

# 실시간 실내 공간관리를 위한 네트워크 모델

## Network Model for Managing Interior Space in Real-Time

오 정 우\*, 김 경 환\*\*, 이 윤 선\*\*\*, 김 병 수\*\*\*\*, 김 회 울\*\*\*\*\*, 김 재 준\*\*\*\*\*  
Oh Jung Woo, Kim Kyung Hwan, Lee Yoon Sun, Kim Byeong Su, Kim Whoi Yul, Kim Jae Jun

### 요 약

첨단기술의 발달로 인해 건물은 대형화, 복합화되고 있으며, 이로 인해 실내공간을 효율적으로 관리할 수 있는 시스템의 필요성이 증가 하고 있다. 또한 객체지향 3D CAD의 출현으로 인해 건물의 설계와 시공프로세스에서 지속적인 이용이 가능한 정보들이 제작되고 있다. 이런 정보들을 활용하여 건물의 유지관리 단계에서 실내공간을 효율적으로 관리할 수 있는 시스템을 구축하는 것이 필요한 시점이라 할 수 있다. 본 연구에서는 첨단기술을 융합한 공간정보 관리 시스템을 구축하기 위한 기초 연구로서 공간네트워크 모델을 자동으로 생성하는 프로세스를 정의하는 방법론을 제시하고 이의 효용성을 검토해본다.

키워드: 3D CAD, 유지관리, 네트워크, 프로세스, 실시간공간관리

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건축산업에서 초고층 공간과 대규모 복합공간은 도시 건축물의 주류로서 받아들여 지고 있다. 현재 국내에 지어진 40층 이상의 초고층 건축물 규모 및 양은 세계 4위수준이며, 이러한 경향은 앞으로도 더욱 가속화 될 것이다(강부성 외 3명, 2005). 또한 복합 공간은 사업성, 경제성, 사용자의 편의성 등을 이유로 민간부문에서 뿐만 아니라 공공부문에서도 선호되고 있다. 이처럼 초고층 공간과 복합공간이

증가하면서 건축물의 공간에서는 매우 복잡하고 다양한 상황들이 연출되는데, 이에 대한 관리는 아직도 관리자가 획득한 제한된 정보에 근거해서 내린 의사결정에 의존하고 있다. 그러나 인간의 능력은 한정된 시간 동안에, 제한된 정보를 분석하여, 상황에 맞는 적절한 조치를 취하는 데에는 한계가 있다. 이러한 한계점은 첨단 정보기술을 융합한 관리 시스템을 사용함으로써 비약적으로 개선 될 수 있다.

본 연구는 실시간으로 효율적인 실내의 공간관리를 하기 위해서 필요한 네트워크 모델의 필요성과 이 모델의 구현방법에 대하여 논하고자 한다.

자동으로 공간정보를 처리하기 위해 본 연구에서는 네트워크 모델이란 형식으로 공간정보를 처리하게 된다. 여기서 말하는 네트워크 모델이란 컴퓨터가 공간을 효과적으로 인식할 수 있게 공간정보를 변환해 통합관리하기 위한 도구로서, 실내공간을 특성을 가진 공간별로 객체로서 지정하여 데이터베이스를 생성하고, 피난유도와 여타의 다른 기능들을 수행하는 프레임웍이라 할 수 있다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

이론적인 고찰을 통해 네트워크 기법을 실내공간관리에 응용하는 방법을 고찰하고, 이를 기존의 방법들과의 비교를 통해 이 방법의 효용성을 검토한다.

\* 일반회원, 한양대학교 건축환경공학과 대학원, 석사과정, [oburi\\_mp@hotmail.com](mailto:oburi_mp@hotmail.com)  
\*\* 일반회원, 건국대학교 건축공학과 조교수, 공학박사(교신저자), [khkim6393@hotmail.com](mailto:khkim6393@hotmail.com)  
\*\*\* 일반회원, 한양대학교 지속가능 건축기술 전문인력 양성사업단 계약교수, 공학박사, [yoonsunlee@korea.com](mailto:yoonsunlee@korea.com)  
\*\*\*\* 일반회원, 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부 대학원, 석사과정, [bskim@vision.hanyang.ac.kr](mailto:bskim@vision.hanyang.ac.kr)  
\*\*\*\*\* 일반회원, 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부 교수, 공학박사, [wykim@hanyang.ac.kr](mailto:wykim@hanyang.ac.kr)  
\*\*\*\*\* 종신회원, 한양대학교 건축환경공학과 교수, 공학박사, [jjkim0205@hotmail.com](mailto:jjkim0205@hotmail.com)

기존의 실내공간관리를 위한 감시시스템과 재난시물 레이선 시스템들을 분석하고 실시간으로 공간관리를 하기위한 방법으로서 네트워크이론을 접목한 실내공간 네트워크 모델의 정의방법을 개발한다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 기존 연구 분석

표 2 기존 연구 분석 내용

| 문헌제목                               | 연구자              | 연구 내용  |
|------------------------------------|------------------|--|
| 공간의 가시성에 기반한 ERAM 모델               | 김민석 (2006)       | 초대형 복합 공간의 개방형 평면 구조의 공간 분석의 난해성을 설명하고 공간의 시각적 속성과 공간과의 연결 관계를 중심으로 Visibility ERAM 모델을 제시 |
| 공간분석 통합 소프트웨어 개발 연구                | 최재필 외 (2005)     | 공간구문론과 ERAM이론을 통한 공간분석을 수행하며, 분석도면 작성, 공간분석 및 분석결과 출력이 가능한 S_cube 프로그램 개발                  |
| 공간분석의 객체지향 전산모델 개발에 관한 기초연구        | 박영섭 (2005)       | 다양한 이론과 분석기법이 존재하는 공간분석과정을 일반화하여 그 구성 요소에 대한 자료모델과 분석절차에 대한 절차모델이라는 두 가지 관점에서 개념적인 모델      |
| 실시간 모바일 GIS를 위한 효율적인 경로탐색          | 이형석 (2006)       | 경로탐색 질의 처리 모듈을 구현. 결정적 요인이 되는 교차점 노드 등을 위주로 경로탐색 테이블을 형성                                   |
| 대용량 공간데이터 베이스를 위한 확장된공간            | Song Gao (2006)  | 대용량 공간 데이터베이스에서 고밀도영역을 식별하여 밀도-격자 기반 클러스터링 알고리즘을 수행함으로써 향상된 알고리즘을 개발                       |
| 건물내부에서의 Raster GIS기반 최적경로탐색에 관한 연구 | 김병화 (2006)       | 최단경로탐색알고리즘-A*알고리즘을 이용한 최단경로제공, 응급상황시 탐색시간 최소화방안, 시스템적용사례 분석                                |
| 시각과 거리를 이용한 피난비용 분석 기법             | 최재필 (2006)       | 해당공간에서의 피난시 이동거리와 해당공간구조의 시각적 속성을 상정하고, 이를 바탕으로 피난비용의 개념을 정량화하는 모형제안                       |
| 건축방재-안전                            | 무로사키 요시테루 (2005) | 피난상황시 피난행동 예측, 밀도에 따른 개구부통과시간계산  |
| 건축물 화재시 피난행동을 고려한 피난예측모델           | 박재성 (2003)       | 화재시 재실자의 피난경로 선택 분석 서울 동대문 D타워에서 인간 군집을 대상으로 피난행동 실험                                       |

효과적으로 실내공간을 구성하고 관리하기 위한 방법을 연구하기 위해 기존의 연구들을 분석해보았다. 기존의 연구들을 분석해보면 공간을 구성하고 분석하는 여러 가지 방법이 있다. 공간 구문론, ERAM(Eigenvalue Ratio of Adjacency Matrix)기

법, VAE(Visual Access Exposure)모델, VAE II(Visual Access Exposure II)모델 등 다양한 분석 기법이 존재하고, 이렇게 공식화된 기법 외에도 여러 기준을 통해서 공간을 분류하고 있다. 또한 공간 정보를 자동으로 분석하기 위해서는 네트워크 모델의 형식으로 분석을 수행하여야 하며, 공간의 특성에 따라 공간객체, 즉 공간 노드와 링크를 정의 하는 작업이 필요하다는 것을 제시하고 있다. 그리고 이런 각종 공간분석 도구들과 시뮬레이션 도구들을 통해 실내공간관리를 위해 상황발생시 대처 매뉴얼을 제작하고 이를 통해 공간관리를 하고 있다.

그러나 실제 각종 상황발생시 이미 계획된 매뉴얼 만으로는 우발적인 상황에 대처하기 힘들고, 또한 시뮬레이션등의 기법으로 공간을 분석하는 방법은 자동적인 프로세스로 이루어지나, 이 결과를 바탕으로 실제 공간관리에 대응하는 방법은 인간의 손과 눈을 의지하는 단점이 있다. 그러므로 시스템 자체적으로 자동적인 실내공간관리를 해주는 것이 필요하다 할 수 있다.

또한 이러한 네트워크 모델을 생성하기 위해 필요한 속성정보들은 실내공간을 표현한 CAD 도면정보를 통해 습득할 수 있고, 이를 통해 자동적으로 네트워크 모델을 구성하는 것이 가능하다.

### 2.2 공간정보 네트워크의 개요

CAD상에서 건물의 각 부분별로 만들어져 있는 공간의 속성정보를 사용하여 자동적으로 상대적인 위치좌표와 공간사이의 연결관계에 관한 정보를 포함할 수 있는 SMART한 공간객체를 자동으로 생성해 낸다. 객체들은 특정의 법칙에 의하여 3D CAD의 도면의 정보를 통해 자동으로 생성되게 된다. 이 법칙에 의하여 생성된 객체들은 공간자체의 속성, 즉, 재질정보, 크기정보, 형상정보, 개구부정보를 포함하고 있다. 생성된 객체들은 연산과정을 통해 객체의 위치정보, 면적정보, 개구부의 너비정보를 포함하게 된다. 이런 객체들을 생성하게 됨으로써 실내공간의 정보를 객체별로 자동으로 분류하여 효율적으로 네트워크를 구성할 수 있게 된다.

네트워크를 구성함으로써 실내공간내에서 알고리즘을 활용하여 특정의 정보들을 얻어 낼 수 있으며 본 연구에서는 이 네트워크 모델을 구현하기 위해 재난시 필요한 실내이용자들의 피난동선정보를 제공하는 네트워크 모델을 생성하는 방법을 제시하였다.네트워크는 네트워크상의 점을 표현하는 노드와, 점을 연결하는 링크로 표현된다. 객체들을 생성하고, 네트워크를 구성하는 방법은 다음 장에서 구체적으로 논하게 될 것이다.

### 3. 연구 대상공간 선정배경

본 연구에서는 공간정보 네트워크 모델의 샘플을 제작하기 위해 COEX MALL을 대상공간으로 선정

하였다. COEX MALL을 대상으로 실험적으로 네트워크 모델을 구축함으로써 네트워크 모델의 실내공간관리에서의 효용성을 검토하였다.

COEX MALL은 서울시 강남구 삼성동에 위치한 총 시설면적 36,000평의 대형공간으로서 하루 평균 10만의 유동인구가 발생한다. COEX MALL의 특징상 본 연구의 공간정보 네트워크 모델이 가장 필요한 곳이라고 여겨지며, 이에 따라 연구대상으로 선정하게 되었다.

#### 4. 공간정보 네트워크 구성 프로세스

공간정보 네트워크를 구성하기 위해 크게 3단계의 과정을 통하게 된다. 첫째 네트워크 노드 정의단계, 두 번째 네트워크 링크 정의단계, 마지막 세 번째로 네트워크 노드와 링크를 포함한 네트워크 객체 ID 부여단계로 이루어 지게 된다.

네트워크 노드 정의단계에서는 출입구, 통로, 교차점, 실 노드를 정의하게 되며, 네트워크 링크 정의단계에서는 노드와 노드를 연결하는 링크를 정의하게 된다. 마지막으로 네트워크 객체 ID부여단계에서는 정의된 각각의 노드와 링크들에게 고유의 ID를 부여하게 된다. 이 과정을 통해 샘플로 COEX MALL의 일부공간을 대상으로 이 프로세스를 적용한 결과 84개의 노드와 175개의 링크가 생성되었으며, 6자리의 ID들이 부여 되었다.

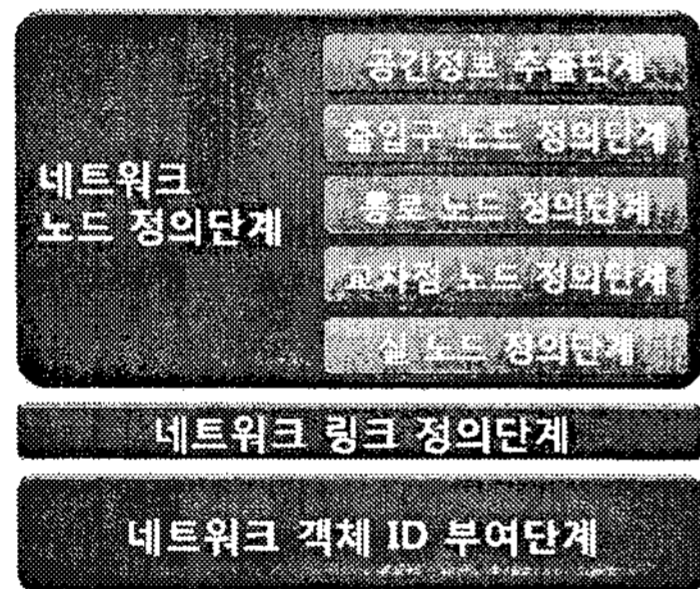


그림 1 네트워크 구성 프로세스

##### 4.1 네트워크 모델 생성

샘플 네트워크 모델을 생성하기 위하여 실험적인 노드와 링크를 정의하는 규칙을 설정하였다. 자동적인 네트워크 생성을 시스템이 자동으로 판단할 수 있기 위해 단순한 규칙들로서 구성하였다.

첫 번째로, 시스템은 도면정보를 읽어들이게 된다, 두 번째로, 시스템은 외부와 내부를 구분하여 출입구를 찾아낸다. 세 번째로, 출입구와 인접한 통로들을 찾아내고, 네 번째로, 통로들이 교차되는 교차점을 파악한다. 마지막으로 모든 통로들과 연결되는 각 실들을 개개의 노드로 분할해서 실내의 공간구성을 파악해 최종적인 네트워크 모델에 필요한 객체들

을 생성하게 된다. 생성된 객체들에는 자동으로 ID가 부여되어 시스템이 자동연산을 수행할 수 있게 한다.

이 객체들을 개구부정보를 통해 연결하고 이를 네트워크 모델의 형태로 저장하게 된다.

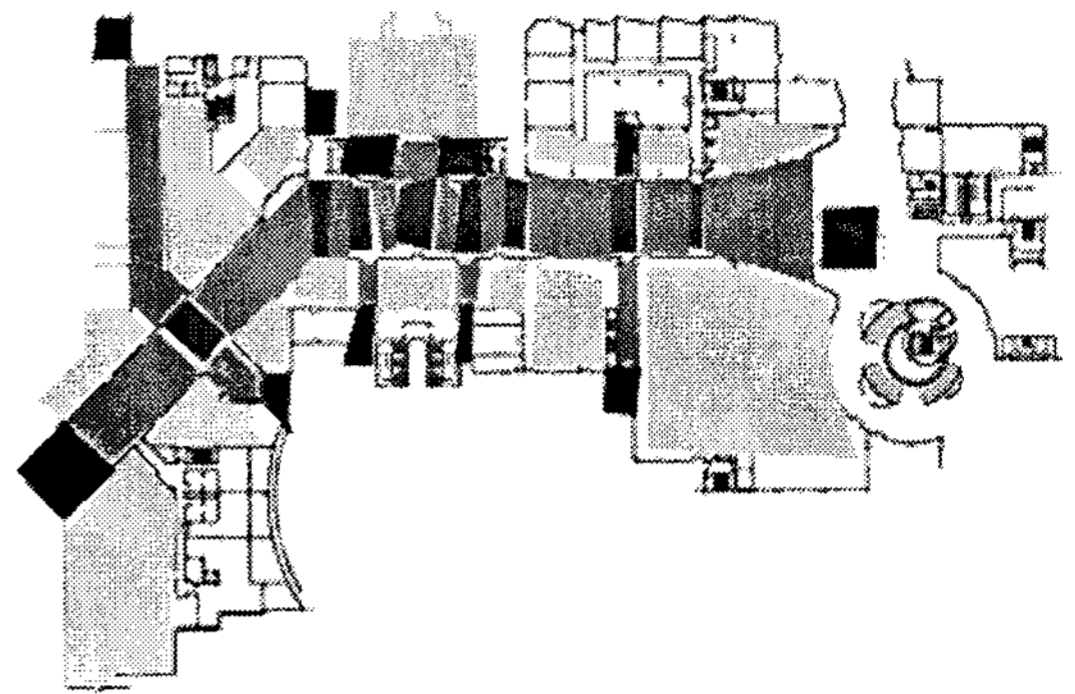


그림 2 네트워크 모델 구성

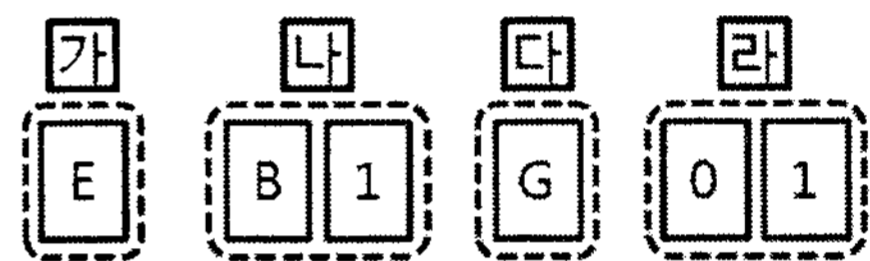


그림 3 객체 ID 부여

표 3 객체 ID 부여 규칙

| 구분 | 분류코드  | 설    |
|----|-------|------|
| 가  | E     | 피난모  |
|    | N     | 평상모  |
| 나  | B+(X) | 지하 X |
|    | A+(X) | 지상 X |
| 다  | G     | 출입   |
|    | P     | 통    |
|    | C     | 교차   |
|    | R     | 실    |
| 라  | (XX)  | 객체번호 |

##### 4.2 네트워크 모델의 응용

앞에서 생성된 객체들로 구성되어진 네트워크 모델을 통해 자동으로 재난상황발생시 피난경로를 실시간으로 찾아낼 수 있다. 또한 실내의 인원을 항상 파악하여 네트워크의 객체안에 저장시킴으로서 실내의 동선을 항상 파악할 수 있게 된다. 이런 방법을 통해 항상 정확한 실내의 인원과 공간에 관한 정보를 파악하여 상황발생시 자동으로 대처할 수 있기 때문에 기존의 매뉴얼화된 대처방법보다 더욱 실용적이고 정확한 대처가 가능해 질 수 있다.

## 7. 결론

건물의 유지관리 단계에서 실내공간을 효율적으로 관리할 수 있는 시스템을 구축하는 것이 필요한 시점이라 할 수 있다. 본 연구에서는 실내공간을 관리하기 위해 공간네트워크 모델의 필요성을 검토하고, 이를 실험하기 위해 샘플공간을 선정(코엑스몰) 샘플네트워크 모델을 생성하고 이의 효용성을 검토해보았다.

이렇게 생성된 모델에 기존의 최단경로검색을 위한 알고리즘들을 적용하여 피난경로를 계산할 수 있다는 것을 확인했다.

본 연구의 결과물로서 생성된 샘플 네트워크 모델은 피난경로 시뮬레이션에도 활용될 수 있으며, 재난 상황시 실내 이용자들에게 피난경로에 대해 안내해 줄 수 있는 시스템을 구축할 수 있게되었다.

하지만, 본 연구에서 생성된 네트워크 모델은 샘플로서 제작된 것으로서 실제 네트워크 모델을 구성하기 위해서는 더 심도깊은 연구가 필요할 것으로 생각되며, 좀더 많은 정보들을 포함하는 네트워크 모델의 연구가 필요하다.

본 연구를 통해 수립된 샘플 네트워크 모델은 기존 알고리즘의 적용이 가능하며, 향후 거시적인 관점에서 좀 더 넓은 범위의 도시공간을 통합적으로 관리할 수 있는 가능성을 열어 주었다고 할 수 있다.

## 8. 참고문헌

1. 김민석(2006), 공간의 가시성에 기반한 ERAM 모델, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
2. 최재필, 최현철, 조영진, 조형규, 김민석(2005) 공간분석 통합 소프트웨어 개발 연구, 대한건축학회 논문집, 21권, 10호 pp157~165.
3. 박영섭(2005), 공간분석의 객체지향 전산모델 개발에 관한 기초 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
4. 이형석(2006), 실시간 모바일 GIS를 위한 효율적인 경로탐색 기법 연구 및 구현, 홍익대학교 대학원 석사학위논문.
5. Song Gao, 김호석, Ying Xia, 김경배, 배해영

(2006), 대용량 공간데이터베이스를 위한 밀도-격자 기반의 공간 클러스터링, 정보처리학회논문지D 제 13-D권 제5호 pp633~640.

6. 김병화(2006), 건물 내부에서의 Raster GIS 기반 최적경로 탐색에 관한 연구, 서울시립대학교 지적정보학과 석사학위논문.

7. 최재필, 김민석, 최현철(2006), 시각과 거리를 이용한 피난비용 분석 기법 개발, 대한건축학회 논문집 계획계 제22권 12호 pp115~122.

8. 무로사키 요시테루(2005), 건축방재·안전, 도서출판 서우.

9. 박재성(2004), 건축물 화재시 피난행동을 고려한 피난예측모델에 관한 연구-대규모, 다중이용건축물을 중심으로-, 서울시립대학교 대학원 박사학위 논문.

---

## Abstract

There is a tremendous need for an effective indoor facility management since the building are tend to be built taller and bigger due to latest technology. Also, information that is continuously used and transferred during the design and construction phase is emerging due to 3D object-oriented CAD. Therefore, a system that will use such information for facility management should be developed. In this study, we present the methodology for definition the process that generates the **Space Network Model** automatically and examine the effective value of it.

Keywords : 3D CAD, Maintenance, Network, process, evacuation path search, object oriented

---