

건축설계의 협동작업을 지원하는 지능형 CAD 엔진의 개발

최진원*

A Development of an Intelligent CAD Engine to Support Architectural Design Collaboration

Jin-Won Choi*

ABSTRACT

Current CAD systems used in the AEC community have some critical problems. One of them is that they hardly support design collaboration. Thus designers and engineers are hard to transfer design knowledge from one discipline to another. What we need is a common building database which creates and manages building plans/models and relevant design knowledge consistently and effectively. This paper presents a powerful CAD editor, called UNIFORM, which is being developed. Currently UNIFORM includes three main modules: a plan generator, a 3-D model generator, and component databases. A plan generator, called UNIFORM PLANNER, creates a plan which contains semantically-rich information of building. Each component in the plan can be presented in various ways and connected to component databases that contain knowledge of building components such as windows, doors, walls, etc. Based on the plan UNIFORM MODELER, another module of the program, generates a three dimensional building model which could be a multiple-story building. One of the main ideas behind the system is that it generates and maintains a common building form that can be easily delivered to other members of the project team. Thus it is expected to increase system integration, team interactions, and productivity.

Key words : CAD engine, Architectural design, Collaboration, Building representation

1. 건축설계에서의 협동작업

WTO체제의 출범에 따른 국제화 바람과 함께 날로 대형화 추세에 있는 건축업무에서는 다양한 전문분야 간의 협동작업이 그 어느 분야보다 중요시된다. 특히, 건축설계는 Mitchell^[1]에 의해 정의된 "설계의 사회적 파라다임"에 기초하여 협동작업을 통한 설계방법론이 더욱더 강조되고 있는 시점에 있다. 그러한 파라다임에 따르면 설계란 더이상 재능있는 단일 설계자의 영역이 아니라 다양한 전문지식과 교육적 배경, 심지어는 다른 목표를 가진 설계팀들이 만들어내는 과업의 총합이라고 할 수 있다. 설계과제가 대형화되면 될수록 이러한 팀작업의 필요성은

더욱더 증대된다. 이러한 필요성을 충족시키기 위해 주로 세가지 방향의 연구가 진행되어왔다.

첫번째 연구방향은 공통의 데이터 교환을 위한 모형의 개발이라고 할 수 있다. IGES^[2]를 비롯해서 PDES^[3]와 STEP^[4] 등의 모형이 그러한 시도중의 일부로 교환된 정보의 의미론적 내용을 전달하기 위해 건물 데이터 전송의 기술적인 면을 해결하는 데에 역점을 두었다. 이러한 노력은 협동작업문제에서 보다 높은 수준의 직업적, 사회적 측면을 설명해주지 못하는 한계를 나타내었다.

이러한 한계를 극복하기 위한 노력으로 건물설계에 종사하는 다양한 전문인들을 상호 교육시키는 방법으로 다른 전문분야의 철학, 요구사항, 방법론 등을 주지시키는 접근법이 시도되기도 했다. 예를 들어, 미 공병의 시공 생산성향상 연구 프로그램에 의

*정회원, 아주대학교 건축학과

해 수행된 연구과정¹⁵⁾은 건축, 토목 등, 서로 다른 분야의 학생들의 협동작업을 지원하기 위해 작업에 사용된 의사전달 및 설계의 도구들을 개선하는 데에 초점을 맞추고 수행되었다.

또 다른 접근법은 공유가능한 설계환경을 개발하는 것으로, 모든 설계 참여자들이 완성도가 높고, 최신의 일관된 데이터를 취급하는, 공통의 단일 데이터베이스를 사용하는 방법이다. 이러한 통합 설계 개발환경의 예로는 Carnegie Mellon대학¹⁶⁾과 Cal Poly¹⁷⁾에서 개발된 시스템들이 있다. 이 접근법은 특히 건물설계의 핵심인 기하학 데이터와 관련된 의미론적 내용을 효과적으로 생성 및 관리할 수 있는 CAD 시스템을 요구하며 이러한 CAD 시스템의 설계를 위한 기초적인 연구가 University of California at Berkeley 건축학과와 CAAD Research Group에 의해 선행된 바 있다¹⁸⁾.

본 연구는 본 연구자가 참여한 위의 선행연구를 기반으로 건설업무에서 요구되는 협동작업을 효과적으로 지원하는 CAD 엔진의 개발에 초점을 둔다. 건설관련업무에서 발생하는 협동작업이란 건축물을 기획하고, 설계하고 시공하여 최종적으로 완성함과 아울러 장치의 효율적인 사용을 극대화하기 위한 시설물 관리(Facilities Management) 등의 제 단계를 거치는 건물의 라이프사이클 상에서 협동자 상호간에 발생한다(그림 1). 앞으로의 정보화 사회에서 통합화된 생산 시스템을 가능케 하기 위해서는 이러한 협동작업을 지원하여 건물의 기하학적 데이터를 기본으로 한 각종 건설 관련데이터를 타 분야 또는 설계단계로 전달하고 건설정보의 공유를 가능하게 하는 CAD시스템이 미래 설계환경의 필수적인 요소가 될 것이다.

2. UNIFORM CAD 엔진의 개발

본 연구를 통하여 현재 개발중인 CAD 엔진은 단일의 건물 통합 데이터베이스를 제공한다는 의미에

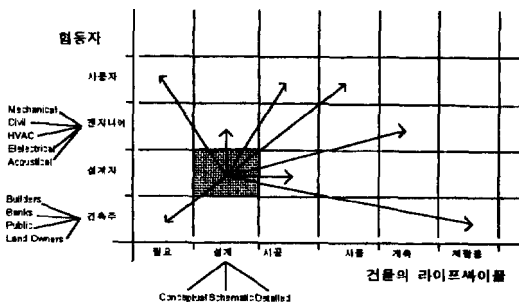


그림 1. 건설산업에서의 전문분야간 협동작업 및 건물의 라이프사이클.

서 UNIFORM으로 명명되었다. UNIFORM의 기본 개발방향은 다음과 같다.

- (1) 건물정보의 기본인 기하학적 자료 위에 여러 분야로부터의 건설정보를 함축적이고 효과적으로 포함할 수 있어야 한다.
- (2) 설계자의 자유로운 형태창출 작업을 효과적으로 지원할 수 있어야 한다.
- (3) 건물의 기하학적 구조를 표현하면서 동시에 건물의 공간 또한 표현할 수 있어야 한다.
- (4) 현재 활발히 연구가 진행 중인 국제표준의 생산 모형(Product Model)에 적합하도록 설계되어야 한다.
- (5) 객체 지향형 구조를 채택하여 건축모형의 생성 및 관리가 용이하고 기존 모듈의 수정, 보완과 새 모듈의 첨가가 용이하도록 한다. 또한 미래지향적 지능형 구조로 구조, 시공, 전적 등 설계 관련분야에서 건물성능(building performance) 평가를 가능하게 할 수 있도록 의미론적으로 풍부한 건물모형(semantically-rich building model)을 제공하여야 한다.
- (6) 데이터베이스를 적극적으로 활용하여 건축자재 데이터베이스 등 수시로 변화하는 정보에 시스템이 유동적으로 대처할 수 있어야 한다.

2.1 자유로운 형태도출 작업의 지원

UNIFORM시스템은 지능형 CAD 엔진으로 우선 설계자의 자유로운 형태도출 행위를 다양한 방법으로 지원할 수 있어야 한다. 전통적으로 건축설계에서 가장 많이 사용되고 있는 형태도출방법으로는 선을 이용하여 평면을 직접적으로 구성해나가는 방법과 버블 다이어그램을 이용하여 기능에 따라 실들을 배치해나가는 방법이 있다.

- (1) 선의 첨가를 통한 형태 구체화 방법(그림 2)
- (2) 버블 다이어그램을 이용한 조합적 방법(그림 3)

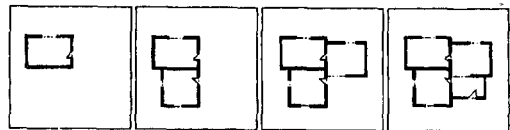


그림 2. 선의 첨가를 통한 평면설계 과정.

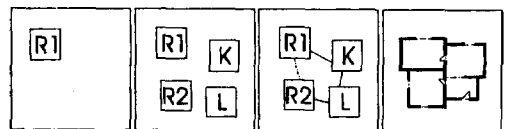


그림 3. 버블 다이어그램을 이용한 평면설계 과정.

ersity of California at Berkeley의 건축학과 CAD Research Group이 공동으로 개발에 참여했다. 이 시스템은 Macintosh 플랫폼에서 C++ 언어로 Code Warrior C/C++ 컴파일러를 이용하여 1995년 5월에서 1996년 2월까지 약 10개월간 개발되었으며, 현재 Berkeley CAD Research Group에 의해 객체 데이터베이스와 분석/성능평가 모듈이 연구, 개발중에 있다.

3.1 간단한 예제를 통한 프로젝트 데이터베이스의 구성 예

그림 8은 간단한 원룸 아파트의 평면이 어떻게 UNIFORM 엔진에 의해 표현되는가를 보여준다. <그림 9>는 그 아파트 평면의 프로젝트 데이터베이스의 내용을 보여준다. 예에서 거실공간(S1)은 여러 개의 Edge들로 구성된 하나의 다각형(E4, E5, E9, E18, E11)으로 표현되며 이 공간과 인접한 공간은 각각의 Edge들의 역치Edge(Reverse Coincidence Edge; RC Edge)들이 속한 공간들 즉, 외부공간(S0: E0, E3, E12이 속한 공간), 부엌(S2: E8이 속한 공간) 및 욕실

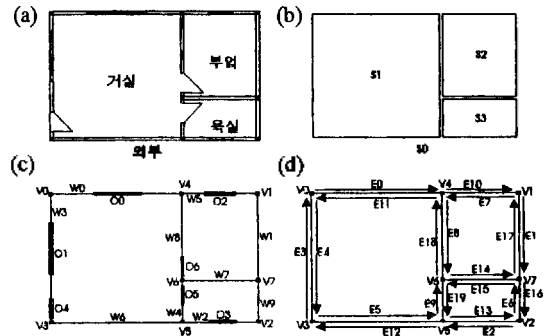


그림 8. 간단한 원룸 아파트 평면 예와 그 데이터 구성.

(S3: E19가 속한 공간)임을 알 수 있다.

3.2 향후 개발방향

UNIFORM은 앞으로 크게 네 가지 방향에서 개발되어질 것이다. 우선, UNIFORM CAD 엔진의 지속적인 개발로, 보다 자유로운 평면작성 및 수정작업이 지원되어야 하며 특히 버블 다이어그램의 평면화

BUILDING		
building ID	first level	building type
0	0	원룸 아파트

LEVEL				
level ID	which building	first space	first wall	height
0	0	0	0	3.3

SPACE						
space ID	which level	first edge	next space	nested space	space name	space type
0	0	E0	S1	-1	"외부"	외부공간
1	0	E4	S2	-1	"거실"	거실
2	0	E7	S3	-1	"부엌"	부엌
3	0	E6	-1	-1	"욕실"	욕실

WALL					
wall ID	which level	edge 1	edge 2	first opening	wall type
0	0	E0	E11	O0	콘크리트
1	0	E1	E17	-1	콘크리트
2	0	E2	E13	O3	콘크리트
3	0	E3	E4	O1	벽돌
4	0	E9	E19	O5	콘크리트
5	0	E10	E7	O2	콘크리트
6	0	E12	E5	-1	콘크리트
7	0	E14	E15	-1	콘크리트
8	0	E18	E8	O6	콘크리트
9	0	E16	E6	-1	콘크리트

그림 9. 예제 건물의 프로젝트 데이터베이스 내용.

EDGE						
edge ID	which space	which wall	next	previous	vertex	surface type
0	S0	W0	E10	E3	V0	벽돌치장
1	S0	W1	E16	E10	V1	벽돌치장
2	S0	W2	E12	E16	V2	벽돌치장
3	S0	W3	E0	E12	V3	벽돌치장
4	S1	W3	E5	E11	V0	벽지
5	S1	W6	E9	E4	V3	벽지
6	S3	W9	E15	E13	V2	방수타일
7	S2	W5	E8	E17	V1	벽지
8	S2	W8	E14	E7	V4	벽지
9	S1	W4	E18	E5	V5	벽지
10	S0	W5	E1	E0	V4	벽돌치장
11	S1	W0	E4	E18	V4	벽지
12	S0	W6	E3	E2	V5	벽돌치장
13	S3	W2	E6	E19	V5	방수타일
14	S2	W7	E17	E8	V6	벽지
15	S3	W7	E19	E6	V7	방수타일
16	S0	W9	E2	E1	V7	벽돌치장
17	S2	W1	E7	E14	V7	벽지
18	S1	W8	E11	E9	V4	벽지
19	S3	W4	E13	E15	V6	방수타일

VERTEX				
vertex ID	X co-ord	Y co-ord	Z co-ord	column type
0	0.0	100.0	0.0	내력
1	150.0	100.0	0.0	내력
2	150.0	0.0	0.0	내력
3	0.0	0.0	0.0	내력
4	100.0	100.0	0.0	내력
5	100.0	0.0	0.0	내력
6	100.0	30.0	0.0	비내력
7	150.0	30.0	0.0	비내력

OPENING								
opening ID	which wall	next	direction	distance	width	height 1	height 2	type
0	W0	-1	0	200.0	150.0	100.0	220.0	창문
1	W3	04	0	200.0	200.0	100.0	220.0	창문
2	W5	-1	0	150.0	100.0	100.0	220.0	창문
3	W2	-1	0	150.0	100.0	150.0	190.0	창문
4	W3	-1	1	120.0	80.0	0	200.0	문
5	W4	-1	1	-10.0	70.0	0	200.0	문
6	W8	-1	2	-10.0	70.0	0	200.0	문

그림 9. 예제 건물의 프로젝트 데이터베이스 내용.

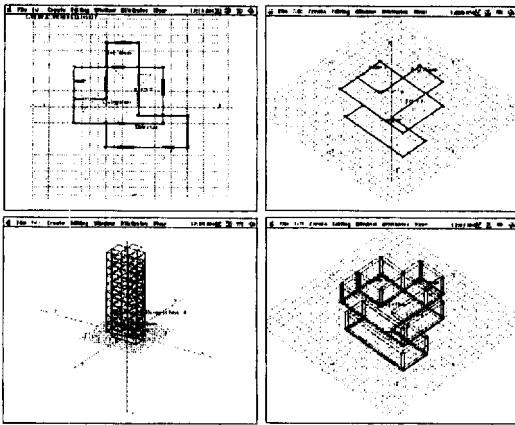


그림 10. UNIFORM의 실 사용예.

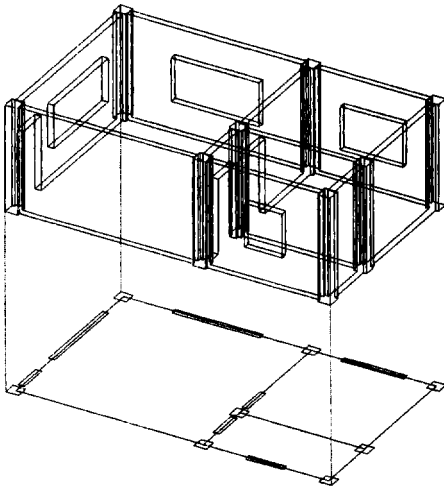


그림 11. MODELER를 이용한 삼차원 모형의 자동적인 구축.

기능이 첨가되어야 한다. 데이터구조에 지붕을 표현하기 위한 ROOF 필드를 포함시키고 복층구조를 보다 효과적으로 표현할 수 있는 구조로 발전되어야 한다. 주어진 평면을 이용하여 자동적으로 삼차원 평면을 구축하는 MODELER도 지속적으로 개발될 것이며 MODELER와 PLANNER와의 보다 유기적인 연계가 이루어져야 한다(그림 11).

둘째, 현재 관계형 데이터베이스의 장점인 단순성과 관리작업에 요구되는 각종 데이터베이스 검색의 용이성 등을 유지하면서 이의 단점을 보완하기 위해 객체 지향형의 데이터베이스를 고려해야 한다. 이를 위해 건축모델의 대표적 속성중의 하나인 공유성(예를 들어, 인접한 두 공간은 항상 하나의 벽을 공유한

다.)을 객체 지향형 모델에서 어떻게 표현하는가 하는 문제가 우선적으로 해결되어야 한다.

다음으로 다양한 건축부재 및 자재의 데이터를 포함하는 객체 데이터베이스의 개발을 통하여 실질적으로 건물의 성능평가와 상세도면의 작성을 가능하게 하는 데이터를 제공하여야 한다.

마지막으로 객체 데이터베이스를 적절히 활용하여 성능평가를 수행하는 성능평가 모듈의 개발이 이루어져야 한다. 예를 들어, 객체 데이터베이스에 포함된 건물자재의 가격을 기준으로 건물의 총건설비의 견적을 구하는 견적 시스템이 하나의 분리된 모듈로 개발될 수 있다.

참고문헌

1. Mitchell, W.J., "Three Paradigms for Computer-Aided Design", *Knowledge-Based Computer-Aided Architectural Design* (G. Carrara & Y.E. Kalay, eds.), Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 1994.
2. Smith, B.M., "IGES: A Key to CAD/CAM Systems Integration", *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 11, No. 3, pp. 78-83, 1983.
3. Brauner, K. et al., *PDES Initiation Activities*, IPO, (May), 1986.
4. Augenbroe, G. and Winkelmann, F., *Integration of Simulation Into Building Design: the Need For A Joint Approach*, Technical Report, Building Physics Group Delft University of Technology Delft, The Netherlands, and the Simulation Research Group, Lawrence Berkeley Laboratory University of California, 1990.
5. CPAR. *Request for Proposals*, U.S. Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratory, Champaign, Illinois, 1994.
6. Fenves, S., Flemming, U., Hendrickson, C., Maher, M. L., Quadrel, R., Terk, M. and Woodbury, R., *Concurrent Computer-Aided Integrated Building Design*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ, 1994.
7. Pohl, J. and Myers, L., "A Distributed Cooperative Model for Architectural Design", *Knowledge-Based Computer-Aided Architectural Design* (G. Carrara & Y.E. Kalay, eds.), Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 1994.
8. Kalay, Y., Khemlani, L. and Choi, J.W., "An Integrated Model to Support Collaborative Multi-Disciplinary design of Buildings", *First International Symposium on Descriptive Models of Design*, Istanbul, Turkey, 1996.



최진원

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)
1995년 미국 University of California at Berkeley, Post-doctor & Lecturer
1996년 ~ 현재 아주대학교 건축학과 조교수
관심분야: Architectural Computing, Solid Modeling, Design Methods and Tool Development, Computer Graphics, Multimedia.