

건축 기획 설계 전용 3차원 CAD 시스템

(COSMOS, Computer Organization Scheme & Mass Optimization System)

김 호 · 배석원 · 한규진 · 한혜정
삼성종합기술원 CAE 센터

요 약

본 시스템은 주어진 건축 부지위에 최대 건축 가능 공간을 산정 한다. 한국 건축 법규와 건축 조례를 검토하여 가능공간을 산정하며 입력 데이터로는 부지 및 도로의 도형정보 및 부지의 위치정보등을 사용한다. 본 시스템은 일반적인 CAD S/W와 달리 Non-geometric 데이터를 많이 포함하여 데이터 구조 부분이 타 시스템과 많은 차이가 있으므로, 그에 따른 알고리즘을 자체 개발 적용하였다. 본 시스템은 건축 법규 추론 시스템의 결과에 따라 건축 가능 공간을 솔리드 모델로 생성한다. 이를 위해 평면만을 가지는 경계 표현법(B-Rep) 솔리드 모델링 기능이 사용되었으며 생성되는 솔리드 모델은 Half-Edge 데이터 구조로 저장되며 물성치 계산 기능, 은선 제거기능, 음영 처리 기능들이 개발되었다. 적용시 각 단계를 시각화하고 출력하여 지금까지의 수작업을 배제하고 정확한 결과를 얻게 하여 설계 시간을 최소화하고 건축주에게 만족한 결과를 얻게 한다.

1. 서 론

건축 설계 업무 중 가장 먼저 수행되는 작업이 대상 건축 부지에 대한 복잡한 관련 법규를 검토하여 건축 가능한 최대 규모를 산정하는 것이고, 이를 기획설계라 한다. 이러한 관련법규의 검토과정은 매우 복잡하며, 경력이 많은 설계자도 많은 시간

을 필요로 한다. 만약 잘못된 검토를 했을 경우에는 시공이 불가능한 설계가 될 수도 있다. 따라서 이러한 기획설계의 오류를 배제하고, 보다 효율적이고 정확한 기획설계 전용 시스템이 필요하다. 이와 같은 시스템은 건축조건이 까다로운 일본의 경우 매우 발전하여 수년전부터 개발되어 사용되고 있다 (대성건설 : SPIRIT, 청수건설 : STEP, 동경컴퓨터 : MULTI CAD-CAC, GDS:APS 등). 그러나 우리나라의 경우 일본과 유사한 건축환경을 갖고 있음에도 불구하고, 건축관련업계의 CAD 기반의 취약성으로 인하여 아직까지는 이러한 시스템을 개발, 사용하지 못하고 있는 실정이며, 최근 일본제품이 국내에 소개되면서 관심이 고조되고 있으나, 건축법규의 차이로 인하여 사용되지 못하고 있다.

삼성종합기술원 그룹CAE센터에서는 이러한 환경을 극복하기 위하여 우리나라의 건축환경과 법규에 맞는 기획설계 전용 CAD 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 건축하고자 하는 부지정보를 Graphic 으로 입력하고 입력된 결과를 별도로 구축한 건축 법규 Knowledge Base로 검토하며, 검토결과를 기반으로 하여 각 단계를 3차원 Solid Modeling으로 구현하여 설계자가 시각적으로 확인 가능하게 하여 지금까지의 수작업으로 검토결과를 그리던 것을 배제하여 정확한 결과를 얻게 하며, 설계시간을 최소화하여 건축주에게 만족한 결과를 얻게 한다.

본 시스템은 UNIX, X-Window, OSF/MOTIF 상에서 C 언어를 사용하여 개발되었으며, 개발 및 사용환경은 아래와 같다.

건축기획설계시스템 (COSMOS)				C language 사용	
Rule/Inference		참 한글	Graphic Lib	OSF/MOTIF	OSF/MOTIF 1.0
IF/prolog	X-Window				X window 11.3
UNIX O/S					AT & T SYSTEM V
H/W					SWS-500C

2. 부지정보 입력

우선 건축하고자 하는 부지정보를 입력하기 위해 사용되는 Data structure를 구성하여야 한다. 이 때 부지정보는 건축하고자 하는 부지에 대한 각종 2차원적인 정보로써 대지경계선, 지역경계선, 공원/하천/공지 경계선, 지정건축선, 도로확장예정선 및 방위등을 말한다.

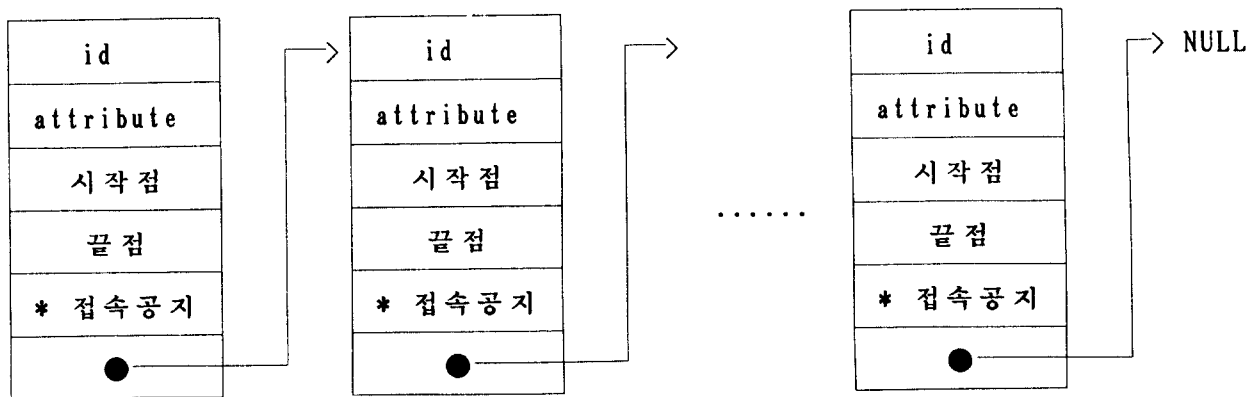
이는 해당 건축법규의 검토에 사용되며, 검토결과 건축 가능한 공간의 Solid modeling을 위한 기초자료로 활용된다.

본 시스템에서는 부지정보입력을 위해 별도의 GUI(Graphic User Interface)를 개발 사용하였다. 각 경계선의 입력은 keyboard 와 Mouse를 병행 사용할 수 있으며, 경계선을 나타내기 위한 Line 들의 Rubber band 기능 및 Data 입력을 위한 Dialog box, 좌표 입력 table 등 2차원CAD 시스템의 몇가지 기본 기능들을 갖추고 있다.

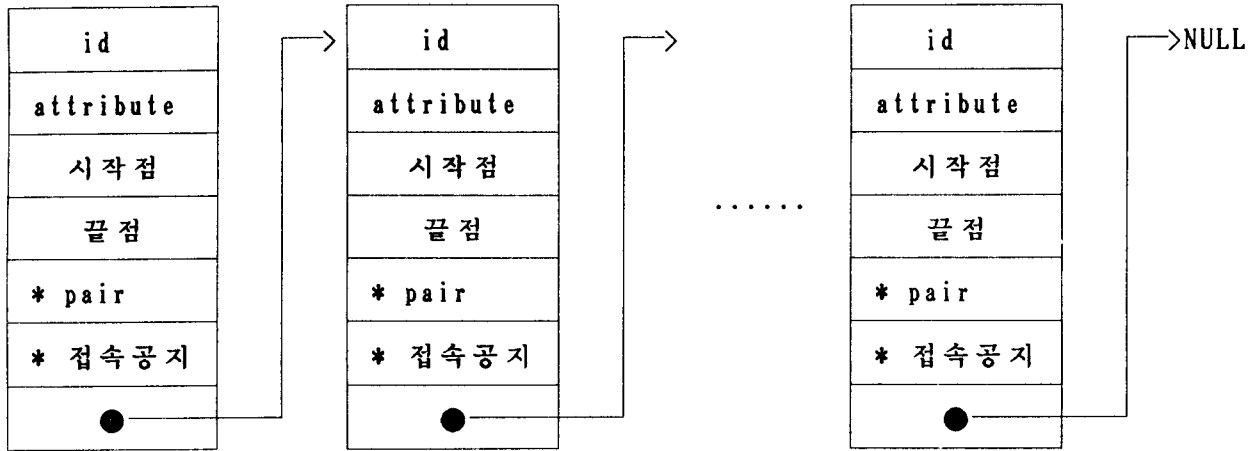
본 시스템에서 사용하는 부지정보들은 다음과 같다.

- 대지경계선 - 부지를 이루는 대지의 경계선
- 도로경계선 - 부지 주변의 도로의 상황을 나타내는 각 도로의 경계선
- 지역경계선 - 부지의 지역이나 지구, 구역 등을 나타내는 경계선
- 공원/하천/공지 경계선 - 부지 주변의 공원이나 하천, 공지 등을 나타내는 경계선
- 지정건축선 - 부지에 대한 각종 지정건축선
- 도로확장예정선 - 부지 주변 도로의 확장 예정선
- 방위 - 부지의 방위

[그림 2.1]과 [그림 2.2]는 부지정보입력단계에서 사용되는 data structure의 예이다.



[그림 2.1] 대지경계선 DATA 구조



[그림 2.2] 도로경계선 DATA 구조

3. 건축법규 검토

일단 부지정보 및 Graphic data 입력이 끝나고 나면, 이를 바탕으로 하여 해당 지역의 관련 건축법규 및 조례를 Rule-based system으로 검토해 건축기획설계시 적용될 법규들을 선정하게 된다. 이 때 사용되는 건축법규 및 조례들의 Database를 Prolog 상에서 구축하였다. 현재 서울지역에서의 각종 건축조례 및 시행령 등에 대한 제반법규 Database를 구축 완료하였으며, 지방에 대한 Database는 현재 구축 중이다. [그림 3.1]은 건축법규 Rule의 일부이다.

```

/* 3.사선제한 검토 */
if([a2,70,0,2,0,0,4,3], 대지, 지구지정, [제1종미관, 제2종미관, 제3종미관, 제4종미관, 제5종미관]).
then([a2,70,0,2,0,0,4,3], 건축물, 높이, 조례).
if([a2,71,0,1,0,0,1,3], 대지, 지구지정, 최고고도).
then([a2,71,0,1,0,0,1,3], 건축물, 높이, 도시계획규정).
if([a2,71,0,1,0,0,2,3], 건축물, 지구지정, 최고고도).
if([a2,71,0,1,0,0,2,3], 건축물, 높이, [이상, 도시계획규정]).
if([a2,71,0,1,0,0,2,3], 건축물, 높이, 건설부장관이승인).
then([a2,71,0,1,0,0,2,3], 건축물, 높이, [무시, 도시계획규정]).

```

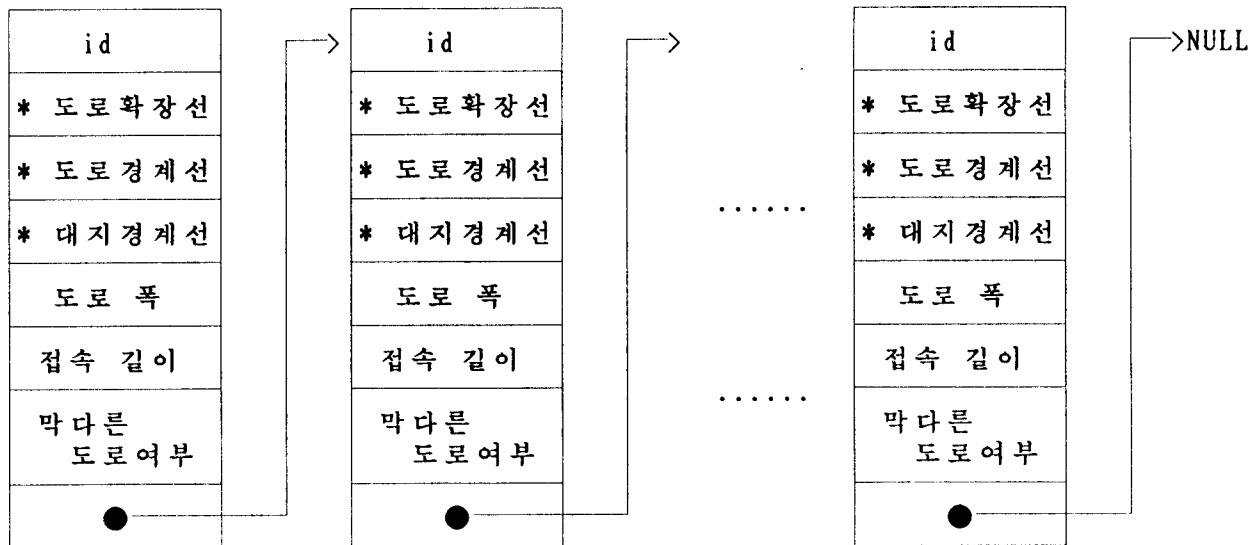
[그림 3.1] 건축법규 Rule 일부

Rule-based System에서는 우선 부지정보 입력단계에서 입력된 각종정보들의 상관관계 (relationship)를 추출하여 법규검토부분으로 넘겨지게 된다. 이 때 법규 검토에서 고려되어지는 사항은 다음과 같다.

- 대지경계선과 도로경계선이 접해 있는가?
- 대지경계선과 건축금지선이 접해 있는가?
- 도로경계선과 건축금지선이 접해 있는가?
- 도로경계선에 지정건축선이 있는가?
- 대지에 접해 있는 도로경계선의 list 및 각 도로의 폭,
- 대지의 면적,
- 도로와 대지가 접한 길이,

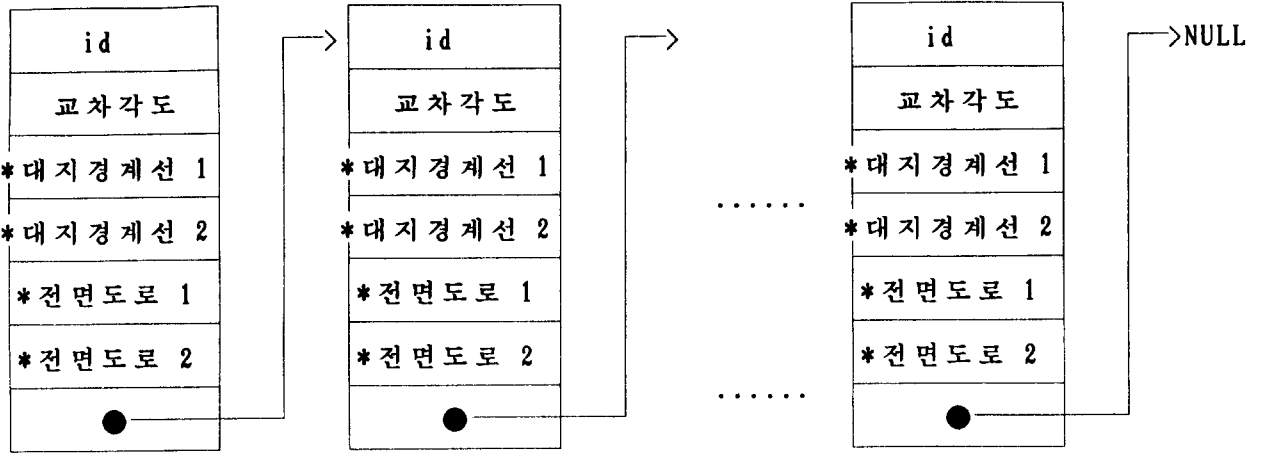
외에도 대지의 일반적인 정보, 위치, 지역, 지구 등에 대한 것들이다.

이러한 검토가 끝나고 나면 관련정보들을 효율적으로 저장하기 위해 새로운 Data structure를 사용한다. [그림 3.2]는 전면도로에 대한 Data의 구조이며, 이 때 전면도로는 접한 대지경계선과 도로경계선을 pointer로 갖고 도로폭, 접속길이 등을 저장한다.



[그림 3.2] 전면도로 DATA 구조

[그림 3.3]은 도로교차상황을 나타내는 Data structure이며 건축법규에서 교차하는 2개의 도로는 교차각도와 폭에 따라 각각정리를 하도록 되어 있다. 이를 위해 도로 교차상황을 입력 Data로부터 인식하여 저장한다.



[그림 3.3] 도로교차상황 DATA 구조

Inference engine에서는 위의 Data들을 읽어 건축 법규 Database에서 해당되는 사항들을 찾아 결과를 알려주며, 여러가지 안이 발생하는 경우에는 설계자로부터 Decision을 받을 수 있게 Interactive한 작업도 가능하다.

[그림 3.4]는 건축법규검토 Inference engine의 일부이며, [그림 3.5]은 건축법규 조회시 수행되는 화면의 내용 일부이다.

```

get_rule(사선제한) :- site_data(대지, 접속도로상황, [H|T]),
    asserta(current_street([])),
    asserta(remain_street([H|T])),
    H = [St, Wd, Le],
    asserta(site_data(대지,
        가장넓은도로접속길이, Le)),
    street_cond,
    repeat,
    (next_street;
    remain_street([], !, get_rule(대지선)),
    abolish(true_list, 3),
    abolish(false_list, 3),
    current_street([R, W, L]),

```

[그림 3.4] 건축법규 검토 inference engine 일부

Now, checking the street of 5

[건축법,41,의,1,항,1] 에 의해
사선제한[3,1.5,0,0]

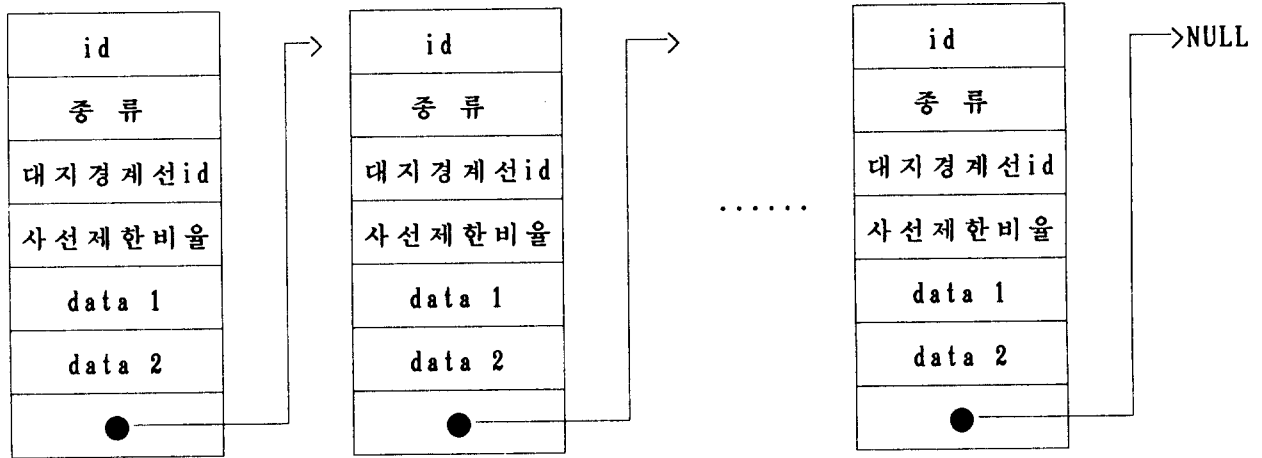
[건축령,87,의,1,항,1] 에 의해
사선제한[1,1.5,0,0]

[건축령,88,의,1,항,1] 에 의해
사선제한[5,1.5,35,10]

건축선후퇴를 [이상,6] 할것인가?

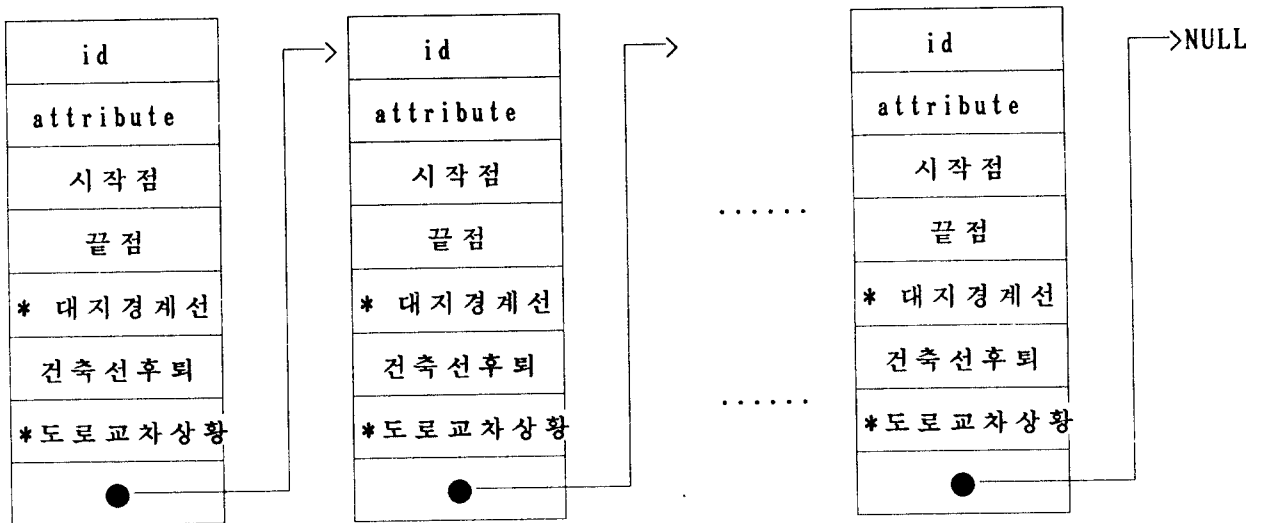
[그림 3.5] 건축법규 조회시 화면

Inference engine에 의한 검토결과를 효율적으로 표현하기 위해 별도의 Data structure를 사용하였다. [그림 3.6]은 사선제한 Data의 구조 예이다. 건축법규에서 규정하는 사선제한을 본 시스템에서는 8가지 경우로 구분하여 저장하였고, 각각은 사선제한 비율을 갖고 건축물 Solid의 Section operation의 data로 사용된다. data1, data2에는 각 사선제한이 갖는 제한값을 갖게 된다.



[그림 3.6] 사선제한 DATA 구조

[그림 3.7]은 건축선에 대한 Data structure이다.



[그림 3.7] 건축선 data 구조

4. 건축물 Solid

건축법규 검토 시스템으로 하여 얻어진 건축가능공간은 본 시스템에서 Solid Modeler를 통하여 가시화된다. 대표적인 Solid Modeler로는 CSG(Constructive Solid Geometry)와 B-Rep(Boundary Representation)을 들 수 있다.

하지만 CSG Modeler를 채택할 경우에는 rendering과 단면표시 등의 알고리즘이 복잡해지는 등 surface evaluation이 항상 필요하므로 본 시스템에서는 B-Rep Modeler를 사용하였다.

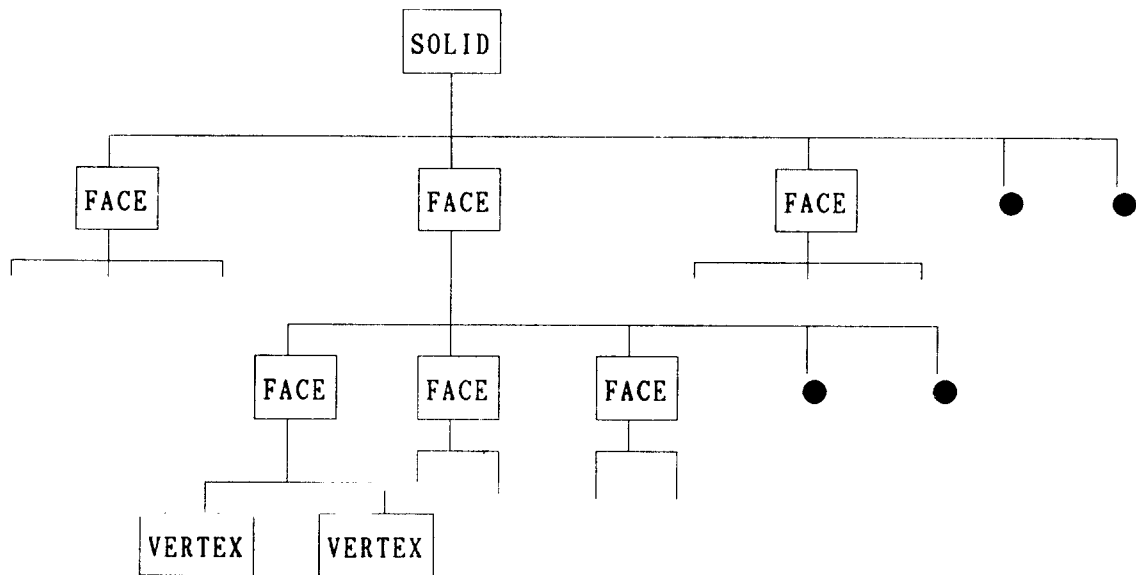
4.1. B-rep data structure

Solid의 경계 표현(B-rep)을 위한 data에는 topological data와 geometric data 그리고 Face, Edge의 색과 같은 non-geometric data의 상호 연결 상태를 저장하는 것으로 유효한 Solid를 유지하기 위한 제약조건을 항상 만족해야 한다. 한편 Geometric data는 Face의 Surface equation, Edge의 Curve equation, Vertex의 point 좌표 등으로 이루어진다. 본 시스템에서는 직선 Edge와 평면 Face만을 포함하므로 공간상의 평면식

$$ax + by + cz + d = 0 \quad [\text{식 4.1}]$$

와 Edge 양 끝점의 좌표들만으로 모든 geometric data를 저장할 수 있다.

Solid의 topology를 저장하기 위해서는 그림 4.1 과 같이 Solid의 경계를 구성



[그림 4.1] Face-based Graph model

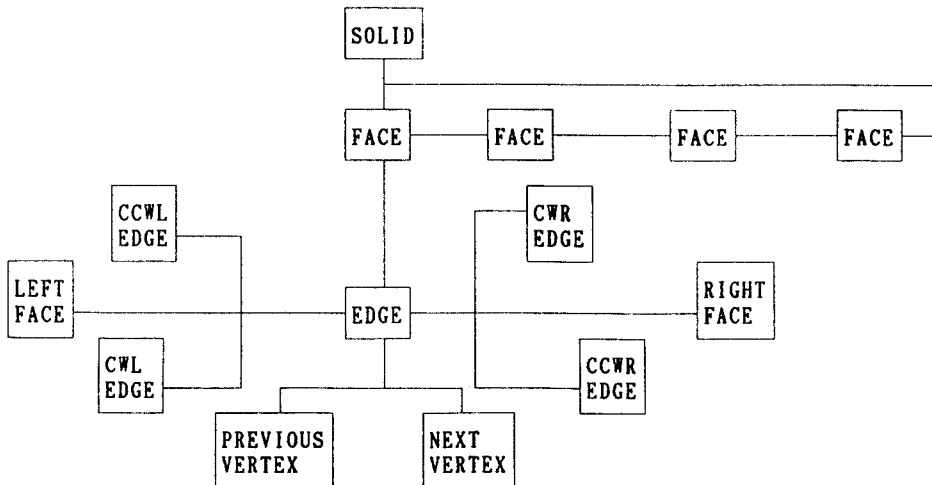
하는 Face들과 각 Face의 경계를 구성하는 Edge들 그리고 각 Edge의 양 끝을 구성하는 Vertex들을 graph로 저장한다. 이와 같이 각 Face를 중심으로 topology를 저장하는 방법은 Face-based 모델이라 한다. Face-based Model은 경계모델의 특징을 잘 나타내고 있으나 두 가지의 커다란 단점이 있다. 첫째는 인접한 Face들을 알아내는 등의 예측할 수 없으므로 기억장소의 크기를 정하기가 힘들다. 이를 해결하기 위해 Linked list를 사용하기도 하지만 Edge를 중심으로 topology의 상관관계를 저장하는 Edge-based Model이 흔히 사용된다.

다음은 Edge-based 모델의 대표적인 예인 Winged-edge data structure를 설명한다. 즉, 각각의 Face는 그 경계를 이루는 하나의 Edge만을 저장한다. 그리고 각각의 Edge는 양쪽의 Face와 4개의 이웃 Edge, 그리고 양 끝 Vertex를 저장한다.

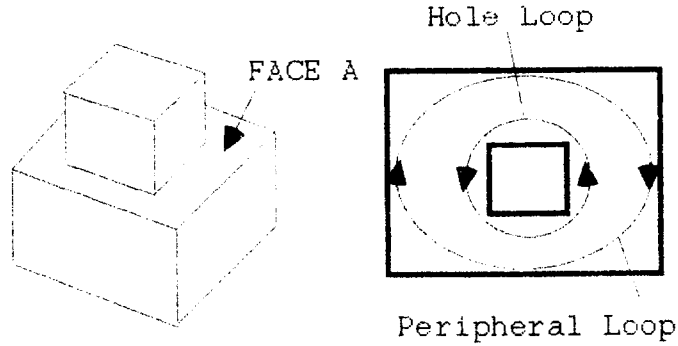
그림 4.2는 Winged-edge data structure를 설명한다. 한편, 이 data structure로는 그림 4.3과 같이 2개 이상의 폐곡선으로 경계지워진 Face는 나타낼수 없는데 이를 위해 Face 경계 Edge들로 하나의 폐곡선이 만들어질 때 이를 Loop 라 정의한다.

4.2. Half-Edge data structure

Half Edge data structure를 살펴보면 모든 Edge는 두개의 Loop의 경계가 된다. 다시 말하면 Edge는 Left Loop에 관련된 것 2개 (CWL, CCWL Edges)와 Right Loop에 관련된 것 (CWR, CCWR Edges)으로 나눌 수 있다. 따라서 Half Edge의 개념을 도입하여 Edge Node를 둘로 나누어 주면 여러가지 알고리즘을 쉽게 구현할 수 있다. 그림 2.9는 Half Edge의 정의를 설명한다. 즉 Edge를 두개의 Half Edge로 나누어 그 Half Edge의 previous, next Half Edge 들로 Loop을 정의하게 된다.



[그림 4.2] Half-Edge data structure



[그림 4.3] Loop의 개념

4.3. 본 시스템의 건축물 Solid

법규검토 결과를 받아들여 대지 경계선으로부터 건축선후퇴, 교차도로의 각각정리를 하여 건축가능선을 산정한 후 Solid operation을 수행한다.

4.4. 건축물 Solid 생성

Solid를 생성하기 위해 기본이 되는 operator들이 필요하다. 존재가능한 Solid는 Euler formular를 만족해야 하고 이를 위하여 Face, Edge, Vertex 등의 첨가와 삭제를 하나의 단위로 묶어 처리해야 한다. 본 시스템에서는 Braid가 제안한 Euler operator를 사용한다. 선택된 Euler operator는 다음과 같다.

- MVFS (KVFS)
- MEV (KEV)
- MEF (KEF)
- MEKH (KEMH)
- MFKH (KFMH)

여기에서 M, K, V, E, F, S, H는 각각 Make, Kill, Vertex, Edge, Face, Solid, Hole loop을 나타내며 따라서 다음의 뜻이 된다.

- Make(Kill) a Vertex, a Face, and a Solid Body
- Make(Kill) a Edge, and a Vertex
- Make(Kill) a Edge, and a Face

- Make(Kill) a Edge, and Kill(Make) a Hole loop
- Make(Kill) a Face, and Kill(Make) a Hole loop

이 때, 괄호안은 역 변환을 의미한다.

본 시스템에서는 직선과 평면만을 포함하고 있으므로 최초로 생성되는 primitive로는 column(각기둥)만 사용된다. column 생성을 위해 사용되는 인수는 다음과 같다.

```

solid *column (Sid, Polygon, NPoly, Height)

int sid;          /*Solid 인식번호(Identification Number)*/

float Polygon[][2]; /*밑면 다각형의 점들의 좌표*/

int NPoly;        /*밑면 다각형의 변의 수*/

float Height;     /*column의 높이*/

```

column primitive를 생성하기 위하여 먼저 밑면의 꼭지점의 좌표대로 X-Y 평면상에 sheet-face를 만든다. 그 다음 이 sheet face를 z 방향으로 translational sweep하여 Solid를 생성하고 생성된 Solid를 반환한다.

4.5. 건축물 Solid의 사선, 고도제한 (splitting, sectioning)

본 시스템의 최종목표인 최대 건축가능공간은 여러가지 여건에 따른 법규의 적용으로 제한되게 되어 있다. 이러한 제한은 주로 건물이 어떠한 평면을 초과하지 못하도록 되어 있으며 대표적인 예를 고도제한과 사선제한을 들 수 있다. 따라서 최대 건축 가능공간을 얻기 위해서는 입력된 대지 및 기타정보로부터 법규검색을 통해 최대 건축면적을 산정하고 이 면적을 무한높이로 sweep 한 공간을 법규검색을 통해 얻은 제한평면들로 나누어 제한된 부분을 제거하는 기능이 필요하다. 이 기능을 Splitting 혹은 Sectioning 이라 한다.

먼저 Split Plane (SP)과 Solid(S)의 intersection을 구해야 한다. 먼저 SP와 교차하는 S의 모든 Edge를 찾아낸다. 이 Edge 들은 교점에서 두개의 Edge로 분리된다. 다음 SP상의 모든 Vertex를 저장한다. SP상의 Vertex가 하나도 없으면 S는 SP와 만나지 않는 것이므로 끝낸다. 이때 위의 교차하는 Edge들의 분리점의 Vertex

들도 모두 SP상의 점에 포함된다. 이를 결과로 SP를 기준으로 아래쪽과 위쪽으로 분리하기 위해 Null Edge를 첨가하고 Null Edge가 위치한 Vertex들을 연결하여 Solid를 두개로 분리한다.

4.6. Volumetric properties

본 시스템의 모델은 평면과 직선으로만 이루어져 있기 때문에 Edge 단위의 덩어리로 나누어 각각 삼각형의 면적, 사면체의 체적을 구하는 공식을 적용하여 더하는 (summation) 알고리즘을 이용하였다. 본 시스템에서는 면적과 체적만을 필요로 한다.

가) 면적

본 모델에서 평면의 경계는 Loop들로 구성되어 있다. 따라서 임의의 Loop이 주어졌을 때 그 Loop에 의해 정의되는 평면다각형의 면적을 구하는 기능이 개발되었다. 먼저 2차원 평면상의 임의의 다각형의 면적을 구하는 방법을 살펴보자.

평면상의 임의의 점 (P)과 Loop상의 한 Edge가 이루는 삼각형의 면적은 점 P에서 Edge의 시작점과 끝점으로 향하는 벡터를 각각 a, b라 할 때 식 4.2와 같다.

$$\begin{aligned} (\text{삼각형의 면적}) &= \frac{1}{2} |a| * |b| \sin \theta \\ &= \frac{1}{2} |a \times b| \end{aligned} \quad [\text{식 4.2}]$$

이때 벡터 $a \times b$ 는 평면의 법선 벡터 (normal vector) $n = [0 \ 0 \ -1]$ 와 평행하게 된다. 따라서,

$$|a \times b| = \text{abs}(a \times b \cdot n) \quad [\text{식 4.3}]$$

가 되고, 여기에서 triple product $(a \times b) \cdot c$ 의 부호는 θ 가 증가하는 방향이면 양, 감소하는 방향이면 음이 된다. 따라서, 닫힌 다각형인 Loop의 모든 Edge를 Loop의 방향대로 따라가면서 위의 triple product를 더해나가면 다각형의 면적을 구할 수 있다. 이 방법은 P_0 를 Loop 평면상에 존재하는 임의의 한점으로 정하고 법선 벡터를 평면의 법선 벡터를 사용하면 3차원 평면에 대해서도 그대로 적용된다.

나) 체적

Solid의 한 평면을 이루는 Loop을 생각해 보자. V_0, V_1, V_2 를 Loop의 방향을 따라 인접한 세 Vertex라 하자. 또한 P를 공간상의 임의의 점 (면적을 구할 때와는

달리 이 점은 Loop 평면상에 있을 필요가 없다) 이라 하고, a, b, c 를 각각 P 에서 V_0, V_1, V_2 를 향하는 vector라 하면, 네 점 P, V_0, V_1, V_2 를 꼭지점으로 하는 사면체(Tetrahedron)의 체적은 a, b, c 를 세변으로 하는 평행육면체의 체적의 1/6이 되므로 이 사면체의 체적 V 는

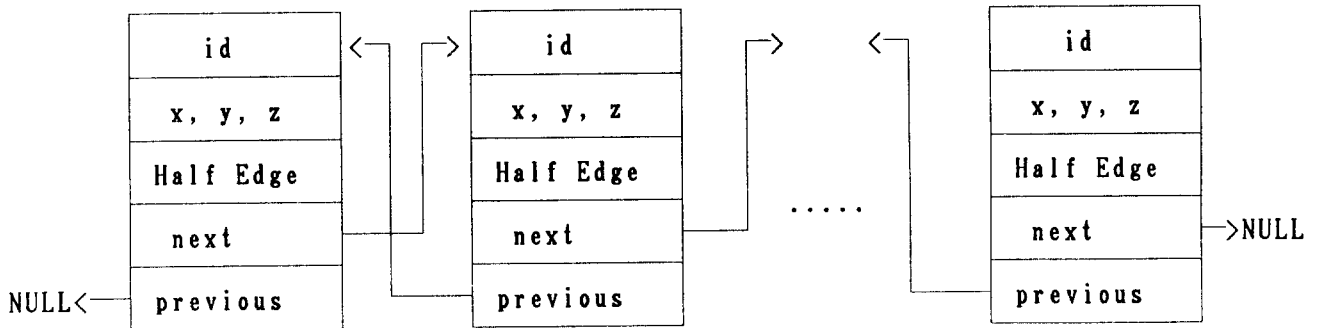
$$V = 1/6 \text{ abs}(a \cdot b \times c) \quad [\text{식 4.4}]$$

가 된다. 이때, 삼중적분의 부호는 P 가 평면의 외향법선(outer normal)방향에 왔을 때에는 음, 그 반대편에 있을 때에는 양이 된다.

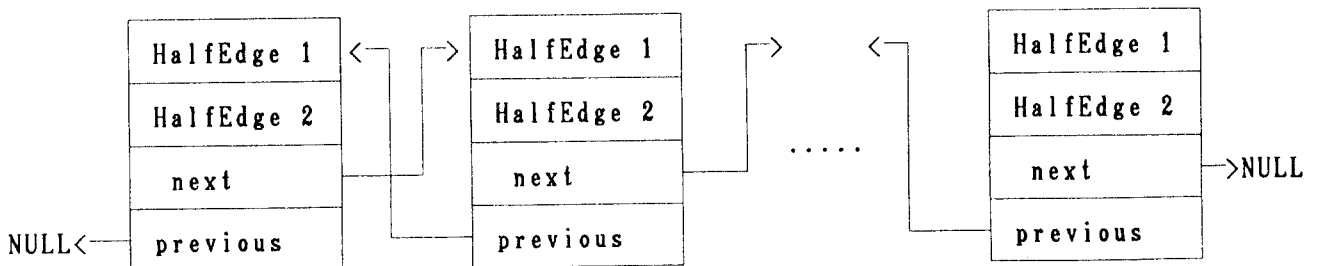
따라서, Loop을 이루는 모든 인접한 두 Edge에 대해 사면체의 체적을 구해 더하면 Loop 다각형을 밑면으로 하고 P 를 정점(apex)으로 하는 다각뿔의 체적(signed volume)이 된다. 이렇게 구한 Loop의 다각뿔의 signed volume을 모두 더하면 원하는 Solid의 체적을 구할 수 있다.

4.7. Solid 관련 data structure

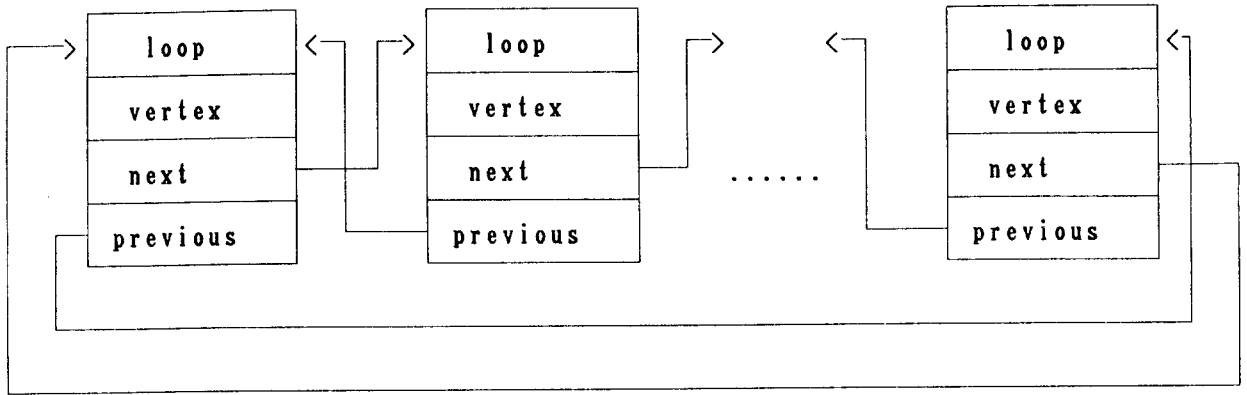
● Vertex



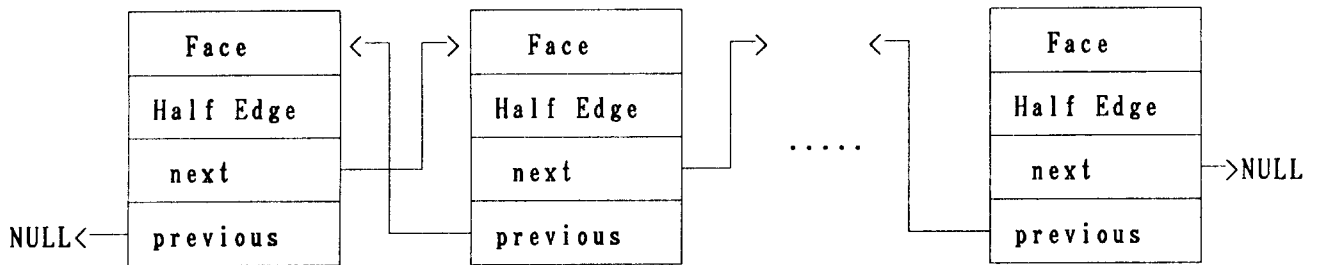
● Edge



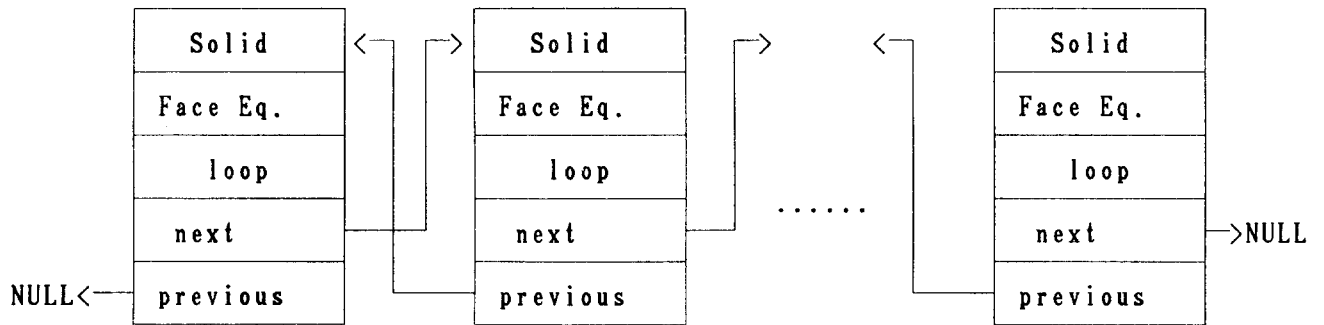
● HalfEdge



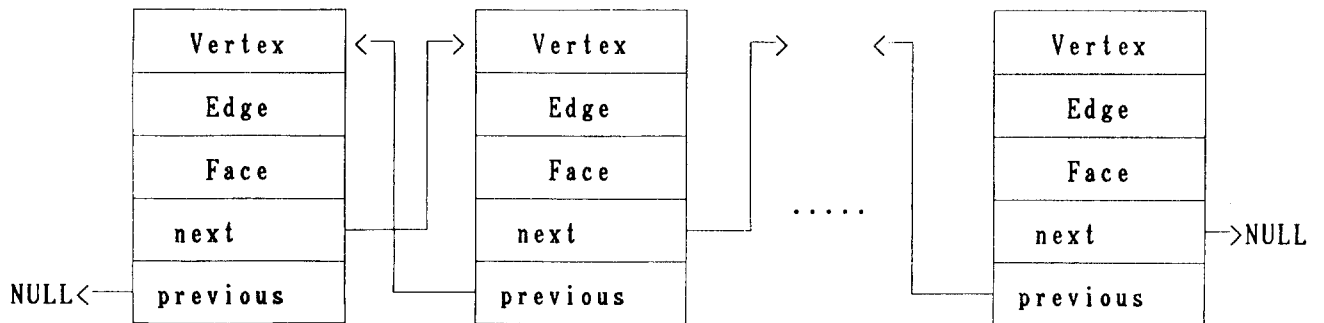
● Loop



● Face



● Solid



[그림 4.4] Solid 관련 data 구조

5. GUI (Graphic User Interface)

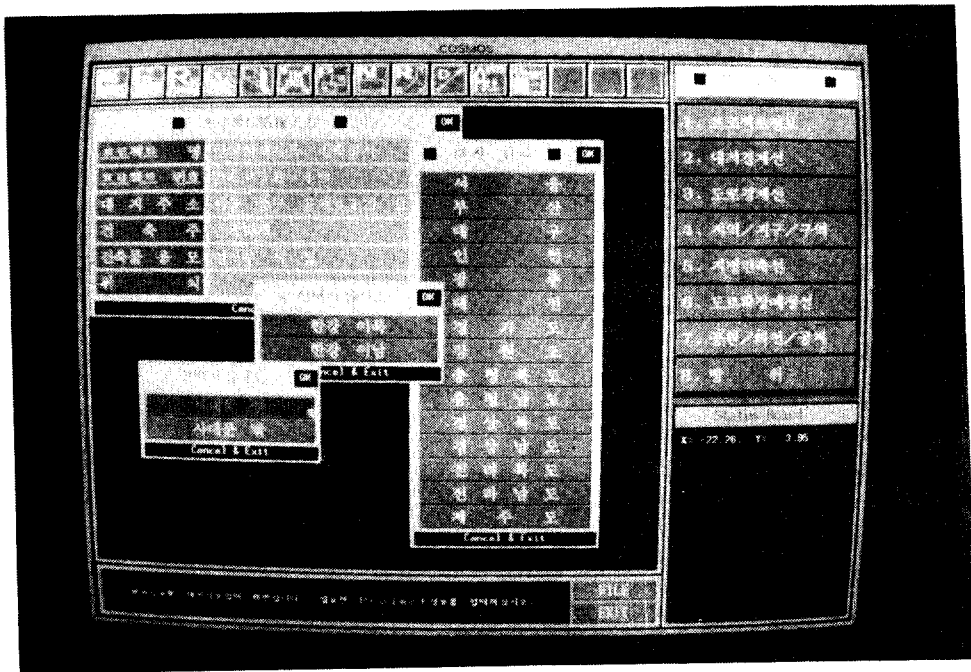
최근 발표되고 있는 CAD system은 GUI에 있어 종래에 발표되는 system 과 많은 차이를 갖고 있다. UNIX 환경에서는 X-window와 OSF/MOTIF가 주류를 이루고 있다고 볼 수 있다. 본 시스템에서도 이를 이용하여 User Interface 환경을 구축하였다. X-window 를 사용함으로써 Menu button, dialog box, label 등을 만들때 많은 장점을 갖고 있으나 현재까지는 X-window를 이용했을 때 Graphic Library 사용이 Hardware Independency를 보장해 주는 library가 아직까지는 존재하지 않고 있다.

본 시스템을 개발하기 위해 Hardware Independency를 갖고 X-window상에서 사용할 수 있는 필요한 Graphic Library를 자체 개발하여 적용하였다.

6. 적용 예

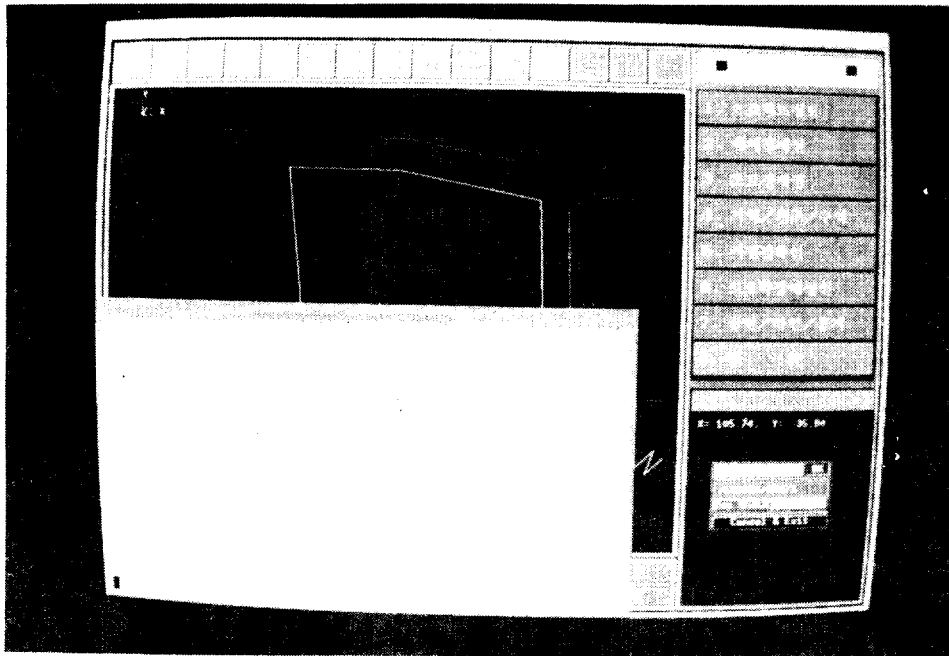
본 시스템을 사용하여 최대 건축 가능 공간을 산정한 예를 서울 을지로에 위치한 A 사 사옥으로 적용한 예는 다음과 같다.

6.1. 건축부지 및 용도 정보입력화면



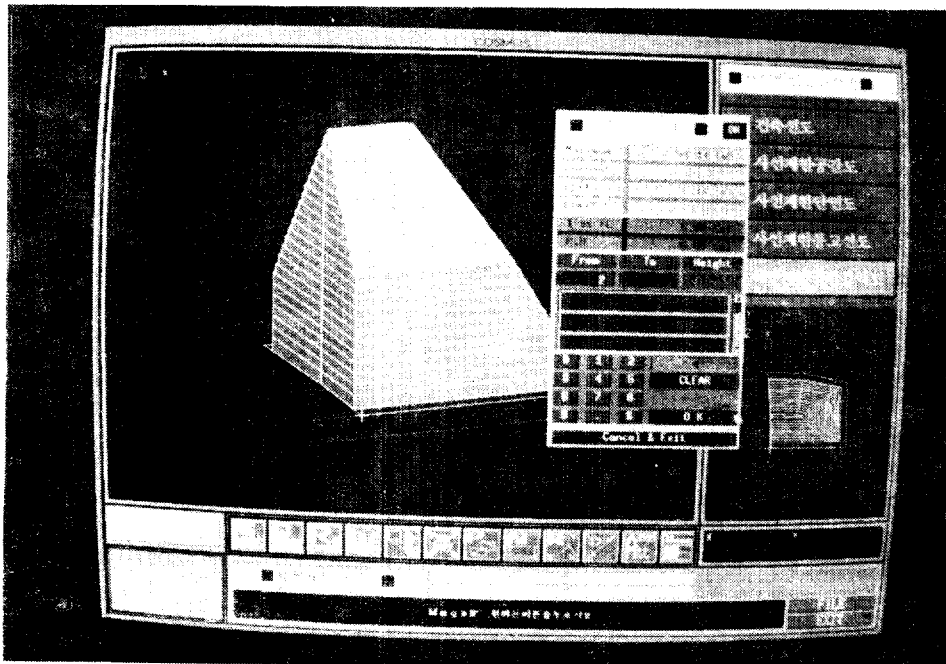
일반적인 건축부지의 정보와 건축법규에서 필요로 하는 위치, 건축물용도 등에 대한 정보를 입력한다.

6.2 부지도 입력 후 건축법규 검토 화면



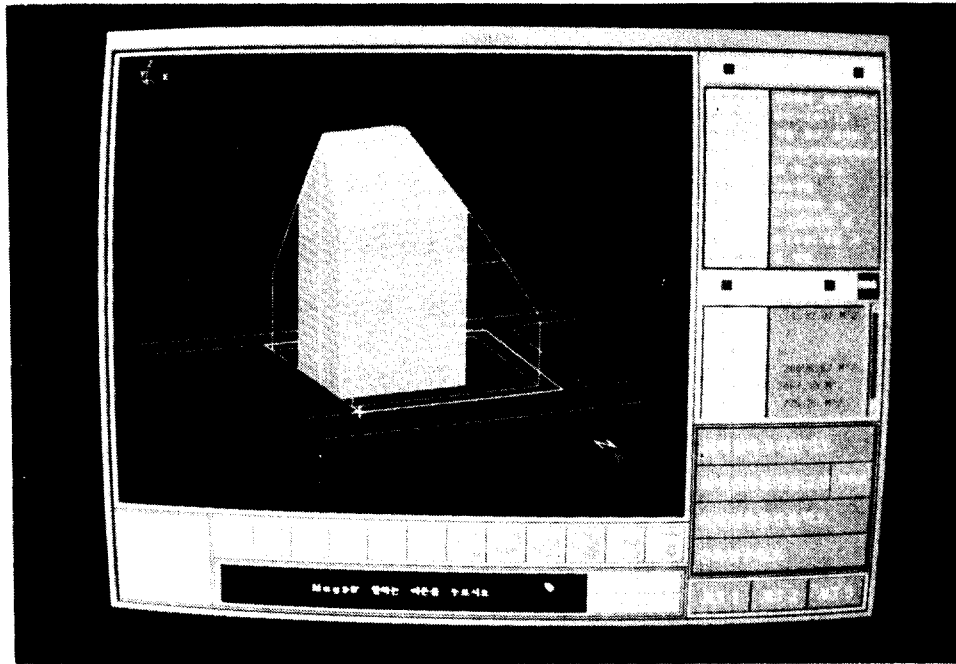
부지정보입력이 모두 끝난후 건축법규에 필요한 knowledge base system 을 수행하면 입력된 부지에서 여러가지 상관관계를 자동인식하여 건축법, 건축 조례를 조회하여 입력된 rule에 의해 결과를 산정하여 설계자의 decision이 필요한 경우 prompt가 발생한다.

6.3 건축물 Solid 생성 화면



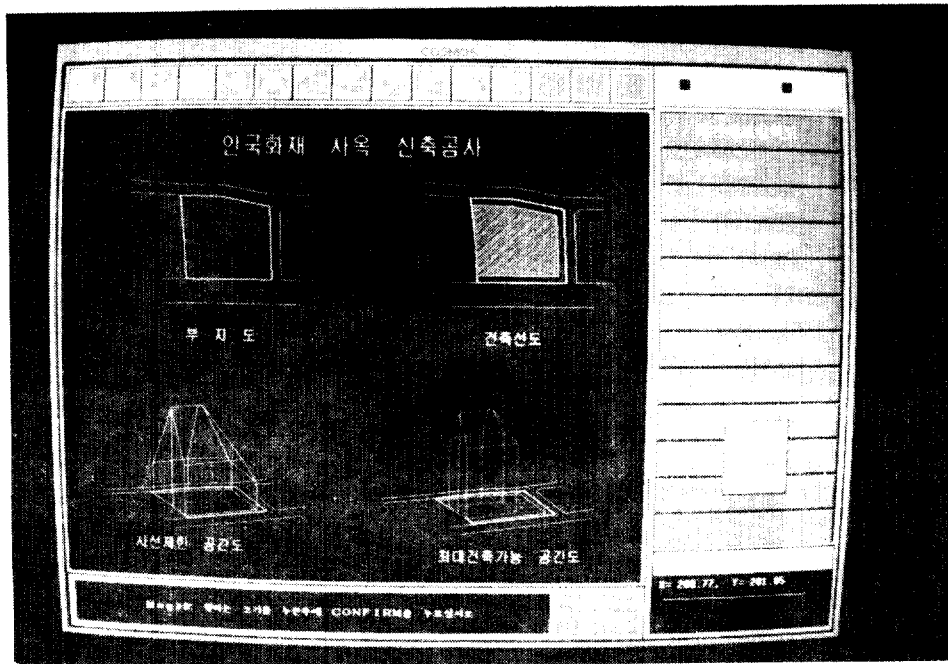
법규검토결과를 받아 건축선을 산정하고 사선제한 고도제한을 적용하여 건축물의 Solid를 생성한다. 층고입력으로 층별 display를 실시한다.

6.4 최대 건축 공간 산정 화면



생성된 건축물 Solid data에서 연면적, 용적을, 건폐율을 산정하고 건축 법규상으로 확보해야 하는 조정면적, 주차면적을 만족시키는 범위에서 건폐율을 줄여가면서 최대 규모를 산정한다.

6.5 결과의 Report 화면



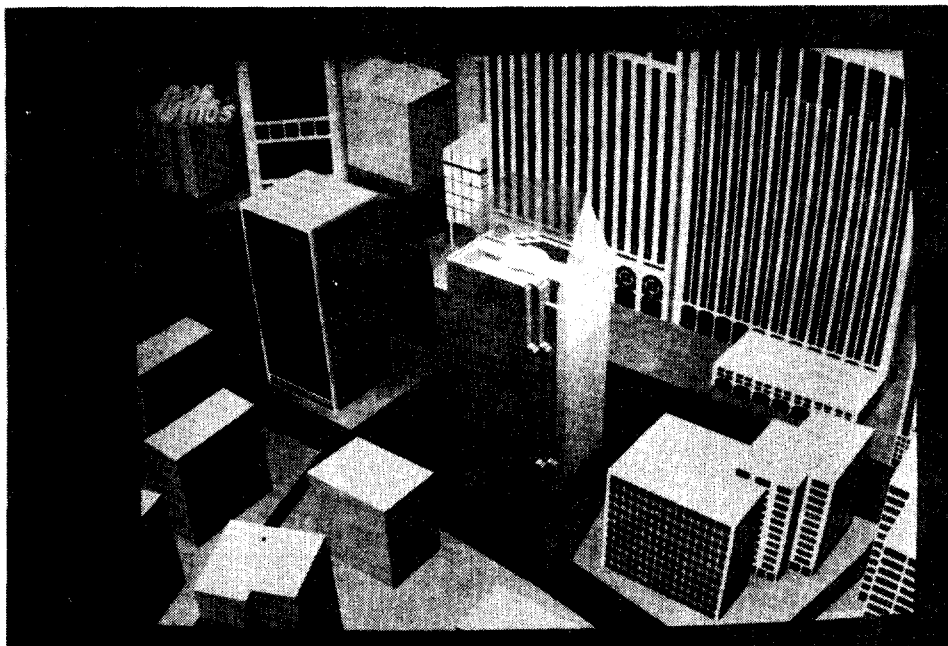
최종결과를 화면에서 확인한 후 일반적인 plotter 언어인 HP-GL로 생성하여 결과를 plotting 할 수 있도록 한다.

7. 결 론

기존에 수작업으로 진행 할 수 밖에 없던 건축기획설계업무에 전용 CAD system을 개발함으로써 초기자료에 입력만으로 분석업무 및 기획도면을 자동 생성하며 향후에는 개략공사비, 설계비의 산정을 자동화할 수 있고 성력화를 얻을 수 있게 되었다.

본 시스템을 개발함으로써 graphic 및 Solid Modeling 기술을 실제 implement 하였고 특히 최근 산업계 표준이 되는 UNIX, X window OSF/MOTIF 등의 GUI 사용기술에 대한 기술력을 확보했으며 CAD system의 자체 개발 사용에 있어서도 한 몫을 하였다. 향후 계속되는 건축법 변경에 따른 rule 의 update가 필수적으로 이루어져야 지속적인 사용이 가능할 것이다.

본 시스템의 검토 결과를 3차원 rendering 전문 시스템인 TOPAZ의 기본 data로 변환하고 주위 건물 등을 입력하여 보다 사실적으로 modeling한 형태의 결과는 다음 사진과 같다.



본 시스템 개발은 삼우종합건축사 사무소의 의뢰과제로 공동으로 수행되었으며 건축법규 rule 및 inference는 홍익대학교 건축과에서 담당하였다.

8. Reference

1. Martti Mantyla
"Introduction to Solid Modeling" 1988
2. Michael E Mortenson
"Geometric Modeling" 1985
3. 전 경배, 최 창환
"건축 법규 해설" 1990
4. Oliver Jones
"Introduction to THE X window system" 1989
5. Douglas Young
"the X window system programming and application with Xt"
OSF/MOTIF edition 1990
6. Robert W. Scheifler, James Gettys, Ron Newman
"X window system C library and protocol Reference" 1988
7. HEWLETT PACKARD
"Welcome to X window system" 1990
8. William M. Newman, Robert F. Sproull
"Principles of Interactive Computer Graphics" 1979
9. Seteven Harrington
"Computer Graphics" 2nd edition 1988
10. Open Software Foundation
"OSF/MOTIF Programmer's Reference Manual" 1988
11. Open Software Foundation
"OSF/MOTIF Programmer's Guide" 1988
12. O'Reilly & Associates, Inc.
"X Toolkit Intrinsic Reference Manual" 1990