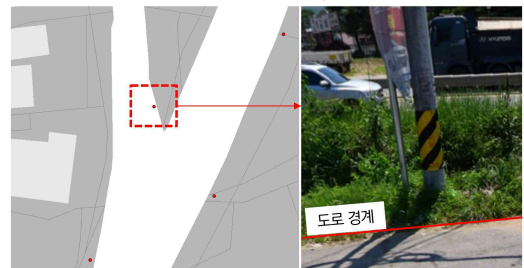
것으로 확인되었다. 도로명주소기본도는 개별지적도, 연속지적도, 편집지적도, 수치지형도 등을 기반으로 편집·제작 되었는데 각 주제도별 오류도 함께 포함하고 있는 상태로 위치적 오류가 존재하며 보완하기 위한 연구가 수행되었다 (Lee et al., 2015).

확인된 오류 유형으로는 보도블럭 혹은 도로에서 건물 진입 시 필요에 의한 포장 구간까지 실폭도로로 구축된 구간이 있고 도로폭 자체가 오류인 곳이 확인 되었다. 이런 오류에 의해서 시설물 Point가 도로 내부에 위치한 것으로 분석되었다(Figure 15).

이는 MMS Point Cloud 데이터가 도로명주소 전자지도보다 더 정확한 데이터 구축이 가능하다는 반증이 될 수 있는 부분으로 판단된다.



(a) Error in Map DB



(b) Error in road width

FIGURE 15. Types of error in comparison between constructed DB and base map

결론

본 연구에서는 MMS를 통해 획득한 Point Cloud를 활용하여 도로 주변 시설물을 DB로

구축하고 국토정보기본도와 위치를 비교하여 분석하는 것을 목적으로 하였다.

구축한 시설물 DB는 도로주변 시설물 중 가장 흔하고 많이 분포하는 전신주와 통신지주를 각각 233개, 125개 총 358개 DB를 구축하였다. 그리고 구축된 시설물 DB와 2019년 1월 기준 도로명주소기본도를 중첩시켜 비교 분석하였다. 비교 분석한 결과 도로의 폭 변동이나 갈라지는 유형의 형태를 따라 도로 양 옆으로 시설물이 위치하는 것을 확인 하였다. 이 과정에서 몇몇 시설물 Point가 도로명주소기본도 도로 폭 내부에 위치하는 경우가 있었는데 이는 확인결과 도로명주소기본도의 자체 오류로 확인되었다.

이상의 결과를 통하여 Point Cloud에서 추출한 시설물 DB의 위치는 신뢰성 있는 자료로 활용 가능성이 있으며, 전신주와 통신지주 외에도 다양한 도로시설물 구축으로 확대하여 연구 할 필요성이 있는 것으로 판단된다. **KAGIS**

Lee, J.S., J.H. Kim, M.G. Kim and H.C. Yun 2015. Error and Accuracy Analysis about Road Name Address for Reliability Improvement and Efficient Utilization 5(2):224) (이종신, 김정현, 김민규, 윤희천. 2015. 신뢰도 향상과 활용성 제고를 위한 도로명주소기본도의 오류 및 정확도 분석. 예술인문사회융합멀티미디어논문지 5(2):224).

KAGIS

REFERENCES

- 국토지리정보원. 2018. 정밀도로지도 연계 효율화 연구 및 구축·갱신 연구보고서. p1.
- 국토지리정보원. 2018. 자율주행차 지원 등을 위한 정밀도로지도 고도화 방안 연구 및 시범 구축 연구보고서. p420.
- ArcGIS for Desktop. 2019. How Clip works. <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/analysis-toolbox/clip.htm>(Accessed April 2, 2019)
- Hyundai MnSOFT. 2016. Precise road map. <https://blog.hyundai-mnsoft.com/841>(Accessed April 2, 2019)
- LX. 2019. Road name address. http://www.lx.or.kr/lx/business/business19_2015.jsp(Accessed April 2, 2019)