

디지털트윈 공간시설정보의 변위탐지 및 갱신에 관한 연구 -도심지 터널식 지하공동구 내 시설을 대상으로-

박승화^{1*}, 홍창희^{2*}

*한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부 BIM클러스터
e-mail: ¹spark@kict.re.kr(교신저자), ²chhong@kict.re.kr

A Study on a Digital Twin based update methodology of Spatial Facilities and Information - Focus on Underground Urban Utility Tunnels' Facilities -

Seung-Hwa Park*, Chang-Hee Hong*

*Korea BIM Research Center, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요 약

현실 세계를 디지털 세계로 전환하기 위한 다양한 노력이 시도되고 있다. 이러한 노력은 가상에서 다양한 현실 데이터 기반의 시뮬레이션 결과를 반영하여 미래를 미리 예측하고, 현실 세계에 선제적으로 대응하고자 하는 요구에서 시작되었다. 시시각각 변하는 현실 세계 데이터를 디지털 세계에 반영하기 위해서 CCTV나 SNS를 통해 수집된 영상이나 이미지를 활용하여 디지털 세계를 갱신하는 방법 등이 제안되고 있다. 본 연구에서는 도심지 터널식 지하공동구 내 설치되어 있는 고정형 저조도 CCTV와 이동형 로봇에 탑재되어 있는 LiDar를 활용하여 공동구 내 변위를 탐지하고 이를 활용하여 공간시설정보를 갱신하고자 한다. 이때, 효율적인 탐지와 갱신을 위해 공동구 내 시설객체를 점형, 선형, 면형으로 구분하였고, 이를 이벤트 유형(이동, 처짐, 크랙)으로 구분하여 시설물 유지관리 방안을 제시하고자 한다.

Keyword : 지하공동구, 디지털트윈, 공간시설정보, (준)실시간 갱신, 변위 탐지

1. 서론

자칫 부주의로 인해 인명사고를 동반하는 대형 인재로 이어질 수 있는 지하 노후 인프라 시설물, 지하 공동구 내 점용 시설들의 유지관리 및 안전관리에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 디지털트윈 기반의 지하공동구 화재·재난 지원 통합 플랫폼 기술개발 연구(주관기관: 한국전자통신연구원)가 2020년 4월부터 진행되고 있다.[1] 디지털트윈이라는 기술 내 주요 관심사항 중 하나는 어떤 방법을 적용하여 최초 구축된 공간시설정보를 (준)실시간으로 최소의 의사결정 단계를 거쳐 (준)자동으로 갱신할 수 있는가 이다. “다차원/다시점 공간 데이터를 활용한 국가공간정보 자동 갱신 기술 개발(국토교통과학기술진흥원, 2022년 4월 시작, 총 연구개발 기간 4년 9개월, 총 정부지원연구비 12,579만원 이내)” 연구개발과제도 유사한 고민으로부터 시작하였다. 본 연구에서는 앞서 진행된 연구[1]를 확장하여 점형/선형/면형 시설객체에 대한 공간 정보 갱신 방안에 대해 보다 구체적인 갱신 방법을 제시하고자 한다.

2. 지하공동구 내 변위 탐지 방안

최초 지하공동구 내 시설객체에 대한 공간정보는 Revit™을 이용하여 LoD 300 수준으로 구축하였다. 구축된 공간정보 데이터를 기준으로 새로운 변위가 발생 할 경우, 가장 먼저 처리되는 절차는 “이상 객체의 탐지” 이다. 본 연구에서는 이상 객체의 탐지 방법을 아래 두 가지 방법으로 제안하였다.

- 1) 공동구 내 고정 설치된 저조도 CCTV를 이용
- 2) 공동구 내 설치된 이동형 로봇 LiDar를 이용

첫 번째 고정형 CCTV를 이용하는 경우, CCTV의 화각과 해상도를 고려하여 템스맵(depth map)을 미리 구축하고, 변위 이벤트 발생 위치를 격자를 참조하여 추정하는 방법이다. 소화기 등 점형 시설에 대한 이동, 신규추가, 제거 등을 탐지하기 유리하나, CCTV의 해상도, 조도 등으로 인해 탐지 거리에 한계를 가지고 있다. 두 번째 이동형 LiDar를 이용하는 경우, 관리 대상 전 구간에 대해 정기적인 스캔을 통해 10cm 이상의 변위 발생 시 탐지가 가능한 강점이 있는 반면, 스캔 소요시간이 길고, 막대한 데이터 처리에 어려움이 있다.

3. 공간시설정보 분류 및 갱신 방안

지하공동구 내 변위 발생 이벤트를 크게 이동, 처짐 및 크랙

으로 구분하였다. 이동은 공간정보 데이터 내 소화기와 같이 라이브러리 형태로 인식되는 점형 객체 또는 라이브러리에는 존재하지 않는 Proxy Object의 변위를 의미하며, 이동은 다시 이동, 신규생성 및 제거의 형태로 분류된다. 그림 1은 점형 객체 유형의 예시이다.



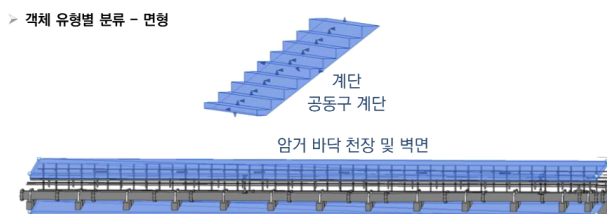
[그림 1] 점형 객체 유형 예시

처짐은 공간정보 데이터 내 전력선과 같이 시점, 종점, 변위량으로 정의될 수 있는 선형 객체의 변위를 의미한다. 그림 2는 선형객체 유형의 예시이며, 상수관, 전력관, 통신선, 케이블 및 케이블 트레이 등이 해당된다.



[그림 2] 선형 객체 유형 예시

크랙은 공간정보 데이터 내 암거(콘크리트 구조물)에서 발생할 수 있는 미소균열이나 변형과 같은 면형 객체의 변위를 의미한다. 그림 3은 면형객체 유형의 예시이며, 암거의 바닥, 천장, 벽면 및 계단 등이 해당된다.



[그림 3] 면형 객체 유형 예시

이동, 처짐 및 크랙에 대한 공간정보 갱신 방안을 표 1과 같이 정리하였다.

[표 1] 이벤트 유형별 공간객체정보 갱신방안

구분	유형	형상갱신	속성갱신	비고
변위 (중장기적)	이동	· 이동 · 신규생성 · 삭제	· 객체정보, 변위량, 위치값, 시간	· 라이브러리 객체 인식(ex, 소화기) · 라이브러리 없는 객체 미인식(ex. 박스)
	처짐	· 형상갱신(시계열)	· 객체정보, 변위량, 위치값, 시간	· 관리운영 주기별 갱신(ex. 전력선 등)
	크랙	· 형상갱신(시계열)	· 이력 갱신	· 변위 크기가 10cm 이상으로 인식 가능한 대상
이벤트 (일시적)	이동	· 이동 · 신규생성 · 삭제	· 객체정보, 변위량, 위치값, 시간	· 라이브러리 객체 인식(ex, 소화기) · 라이브러리 없는 객체 미인식(ex. 박스)
	처짐	· 갱신 없음	· 이력 갱신	· 관리운영 주기별 갱신(ex. 전력선 등)
	크랙	· 갱신 없음	· 이력 갱신	· 변위 크기가 10cm 이상으로 인식 가능한 대상

4. 결론

현재 RANSAC 또는 Segmentation 알고리즘 등을 참조하여 객체분류를 수행하고 있으며, 향후 저작도구의 기능을 응용한 객체별 갱신 처리 방안에 대한 연구를 수행하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부, 행정안전부, 국토교통부, 산업통상자원부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020-0-00061, 디지털트윈 기반의 지하공동구 화재·재난 지원 통합플랫폼 기술개발)

참고문헌

- [1] 박승화, 홍창희, 이용환, “디지털트윈 기반의 도심지 터널식 지하공동구내 공간시설정보 갱신에 관한 연구”, 2021년 한국산학기술학회 춘계 학술발표논문집, pp. 683-684, 7월, 2021년.