

공간 DBMS를 활용한 3차원 실내 대피 경로 안내 시스템 Developing a 3D Indoor Evacuation Simulator using a Spatial DBMS

김근한* · 김혜영** · 전철민***

Kim, Geun Han · Kim, Hye Young · Jun, Chul Min

要 旨

현재 활용되는 대부분의 3차원 모델은 3차원 객체의 가시화에 중점을 두고 있고 토폴로지 구조를 가지고 있지 않아 3차원 공간분석 및 응용에 있어 한계가 존재한다. 그리고 실내 공간의 수많은 객체들간의 관계를 완전 토폴로지 기반으로 구현하는 것은 복잡도나 연산속도가 지나치게 증가하여 현실성이 떨어진다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 공간 DBMS를 이용하여 실내 3차원 공간을 보다 간단하게 구축하는 방안을 제시하였다. 건물 내 각 공간의 공간정보와 속성 정보를 테이블 단위로 저장하면 DBMS의 빠른 질의와 연산 및 분석이 가능하다. 또한 질의를 통해 추출한 공간 데이터를 이용하여 2차원 및 3차원으로 가시화할 수도 있다. 본 연구에서는 층별 CAD 데이터를 공간 DBMS로 저장하여 2차원상의 토폴로지를 구현하고, 이를 3차원으로 가시화 할 수 있는, 2D-3D Hybrid 데이터모델을 제시하였다. 이러한 모델을 공간 DBMS로 구축하고 공간 함수와 질의를 활용하여 2차원 및 3차원으로 가시화 하는 과정을 제시하였고, 이를 이용하는 사례로서 실내 대피 경로 안내 시스템을 구축하는 과정을 예시하였다.

핵심용어 : 3D 데이터모델, 3D 토폴로지, 실내 대피, 공간 데이터베이스, PostGIS

Abstract

Currently used 3D models, which are mostly focused on visualization of 3D objects and lack topological structure, have limitation in being used for 3D spatial analyses and applications. However, implementing a full topology for the indoor spatial objects is less practical due to the increase of complexity and computation time. This study suggests an alternative method to build a 3D indoor model with less complexity using a spatial DBMS. Storing spatial and nonspatial information of indoor spaces in DB tables enables faster queries, computation and analyses. Also it is possible to display them in 2D or 3D using the queried information. This study suggests a 2D-3D hybrid data model, which combines the 2D topology constructed from CAD floor plans and stored in a spatial DBMS and the 3D visualization functionality. This study showed the process to build the proposed model in a spatial DBMS and use spatial functions and queries to visualize in 2D and 3D. And, then, as an example application, it illustrated the process to build an indoor evacuation simulator.

Keywords : 3D data model, 3D topology, indoor evacuation, spatial DBMS, PostGIS

1. 서 론

현재 3차원 GIS에서 일반적으로 활용되고 있는 3차원 모델은 객체의 가시화에 중점을 두고 있고, 공간간의 토폴로지 구조를 가지고 있지 않아 3차원 공간분석 및 활용에 있어 한계가 존재한다. 그리고 주로 활용되는 GIS 레이어는 파일 단위(shapefile)로 저장 관리되기 때문에 일

관성, 공동이용, 그리고 속도 등에서 한계가 있다. 또한 실내 공간은 수많은 객체들의 집합으로 구성되고, 이 객체들의 복잡한 관계가 존재하기 때문에 3차원 공간을 완전 토폴로지 기반으로 구현하는 것은 복잡도나 연산속도가 지나치게 증가하여 현실성이 떨어진다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 공간 데이터베이스를 활용하였다. 공간 DBMS를 이용하여 건물 내 각 공간

2008년 11월 17일 접수, 2008년 12월 10일 채택

* 교신저자·서울시립대학교 대학원 공간정보공학과 석사과정 (nani0809@uos.ac.kr)

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

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

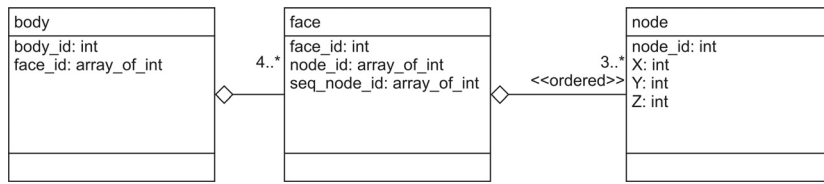


그림 1. 단순화된 공간모델의 UML 클래스 다이어그램

의 공간정보와 속성 정보를 테이블 단위로 저장하면 데이터베이스를 통한 빠른 질의와 연산 및 분석이 가능해지고, 공간 정보의 변경 및 유지 관리가 용이해진다. 또한 데이터베이스로부터 추출한 공간 데이터를 2차원 및 3차원으로 가시화할 수도 있다. 이 때 공간 객체들은 OGC (Open Geospatial Consortium) 표준에 의해 정의된 데이터 모델에 근거하므로 데이터 호환성이나 상호 연동성을 높일 수 있다.

본 연구에서는 2차원 GIS 레이어의 토폴로지와 3차원 가시화를 연동한 2D-3D Hybrid 데이터모델을 제시하였다. 이 때 데이터는 파일이 아닌, 공간 DBMS에 저장되도록 하였으며, 본 연구에서는 PostgreSQL / PostGIS를 이용하였다. 또한 이를 기반으로 실내 공간에서의 대피 경로 안내 시뮬레이터를 구축하였다. 시스템에서는 저장된 건물 내의 공간 정보를 기반으로 하여 최단 대피경로를 산출하고 이를 2차원 및 3차원으로 가시화하는 과정을 제시하였다.

2. 3차원 데이터 모델링

본 연구에서는 먼저 기존의 3차원 데이터 모델링과 관련된 연구를 살펴보았다. 기존 연구들에서 보여지는 모델들은 대체로 다음의 세 가지 정도로 나누어진다.

- Body-Face-Edge-Node : 다면체와 다면체를 이루고 있는 면, 면을 이루고 있는 선, 선을 이루고 있는 점의 완전한 위상적 관계를 정의 (Gröger 2004)
- Body-Face-Node : 다면체, 다면체를 이루고 있는 면, 면을 구성하고 있는 점의 관계를 정의 (Zlatanova 2000)
- Body-Face : 다면체와 다면체를 이루고 있는 면들로 구성하여 관계를 정의 (Stoter et al. 2003)

이 중에서 실제 공간DBMS를 사용한 사례는 Body-Face-Node와 Body-Face 방식이며, 이에 대해 좀 더 살펴보면 다음과 같다.

Zlatanova(2000)는 3차원 토폴로지를 구현하기 위해서

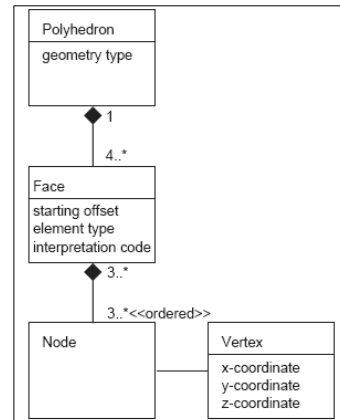


그림 2. 다면체 저장을 위한 UML 클래스 다이어그램 (Arens, 2003)

다면체, 면, 점의 관계를 그림 1과 같이 정의하였다. 이러한 데이터 모델링 기법은 3차원 공간 객체를 2차원 공간 DBMS로의 통합 연구(Stoter, 2002)와 공간 DBMS에서의 3차원 공간 객체의 모델링에 관한 연구(Arens, 2003), 공간 데이터베이스에서의 지오메트리와 토폴로지로 비교한 3차원 공간연산에 관한 연구(Chen,2008) 등 최근의 연구에서도 유사하게 적용하고 있다. 위 연구에서 적용된 방법을 이용하여 객체들의 관계를 정의하면 가시화를 위한 질의 수행 시, 면을 구성하는 점들의 정보를 얻기 위해 면과 면을 구성하는 점들로의 조인을 다단계로 하게 됨으로서 질의 결과의 획득이 늦어져 3차원 가시화 성능의 저하를 가져올 수 있다. 또한 실내 공간 데이터를 공간 데이터베이스에 저장하는 과정에서도 면과 점들 간의 관계를 고려하여 공간 데이터를 저장해야하는 복잡함이 있다. 만약 면과 면을 구성하는 점들 간의 관계를 잘못 지정하였을 경우 3차원 가시화나 공간 분석 결과가 잘못 나올 수 있다.

DBMS를 활용한 3차원 객체들의 가시화(Stoter 2003)의 연구를 살펴보면 그림 3과 같이 하나의 다면체는 다면체를 이루고 있는 면들로 구성하여 관계를 정의하였다. 하나의 면에는 면을 구성하는 점의 좌표 값들을 포함한 지오메트리가 포함되어 있다. 이 경우 조인쿼리가 줄어들

BODY table		FACE table	
BID	FID	FID	sdc_ordinate_array
1	1	1 (lower face)	(x4,y4,z4, x3,y3,z3, x2,y2,z2, x1,y1,z1, x4,y4,z4)
1	2	2 (side 1)	(x3,y3,z3, x4,y4,z4, x8,y8,z8, x7,y7,z7, x3,y3,z3)
1	3	3 (side 2)	(x4,y4,z4, x1,y1,z1, x5,y5,z5, x8,y8,z8, x4,y4,z4)
1	4	4 (side 3)	(x1,y1,z1, x2,y2,z2, x6,y6,z6, z5,y5,z5, x1,y1,z1)
1	5	5 (side 4)	(x3,y3,z3, x2,y2,z2, x6,y6,z6, z7,y7,z7, x3,y3,z3)
1	6	6 (upper face)	(x5,y5,z5, x6,y6,z6, x7,y7,z7, z8,y8,z8, x5,y5,z5)

그림 3. 폴리곤 집합으로 저장된 다면체 테이블

들어 귀리나 연산속도가 빨라진다는 장점은 있으나 위상적인 성격은 결여되어 있다. 즉, 각 면들을 점의 집합으로 구성할 때 따로 따로 저장하게 되므로 점의 좌표들이 중복해서 들어가게 된다.

본 연구에서는 실내 공간에서의 대피 경로 안내 시스템을 구현하기 위해 공간 데이터베이스에 저장된 건물의 각 층의 2차원 폴리곤 데이터를 이용하여 실내 공간을 3차원으로 가시화하였다. 이 때 적용된 데이터 모델은 그림 3과 같이 Stoter(2003)의 연구에서 제시하는 3차원 데이터 모델링을 기반으로 공간 데이터베이스에 저장된 2차원 폴리곤의 지오메트리를 이용하였다. 각각의 폴리곤을 구성하는 2차원 점들에 높이 값을 주고 이를 이용하여 방의 옆면 및 윗면을 생성하여 하나의 3차원 공간을 구성하고 이를 3차원 가시화 하였다. 즉, 방 하나의 공간은 바닥 면 하나와 최소 4개 이상의 옆면, 하나의 윗면으로 구성되게 된다.

3. 2D-3D Hybrid 데이터모델

현재 주목을 받고 있는 3차원 모델 또는 3차원 GIS는 대부분 CAD기반이며, 2.5차원이다. 즉, 2차원의 폴리곤을 해당 높이만큼 추출(extrude)하여 구성한다. 따라서 다면체의 면, 선, 점들 간의 토폴로지가 포함되어 있지 않다. 2차원 GIS에서처럼 토폴로지구조의 데이터이어야만 공간간의 관계를 알 수 있고 이에 기반한 각종 공간 분석 및 연산이 가능해진다. 현재 토폴로지 기반의 3차원 GIS는 연구 차원에서는 일부 진행되고 있으나, 상용 제품으로 구현된 사례는 없다. 더욱이 실내 공간을 완전 토폴로지 기반으로 구현하는 것은 복잡도나 연산속도가 지나치게 증가하여 현실성이 떨어진다. 이와 같은 문제점을 해결하고자 본 연구에서는 2차원 GIS의 토폴로지를 기반으

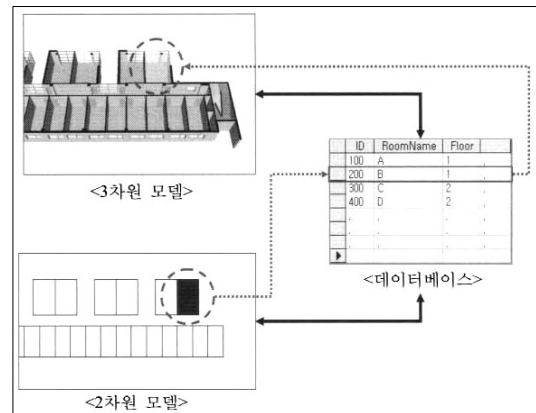


그림 4. 2차원 GIS와 3차원 모델의 연동 (박인혜, 2007)

로 하여 2차원과 3차원을 DBMS를 통해 연동 구현한 2D-3D Hybrid 데이터모델을 제시하였다.

이와 유사한 기존의 연구를 살펴보면 박인혜(2007)가 제시했던 2D-3D Hybrid 데이터모델이 있다. 공유된 데이터베이스의 테이블에 저장된 ID값을 이용하여 2차원의 GIS 레이어와 3차원 모델을 서로 연결하여 연동하였다. 이 연구에서 사용했던 2차원 데이터는 ESRI Shapefile이었고, 3차원 모델은 3D MAX로 구축한 파일기반 3차원 모델이었다. 이와 같은 데이터모델은 2차원과 3차원 데이터들을 파일 단위로 저장 관리되기 때문에 일관되고 효율적으로 유지하고 관리하기 힘들다. 또한 3차원 모델을 3D MAX를 이용하여 모델링해야 하기 때문에 제작 시간이나 비용이 증가되는 단점이 존재한다.

본 연구에서는 파일이 아닌 공간 데이터베이스를 기반으로 2차원과 3차원 모델을 융합한 Hybrid 방식의 데이터모델을 제시하고 구현하였다. 2차원의 GIS 레이어(Shapefile)를 공간 DBMS에 변환하여 저장하므로 2차원

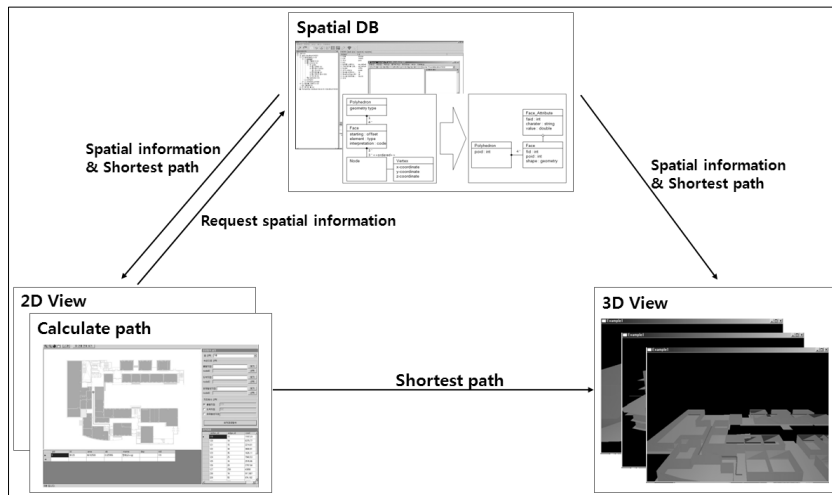


그림 5. 공간 DBMS를 활용한 2차원과 3차원의 연동

```
SELECT gid, AsText(the_geom) AS the_geom
FROM dijkstra_sp('edges', 1, 8);
```

gid	integer	the_geom	text
1	2	MULTILINESTRING((2512160.45149086 704014	
2	3	MULTILINESTRING((2511891.71133753 704110	
3	6	MULTILINESTRING((2509964.85956278 704114	
4	9	MULTILINESTRING((2509952.77898739 704245	

그림 6. pgRouting 활용 사례 (Allan 2008)

으로 존재하는 토폴로지 관계가 그대로 저장된다. 각 층의 폴리곤 기반의 공간 뿐 아니라, 루트 안내를 위해서 복도 중심을 따른 링크와 노드정보도 저장하였다. 그래서 공간 DBMS가 제공하는 토폴로지 기반의 분석 및 연산의 활용과 더불어 2, 3차원으로의 가시화도 가능하도록 하였다. 특히 3차원의 가시화의 경우 복잡성을 줄이면서 단순한 프로세스를 통해 3차원 GIS를 구축하는 현실적인 대안이라고 할 수 있다. 또한 데이터의 유지 관리

측면에서도 파일 단위 관리가 아니라 공간 데이터베이스를 이용함으로써 추가, 수정, 삭제와 같은 유지 관리와 공유 및 속도면에서 유리하다고 할 수 있다.

3. pgRouting을 이용한 최단경로 연산

기존의 최단경로 탐색에 관한 연구에서는 링크 노드 기반의 네트워크 데이터를 이용하여 최단 경로 알고리즘을 어플리케이션 내에 구현하여 경로를 연산하는 경우가 대부분이었다. 하지만 DBMS를 이용하는 경우에는, 어플리케이션에서 DBMS와 빈번히 교류하면서 연산을 하는 방식보다는 DBMS내에서 연산을 하도록 하는 방법이 속도와 메모리 사용 면에서 훨씬 효과적이다.

본 연구에서는 PostgreSQL/PostGIS에 그대로 추가해서 사용할 수 있는 pgRouting의 라우팅 함수를 사용하였다. pgRouting은 PostgreSQL/PostGIS에 적용할 수 있는 라우팅 관련 extension이다. 현재 pgRouting은 Dijkstra, A*, Shooting Star와 같은 알고리즘을 제공하고 있다 (Allan, 2008). 그림 6은 pgRouting의 Dijkstra 알고리즘을 이용하여 최단경로를 구하는 과정을 나타낸 예이다. 본 연구에서는 시스템의 구현을 위해 기존의 연구(김혜영, 2007)에서 활용한 네트워크 데이터를 활용하여 pgRouting을 이용한 최단경로 연산 테스트를 하였고, 실내 공간 대피 경로 안내 시스템 구축에 활용하였다.

본 연구에서 활용한 네트워크 데이터는 각각의 독립된 공간마다 하나의 노드를 부여한다. 또한 복도 중심선을 따라 노드를 연결해주는 링크를 구성함으로써 건물 전체를 연결하는 네트워크를 구성하게 된다. 그림 7은 내부공

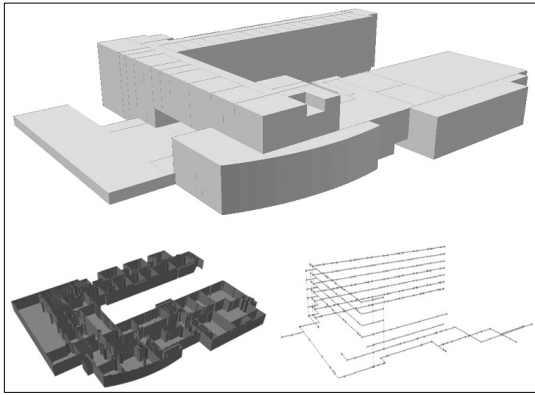


그림 7. 복합공간의 내·외관 및 네트워크 구성도

Methods for Analysis (Query)

```
select * from shortest_path('select id, source, target, cost from total_21c_link', 124, 135, false, false);
```

Results

데이터의 출력	해석	해설지	히스토리
vertex_id integer	edge_id integer	cost double preci	
1	124	25	7940.53
2	125	16	2578.86
3	126	29	1307.86
4	128	30	2826.33
5	129	17	1971.46
6	130	18	11669.3
7	131	19	3882.53
8	132	36	3165.49
9	133	37	2508.11
10	134	26	979.514
11	135	-1	0

Visualization

그림 8. pgRouting을 이용한 최단대피경로 산출

간에서 네트워크를 구성하는 예를 보여준다. 각 방의 출입구마다 노드를 부여하고 각 노드를 연결해주는 링크를 생성한다(김혜영, 2007).

이렇게 생성한 네트워크 데이터를 공간 데이터베이스에 저장하고 pgRouting을 이용하여 최단대피경로를 산출했다. 그림 8은 pgRouting의 shortest_path 함수를 이용한 최단대피경로를 산출하는 질의와 질의 결과의 가시화를 나타낸다.

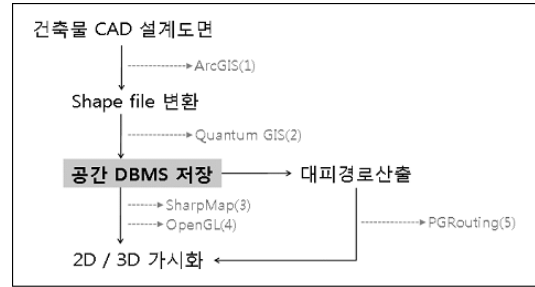


그림 9. 시스템 구축 프로세스

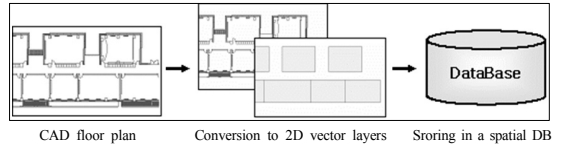


그림 10. 공간 데이터 획득 및 저장

4. 실내 공간 대피 경로 안내 시스템 구현

실내 공간 대피 경로 안내 시스템 구현을 위한 전체 프로세스를 살펴보면 건축물의 설계도면으로부터 2차원 GIS 레이어로 변환하고, 2, 3차원 가시화에 필요한 폴리곤 및 라인 데이터를 획득한 후 이를 공간 DBMS인 PostgreSQL/PostGIS에 저장한다. 공간 DBMS에 저장된 좌표 데이터를 질의를 이용하여 가시화에 사용할 지오메트리 데이터를 획득하고, 이 획득한 좌표 데이터를 2차원으로 GIS 방식으로 가시화하고, 3차원 공간 볼륨과 내부는 OpenGL을 이용하여 가시화를 하였다. 또한 2차원 GIS 레이어에서 생성된 네트워크 링크와 노드를 공간 DBMS에 저장하고 pgRouting을 활용하여 장애물까지 고려한 대피경로인 최단경로를 산출하였다. 이렇게 산출된 대피경로는 2, 3차원 가시화 뷰어를 통하여 표현하였다. 그림 9는 실내 공간 대피 경로 안내 시스템 구축을 위한 전체 프로세스 과정을 나타낸다.

4.1 공간 데이터 획득 및 저장

그림 10은 2차원 건축물의 CAD 설계파일을 이용하여 공간데이터베이스에 공간 데이터를 저장하는 과정을 보여준다. ArcGIS를 이용하여 건축물의 각 층별 설계도면을 2차원 GIS 레이어로 변환하고 이를 시스템에 사용하기 위하여 편집했다. 또한 편집한 2차원 GIS 레이어를 테이블 단위로 공간 DBMS에 저장하였다.

4.2 pgRouting을 이용한 최단 대피 경로 산출

실내 공간의 링크와 노드로 구성된 네트워크 데이터를

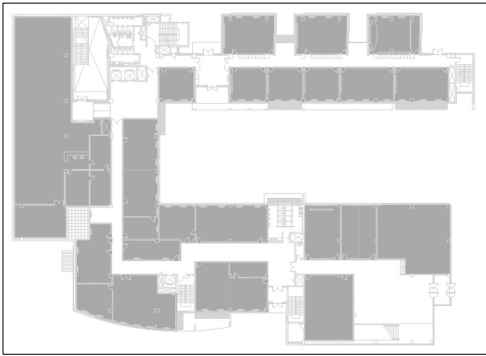


그림 11. 공간 DBMS를 이용한 2차원 가시화

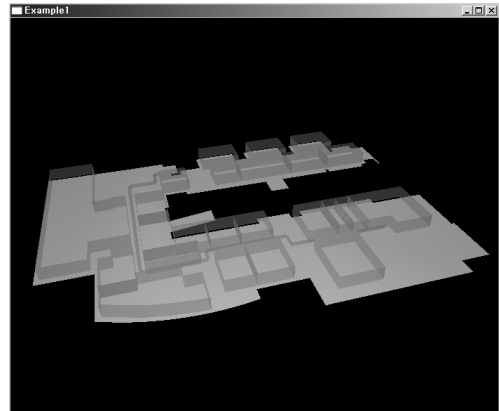


그림 13. 3D Visualization 실행 결과

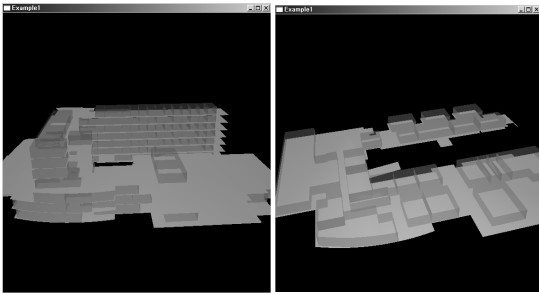


그림 12. 공간 DBMS를 활용한 3차원 가시화



그림 14. 2D Control Manager 실행 결과

공간 데이터베이스에 저장하고 pgRouting을 이용하여 최단대피경로를 구했다. 화재와 같은 장애물이 발생하였을 때 장애물을 피해 탈출 경로를 산출해야 한다. 따라서 본 시스템에서는 화재가 발생한 공간에 해당하는 노드의 ID를 이용하여 링크 테이블에서 화재 발생 공간의 노드 ID와 연결된 링크를 제외한 뷰를 생성하여 뷰에서 최단경로 함수를 포함한 질의를 실행하여 최단대피경로를 획득했다. 최단경로 산출 결과 값도 그림 13, 14와 같이 건축물의 2차원과 3차원 가시화에 추가하여 표현하였다.

4.3 가시화

2차원 가시화는 건물의 층별로 저장된 폴리곤과 라인 테이블을 SharpMap (open source GIS 라이브러리)을 이용하여 그림 11과 같이 2차원으로 가시화 하였다. 3차원 가시화는 층별로 저장된 폴리곤 테이블에서 질의를 이용하여 가시화에 필요한 지오메트리를 검색하여 각각의 폴리곤을 구성하는 점들에 높이 값을 주고 이를 이용하여 옆면 및 뒷면을 생성하여 그림 12와 같이 OpenGL로 3차원 가시화 하였다.

4.4 시스템 구현

본 시스템은 크게 공간 DBMS에 저장된 층별 GIS 레

이어 정보를 활용하여 2차원으로 가시화 하고 컨트롤하는 인터페이스와 3차원 모델의 가시화 및 컨트롤하는 인터페이스의 두 부분으로 나누어진다. 2D Control Manager는 기본적으로 공간 DBMS에 저장된 2차원 GIS 레이어 정보를 활용하여 2차원 뷰어를 통하여 가시화 해 주고, 이동 및 확대와 같은 컨트롤을 제공한다. 또한 그림 14와 같이 2차원 뷰어에서 시작점을 지정하여 공간 DBMS에서 제공하는 pgRouting의 최단거리 알고리즘을 이용하여 시작점과 도착점 사이의 최단경로를 구하고 이를 가시화한다. 3D Visualization 인터페이스는 공간 DBMS에 저장된 각 층별 2차원 GIS 레이어의 공간 정보를 활용하여 3차원으로 가시화하고 3차원 모델의 이동 및 회전과 같은 컨트롤을 제공한다. 또한 연산된 최단 대피경로를 3차원으로 가시화하여 나타내어 준다.

2D Control Manager는 2차원 가시화 및 경로탐색을 위한 시작점을 선택하고 공간 질의를 수행하는 인터페이스 부분으로, 2차원 공간 및 속성 뷰어, 텍스트 및 객체 선택을 통한 공간 검색, 라우팅을 위한 시종점 선택 부분으로 구성되어있다. 2차원 뷰어는 대상 건물의 각 층별 평면도

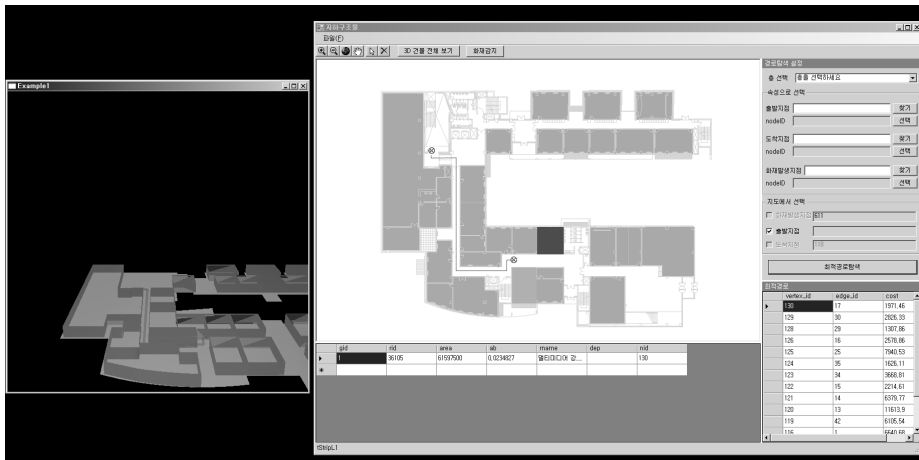


그림 15. 시스템 테스트 결과

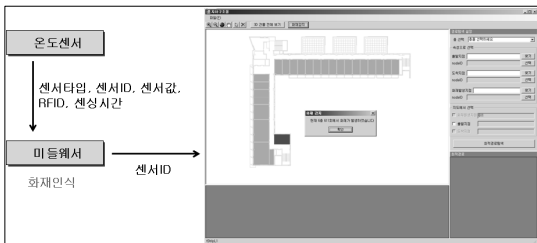


그림 16. 화재 인식 맵핑 연동 테스트

5. 시스템 테스트

온도센서가 화재를 인식했다고 가정하고 센서 정보가 본 시스템으로 전송되면 그림 15와 같이 센서ID를 통해 화재가 발생한 장소를 인식하게 되고 2차원 뷰어에 가시화하게 된다.

건물 내의 한 공간에 사람이 있다는 가정 하에 그 방을 탈출 시작점으로 선택하게 되면 화재가 발생한 지점을 장애물로 고려하여 장애물을 피해 대피할 수 있는 가장 가까운 탈출구를 계산하고, 시작점에서 계산된 탈출구까지의 경로를 획득한다. 이렇게 획득한 탈출경로는 2차원 뷰어와 3차원 뷰어로 나타내게 된다. 그림 16은 시스템 테스트 결과를 나타낸다. 그림에서처럼 탈출 시작점 옆에 탈출구가 있지만 탈출구 옆에 화재로 인해 다른 탈출구로 돌아서 대피 경로를 연산한 것을 볼 수 있다.

6. 결 론

본 연구에서는 2차원 GIS의 토폴로지를 기반으로 하여 공간 DBMS상에서 2차원과 3차원을 연동 구현한 2D-3D Hybrid 데이터모델을 제시하였다. 그리고 공간 DBMS를 활용한 공간데이터의 저장 및 연산, 질의를 이용한 가시화 과정을 제시하였고 이를 기반으로 실내 대피 경로 안내 시스템을 구축하였다. 본 연구에서 개발한 지하 구조물 대피 경로 안내 시스템은 다음과 같은 특징을 갖는다. 본 건물의 층별 건축물 도면이나 2차원 GIS 레이어만을 활용하여 건물 객체를 3차원 및 2차원으로 가시화해주고 연산된 대피경로를 가시화해준다. 그리고 공간 데이터를 저장, 가시화하는 데에 OpenGL이나 PostGIS와 같은 무

및 네트워크 레이어를 가시화한다. 사용자에게 의해 공간 객체 이름 또는 좌표 정보를 입력받고, 질의를 통해 공간을 검색하고 이에 해당하는 정보를 반환한다. 또한 검색된 결과에 따라 선택된 공간객체를 표시한다. 또한 시작점을 입력받고, DBMS 내부의 pgRouting을 이용해 탈출구까지의 최적 경로를 탐색하여 이를 가시화한다.

3D Visualization은 공간 DBMS에 저장된 각 층별 공간 정보를 OpenGL을 이용하여 3차원으로 가시화 하고 대피경로로 검색된 링크 정보를 추가하여 가시화 한다.

3차원 가시화 인터페이스는 크게 공간DBMS에 접속하여 해당 정보를 획득하는 부분, 획득한 정보를 가시화 하는 부분, 가시화한 모델을 컨트롤 하는 부분으로 나누어진다. 공간 DBMS에 접속하여 가시화할 건물 전체의 공간 정보를 획득하고, pgRouting을 이용하여 산출한 최단 대피경로와 함께 3차원으로 가시화 해준다. 가시화한 모델 뷰어에서는 3차원으로 가시화한 모델을 좀 더 자세하게 살펴볼 수 있도록 회전과 이동과 같은 컨트롤 기능을 구현하였다.

료 또는 오픈소스로 제공되는 소프트웨어를 활용하였기 때문에 개발 및 관리 비용이 절감될 수 있다. 본 연구에서 제시한 기법은, 대피경로 안내 시스템뿐만이 아니라 공간 DBMS를 활용한 다양한 3차원 분석 및 가시화에 응용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

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

참고문헌

1. 김혜영, 전철민, 권재현, 2007, “3차원 내부공간에서의 Syntax 기반의 접근성 산출”, 한국지형공간정보학회지, 제 15권, 제 3호, pp. 11-18.
2. 박인혜, 전철민, 최윤수, 2007, “건물 내부공간의 최적경로 탐색을 위한 3차원 GIS 네트워크 모델링”, 한국지형공간정보학회지, 제 15권, 제 3호 pp. 27-32.
3. Allan, A., 2008, “Multicriteria Decision Analysis for Topological Routing Using PostgreSQL/PostGIS and pgRouting”, University of Texas at Dallas GIS Workshop – Summer 2008.
4. Arens, C.A., 2003, Maintaining reality: modelling 3D spatial objects in a GeoDBMS using a 3D primitive, M.Sc. Thesis, Delft University of Technology, The Netherlands.
5. Chen, T.K., A. Abdul-Rahmana, and S. Zlatanova, 2008, “3D Spatial Operations for geo-DBMS: geometry vs. topology”, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII, Part B2, Beijing.
6. Gröger, G., M. Reuter, and L. Plümer, 2004, “Representation of a 3-D city model in spatial object-relational databases”, In Proc. of the 20th Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Istanbul, Turkey.
7. Stoter, J.E. and P.J.M. van Oosterom, 2002, “Incorporating 3D geo-objects into a 2D geo-DBMS”, ACSM-ASPRS 2002.
8. Stoter, J.E. and S. Zlatanova, 2003, “Visualising and editing of 3D objects organised in a DBMS”, Proceedings EUROSDR Workshop : Rendering and Visualisation, pp.14-29.
9. Zlatanova, S., 2000, “3D GIS for urban development”, PhD thesis, Institute for Computer Graphics and Vision, Graz University of Technology, Austria, ITC, the Netherlands.