

BIM LIB 속성정보 고도화를 통한 지하시설물 안전관리 방안 연구

- Parametric Modeling 기반 지능형 CCTV BIM LIB 개발 중심 -

심상균, 진명성, 임정원, 김성용

(재)한국정보통신산업연구원

sksim@kici.re.kr, msjin@kici.re.kr, jwlim@kici.re.kr, ksy@kici.re.kr

A Study on Safety Management of Underground Facilities through the Advancement of BIM LIB Attribute Information

Sim Sang Kyun, Jin Myung Sung, Lim Jung Won, Kim Sung Yong

Korea Information & Communication Industry Institute

국내 통신, 전기, 가스, 수도 등 주요 기반시설이 밀집되어 있는 지하시설물의 노후화와 체계적인 관리 부족으로 인한 안전사고가 지속적으로 발생하고 있다. 지하공간이 지속적으로 개발되고 있음에도 지하시설물의 관리주체가 다양하고 이에 대한 현황정보가 명확하게 기록·관리되고 있지 않아, 체계적인 지하시설물 관리와 안전사고예방에 한계가 있는 상황이다. 이에 따라 국토교통부는 지하안전법(지하안전관리에 관한 특별법) 시행령 개정을 통해 지하를 안전하게 개발·이용하기 위한 안전관리체계를 확립하고, 국토 및 도시관리 고도화를 위해 실세계를 디지털 세계로 재현할 수 있는 Digital-Twin의 BIM 기술을 제시하였다. BIM은 설계·시공·유지보수 전주기 정보의 통합관리를 통하여 지하시설물을 하나의 대상으로 유기적으로 융합·관리하는 것을 의미하며, 현장에서 발생하는 정보를 실시간으로 수집·분석·예측이 가능한 정보통신기술과 융복합 가능하도록 변화하고 있다. 본 연구는 관련 프로그램을 통해 지하시설물에 설치되어 있는 정보통신설비 지능형 CCTV를 BIM LIB으로 제작하고, Parametric 모델링 방식의 속성정보 고도화를 통해 촬영 범위의 음영지역 소거와 사용자에게 효율적인 설치 위치를 제공함으로써 지하 시설물 내 재난 및 안전사고 예방을 위한 방향을 제시한다.

I. 서론

지하시설물은 도시인프라 구성에 기본적인 시설물임에도 불구하고 통신, 전기, 소방, 가스 등 체계적인 관리 부족으로 인해 안전사고 등 긴급 상황이 발생 시 체계적인 대응에 어려움을 겪고 있다. 실제로 2018년 서울시 서대문구 KT 아현지사의 통신구 화재, 동일해 경기도 고양시 백석역 인근 온수관 파열사고 등 시설물 현황에 대한 자료 공유 미흡과 관리 부실로 안전사고가 끊이지 않고 있다. 이는 통신마비, 정전, 수도중단 등 2차 피해 발생으로 야기되며 또한 지하시설물의 폭발, 화재 등 복합재난으로 대규모 재난으로 확장할 수 있으므로 지하시설물의 안전관리는 매우 중요하며 개선 방안에 관한 연구가 필수적이다. 이를 위하여 최근 국토부의 「지하안전법」과 과기부의 K-Network 2030 전략을 통해 국토 및 도시관리의 디지털화·고도화를 위한 Digital-Twin의 BIM(Building Information Modeling) 기술이 주목받고 있다. BIM은 CAD 도면에서 구현되는 2D 정보를 3D 입체설계로 전환하고 3차원 가상공간에서 설비, 설계, 시공 유지·안전관리 등 사전검토 지원이 가능한 건설 전 생애주기 정보를 통합관리하는 기술이다. 이처럼 현실 세계와 가상현실의 정보를 하나로 연결 또는 융복합할 수 있는 정보통신기술이 주목받고 있으며, 지하시설물에 설치되는 지능형 CCTV, IOT 센서(진동, 가스, 화재 등)의 관련 설비에 관한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 실시간 정보취득에 필수적인 정보통신설비 지능형 CCTV의 BIM LIB를 개발하고 Parametric 모델링 방식의 속성정보 고도화를 통해 설계단계부터 안전관리 음영지역 소거와 최적의 설치위치를 제공하고자 한다. 이를 통해 지하시설물내 재난 및 안전사고 예방과 관련 응용프로그램(Add-On)의 확장성과 및 향후 개선 방향을 연구 목적으로 한다.

하는 Local 방식과 요소들의 상호 관계와 특성을 조정하고 변경 사항을 쉽게 가변할 수 있게 하는 Parametric 방식 두 가지 모델링으로 나뉜다.

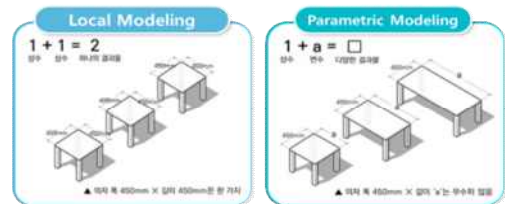


Fig. 1 BIM LIB Modeling Method

Fig. 1와 같이 Local 방식은 즉각적인 형상 구현 및 구속조건을 고려하지 않고 쉽게 형상 수정이 가능하며, Parametric 모델링 방식은 새로운 매개 변수를 추가하거나 변경하는 경우 오랜시간 소요되며 상대적으로 고도화 작업에 어려움이 있다. 그러나 Parametric 방식은 설계변경시 모델의 자동 업데이트가 가능한 장점이 있으며, 쉬운 설계 의도의 파악과 부품 등을 간편하게 정의하고 자동 생성이 가능하다.



Fig. 2 정보통신설비 BIM LIB

II. BIM LIB Modeling

대표적인 BIM Library Modeling 방식에는 한 개체를 위해 독립적으로

지하시설물에는 실시간 작업자의 움직임, 소음, 화재 등 감지가 가능한 지능형 CCTV의 설치가 필수적이다. 설계단계에서 지하시설물의 복잡한

구조 및 구조물 그리고 추가되는 설비에 대하여 모든 부분을 예측 설계할 수 없으므로 내부 최적의 위치선정과 지능형 CCTV 음영지역 및 식별 가능한 설치 위치를 선정하는 데 어려움이 있다. 따라서 Fig. 2와 같이 지하 시설물 내 안전관리에 필수적인 지능형 CCTV를 결정하고 가변이 가능한 Parametric 모델링 방식의 필수 속성정보를 아래와 같이 도출하였다.

Table. 1 Parametric Modeling Attribute Information

Types	Attribute Information	Value
Intelligent CCTV	Type	Fixation / Dome
	Installation location	Wall / Ceiling
	Sensor Format	in
	Resolution	p / MP
	Focal Length	mm
	Field of View	θ
	Installation Height	m
	Target height	m

Table. 1과 같이 속성정보를 기준으로 설치 환경에 따른 적합한 지능형 CCTV 선정을 위해 먼저 타입별(고정형/돔형), 설치위치(벽부형/천장형)을 결정한다. 이후 시야각(FOV) 값을 구하기 위해 Sensor Format에 따른 길이를 계산하고, 변의 길이가 다른 경우 수식(1)과 같이 Horizontal, Vertical, Diagonal Width를 각각 계산한다.

※ Horizontal Field of View, HFOV

$$HFOV = 2 \times \arctan \left(\frac{\text{Sensor Horizontal Size}}{2 \times \text{Lens Focal Length}} \right) \quad (1)$$

※ Vertical Field of View, VFOV

$$VFOV = 2 \times \arctan \left(\frac{\text{Sensor Vertical Size}}{2 \times \text{Lens Focal Length}} \right)$$

※ Diagonal Field of View, DFOV

$$DFOV = 2 \times \arctan \left(\frac{\sqrt{\text{Sensor Horizontal Size}^2 + \text{Sensor Vertical Size}^2}}{2 \times \text{Lens Focal Length}} \right)$$

본 논문에서는 대상물 또는 대상공간에 대한 다양한 환경을 고려하여 지능형 CCTV의 타입과 설치위치를 고정형/벽부형으로 기본값을 선정하였으며, 센서포맷 1/2.8", 해상도 1920x1080(2MP), 초점거리 4.33mm로 정하여 BIM LIB를 Fig.3 과같이 LIB 제작 및 속성정보를 정의하였다.

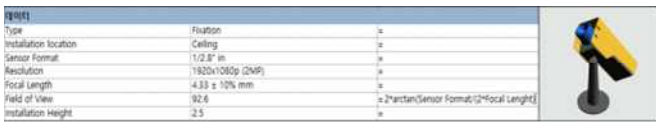


Fig. 3 Intelligent CCTV LIB

Fig. 3과 같이 수식값에 따라 시야각(FOV)는 92.6°로 계산되었으며 이는 지능형 CCTV의 설치 환경에 따른 센서의 형식, 초점거리, 시야 범위의 LIB 속성정보 변경을 통해 FOV의 값을 가변적으로 변경할 수 있다. 이는 단순히 가변 가능한 FOV의 계산을 위해 Parametric 모델링 방식의 수식을 입력한 사항으로, 실제 현장에서는 촬영 범위지만 대상물이 정확한 판별이 어려운 경우 안전관리 음영지역이라 할 수 있다. 따라서 지능형 CCTV의 종류·성능·촬영범위에 따라 대상물에 대한 판별 수준을 정의해 주어야 한다. Table. 2와 같이 해당 국제 표준인 IEC/EN 62676-4:2015과 DORI 표준을 검토하여 대상물의 판별 수준을 PPM(Pixels per Meter)에 따른 5가지로 분류하였다. PPM은 카메라 1미터의 거리에 있는 객체를 몇 개의 픽셀로 나타낼 수 있는지를 의미하는 것으로 감시, 감지, 관찰, 인식, 식별로 나눌 수 있다.

Table. 2 Intelligent CCTV Discrimination Level

Level	Description
Surveillance(12PPM)	The surveillance level can cover the overall field of view by adjusting the CCTV camera in a specific direction
Detection(25PPM)	The detection level allows for reliable and easy determination of whether a person or vehicle is present
Observation(62PPM)	The observation level gives characteristic details of an individual, such as distinctive clothing, while allowing a view of activity surrounding an incident
Recognition(125PPM)	The recognition level determines with a high degree of certainty whether an individual shown is the same as someone that has been seen before
Identification(250PPM)	The identification level enables the identity of an individual beyond a reasonable doubt

개발된 BIM LIB의 속성정보를 CCTV 관련 Tool(IP Video Design)을 이용해 가상의 공간에 동일한 조건으로 테스트를 진행하였다. 대상물의 확실한 판별이 가능한 부분은 판별 Level의 붉은색으로 표현되며 거리가 멀거나 음영지역과 같이 판별이 어려운 지역은 점차 Level 값이 낮은 색으로 표현됨을 확인할 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 지하시설물의 안전관리 음영지역을 소거하기 위해 정보통신설비인 지능형 CCTV의 BIM LIB 개발하였고 이에 필요한 속성정보와 PPM에 따른 판별 Level을 정의하였다. BIM 설계자가 지능형 CCTV의 효율적인 위치선정과 관련 LIB 개발에 있어서는 참고할 수 있으나, 제조사별 다른 CCTV 렌즈의 종류, 초점거리 공차, 보정계수 등에 따라 FOV의 값이 상이한 결과가 도출될 수 있으며 다양한 단위로 표현되는 속성값들을 해당 매개변수로 활용하는 데 어려움이 있다. 이는 Parametric 모델링 방식의 더 많은 속성정보 자료를 수집·분석하고 엑셀 기반의 Dynamo를 통하여 보완할 필요가 있다. 또한 음영지역 분석을 위한 CCTV 관련 Tool이 아닌 BIM 설계에 바로 호환 및 검토할 수 있는 전용 Add-On S/W 개발에 관한 추가 연구가 필수적이다. 주요 기반시설이 밀집되어 있는 지하시설물에서 지능형 CCTV뿐만 아니라 가스, 지진, 연기 센서 등과 같이 정보통신기술이 적용된 기기들을 고도화 및 BIM LIB로 개발하여 시설물의 수명 예측, 대피로 추진, 모니터링 등 재난 상황에서 발생할 수 있는 이벤트를 가상의 시뮬레이션을 통해 최적의 지하시설물 안전관리 방안으로 기대해 볼 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] 김현덕, 김진호, 진명성, 심상균, “정보통신설비 BIM라이브러리 개발을 위한 속성정보 연구”, 한국통신학회 하계학술대회 논문집, 2023.
- [2] 신재섭, 안송강, 송정욱 “BIM을 활용한 증강현실 기반 지하시설물 관리 시스템 개발에 관한 연구”, 한국터널지하공간학회, 2022.
- [3] 이미숙, 정우석, 김은솔 “디지털 트윈 기반 지하공동구 재난안전관리 방법에 관한 연구”, ETRI, 2021.

이 논문은 2024년 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00220183, 정보통신설비 3차원 데이터 모델링 구현을 위한 BIM 라이브러리 표준개발)