

# 건축 기획 지원 시뮬레이션 시스템 개발에 관한 기초 연구

## A Basic Study on the Development of Simulation Systems for Supporting the Pre-design Phase of Construction Projects

민 경 민\*·함 남 혁\*\*·김 주 형\*\*\*·김 재 준\*\*\*\*  
Min, Kyung-Min · Ham, Nam-Hyuk · Kim, Joo-Hyung · Kim, Jae-Jun

---

### ABSTRACT

The widespread of IT technology caused a remarkable change in many industries and the construction industry is also one of them being influenced in the form of CIC(Computer Integrated Construction) and BIM(Building Information Modeling).

Construction projects have many participants from various disciplines involved throughout the entire process. Therefore the success of the project greatly depend on the efficiency of decision-making using the information generated from each process stage. Looking from this aspect, the greatest potential value lies in the planning and pre-design stage when considering the construction life cycle.

In this paper, we propose a project on developing a 3D object-oriented simulation system for supporting the pre-design phase. We define the needs for such system through previous case studies and suggest a to-be process model. Finally we anticipate the effects that the project will eventually contribute to the construction industry.

**Keywords:** *Virtual Construction, 3D, Virtual Reality, Planning, Pre-design*

---

### 1. 서 론

건축프로젝트 기획단계의 프로세스는 발주자의 요구가 깊이 반영되어야 하며 이를 달성하기 위한 많은 참여자들의 중요한 의사결정이 이루어진다. 따라서 의사결정의 중요성 및 정보관리가 프로젝트의 건설생애주기(Construction Life Cycle)관점에서 볼 때, 다른 프로세스에 비해 전체 프로젝트에서 차지하는 비중이 매우 중요하다고 할 수 있다. 하지만 이를 지원할 시스템 개발은 아이디어를 바탕으로 하여 구체적인 안을 생성해 내야 하는 창조적인 특성으로 인하여 어려운 부분으로 인식되어 왔다. 하지만 건설정보화 및 BIM (Building Information Management) 모델 등의 소프트웨어 기술의 발전으로 인하여 건설산업에 가상현실(Virtual Reality, 이를 이하 VR이라 한다)의 적용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며 이러한 가상건설시스템의 일환으로 건축기확단계를 지원하는 시뮬레이션 시스템 개발이 가능해지게 되었다.

본 논문에서는 건설프로젝트 초기단계 참여자들의 의사결정을 지원하고, 이 단계부터 BIM에 집입토록 하는 가상건설 시뮬레이션 시스템 개발의 배경 및 기본 개념을 설명한다.

---

\* 한양대학교 건축환경공학과 석사과정 Email: 81mkm@naver.com  
\*\* 한양대학교 건축환경공학과 석사과정 Email: sunkist7@hanyang.ac.kr  
\*\*\* 동명대학교 건축공학과 조교수 Email: jkim@tu.ac.kr  
\*\*\*\* 한양대학교 건축환경공학과 교수 Email: jjkim@hanyang.ac.kr

## 2. 건축기획단계 및 이를 지원하기 위한 이론적 고찰

### 2.1. 건축기획단계의 정의 및 특징

건축기획이란 '발주자가 제시하는 일체의 요구사항과 프로젝트에 관련된 다양한 사회적, 법률적, 환경적 문제에 관한 사항, 그리고 건축가가 제시하는 일체의 창작의도에 관한 사항들을 수집, 조사하고 분석함으로써 문제를 파악하고 그 결과를 설계에 반영하는 것이다.' 라고 정의한다. (박한규, 1995) 따라서 건축기획을 원만히 수행해내기 위해서는 발주자와 건축가, 엔지니어 등 모든 참여주체들이 문제에 대해서 충분한 협의와 조정을 거침으로서 완전한 이해와 합의가 성립되어야 한다.

다음 그림 1은 일반적인 건축기획단계의 업무프로세스를 IDEF0 방법을 이용하여 모델링한 결과이다.

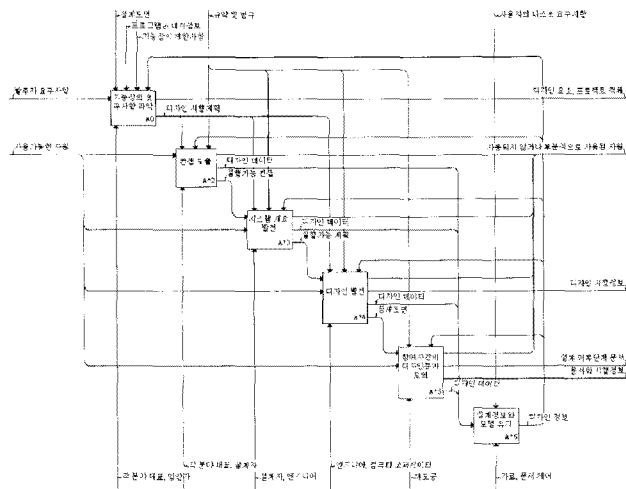


그림 1 IDEF0를 활용한 건축기획단계 프로세스 모델링

위의 프로세스를 바탕으로 건축기획단계를 분석하면 다음과 같다.

건축기획단계에는 발주자의 요구사항이 최초의 인풋 데이터로 주어진다. 즉 발주자의 요구사항이 심도 있게 반영되어야 함을 알 수 있다. 이 단계에서 건설프로젝트에 대한 비전문가인 발주자에게 프로젝트의 최종 성과물에 대한 이해도를 높이면 초기 데이터의 정확도가 높아질 것이다. 다음으로 폐커니즘을 살펴보면 발주자(사용자), 각 분야 대표, 입안자, 설계자, 엔지니어 등 다양한 분야의 수많은 참여자가 의사결정에 관여함을 알 수 있다. 따라서 이들의 의사결정이 신속하고 원활하게 이루어지는 것이 프로젝트 성공을 위해 바람직할 것이다. 마지막으로 프로세스 각 단계에서 매우 다양한 정보가 사용되고 전달됨을 알 수 있다. 따라서 이들 정보의 저장, 전달, 관리, 재사용 등이 용이하도록 해야 한다.

위에서 나타난 여러 건축기획단계의 특징들을 효과적으로 나타내기 위하여 축소패스모형, 컴퓨터 그래픽스 모델 등을 사용하여 발주자의 이해를 높일 수 있지만 이 과정에서 반복적인 협의를 통해 변경된 사안을 반영하기 위한 시간 소요와 작업량 증가, 피드백의 대처하는 속도의 저하, 정보의 손실이 일어나는 등의 한계점을 지니고 있다. (Borje 2005)

따라서 발주자가 설계안을 이해하고 설계자와의 의견 교환을 통해 해결해 나가는 의사결정의 지원을 위하여 실시간으로 요구를 반영하고 더 나은 대안을 찾도록 지원할 수 있는 가상건설시스템의 개발이 필요하다.

## 2.2. VR의 정의 및 건축기획단계 VR 적용 연구 사례 고찰

VR의 일반적인 정의는 '사용자들이 그 안에서 환경의 내용을 볼 수 있으며 조작도 가능한 컴퓨터로 생성된 3차원 환경의 시뮬레이션'을 말하며 그림 2는 실시간 인터랙션이 가능한 3차원 공간 기반 가상현실의 예이다.

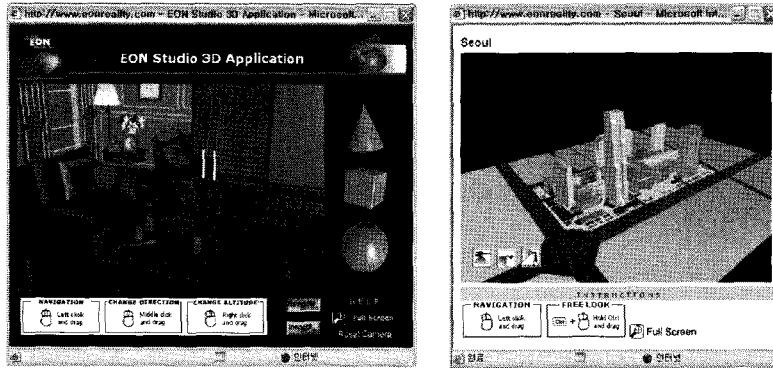


그림 2 웹기반 건축기획 지원 VR 시스템의 예

엔지니어링, 시공 단계의 가상건설 연구에 비해 건축기획단계에서의 가상건설 적용에 관한 연구는 어려운 편이다. 기획단계 자체가 발주자의 요구를 형상화 하는 단계이며 이 과정에 영향을 주는 요인들을 VR 시스템에 반영하는 것이 복잡하기 때문이다. 이러한 어려움에도 불구하고 발주자의 의견을 실시간으로 반영하여 의사결정을 지원하고, 정보의 효과적인 관리를 위한 필요성으로 인해 연구가 다수 진행 중에 있다.

건설기획단계에서의 VR 적용 사례를 살펴보면 Frost와 Warren (2000)의 경우 공장 작업공간을 설계함에 있어 VR을 사용하여 공간의 크기, 창문의 높이, 시야각의 범위 등을 보여줌으로써, 기존의 프레젠테이션 도구의 사용으로는 불가능했을 비전문적인 참여자들의 이해를 직접적인 시각화를 통해 향상시켰다. Campbell(2000)은 2D 드로잉 매체로는 전달이 불가능한 정보를 Virtual Reality Modelling Language(VRML) 과 World Wide Web(WWW)을 통하여 전달할 수 있다고 하였다.

시각화 도구의 사용에 관한 관심으로 영국에서 Ganah 등(2001)에 의해 실행된 조사에 따르면 아직까지도 2D 드로잉, 대면 회의, 서류 문서, 전화, 팩스 등과 같은 전통적인 방법을 통한 의사소통이 주를 이루고 있으며 이는 건설 산업에서 컴퓨터를 통한 시각화와 커뮤니케이션의 미사용으로 인한 정보의 흐름 손실을 초래하며 전체 프로세스에 걸쳐서 30%정도의 지연을 초래한다고 한다. 또한 VR 시뮬레이션은 설계자가 설계 과정에서 예상하지 못한 설계의 변경에 대해 이상적인 조건하에서 계획을 고려할 수 있도록 도와준다.

이런 모든 연구는 시각화를 통한 비전문가의 이해도 향상, 협업단계의 의사결정 지원, 정보관리의 효율화 등 기획 단계에서의 VR의 효과를 입증한다. 이러한 효과를 바탕으로 이러한 가상건설을 구현하기 위한 시스템의 개발에 관한 연구 또한 활발히 진행 중이다.

The Envisionment and Discovery Collaborator(EDC)는 협업 디자인 작업을 지원하는 시스템으로 이를 도시계획에 적용한 시스템이다. 이 시스템에서는 터치 반응(touch sensitive) 테이블 위에서 협업을 가능케 하기 위한 물리적 객체 놓기, 선 그리기와 같은 쉬운 인터랙션이 제공된다. 또한 건축 설계 결과를 웹으로 전송하여 건축주의 의견을 수렴한다. 하지만 계획 중간 과정에서의 건축주 참여는 이루어지지 않으며 다중 사용자의 협업은 전혀 고려되지 않는다는 단점이 있다. BUILD-IT은 스위스 연방기술대학에서 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 작업 테이블 위의 나무토막들을 인식하는 건축설계 시스템이다. 이는 다중 사용자 간의 협업 작업이 가능토록 디자인되었으며, 간단한 나무토막 놓기/빼기와 두 나무토막간의 거리조정의 인터랙션이 가능하도록 되어 있다. 하지만 네트워크를 통한 원거리 사용자간의 협업이 불가능하다는 단점이 있다.

국내에서는 황지은 외 3인 (2002)이 건축설계 초기단계에서 거주자들의 직접적인 참여가 가능하도록 인터넷 기반의 실시간 모델러에 관한 연구를 진행하였다. 이는 각각의 단위 건축물에 도시, 건축계획적 매개변수요소를 활용함으로써 몇 가지 단순한 입력을 통해 건축물의 형태 변화가 가능하도록 되어 있다. 이 연구는 개별 건축물의 형태 변화를 시각적으로 구현하기 쉬운 장점을 부각했다. 그러나 설계 이외의 프로세스(예 산분석 및 설비, 전적, 구조 등의 엔지니어링)와의 데이터 혹은 정보의 연동에 대해서는 다루고 있지 않다.

지금까지의 건축계획설계 단계의 VR기반 연구를 통해 그 필요성 및 효과는 입증되었으나 실용화 혹은 상용화 측면에서 아직 구상 단계이거나 초기 개발단계로 몇 가지 인터페이스를 제공하는 프로토타입 모델이며 또한 시설물을 가시화 하는 정도에 그치고 있는 경우가 다수인 것으로 파악된다.

### 3. 건축기획 지원 시뮬레이션 시스템의 개념 및 개발 방향

본 연구에서는 앞 장에서 고찰한 연구를 고려하여 건축기획 지원 시뮬레이션 시스템의 개념 및 개발 방향을 제시하고자 한다.

#### 3.1. 건축기획 지원 시뮬레이션 시스템의 개요

본 연구는 건축설계의 초기 단계에서 여러 참여자들의 의사소통 및 협업작업의 효율성을 높이고, 발주자의 공간지각력 이해를 도울 수 있는 VR 환경의 중요성과 정보의 전달, 관리, 추적 및 재사용이 용이한 객체 지향성을 바탕으로 건축기획단계에서의 3D 객체 기반 가상건설시스템의 개발을 목적으로 한다. 연구는 2006년 12월 건설교통기술평가원의 지원으로 출범한 가상건설시스템 개발 연구단 세부과제로서 다른 세부과제 모듈과의 유기적 통합을 통해 건설프로젝트의 생애주기에 기여하고자 한다. 이를 위한 주요 개발 내용 및 비전은 다음 표 1과 같다.

표 1 건축기획 지원 시뮬레이션 시스템 개발 단계 및 주요 내용

주요 개발 단계	주요 개발 내용 및 비전
건축기획 지원 시뮬레이션 시스템 기반기술 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로젝트 기획 단계부터의 VR기반 시뮬레이션 환경 구축</li> <li>지구 단위의 시설물 3D 객체 및 라이브러리 구축</li> <li>추계론적 도시 및 개별 시설 기획 모듈화</li> <li>발주자 브리핑 (client briefing) 모듈과의 융합</li> </ul>
건축기획 지원 시뮬레이션 시스템 응용기술 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>공간데이터 모델링 기법 및 시각화 기술</li> <li>표준정보체계(IFC)를 통한 표준화 체계 지원</li> <li>구조, 설비, 설계, 전적, 시공 시뮬레이션 및 CPLM (Construction Project Lifecycle Management)과 연계방안 수립</li> </ul>
건축기획 지원 시뮬레이션 시스템 개발 및 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>VR 기반 3D 객체 연동기술에 의한 기획, 개념설계 정보 시뮬레이터 개발</li> </ul>

#### 3.2 건축기획 지원 시뮬레이션 시스템 적용 후 to-be 모델 및 활용방안

다음 그림 3, 4, 5, 6은 본 연구의 건축기획 지원 가상건설시스템 적용 후 프로세스를 나타내는 to-be 모델이다.

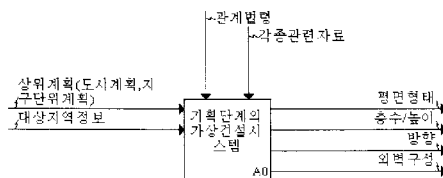


그림 3 기획단계의 가상건설시스템 개요

기획단계의 가상건설시스템은 인풋으로 도시계획, 지구단위계획을 받아 시스템 상에서 각종관련자료 및 관계법령의 통제(control)를 받고 건축, 구조설계, 기계/전기 설비설계를 위한 데이터를 아웃풋으로 제공한다.

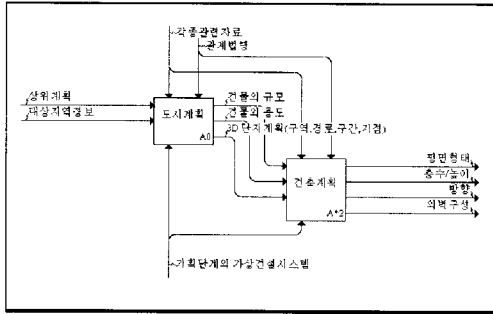


그림 4 건축기획단계의 가상건설시스템 개요

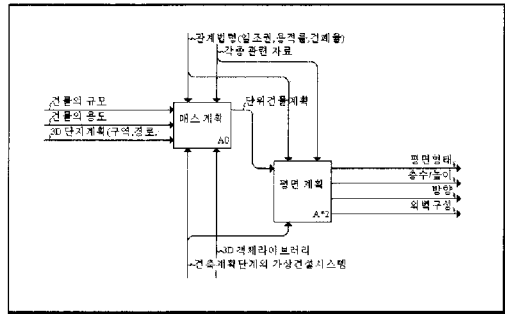


그림 5 건축계획단계의 가상건설시스템 개요

건축기획단계는 크게 도시계획과 건축계획의 큰 흐름이 있다. 도시계획에서는 국토계획, 도시계획, 지구단위계획 등의 상위계획들과 대상지역정보가 인풋으로 들어와 건물의 규모 및 용도를 산정하게 되고 가상건설시스템을 통해 3D단위계획을 건축계획에 인풋으로 제공하게 된다. 건축계획은 가상건설시스템 기반의 도시계획단계로부터 나온 건물의 규모, 용도, 3D단위계획(구역, 경로, 구간, 지점)등을 인풋데이터로 받아 마스계획을 하게 되고 이를 통해 나온 단위건물계획이 다시 평면계획에 인풋으로 제공되어 다음단계(건축, 구조설비, 기계/전기 설비)를 위한인풋데이터(평면형태, 층수/높이, 방향, 외벽구성)를 제공한다.

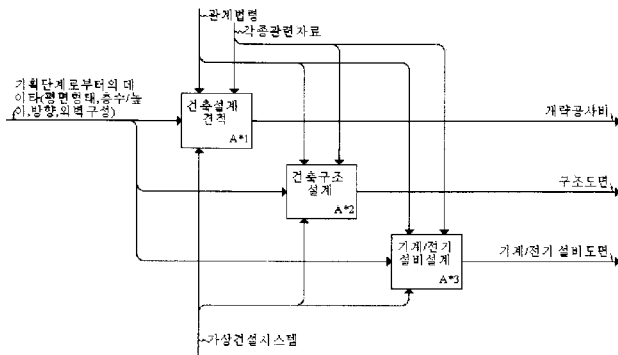


그림 6 가상건설시스템에서 프로세스 연계 개요

기획단계로부터의 데이터(평면형태, 층수/높이, 방향, 외벽구성)등은 건축설계건축과 건축구조설계 및 기계/전기설비 설계에 인풋으로 들어가 가상건설시스템을 통해 계약공사비, 구조도면, 기계/전기 설비 도면을 아웃풋으로 생성하게 된다.

이를 바탕으로 한 연구결과의 활용방안은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 발주자의 시각화를 높이고 프로젝트의 효율성을 향상시키는 기획단계의 VR기반 가상 시뮬레이션 시스템 기반기술 구축에 활용한다.
- 실제 시공이전의 가상공간을 통한 예상 문제점을 시각적으로 예측함으로써 부실시공의 사전 예방과

효율적 공사 프로세스 추진에 활용한다.

- VR기반 시뮬레이션 시스템은 기획 설계 단계의 다양한 노하우 및 지식을 연계하여 도시 계획, 주거 및 산업단지 개발 등에 적용되는 특화된 솔루션으로 활용한다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 건설생애주기(Construction Life Cycle)에서 건축기획단계의 중요성 및 이를 지원하기 위한 관련연구를 고찰했고, IDEF0모델링을 통하여 건축기획단계에서 나타나는 발주자의 요구 사항을 시스템적인 관점에서 분석했다. 이러한 분석을 통해 다양한 주체들의 의사소통 효율성을 제고하고, 건설프로젝트 기획단계부터 정보를 체계적으로 관리하기 위한 시스템의 개념을 도출했다.

개발된 시스템은 여러 참여자들의 의사소통 및 협업작업의 효율성을 높이고, 발주자의 공간지각력 이해를 높이며, 정보의 전달, 관리, 추적 및 재사용이 용이한 VR환경이 될 것이다. 구체적인 시스템의 기능 및 가상건설시스템의 타 연구 분야와의 연계를 감안한 입출력 데이터를 상위수준에서 표현한 to-be 모델을 기반으로 시스템의 분석 및 개발이 이루어질 예정이다. 구체적으로 시스템 공학 (systems engineering) 부분에서 시스템의 플랫폼 결정 및 도입 혹은 개발별 개별 응용도구 (application) 설계 등이 있고, 건축 시설물의 라이브러리 (library) 구축과 같은 기반 연구가 동시에 수행될 예정이다.

#### 감사의 글

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2006년도 건설기술기반구축사업(과제번호 : 06첨단융합-E01)의 지원으로 이루어 졌음을 밝히며 지원에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- 조미란, 이갑원, 손정락, 조건희 (2000) 효율적 사업수행을 위한 건설사업 프로세스모델 개발, 대한주택공사 주택연구소
- 황지은, 김지현, 성문희, 최진원 (2002) 건축설계 초기단계에서 협업 설계를 지원하는 참여자 중심 VR 모델러 개발에 관한 연구, HCI 2002 학술대회논문집
- VA-Korea (2006) 가상 건설시스템 개발, 연구개발계획서
- Victor E. Sanvido (1990) An integrated building process model, *Computer integrated construction*
- D.A. Campbell (2000) Architectural construction documents on the web: VRML as a case study, *Automation in Construction* 9, pp129~138.
- P.Frost, P.Warren (2000) Virtual reality used in a collaborative architectural design process, *Information Visualization*, pp568~573.
- A. Ganah, C.J. Anumba, N.M. Bouchlaghem (2001) Computer visualisation as a communication tool in the construction industry, *Information Visualization*, pp679~683.
- Ernesto Arias, Hal Eden, Gerhard Fischer, Andrew Gorman, and Eric Scharff (2000) Transcending the Individual Human Mind : Creating Shared Understanding through Collaborative Design, *Computer-Human Interact* 7.1.
- Morten Fjeld, Kristina Lauche, Martin Bichsel, Fred Voorhost, Helmut Krueger, and Matthias Rauterberg (2002) Physical and Virtual Tools : Activity Theory Applied to the Design of Groupware, *Computer Supported Cooperative Work* 11, pp153~180
- B. Westerdahl, K. Suneson, C. Wernemyr, M. Roupe, M. Johansson, C. M. Allwood (2006) User's evaluation of a virtual reality architectural model compared with the experience of the completed building, *Automation in Construction* 15, pp150~165.