

## 공간 DBMS를 이용한 실내 공간관리시스템

# An Indoor Space Management System using a Spatial DBMS

이현진\* · 김혜영\*\* · 전철민\*\*\*

Yi, Hyun Jin · Kim, Hye Young · Jun, Chul Min

### 요旨

지금까지 연구되어온 대부분의 3차원 모델은 외부 볼륨에 대해 이론적인 토폴로지 모델과 부분적인 구현에 초점이 맞추어져 있다. 최근에는 CityGML이나 IFC와 같이 실내공간에 대한 모델들도 제안되거나 상용화되고 있으나 실내 공간에 대해서 완전한 토폴로지를 구현하는 것은 데이터 모델이 지나치게 복잡해지거나, 응용 분야에 따라서는 이러한 완전한 모델이 불필요한 경우가 많다. 또한 현재 상용화된 공간 DBMS에서 3차원 토폴로지와 관계된 함수를 완전히 제공하지 않기 때문에 구현상에 어려움이 있다. 본 연구에서는 이의 해결 방법의 하나로써 2차원 GIS 구조에 저장된 토폴로지 특성을 이용하여 멀티-레이어화된 실내 공간 3차원 모델을 제안한다. 본 연구에서는 공간 DBMS중 하나인 PostGIS 활용하여 제안된 모델을 구축하는 과정과 이렇게 설계된 데이터베이스 스키마를 활용하여 캠퍼스 공간정보 시스템을 구현하고 실행시키는 과정을 설명한다.

핵심용어 : 3차원 GIS, 3차원 모델, 공간 DBMS, 실내 공간관리

### Abstract

Most 3D models found in the literature focus on theoretical topology for exterior 3D volumes. Although there are a few indoor models such as CityGML or IFC, implementing a full topology for the indoor spaces is either less practical due to the complexity or not even necessary in some application domains. Moreover, current spatial DBMSs do not support functionalities explicitly for 3D topological relations. In this study, an alternative method to build a 3D indoor model with less complexity in spatial DBMS is suggested. Focusing on the fact that semantic attributes can be stored on the floor surface, we suggest a multi-layered 3D model for indoor spaces. We show the process to build the proposed model in the PostGIS, a spatial DBMS. And, then, as an example application, we illustrate the process to build and run a campus building information system.

Keywords : 3D GIS, 3D model, spatial DBMS, indoor spatial management

## 1. 서론

현재까지의 GIS기술에 대한 연구나 그 활용은 주로 실외의 공간에 대하여 이루어져 왔다. 실외 공간을 다루는 2차원 GIS데이터는 객체의 볼륨을 나타내는 지오메트리와 지오메트리간의 연관관계를 표현하는 토폴로지가 결합되어 있다. 이러한 데이터를 통해 실외의 공간을 가시화 하고 토폴로지를 통해 공간분석을 하는 기술은 오랜 기간 연구되어져 왔으며 매우 성숙한 기술이다. 최근에는 도시구조의 수직화와 복잡화로 인해 3차원 GIS의 필요성이 부각되고 있다. 또한 유비쿼터스 기

술에 대한 관심이 증대하면서 실내에 다양한 센서들을 설치하고 이러한 정보를 기반으로 분석하거나 표현하는 등의 응용을 위해서 실내 공간에 대한 데이터 구조 정의에 대한 필요성도 증대되고 있다.

하지만 3차원 GIS 기술은 아직 초기의 단계이며, 주로 2차원 GIS에 높이 값을 부여한 2.5차원의 볼륨 가시화와 부분적인 토폴로지 구현에 머물고 있으며, 이론적인 완전한 토폴로지에 대한 연구만이 진행되고 있다. 이것을 실내 공간으로 확장하여 실내 공간에 대한 3차원 GIS데이터를 모델링한 연구가 있으나, 이는 그 계산 과정이 매우 복잡하고 현재 상용화된 공간 DBMS에서

2009년 10월 16일 접수, 2009년 11월 18일 채택

\* 서울시립대학교 대학원 공간정보공학과 석사과정(hjyi@uos.ac.kr)

\*\* 서울시립대학교 대학원 공간정보공학과 박사과정(mhw3n@uos.ac.kr)

\*\*\* 교신저자 · 정희원 · 서울시립대학교 공간정보공학과 교수(cmjun@uos.ac.kr)

는 3차원 토폴로지와 관계된 함수를 완전히 제공하지 않기 때문에 구현상에 어려움이 있다. 즉, 3차원 GIS 모델을 실내에 적용하는 것은 아직 초기 단계이며 아직 실용적인 응용을 위해서는 해결할 점이 많은 실정이다.

하지만 상황에 따라서는 이렇게 완전한 토폴로지에 기반한 모델이 아니더라도 실내공간에 대한 응용이 가능한 경우가 있다. 예를 들면, 벽과 천정 등 실내공간의 모든 요소에 대한 정보 대신에 공간의 평면 바닥에 기반하여 위치파악이나 분석 등의 응용을 요구하는 경우이다. 대규모 건물이나 건물군의 공간을 관리하거나 안내를 하는 경우가 이에 해당된다. 본 연구에서는 캠퍼스의 공간관리를 위한 데이터 모델과 시스템 구축과정을 제시한다.

캠퍼스와 같은 대규모 시설은 제한된 공간을 효율적으로 활용하고 관리하기 위해서 현재의 공간 사용현황을 쉽게 파악하고, 다양한 통계 및 집계 기능을 필요로 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 시설물 관리 분야에서는 CAD/GIS를 사용하여 관리 시스템을 구현한 사례들이 있다. 하지만 대부분의 시스템은 공간데이터와 속성데이터가 이원화된 구조를 가지고 있다. 이러한 체계는 공간과 속성이 복잡하게 연결되어 있는 정보를 제공하는 데에는 한계가 있으며, 속성데이터의 수정이나 도형정보의 수정이 발생할 경우 해당 갱신작업 또한 따로 분리하여 수행되어야 한다. 이는 관리자의 많은 시간과 노력을 필요로 하며, 상호 데이터간의 불일치를 야기할 수 있다.

실내공간 관리에서는 공간의 도면정보에 연관된 속성정보를 주제별로 다양하게 표현 및 검색할 수 있어야 하며, 이렇게 검색된 정보를 쉽게 파악할 수 있도록 데이터의 집계 및 통계 기능을 제공해야 한다. 또한 학기마다 주기적으로 변화하는 강의실의 변동뿐만 아니라 연구기관의 이동이나, 교수의 신규 임용 등으로 인해

발생하는 공간 속성의 변화에 따라 쉽게 데이터를 수정할 수 있어야 한다. 이와 같이 실내 공간 관리에서 사용되는 주요 데이터들은 건물의 층을 중심한 평면도로 구성되어져 있고, 공간관리 시스템에서 사용되는 기능 또한 평면적인 토폴로지에 기반하여 정보를 요하는 부분이 많다.

이에 본 연구에서는 공간 DBMS를 사용하여 멀티레이어화된 실내 공간 모델을 제안한다. 3차원 좌표를 가지는 2차원 GIS레이어를 기반으로 하여 이를 멀티레이어로 중첩하여 구성하는 모델을 이용한다. 공간데이터베이스는 하나의 레코드에 geometry 필드와 속성 필드를 동시에 저장할 수 있다. 본 연구에서는 공간 DBMS 중 하나인 PostgreSQL의 공간 부분 Extension인 PostGIS 활용하여 제안된 공간데이터모델을 구축하였다. 또한 최신의 데이터 제공 및 관리를 위해서 Client/Server 구조의 시스템으로 구축하였으며, 이렇게 구성된 데이터베이스 스키마를 캠퍼스 공간에 적용하여 공간정보 관리 시스템을 구현하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 3D 모델링

토폴로지는 공간 객체들 사이의 관계성을 표현하기 위한 매커니즘이며 공간 객체를 표현하는 지오메트리들의 분석을 요하는 작업에서 토폴로지구조는 공간분석의 기본 요소가 된다. 2차원이나 2.5차원의 공간객체에 대한 토폴로지구조는 이미 보편화 되어 있는 기술이며 많은 상용 GIS 어플리케이션 뿐만 아니라 공간데이터베이스에도 토폴로지에 대한 기능들이 포함되어져 있다. 하지만 3차원 GIS에서 연구되는 3차원 모델은 주로 3차원 객체에 대한 가시화에 초점이 맞추어져 있다. 3차원 객체에 대한 토폴로지 모델에 대한 연구가

표 1. 3차원 토폴로지 구조 (Oosterom, 2002)

	사용된 프리미티브	토폴로지 테이블	명시적관계	전체 테이블수	규칙
3D FDS	node, arc, edge, face	arc, edge, face	node-on-face node-in-volume arc-partof-line arc-on-face arc-in-volume	8	Space Partition
TEN	node, arc, triangle, tetrahedron	arc, triangle, tetrahedron	tri-partof-surf arc-partof-line	5	Space Partition
SSM	node, face	face, line, surface, volume	node-in-volume face-in-volume	6	Space Partition

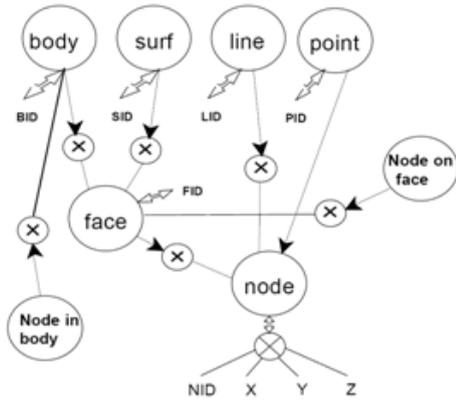


그림 1. Simplified Spatial Model(SSM) (Zlatanova, 2000)

다수 있으나, 아직은 3차원 객체의 완전 토폴로지를 구현하지 못하고 있기 때문에 3차원 공간 분석에 적용하기에는 한계가 있다.

현재까지 연구된 대표적인 3차원 토폴로지 모델에는 3D FDS, TEN, SSM 등이 있다. 표 1은 각각의 토폴로지 구조들의 구성 요소와 파라미터들을 보여준다. 각각의 모델들을 적용하여 공간데이터베이스에 3차원 객체들을 저장하고 질의하는 연구가 수행된 바 있다 (Oosterom, 2002).

3D FDS(Formal Data Structure)는 처음으로 제안된 지오메트릭과 세멘틱 속성을 포함하는 공간 객체를 표현하는 데이터 구조이다. TEN(Tetrahedral Network)은 오염, 구름과 같이 불분명한 경계를 가지는 객체들을 표현하기 위해서 3D FDS 모델에 대한 대안으로써 제안되었다. 이 모델은 node, arc, triangle, tetrahedron을 프리미티브로 하는 simplex 개념을 바탕으로 모델링되었다. SSM(Simplified Spatial Model)은 웹에서 가시화에 대한 질의를 수행하기 위해서 고안되었다. 그림 1과 같이 기본적인 객체는 body, surface, line, point 4개이지만 face, node의 2개 프리미티브만으로 구성되어 있다(Zlatanova, 2000).

## 2.2 공간관리 시스템

시설물의 현황을 정확하게 파악하고 유지, 관리하는 어려움을 해결하기 위해서 시설물관리에 대한 전산화가 요구되고 있다. 이렇게 전산화된 관리 시스템은 단순 중복 작업의 과다 발생을 막을 수 있으며, 경영자 및 관리자의 의사 결정에 도움을 줄 수 있다. 시설물 관리 분야에서는 CAD/GIS를 사용하여 시설물 관리 시스템을 연구 하였으며, 여러 구형 사례들이 있다(정용환 외, 2008).

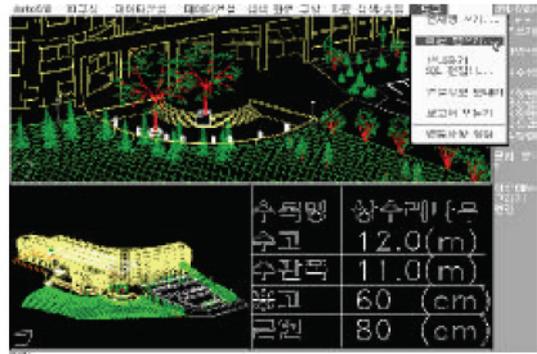


그림 2. CAD시스템을 이용한 시설물관리 패키지(변종봉, 2000)

변종봉(2000)은 CAD시스템을 이용한 시설물관리 패키지를 개발하였다. 그림 2는 시설물 관리 시스템의 화면이다. 이 패키지는 AutoCAD 자체가 갖는 장점인 수치, 위치의 정확성과 3차원 표현 능력을 이용하여, 시설물의 입체적 가시화 및 관리에 대한 가능성을 보여주었다. 그러나 AutoCAD 시스템의 특성상 도면의 크기가 클 때 프로그램의 작동속도가 느려지며, 잘못된 명령으로 인해 모든 속성자료가 삭제될 위험을 안고 있다.

정연용(2006)은 범용 CAD 소프트웨어인 AutoCAD와 RDBMS를 연결하여 위치정보와 속성정보의 통합을 통해 대학 캠퍼스의 일부공간에 대한 관리 시스템을 구축하였다. 이 시스템은 2차원 CAD도면에 대한 자세한 속성정보를 보여주며, 관리의 편의를 위해 공간예약 기능을 제공하는 등의 기능을 가진다. 하지만 공간데이터가 CAD데이터 파일로 관리됨으로 인해 공간과 속성데이터가 이원화 되어 공간 연산, 데이터 삽입, 삭제, 수정 등에는 어려움이 있으며, 공간 지오메트리의 변경시 해당되는 속성 데이터를 별도로 변경해야 하는 한계가 있다.

기존 연구 사례를 살펴보면 상용의 CAD 프로그램을 DBMS와 연계시켜 건물 관리 패키지를 개발하는 연구만이 주로 진행되었을 뿐, 공간 DBMS를 기반으로 한 공간 관리의 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 공간 관리 시스템의 구축에 있어 구성되어 지는 공간 데이터 및 속성데이터가 이원화 되어 있고 공간 데이터의 경우 파일 기반으로 구성되어 있어 시스템 성능의 저해요인으로 작용하였다. 공간 DBMS를 활용하면 기존의 파일 기반으로 활용되었던 도형 데이터를 데이터베이스 테이블에 지오메트리 타입의 형태로 저장 가능하며, 공간의 속성정보 또한 하나의 DBMS 상에서 관리할 수 있다. 건물의 공간 관리와 같이 방대한 양의 공간정보와

다양한 속성정보를 동시에 관리해야 하는 경우에 있어서 공간 DBMS는 그 활용도가 매우 높다고 할 수 있다.

### 3. DBMS 기반의 멀티-레이어 모델

실내 공간에 대한 기본적인 정보를 나타내기 위해서는 각 공간의 모양과 배치에 관한 공간정보와 각각의 방의 명칭, 면적 등의 속성정보 등과 같은 속성정보가 필요하다. 공간에 대한 속성은 더 나아가 해당 공간을 사용하고 있는 부서나 권리 관계의 표현으로 확장될 수 있다. 이러한 특성을 가지는 실내 공간을 표현하기 위해서 CityGML 데이터를 공간데이터베이스에 저장하고 이를 웹을 통해 가시화 하는 연구(정장윤, 2009)가 수행되었다. 그러나 이러한 연구들은 부분적인 3차원 토폴로지를 구현한 것으로, 완전 토폴로지 기반의 3차원 모델을 데이터베이스를 통해 구축하는 것은 매우 복잡하며 구현이 어렵다. 또한 캠퍼스의 공간은 사용부서의 변경 또는 공간의 분할 등에 의해서 공간데이터와 속성데이터들이 빈번히 변화한다. CityGML과 같이 실내공간을 3차원으로 표현하는 데이터는 복잡한 데이터 구조로 인해 공간을 분할하거나 수정하는 경우 데이터의 일관성을 유지하기가 매우 어렵다.

공간관리를 위한 공간데이터는 데이터베이스상에서 쉽게 변경이 가능하여야 하며, 현 공간에 대한 정보를 웹또는 PDA로 서비스하기 위해서는 경량화된 데이터 구조가 필요하다. 이를 해결하기 위한 방안으로 본 연구에서는 실내 공간 어플리케이션에 적용하기 위한 2차원 멀티-레이어 공간데이터 모델을 제안한다.

그림 3와 같이 층을 구성하는 각각의 공간은 (x, y, z)의 3차원 좌표를 가지는 2차원 폴리곤으로 구성되어 있다. 따라서 건물의 층간 높이는 인접한 층별 레이어의 z값의 차로 정의할 수 있다. 각각의 공간 지오메트리는 데이터베이스상에서 테이블 내에 한 개의 레코드로 저장된다. 이렇게 구축된 멀티-레이어 데이터는 공간DBMS상에서 2차원의 토폴로지를 유지하게 하므로 Equal(), Disjoint(), Intersect(), Touch(), Cross(), Within(), Contains(), Overlap() 등의 함수를 사용해서 토폴로지 관계를 질의할 수 있다. 공간데이터베이스는 하나의 레코드에 지오메트리 필드와 속성 필드를 동시에 저장할 수 있다. 따라서 분할된 하나의 폴리곤 지오메트리에 건물과 층을 나타내는 속성을 추가하여 레이어를 층별로 구분할 수 있도록 하였다.

실내공간의 네트워크 구조를 표현하기 위해서 복도와 복도에 인접한 방을 1대1로 연결시키는 자동화된 알고리즘을 통해 GNM(geometric network model)을

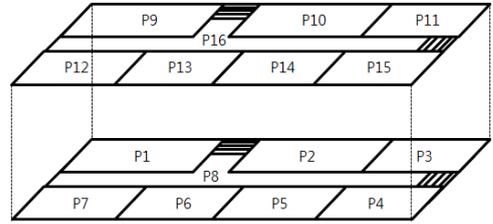


그림 3. 2차원 멀티-레이어 모델

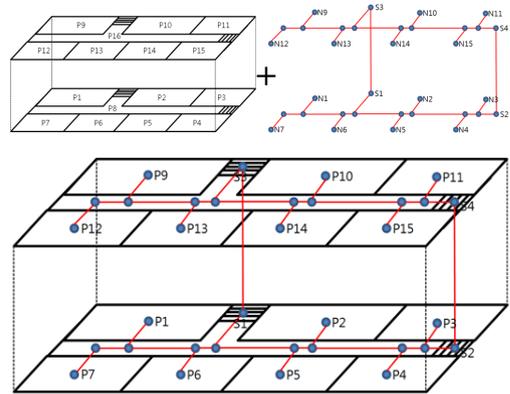


그림 4. 확장된 2차원 멀티-레이어 모델

생성하는 연구가 있다(J Lee, 2004). 본 연구에서는 제안된 모델에 이러한 네트워크 데이터를 추가하여 그림 4와 같은 모델을 생성할 수 있다. 이렇게 네트워크 데이터를 임베딩하여 길찾기와 같은 추가적인 기능을 확장이 가능하다.

제안된 2차원의 멀티-레이어 모델만으로도 공간에 대한 배치정보를 제공하고 추가적으로 최단경로 길 찾기와 같은 기능을 구현하기에는 충분하다. 모델에서 객체들은 3차원 좌표를 가지고 있기 때문에 실내에 적용되는 다양한 센서의 geo-referencing이 가능하며, 센서에서 취득된 데이터의 다양한 가시화가 가능하다. 또한 3차원 실내건물 정보를 2차원 GIS데이터를 사용하여 SDBMS에 저장함으로써 3차원데이터보다 경량화된 형태로 데이터를 유지, 관리할 수 있고 웹이나 PDA에 서비스 할 수 있다.

### 4. 데이터 구축

본 연구에서는 제안된 2차원 멀티-레이어 모델을 구현하기 위해서 PostgreSQL의 공간부문 Extension인 PostGIS를 사용하였다. PostgreSQL/PostGIS는 오픈소스로 제공되고 있으며 OGC의 SQL을 위한 Simple

Features Specification을 기반으로 구현되어 표준화된 다양한 함수들과 비교적 안정적인 성능 및 기능을 지원하는 것으로 평가되고 있다.

본 연구에서 제안된 모델은 캠퍼스 전체 공간의 건물에 적용되었으며, 사용된 기본 데이터는 공간을 표현하기 위한 CAD 데이터와 그에 관련된 속성이 저장된 Excel 데이터이다. CAD 데이터는 데이터의 정확성을 위해서 건축물 설계와 준공시 사용된 것으로 하였다. 그림 5와 같이 CAD데이터는 GIS데이터로 변환하여 건물의 주요 공간데이터인 방들이 하나의 폴리곤 지오메트리를 가지도록 하였다. 여기에 사용된 CAD데이터는 실내 공간을 정확하게 표현하기 위해서 공간과 공간 사이의 벽면과 기둥까지 표현되어져 있다. 따라서 CAD 데이터에서 변환된 폴리곤은 이 벽면정보로 인해서 서로 떨어져 있기 때문에 인접한 폴리곤간의 인접관계를 표현할 수 없다. 이를 해결하기 위해서 벽면의 중심선을 따라 인접한 두 폴리곤을 수정하여 상호 토폴로지 관계가 유지되도록 하였다. 이렇게 층별로 각각 분할된 GIS 레이어들은 폴리곤 타입으로 PostGIS에 저장된다. 추가적으로 건물의 주요 정보인 외곽선, 출입구, 계단 등의 정보를 담고 있는 도면 정보는 GIS 데이터 상에서 폴리라인 타입으로 정의되며 이 또한 DBMS에 저장된다.

또한 공간의 속성을 관리하던 Excel 데이터는 건물

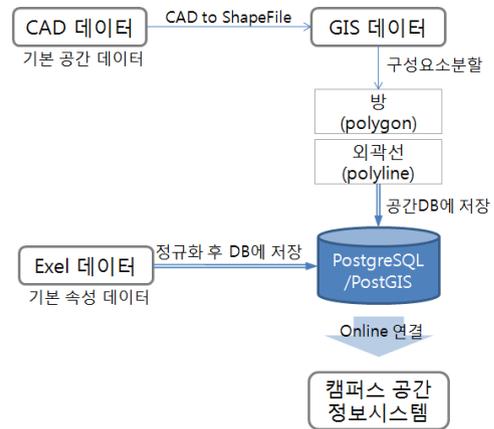


그림 5. 데이터 구축 과정

속성(호실, 면적 등), 부서, 용도, 교수 등의 테이블로 나뉘어져 데이터베이스에 저장된다. 공간데이터베이스의 특성으로 인해 공간을 나타내는 폴리곤과 주요 속성들은 동일한 테이블에 저장되며, 정규화의 원칙에 따라 구축되었다.

본 연구에 사용된 데이터베이스의 스키마는 그림 6의 ERD에서와 같이 공간 데이터의 지오메트리 정보와 공간의 속성정보를 함께 담고 있는 테이블(GisLayer)을 중심으로 구축되어 있다. 폴리곤이 포함된 빌딩에

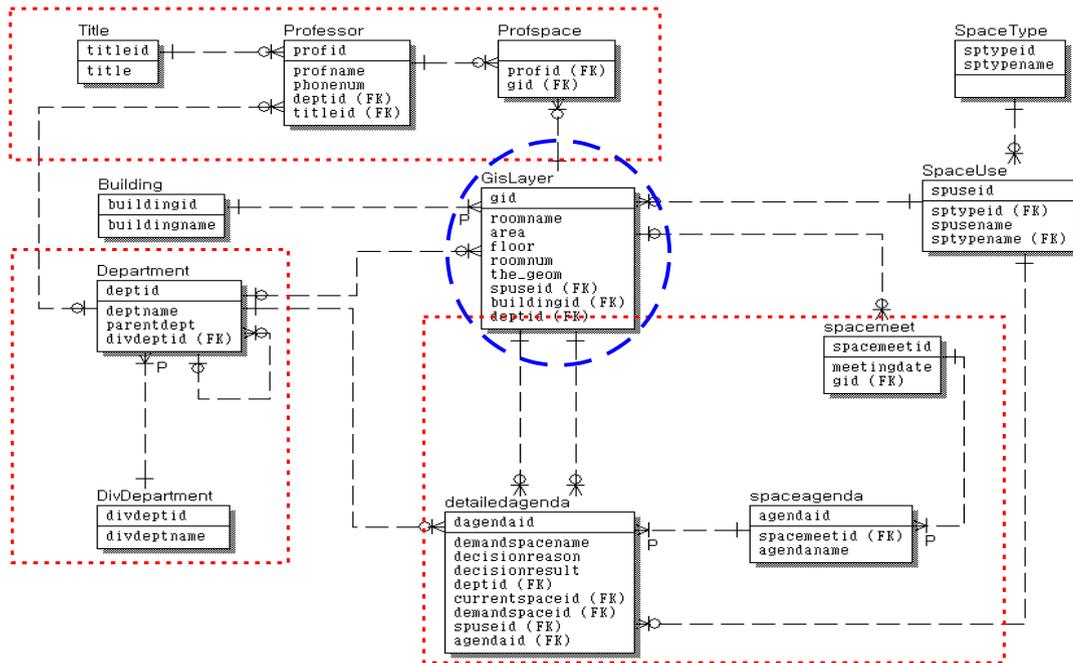


그림 6. 본 시스템의 Entity-Relationship Diagram

대한 정보를 위한 Building 테이블, 용도 표현을 위한 SpaceUse 테이블, 공간을 사용하고 있는 부서정보를 가지고 있는 Department 테이블은 각각 1:N 관계를 가지고 GisLayer 테이블과 연결되어져 있다. 하지만 연구실이나 실험실과 같은 경우 한 공간을 여러 교수가 함께 사용할 수 있다. 이렇게 Professor 테이블과 GisLayer 테이블은 N:M 관계를 가지므로 이러한 관계 해소를 위해 intersection table인 Profspace 테이블을 추가하였다.

공간이 포함된 부서의 정보를 가지고 있는 Department 테이블은 셀프 조인을 하도록 구성되었다. 따라서 대학, 학부, 학과의 위계적인 분류가 가능해진다. 이러한 구조는 어플리케이션에서 위계적인 집계 기능을 가능하게 해준다. 마지막으로 공간조정회의업무의 처리 및 회의 내용의 기록을 위해 그림 6의 spacemeet, spaceagenda, detailedagenda 와 같은 테이블들에 관계를 부여하여 공간조정 관리 기능에 반영하고자 하였다.

위와 같이 공간데이터와 속성데이터 테이블들을 관계형 데이터베이스 구조에 기반하여 구현함으로써 캠퍼스와 같이 빈번히 발생하는 공간의 변화를 신속히 데이터베이스에 반영할 수 있다. 또한 공간데이터와 속성데이터가 일원화 되어 있어 어떠한 수정에 대해서도 두 데이터간에 완전성(integrity)과 일관성(consistency)를 보장 할 수 있다.

### 5. 시스템 인터페이스 구축 및 테스트

본 연구에서 구축하고자 하는 캠퍼스 공간 관리 시스템의 목적은 대학이 보유하고 있는 공간에 대한 현황을 관리하고, 공간의 이동이나 변화를 쉽게 데이터베이스에 반영하며, 공간의 효율적 활용을 위해서 공간의 요청 및 승인, 조정 업무를 신속히 진행할 수 있도록 하는 것이다. 이러한 요구들을 충족하기 위한 본 시스템의 주요기능을 정리하면 다음과 같이 대략 4가지로 분류할 수 있다.

- 공간 검색 기능 : 공간용도, 사용자, 소속, 분류기준 등의 검색조건에 따른 공간의 가시화 및 해당 공간의 속성데이터를 제공하는 기능
- 공간 집계 기능 : 대학, 학부, 학과의 위계적 분류별로 하위에 있는 부서의 수, 각 부서가 사용하고 있는 총 면적 등을 제공하는 기능
- 공간 속성 편집 기능 : 검색된 공간의 속성데이터를 변경하여 이를 데이터베이스에 반영하는 기능
- 공간조정회의의 관리 기능 : 캠퍼스 내 대비 공간 관리, 각 학과 및 부서별로 공간의 재배치 및 배분에 대한 안건을 심의하는 등의 공간조정회의의 효율적

### 진행을 위한 기능

앞서 정의한 시스템의 기능과 이를 구현하기 위해 구축된 데이터베이스를 기반으로 캠퍼스 공간관리 시스템의 인터페이스를 구축하고 구현된 기능을 테스트하였다. 시스템 구축의 기반은 .NET 환경 내에서 C# 언어를 통하여 구축하였으며, 도면 정보의 가시화를 위해 .NET 기반 open source library인 SharpMap 라이브러리(<http://www.codeplex.com/SharpMap>)를 이용하였다.

시스템의 인터페이스는 크게 메인 시스템을 기반으로 속성데이터 편집과 공간 조정회의의 관리 시스템으로 나누어진다. 메인 시스템 인터페이스(그림 7)는 크게 도면 가시화 부분과 공간 검색 기능 부분, 검색 결과에 따른 속성데이터 제공 및 집계부분으로 나뉘어진다. 저장된 공간데이터의 가시화 부분은 도면의 확대, 축소, 이동과 라벨링 등의 기본적인 기능을 구현하여 공간구조의 파악이 쉽도록 하였다. 또한 공간 DBMS에서 제공하는 공간 질의 함수인 ST\_Intersects() 함수를 이용하여 클릭을 통한 위치기반 공간확인이 가능하도록 하였다.

그림 8의 공간 검색 기능은 세부적으로 공간명 및 호실과 같은 Text 기반의 공간 검색 기능과 교내 기관 및 부서별 공간의 검색 및 공간의 상세 속성데이터의 제공을 위한 교내기관 검색 기능, 마지막으로 캠퍼스를 이루는 건물별 공간 검색을 위한 건물 검색기능으로 이루어져 있다.

교내 기관 및 부서별 공간 검색의 경우 검색된 결과의 집계기능을 지원한다. 만약 한 학부 안에 5개의 학과가 있다면 검색한 학부의 전체 공간사용 면적을 보여주고 또한 전체 공간을 용도별로 분류하여 각 요소의 면적 합을 보여준다. 또한 하위 4개학과의 분류별 총 공간면적을 제공한다.

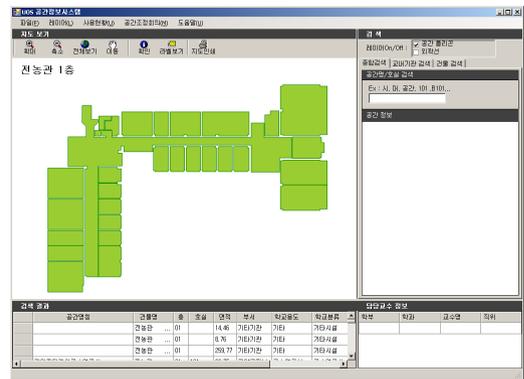


그림 7. 캠퍼스 공간 관리시스템 초기화면

교내기구/기관명	총 면적	하위부서수
자연과학대학	4806.79	5
도시과학대학	8137.32	10
예술체육대학	8280.68	4

학과/부속기관	총 면적	하위부서수
교통공학과	734.95	23
조경학과	1251.65	24
공간정보공학과	877.05	20

공간명칭	건물명	호실	층
다기텔도시실러이석	건설공학과	112.3	01
속지 및 GNSS 연구실 ...	21세기관	311	03
공간데이터베이스 연구...	21세기관	312	03
공간데이터베이스 연구...	21세기관	313	03
이지영 교수연구실 ...	21세기관	321	03
공간정보공학과 속렬실...	21세기관	509.10	05
이일명 교수연구실 ...	21세기관	514	05

그림 8. 공간 검색 기능

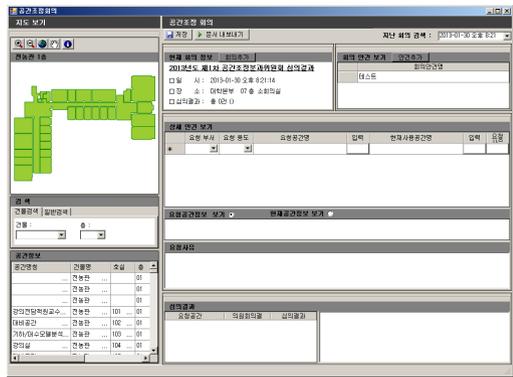


그림 9. 공간 조정 회의의 관리 시스템

공간 속성의 데이터 편집 시스템은 편집 대상이 되는 공간을 검색하여 해당 속성의 변경 및 이를 다시 데이터베이스에 반영하는 기능을 담당한다. 데이터의 편집 시 입력의 오류로 인한 데이터의 손실을 막고자 데이터의 직접 입력을 제한하였으며, 해당 항목별 분류된 속성정보를 선택적으로 입력하게 하였다. 또한 데이터바인딩을 통해 속성데이터의 변화에 따라 동적으로 세부 항목 또한 변경되는 구조를 가지고 있다. 예를 들어 해당공간의 용도가 ‘대학원 연구실’이었다면 이에 따른 상위 공간 분류 정보는 ‘연구용 실험실’로 되어있다. 이러한 정보를 가지고 있던 공간의 용도를 ‘논문지도실’로 변경할 경우 상위 공간 분류 정보는 동적으로 ‘교육 지원시설’로 변경된다.

그림 9의 공간 조정회의 관리 시스템은 해당 부서로부터 공간의 배정에 대한 안건을 접수하여, 공간조정회의를 통해 요청된 안건의 적합성에 대한 심의 결과를 최종적으로 판단하고 이러한 심의 결과를 문서형태로

제공하는 기능을 가지고 있다. 공간 조정에 대한 회의 내용을 데이터베이스에 저장하여 활용함으로써, 체계적이고 효율적인 공간 조정 업무를 수행할 수 있다.

## 6. 결론

본 연구에서는 2차원 멀티-레이어화된 데이터를 사용하여 실내공간 데이터를 구축하는 방법론을 제안하였다. 이를 캠퍼스 공간에 이를 적용하여 공간 DBMS를 통해 공간과 속성데이터를 저장하고, 캠퍼스 실내 공간 정보를 검색, 수정, 관리할 수 있는 시스템을 구축하였다.

실내 공간 데이터를 공간 DBMS를 기반으로 공간의 지오메트리 정보와 속성정보를 하나의 DBMS에서 저장 및 관리함으로써, 편집 오류에 따른 데이터의 손실을 방지하고 데이터의 신뢰성을 확보할 수 있게 되었다. 또한 구축된 데이터의 효과적인 공간의 검색 및 각 부서 및 시설별 현황 파악이 가능하도록 시스템을 구축하였다. 하지만 본 연구에서는 공간DBMS의 특징인 공간함수를 활용한 학과간의 공간 밀집도와 같은 공간통계기능을 구현하지는 못하였으며, 공간데이터의 수정 및 시간에 따른 공간의 이력관리 기능에는 부족한 점이 많다. 따라서 향후에 보다 효율적인 공간관리 지원 시스템을 위해서는 다양한 공간통계를 제공하기 위한 연구가 진행되어야 하며, 일반 사용자를 위해서 웹이나 PDA를 통한 공간정보 서비스를 제공해야 할 것이다.

본 연구에서 제시된 데이터 모델과 시스템 구축 기법은 대단위 건물에 대한 데이터 통합 및 관리시스템 구축에 적용 될 수 있으며, 하나의 객체에 복잡한 속성 관계가 연결되어 있는 지적 분야에도 적용이 가능할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 서울시 산학연 협력 사업인 “스마트(유비쿼터스)시티를 위한 지능형 도시정보 컨버전스 시스템 개발”(10561)과제의 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 변종봉, 2000, “CAD시스템을 이용한 시설물관리 패키지 개발”, 한국퍼실리티매니지먼트학회 논문집, v.2, n.2, pp.15-25.
2. 정연웅, 2006, “K대학교 공간관리 시스템 구축 사례”, 한국퍼실리티매니지먼트학회 월례회 강연집, pp.52-

- 83.
3. 정용환, 정의용, 김치환, 2008, “대학 캠퍼스 공간관리 실태조사에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 제24권, 제10호, pp.59-70.
  4. 정장윤, 염재홍, 2009, “GIS 표준 웹 서비스를 위한 3차원 실내모델의 효율적 시각화”, 한국측량학회지 논문집, 제27권, 제1호, pp.701-711.
  5. Jiyeong Lee, 2004, “A Spatial Access-Oriented Implementation of a 3-D GIS Topological Data Model for Urban Entities”, *Geoinformatica*, 8:3, pp. 235-262.
  6. Peter van Oosterom, Jantien Stoter, Wilko Quak and Sisi Zlatanova, 2000, “The Balance Between Geometry and Topology”, *ISPRS 2002*.
  7. S.Zlatanova, A.A. Rahman, and W.Shi., 2002, “Topology for 3D spatial objects”, *International Symposium and Exhibition on Geoinformation 2002 22-24 October, Kuala Lumpur, Malaysia, CDROM, 2002*.