

건물 방재 분야 정보의 상호운용성을 위한 데이터모델 개발에 관한 기초연구

A Preliminary Study on the Development of Data Model for Interoperability of Information in Building Disaster Prevention

황병주*, 김장욱*, 김태훈**
(주)웨이버스*, 한국건설기술연구원**

ByungJu Hwang(bjh@wavus.co.kr)*, Jang-Wook Kim(jango@wavus.co.kr)*,
TaeHoon Kim(kth@kict.re.kr)**

요약

도시 규모의 변화와 건설기술의 발전으로 생활공간이 입체적으로 확장되고 있다. 그러나 초고층 건물의 등장으로 대변되는 건설기술의 발전에도 불구하고 인구가 밀집되는 고층 건물에 대한 방재 피해는 오히려 높아질 수 있다. 이와 같은 상황을 해결하기 위해서는 현실세계를 실시간으로 제어하고 예측할 수 있는 디지털 트윈기술이 대안이 될 수 있으며, 이를 위해 이미 구축된 공간정보들을 적극적으로 활용할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 정보들을 건물 방재 분야에 재활용하고, 향후 생산되는 다양한 정보들이 방재분야에 활용될 수 있도록 표준화된 데이터 모델을 제공하고자 한다. 이를 위해 대표적인 도시정보 모델인 CityGML 표준을 방재 분야로 확장한 데이터모델을 개발하였다.

■ 중심어 : | 도시정보모델 | 공간정보표준 | 방재데이터모델 |

Abstract

As the urban scale changes and the construction technology develops, the living space is being expanded in three dimensions. However, despite the development of construction technology represented by the appearance of skyscrapers, damage to high - rise buildings with dense population can be rather high. In order to solve such a situation, digital twin technology that can control and predict the real world in real time can be an alternative, and it is necessary to utilize pre-constructed spatial information actively. Therefore, this study aims to provide a standardized data model for using existing such information as well as various information produced in the future to the building disaster prevention field. To this end, we developed a data model that extends the CityGML standard, a representative city information model, to disaster prevention.

■ keyword : | CityGML | Geospatial Standard | Disaster Data Model |

* 본 연구는 행정안전부 공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술개발사업의 연구비지원(과제번호 19DRMS-B146826-02)에 의해 수행되었습니다.

접수일자 : 2018년 11월 09일

심사완료일 : 2019년 04월 09일

수정일자 : 2019년 03월 20일

교신저자 : 김장욱, e-mail : jango@wavus.co.kr

I. 서론

기술의 발전과 함께 도시는 거대해지고, 새롭게 거듭나고 있다. 도시공간은 지표면 상의 평면적인 생활공간에서, 고층화된 건물의 등장과 함께 입체적인 생활공간으로 확장되고 있다. 특히 2000년대 들어서면서 세계적으로 높이 200m 이상 초고층 건축물이 급증하고 있으며, 2016년을 기준으로 한국은 중국, 미국, UAE에 이어 세계 4위의 초고층 건축물 보유 국가가 되었다.

그러나 거대화된 도시는 오히려 재난에 매우 취약할 수 있는 단점이 있다. 초고층 건축물은 수직 이동거리 증가로 인해 전원 대피에 1시간 이상이 소요되고 소방 재난 대응 전략상 20층 이상의 건축물에는 신속한 대응이 매우 곤란해 재난·재해 발생 시 인명 안전에 대한 위협이 높다.

또한 소방의 측면에서 다수의 인원이 하나의 건물에 있게 될 경우 화재가 발생하게 되면 더 많은 인명피해가 발생하게 된다[1]. 기술과 도시는 점차 발전하고 거대해지고 있으나 재난 역시 복잡화, 대형화되고 있으며, 피해 역시 점차 증가하고 있다.

2017년 재난연감에 따르면 2015년부터 사회재난은 지속해서 증가하고 있으며, 인명피해와 재산피해도 2016년 대비 2017년도에 증가하였다.

우리나라는 재난의 효율적인 대응을 위하여 재난 및 안전관리 기본법과 국가위기관리 기본지침에 의거하여 위기관리 매뉴얼을 작성하는 등, 제도적으로 이를 해결하려는 노력을 하고 있다[2].

정부 부처에서는 안전관리를 위해 지속해서 예산을 늘려가고 있으며 ‘제2차 재난 및 안전관리기술개발 수정 종합계획(16~17)’에 따라 13개 부처에서 총 6,708억 원을 투자하고 있다. 또한 안전산업시장이 국내는 연평균 7.5%이상, 해외는 6.9%이상 성장할 것으로 예측되고 있다. 그러나 재난사항 발생 시에는 제도적 기반뿐 아니라, 효율적이고 명확한 분석을 위해서 대상 지역, 구조물 등에 대한 목적에 따라 유관정보를 수집하고, 통합하며, 정확하게 사용할 수 있는 환경이 조성되는 것이 중요하다[3].

이러한 관점에서 그간 우리나라는 정부3.0 이전부터

재난안전 분야에서 활용할 수 있는 인프라나 정보들은 이미 많이 구축하고 있다. 서두에 언급한 도시공간의 확장은 단순히 실생활이 입체적으로 변화하였을 뿐 아니라, 더 나아가 현실의 도시공간이 가상의 도시공간으로 이어지는, 새로운 차원의 도시모델로 확장되고 있다. 이른바 디지털 트윈과 CPS(Cyber Physical System)라고 불리는 기술은 도시를 디지털로 복제하며 역동적 도시 상황 모두를 눈앞에 펼쳐 놓고 유지, 관리할 수 있게 만든다.

이 과정에서 핵심은 데이터에 있다. 다시 말해 실제 세계에서 센서를 통해 생산된 데이터는 가상 공간을 형성하며, 정보가 전달되도록 한다. 데이터를 주고받으며 만든 트윈공간을 통해 감지/분석/예측 등의 활동을 실시간으로 할 수 있게 된 것이다.

디지털 트윈의 기초가 되는 공간정보는 중요한 국가 인프라의 하나이며, 정부부처는 실제세상을 가상세계로 구축하는 다양한 공간정보 구축 사업을 수행해 왔다. 먼저 ‘09년부터 ‘14년까지 건물 밀집지역을 대상으로 3차원 공간정보를 구축하였다. 서울특별시 등 전국 59개 시에 대해 LOD(Level of Detail) 4 수준의 공간정보를 구축하였으며, 세종시 등 17개 시군에는 LOD3~4 수준의 공간정보를 구축하였다. 또한 ‘12년부터는 건물 외관뿐 아니라, 건물 실내공간에 대한 연구사업이 추진되었으며, 주요 지하철 역사 26건, 공항 2건, 컨벤션 센터 1건을 포함하여 대형화된 복합건물에 대해 실내공간정보를 구축하기도 하였다.

그러나 도시 구조물의 대형화·고층화·복잡화에 따라 다양한 정보들이 생산·활용되고 있으나 각종 재난과 안전사고로 인명, 재산 피해가 급증하는 등 공간정보 구축 수준에 비해 공간정보를 활용한 효과적인 방재가 수행되고 있지 못하고 있다. 즉, 많은 비용을 투자하여 구축된 다양한 정보가 방재분야에서 적극적으로 활용되지 못하고 있으며, 기 구축된 방재시스템은 자체적인 DB스키마로 구성되어 통합적 정보 활용을 위한 데이터 상호운용성이 부족한 실정이다.

이를 위해 본 연구에서는 이미 구축된 다양한 정보들을 건축물 방재분야에 재활용하고, 향후 생산되는 다양한 정보들이 방재분야에 활용될 수 있도록 표준화된 건

물 방재 데이터모델을 제안하고자 한다. 모델링은 복잡한 현실 세계를 추상화, 단순화, 명확하게 하기 위해 일정한 표기법으로 표현하는 기법을 의미한다. 특히 모델의 경쟁력을 강화하고, 상호운용성을 향상시키기 위해 건물에 대한 모델링을 제공하는 CityGML 표준을 확장하여 건물 방재 모델을 제안한다. 본 연구에서는 먼저 방재·소방 관련 주요 법률과 지침을 기반으로 방재를 위한 주요 데이터 구성요소를 도출한다. 또한 3장에서는 도출된 방재 구성요소와 도시모델표준인 CityGML을 비교 분석하여 CityGML을 확장하기 위한 방안을 마련한다. 최종적으로 CityGML 표준에 명시된 Extension 방법론에 따라 건물 방재 데이터모델을 개발하는데 본 연구의 목적이 있다.

II. 건물방재를 위한 주요 구성요소 도출

‘재난 및 안전관리 기본법’에서는 재난을 자연재난과 사회재난으로 분류하고 있으며, 자연재난은 태풍, 홍수, 호우, 강풍 등으로 세분류하고, 사회재난은 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고 등으로 세분류하고 있다. 이 중, 건물에 나타나는 재해는 크게 붕괴와 화재로 구분할 수 있으며, 일반적으로 두 가지 재난이 동시에 발생한다. 지진의 경우도 건물 붕괴로 인한 사상자가 더 많을 것 같지만 실제로는 2차 재난(화재)으로 인한 인명 피해가 85% 수준으로 훨씬 크다. 따라서 건물에서는 소방활동이 주요한 핵심방재 분야라 할 수 있다.

국민의 안전을 위하여 건축물과 관련한 다양한 안전기준이 [표 1]과 같이 법제도로 마련되어 있다. 특히 건축법과 ‘화재예방·소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률’, ‘초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법’ 등 관련 법령을 마련하고 있다. 법에 따르면 초고층 건축물은 층수가 50층 이상이거나 높이가 200m 이상인 건축물로 정의된다. 초고층 건축물은 피난안전구역과 피난용 승강기 설치, 성능 위주 소방시설 설계 등을 통해 화재 시 신속한 피난과 효과적인 소방활동이 이뤄지도록 정책적 뒷받침이 되고 있다.

건물이 대형화, 고층화, 심층화될수록 화재진압 및 피난 등이 어려워져 위험성은 더욱 커질 수밖에 없다. 이

표 1. 방재 관련 법제도 현황

구분	분야	관련 법제도
화재 안전 관련 법령	화재안전관리	소방기본법 소방시설공사업 위험물안전관리법 화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 등
	건축분야 화재안전	건축법 및 동법 시행령, 시행규칙 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 주택법 등
	전기분야 화재안전	전기사업법 전기공사업법 등
	가스분야 화재안전	고압가스 안전관리법 액화석유가스의 안전관리 및 사업법 도시가스사업법 등
구조안전 관련법률	건축물 구조기준	건축법 및 동법 시행령, 시행규칙 건축물의 구조 기준에 관한 규칙 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙
	건축물 구조안전관리	재난 및 안전관리 기본법 시설물 등의 안전관리에 관한 특별법 산업안전보건법

러한 위험성을 줄일 수 있도록 건물에 대한 화재안전기준과 시설들이 필요한데 이러한 규정은 건축법과 소방관련법 등에 규정되어 있다.

건축법은 마감재료, 내화구조, 방화구획, 피난통로 및 배연설비 등에 대하여 규정되어 있는데, 소방관련법에는 방염과 소방시설에 대하여 규정하고 있다. 소방시설은 소화설비, 경보설비, 피난설비, 소화용수설비, 소화활동설비로 구분되는데 화재가 발생했을 때 화재를 초기에 진압하고, 화재발생을 건물 내의 사람 및 관계자에게 알리며, 건물내의 사람들이 안전한 곳으로 피난할 수 있도록 도움을 주고, 소방대에게 소화용수를 공급하며, 소방관들의 소화활동을 보조하는 등의 설비들이 모두 포함이 된다.

건축물에 부여되는 성능은 건축물 자신이 가지는 수동적 방화능력(Passive Fire Protection System)과 소방시설로 대표되는 능동적 방화능력(Active Fire Protection System)이 있다. 이러한 능력은 건물의 기획과 설계단계에서 그 수준이 결정되며, 시공단계에서 구현되어 확보되게 된다[4]. 건물의 기획과 설계 단계에서 설정되는 화재 안전수준은 국내에서 법적 규정에 의

표 2. 국내 화재안전기준 현황

구분	분야	관련 법제도
화재 안전 기준	소화 설비	소화기구의 화재안전기준(NFSC 101) 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103) 간이스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103A) 화재조기진압용스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103B) 물분무소화설비의 화재안전기준(NFSC 104) 미분무소화설비의 화재안전기준 포소화설비의 화재안전기준(NFSC 105) 이산화탄소소화설비의 화재안전기준(NFSC 106) 할로겐화합물소화설비의 화재안전기준(NFSC 107) 청정소화약제소화설비의 화재안전기준(NFSC 107A) 분말소화설비의 화재안전기준(NFSC 108) 옥외소화전설비의 화재안전기준(NFSC 109)
	경보 설비	비상경보설비의 화재안전기준(NFSC 201) 비상방송설비의 화재안전기준(NFSC 202) 자동화재탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203) 자동화재속보설비의 화재안전기준(NFSC 204) 누전경보기의 화재안전기준(NFSC 205)
	피난 설비	피난기구의 화재안전기준(NFSC 301) 인명구조기구의 화재안전기준(NFSC 302) 유도등 및 유도표지의 화재안전기준(NFSC 303) 비상조명등의 화재안전기준(NFSC 304)
	소화 용수 설비	상수도소화용수설비의 화재안전기준(NFSC 401) 소화수조 및 저수조의 화재안전기준(NFSC 402)
	소화 활동 설비	제연설비의 화재안전기준(NFSC 501) 특별피난계단의계단실및부속실제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A) 연결충수관설비의 화재안전기준(NFSC 502) 연결살수설비의 화재안전기준(NFSC 503) 비상콘센트설비의 화재안전기준(NFSC 504) 무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505) 연소방지설비의 화재안전기준(NFSC 506)
	방재 안전	다중이용업소의 소방시설 등의 화재안전기준(NFSC 601) 소방시설용 비상전원수전 설비의 화재안전기준(NFSC 602) 도로터널의 화재안전기준(NFSC 603) 고층건축물의 화재안전기준(NFSC 604)[2] 입시소방시설의 화재안전기준(NFSC 606)

하여 설정되고 있다. 국내 법규정은 소방기본법과 [표 2]와 같은 화재안전기준(NFSC) 등으로 정비되어 있다. 그러나 이렇게 확보된 안전은 화재안전수준을 결정하는 두 가지 중 설비 적 부분에 해당하며, 이를 유지하기 위해서는 시설의 지속적이고 전문적인 유지관리가 필요하다.

다양한 법률과 화재안전기준에서 건물안전과 관련된 기준을 제시하고 있는데, 특히 소방청훈령인 「소방활동 자료조사 등에 관한 규정」에는 화재의 경계·진압 및 인명구조·구급활동 등 소방활동에 필요한 자료조사에 대해 명시하고 있으며, 훈령의 별첨인 소방활동 정

보카드 양식[그림 1]을 활용해 소방활동에 필요한 정보를 조사하도록 하고 있다. 또한 소방서장은 소방활동 자료조사를 실시하여 기존 소방활동 정보카드 내용에 변경사항을 즉시 변경·정리하여 화재진압활동 등에 차질이 없도록 하여야 한다고 명시하고 있다.

소방활동 자료조사 등에 관한 규정 [별지 제1호서식]

소방활동 정보카드

1. 건물개황

① 관리번호	② 주소	③ 상 호	④ 연 회 주 단 : ⑤ 연 회 단 :
⑥ 위 치	⑦ 조 출 동 부 지 면적	⑧ 내화면적	⑨ 연면적
⑩ 건 구	⑪ 특 별 피 난 계 단 수 : ⑫ 층 수 : ⑬ 승강기(부상) : ⑭ 에스컬레이터 : ⑮ 엘리베이터 : ⑯ 에스컬 : ⑰ 에스 : ⑱ 에스 :	⑲ 피 난 계 단 수 : ⑳ 일반계단수 : ㉑ 옥외계단수 : ㉒ 계단수 : ㉓ 에스 :	㉔ 특 별 계 단 수 : ㉕ 계단수 : ㉖ 에스 :
⑳ 소방안전관리자	㉗ 생 명 : ㉘ 관 학 : ㉙ ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿	㉚ 소방안전관리자	㉛ 생 명 : ㉜ 관 학 :
㉝ 구 분	㉞ 위 치	㉟ 면 적	㊱ 기 타

그림 1. 소방활동 정보카드(부분 발췌)

건축물 방재를 위한 주요 항목 및 기준은 다수의 법령과 보고서에서 다루고 있으며, 특히 소방방재청훈령으로 지정된 소방활동 정보카드에는 소방본부나 소방서에서 화재의 경계·진압 및 인명구조 등을 위해 필요한 필수정보들이 명시되어 있다. 따라서 본 연구에서는 소방활동 자료조사를 위해, 소방서 등 실제 현장에서 활용되는 소방활동 정보카드의 정보들을 방재 구성요소 선정에 위한 기초자료로 활용한다.

소방활동 정보카드는 건물개황(I), 소방시설 현황, 건물개황(II), 소방훈련 및 화재발생 현황, 소방활동계획도, 소방활동계획&소방훈련지도개요&취약성의 6개 항목으로 분류하며, 세부적으로는 150여개의 정보로 구성된다.

일반적으로 데이터모델을 작성할 때, 각 요소들은 의미와 속성, 관계성을 고려한 복잡한 구조로 작성되어

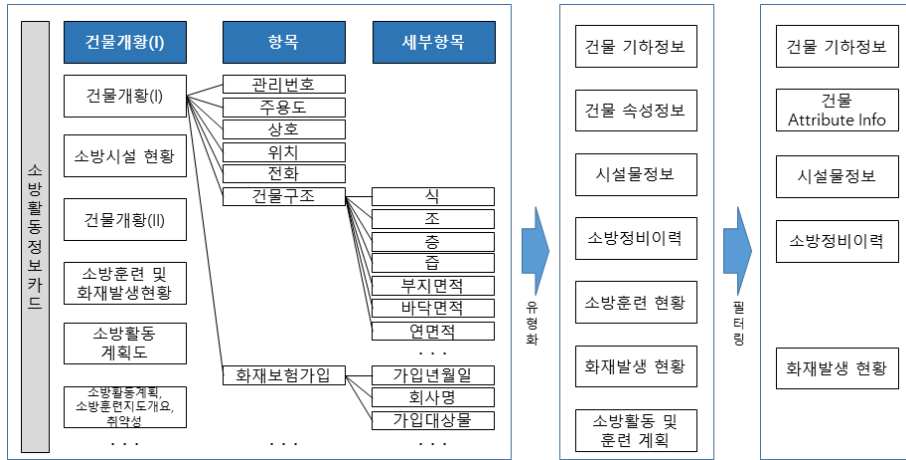


그림 2. 건물방재를 주요 구성요소 도출(부분 발췌)

있으나 소방활동 정보카드의 정보 작성의 편의를 위해 항목들이 단순하게 나열되어 있다. 따라서 본 연구에서는 방재업무에 필요한 건물 구성요소를 도출하고 구조화하기 위해 소방활동 정보카드의 항목에 대해 항목분류, 특성별 계층화, 정규화의 과정을 거쳤다. 150여개의 정보들은 [그림 2]와 같이 7개 항목으로 분류하였으며, 이 중 소방활동과 직접적인 관련이 없는 소방훈련 항목들은 필터링하여 건물 기하정보, 건물 속성정보, 시설물정보, 소방정비이력, 화재발생 현황 등의 5개 항목으로 분류하였다.

CityGML은 GML 표준의 기본 문법을 따르되, 도시모델에 특화된 응용 스키마를 제공한다.

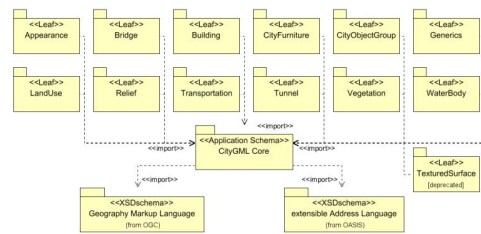


그림 3. OGC CityGML UML Package

III. CityGML을 활용한 건물방재 모델 개발방안

1. CityGML의 개념

공간정보는 2000년대 들어와 본격적으로 다양한 분야에 활용되기 시작하였으며, 이에 따라 공간정보의 표준도 매우 중요한 역할로 대두되었다. CityGML은 국제 표준기구인 ISO(International Standard Organization) 표준이면서, OGC(Open Geospatial Consortium) 표준인 GML(Geography Markup Language) 표준의 응용 스키마로 구현된 표준이다[5]. CityGML은 3D 도시모델을 표현·저장·교환하기 위한 XML 기반의 3차원 데이터모델이며, OGC 표준으로 제정되어 있다. 즉

CityGML은 [그림 3]과 같이 3D 도시모델과 관련된 기하(geometry), 묘사(appearance) 및 의미(semantics)를 정의하며, 내부 구조는 건물, 교통, 토지 이용, 터널, 교량 등과 같은 다양한 주제 클래스로 구성되어 있다. CityGML 표준문서는 UML을 이용하여 모델을 설명하고 있으며, XML로 인코딩하여 사용한다.

다양한 공간정보로부터 건물방재모델을 활용하기 위해서는 잘 구조화된 건축물 모델이 제안되어야 하며, 정보의 상호운용성을 확보할 수 있는 표준적인 방법이 병행되어야 한다. 건축물 모델과 관련하여 IFC의 BIM 데이터모델도 있으며, 소방재난분야에 예방과 대응을 위해 BIM을 도입하는 연구가 진행되기도 하였다[6]. 그러나 BIM은 건물모델만을 다루고 있으며, 도시모델에

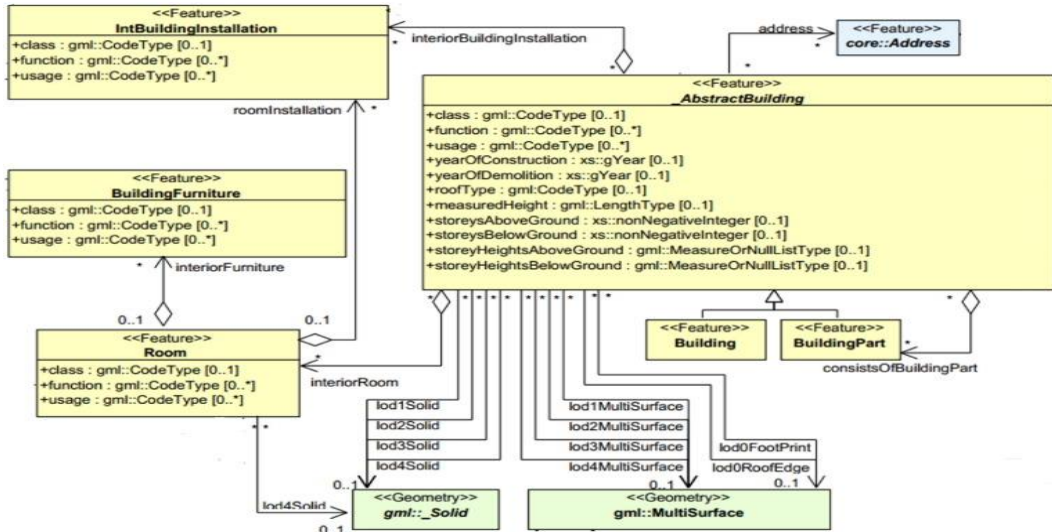


그림 4. OGC CityGML Building Model(OGC CityGML 표준 발췌)

대한 포괄성과 방재분야에 대한 확장성 측면에서 CityGML이 더 적합하다[7]. 즉 본 연구는 건물의 방재를 위한 모델을 제안하며, 향후 전체 도시모델로의 확장이 가능한 CityGML의 건물 모델을 기반으로 방재 모델을 한다.

2. CityGML의 건물 모델

CityGML은 3차원 도시 모델을 정의하고 있으며, LOD(Level Of Details)에 따라 지리정보를 표현한다. CityGML은 LOD를 0~4까지 정의하고 있으며, LOD 0~3에서는 실외 지리정보를 주로 표현하고 있다. [그림 4]는 OGC의 CityGML 표준문서에서 Building모델을 부분 발췌한 클래스 다이어그램이다.

CityGML의 Building은 방, 복도와 같은 공간(Room), 문이나 창문과 같이 공간과 공간 사이에 존재하는 뚫린 공간(Opening), 건물의 실내의 설비(IntBuildingInstallation, BuildingInstallation), 그리고 실내에 존재하는 가구(Building Furniture)들로 구성된다. Room은 LOD4의 지형지물로 두 가지 형태로 기하를 표현할 수 있다.

그러나 CityGML은 건물을 포함하여 도시전체를 모델링하므로 건물방재를 위해 필요한 건물구성요소에 비해 정보가 다소 부족하다. 예를 들어 _AbstractBuilding

모델에는 건물 층의 구분없이 Room으로 구성되지만, 소방활동 정보카드에서는 건물의 층이 중요한 정보를 담고 있다. 특히 건물의 내부 속성에는 방재와 관련된 정보가 부족하며, 시설물정보, 소방정비 이력, 화재발생 현황에 관한 모델이 전무하다. CityGML이 건물방재를 위한 건물의 기하형상을 정의하기에는 적합하나, 확장을 고려한 모델이므로 건물방재와 같은 특정분야를 위한 속성정보 정의는 추가되어야 한다.

또한 소방활동 정보카드의 항목과 CityGML의 항목은 같은 항목을 가리키고 있으나 서로 다른 용어를 사용하는 경우가 발생한다. [그림 5]는 CityGML에서 건물을 표현하는 Building 모델의 구성관계를 간략히 나타낸 다이어그램이다.

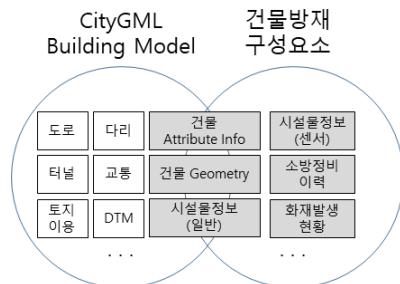


그림 5. CityGML Building과 본연구의 건물방재 구성요소 간의 관계 비교

따라서 본 연구에서는 건물방재 구성요소 중 CityGML Building 모델의 Element와 의미적으로 같은 항목을 [표 3]과 같이 1:1로 매칭하였다. 본 연구에서는 건물방재 구성요소를 정의하였으나 CityGML에서 활용할 수 있는 건물속성 element는 소수에 불과한 것을 확인할 수 있다. 매칭할 수 있는 항목은 CityGML의 구성요소로 활용하고, 매칭되지 않는 항목은 CityGML 표준의 문법에 따라 추가 확장하고자 한다.

표 3. CityGML 구성요소와 건물방재 구성요소 비교표(부분 발췌)

클래스	구성요소	타입	건물방재 구성요소
AbstractBuilding	class	gml:CodeType	-
	function	gml:CodeType	-
	usage	gml:CodeType	주용도
	yearOfConstruction	xs:gYear	준공일
	yearOfDemolition	xs:gYear	-
	roofType	gml:CodeType	-
	measuredHeight	gml:LengthType	-
	storeysAboveGround	xs::nonNegativeInteger	-
	storeyBelowGround	xs::nonNegativeInteger	-
	storeyHeightsAboveGround	gml::MeasureOrNullListType	-
	storeyHeightsBelowGround	gml::MeasureOrNullListType	-
	outerBuildingInstallation	BuildingInstallation	-
	interiorBuildingInstallation	IntbuildingInstallation	-
	interiorRoom	Room	-
Room	class	gml:CodeType	-
	function	gml:CodeType	-
	usage	gml:CodeType	-
	interiorFurniture	BuildingFurniture	-

3. CityGML ADE(Application Domain Extensions)

CityGML은 확장력을 가진 표준으로, CityGML의 데이터 모델에서 다루지 않는 3D 도시 모델의 객체 및 속성을 사용자가 확장하여 모델링할 수 있다. 예를 들어, 기본 CityGML에 없는 에너지나 소음 관리 모델 등은 CityGML을 확장하여 응용할 수 있다.

CityGML은 도시구성요소를 정의하고 있는 13개의

모듈이 있으나 방재 분야에 적합한 모듈이 없기 때문에 CityGML을 확장하여 사용하여야 한다. 일반적으로 CityGML에서 모델을 확장하는 방법으로는 스키마 자체를 변형하는 ADE를 사용하거나 generics 모듈을 사용하여 표현할 수 있다. 국내에도 CityGML의 Building 모델에서 포함하고 있지 않은 센서 등의 추가적인 지형 지물들을 ADE의 규칙을 적용하여 실내공간 데이터 모델을 만드는 연구가 진행된 바 있으며[8], 건물 침수 피해 정보관리를 위해 CityGML의 generics 모듈을 확장한 연구도 진행되었다[9]. generics 모듈은 스키마의 변형 없이 CityGML의 프레임워크 내에서 정보관리가 가능하다는 장점이 있으나, 데이터의 이름(name), 유형(type), 다형성(multiplicities) 등이 구체적으로 정의되지 않는 한계가 있다. 본 연구는 선행연구와 달리 국제 표준인 CityGML의 ADE개념을 활용하여 건물 방재 분야의 데이터모델 개발하며, 이를 위해 사용자 정의 객체 및 속성을 모델링하였다. CityGML 표준문서의 부록으로 소음관리와 Ubiquitous Network Robots Services를 위한 ADE 예제를 제공하고 있다. R.Kaden과 E.Arco는 각각 CityGML ADE를 이용한 Geodata Join Model[10]과 Air Quality ADE Model[11]을 제안하였고, CityGML 홈페이지에도 29개의 ADE 해외적용 사례를 제공하는 등, 이미 많은 국가에서 CityGML을 확장하여 사용하고 있다.

VI. CityGML 기반 건물방재 데이터모델

1. 핵심 건물방재모델

본 연구에서는 앞선 연구를 통해 건물 방재를 위한 구성요소를 도출하였으며, 이 중 CityGML과의 비교분석을 통해 확장 가능한 항목을 선정하여 건물 방재 모델을 개발하였다. [그림 6]은 건물방재 모델을 표현하기 위한 상위클래스들을 정의한 모듈이다. 본 연구에서는 CityGML의 Building Model을 기반으로 모델을 확장한다. 이후 본 연구에서 제시하는 모델에서 노란색 클래스 다이어그램은 CityGML 표준에 정의된 모델, 붉은색 클래스 다이어그램은 CityGML을 확장한 모델을 나타

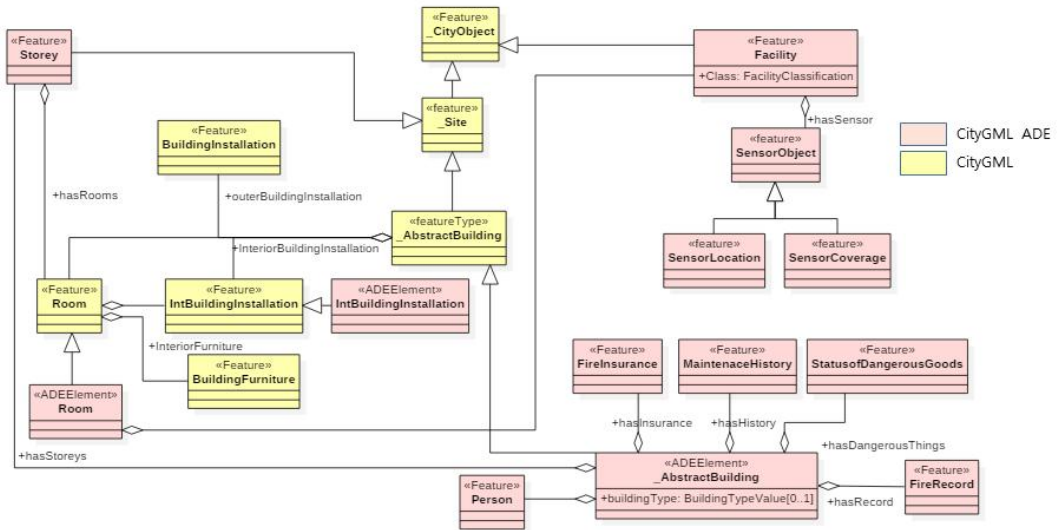


그림 6. Core CityGML ADE for Building Disaster

낸다. 특히, 붉은색 클래스 다이어그램 중에서 Room과 IntBuildingInstallation, _AbractBuilding는 표준에 정의되어 있으나, 기존 모델로는 방재요소를 표현할 수 없으므로, 모델을 상속받아 확장하였다. 나머지 요소들은 클래스를 새로 추가하여 정의하였다.

2. _AbractBuilding Model

본 연구에서 제시하는 *_AbractBuilding*은 건물을 표현하기 위해 [그림 7]과 같이 필요한 요소들의 관계를 정의한다. CityGML의 *_AbractBuilding*를 상속받아 새로 추가한 <<ADEElement>> *_AbractBuilding*은 공간구조적으로는 층정보(Storey)를 포함하며, 소방위험도와 밀접한 관련이 있는 화재보험정보(*FireInsurance*), 건물점검정보(*MaintenanceHistory*), 위험물허가정보(*StatusofDangerousGoods*), 화재이력정보(*FireRecord*) 등의 속성 클래스를 포함한다.

또한 CityGML에는 사람과 같은 담당자를 정의하고 있지 않으므로, 소방활동과 관련하여 건물의 소유자, 관리자, 점유자, 소방안전관리자, 위험물안전관리자 등의 이해당사자 정보를 표현하기 위한 사람(*Person*) 클래스를 정의하였다.

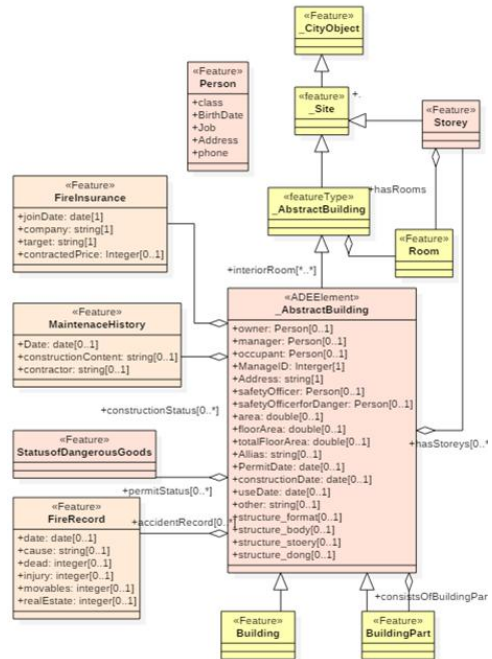


그림 7. _AbstractBuilding ADE

3. Storey Model과 Facility Model

건물방재 구성요소의 기반이 되는 소방활동 정보가

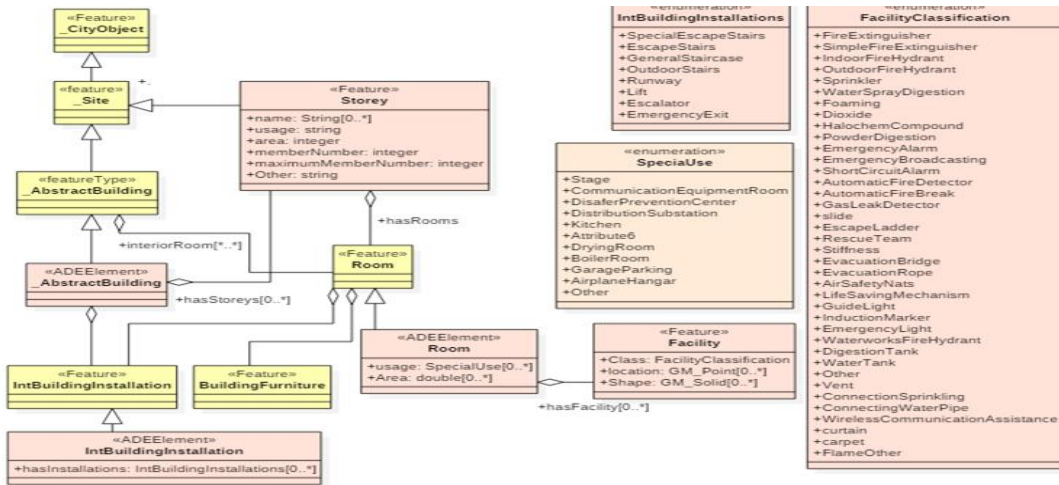


그림 8. Storey ADE, Facility ADE

드에 명시된 층 정보는 공간 기하정보 없이 각 층별로 소방시설 개수나 층별 속성정보만을 기록하는 수준이다. 또한 CityGML에서도 *storeyAboveGround*, *storeysBelowGround* 등과 같이 *AbstractBuilding*의 속성 값으로 *Storey*의 개념이 사용되긴 하지만 공간정보로 구조화되어 있지 않는다. 그러나 [그림 8]과 같이 본 연구에서는 층과 설비를 공간적으로 구조화하여 층 클래스(*Storey*)와 설비 클래스(*Facility*)로 정의하였고, *AbstractBuilding*과 *Room*과의 연관성을 부여하였다. 소방활동카드에는 텍스트 기반인 기록지 양식의 특성상 한정된 정보만을 정의할 수 밖에 없으나, 3차원 모델에서는 정보의 표현이 증대될 수 있다.

특히 최근에는 3차원 실내공간정보 구축사업을 다양한 공간정보가 구축되고 있으며, 공간구조화 된 층정보와 설비정보는 시뮬레이션이나 다양한 분야에서 활용이 가능하다. 따라서 소방활동카드에서 층별 소방시설 개수만을 정리하였으나, 본 연구에서는 각 객체를 공간 모델로 정의하였으며, 그에 따라 층별 소방시설은 속성 정보로 정의하지 않고, 응용(Application) 단계에서 계산될 수 있도록 정의하였다.

Storey 클래스는 *AbstractCityObject*를 상속받은 *Site*를 상속받으며, 추가적으로 층 수를 나타내는 *name* 속성을 가진다. *Facility* 클래스는 *AbstractCityObject*를 상속받아 정의한다. *Facility*는 소화기, 간이소화용구,

옥내소화전을 포함하여 총 39가지 Enumeration Class로 정의될 수 있다.

V. 결론

공간정보구축사업의 확산과 건설기술의 발전과 같이 기술은 나날이 발전하고 있음에도 건물에 대한 방재 피해는 여전히 높은 수준이다. 이러한 상황에서 현실세계와 가상세계가 서로 동기화하여 방재상황을 모니터링하고 예측하여 현실세계를 제어할 수 있는 디지털 트윈의 중요성은 높아지고 있다. 또한 디지털 트윈 기술의 중요 핵심인 공간데이터의 활용 역시 중요하다.

반면 정부는 지속적으로 공간정보 구축사업을 추진하고 있으나 소방훈령으로 명시되어 있는 소방활동자료조사 카드는 아직 공간정보 기반으로 관리되고 있지 않고 있다. 이러한 상황에서 본 연구에서는 막대한 비용을 소비하여 구축된 공간정보를 건물방재분야에 적극 활용할 수 있는 표준기반의 데이터모델을 개발하였다. 공간정보표준은 국토공간정보인프라를 구성하는 5대 요소 중 하나로서 국토정보 산업을 촉진시킬 수 있으며, 데이터와 서비스를 위한 상호운용성을 확보하는 기반을 제공하게 된다[12], 본 연구는 기존에 각 분야에서 구축하고 있는 소방정보와 공간정보를 결합하고, 국

제표준인 CityGML을 확장하여 표준에 적합한 건물 방재 모델을 제안하는데 의미가 있다.

이를 위해 본 연구에서는 소방활동자료조사 카드를 기반으로 중요한 건물방재 구성요소를 도출하였으며, CityGML 구성요소간의 비교분석을 통해 CityGML표준에 적합한 ADE 모델을 제안하였다. 특히 단순정보로 구성된 소방활동자료조사 카드의 정보를 도시모델의 공간개념으로 확대하여 적용하였으므로, 향후 다양한 건물 방재 시뮬레이션에도 활용될 것으로 기대된다.

향후에는 이 모델을 기반으로 한 Instance document로 건물 방재 분야에 실증하고, 다양하고 복잡재난상황 및 도시모델 전체에 활용할 수 있는 모델로 확장하는 응용연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 노삼규, 김운형, 김종훈, 함은구, 김경식, 김종성, *U-건물 화재안전관리표준시스템 구축*, 국립방재연구원, 2009.

[2] 김용균, 장효선, 최윤조, 손홍규, “최적 재난대응을 위한 재난유형 구분,” 한국방재학회 논문집, 제15권, 제6호, pp.179-188, 2015.

[3] J. F. Raper, *The 3-dimensional Geoscientific Mapping and Modelling System: A Conceptual Design*, Taylor and Francis, London, pp.11-19, 1989.

[4] 김은희, 여혜진, 이여경, *건축물 안전강화를 위한 합리적 정책방향 연구* 건축도시도시공간연구소, 2016.

[5] OGC, City Geography Markup Language(CityGML) Encoding Standard, (OGC08-007r1), 2008.

[6] 이권형, “효율적인 소방·재난분야의 예방과 대응을 위한 BIM 도입 방안,” 한국건축친환경설비학회지, 제11권, 제2호, pp.23-34, 2017(4).

[7] 박상일, 송민선, 장영훈, 서경완, 이상호, “방재업무 활용을 위한 개방형 도시정보모델 생성,” 한국전산구조공학회논문집, 제27권, 제4호, pp.321-328,

2014(8).

[8] 강혜영, 황정래, 이지영, “CityGML ADE를 이용한 실내공간 데이터모델 개발에 관한연구,” 한국고간정보학회지, 제21권, 제2호, pp.11-21, 2013.

[9] 송민선, 김민수, 이상호, “건물 침수피해 정보관리를 위한 개방형 정보모델의 응용방안,” 한국전산구조공학회논문집, 제27권, 제6호, pp.565-572, 2014.

[10] R. Kaden, “AUGMENTING 3D CITY MODEL COMPONENTS BY GEODATA JOINS TO FACILITATE AD-HOC GEOMETRIC-TOPOLOGICALLY SOUND INTEGRATION,” ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume I-4, 2012.

[11] E. Arco, “AN INTEGRATED APPROACH FOR POLLUTION MONITORING: SMART ACQUIREMENT AND SMART INFORMATION,” ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume IV-4/W1, 2016.

[12] 박종택, 최병남, 서기환, 이영주, 사공호상, *한국형 공간정보인프라 모델정립 및 글로벌화 전략 연구*, 국토연구원, 2009.

저 자 소 개

황 병 주(ByungJu Hwang)

정회원



- 2010년 2월 : 부산대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2013년 8월 : 부산대학교 컴퓨터공학과(박사수료)
- 2016년 7월 ~ 현재 : (주)웨이버스 연구원

<관심분야> : 공간정보표준, GIS, 데이터모델

김 장 옥(Jang-Wook Kim)

정회원



- 1994년 2월 : 한양대학교 지구해양학과(공학사)
- 2009년 7월 ~ 현재 : (주)웨이버스 상무

<관심분야> : GIS, 데이터모델, 지리학

김 태 훈(TaeHoon Kim)

정회원



- 2002년 2월 : 인하대학교 지리정보공학과(공학석사)
- 2012년 2월 : 인하대학교 지리정보공학과(박사수료)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야> : 공간정보, 방재, 정보통신