

2차원 소방대상 시설물도면의 3차원 공간정보 구축방안

Establishment Strategy of 3D Spatial Information from 2D Facility Drawing Related to Fire Fighting

이 윤* 김 인 현** 최 윤 수*** 오 규 식****
Yun Lee In Hyun Kim Yun Soo Choi Kyu Shik Oh

요약 기존의 소방대상시설물 도면은 이미지도면이나 CAD도면 형태의 2차원 도면형태로 존재하고 있다. 구축되어 있는 데이터의 형태도 다양한 방식으로 이루어져 있기 때문에 소방방재업무에서 필요로 하는 신속·정확한 대응체계를 위해서는 기존의 2차원 도면형태로 구축된 도면을 3차원으로 변환할 필요가 있다. 본 연구에서는 소방방재 대상이 되는 2차원 건축도면을 3차원 공간정보로 손쉽게 구축하기 위하여 건축도면에 대한 분석과 3차원 공간정보 데이터모델을 설계하고 이를 3차원 공간정보로 변환할 수 있는 툴을 개발하였다. 본 논문에서 제안한 소방대상 2차원 도면의 3차원 변환방법을 통하여 다량의 2차원 도면을 3차원 공간정보로 쉽게 변환할 수 있으며 이를 통해 소방방재 업무의 활용도를 향상 시킬 수 있다.

키워드 : 소방대상시설물, 3차원 공간정보, 2차원 도면, 소방방재, 건축도면

Abstract Until recently, GIS technology was mainly based on 2D for disaster management. Necessity of 3D spatial information came to the fore with a speedy and accurate response system in disaster management. However, most fire-fighting facilities presently use CAD with 2D formation, Image drawings, and conception of construction data's formation. It is not about the drawings in map production. It's about varieties of construction ways or contents.

In this study, we are proposing the ways on analyzing the existing disaster management targets for 2D technology drawings, designing the 3D spatial information data model, and transforming the effective 3D spatial information into algorithm and dimension spatial information construction for easily building on mass 2D architectural drawings to 3D spatial information effectively in disaster management. We can maximize efficient construction time and expenses. Then what is proposed in this study about constructing 3D spatial information for manual work, and it's significance for improving decisive decisions and utilizing the tasks to prevent, prepare, respond and restore steps in disaster management.

Keywords : Facility related to Fire Fighting, 3D Spatial Information, 2D Drawing, Emergency and Disaster Management, Architectural Drawing

1. 서론

도시시설물의 방재는 재난의 예방, 대비, 대응, 복구의 형태의 순환주기를 갖게 되며 재난상황을 신속하고 정확하게 대처하기 위해서 절대적으로 전제되어야 하는 것은 사실적인 현장정보이다[1][2].

대부분의 소방방재시스템은 화재와 재난의 방지에 초점을 맞춘 것이지 실제 화재와 같은 재난 발

생 시 인명의 보호와 화재진화를 위한 현장 대응에 주안점을 두지 않고 있다. 또한 화재 건물에 소방관이 출동하여 접할 수 있는 정보는 화재 현장 주변 사람들의 목소리를 통한 정황정보와 대략적인 건물의 구조이다. 따라서 화재 현장에서 인명구조와 소방관의 안전을 확보하기 위해서는 화재 건물과 현장의 3차원 정보를 이용하여 효과적인 현장대응이 필요하다[3].

* 서울시립대학교 공간정보공학과 박사과정 overcom@ksic.net

** 한양대학교 도시공학과 박사수료 ihkim@ksic.net(교신저자)

*** 서울시립대학교 공간정보공학과 교수 choiys@uos.ac.kr

**** 한양대학교 도시공학과 교수 ksoh@hanyang.ac.kr

특정소방대상시설물의 경우 건축도면은 대부분 2차원 도면의 형태로 관리되고 있기 때문에 입체감이 떨어지고 있다. 또한 건물에 대한 정확한 진입로의 파악과 신속한 화재진압 및 조치를 위해서는 GIS와 연계하여 3차원 공간정보를 제공할 필요성이 증대되고 있다[4]. 최근 초고층 복합공간이 증가하면서 건축물 공간이 매우 복잡하고 다양한 상황들이 발생하는데 비해 이에 대한 의사결정은 제한된 정보에 근거에서 이루어지고 있는 실정이다.

국내외적으로 신축 및 재건축을 통하여 끊임없이 갱신되는 건물에 대해 3D GIS를 구축하기 위한 기초자료를 효율적으로 획득하고 관리하기 위한 방법으로서 CityGML과 건물의 세밀도를 분석하여 BIM으로부터 CityGML에 대한 건물정보를 추출하기 위한 다양한 연구가 시도되고 있다[5][6][7][8].

3차원 모델링 측면에서는 웹에서 건축물의 부재를 기반으로한 조립식 3차원 가상모델에 대한 연구가 시도되었다[9]. 아직까지는 3차원 모델에 대한 연구는 주로 건물의 시각화에 중점을 두고 있다.

3차원 모델은 공간분석에서 요구되는 위상구조를 가지고 있지 않기 때문에 화재발생시 대피로에 대한 분석에 한계가 있다. 이를 위해서는 2차원 레이아웃과 3차원 모델을 결합시켜 3차원 위상관계를 부여하는 방법이 제시될 필요가 있다[10][11][12].

3차원 공간정보관련 선행 연구는 기존의 3차원 CAD도면을 3차원 GIS로 변환하려는 연구와 3차원 실내공간정보를 구축한 후 응용 어플리케이션의 구현을 위한 데이터모델링과 활용기법에 관한 연구가 대부분이다. 그러나 현재 소방방재 업무를 지원하기 위해서는 기 구축되어 있는 2차원 형태의 이미지나 도면을 효과적으로 3차원으로 구축하는 것이 필요하다.

소방방재측면에서 건물의 화재와 재난을 방지하기 위한 가장 효율적인 방법은 건물의 3차원 정보를 바탕으로 화재현장에서 발생하고 있는 다양한 현장정보를 유비쿼터스 기반으로 실시간으로 파악할 수 있는 것이다[13].

본 연구에서는 다량의 2차원 건축도면을 3차원 공간정보를 신속하게 구축하는 변환 알고리즘을 개발하고 이를 적용한 2차원 건축도면의 3차원 공간정보구축 툴을 개발함으로써 소방방재 업무의 예방, 대비, 대응, 복구 단계에서 기존 건축도면의 활용도를 높이는 방안을 제시하는 것이 목적이다.

이를 위해 2장에서는 기존의 소방업무에서 도면관리의 현황과 문제점을 분석하여 도면관리의 개선점을 도출하였다. 3장에서는 2차원 건축도면에서 3차원 공간정보를 추출하기 위한 알고리즘과 3차원 공간정보를 담을 수 있는 데이터모델을 설계하였다. 4장에서는 실제로 2차원 건축도면을 효과적으로 3차원 공간정보로 구축하기 위한 툴을 개발하고 실험을 통하여 활용성을 평가하였다. 5장에서는 본 연구를 통해서 도출된 결론과 향후 연구되어야 할 부분에 대하여 기술하였다.

2. 소방업무에서 도면관리현황 및 문제점

2.1 소방업무에서 도면관리 현황

소방업무의 기본이 되는 법은 소방기본법으로 소방기본법은 1958년에 제정된 소방법이 소방시설설치, 안전관리 등 다양한 분야가 하나의 법률로 혼합 규정되어 복잡하고 이해가 어려워 2003년 5월29일 기존의 소방법 119조문을 기능별로 개편하여 소방기본법, 소방시설유지 및 안전관리에 관한 법률, 소방시설공사업법, 위험물안전관리법의 4개 법률로 제정되어 법률6896호로 공포되었다.

소방기본법 제 2조에 의하면 소방대상물을 정의하고 있으며 여기에는 건축물, 차량, 선박, 선박건조 구조물, 산림 그 밖의 공작물 또는 물건으로 되어 있다[14]. 본 연구의 대상이 되는 소방대상물중 건축물은 관련 도면과 대장으로 관리되고 있다.

일반적으로 건축물을 건축하고자 할 때에는 소관청의 허가를 받도록 법으로 규정하고 있으며, 건축물대장은 건축물의 사용승인, 직권 또는 민원인에 의한 기재신청 및 표시변경의 3가지 경우에 의해 작성된다[15].

소방업무에서 긴급구조 업무흐름은 먼저 119신고가 접수되면 발신자에 대한 위치정보시스템이 작동되고 상황관제실에서 지리정보시스템을 활용하여 인근 소방서를 조회하고 출동차량을 조회하여 지령을 내리는 형태로 되어 있다.

소방업무를 위한 소방대상물DB는 건물위치도, 도면, 화재진압작전도 등을 이미지화한 정보를 담고 있고, 건물구조, 화재보험 가입, 소유자현황, 방화관리자, 소방검사 및 경방조사 결과와 기타 특이사항 등에 대한 정보를 담고 있다.

소방대상물 DB정보는 119 신고접수 시에 종합상

황실에서 해당건물에 대한 상세정보가 전자지도의 형태로 펼쳐져 건물크기, 건축연도, 건물 구조를 알 수 있다. 이와 같이 소방정보를 DB화 하면 사고현장에 대한 정보과약시간이 단축되어 국민의 소중한 재산을 보호할 수 있다. 소방대상물은 표 1과 같이 전국적으로 726,487건이며, 소방방재청은 2006년부터 각 시도별로 소방대상물을 전산화하는 사업을 추진 중에 있다.

소방대상물의 건축도면은 국토해양부의 건축행정정보시스템 세움터에서 등록·관리되며 소방방재청의 소방행정정보시스템과 연계하여 119긴급구조표준시스템을 통하여 소방대상정보를 다운로드 하여 사용하고 있다[16]. 소방대상물 건축도면은 2차원 도면으로 평면도, 배치도, 구성도 등으로 이루어져 있으며 종이도면을 스캐닝 한 이미지파일, 전산도면 형태의 CAD도면으로 되어 있다.

소방대상물의 전자도면은 도면작성용 CAD 소프트웨어를 사용하여 작성되어 있으며 표준작성지침이나 특정양식을 가지고 작성된 도면이 아니므로 사용자가 임의대로 작성한 도면이 대부분이다. 그러나 일반적인 전자도면 작성에 개념을 가지고 작성된 도면의 경우 도면을 작도하는 제도영역과 표제란, 윤곽선 및 여백을 구분하여 작성되어 있으며 도면의 예는 그림 1과 같다.

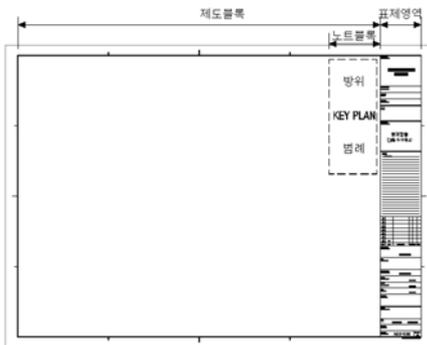


그림 1. 전자도면 작성양식의 예

2.2 소방업무용 도면리의 개선점

본 연구의 대상인 평면도의 경우 건축물의 층별 도면형태로 작성되어 있으며 각 도면에서는 기둥, 벽, 창호, 계단 등의 건축구조물 정보와 소방시설물의 정보를 포함하고 있다. 2007년에 인터넷 건축행정정보시스템의 인허가 접수를 위하여 건축도면의 작성권고안으로 제정된 “건축인허가용 전자설계도서 작성 및 접수편람(안)”의 기준을 따른 도면이 존재 하기는 하지만 대부분의 도면은 어떤 표준화된 설계방식에 대한 기준이 없이 작성된 도면이다. 이것은 CAD 사용자마다 설계방식이 모두 다르기 때문에 2차원 도면을 3차원으로 변환하기 위한 공간정보 객체의 정보를 추출하는데 많은 어려움을 가지고 있으며 2차원 건축도면의 문제점은 다음과 같다.

- ① 표준화된 설계방식이 없기 때문에 도면내의 정보를 인식하기 어렵다. 그림 2와 같이 여러 레이어(layer)에 대한 도면이 하나의 도면에 작성된 경우도 있다. 따라서, 그림 3과 같이 한 개의 도면파일에 하나의 레이어가 존재하는 표준 건축도면의 형태로 관리되어야 한다.



그림 2. 한 도면에 여러 층의 도면이 작성된 경우

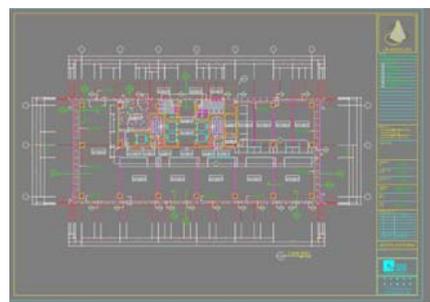


그림 3. 하나의 도면에 한 개의 층이 있는 표준건축 도면

표 1. 건축행정정보시스템의 시도별 소방대상물 수

2007년도 기준, 단위 : 건

서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	계
109,453	47,467	44,477	39,022	28,356	32,385	13,653	102,296	726,487건
강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	
33,324	22,725	53,440	53,440	24,316	61,112	60,369	9,976	

② 레이어 및 레이어명의 기준이 없기 때문에 그림 4에서 나타난 것과 같이 어떤 레이어가 벽체인지 또는 문, 창, 시설물 데이터에 대한 구분을 자동으로 판별을 할 수 없다. 따라서 소방업무에 2차원 도면을 효율적으로 관리하기 위해서는 레이어명을 통해서 실제 존재하는 도면의 내용을 파악할 수 있도록 레이어 명칭을 표준화할 필요가 있다.

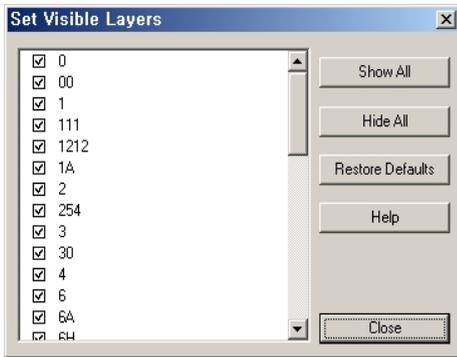


그림 4. 건축 CAD 도면의 레이어명

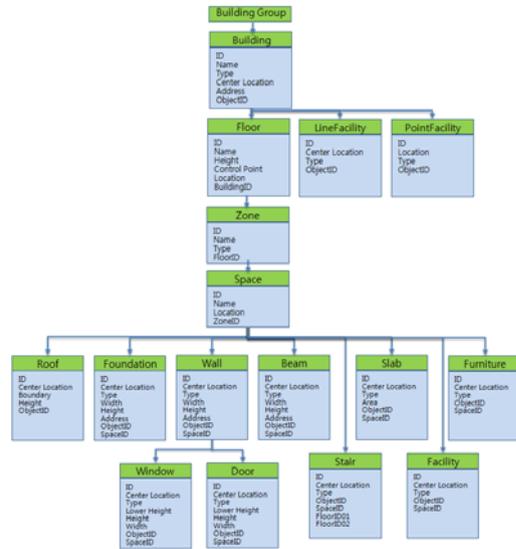


그림 5. 3차원입체공간정보 데이터모델

3. 3차원 공간정보 데이터모델

3.1 3차원 공간정보 데이터모델의 설계

본 연구의 3차원 공간정보는 2차원 건축CAD정보로부터 대상공간의 정보를 추출하여 건축물이 각 부분별로 되어 있는 공간을 대상으로 최소한으로 폐쇄된 공간으로 구획된 SPACE 단위의 공간분류를 수행한다. 일반적인 SPACE의 경계는 공간을 구획하는 물리적인 경계를 말하는 것으로서, 벽체, 창문, 벽 등을 의미한다.

3차원 공간정보 데이터모델에 대한 기존 연구결과에서도 알 수 있듯이 3D 모델이 기존의 2D CAD 도면의 모든 정보를 포함하고 있다면 3D 모델이 2D CAD도면을 완전히 대체할 수 있으나 조직의 업무분장, 소프트웨어 기술수준, 법제도적으로 인허가 행정업무에 필요한 도면의 형식이 2D 도면인 점등을 감안할 때 2D CAD도면의 3차원 공간정보 변환을 위한 데이터모델의 연구는 2D와 3D도면이 1대 1의 변환관계로 설정될 수 없다는 것이다[17].

3차원 공간정보의 데이터 모델은 그림 5와 같다.

3.2 2차원 건축도면에서 3차원 공간객체 추출 알고리즘

본 연구의 대상이 되는 2차원 건축도면은 건축인허가시 제출하는 전자설계도서로서 CAD 프로그램을 이용하여 구축된 도면이다. 구축된 도면은 언급한 바와 같이 표준화된 도면작성 양식이 없고 다양한 사용자의 설계방식에 의해 작성된 도면이다.

이러한 건축도면을 3차원 공간정보로 구축하기 위해서는 다음과 같은 절차와 알고리즘 적용하여 3차원 실내공간 객체를 추출하여 입체공간정보로 변환해야 한다.

3.2.1 건축도면 CAD파일 포맷 분석

변환대상 CAD파일을 분석하여 입체공간정보로 변환이 가능한 도면인지를 분석한다. 먼저, 건축도면이 한 개의 도면파일에 하나의 레이어를 담고 있는 도면인지 판별하고 건축도면에 필수적인 도면명, 범례 등에 대한 필수구성요소를 가지고 있는지 분석한다. 또한 2차원 전자도면 파일이 가지고 있는 레이어 정보를 분석하여 건축물의 주요구조물인 벽, 문, 창, 기둥, 소화시설 등의 정보를 자동으로 분석한다.

3.2.2 입체 공간을 구성하는 주요 레이어 추출

전자도면의 레이어 정보를 분석하여 입체 공간을 구성하는 주요 레이어명이 포함된 레이어를 자동으로 추출한다. 레이어 명칭에서 “CEN”, “WAL”,

“DOOR”, “WIN”, “COL” 등의 단어가 포함된 레이어명은 각각 중심선, 벽, 문, 창, 기둥의 정보를 담고 있을 것으로 추정할 수 있기 때문이다.

- ① 중심선 : “CEN”을 포함한 명칭을 가진 레이어를 벽체의 중심선객체로 추출한다.
- ② 벽 : “WAL”을 포함한 명칭을 가진 레이어를 벽체 객체로 추출한다.
- ③ 문 : “DOOR”을 포함한 명칭을 가진 레이어를 문 객체로 추출한다.
- ④ 창 : “WIN”을 포함한 명칭을 가진 레이어를 창 객체로 추출한다.
- ⑤ 기둥 : “COL”을 포함한 명칭을 가진 레이어를 기둥 객체로 추출한다.
- ⑥ 기타 : 소방 및 기타시설물의 정보를 추출한다.

추출된 형상 중에 중심선과 벽체의 경우 선(LINE) 형태의 객체로 구성되어 있다. 문과 창의 객체의 경우 각각의 정보가 해당 레이어에 있어야 하며, 문과 창을 설계 시 선(LINE)을 통한 작업이 아닌 블록(BLOCK)으로 구성되어 있는 문·창을 추출한다.

3.2.3 객체의 형상의 형태를 분석하여 공간(SPACE)를 구성

추출된 각 객체의 형상의 형태를 분석하여 벽체의 중심선과 벽, 문, 창, 기둥과의 상관관계를 분석한 후 실내 입체공간을 구성한다.

- ① 레이어 정보와 선(LINE) 정보 분석
- ② 객체 정보 분석을 통한 벽면 생성 위치 결정
- ③ 허용 오차범위 내에 3차원 공간 자동 생성
- ④ 문, 창 등 설계 요소의 자동 3차원 변환

3.2.4 3차원 공간 위상구조 생성
추출된 벽체와 문, 창, 기둥, 시설물 등의 위상을 분석하여 3차원 공간정보의 위상구조를 생성한다.

- ① 벽체와 외벽의 중심선을 가지고 공간을 분석하여 실내공간(SPACE)를 자동 구성한다.
- ② 실내공간에 구성하는 문, 창, 기둥을 객체의 형태를 분석하여 해당하는 객체로 변환하여 실내공간에 속하도록 정보를 구축한다.
- ③ 배관 등의 라인기반 시설물과 소화기 등의 소방시설물은 포인트기반 시설물로 해당하는 공간에 속하도록 정보를 구축한다.

3.2.5 3차원 공간정보 변환

이전단계에서 위상구조와 정보가 부여된 실내공

간과 객체를 3차원으로 변환하여 3차원 데이터로 저장한다.

- ① 벽체의 중심선과 두께를 통해서 변환한다.
- ② 문은 외곽선의 면적에 따라 외여단이, 양여단 등 형태로 변환 한다.
- ③ 창문의 미서기(Sliding Window)의 형태에 따라 2짝, 4짝 미서기 창으로 변환한다.
- ④ 소화기, 소화전, 스프링클러 등은 소방시설 3차원 라이브러리를 활용하여 해당 위치에 변환한다.

4. 3차원 공간정보 구축 툴 구현

3.2에서 연구된 바와 같이 2차원 건축도면으로부터 3차원 공간정보를 추출하는 알고리즘을 적용하였다. 3차원 공간정보 추출 알고리즘을 적용하여 2차원 건축도면을 자동으로 변환하고, 자동변환이 되지 않는 시설물 객체에 대해서 수작업의 입력 방법을 통하여 3차원 공간정보를 구축하는 툴을 구현하였다.

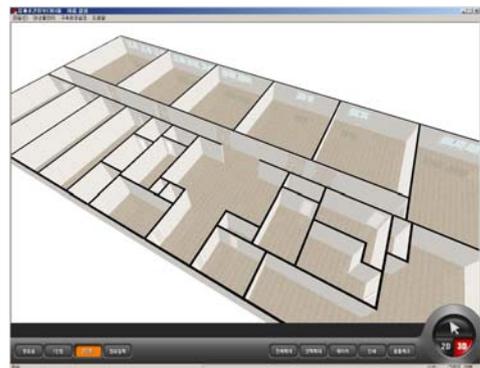


그림 6. 3차원 공간정보 구축툴의 메인화면

3차원 공간정보 구축 툴은 일선 소방서의 소방관이 업무에 직접활용이 가능하도록 PC기반에서 운영이 되도록 OpenGL과 C++을 활용하여 개발하였으며 메인화면은 그림 6과 같다.

개발된 3차원 공간정보 구축 툴의 주요기능은 다음과 같다.

4.1 건축도면의 3차원 자동변환기능

- ① 그림 7과 같이 변환대상의 건축도면을 입력받아 도면정보를 확인한다.

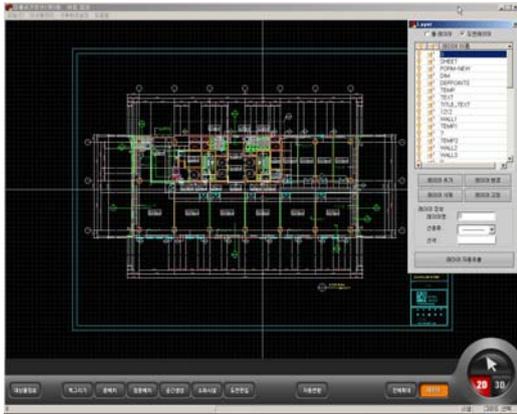


그림 7. 건축도면의 원본 도면



그림 9. 자동 변환된 3차원 공간정보 화면

② 그림 8은 건축 도면에서 3차원 공간정보 구축에 필요한 공간, 벽, 문, 창문, 소방시설물의 레이어를 추출한 화면이다.



그림 8. 건축도면에서 공간정보대상 레이어 추출

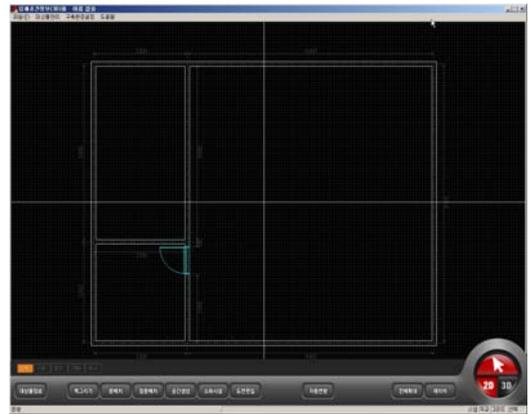


그림 10. 벽면 및 공간설계 화면

② 문, 창, 기둥, 계단 등의 구조물 설계기능
문, 창, 기둥, 계단의 각각의 형태와 치수 정보를 입력하여 구조물을 설계하는 기능이다.

③ 그림 8에서 변환된 3차원 공간정보 대상 레이어 및 객체는 3.2의 알고리즘 변환에 따라 그림 9와 같이 3차원으로 변환 된다.

4.2 3차원 공간정보 설계 기능

그림 10, 그림 11, 그림 12는 각각 소방대상 건축도면에서 공간설계, 구조물설계, 소방시설물설계를 위한 기능 화면을 나타내고 있다.

① 벽면 및 공간설계 기능

중심선과 두께정보를 가지고 내부벽면과 외벽을 작도하여 공간을 설계하는 기능이다.



그림 11. 3차원 구조물설계화면

③ 소화시설 등의 소방 시설물 설계기능

소방업무의 대상이 되는 소화기, 소화전, 스프링클러 등의 점형 소방시설물을 라이브러리를 활용하여 설계하는 기능이다.



그림 12. 3차원 소방시설물 설계 화면

5. 결론

본 연구에서는 소방 대상 시설물 도면의 3차원 공간정보를 구축하기 위한 연구를 수행하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

소방업무에서 사용되고 있는 2차원적인 건축도면의 관리현황을 조사하고 소방업무용 도면관리의 개선점을 파악하였다.

소방업무에서 사용되고 있는 다량의 2차원 건축도면을 3차원 공간정보를 변환하기 위해서 건축도면에서 3차원 공간객체를 추출할 수 있는 알고리즘과 이를 담을 수 있는 3차원 공간정보 데이터모델을 제안하였다.

또한 실제 소방업무에 사용하기 위하여 3차원 공간정보 구축 툴을 개발하였으며 이를 통해 2차원 건축도면을 신속하게 3차원 공간정보로 구축할 수 있었다.

본 연구에서 개발된 2차원 건축도면을 3차원 공간정보로 구축할 수 있는 툴을 통해 실제 소방방재 업무의 예방, 대비, 대응, 복구 단계에서 업무의 활용도를 향상 시킬 수 있을 것으로 사료된다.

다만, 2차원 건축도면을 모두 3차원으로 자동 변환하기에는 불특정 다수가 설계하는 다양한 도면의 형태를 완벽하게 분석해야하는 추가적인 연구가 필요하다. 또한 소방방재업무에서 많이 활용하는 있는

건축도면을 3차원 공간정보로 쉽게 변환할 수 있도록 3차원 공간정보 구축용 “건축도면의 작성 표준안”을 제시하여 소방방재업무에서의 활용도를 높일 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] Zlatanova, S., Holweg, D., 2004, “3D Geo-Information In Emergency Responce: A Framework,” Proceedings of the Fourth International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT' 2004).
- [2] Erving, A., Rönholm, P, Nuikka, M, 2009, “Data Integration from Different Sources yo Create 3D Virtual Model,” Proceedings of the 3rd ISPRS International Workshop 3D-ARCH 2009, Trento, Italy.
- [3] Lee, J., Zlatanova, S., 2008, “A 3D Data Model and Topological Analyses for Emergency Response in Urban Areas,” Geo-Information Technology for Emergency Response, Eds. Taylor & Francis, Bristol, PA, pp. 143-168.
- [4] Schulte, C., Coors, V., 2008, “Development of a CityGML ADE for Dynamic 3D Floor Information,” Joint ISCRAM-CHINA and GI4DM Conference on Information Systems for Crisis Management.
- [5] 김경민, 2008, “3차원 실사 데이터 모델링 기법과 유비쿼터스 정보통신 환경과 기술을 이용한 도시 건축물 방재 시스템화,” 2008년도 의료법학회·재난정보학회 공동 학술발표대회 및 국제재난정보 심포지움, pp. 151-166.
- [6] 주효진, 김옥일, 2003, 재해재난관리체계 통합방안 -지방의 소방행정체계 설계방안을 중심으로, 대구 경북개발연구원.
- [7] 고일두, 최중현, 김이두, 정연석, 이재민, 2008, “BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출,” 한국GIS학회지, 제16권, 제2호, pp. 249-261.
- [8] 이명훈, 안병주, 김재준, 2009, “3D CAD 공간 정보를 활용한 방재 시스템 개선에 관한 기초 연구-다중이용시설물 중심으로,” 한국건축시공학회 2009년도 춘계 학술논문 발표대회 논문집, 제9권, 제1호, pp. 189-193.

[9] 성문희, 황지은, 최진원, 2002, 웹 기반 조립식 3 차원 가상 모델에 관한 연구, HCI2002.

[10] 류근원, 박인혜, 김혜영, 전철민, 2006, “내부공간 대피 시뮬레이션을 위한 3차원 GIS 데이터 모델링,” 한국인터넷정보학회 2006 정기총회 및 추계학술발표대회 논문집, 제7권, 제2호, pp. 207-212.

[11] 박인혜, 이지영, 2009, “실내공간에서의 시간 가변적 최적경로 탐색,” 한국GIS학회지, 제17권, 제3호, pp. 361-370.

[12] 박인혜, 전철민, 이지영, 2008, “CA 모델을 이용한 GIS 기반 화재 대피 시뮬레이션,” 한국GIS학회지, 제16권, 제2호, pp. 157-171.

[13] 권수연, 이운선, 안병주, 김희율, 김재준, 2008, “3D CAD 공간정보를 추출하기 위한 기초연구,” 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, pp. 645-648.

[14] 법제처 종합법령정보센터, 소방기본법, <http://www.klaw.go.kr>.

[15] 강영욱, 2005, 건축물정보 정비방안 연구, 서울시정개발연구원.

[16] 국립방재연구원, 2008, 특정관리대상시설의 온라인 안전관리시스템 설계방안 연구.

[17] 권오철, 조찬원, 2008, “BIM 도입을 고려한 2D 전자도면 표준 발전방향에 관한 연구,” 대한건축학회 논문집, 제24권, 제5호, pp. 49-57.

논문접수 : 2010.11.16
 수정일 : 1차 2010.12.02
 심사완료 : 2010.00.00



이 윤

1998년 한양대 대학원 도시정보공학 석사
 2008년~현재 서울시립대학교대학교
 공간정보공학 박사과정
 2000년~현재 (주)한국공간정보통신
 상무이사

관심분야는 3D GIS, 소방/방재



김 인 현

1995년 한양대 환경대학원 지역정보체
 계(GIS)학과 석사
 2000년 한양대학교 도시공학과 박사수료
 1998년~현재 (주)한국공간정보통신
 대표이사

관심분야는 GIS, 도시공학



최 윤 수

1992년 성균관대학교 대학원 공학박사
 1994년 측량 및 지형공간정보기술사
 2008년~현재 한국GIS학회 부회장
 2001년~현재 서울시립대학교 공간정
 보공학과 정교수

관심분야는 GIS, 측량



오 규 식

1991년 미국 캘리포니아 버클리대학
 교 환경계획학 박사
 2000년~현재 한국조경학회 이사
 2001년~현재 한국도시설계학회 총무
 이사/편집위원

1993년~현재 한양대학교 공과대학 도시공학과 교수
 관심분야는 도시공학