

건설 분야 도면정보 교환 표준을 위한 3차원 와이어프레임 기반의 확장 모델 개발에 관한 연구

김인한*, 서종철**, 원지선***

Development of an Extension Model based on Three Dimensional Wireframe Model for KOSDIC Format in the Construction Field

Kim, I.H.*, Seo, J.C.** and Won, J.S.***

ABSTRACT

The usage of mixed 2D and 3D CAD data of commercial CAD systems is required in the construction practice. Sometimes 3D wireframe model is required by end-users when 2D CAD data is delivered. However, current KOSDIC can not represent 3D CAD data, because it has been developed as a 2D drawing delivery standard. Therefore, this study is to provide exchange and sharing of mixed 2D and 3D CAD data that add 3D wireframe model in the KOSDIC. To achieve this purpose, the authors have investigated the 3D CAD entities of commercial CAD systems, and have analyzed STEP standards providing 3D wireframe model. The result, the authors have extracted 3D CAD common entities based wireframe model which shall be added in the KOSDIC. This study can be beneficial by using the developed data model for heterogeneous CAD systems, and by providing the representation of mixed 2D and 3D CAD data in construction practice such as GIS, piping system, and so forth.

Key words : KOSDIC, STEP, Part 42, AP202, 3D Geometric Data, Wireframe Model, 3D View Pipeline

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 필요성

건설 산업에서의 도면정보는 시설물의 계획, 설계 시공, 유지관리 단계의 전 생명주기에 걸쳐 사용되는 가장 기초적이며 필수적인 정보이다. 따라서 이러한 도면 정보의 전산 공유화는 건설 CALS/EC 체계의 실현을 위한 기본 요소이다. 이에 따라 건설교통부는 2차원 도면정보의 원활한 전자적 교환을 위해 국제 표준(ISO/STEP) 기반의 2차원 도면정보 교환 표준(KOSDIC)을 개발하였으며, 건설 CALS/EC 시스템들에 쉽게 적용하기 위한 관련 연구들을 진행하고 있다.

그러나 향후 KOSDIC은 2차원 CAD 데이터의 교환만을 제공하는 것이 아니라, 3차원 CAD 데이터 및

건설사업과 관련된 다양한 정보를 표현할 수 있는 구조로의 확장이 예상된다. 즉, 상용 시스템에서의 CAD 데이터는 2차원 도면정보의 표현뿐만 아니라, 3차원 객체정보를 활용한 불량산출, 구조실계, 구조해석, 애니메이션, 일조분석, 시공 시뮬레이션, VR, GIS 등 광범위한 용도로 활용되고 있다. 또한, 일부의 건설 관련 공사공단들은 3차원의 와이어프레임 모델을 포함하는 도면을 납품 받고 있다.

따라서 건설 산업에서 활용될 CAD 데이터 모델은 2차원의 도면 표현뿐만 아니라 3차원의 형상과 객체 정보를 수용할 수 있어야 한다. 이러한 관점에서 개발된 KOSDIC은 3차원 CAD 데이터를 수용하기 위해 확장 개발되어야 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

3차원 CAD 데이터가 수용할 수 있는 정보는 기본적인 형상정보와 그에 상응하는 프로덕트 정보, 프로세스 정보 등과 같은 속성정보가 포함되며 매우 다양하고 광범위하다. 따라서 본 연구에서는 3차원의 확장 범위와 2차원을 기반으로 하는 KOSDIC과의 연계

*중신회원, 경희대학교 토목건축공학부, 부교수

**학생회원, 경희대학교 건축공학과, 박사과정

***학생회원, 경희대학교 건축공학과, 석사과정

- 논문투고일: 2004. 10. 26

- 심사완료일: 2004. 12. 01

에 대한 고려가 필요하다. 기존 연구¹⁾에서는 이를 고려한 3차원 CAD 데이터의 수용 방안 4가지를 제시하였다. 그 중 채택된 방안은 KOSDIC 스키마에 3차원 형상 정보를 직접적으로 추가하고 호환 매핑 체계를 정의하여 2차원을 산출하는 방안이다. 이처럼 3차원 CAD 데이터의 수용 범위를 형상 정보로 정한 이유는 객체 기반의 속성 정보를 포함하는 3차원 스키마를 KOSDIC 스키마에 직접적으로 추가하는 것은 불가능하기 때문이다. 향후, 객체 기반의 스키마는 건설 실무에서의 요구와 부합되어 확장 개발될 것이며, IFC, AP225, AP227 등 국제표준모델과의 호환 매핑 체계를 정의하여 구현 가능할 것이다. 따라서 본 연구에서는 KOSDIC의 수용범위를 3차원 형상 정보로 정의하였다.

3차원 형상정보를 표현하는 모델링 기술은 Wireframe 모델, Surface 모델, Solid 모델로 발전되어 왔다. 이 중에서 본 연구는 초기의 기하학적 모델링 기술인 Wireframe 모델의 형상 정보 표현을 대상으로 하였다. 3차원 형상 정보를 Wireframe 모델로 한정할 이유는 현재 건설 관련 공사공단의 납품받는 도면에 표현되고 있으며, 기본 건축구조물의 표현, 공조 및 기계 설비의 배관도 표현, GIS 분야에서 지형 관련 데이터 표현, 플랫폼 시설물의 파이프 표현, 항공기 본체 표현 등 건설 실무에서 직접적으로 활용될 수 있기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 Wireframe 모델을 기반으로 상용 CAD 시스템들과 국제표준모델(ISO/STEP)에서의 정보의 표현을 분석하여, 추출된 공통 엔티티를 KOSDIC 스키마에 추가 및 확장하였다.

그러나 Wireframe 모델은 건설 사업과 관련된 다양한 정보를 수용하기에는 한계점을 갖는다. 따라서 본 연구는 향후 3차원 형상정보와 객체기반의 정보를 수용해야 되며, 이를 위해 본 연구는 KOSDIC 스키마의 3차원 확장 개발에 있어 중요한 기반이 된다.

2. 상용 CAD 시스템에서의 3차원 Wireframe 모델의 정보 표현

2.1 Wireframe 모델의 개념

Wireframe 모델은 유한한 수의 vertex와 vertex 사이에 연결되어지는 edge로 3차원 물체를 표현한다. 이때 edge는 단지 line 뿐만 아니라 arc, circle, curve

가 포함된다. Wireframe 모델로 3차원 물체를 표현한 경우는 연산 처리시간이 상당히 짧다는 점과 상대적으로 정확한 물체를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 그러나 표현된 물체가 복잡할 경우는 물체를 인식하는데 어려움이 따르게 됨으로, 최종적인 결과물로 사용하기는 어렵다. 따라서 Wireframe 모델은 최종 물체를 얻기 전에 최종 물체의 유용성을 검토하는데 주로 이용된다.

2.2 상용 CAD 시스템에서의 3차원 Wireframe 모델의 표현 분석

상용 CAD 시스템은 기본적으로 Wireframe 엔티티를 제공한다. 이러한 엔티티는 단일(simple) 타입 엔티티와 복합(complex) 타입 엔티티로 구분된다. 단일 타입 엔티티는 point, line, arc, circle, fillet, chamfer, conics로 구성된다. 이 요소를 조합한 복합 타입 엔티티는 spline(cubic spline, B-spline, β -spline, v-spline), bezier curves로 구성된다. 3차원 Wireframe 모델은 이와 같은 엔티티들을 사용하여 적절한 좌표 값을 입력하고 연결, 회전, 오프셋(offset)의 작업을 통하여 생성된다.



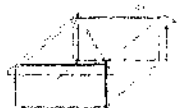
본 연구에서는 실제 상용 CAD 시스템에서 공통적으로 적용 가능한 3차원 엔티티들을 정의하기 위해, Wireframe 모델의 표현이 가능한 상용 CAD 시스템인 AutoCAD 2002, MicroStation V7.1, ArchiCAD 8.0을 대상으로 하여 엔티티들의 생성 방법을 조사분석하였다.

그 결과, AutoCAD 2002에서의 Wireframe 모델은 객체의 edge를 구성하는 point, line, curve 등의 2차원 엔티티에 좌표값(X, Y, Z)을 입력하여 3차원 상에서 표현되거나 3D polyline과 3D spline의 엔티티를 사용하여 표현된다. MicroStation V7.1에서의 Wireframe 모델은 accudraw 명령어를 입력하거나 line, arc, circle, polyline, spline과 같은 2차원 엔티티를 생성한 후 3차원 좌표 값을 추가 입력함으로써 표현된다. ArchiCAD 8.0에서의 Wireframe 모델은 앞의 두 CAD 시스템과 다르게 3차원 솔리드 객체를 그린 후 3차원 엔진 모드를 와이어프레임으로 선택하여 edge와 line을 뷰잉 하는 방법으로 표현된다. 다음의 Table 1은 3개의 상용 CAD 시스템에서 3차원 Wireframe 모델의 생성 방법을 분석한 결과이다.

이와 같이 상용 CAD 시스템에서 3차원 Wireframe 모델의 생성은 구성요소인 edge와 vertex를 표현하기 위해 line, curve와 같은 2차원 엔티티에 Z축 값을 입력한 후 연결, 회전, 오프셋의 작업을 통해 생성하기

¹⁾최중식, 김인한, "건설 분야 도면정보 교환표준 모델의 3차원 확장 방안 에 대한 기초 연구," 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제23권, 제2호, pp. 987-990, 2003. 10.

Table 1. 상용 CAD 시스템에서의 3차원 Wireframe 모델 표현

프로그램명	표현	설명
AutoCAD 2002		객체의 모서리를 구성하는 점, 선, 커브 등의 2차원 엔티티에 Z축 좌표값을 입력하여 표현하거나 3D_polyline, 3D_spline 등의 명령어를 사용하여 표현
MicroStation V7.1		line, arc, circle, polyline, spline 등과 같은 2차원 엔티티에 3차원 좌표값을 입력하여 표현하거나 accudraw 명령어를 사용하여 표현
ArchiCAD 8.0		3차원 솔리드 객체를 그린 후 3차원 엔진 모드를 Wireframe으로 선택하여 뷰잉단계에서 모서리와 선만 보여줌으로써 표현

나 시스템별로 지원하는 3차원 curve을 사용하고 있다. 즉, 상용 CAD 시스템에서 공통적으로 적용 가능한 3차원 엔티티는 vertex를 표현하는 엔티티와 edge를 표현하는 3D curve(line, arc, polyline, spline 등) 관련 엔티티들이다. 따라서 KOSDIC에 3차원 Wireframe 모델의 CAD 데이터를 추가하기 위해서는 이러한 공동엔티티와 이를 3차원 상에서 변환(connect, rotate, offset 등) 할 수 있는 방법을 제공하는 스키마의 추출이 필요하다.

3. 국제표준에서의 3차원 Wireframe 모델의 정보 표현 및 투영구조

3.1 국제표준에서의 3차원 Wireframe 정보의 표현

본 연구에서는 국제표준에서의 3차원 형상 정보의 표현을 분석하기 위해, 3차원 Wireframe 모델의 명세를 제공하는 Part42, AP202, AP214, AP227, AIC501, AIC502, 그리고 IFC 모델에 대해 분석하였다.

그 결과, Table 2에서처럼, 3차원 Wireframe 모델을 표현하는 방식은 edge 기반과 shell 기반의 두 종류가 있으며, 각 명세의 특성에 따라 이를 모두 또는 부분적으로 포함하고 있다. 또한, 각각의 명세는 형상

표현을 정의하는 Part42의 공통자원을 사용하고 있다. Part42의 명세는 edge 기반 표현과 shell 기반 표현을 모두 지원하고 있다. 따라서 본 연구에서는 3차원 Wireframe 모델의 정보 표현을 파악하기 위해 Part42의 명세를 중심으로 분석하였으며, KOSDIC에 적용 가능한 스키마를 추출하였다.

3.1.1 Part42의 3차원 Wireframe 정보의 표현 분석

Part42는 제품의 기하와 위상 표현을 위해 통합 자원을 명세한 문서로, Parametric curve와 Surface의 형상을 정의하는 Geometry, 객체간의 위상 관계를 정의하는 Topology, 그리고 3차원 Solid의 형상을 정의하는 Geometric model로 구성된다. Table 3은 Part42에 정의된 Wireframe 모델을 분석한 결과이며, 위상(topology) 표현에 따라 edge_based_wireframe_model과 shell_based_wireframe_model로 구분된다.

3.1.2 KOSDIC의 3차원 Wireframe 스키마



본 연구에서는 KOSDIC의 3차원 Wireframe 관련 스키마를 확장하기 위해, Wireframe 형상 표현에 공통적으로 사용되는 Part42의 정의를 이용하였다.

Part42에서 3차원 Wireframe 모델을 표현하는 방법은 edge와 shell 기반의 edge_based_wireframe_model과 shell_based_wireframe_model이 있다. 이러한 표현방법들은 서로 위상 구조의 표현만 다를 뿐 스키마의 구성은 동일하다. 따라서 본 연구에서는 상용 CAD 시스템에서 주로 표현되는 edge_based_wireframe_model을 대상으로, 공통 엔티티를 정의하고 표준 스키마를 추출하였다.

Table 2. STEP 표준의 3차원 Wireframe 정보 표현

표현 방법	Part42	AP202	AP214	AP227	AIC501	AIC502	IFC
Edge	○	○	○		○		○
Shell	○	○		○		○	

Table 3. Part42의 Wireframe 표현방법

표현방법		Edge 기반	Shell 기반
개념표현			
속성과 설명		cbwm_boundary : connect_edge_set의 set으로 표현	sbwm_boundary : wire_shell 또는 vertex_shell의 set으로 표현
S c h e m a	Geometric_Model	edge_based_wireframe_model	shell_based_wireframe_model
	Geometry	axis2_placement_3d, b_spline_curve_with_knots, bezier_curve, circle, conic, curve, cartesian_transformation_operator_3d, curve_replica, ellipse, hyperbola, line, polyline, geometric_representation_context, offset_curve_3d, parabola, point, point_on_curve, point_replica, quasi_uniform_curve, rational_b_spline_curve, uniform_curve	
	Topology	connected_edge_set, vertex, vertex_point, edge, edge_curve	edge_curve, edge_loop, path, vertex_loop, vertex_point, vertex_shell, wire_shell

3.2 3차원 형상의 투영 구조

KOSDIC의 도면용지와 도면 뷰는 2차원 제도 모델의 투영을 정의하고 있으며, Wireframe 모델의 도면으로의 표현을 위해 3차원 투영구조에 대한 스키마의 추출이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 3차원 투영구조를 표현하는 뷰잉 파이프라인의 개념을 파악하고, 뷰잉 파이프라인에 대한 교환 명세를 제공하는 Part46의 통합자원과 AP202 모델의 분석을 통하여 스키마를 추출하였다.

3.2.1 3차원 뷰잉 파이프라인의 개념

뷰잉 파이프 라인의 개념은 실제계 좌표의 모델 객체를 디스플레이 하기 위해 2차원 좌표로 매핑하는 것을 의미하며, 사진 속의 그림처럼 실제계의 3차원 객체를 필름과 같은 평면 속에 투영하는 것과 같다. Fig. 1에서처럼, 뷰잉 파이프라인은 수많은 좌표 변환 과정과 클리핑 연산을 통하여 디스플레이 하고자하는 실제계의 좌표 영역인 윈도우(window)에 매핑되며, 디스플레이 장치 영역인 뷰포트(view port)를 통해 표현된다. 즉, 3차원의 모델은 여러 단계의 좌표 변환 과정과 뷰 볼륨(view volume)을 사용한 클리핑 및 은선 제거 연산을 거쳐, camera model로 변환된 후 이를 스케일에 맞게 camera image로 조정되어 도면 용지에 배치된다.

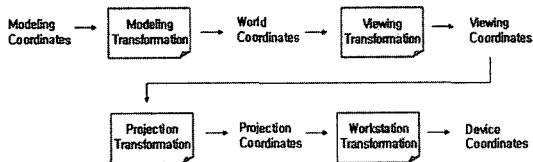


Fig. 1. 3차원 좌표계의 변환 과정.

3.2.2 KOSDIC의 3차원 뷰잉 파이프라인 스키마

KOSDIC에서 3차원 Wireframe 모델이 도면용지에 표현되기 위해서는 도면 뷰 단계에서 camera usage를 사용하여 camera model을 camera image로 변환시킨 후 도면용지에 재조정(drawing sheet revision)되는 과정을 거쳐야 된다. 따라서 현재 KOSDIC의 도면 뷰에서 변경되어야 할 엔티티는 도면 용지로 매핑되기 전 단계인 3차원 camera model이 3차원 camera image로 매핑되는 부분이다. 이러한 매핑을 가능하게 하기 위해서는 뷰 볼륨(view volume)을 사용하여 뷰 볼륨 내부의 물체들이 투영되는 과정을 분석할 필요가 있다.

공간상의 평면 중 뷰 볼륨 내부에 있는 물체는 2차원 화면에 평행 투영 또는 원근 투영되어 출력장치에 표현된다. 이때 뷰 볼륨의 외부에 있는 물체들은 클리핑 연산에 의해 표현되지 않는다.

Fig. 2는 3차원 camera model에서 view volume의 개념을 보이고 있다. camera model을 2차원 평면으로

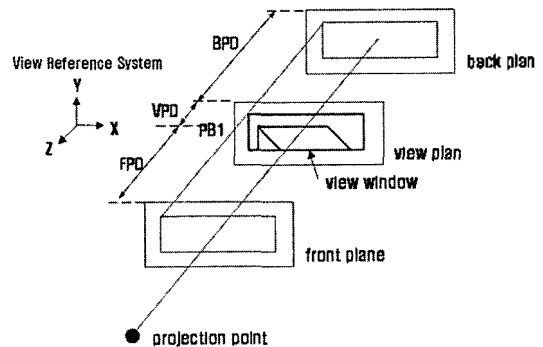


Fig. 2. 3차원 Camera Model의 View Volume.

투영하기 위해 투영점(projection point)을 설정하면 직육면체 형태의 뷰 볼륨이 생성된다. 시점좌표계(Viewing Reference System: VRS)에서는 원점과 투영면(View Plan: VP), 전방 절단면(Front Plan: FP), 후방 절단면(Back Plan: BP)과의 거리를 Z축을 따라 계산하면 +와 -의 거리 값이 결정되며, 이를 각각이 VPD(View Plan Distance), FPD(Front Plan Distance), BPD(Back Plan Distance)로 표현된다. 이와 같이 전방 절단면과 후방 절단면의 경계로 구성된 뷰 볼륨은 view window의 영역이며 view plan에 투영된다. 이때, 설정된 뷰 볼륨의 내부에 있지 않는 물체는 클리핑 연산 처리에 의해 투영되지 않는다.

따라서 KOSDIC의 3차원 Wireframe 모델을 투영시키기 위해, 뷰 볼륨에서 생성된 camera model의 view window를 3차원 camera image에 매핑시키는데 사용되는 스키마를 Part46과 AP202의 명세로부터 추출하였다.

4. KOSDIC을 위한 3차원 Wireframe 정보의 표현 방안

4.1 KOSDIC 3차원 CAD 공통 엔티티

본 연구에서는 상용 CAD 시스템에서의 일반적인 3차원 Wireframe 모델 생성방법을 분석하여 공통적으로 표현 가능한 3차원 CAD 엔티티를 도출하였다. 또한, KOSDIC 3차원 CAD 공통 엔티티는 상용 CAD 시스템에서의 Wireframe 공통 엔티티를 기반으로 추출되었다. Table 4에서, 3차원 CAD 공통 엔티티는 다음과 같은 점들을 고려하여 정의되었다.

- 3차원 Wireframe 모델이 페이퍼 스페이스와 모델 스페이스에 저장될 경우를 고려해 사용되는 스타일 정보를 수용하였다.
- Wireframe 모델이 2차원의 line, curves를 통하여 3차원으로 표현되므로, KOSDIC의 2차원 형상 표현 엔티티 중 Wireframe 표현이 가능한 엔티티를 수용하였다.
- 3차원 변환(Connect, Rotate, Offset, Mirror 등)을 표현할 수 있는 엔티티들을 새로이 추가하였다.

4.2 KOSDIC의 3차원 데이터 모델

KOSDIC의 3차원 CAD 공통 엔티티는 정보 모델링 명세 언어인 EXPRESS로 표현되며, 엔티티들의 위계에 따른 조합방식에 의해 스키마들로 구성되었다. 따라서 본 연구에서는 KOSDIC의 3차원 CAD 공통 엔티티 중 주요하게 표현되는 뷰잉 파이프라인

Table 4. KOSDIC 3차원 공통 엔티티

No	공통 엔티티(안)	표현
1	Drawing_sheet	도면용지
2	Presentation_view	도면 뷰
3	Layer	레이어
4	Pre_defined_line_type	기 정의 선분 유형
5	User_defined_line_type	사용자 정의 선분 유형
6	Pre_defined_colour_type	기 정의 색상
7	User_defined_colour_type	사용자 정의 색상
8	Text_string	문자열
9	3d_edge_based_wireframe_line	직선
10	3d_edge_based_wireframe_polyline	다중선분
11	3d_edge_based_wireframe_spline	자유곡선
12	3d_edge_based_wireframe_circle	원
13	3d_edge_based_wireframe_ellipse	타원
14	3d_edge_based_wireframe_box	박스
15	3d_edge_based_wireframe_cylinder	실린더
16	3d_edge_based_wireframe_cone	뿔
17	3d_edge_based_wireframe_torus	토러스
18	3d_edge_based_wireframe_revolved_model	회전된 모델
19	3d_edge_based_wireframe_extruded_model	돌출된 모델

구조와 box 형상의 데이터 표현 방법을 설명 한다. 이를 위해 3차원 데이터 모델의 표현은 이해를 돕기 위해 EXPRESS-G로 표기하였다.

4.2.1 뷰잉 파이프라인 구조

Fig. 3과 Table 5는 3차원 뷰잉 파이프라인 구조의 데이터 모델과 속성 정보를 표현하고 있다. Fig. 3에서, KOSDIC의 3차원 뷰잉 파이프라인 구조는 Camera model view, Presentation view, Drawing

Table 5. 뷰잉 파이프라인 구조의 속성

No	설명
1	Paper Space 이름
2	View 경계의 기준점
3	View 경계의 수평 방향 길이
4	View 경계의 수직 방향 길이
5	View에 포함될 모델 영역의 기준점
6	View에 포함될 모델 영역의 수평방향 길이
7	View에 포함될 모델 영역의 수직방향 길이
8	View를 설정하는 투영점

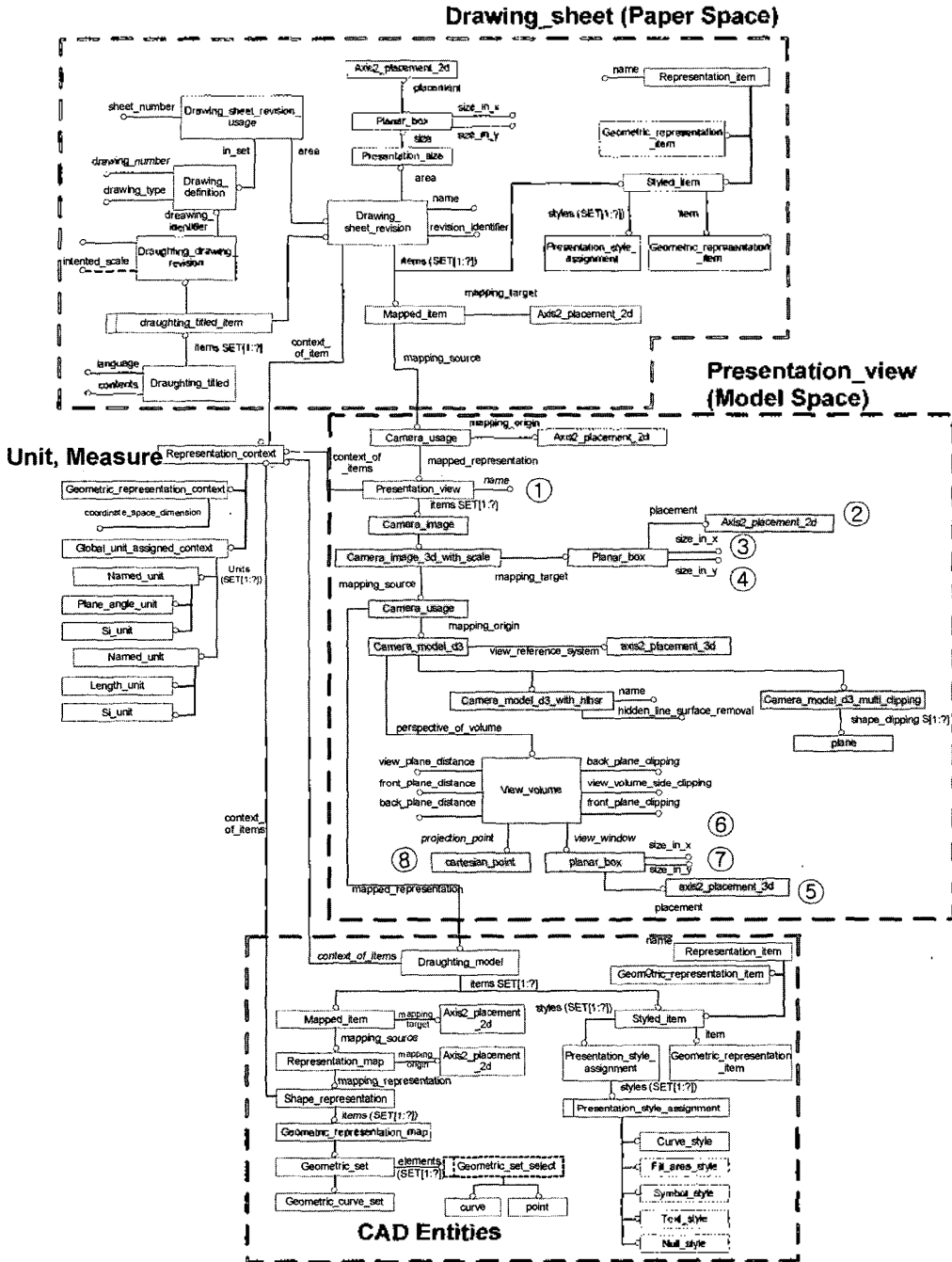


Fig. 3. 3차원 뷰잉 파이프라인 구조의 데이터 모델 표현.

view의 단계를 거쳐 표현된다. camera_model_d3는 view_volume을 이용하여 클리핑 및 은선 제거의 연산을 통해 camera model로 변환된다. 변환된 camera model은 camera_image_3d_with_scale을 통하여 스케일이 조정되며 presentation_view에 저장된다. 또한,

presentation_view는 mapped_item을 통하여 drawing_sheet_revision에 매핑된다.

4.2.2 Box 형상 표현

Fig. 4에서처럼, 상용 CAD 시스템에서의 box 엔

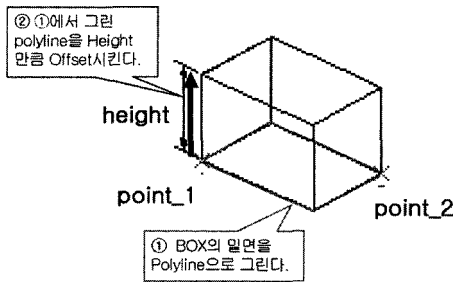


Fig. 4. Box 엔티티의 생성 방법.

티티의 표현은 밑면의 네 점을 cartesian point로 하여 polyline을 생성한다. 이때 polyline은 offset을 통

Table 6. 3d_edge_based_wireframe_box의 속성

No	속성 설명	No	속성 설명
1	레이어	5	첫 번째 점
2	색상	6	두 번째 점
3	선분 유형	7	높이 축의 방향
4	선분 두께	8	높이

한 방향과 높이 값의 설정으로 3차원 box를 생성해 낸다.

Fig. 5와 Table 6은 box 형상을 표현하기 위해 사용되는 3d_edge_based_wireframe_box의 데이터 모델과 속성 정보를 표현하고 있다.

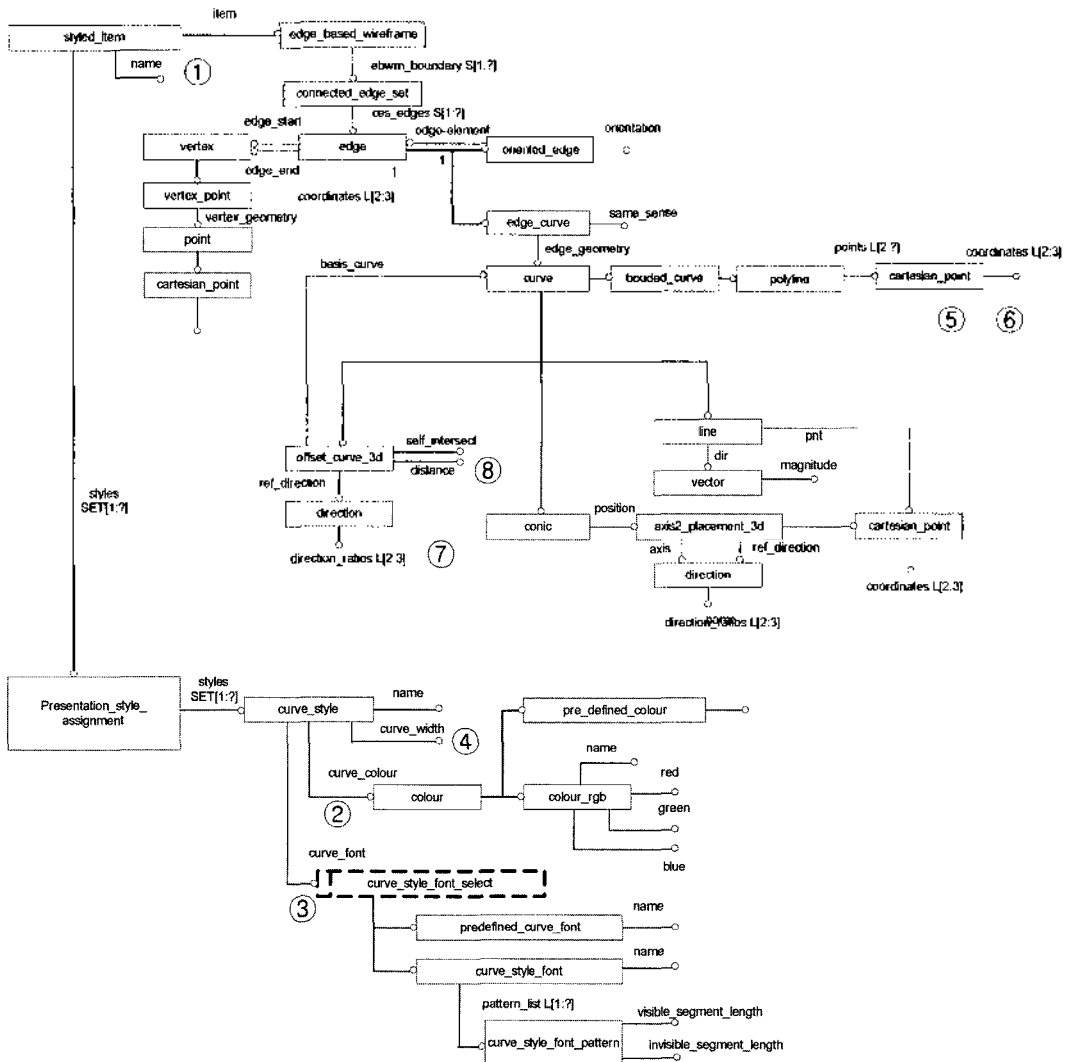


Fig. 5. 3d_edge_based_wireframe_box의 데이터 모델 표현.

5. 결 론

본 연구는 KOSDIC의 3차원 CAD 데이터의 수용을 위한 연구로서 3차원 Wireframe 모델의 형상 정보 표현을 대상으로, 상용 CAD 시스템의 표현 구조와 국제표준의 정보 표현을 분석하여 공통적으로 사용 가능한 엔티티를 도출하였다.

그 결과, KOSDIC의 3차원 확장 모델은 시설물의 표현, 공조 및 기계 설비의 배관도 표현, GIS 분야에서 지형관련 데이터 표현, 플랜트 시설물의 파이프 표현, 항공기 본체 표현 등 건설 실무에서 활용 및 교환을 제공할 수 있는 기반을 마련하였다. 또한, 본 연구는 KOSDIC의 3차원 형상정보의 수용범위를 기본 입체 형상인 Wireframe 모델에서 Surface 모델을 거쳐 최종적으로 Solid 모델로 확장하기 위한 연구로서 성과를 기대할 수 있으며, KOSDIC 스키마의 3차원 CAD 데이터의 수용을 위한 확장 연구로서 중요한 기반이 된다.

그러나 KOSDIC에 포함된 Wireframe 모델은 건설 산업에서 활용될 수 있는 3차원 모델로서 한계점을 갖는다. 따라서 향후 본 연구를 기반으로 Surface 모델, Solid 모델의 형상정보를 KOSDIC에 점진적으로 확장하기 위한 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한, KOSDIC의 확장 개발은 타 표준 모델(AP225, IFC, 등)과의 연계성을 고려하여 건설 산업의 다양한 정보를 활용할 수 있도록 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 산하 한국건설기술연구원의 건설 CALS/EC 표준화 사업의 일환으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

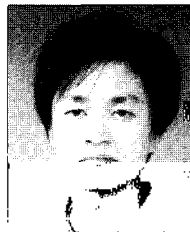
참고문헌

- IAI, "IFC2x Edition 2 Model Implementation Guide Document", 2003.
- Ibrahim Zeid, "CAD/CAM Theory and Practice", McGRAW-HILL, 1991.
- ISO, "Industrial Automation Systems and Integration: Product Data Representation and Exchange: Integrated Generic Resources: Geometric and Topological Representation", Reference Number ISO 10303-42, 1994.
- ISO, "Industrial Automation Systems and Integration: Product Data Representation and Exchange: Application Protocol: Associative Draughting", Reference Number ISO 10303-202, 1996.
- ISO, "Industrial Automation Systems and Integration: Product Data Representation and Exchange: Application Protocol: Core Data for Automotive Mechanical Design Processes", Reference Number ISO 10303-214, 2000.
- ISO, "Industrial Automation Systems and Integration: Product Data Representation and Exchange: Application Protocol: Plant Spatial Configuration", Reference Number ISO 10303-227, 1998.
- ISO, "Industrial Automation Systems and Integration: Product Data Representation and Exchange: Application Interpreted Construct: Edge Based Wireframe", Reference Number ISO 10303-501, 2000.
- ISO, "Industrial Automation Systems and Integration: Product Data Representation and Exchange: Application Interpreted Construct: Shell Based Wireframe", Reference Number ISO 10303-502, 2000.
- John, H., Ben, S., John, K. and Martin, F., "PERSPECTORS: Automating the Construction and Coordination of Multidisciplinary 3D Design Representations", CIFE Technical Report #145, 2003. 4.
- Kim, I. and Seo, J., "Founding a Common Ground for the Emerging Industry Model Standard(IFC) and ISO Model Standard(STEP) for the Global Construction Industry", *Proceedings of the World IT Conference for Design and Construction, INCITE*, pp. 535-542, 2004.
- Rana, S. and Batty, M., "Visualizing the Structure of Architectural Open Spaces Based on Shape Analysis", *International Journal of Architectural Computing*, Vol. 2, No. 1, pp. 124-132, 2004.
- Rick, L. and Carlo, S., "Generation of 3D Building Models from 2D Architectural Plans", *International Journal of Computer Aided Design*, Vol. 30, No. 10, pp. 765-779, 1998.
- Shih, N., "A Study of 2D- and 3D-oriented Architectural Drawing Production Methods", *International Journal of Automation in Construction*, Vol. 5, pp. 273-282, 1996.
- 김인한 외, "건설 분야 도면정보 교환표준 V.1.0", 한국건설기술연구원 연구 보고서, 2003. 6.
- 김인한 외, "도면분류 및 시설물 정보표현을 위한 모델 확장 방안", 한국건설기술연구원 연구 보고서, 2004. 3.



김 인 한

1988년 서울대학교 건축학과 학사
1991년 미국 Carnegie-Mellon대학 건축학 석사
1994년 영국 Strathclyde대학 건축학 박사
1996년~현재 경희대학교 건축공학과 부교수
관심분야: Integrated Design Environment (ISO/STEP, IAI/IFC), Architectural Design Process Theory, Design Methodology, Virtual Design Studio, Digital Design Media



서 종 철

2000년 원광대학교 건축공학과 학사
2002년 경희대학교 건축공학과 석사
2002년~현재 경희대학교 건축공학과 박사과정
관심분야: Integrated Design Environment(ISO/STEP, IAI/IFC), Database (Data Warehouse, Data Mining), System Integration(SI), Knowledge Management(KM), Object Oriented Development Methodology



원 지 선

2003년 경희대학교 건축공학과 학사
2003년~현재 경희대학교 건축공학과 석사과정
관심분야: Integrated Design Environment(ISO/STEP, IAI/IFC), Data Modeling, Construction CALS/EC