

## 建築 協業設計 시스템 구축을 위한 프로세스와 環境 試驗에 관한 연구

김 익\*, 강명희\*\*, 최진원\*\*\*, 김성아\*\*\*\*

### A Collaborative Design System in Architecture: defining the process and testing its system environment

Kim, U. \*, Kang, M. H. \*\*, Choi, J. W. \*\*\* and Kim, S. A. \*\*\*\*

#### ABSTRACT

The purpose of this research is to develop a collaborative architectural design system. Design collaboration requires an extensive use of communication methods as well as the participation of various experts from different domains. Such facts address several issues when the Internet and digital media are able to create a completely new work environment. The building design process was studied, and possible modes of design collaboration were defined. A prototype system is being developed in accordance with the defined collaboration model. The system integrates a set of communication tools and web-based design media. Such media include a synchronous multi-user web CAD tool, a schematic 3D design tool, and an electronic whiteboard. A project database was designed in order to coordinate the project-wide communication which elaborates technologies such as web-based data access. In order to find out the effectiveness of the system, a usability test was performed both in quantitative and qualitative manner. The research will contribute to the development of world-wide design and construction collaboration through the Internet, which is becoming a mainstream building process model.

**Key words** : Collaborative design, Communication model, CSCW, Web-based CAD, Shared workspace

#### 1. 연구의 목적과 배경

건축설계에서 協業이 필요한 이유는 프로젝트를 진행하기 위해서 개인이 아닌 설계 팀이 협동작업을 하는 경우가 대부분이며, 아울러 다양한 분야의 전문가들의 참여를 요구하기 때문이다. 이러한 팀 위주의 작업과 전문가들의 참여는 설계 프로세스의 정형화와 함께 원활한 커뮤니케이션을 요구한다. 특히, 인터넷과 멀티미디어가 설계작업의 중요한 요소로 자리잡은 현

재, 효과적인 커뮤니케이션을 위해서는 설계 프로세스가 진행되면서 참여자들 사이의 커뮤니케이션을 지원하는 다양한 설계 미디어가 지원되고 커뮤니케이션을 통해 결정된 설계 정보나 관련 정보를 저장, 관리하는 시스템이 요구된다(McCall *et al.* 1994).

컴퓨터와 정보처리 기술의 발달은 설계 미디어를 디지털화하고, 디지털화 된 설계 정보는 인터넷과 같은 컴퓨터 통신의 발전과 접목되어 도면이나 문서 위주의 설계 정보 관리가 주된 작업이었던 종전의 설계 프로세스와는 전혀 다른 차원의 커뮤니케이션 방안을 제시한다. 웹 기반의 멀티미디어 커뮤니케이션을 기반으로 하는 협업설계환경은 설계 정보의 데이터베이스화를 통한 同時的, 非同時的 설계 정보 검색과 처리뿐 아니라 프로세스 관리를 가능하게 한다. 또한 최근 Java, ActiveX 등의 기술발전으로 웹 기반의 실시간 공유가 가능한 CAD 작업환경의 구현이 가능해졌다. 이러한

\*정회원, 홍익대 건축학과

\*\*이화여대 교육공학과

\*\*\*정회원, 연세대 주거환경학과

\*\*\*\*정회원, 명지대 건축학부

- 논문투고일: 2001. 6. 8

- 심사완료일: 2001. 10. 26

본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구 지원(1999-2-310-001-2)으로 수행되었음.

기술적 기회(technological opportunity)와 건축설계 영역에서의 요구를 반영하는 협업설계환경의 개발이 필요하다.

지금까지 협업설계를 지원하기 위해 이론적 연구와 실험적 시스템들이 개발되어 왔으나, 효과적인 협업설계를 위해서는 다음과 같은 점이 보완되어야 한다.

첫째, 건축설계의 커뮤니케이션은 문자와 대화뿐 아니라 그래픽의 비중이 매우 높으므로 동시적인 그래픽 커뮤니케이션 작업 환경(Synchronous Visual Communication Environment)을 제공해야 한다(Broll & England, 1996).

둘째, 설계 정보가 데이터베이스 시스템으로 관리되어야 하며, 설계 정보는 설계작업의 중간 결과물들을 표현하는 미디어(media objects)는 물론이고, 프로젝트 관리 일정과 커뮤니케이션의 내용이 연계되어 저장되어야 한다(Kim, 1997. McCall, 1994).

셋째, 설계 프로세스의 진행 단계별로 요구되는 그래픽 작업환경을 차별화하고 이를 지원할 수 있어야 한다. 협업설계 환경은 다양한 종류의 CAD 프로그램과 그래픽 프로그램, 그리고 기타 지원 프로그램간의 자료교환과 조합이 필요하며, 이러한 요구를 한꺼번에 충족시켜주는 일체형 시스템(closed system)을 구현하는 것은 비현실적이다. 또한 기존의 상용 CAD 프로그램은 기능의 복잡성 때문에 설계안의 마무리 단계에서 효율적이지만, 초기 단계에서는 이 보다 간단하면서 인터넷을 통해 서비스될 수 있는 가벼운 CAD 프로그램(light-weight CAD)이 필요하며, 이 프로그램은 다수의 참여자가 실시간으로 작업공간을 공유할 수 있는 환경을 제공해야 한다(김성아, 1997. 최진원, 1997).

넷째, 설계 프로세스에서 필요한 지원정보를 데이터베이스화하고 이를 설계 프로젝트와 관련하여 참조할 수 있는 시스템이 필요하다. 이 시스템이 보유하는 설계지원정보의 대표적인 예는 건축법규와 같은 것인데, 다수의 설계 프로젝트가 누적되면서 발생하는 사례형 설계지원정보도 수시로 입력, 분류, 검색될 수 있는 시스템이 요구된다(김 익, 유석준, 1997).

본 연구에 있어서 설계 프로세스별 데이터베이스의 분류와 설계는 중요한 연구목표이다. 각각의 커뮤니케이션 도구와 작업일지와 같은 설계 데이터의 관리도구들은 기존의 도구들을 임의로(ad hoc) 조합하는 것만으로 대체하기 힘들다. 따라서 협업설계 프로세스와 커뮤니케이션의 모델에 따른 도구들의 개발이 필요하며, 이 도구들은 설계관련 정보 데이터베이스와 긴밀하게 연결되어야 한다. 또한, 현재 다양한 건축전용 CAD 시스템이 나와있지만 웹 브라우저를 이용한 경

량의, 공유가능한 CAD 도구는 전무한 실정이다. 또한 협업설계가 최근 중요한 테마로 논의되고 있지만 상용화된 시스템들은 문서의 관리와 공유를 협업의 개념으로 내세우고 있을 뿐, 실제 설계단계에서의 실시간 작업환경 공유와 커뮤니케이션은 제대로 다루고 있지 못하다. 설계 단계에서의 작업환경공유는 기술적인 구현만의 문제가 아니라 건축설계 프로세스의 특성을 파악해나가면서 이루어질 수 있다. 본 연구는 이러한 문서 공유가 아닌 설계의 공유를 위한 협업설계 시스템을 구축하기 위한 프로세스의 정의와 작업환경을 제안하는데 연구의 의의를 가질 것이다.

## 2. 연구의 방법과 범위

### 2.1 연구의 방법

협업설계 시스템의 개발은 다음과 같이 진행되었다.

- 1) 커뮤니케이션 모델(communication model)과 설계 프로세스, 그리고 도구들과의 관계 모델 정의
- 2) 이를 지원하는 시스템 환경의 상정
- 3) 기본적인 커뮤니케이션을 위한 도구의 정의와 개발, 이들을 지원하는 데이터베이스 설계
- 4) 협업설계 과정에서의 공유되어야 할 설계정보 데이터베이스와 협업과정 기록을 위한 작업일지의 형식 정의
- 5) 3차원의 공간계획 및 개념설계의 실시간 공유를 위한 Space Builder의 구현
- 6) 2차원 CAD 기능을 지원하면서 실시간 작업공간 공유가 가능한 WebCAD의 구현

본 연구를 위해서,

- 1) 공유가능한 웹기반의 그래픽 작업도구를 정의하고 주요 도구들(Whiteboard와 Space Builder, 그리고 WebCAD)을 개발하였다: Whiteboard는 기술적인 면에 있어서 기존의 Electronic Whiteboard와 대동소이하지만 전체 시스템에서의 데이터 흐름을 고려하여 적합한 파일저장기능을 지원하도록 개발되었다. 따라서 설계 조건을 분석하는 설계의 초기단계에서 설계참여자들은 단순한 스케치 도구를 이용하여 커뮤니케이션을 보조하지만 이 때 작성된 스케치를 개념설계에서 사용할 경우가 종종 발생한다. 건축가에 있어서 비형식적인 포맷을 이용한 설계 아이디어의 기록은 타 분야에 비해서 일반화되어 있다. 따라서 본 연구에서는 화이트보드를 특별히 구현하였으며, 작업내용을 저장하여 WebCAD에서 읽을 수 있도록 의도하였다. WebCAD는 CAD 프로그램의 기본적인 그리기 기능과 편집기

능을 제공하지만 자체적인 파일저장포맷을 가지도록 하였으며 DXF 저장기능을 구현하여 상용 CAD 시스템에서 WebCAD의 작업내용을 편집할 수 있도록 하였다.

2) 협업을 통해 발생하는 작업 내용과 일정을 데이터베이스화하여 프로젝트 관리를 위한 환경을 제시하였다. 이는 달력형식의 인터페이스를 가지는 작업일지 프로그램을 중심으로 이루어지며 설계 프로젝트에 동시, 비동시적으로 접근하는 참여자들은 이를 통해 과제의 작업세션 정보를 열람하거나 특정 시점의 작업파일(WebCAD와 Space Builder)을 열어볼 수 있다.

3) 또한, 3차원의 실시간 다중사용자(multi-user) 그래픽 작업 환경을 개발하였으며, 이 그래픽 자료 모델은 상업적 CAD 프로그램의 자료모델로 전환될 수 있도록 하였다. 이를 위하여 Space Builder를 구현하였다.

4) 설계 요구사항과 일반적인 조건을 정리하여 데이터베이스화하고, 이 데이터베이스와 연계된 정보검색 인터페이스를 개발하였다.

프로토타입 시스템의 구현은 건축설계에서 일반적인 작업 프로세스를 근간으로 하여 필요한 도구를 디자인 도구 및 커뮤니케이션의 도구로 구분하여 상정하고, 이들을 협업설계의 환경에 접목할 수 있는 구체적인 도구들을 연혁적으로 정의하는 것으로 시작하지만 결국 시스템의 디자인 과정에서 도구간의 상관관계, 호용성, 새로운 환경에서 도구역할의 변경과 같은 요인에 따라서 필요한 도구들과 그것들의 기능을 재정의하는 것이 필요하다. 본 연구는 시스템의 유용성 테스트(usability test)를 통해서 시스템을 평가하고 문제점과 개선방향을 연구하였다.

## 2.2 연구의 범위

본 논문에서는 연구의 취지와 개념을 중심으로 사용자가 직접 대하는 작업환경의 내용을 중심으로 설명하였다. 본 연구를 위해 개발된 알고리즘과 자료모델과 같은 기술적인 부분은 개별적 논문에서 상세히 다루어질 것이다.

시스템의 유용성 테스트는 사회과학적인 조사방법을 적용하여 시스템 사용자 행태의 녹화, 설문, 그리고 테스트를 위한 체계적인 오리엔테이션 등이 망라되는 부분이지만 본 논문에서는 이 테스트에서 발견된 주요한 문제점 논의로 축약하였다.

## 3. 협업설계의 요소와 시스템의 제한

### 3.1 커뮤니케이션과 디자인의 도구

교육학적인 측면에서 볼 때 협업의 중요한 기능은

지식창출이다. 協同的 知識創出시스템에서 핵심이 되는 커뮤니케이션의 유형은 실시간에 이루어지는 동시적 커뮤니케이션과 시간의 간격을 두고 진행되는 비동시적 커뮤니케이션이 있으며(Cheng *et al.* 1994), 커뮤니케이션에 참여하는 참여자의 수에 따라, 개인 참여자간에 발생하는 대인 커뮤니케이션(Interpersonal Communication), 집단 내의 협업에 발생하는 집단내 커뮤니케이션(Intragroup Communication), 그리고 집단간의 협업, 개인 대 전체와의 협업에서 발생하는 집단간 커뮤니케이션(Intergroup communication) 유형이 있다. 또한 커뮤니케이션 채널은 컴퓨터를 이용하므로 컴퓨터 매개 커뮤니케이션(Computer Mediated Communication) 요소를 반영하고 있으며(Berge, 1995), 협업과제의 수행을 위해서 집단 내에서의 커뮤니케이션(Intragroup communication)이 핵심이 된다(강명희, 고진경, 2000. Renbensburg *et al.*, 1995).

World Wide Web의 발전은 건축설계 분야에도 여러 가지의 변혁을 가져왔다. 그 중 한 가지는 원거리에 위치한 전문가들 사이의 의견과 자료교환을 동시적/비동시적 커뮤니케이션(synchronous/asynchronous communications) 수단, 그리고 웹으로 접근가능한 데이터베이스를 통해 정보의 효율적 공유가 가능한 가상설계 환경을 제공하여주고 있다. 이는 기존의 面對面 회의의 진행을 위한 전문가들 사이의 시간 조정과 시간 낭비 등의 문제를 해결하고 효율적으로 협업을 가능하게 지원하는 시스템으로 그 가능성을 인정받고 있다(Engeli *et al.*, 1995. Wojtowicz *et al.*, 1995. Tsai & Kim, 1997. Anderson *et al.*, 1995). 시간적 제한과 도구/미디어를 축으로 한 커뮤니케이션의 유형은 다음과 같다.

#### (1) 시간차원

커뮤니케이션이 실시간 진행되는 전화, 채팅, 실시간 토론, 화상회의 등은 동시적 커뮤니케이션에 속하고, 시간의 간격을 두고 진행되는 팩스, 전자우편, 전자 게시판, 질의/응답, 비실시간 토론방 등은 비동시적 커뮤니케이션에 속한다.

#### (2) 도구/미디어의 차원

커뮤니케이션이 진행되는 인터페이스 유형에 따라  
 · 1차원 미디어 중심의 커뮤니케이션: 전자우편, 전자 게시판, MUD  
 · 2차원 미디어 중심의 커뮤니케이션: 화이트보드, 이미지 데이터베이스, 2D CAD 그리고,  
 · 3차원 미디어 중심의 커뮤니케이션: 3차원 CAD, Web 3D  
 · 멀티미디어 중심의 커뮤니케이션: 비디오 컨퍼런스

스, 멀티미디어 화이트보드 등 네 가지 유형으로 나누어질 수 있다.

### 3.2 협업설계 프로세스의 제안

건축설계의 핵심은 형태와 공간의 창조이다. 이를 위하여 건축가는 전통적으로 다양한 시각적 커뮤니케이션 수단을 사용하여왔다. 건축설계는 2차원 스케치→2차원 도면→3차원 모델과 같은 미디어의 차원에 평행하는 발전단계를 꼭 밟지 않는다. 그러나 본 연구는 설계프로세스의 정의를 목적으로 하기보다는 설계에 있어서 협업을 위한 도구의 정의와 이들 도구를 유기적으로 활용하는 시스템의 개발을 목적으로 하므로, 설계 프로세스를 다음과 같이 단순화하였다.

#### (1) 기획단계

설계 프로젝트의 목표가 정해지고 이에 대한 기초자료가 분석된다. 기존 유사 건축사례의 비교분석과 관련법규의 분석이 주로 이루어진다. 프로젝트를 중심으로 한 설계참여자들 간의 질의, 응답이 동시적(채팅, 화이트보드), 비동시적(프로젝트 메일, 게시판)으로 교환되고 프로젝트 데이터베이스를 통한 관련정보를 공유할 수 있다.

#### (2) 개념설계

건축가의 창의성이 가장 발휘되는 단계로써 어떤 의미에서 건축설계의 창의성은 주어진 시간 내에 보다 많은 대안을 생성, 테스트할 수 있는 능력에 좌우된다고 할 수 있다(Kim, 1997). 개념설계단계에서는 스케치와 매스모델 등을 이용한 다양한 설계 대안들이 만들어진다. 대안의 신속한 생성과 생성된 대안을 설계 참여자들이 평가하고 수정할 수 있는 도구(공유가능한 2/3차원 CAD 도구와 기본적인 동시/비동시 커뮤니케이션 도구)가 요구된다. 또한 생성된 대안과 설계참여자들의 결정사항을 데이터베이스화하여 관리할 수 있는 작업일지 시스템이 요구된다. 개념설계 단계에서는 Space Builder와 WebCAD를 통해서 구체적으로 형태를 만들어 문제 해결점 확인, 해결방법 모색, 토의, 효과분석을 하게 된다. 이 단계에서 3차원 그래픽 도구를 통해서 분야별 전문가들의 의견이 실시간으로 반영된 모델작업이 가능하도록 한다.

#### (3) 평가

기획단계에서 작성한 이슈에 따른 체크 리스트를 작성하여 개념설계 단계에서 검토된 여러 가지 안 중에서 최선의 안을 찾아내도록 한다. 또한 개념설계 단계에서 해결되지 못한 문제나 예상되지 못한 문제의 발생원인을 찾아보고 이러한 원인 발생을 막기 위한 고려 사항을 정리하여 다음 버전에 반영하도록 한다.

#### (4) 도면화

개념설계의 단계에서 결정된 안을 도면화한다. 일단 안이 결정되면 다수의 참여자들에 의해 나뉘어져서 작업이 진행될 수는 있으나 작업공간의 실시간 공유는 큰 의미를 지니지 않으며, 실제로 이러한 작업은 기존의 상용 CAD 시스템만이 제공할 수 있는 다양한 기능을 요구한다. 따라서 상용시스템과의 데이터교환(예, DXF)이 중요한 의미를 지닌다.

기획단계에서는 디자인 전체 과정 중에 변하지 않는 제한 조건으로 이용될 사항이 무엇인지를 먼저 명확히 해야 한다. 법규사항, 기후사항, 대지사항, 교통상황, 사용자 등은 대체로 디자인이 진행되는 동안 변경되지 않는 사항이지만 중요한 판단 근거이므로 디자인 초기 단계부터 기록하도록 한다. 건축설계에 있어서 이러한 문제들은 대부분은 독립적이지 않고 여러 문제들과 함께 복합적으로 연관되어 나타나므로 문제의 상관관계 및 그 위계를 확인하는 작업이 필요하다. 각종 동선 및 쾌적성, 내구성, 경제성, 프라이버시 확보 등 여러 가지 건축적 이슈들을 정리하고 그 우선순위를 선정해서 그 순위에 맞추어서 문제를 배열하도록 한다.

## 4. 시스템의 개발

### 4.1 프로젝트 데이터베이스와 인포센터

본 협업설계 시스템은 다수의 프로젝트가 동시에 진행되는 상황을 가정하고 있다. 따라서 웹 페이지의 인터페이스를 통해서 협업설계의 각 작업 세션에 참가하는 참여자는 Fig. 1에서 보듯이 인증절차를 거쳐서 접속하게 되어 있다. 한 사용자가 하나 이상의 프로젝트에 참여할 수 있다는 가정에서 그 사용자는 자신이 관여하고 있는 프로젝트의 리스트를 제공받는다. 프로젝

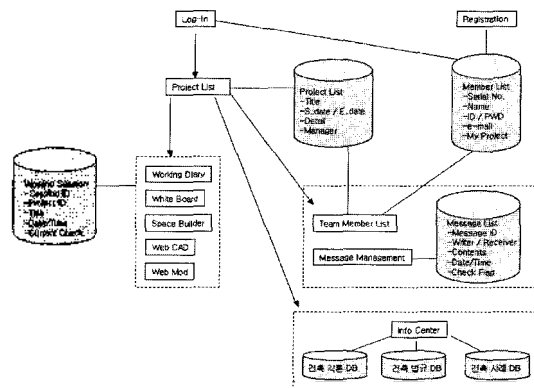


Fig. 1. The system structure of the project database.

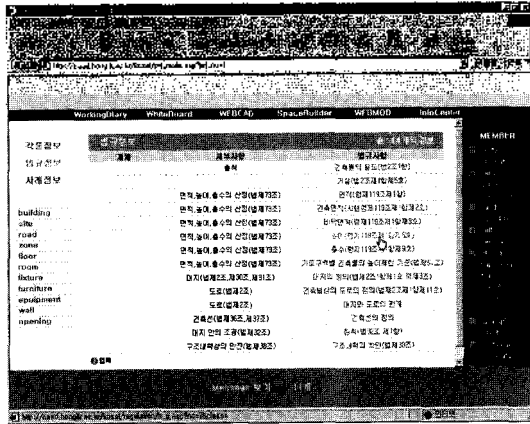


Fig. 2. A user interface for referencing building regulations.

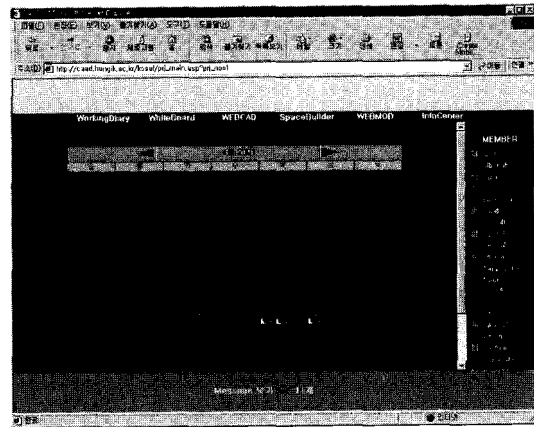


Fig. 3. Design history on a calendar style interface.

트 리스트에서 원하는 프로젝트를 선택하면 사용자는 그 프로젝트의 협업공간에 들어가게 된다. 협업공간은 작업일지를 기점으로 하여 화이트보드, Space Builder, WebCAD 등으로 구성된다. 프로젝트 리스트를 제공하는 프로젝트 데이터베이스 인터페이스에서는 프로젝트 메일을 주고받을 수 있으며, 현재 참여중인 사용자들의 로그온 상태를 파악할 수 있다. 또한 즉각적인 메시지를 통한 커뮤니케이션이 가능하도록 메시징 도구가 통합되도록 하였다. 또한 프로젝트의 수행에 필요한 법규사항 등을 데이터베이스화 하고 이를 웹 인터페이스를 통해서 검색, 참조할 수 있도록 시스템(인포센터 Info-Center)을 구축하였다. 이러한 데이터베이스는 일회적인 입력에 의한 정적인 데이터셋을 구성하는 것이 아니라 다수의 설계참여자가 수시로 관련사항을 입력하여 정보의 내용이 성장하는 시스템을 목표로 하고 있다. 따라서 건축법규뿐만 아니라 시방 정보, 그리고 특정 건축사회의 설계정보를 입력함으로써 유형별 검색이 가능하도록 하였다(Fig. 2).

#### 4.2 작업일지

사용자는 프로젝트 데이터베이스에서 제공된 리스트의 아이템 중 하나를 선택함으로써 특정 프로젝트의 작업세션에 참여하게 된다. 이 때 제공되는 관리공간이 작업일지이며 본 시스템에서는 달력의 형식을 가진 시각적인 인터페이스를 제공하고 있다(Fig. 4).

하나의 협업설계 세션이 시작되면 중앙서버의 관리 프로그램에 의해 작업과정이 추적되고, 해당 세션의 참가자 정보, 각 참가자들이 사용하는 도구들의 중간 결과물, 그리고 프로젝트 메일 및 채팅 도구를 통한 커뮤니케이션의 로그가 데이터베이스에 기록된다. 작업 세

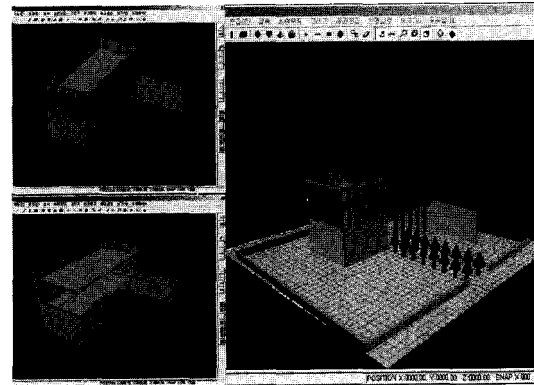


Fig. 4. A design session using the space builder.

션은 이러한 중간결과물들이 시간정보와 세트화되어 이루어진 것으로서, 작업일지의 해당일자에 기록된다. 작업일지 도구는 ASP(Active Server Pages)를 이용하여 구현되었으며 기본적으로는 달력과 같은 인터페이스를 취하나 사용자가 프로젝트의 전 기간을 하나의 띠(strop)처럼 볼 수 있다. 띠형의 인터페이스 모드에서는 프로젝트가 월 단위로 구분된 띠가 나타나고 마우스 커서를 위로 가져가면 해당 작업 세션 정보가 아이콘의 형태로 나타난다. 달력형의 인터페이스 모드에서는 해당일의 날짜 칸에 작업세션 아이콘이 나타난다. 작업세션은 하루에도 여러 차례 있을 수 있으므로 여러 개의 아이콘을 가질 수 있다. 마우스 커서를 아이콘 위로 가져가면 간략한 세션정보(참여자, 세션 ID 등)가 팝업(pop-up)되며, 사용자는 이 아이콘을 통해 이전의 특정 세션을 쉽게 검색하여 작업의 내용과 의사결정 사항을 검색할 수 있다. 여기서 아이콘을 클릭하면 해당세션의 상세정보페이지로 이동한다. 상세정보 페

이지는 작업 세션을 구성하는 요소들의 리스트로서 WebCAD 등의 도구 작업을 통해 저장된 파일, 세션 참여자가 부가한 텍스트나 이미지 형식의 주석정보(annotation)로 이루어진다. 사용자는 이들 아이টে를 클릭함으로써 바로 그 파일을 열 수 있도록 하였다. 단, 현재의 시스템에서는 Space Builder의 웹 통합이 완벽하게 이루어지지 않았고, 데이터베이스의 구현 등의 부분적인 문제로 인하여 추후 연구개발을 통하여 보완될 예정이다.

### 4.3 실시간 작업 공유를 위한 도구

#### 4.3.1 Space Builder

Space Builder는 협업설계에 환경에 있어서 핵심적인 기술의 하나인 '3차원 공간계획 작업환경의 실시간 공유' 기능을 위해 개발되었다. 이는 공간적으로 분리된 다수의 협업설계 참여자가 네트워크를 통해 논리적으로 하나의 작업환경을 공유하고 의사교환을 할 수 있는 3차원 모델링 화이트보드(electronic whiteboard)이다.

이러한 환경에서는 하나의 서버가 존재하고 다수의 클라이언트가 서버에 연결되어, 어떤 하나의 클라이언트의 작업환경에서 변화가 일어났을 때 그 변화내용이 서버로 전송되고 서버는 연결된 모든 클라이언트에게 수정된 내용을 멀티캐스팅(multicasting)하는 방식을 활용할 수 있다(Fig. 5). 이의 구현을 위하여 소켓(Socket)을 이용한 실시간 멀티캐스팅 시스템을 구현하였다. 또한, 효과적인 분산처리를 위해서 독립적인 전용 브라우저 제작, 클라이언트에서 발생한 이벤트를 서버에서 접속된 다른 클라이언트에게 전달하여 클라이언트가 재해석, 화면에 생성하는 방식을 채택하였다.

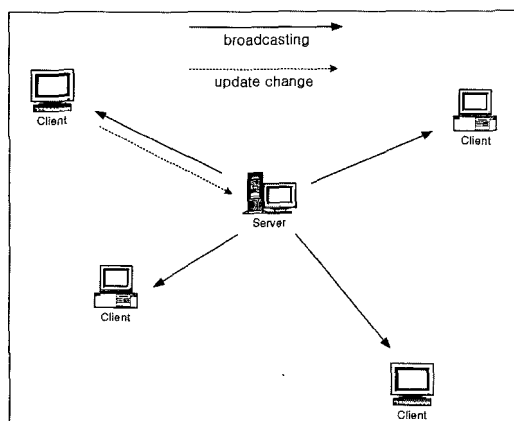


Fig. 5. Concept of multi-casting.

Space Builder 자체는 다음 절에서 설명하는 WebCAD와는 차별화하여 실시간에 3차원의 공간계획을 위한 작업환경 기능을 부여하기 위한 응용 프로그램이다. 따라서 개발 초기에는 Space Builder의 기능을 단순한 형상을 그리는 기능에 한정하였고 부가적으로 오브젝트의 형상을 수정하고 간단한 불리언 연산(Boolean operations)기능을 수행하도록 하여, 다이어그램 도구에 가까운 매스 디자인(massing) 도구를 의도하였으나 개발이 진행되면서 건축적인 오브젝트(기둥, 벽체, 슬라브, street furniture)들을 쉽게 생성하고 이들을 조합하여 간단한 건축물의 개념적 디자인을 할 수 있는 시스템을 발전되었다(Fig. 5).

#### 4.3.2 WebCAD

웹 환경에서 CAD 시스템을 구현하기 위하여 Java 애플릿(applet)형 CAD를 개발하였다. 이 도구는 본 협업설계 시스템에서 2차원 기반의 개념설계를 위한 것으로 다른 도구들과 마찬가지로 시스템에 통합되어서 필요에 따라 주 작업환경으로 전환된다. WebCAD는 일반적인 2D CAD 기능들(2차원 객체 생성, 편집, 저장)을 제공하는 외에 지능적인 공간 인식(space detection)과 부재관계 인식 기능을 갖추고 있어서 간단한 개념설계를 신속하게 할 수 있고, 설계의 중간 결과물을 자체의 포맷으로 저장하는 외에 DXF와 같은 포맷으로 저장하여 AutoCAD 등의 상용 CAD시스템에서 확장작업이 가능하다.

Space Builder의 멀티캐스팅과는 별도로 WebCAD에 실시간 협업기능을 부여하기 위하여 Java를 이용한 소켓기반의 멀티캐스팅 시스템을 구현하였다. 여기서 중앙 서버에 일종의 메모리 상주 프로그램(daemon)인 Java 프로그램이 서버의 역할을 하면서 클라이언트 애플릿(client applet)에서 사용자가 도형을 그리거나 수정하면 그 변경 내용을 수신받아 연결된 모든 클라이언트에게 다시 브로드캐스팅하는 개념이다. 따라서 서버에 연결된 클라이언트 애플릿은 항상 동일한 디스플레이를 제공받게 된다. 이로써 기술적으로 사용자의 수에 제한받지 않고 능률적으로 멀티캐스팅할 수 있으나 네트워크의 부하에 따라 속도가 크게 좌우되는 단점이 있다. 본 연구에서는 프로그램의 퍼포먼스보다는 이러한 종류의 경량화된 모델링/2D CAD 환경이 개념설계 단계에서 효과적으로 사용될 수 있도록 하기 위하여 요구되는 도구들과 작업 프로세스에 초점을 맞추어 개발하였다.

Fig. 6은 시스템에 통합된 WebCAD의 작업화면이다. 왼쪽의 도구바(tool bar)를 통해서 기본적인 그리기 기능과 선택 및 편집기능 등이 제공되며 상단의 메뉴

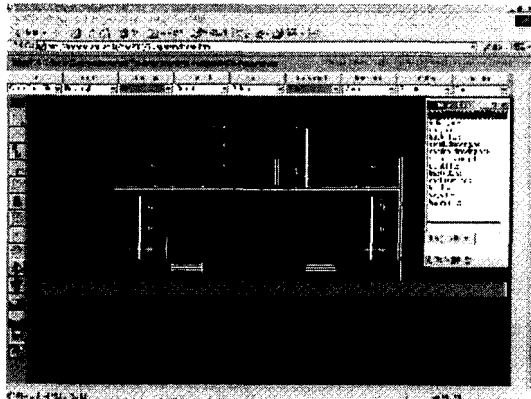


Fig. 6. A design session using WebCAD.

를 통해서 멀티캐스팅의 조정, 도형의 topology 레벨의 선택, 파일입출력 관련 기능 등이 제공된다. 우측에 떠 있는 메뉴 창은 서버측으로의 파일입출력을 위한 대화상자이다. 따라서 사용자는 서버에 저장된 파일을 열어 수정할 수 있으나, 이 기능은 궁극적으로 작업일지에서 통제되어야 할 것이다.

그리기 기능은 현재 Line, Polyline, Polygon, Arc Circle 등의 기본적인 도형이 제공되고 Move, Rotate, Scale 등의 translation 기능이 제공된다. WebCAD는 Space detection, adjacency graph representation 등의 실험적 기능이 테스트 됨에 따라 WebCAD의 사용자 인터페이스는 계속 수정변경을 하고 있다. 또한 WebCAD를 발전시켜 3차원 모델링 기능을 지원하는 도구(WebMOD)의 초기 버전을 테스트 중에 있으나 본 시스템에는 아직 통합하지 못하였다.

## 5. 협업설계의 진행

### 5.1 시스템의 운용

원격지에 위치한 참여자들은 Space Builder와 WebCAD와 같은 실시간 CAD 시스템에 의해 디자인 아이디어를 공유하고 의사교환을 할 수 있다. 또한 채팅(chatting) 도구나 화상회의 도구는 그래픽 커뮤니케이션을 보조할 수 있다. Space Builder와 WebCAD에서 작성된 도면정보는 서버를 통해 프로젝트 데이터베이스에 저장되고 이러한 작업의 내용은 작업일지에서 관리된다. 클라이언트 측의 컴퓨터(local host)에서 행해진 작업은 상용 CAD 시스템이나 스프레드시트나 문서작성프로그램 같은 사무자동화(office productivity) 도구를 이용하여 실질적으로 행해질 수 있으며 이 때 생성되는 도면과 같은 작업결과물은 별도의 마크업

(markup) 표준을 통해 관리되어야 할 것이다.

시스템의 개발 단계별 운용 테스트에서 여러 가지의 문제점이 지적되었다. 특히 작업 세션의 관리에 있어서 세션 저장의 권한을 누가 소유하며, 실시간 다중 사용자 작업도구의 중간 결과물들의 저장과 관리, 그리고 다수의 버전(version)과 대안(alternative)을 어떻게 관리할 것인가의 문제 등이 제기되었다. 이러한 문제들은 연구의 범위를 벗어나며 디자인 버전(design version)과 협업설계 프로세스의 인지과학적 연구를 통해서 제안되어야 할 것이다. 그러나 이러한 연구의 성과에 따라서 결국 시스템의 설계도 변경되어야 할 것이다.

### 5.2 시스템의 유용성 테스트

CAD 시스템의 사용편의성과 효과성을 확인하기 위하여 유용성 테스트를 실시하였다. 이 평가연구는 설문응답의 통계처리를 통한 정량적인 접근과 녹화자료의 내용적인 분석을 통한 정성적인 연구방법을 동시에 적용하여 시스템 사용을 보다 입체적으로 분석하고자 하였다. 이를 위하여 1) 시스템의 목적과 기능에 대한 이해, 그리고 베타 테스트의 목적에 대한 상호적 동의를 위해 시스템 설계자와 연구자와의 사전미팅이 초기에 이루어졌고, 2) 이후 참여자 오리엔테이션, 3개 팀의 협업 시나리오 확인 및 시스템 사용 시범 환경설정 등의 절차를 통해 사용자들의 협업시스템 사용이 최적의 상태에서 관찰되기 위한 준비과정을 거쳤으며, 3) 각각 사전, 사후 인터뷰와 함께 3개 팀의 협업이 녹화되었다. 설문지는 이후에 참여자들에게 배포, 수집되었으며 녹화자료와 설문응답의 분석은 2인의 연구자에 의해 실시되었다. 본 평가의 참여자 그룹은 홍익대학교 건축학과 대학원생 13인으로 구성되었으며 전원 48 문항의 설문조사에 참여하였고 이들 중 9명이 3인 1팀의 시스템 시범 팀들로 구성되어 시스템을 활용한 협업과정의 녹화 및 관련 인터뷰에 응하였다.

설문지 분석 결과, 시스템 기능 측면에서 각 기능별로 사용 목적이 조사되었고 불편사항, 개선사항이 분석되었다. 또한 시스템 속도 및 편리성, 시스템 구조와 설계, 의사소통 채널 측면에서 Likert 5점 척도를 통해 사용편의성을 수준을 파악할 수 있었다. 의사소통 채널 측면에서는 온라인 의사소통과 오프라인 의사소통 채널의 사용목적에 파악할 수 있었다. 또한 비디오 녹화 및 인터뷰를 통하여 건축설계 협업시스템을 이용한 협업작업 과정 일반적인 단계를 추출할 수 있었으며, 각 기능별로 불편한 점과 문제점을 밝혀 낼 수 있었다.

연구 결과에 따른 전반적인 시스템에 대한 개선 아

이디어와 새롭게 부각된 점은 다음과 같다.

첫째는 협업시스템 이용에 있어서 언어적 커뮤니케이션 도구의 중요성이며, 둘째는 협업 과정에서 필요하거나 생성된 자료를 업로드(upload)하거나 검색할 수 있는 데이터베이스의 기능 확대와 개선, 협업 프로젝트팀의 작업공간(게시판, 팀별 데이터베이스 등)이 필요하다는 것이다. 셋째는 협업 시스템 프로그램간, 기능간의 호환성이 있어야 한다는 점이며, 넷째, 협업의 효과성을 높이기 위해 리더가 중요하며 리더가 자신의 역할을 원활하게 수행할 수 있는 지원 기능이 필요하다는 것이다.

#### 1) 언어적 커뮤니케이션 도구의 기능 개선

Whiteboard는 그리기 기능과 언어적 의사소통 기능으로 구성되어 있고, 대지 그림파일에서 주요 위치들을 지적하고, 표시하는 등의 그리기 활동을 하면서 커뮤니케이션 도구를 이용하여 의사소통을 하게 되어 있다. Whiteboard를 활용한 협업과정을 관찰한 결과, 채팅기능을 이용한 언어적 커뮤니케이션이 그리기 활동보다 지배적으로 사용되었다. 그러나 이러한 언어적 커뮤니케이션과 그리기 활동의 연결이 자연스럽게 않아 작업에 있어서 효율성과 효과성이 감소하는 문제점이 발생되었다.

#### 2) 언어적 커뮤니케이션 채널의 일원화 필요

협업과제를 수행하는 팀에 따라 Whiteboard와 Space Builder의 채팅 창을 동시에 사용하는데 있어서, 사전에 이를 결정하지 않은 팀의 경우 두 개의 채팅기능을 사용하는 것 사이에서 혼동이 있기도 하였다.

#### 3) 데이터베이스의 기능 확대 및 개선

시스템에서 사용하는 자료가 분야별로 분류가 체계적으로 되어 검색을 용이하게 하고, 팀 별로 검색한 자료들을 보관하고 수시로 참조할 수 있도록 하는 팀별 게시판이나 팀별 데이터베이스 공간이 있다면 협업에 있어서 유용하게 사용될 것이다.

#### 4) 협업시스템 프로그램간, 기능간 호환성

Whiteboard와 Space Builder의 사용에서 각 프로그램의 작업 그림을 다른 프로그램에서도 사용할 수 있도록 호환성을 높여야 할 것이다. 또한 이 두 프로그램과 각각의 채팅 기능과의 인터페이스에서도 유기적인 연결이 필요한 것으로 보인다. Whiteboard, WebCAD, Space Builder, 채팅, 메시지발송기능 등에서 유사하거나 중복된 기능이 제공되고 있으므로 사용자가 쉽고 효율적으로 시스템으로 사용하기에 어려움이 있다. 필요한 기능을 중심으로 각 프로그램의 통합이 필요할 것으로 보인다.

#### 5) 리더의 중요성

본 협업 시스템을 이용하여 건축 설계 작업을 할 때, 리더의 원활한 진행과 팀원들의 협력이 제한시간 내에 작업을 완성하는데 주요한 요인으로 나타났다. 협업 시스템은 언어적 커뮤니케이션과 함께 동시에 시각 자료들을 만들어 내고, 수정, 보완하는 작업이 이루어지므로 참여하는 팀원들의 역할분담이나 의사소통 방법 등을 미리 고려하는 것이 필요할 것으로 보인다. 리더를 지원할 수 있는 기능에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 필요가 있다.

## 6. 결 론

본 연구에서 제시한 개발 시스템은 현재 시험 작업이 가능하며, 사용자 인터페이스의 보완과 실제 과정의 수행을 통해 점검이 될 것이다.

향후 시스템에 추가해야 할 기능은 표준화된 3차원의 파일 형식을 개발하여 타 시스템과 자료교환이 용이하게 해야 한다. 이를 위해서 상용 CAD시스템과의 파일 교환을 위한 연구가 진행되고 있다. 또한 시스템 보완을 위해 보안시스템에 대한 강화기능이 고려되어야 할 것이다. 보안(security)의 문제는 단순히 기술적인 구현으로 해결되기보다는 건축설계 프로세스와 협업의 커뮤니케이션 방법에 따른 여러 측면에서의 연구가 병행되어야 한다.

다양한 미디어 오브젝트를 연결하는 마크업에 대해서도 연구가 계획되어 있다. 이는 프로젝트의 진행을 통해 생성되는 다양한 설계 미디어 오브젝트를 검색, 관리, 그룹핑(grouping)하기 위하여 오브젝트의 의미론적 가치(semantic value)를 부여하기 위하여 필수적이다. 이를 위하여 XML 기술의 응용 등, 자체적인 마크업 방법의 개발 등이 고려되고 있다.

본 연구는 향후 인터넷과 컴퓨터의 통합적 사용을 통한 국제적인 설계의 협업 환경을 구축함에 있어서 핵심적인 부분으로써 건축설계 측면에서의 접근을 함으로써 기술적 특성에 프로세스의 본질이 전도되는 문제를 제거할 수 있을 것이다. 또한 주요한 기술적 개념과 국산 핵심기술의 프로토타입을 확보함으로써 설계 시장의 개방에 대한 적극적인 대처를 할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

1. 강명희, 고진경, "개인의 지식창출 시스템 구축을 위한 개념화 모델", 한국교육, 제27권, 제2호, 2000.
2. 김성아, "CAAD 교육에 있어서 모델링의 역할", 대한



- 건축학회논문집, 제13권, 제7호, pp. 37-44, 1997.
3. 유석준, 김 역, "월드와이드웹을 기반으로 한 통합건축설계 정보관리에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 제14권, 제4호, pp. 79-85, 1997.
  4. 최진원, "건축설계의 협동작업을 지원하는 지능형 CAD 엔진의 개발", 한국CAD/CAM학회논문집, 제2권, 제1호, 1997.
  5. Anderson, D., Barrus, J., Howard, J., Shen, C. and Waters, R., *Building Multi-User Interactive Multimedia Environments at MERL* (Technical Report TR95-17). Cambridge, MA, Mitsubishi Electronic Research Laboratories, 1995.
  6. Berge, Z., *Facilitating Computer Conferencing: Recommendations from the Field. Educational Technology*, Vol. 35, No. 6, pp. 22-30, 1995.
  7. Broll, W. and England, D., *Bringing Worlds Together: Adding Multi-User Support to VRML. In Proceedings of Virtual Reality Modeling Language (VRML) Symposium'96*(pp.87-94). New York, NY, ACM, 1996.
  8. Cheng, N., Kvan, T., Wojtowicz, J., vanBakergem, D., Casuas, T., Davidson, J., Fargas, J., Hubbell, K., Mitchell, W., Nagakura, T. and Papazian, P., *Place, Time and the Virtual Design Studio. In Proceedings of the 1994 Conference of The Association for Computer-Aided Design In Architecture(ACADIA '94)* eds. A. Harfmann, and M.Fraser ACADIA 1994, Saint Louis, 1994.
  9. Engeli, M., Kurmann, D. and Schmitt, G., *A New Design Studio: Intelligent Objects and Personal Agent in a Virtual Environment. In Proceedings of the 1995 Conference of The Association for Computer-Aided Design in Architecture(ACADIA'95)* eds. L. Kalisperis and B. Kolarevic ACADIA 1995, Seattle, 1995.
  10. Kim, S., "Version Management in Computer-Aided Architectural Design", Doctoral Dissertation, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 1997.
  11. McCall, R., Bennet, P. and Jgnson, E., *An Overview of the PHIDIASII HyperCAD System. In Proceedings of the 1994 Conference of The Association for Computer-Aided Design in Architecture(ACADIA '94)* eds. A. Harfmann, and M Fraer ACADIA 1994, Saint-Louis, 1994.
  12. Renbensburg, K., Hetxer, D., Joans, K., Kaul, M. and Schafer, J., *Distributing Virtual World in a Teleteaching Environment. In Proceedings of Fifth IEEE Computer Society Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems*(pp.66-75). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 1995.
  13. Tsai, D. and Kim, S., "Human-Machine-Design Matrix: A Model for Web-Based Design Interaction, *CAAD-Futures 97*, 1997.
  14. Wojtowicz, J., Papazian, P., Fargas, J., Davidson, J. and Cheng, N., "Aspects of Asynchronous and Distributed Design Collaboration," *Virtual Design Studio*. ED. Jerzy Wojotowicz. Hong Kong University Press, 1995.



**김 역**

1975년 2월 서울대 건축공학과 학사  
 1981년 12월 오하이오 주립대 건축학과 석사  
 1987년 6월 미시간 주립대 건축학과 박사  
 1987년~현재 홍익대 건축학과 교수



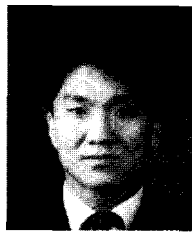
**최 진 원**

1984년 부산대학교 건축공학과 학사  
 1986년 부산대학교 공학석사  
 1992년 미국 Ohio State University, M. Arch. (CAAD)  
 1995년 미국 Ohio State University, Ph.D. (Architecture & Computer Graphics)  
 1999년 미국 University of California at Berkeley, Post-doctor & Lecturer  
 1996~2000년 이주대학교 건축학과 조교수  
 2000~현재 연세대학교 주거환경학과 조교수



**강 명 회**

1975년 이화여자대학교 교육공학과 학사  
 1984년 Indiana University, Instructional Systems Technology, Ph.D.  
 1987년~1989년 University of Northern Colorado, Assistant Professor  
 1990년~1992년 시스템공학연구소, 학습자동화 연구실, 실장  
 1992년~현재 이화여자대학교, 교육공학과, 부 교수



**김 성 아**

1988년 부산대학교 건축공학과 학사  
 1990년 부산대학교 건축공학과 석사  
 1993년 Harvard 대학 건축대학원 석사  
 1994년 스위스 줄리히공과대학 건축학과 석사  
 1997년 Harvard 대학 건축대학원 박사  
 1998년~현재 명지대학교 건축학부 조교수