한국 CAD/CAM 학회 논문집
제6권 제2호 2001년 6월 pp. 133-139

기술논문

전문가 시스템을 이용한 2차원 설계 특징형상의 인식

이한민*, 한순흥**

2D Design Feature Recognition using Expert System

Lee, H. M.* and Han, S. H.**

ABSTRACT

Since a great number of 2D engineering drawings are being used in industry and at the same time 3D CAD becomes popular in recent years, we need to reconstruct 3D CAD models from 2D legacy drawings. In this thesis, a combination of a feature recognition method and an expert system is suggested for the 3D solid model reconstruction. Modeling primitives of 3D CAD systems are recognized and constructed by using the pattern matching technique of the features modeling. Additional information for the 3D model reconstruction can be generated by extracting symbols or text entities which are related to form entities. For complex and indefinite cases which cannot be solved by the process of feature recognition, an expert system with a rule base has been used for decision-making. A 3D reconstruction system which recognizes 2D DXF drawing files has been implemented where models composed with protrusions, holes, and cutouts can be handled.

Key words : Feature recognition, 3D Reconstruction, 2D Drawings, Expert system, Pattern matching

1. 서 론

최근 공학설계에서 3차원 CAD 시스템이 빠르게 보급되고 있지만, 비교적 영세한 중소기업에서는 초기 투자비가 저렴하고 조작이 쉽다는 장점 때문에 2D 모델링 작업에 의존하고 있으며, 또한 과거에 설계되었던 2차원 설계 도면을 이용하여 설계 변경과 제품 생산 작업을 수행하고 있는 실정이다[1].

하지만, 3차원 모델링이 가지고 있는 장점이 크기 때문에 이전에 작업된 2차원 도면을 이용하여 3차원 모델을 재 구성하는 작업이 필요하며, 그 작업이 단순 반복적이고 작업시간이 많이 소요됨으로 인하여 업체에서는 이를 자동 복원할 수 있는 시스템에 대한 개발이 요구되었다.

그래서, 최근 업계에서는 CATIA, SolidEdge 등과 같은 상용 CAD 시스템을 이용하여 2차원 도면에서 3차원 모델을 복원하는 방법을 제시하고 있지만, 아직은 완전 자동 복원하지는 못하고 2차원 도면을 3차원 모델링의 형상 단면도(profile)로 활용하기 때문에, 회전 또는 돌출 등의 나머지 작업은 설계자가 2차원 도면을 보고 3차원 모델링을 직접 수작업으로 진행해야 한다[2,3].

2차원 도면에서 3차원 형상을 재구성하는 알고리즘에 관한 연구가 1970년대 초부터 시작되었는데, 그 기법은 투영도에 나타나 있는 2차원 요소들 간의 가능한 모든 경우 수에 대한 비교와 탐색, 연산 등을 통해서 3차원 형상을 복원하는 것으로, 2차원 도면의 손실된 정보로 인해서 엄청난 숫자의 해를 만들어 내거나 잘못된 결과를 초래하는 경우가 발생한다.

그러므로, 본 연구에서는 3차원 물체를 모델링 하는 2차원 특징형상 패턴들을 미리 정의해 두고, 이것을 기반으로 물체를 복원하는 특징형상 인식 기법을 이용하여 자동으로 3차원 모델을 복원해 보기로 한다.

2차원 도면으로부터 3차원 모델을 생성해내는 관련 연구를 살펴보면, Aldefeld[4]가 경험법칙(heuristics)을 기반으로 의미적 네트워크(semantic network)와 패턴

*학생회원, 한국과학기술원 기계공학과
**종신회원, 한국과학기술원 기계공학과
- 논문투고일: 2000. 6. 17
- 심사완료일: 2001. 4. 20

인식 기법을 이용하였고, 신병석[5]은 2차원 기하 요소와 3차원 기하 요소들 간의 관계를 이용해서 검사될 요소의 개수를 감소하는 알고리즘에 관해 연구하였다. 이와 같은 복원 알고리즘에 관한 연구는 대부분 Wesley[6]와 Markowsky[7]의 연구를 기반으로 하고 있다. 복원 알고리즘에 관한 연구는 2D 도면 상의 점과 선의 조합과 계산을 거쳐 3차원 물체를 복원해 내는 반면, 본 논문에서는 미리 정의된 특징형상의 패턴을 도면에서 찾아내는 방법으로 3차원 물체를 생성해낸다.

Meeran[8]은 부품의 세가지 직교 단면을 포함하는 2D데이터에서 가공 특징형상을 자동 인식하는 실험적인 시스템을 소개하였다. 박재민[9], 김호룡[10], 이석희[11] 등은 2차원 도면으로부터 가공 특징형상을 인식하여 CAM(Computer Aided Manufacturing)에 이용할 수 있는 방안에 대해서 연구를 수행하였다.

또한, 신용재[12, 13]는 2차원 선박 도면에서 선체 특징형상을 인식하여 3차원 모델을 생성하였다.

본 논문이 기존의 2차원 특징형상 인식 연구와 다른 점은 가공 특징형상보다는 3차원 모델링 시 사용하는 설계 특징형상을 대상으로 도면을 인식한다는 점이다. 도면에서 3차원 형상을 인식해내는 과정을 제품의 설계, 해석, 가공, 생산에 이르는 전체 라이프 사이클을 위한 전단계라고 한다면, 도면 인식 과정으로 만들어지는 3차원 CAD 모델이 이후의 공정에 자연스럽게 연결될 필요가 있기 때문이다.

이러한 설계 특징형상 중, 본 논문에서는 직선 돌출(protrusion), 단순 구멍(hole), 도려내기(cutout)의 3가지 특징형상을 대상으로 하고 있다.

그러나 도면 상에 나타나 있는 2차원 형상 엔티티만으로는 3차원 모델을 복원하는 데 충분한 정보를 얻을 수가 없기 때문에, 물체를 복원하는 과정에서 생길 수 있는 애매모호한 부분은 추가적인 정보를 보완해 주어야만 하고, 이러한 부분을 전문가시스템을 이용해서 해결하는 방안을 제시한다.

2. 3차원 형상의 복원

2.1 특징형상 인식 기법

특징형상 인식에 관한 연구는 대부분 3차원 솔리드 모델을 대상으로 하여 가공 특징형상을 추출해 내는 연구이며, 본 논문에서 제시하는 기법은 2차원 도면에서 패턴 매칭 기법을 이용하여 3차원 설계 특징형상을 인식하는 방법이다.

2차원 도면에서 특징형상을 인식하는 일은 3차원 CAD 모델로부터 특징형상을 인식하는 것과는 달리, 형상 복원에 대한 충분한 정보를 얻을 수 없는 어려움이 있다. 3차원 물체를 2차원 도면으로 표현할 때 발생하는 의미적 손실로 인해, 도면 상에 나타나 있는 형상 데이터만으로는 특징형상 인식을 위한 충분한 정보를 얻을 수 없다. 따라서 기호(symbol)나 문자(text)를 인식하여 추가적인 정보를 생성해주거나, 전문가시스템과 같은 인공지능 기법을 도입하여 애매모호한 부분에 대한 결정을 내려주는 일이 필요하다. 반면, 2차원 데이터 값을 비교하고 탐색하기 때문에, 복잡한 3차원 공간 상의 작업에 비해 해석 과정에서 수월한 면도 있다. 교차하는 특징형상 인식에 대해서는 입력 데이터가 2차원 도면일 경우와 3차원 솔리드 모델일 경우 모두 어려운 점이 있다.

2.2 특징형상의 2차원 패턴 인식 과정

특징형상 인식 기법을 이용한 3차원 형상 복원의 과정을 그림으로 나타내면 Fig. 1과 같다. 2차원 형상요소의 추출 과정, 루프 생성 과정, 인식 룰을 이용한 특징형상의 추출 과정, 인식한 특징형상의 좌표값을 이용한 3차원 물체의 복원 과정으로 크게 나눌 수 있다.

2차원 형상요소의 추출 과정에서는 DXF 도면에서 복원에 사용될 선분, 원, 원호 등의 2차원 형상 엔터티를 그룹 코드와 그룹 값에 따라 추출한다. LINE 엔터티에서는 라인 타입과 선분의 시작점과 끝점의 좌표값

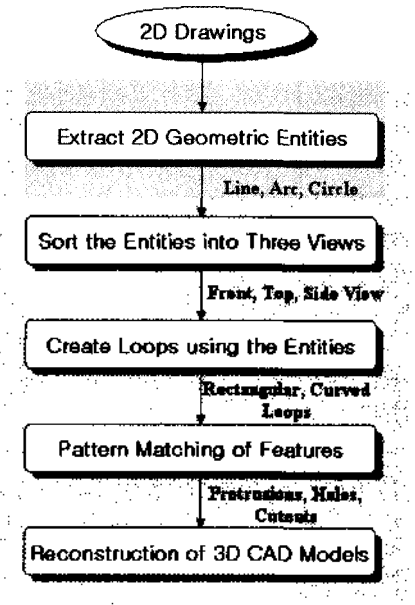

Fig. 1. The procedure of 3-D shape reconstruction.

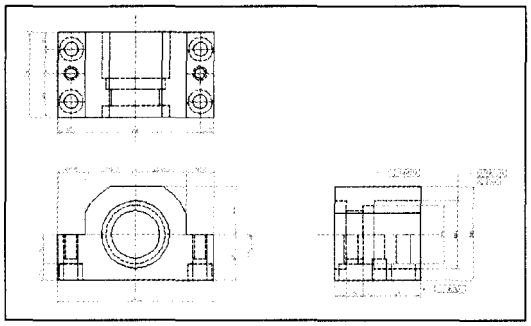

Fig. 2. A 2D drawing of bearing housing (DXF format).

이 추출되었고, ARC 엔터티에서는 원호의 중심점과 반지름, 시작각과 끝각을, CIRCLE 엔터티는 원의 중심점과 반지름이 각각 추출되었다. 추출된 엔터티들은 도면 상의 위치에 따라서 정면도, 평면도, 측면도의 세 가지 투영면으로 각각 분류되고, 특징형상의 패턴 매칭 과정을 위한 기본적인 단위인 루프를 생성하게 된다. Fig. 2는 입력에 사용된 2차원 DXF 도면의 예이다.

루프(loop)를 생성하는 순서는, 1)기본 루프(basic loop)의 생성, 2)기본 루프들의 조합을 통한 상위 루프의 생성 순으로 이루어진다. 루프는 선분과 원호의 닫힌 모임으로써 요소들 간에 교차하지 않는 것을 말하고, 기본 루프는 루프들 간에 서로 포함 관계가 없는 최소 단위의 루프를 말한다.

특징형상의 패턴 매칭 과정에서는 2차원 형상 요소로부터 생성한 루프들의 기하, 위상 정보를 이용하여 미리 정의한 특징형상의 패턴을 인식한다.

임의의 형상 단면(profile)을 갖는 돌출(protrusion) 패턴을 예로 들면, 형상 단면과 평행하지 않은 두 투영면에는 Fig. 3과 같이 직사각형의 루프가 존재하게 된

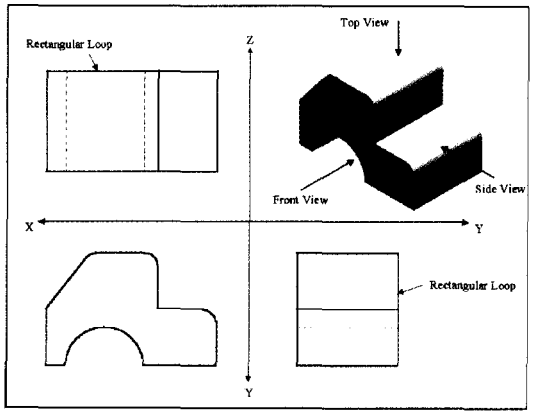

Fig. 3. The pattern of protrusion.

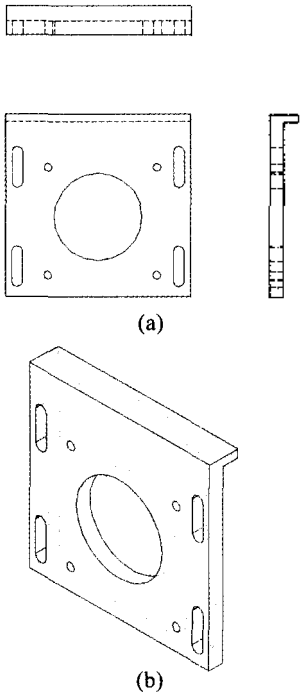

Fig. 4. Reconstruction of a simple 3D model.

다. 물체의 다른 부분에 의해 가려지지 않는 경우라면, 직사각형 루프는 모두 실선으로 나타날 것이며, 형상 단면은 하나의 원으로 된 루프일 수도 있고, 선분과 원호로 구성된 루프일 수도 있을 것이다. 본 논문에서 구현한 패턴 인식 알고리즘은 먼저 서로 다른 두 투영면의 직사각형 루프를 찾아서 직육면체를 만들고, 남은 하나의 투영면에 있는 루프들 중에서 이 직육면체에 접하는 루프를 찾아서 돌출의 형상 단면으로 인식한다.

본 연구에서 위와 같은 방법으로 세 투영축에 평행한 직선 돌출과 구멍, 도려내기 등의 특징형상이 패턴 매칭 기법으로 인식되었다. 구멍의 경우에는 측면을 나타내는 점선의 직사각형 루프와 단면을 나타내는 원으로 패턴을 정의하였고, 도려내기는 두 개의 점선의 직사각형 루프와 그 직사각형 루프로 만들어진 직육면체에 접하는 임의의 단면 루프로 패턴을 정의하였다.

Fig. 4는 단순한 경우에 대해서 2차원 도면으로부터 돌출과 구멍, 도려내기를 추출하여 3차원 형상으로 만든 모습을 나타낸다. (a)는 2차원 입력 도면이고, (b)는 돌출, 구멍, 도려내기 등을 인식하여 생성된 3차원 모델이다.

2.3 선체 특징형상의 인식

Fig. 5와 같은 선체 중앙부 단면도는 길이 방향으로

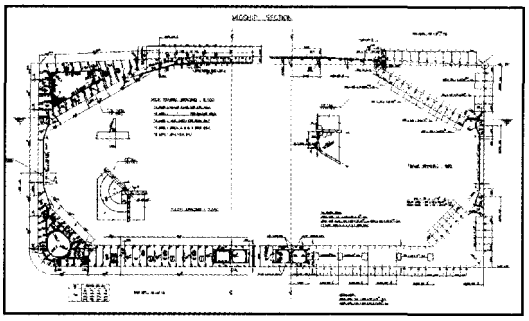

Fig. 5. A midship section drawing of structures.

의 형상이 거의 일정하기 때문에 일반적인 기계 부품 도면과는 다르게 단면도 하나만으로 표현되고, 모델링 프리미티브를 인식해 내는 것보다 선체 고유의 특징형상을 인식해 내는 것이 형상 복원에 보다 효율적이다.

따라서 Table 1에서 보는 것과 같이 deck, side shell, bottom, inner bottom, slant, girder등의 선박 설계를 위한 특징형상 인식룰을 정의하여 3차원 모델을 복원하였다. 인식룰의 예를 들면, deck는 추출된 라인들 중에서 가장 위쪽에 있고, 가장 길고 10도 경사진 라인이라고 하는 룰을 이용하여 인식된다.

3. 전문가시스템의 접목

특징형상의 단순한 패턴 매칭 방법으로는 인식해 낼 수 없는 형상에 대해 전문가시스템의 지식베이스와 추론 기능을 추가적으로 연결한다면, 인간이 직접 도면을 보고 모델링을 하듯이 복잡한 형상을 단순한 특징형상의 조합으로 인식해 낼 수 있을 것이다.

또한, 전문가시스템의 지식베이스는 개방적인 구조로써 쉽게 룰을 추가하고 수정할 수 있기 때문에, 적용 분야에 따라 특징형상을 달리 정의할 때 수월하게 커스터마이징 할 수 있고, 특정 분야의 지식(domain-specific knowledge)을 이용하여 형상 복원을 보다 효율적으로 처리할 수 있으며, 도면 인식과 관련된 지식을 체계적으로 관리할 수 있다. 추론 기관은 의사 결정을 하기 위해서 사실들과 규칙들을 언제, 어떻게 적용시켜야 하는지를 결정하는 부분이기 때문에 전문가 시스템이 전문가와 같은 역할을 할 수 있게 만드는 기능을 한다.

본 연구에서 지식베이스로 구축한 규칙들은 다음과 같이, 주로 특징형상 인식 과정에서 쉽게 패턴을 찾아낼 수 없는 복잡하고 애매한 경우를 대상으로 한다.

1) 비스듬한 평면이나 곡면 상에 뚫려 있는 구멍을 인식하는 경우

2) 구멍이나 cutout의 측면 외곽선이 돌출의 모서리에 의해 가려져서 점선이 아닌 실선으로 나타나는 경우

3) 돌출이 물체의 다른 부분에 의해 가려져서 실선이 아닌 점선의 직사각형 루프가 나타나거나 직사각형의 닫힌 루프가 생성되지 못하는 경우

예를 들어 비스듬한 평면 위에 좌표축과 평행한 방향으로 뚫려 있는 구멍을 인식하는 경우에는 다음과 같은 순서로 추론을 한다.

1) 정면도, 평면도, 측면도 세가지 view 중에서 하나의 view를 선택하고, 이 view 상에 존재하는 임의의 circle을 잡아 current circle로 정한다.

2) 나머지 두 view에 속해있는 line 중에서 그 연장선이 current circle에 접하는 것을 찾는다. Current circle이 평면도(또는 측면도)에 있을 경우에는 측면도(또는 평면도)의 line을 원점을 기준으로 90도 회전시킨 후 검사한다. 여기서 찾은 line을 각 view의 candidate line으로 정한다.

3) 나머지 두 view에 속해있는 ellipse 중에서 current circle과 공통 좌표계의 최대, 최소 값이 일치하는 ellipse를 찾아 candidate ellipse로 정한다. 그 때의 view를 view-A라고 하고, 나머지 view를 view-B라고 한다.

4) view-A상에서 candidate line과 candidate ellipse가 접하는지 검사한다.

Table 1. The reconstruction rules for shipbuilding features.

Feature	H-Location	V-Location	Length	Direction
Deck	1^{ST} top	Left	Longest	10% Inclined
Sshell		Left	Longest	Vertical
Bottom	1^{ST} bottom	Left	Longest	Horizontal
In-bottom	2^{ND} bottom	Left	Longest	Horizontal
Girder	Bottom	Left		Vertical
Ttop	2^{ND} top	Left		50% Inclined
Slant	bottom	Left		50% Inclined

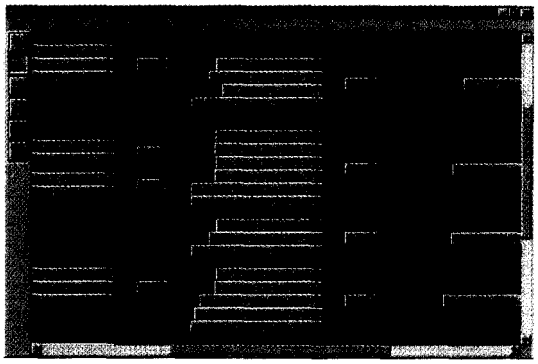

Fig. 6. Reasoning process of the expert system.

5) view-B에 있는 candidate line의 끝점의 좌표값이 candidate ellipse의 최대, 최소값과 같은지 검사한다.

6) 위의 과정에 모두 통과하면, 비스듬한 평면상에 뚫린 구멍으로 인식한다. 다른 circle과 다른 view에 대해서도 위의 과정을 진행한다.

Fig. 6은 위와 같은 룰을 지식베이스로 구축하여 추론을 하는 과정을 나타낸다.

Fig. 7에서는 특징형상 인식 방법만으로 찾아낸 3차원 형상과, 전문가시스템을 접목시킨 후에 찾아낸 3차원 형상의 차이점을 보여준다. 2차원 도면으로부터 구축된 두 개의 모델 중에서, 전문가시스템을 접목시킨 경우에는 비스듬한 평면 상에 뚫린 구멍까지 인식이 된 것을 확인할 수 있다.

즉, 특징형상 인식 방법은 좌표축에 평행한 평면 상에 뚫린 구멍의 경우와 같이 일반적인 경우에 대해서 인식하도록 하였고, 비스듬한 평면 상에 뚫린 구멍과 같이 특수한 경우가 생길 때는 전문가시스템을 이용하여 추론을 통해서 인식하도록 하였다.

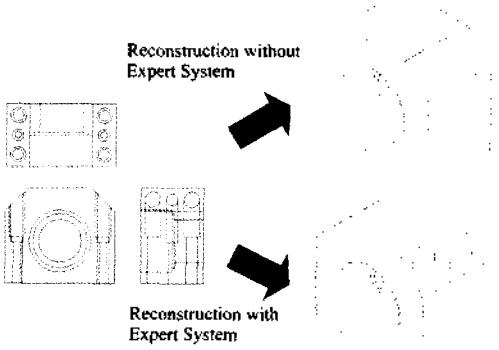

Fig. 7. Results of interfacing with the expert system.

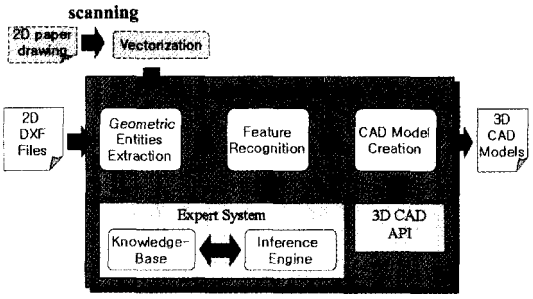

Fig. 8. Architecture of the 3D reconstruction system.

4. 형상 복원 시스템의 구현 및 실험

구현한 3차원 형상 복원 시스템의 개발 환경은 Windows 98 환경에서 Visual Basic 6.0으로 프로그래밍 되었고, 인식한 3차원 특징형상을 PC 기반의 CAD 시스템인 Solid Edge 4.0에 생성해주기 위해서, Solid Edge에서 제공하는 Visual Basic API 라이브러리를 이용하였다. 특징형상 인식 과정의 애매모호한 부분에 대한 결정을 내려주고, 추가적인 정보를 보완해 주는 역할을 하기 위한 전문가시스템은 Blaze Soft사의 Intelligent Rules Element를 사용하여 구축하였다.

Fig. 8은 3D 형상 복원 시스템의 전체 구성도를 나타낸다. 종이 도면으로부터 벡터화 과정을 거치는 단계는 본 연구에서 구현되지는 않았지만, 실제 현장의 문제에 대해서 적용할 때 필요한 부분이 될 것이다. 전체 시스템은 크게 특징형상의 패턴 인식을 이용한 3차원 형상 복원 부분과, 형상 복원 과정에 추가적인 정보를 제공해주는 전문가시스템 부분으로 나눌 수 있다.

Fig. 9는 본 연구에서 구현한 형상 복원 시스템에 통일중공업(주)의 공작기계 베어링 하우징 도면을 적용해 본 결과이다. (a)는 2차원 도면을 보고 사람이 직접 SolidEdge로 모델링한 화면이고, (b)는 입력 대상이 되는 2차원 DXF 도면이고, (c)는 본 시스템이 자동으로 복원해 준 3차원 모델을 나타내는 그림이다. 사람이 모델링한 CAD 모델과 본 시스템이 복원해 낸 CAD 모델의 형상이 일치한다는 것을 알 수 있다.

(a)와 (c) 모델에서 그림의 오른쪽 형상 경로 찾기 창(feature pathfinder window)에 나타난 특징형상의 개수가 차이 나는 이유는, 인식한 특징형상에 대해서 사람이 직접 모델링을 하는 방법과 시스템이 자동으로 복원해 주는 방식에서 차이가 나기 때문이다. 예를 들어, 사람이 직접 모델링을 하는 경우에는 같은 형상을 가지는 구멍이 여러 개 존재한다면, 그 각각에 대해서 모델링을 따로 하는 것이 아니라, 그 중 하나의 구멍에

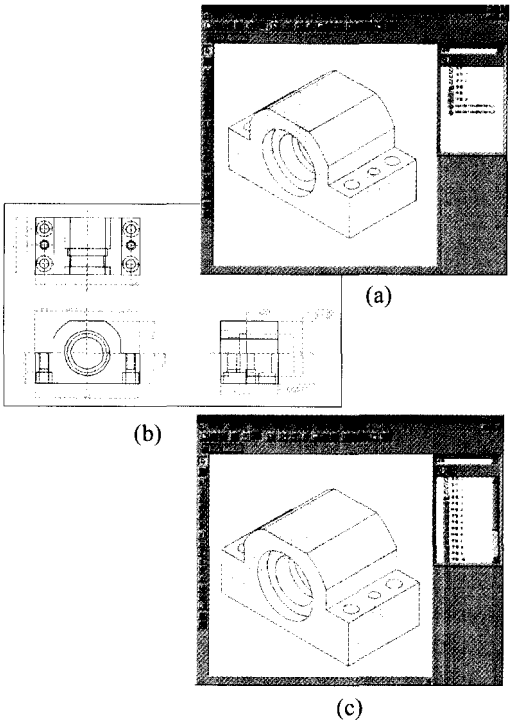

Fig. 9. Reconstructed bearing housing with drawing.

대해서만 형상과 치수를 정의하고, 나머지는 배열을 이용하여 위치만 지정하여 모델링하는 방식을 주로 취한다. 반면, 본 논문에서 구현된 시스템에서 3차원 모델을 복원하는 경우에는, 인식한 모든 구멍에 대해서 하나씩 다 뚫어주기 때문에, 사람이 모델링하는 경우에 비해 형상 경로 찾기 창에 나타나는 특징형상의 수가 더 많다.

한편, Fig. 10은 조선소의 구조 설계실에서 제작한 선체 중앙부 단면도에서, 선체 특징형상의 인식을 통해 3차원 CAD 모델을 생성한 그림이다. 3차원 모델을 복원하는 과정에서 찾아내는 각 판들의 좌표와 두께, 갯수 등은 한국선급의 선체 구조설계 검토 프로그램인 KR-TRAS(Korean Register - Technical Rule Approval System)로 입력되어, 도면으로 제작한 설계안이 선급 및 강선 규칙에 맞는지 검증하게 된다.

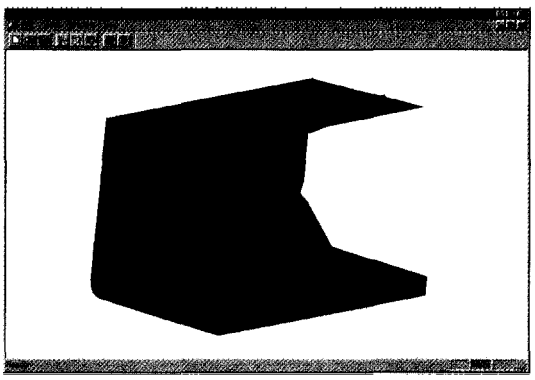

Fig. 10. Reconstructed midship section in 3D.

5. 결 론

본 연구에서는 2차원 DXF 도면에서 형상 엔터티를 추출하고, 특징형상 인식 기법을 이용해서 3차원 CAD 모델을 복원하였다. 상업용 3차원 CAD 시스템에서 사용하는 모델링 프리미티브를 특징형상으로 정의하였고, 인식된 특징형상의 데이터를 이용하여 CAD 시스템에 3차원 모델을 직접 생성하기 때문에, 도면 인식 과정과 설계 공정 간의 직접적인 연결이 가능하게 되었다.

선체 구조 도면에 대해서는, 선박 설계 시에 사용하는 선체 특징형상을 인식함으로써 3차원 선체 구조 모델을 보다 효율적으로 복원하였고, 기호 및 문자 정보를 형상 복원과 연결시키는 연구를 수행하였다.

또한 특징형상 인식 과정에 전문가시스템을 접목시켜서, 형상복원을 위한 추가적인 정보를 생성하였고, 적용 분야에 따라 룰베이스를 수정, 변경할 수 있는 개방적인 구조를 구축하였다

향후에는 본 논문에서 구현한 직선 돌출, 구멍, 도려내기 이외의 다른 모델링 프리미티브인 회전 돌출, 회전 도려내기, 모따기, 라운딩 등에 대해서도 특징형상 인식 기법을 적용시켜서, 보다 복잡한 물체에 대한 3차원 형상 복원도 가능하게 해야 할 것이다. 또 전문가시스템의 지식베이스를 확장시켜, 특징형상 인식 과정에서 복잡하게 뒤얽힌 경우가 발생할 때 추론을 통한 결정을 가능하게 해야 할 것이다.

실제 현장에서 쓰이는 2차원 설계 도면은 컴퓨터에 저장된 파일 없이 종이 도면으로만 존재하는 경우가 많기 때문에, 종이 도면을 스캐닝한 비트맵 이미지로부터 선분과 원호, 원 등의 형상 엔터티를 찾아내는 벡터화 과정이 3차원 형상 복원 과정 이전에 덧붙여져야 할 것이다.

참고문헌

1. '솔리드 모델링은 왜 하는가?', 한국 CAD/CAM 학회지, Vol. 3, No. 2, pp. 5-9, 1997.
2. Unigraphics Solutions사 홈페이지, http://www.ugsolu-

tions.com.
3. Dassault Systems사 홈페이지, http://www.dsweb.com
4. Aldefeld, B., "On automatic recognition of 3D structures from 2D representations," *Computer-Aided Design*, Vol. 15, No. 2, pp. 59-64, 1983.
5. Shin, B. S. and Shin, Y. G., "Fast 3D solid Modeling Reconstruction from Orthographic View," *Computer-aided Design*, Vol. 30, No. 1, 1998.
6. Wesley, M. and Markowsky, G., "Fleshing Out Projections," *IBM Journal of Research and Development*, Vol. 25, No. 6, pp. 934-954, 1981.
7. Markowsky, G. and Wesley, M., "Fleshing Out Wireframe," *IBM Journal of Research and Development*, Vol. 25, No. 5, pp. 582-597, 1980.
8. Meeran, S. and Pratt, M. J., "Automated Feature Recognition from 2D Drawings," *Computer-Aided Design*, Vol. 25, No. 1, pp. 7-17, 1993.
9. 박재민, 이충수, 노형민, "2차원 도면으로 표현된 각주형 부품의 복합 특징 형상 인식," 대한기계학회논문집, 제23권, 제4호, 1999.
10. 김호룡, 김양경, "CAD/CAM 통합을 위한 설계도면의 자동 변환," 대한기계학회 논문집, 제12권, 제3호, 1988.
11. 이석희, 반갑수, 이형국, "형상인식을 이용한 정사영 도면의 3차원 모델링에 관한 연구," 한국정밀공학회지, 제10권, 제4호, 1993.
12. 신용재, 한순흥, "2차원 도면에서 선체 특징형상 인식," 선박 설계연구회, 1998.
13. Shin, Y. J. and Han, S. H., "Data Enhancement for Sharing of Ship Design Models," *Computer-Aided Design*, Vol. 30, No. 12, pp. 931-941, 1998.
14. 이성수, "CAD시스템을 위한 컴퓨터원용 설계도면검도-기계부품도의 치수검도방법," 한국CAD/CAM학회 논문집, 제1권, 제2호, pp. 97-106, 1996.
15. 김재회, "범용 전문가시스템 쉘을 이용한 선박 설계 도면에서의 치수 자동화," 한국과학기술원 석사학위 논문, 1997.
16. 김창헌, 정영근, "도면의 발견적 해석," 대한산업공학회 추계학술발표회논문집, pp. 111-117, 1993.

이 한 민

1998년 한국과학기술원 기계공학과 학사
2000년 한국과학기술원 기계공학과 석사
2000년~현재 한국과학기술원 기계공학과 박사과정
관심분야: Feature Recognition, CAD모델 표준(STEP), Intelligent CAD, 설계전문가시스템

한 순 흥

1977년 서울대 조선공학과 학사
1979년 서울대 조선공학과 석사
1985년 영국 Newcastle대 석사
1990년 미국 Michigan대 박사
1979년~1992년 해사기술연구소(현재 기계연구원)
1993년~1995년 한국과학기술원 자동화설계공학과
1996년~현재 한국과학기술원 기계공학과
관심분야: CAD모델표준(STEP), Intelligent CAD, 설계전문가시스템, 형상모델링 커널