

## 중양단면도 상의 심볼 인식법을 통한 설계정보의 추출

황호진\*\*, 한순흥\*\*, 김용대\*

한국해양연구원 해양시스템안전연구소\*  
한국과학기술원 기계공학과\*\*

Extraction of Design Information  
using the Symbol Recognition from Midship Drawings

Ho-Jin Hwang\*, Soonhung Han\*\* and Yong-Dae Kim\*

Marine Safety and Pollution Control Lab., KORDI\*  
Department of Mechanical Engineering, KAIST\*\*

### Abstract

Despite the availability of 3D CAD systems, the designers in shipyards still use 2D CAD systems because of the need to produce drawings rapidly and a shortage of labor. The design information of ship structure contained in 2D drawings is represented by symbols that are well known among designers in shipyard. The shapes of symbols are recognized by analysis of experienced and knowledgeable designers. We propose a method for automatic recognition of 2D symbols and extraction of design information from the midship drawings. The shape and rationale of 2D symbols used in ship design have been analyzed, and symbols have been classified according to the analysis. Based on the classified symbols, the developed system recognizes the symbols expressed in 2D drawings. The meaningless geometric shape is translated into the design information including designer's intents. The extracted design data can be applied to the downstream design process in shipyards, and the 3D ship model can be automatically created.

※Keywords : Information Exchange(정보교환), Information Extraction(정보추출), Information Model(정보모델), Symbol Recognition(심볼인식)

### 1. 서론

조선 생산성의 향상을 위하여 선박의 설계 및 생산 자동화에 많은 노력을 쏟고 있다. 관련된 분야 및 부서의 유기적인 관계를 고려한 통

접수일: 2003년 6월 18일, 승인일: 2003년 10월 6일

†주저자, E-mail: hjhwang@kriso.re.kr

Tel: 042-868-7239

2003년 9월부터 해양연구원에 근무

합화의 방안의 하나로, 3 차원 선박 제품모델을 구성하여 설계 분야의 시스템 통합을 시도하고 있다. 이와 같은 통합화를 실현하기 위해서는 초기설계 과정에서 생성되는 구조 설계정보를 바탕으로 선체를 구성하는 부재들의 3 차원 형상정보 및 위상정보(Topology)를 포함하고 있는 3 차원 선박모델을 신속히 구축할 필요가 있다. 최근 국내 조선소들은 3 차원 제품모델을 기반으로 하는 차세대 CAD 시스템을 구축하고 있다.

1.1. 연구배경 및 목적

조선 분야에서는 20~30 년 전부터 2D CAD 시스템을 도입하여 설계에 활용해 오고 있다. CAD 시스템의 발전은 설계자로 하여금 설계의 편의성 및 정보 재사용 등의 많은 효용성을 제공하고 있으며, 3D CAD 시스템을 통하여 극대화할 수 있다. 반면, 오랫동안 2D CAD 시스템을 활용해 온 설계자들은 이러한 CAD 시스템의 변화에 적응하기가 쉽지 않으며, 새로운 시스템의 도입은 설계자들에게 부담으로 작용하고 있다. 조선소나 선급에서는 현재 종이도면이나 2D 정보를 통해서 정보 교환을 하고 있으며, 이는 부서 간, 조직 간에 사용하는 도구에 따라 형상 및 설계정보를 표현하는 방법이 달라지고, 동일한 데이터를 다른 형태로 중복 저장하는 문제점을 유발하고 있다. 조선소의 영업설계자들은 빠른 시간 내에 설계정보를 표현하여 출도해야 하지만, 투입 인력의 부족 등으로 인하여 아직까지 설계정보의 표현을 3D 제품 모델을 생성하지 못하고 종이도면 및 2D CAD 시스템에 의존하고 있는 실정이다.

영업설계 및 구조 기본설계에서 설계정보를 2D로 표현함으로써 발생하는 장애를 나타내는 것이 Fig. 1 이다. 'Barrier 1'은 영업설계 단계에서 설계정보를 2D 도면으로 표현함으로써 의장설계 과정에서 3D 모델로 재입력해야 하는 문제로, 이에 많은 시간과 인력을 필요하고 재입력에 따른 설계정보 오류 및 누락의 문제점들을 야기하고 있다. 'Barrier 2'는 구조설계 분야와 의장설계 분야에서 사용하고 있는 CAD 시스템이 서로 다르므로 발생하는 한계이다. 선박 설계 시에 구조설계자와 의

장설계자는 많은 정보 교환을 해야 하며, 이는 통합된 환경 하에서 가능하다. 최근 국내 조선소들은 차세대 조선 CAD 시스템을 개발, 도입하여 이러한 문제를 해결하려고 하고 있으나, CAE 나 CAM, 로봇 등을 포함하는 서로 다른 시스템 간의 정보 교환 및 통합화라는 측면에서의 근본적인 해결법은 아니며, STEP 과 같은 3D 제품 모델을 중심으로 하는 통합된 시스템 구축이 필요하다.

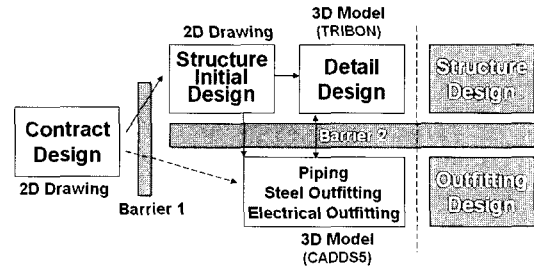


Fig. 1 Barriers of ship design

2D 종이도면으로 정보를 교환하는 문제점 때문에 조선소와 선급에서는 선체의 구조 승인 등에 많은 시간과 비용을 지불하고 있는 실정이다. 영업설계 단계에서 생성된 2D 도면은 후속 공정으로 전달되고, 후속 설계과정에서는 이러한 정보를 설계에 활용하기 위해 3D 모델로 재입력하게 된다. 이를 위해서 설계자는 도면 상에 표현된 설계정보를 이해하고 해석하는데 시간 및 인력을 소비하고 있다. 구조설계 정보들은 중앙단면도 상에 설계자들 사이의 약속이나 규칙인 심볼의 형태로 표현되어 있다. 심볼은 시스템적으로 점, 선, 곡선, 문자 등의 의미가 없는 형태의 기하형상으로 나타나지만, 이러한 형상들을 해석하는 설계자의 경험과 지식을 기반으로 해석되어 그 의미를 가지게 된다.

본 연구에서는 영업설계 단계의 결과물인 2D 중앙단면도에서 표현되는 2D 심볼들을 인식하고, 이를 통해서 도면 상에 표현된 설계정보들을 추출하는 방법론을 제시하고자 한다. 선박 설계과정에서 사용되는 2D 심볼들의 형태와 의미를 분석하고, 이를 특성에 따라 목록으로 정의한다. 정의된 심볼들을 이용하여 설계자가 기입한 설계정보 및 의도를 도면 인식기법을 사용하여 추출한다. 2D

도면에서 표현된 의미가 없는 기하형상들은 인식 과정을 거쳐 의미를 가지는 설계정보로 변환되며, 추출된 설계정보를 정보모델에 저장하여 조선소의 후속 설계과정에 활용할 수 있으며, 3D 가공을 통하여 자동적으로 3D 선체모델로서 변환될 수 있다.

## 1.2. 연구현황

제품 초기 설계의 결과물인 2D 도면을 이용하여 설계정보를 추출하고, 해당 산업 분야에 적용하기 위한 기존 연구들이 있으며, 추출된 정보를 표현하고, 저장하기 위해 국내외적으로 시도들이 이루어져 왔다. 2D 도면에서 3D 설계 정보로의 변환에 대한 연구는 기계 분야에서 많이 이루어졌다. 삼각법으로 표현된 2D 도면에서 3D 솔리드 모델을 생성하기 위해 Shin and Shin, 1998은 기하학적 기본형상과 위상을 이용하는 연구를 하였고, Shum et al., 2001은 CSG 기법을 사용하여 생성하는 연구를 하였다. 특징형상을 이용한 설계(Design by Feature)에 대한 연구로서, Gorti et al., 1996는 심볼의 서술(symbolic description)을 통해 형상정보로 매핑하는 연구를 하였으며, Bidarra and Bronsvort, 2000는 의미론적 특징형상을 정의하고 이를 이용한 모델링 기법을 제안하였다. 이들 연구는 설계 시에 특징형상을 사용하여 모델에 의미를 부여하는 방식을 사용하고 있어, 기존에 생성된 도면의 재사용 측면에는 활용할 수가 없다. 이한민과 한순흥, 2000은 기계부품의 2D 도면을, 특징형상의 2D 패턴을 미리 정의해 두고 이를 기반으로 3D 형상으로 복원하였으며, 신용재와 한순흥, 1998은 중앙단면 2D 도면을 특징형상 인식기법을 이용하여 3D 형상을 생성하였다. Lee and Han, 2000과 Shin and Han, 2000는 2D 도면에서 특징형상을 인식하는 방법을 다루고 있으며, 이러한 방법론을 이용하여 3D 형상만을 복원하는 방법에 치우쳐 있으며, 형상에 대한 구성 정보와 속성 정보들에 대한 정의와 표현은 언급되지 않고 있다. 이들 연구들은 대부분 기계 부품의 형상정보를 표현하는 솔리드 모델에 국한되어 있으며, 생산을 위한 가공 특징형상(Manufacturing Feature)에 집중되어 있다. 심볼을 사용하여 설계

를 수행하는 건축, 토목, 조선 산업에 직접 적용하기에는 어려움이 있으며, 심볼로 표현된 설계정보를 추출하기에 역부족이다. 현재 상업용 CAD 시스템에서도 2D 도면에서 정보를 추출하여 활용하는 기능을 제공하고 있으며, Solidworks, Pro/E, I-DEAS와 같은 시스템들이 그 예이다. 이러한 시스템들은 설계정보의 인식이 아니라 3D 모델을 생성하기 위해 2D 도면에 표현된 프로파일(Profile)을 이용하는 방식을 취하고 있다. SolidEdge와 같은 일부 CAD 시스템들은 2D 도면을 자동으로 인식하는 기능을 제공하고 있지만, 대부분 삼각법에 의해 생성된 도면을 인식하는 것이고, 기계부품용 모델링에 사용하도록 제한되어 있다. 심볼을 이용하여 설계 의도를 표현하는 조선, 건축, 토목 분야의 경우에는 이러한 기능을 활용할 수 없다.

초기 선체구조 정보를 모델링하거나 설계정보를 이용하여 제품 모델을 생성하는 연구도 있다. 김용대 et al., 1991는 선체의 판구조물에 대한 CAD 정보 통합을 위하여 객체지향개념을 도입하였고, 영재선과 장창두, 1996는 객체지향개념을 이용하여 정보통합화의 중심이 되는 초기 선체모델의 구축 방법에 대한 연구를 제안한 바 있으며, Aoyama and Nomoto, 1997는 제품모델의 개념과 객체지향의 개념을 이용하여 선체형상 모델링을 수행하였다. 선체모델을 분석하고 전산화된 모델을 구현하기 위한 제품모델의 데이터구조를 정의함으로써 선박의 설계 및 자동화를 위한 통합화를 가능하게 한다. 이원준 et al., 2001은 초기 선체구조 제품 모델링에 활용되는 선체 자료구조를, UML(Unified Modeling Language) 모델링 기법을 활용하여 의미론적 데이터 모델을 정의하고 이를 저장할 수 있는 자료구조를 제안하였다. 이들 연구에서 제안된 정보모델들은 초기설계 과정에서 생성되는 2D 정보들을 분석하여, 수동으로 3D 모델 생성에 필요한 정보 모델들로 표현하고 있다. 이와는 달리 본 연구에서는 심볼을 이용하여 도면에 표현된 설계정보를 자동으로 추출하고, 이를 저장하기 위해 정보 모델링 기법을 활용하여 자료구조를 정의함으로써, 설계자가 2D 도면에 표현하고자 하는 설계정보 및 의도를 그대로 사용할 수 있다.

2. 중양단면도의 인식

2.1. 중양단면도의 심볼 표현

선체구조 도면을 통해서 전달되는 정보를 전산 데이터로 바꾸기 위해서는 복잡하게 얽혀있는 구조부재의 배치형상을 나타내는 형상정보와, 부재 치수와 같은 속성을 나타내는 비형상정보를 다같이 나타낼 수 있는 모델이 필요하다. 여기서 말하는 모델은 단순히 기하학적 형상만을 나타내는 것이 아니라 선체구조를 스스로 완전한 의미를 갖도록 표현(Semantically Perfect Representation)할 수 있는 것이어야 한다. 이와 같은 구조부재의 의미론적 표현은 2D 도면 상에 암묵적(Implicit)으로 나타나 있다. '암묵적인' 표현은 설계자들 사이의 일종의 약속이나 규칙으로 설계정보를 나타내는 것을 의미하며, 이에 대한 표현은 심볼의 형태로 나타내고 있다. 심볼은 시스템적으로 점, 선, 곡선, 문자 등의 의미가 없는 형태의 기하 형상으로 나타나지만, 설계자의 경험과 지식을 기반으로 해석되어 그 의미를 가지게 된다.

Fig. 2 는 도면상에 표현된 심볼들의 예를 보여 준다. (a)는 중양단면의 중앙선(Center Line)을 표

현한 심볼들이다. (b)는 선체 부재의 분할선(Seam Line)을 표현한 것이며 하나의 직선과 두 개의 호의 조합으로 이루어진 심볼이다. 설계자는 부재를 표현하는 형상과 더불어 분할선 을 정의해서 두 부재가 절단되어 있음을 표현한다. 이러한 절단정보는 향후에 용접정보에도 활용될 수 있다. (c)는 종방향 보강재(Longitudinal)를 표현한 것이며 형상을 표현하는 두 개의 직선, 보강재의 번호를 뜻하는 숫자, 보강재의 속성을 뜻하는 문자들로 이루어진 심볼이다. 이와 같은 심볼들은 2D CAD 상에서는 단순히 점, 직선, 곡선, 문자로 표현되며, 어떠한 형태의 의미를 가지고 있지 않다. 분할선을 나타내는 심볼의 경우에 시스템은 이를 분할선으로 인식하지 못하고, 단순히 직선과 호 두개로 이루어진 형상으로 밖에 인식하지 못한다.

Fig. 3 은 동일한 부재에 대해 심볼의 표현에 따라서 각기 다른 의미를 가지는 예를 보여준다. 그림의 (a)와 같이 실선으로 표현된 스티프너(Stiffener)는 해당 부재의 앞면에 위치함을 의미하며, (b)와 같이 점선으로 표현된 스티프너는 부재의 뒷면에 위치한다. 스티프너 위에 표시되어 있는 문자 및 수치들은 스티프너가 가지는 속성정

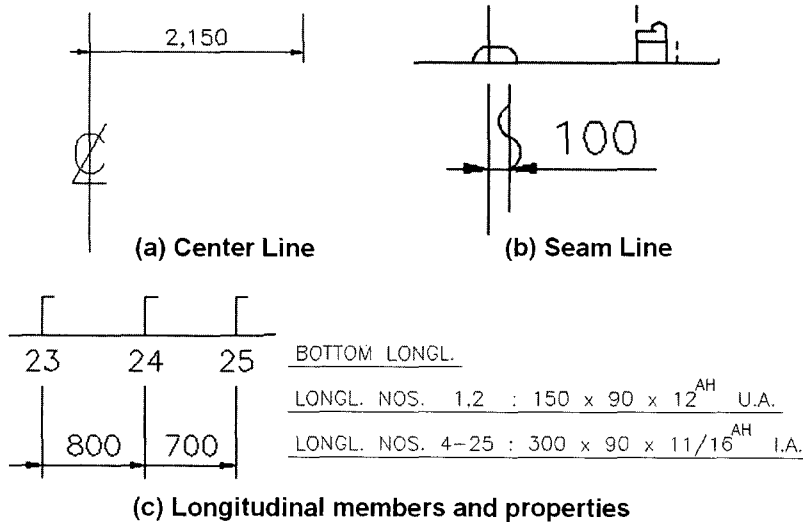


Fig. 2 Example of symbols in 2D drawing

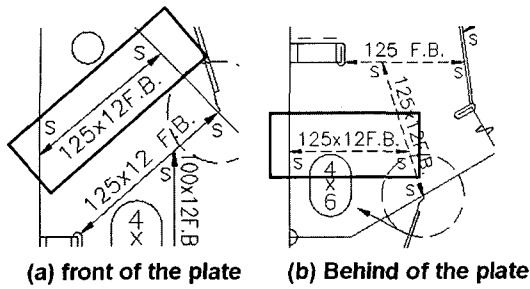


Fig. 3 Different semantics by representation of symbol

보로서 너비, 두께, 재질 등을 표현한다. 이러한 속성정보들은 항상 심볼과 함께 표현되며, 심볼로는 표현하지 못하는 정보들을 포함하고 있다. Fig. 2의 (c)의 경우와 같이 종방향 보강재의 경우에도 심볼과 더불어 보강재 번호 및 규격과 같은 보강재의 속성들을 심볼과 함께 표기하고 있다.

이와 같이 심볼들은 그 형태는 2D 형상이지만, 내포하는 의미는 3D 설계정보를 나타내고 있다. 이러한 정보는 설계자의 경험과 지식에 의해 이해되어 재해석됨으로써 3D 모델로 인식되는 것이다. 이를 자동으로 인식하고 설계정보를 추출하게 되면, 2D 도면에서 손쉽게 설계정보를 인식하여 설계 후속공정 및 3D 모델로의 변환이 가능하다.

2.2. 심볼 인식법

Fig. 4는 종보강재 심볼의 도면 상의 표현법과 이를 DXF 형식으로 저장한 예를 보여준다. DXF 형식에서는 LINE 엔티티 두개와 TEXT 엔티티 한개로 이루어져 있다. LINE 엔티티들은 시작점과 끝점이 일치하며 각 엔티티의 관계가 오차범위 이내에 존재하며, 그 각도가 90도에 해당한다. 플랜지(Flange)와 웹(Web)가 존재하는 영역의 오차범위 내에 TEXT 엔티티가 존재하며, 이는 정수 형태로 표현되어 있다. 이러한 내용을 기반으로 시스템은 해당 엔티티 그룹이 Longi임을 판단한다.

DXF 파일 형식에는 기하학적 엔티티들 간의 연결관계가 표현되어 있지 않다. 설계자들은 여러가지의 기하형상을 조합하여 하나의 심볼로서 인식을 할 수 있는 반면에, 컴퓨터는 DXF 파일 만

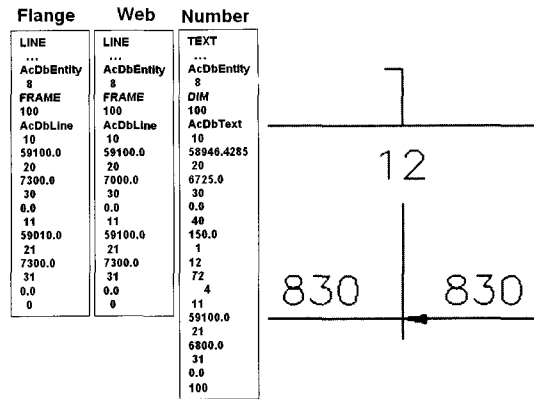


Fig. 4 Recognition of longi symbol

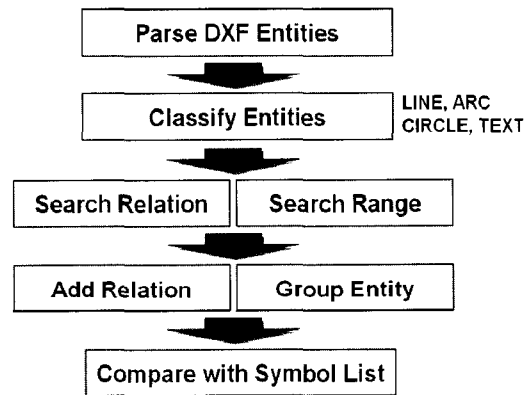


Fig. 5 Process of symbol recognition

으로는 심볼을 인식해 낼 수가 없다. 이를 해결하기 위해 기하형상을 나타내는 각 엔티티 간의 연결관계를 규정할 필요가 있으며, 연결관계에 따라서 각 기하형상의 조합을 이용한 인식이 가능하다.

Fig. 5는 설계자가 심볼을 인식하는 기법들을 통해, 심볼을 이해하는 과정을 시스템 상으로 인지하는 과정을 표현한다. 도면에서 DXF 엔티티들을 파싱해 내고, 파싱된 엔티티들로부터 각 엔티티 별로 내용을 분류한다. 각 엔티티들로부터 연결관계를 검색하거나 엔티티의 영역을 검색해 나감으로써 연결관계를 파악해 나간다. 각 엔티티들의 연결관계를 부여하고, 영역 내에 존재하는 엔티티들을 그룹화함으로써 심볼의 후보 목록을 작성한다. 심볼의 후보 목록의 내용과 심볼 리스트

와의 비교를 통해서 최종적으로 해당 엔티티 그룹들이 심볼인지 여부를 인식해 낸다.

심볼 리스트에는 설계자가 도면 상에 표현하는 심볼들의 형태에 대한 규칙들이 정의되어 있다. Fig. 6은 심볼이 도면 상에 표현되는 규칙의 예를 보여준다. Fig. 6의 (a)는 종보강재의 규칙을 표현하고 있다. 종보강재 심볼은 두 개의 LINE 엔티티가 서로 수직(90°)인 형태로 표현되며, 이는 플랜지와 웨브가 수직인 형태를 나타낸다. 비교해야 하는 대상은 참조 평면을 표현하는 직선을 웨브의 종점에서 검색하며, 해당 엔티티 그룹이 참조 직선에 수직인지를 파악하고, 또한 z 방향으로 평행(180°)인지를 혹은 y 방향으로 평행인지를 파악한다. 이와 같은 조건을 만족하고, 해당 오차범위 안에 종보강재의 번호가 존재하게 되면, 해당 엔티티 그룹을 종보강재 심볼로서 인식하게 된다. Fig. 6의 (b)는 호퍼 웨브나 상측 웨브(Topside Web)의 특징형상 심볼에 대한 인식 규칙을 표현하고 있다. 호퍼 탱크 및 상측 탱크에 대한 영역 안에 닫힌(Closed) 외곽형상을 검색하고 이를 평가한다. 그림에서 보이는 바와 같이 기하형상들이 시작점에서 출발하여 종점이 시작점과 일치하는 형상으로 루프(Loop)를 가지는지 여부를 평가한다. 이러한 관계로부터 내부에 표현된 필렛(Fillet) 정보들과, 외부에 표현된 오프셋(Offset) 정보를 바탕으로 웨브 특징형상임을 판단하게 된다. 이러한 규칙들은 도면에 표현된 심볼들을 정의하여 규칙들에 일치하는 엔티티 그룹들을 심볼로서 인식하도록 지원한다.

2D로 작성된 중양단면도의 인식을 위해, 중앙

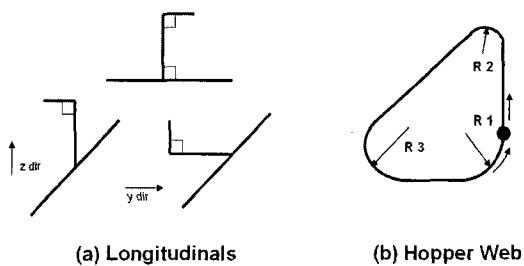


Fig. 6 Examples of symbols in midship drawings

선과 기선(Baseline)의 인식부터 수행된다. 중앙선과 기선을 표현하는 심볼을 인식하고, 이를 기반으로 선체구조의 기준점을 생성한다. 경우에 따라서는 두 개 이상의 중앙선과 기선이 존재할 수 있으며, 이는 단면의 형태가 두 개 이상인 경우이다. 인식된 기준점을 기반으로 선체구조의 각 특성들을 대표하는 Inner Bottom Height, Tank Position 등의 정보를, 치수선을 통해 인식하여 설계정보를 추출한다. 추출된 정보로부터 각 기능 부재들의 영역을 분류하고, 선체의 중앙단면을 구성하기 위한 기본 골격을 생성한다. 분할선 심볼과 수치값들을 통해서 각 부재에 대한 상세정보를 추출한다. 도면에 표현된 이러한 정보들은 매개변수의 형태를 띄고 있으며, 두 개의 분할선 심볼 사이에 위치하게 된다. 기존 연구들은 이러한 부재의 분할 정보 및 매개변수들을 처리하지 못하였다. 마지막으로 종보강재, 스티프너와 같은 보강재의 정보를 추출하며, 이 정보들은 심볼과 더불어 문자 형태의 속성들을 표현하고, 테이블 구조로서 보강재의 속성을 나타낸다. Fig. 7은 이러한 과정을 도식화한 것이다. 이와 같이 도면의 심볼들은 의미가 없는 2D 형상이지만, 내포하고 있는 의미는 3D 설계정보를 표현하고 있다. 이러한 설계정보는 설계자의 경험과 지식에 의해 해석되어 3D로 인식된다. 설계 전문가가 해석하는 방식으로 심볼들을 시스템적으로 분석하고, 자동적으로 인식하면, 2D도면에서 3D 선체모델을 생성할 수 있다.

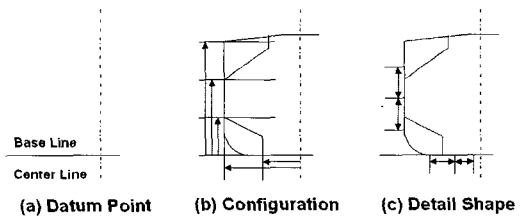


Fig. 7 Sequence of symbol recognition

### 3. 중앙단면도 정보모델

선박의 중앙단면도에 표현된 설계정보들은 일정한 형식을 취하고 있으며, 동일 선종에 대해서는

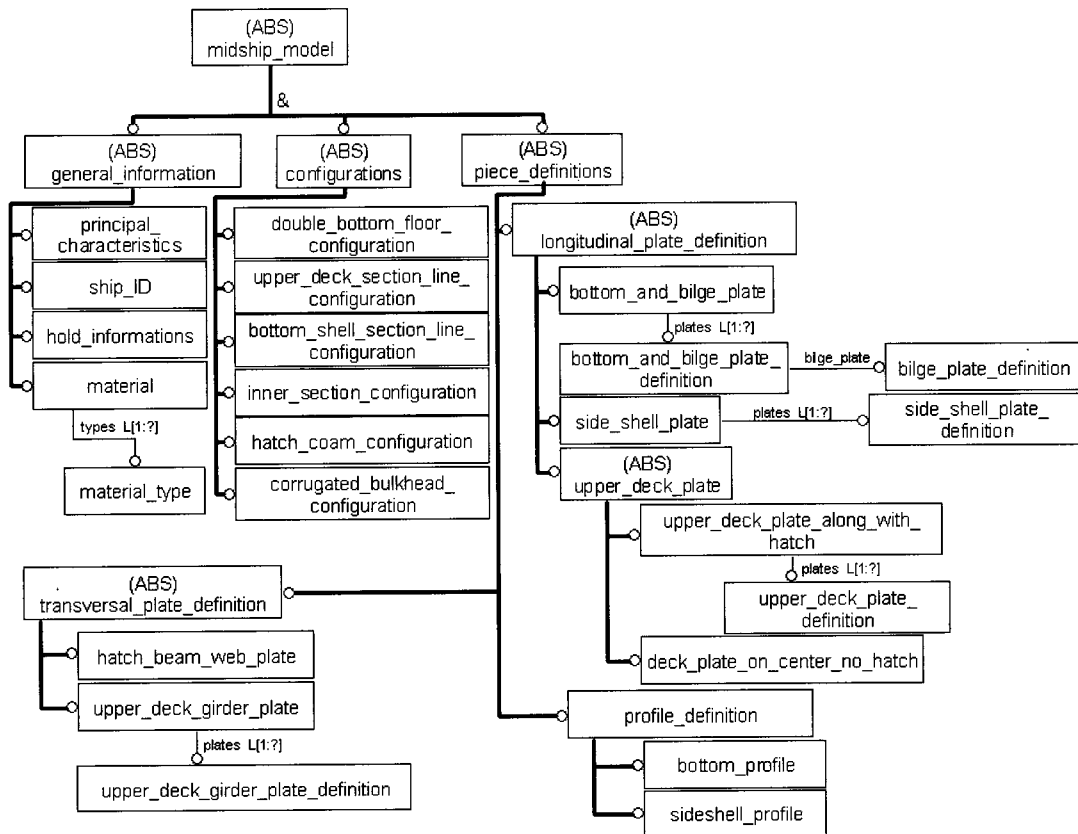


Fig. 8 Information model for 2D midship drawing using EXPRESS-G representation (황호진, 2001)

더욱 유사한 패턴을 띄고 있다. 부재들의 형상 및 속성을 정의하기 위한 형식으로 매개변수들을 사용하고 있다(Kobayashi et al., 2002). 설계자는 각 부재의 형상 패턴에 대한 매개변수의 수치 값을 부여함으로써 선체구조를 설계한다. 도면에 표현된 방식으로 설계정보를 해석하고, 자료구조화 함으로써, 도면에서 심볼을 인식하여 획득된 설계정보를 저장할 수 있다.

본 연구에서는 중앙단면 2D 도면에서 설계정보의 표현 방법 및 의도를 분석하여 구축한, 2D 도면정보모델을 활용하였다 (황호진 et al., 2001). Fig. 8 은 EXPRESS-G 로 표현된 2D 도면정보모델의 일부를 표현한 것이며, EPM 사의 EDM 시스템 (EPM, 2002)의 VisualExpress 를 이용하여 작성한 것이다. 이 모델은 국제표준 선박 STEP 의 일부가 아니며, 본 연구에서 활용한 2D 도면의 설

계 정보에 대한 모델이다. 중앙단면도를 최상위 엔티티인 *midship\_model*로 표현하였다. 중앙단면도의 서브 엔티티로서 선박의 기본정보를 표현하는 엔티티 *general\_information*, 선체구조의 기본 구성 및 형상을 표현하는 엔티티 *configurations*, 부재의 상세형상 및 속성을 표현하는 엔티티 *piece\_definitions*으로 구성되어 있다.

Fig. 9 의 (a)는 내부 단면(Inner Section)에 대한 구성정보를 나타내고 있다. 기본정보에서 선체의 너비(Breadth)와 깊이(Depth)가 정의되고, 이중저 높이(Double Bottom Height)로 내저판(Inner Bottom Plate)의 구성을 계산할 수 있으며, 호퍼 탱크(Hopper Tank)의 Y, Z 정보와 너비를 이용하여, 호퍼 경사판 및 외판(Side Shell Plate)에 대한 정보를 구성할 수가 있다. 이와 같이 선체구조의 중앙단면 구성정보를 도면에 표현된 매개변수 표

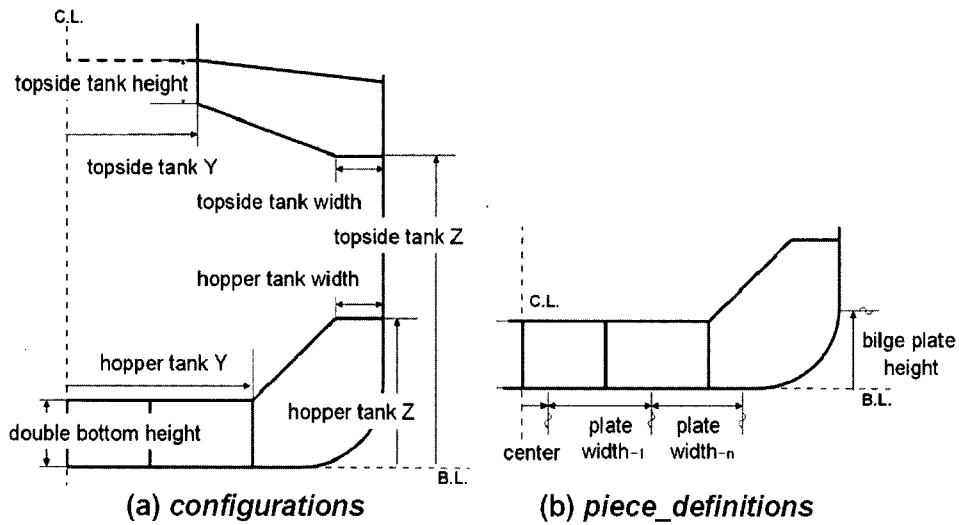


Fig. 9 Examples of configurations and definitions information (Hwang 2003)

현 방식으로 정의할 수 있다. Fig. 9의 (b)는 선저외판(Bottom Plate)에 대한 예이다. 선저외판의 구성은 기본정보 중의 선체 너비 및 깊이 정보에서 추출하고, 구성정보의 빌지(Bilge) 반경을 통해 생성된다. 이러한 구성을 기반으로, 각 판들의 위치 및 분할 정보들을 정의한다. Fig. 9의 (b)처럼 중앙선에서 오프셋된 시작점을 나타내는 center, 각 판들의 너비를 나타내는 plate width, 빌지외판의 부재 너비를 표현하는 bilge plate height 등으로 부재정의의 정보를 표현한다.

의 너비, 두께, 재질을 입력하고, 빌지외판의 높이를 입력하여, 판 부재에 대한 속성을 정의한다. 도면에서 표현되는 늑골의 방식으로, 사용자는 매개변수를 입력하게 된다. 이와 같이 매개변수 입력법에 의해 삽입된 설계 정보들은 2D 자료구조로 표현이 되며, 도면에서 표현하고 있는 설계정보를 저장할 수 있다.

4. 시스템 구현 및 실험

도면의 심볼을 이용하여 설계정보를 획득하고, 이를 2D 도면정보모델에 저장하는 시스템을 구현하였다. 도면에 표현된 심볼들을 인식하고, 인식된 설계정보들은 2D 도면정보모델에 저장하고, 완전한 선체 모델을 표현하기 위해, 인식하지 못한 정보를 사용자가 손쉽게 입력할 수 있는 사용자 인터페이스를 구현하였다. 사용자 인터페이스는 도면에 표현된 방식 그대로, 매개변수를 이용한 입력 방법에 의해서 설계정보를 입력한다.

Fig. 10은 선저외판 및 빌지외판의 분할 정보에 의해 외판에 대한 정보를 입력하는 인터페이스를 보여준다. 사용자는 선저외판의 시작점과 판부재

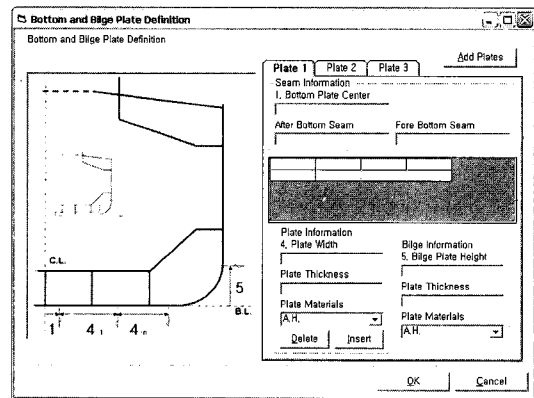


Fig. 10 GUI for definitions of bottom plate

개발된 시스템은 Windows NT 기반의 환경에서 구현하였으며, DXF 파일의 파싱을 위하여 DIME (DXF Import, Manipulation, and Export) 라이브러리를 이용하였고, 2D 도면정보모델 정의를 위해



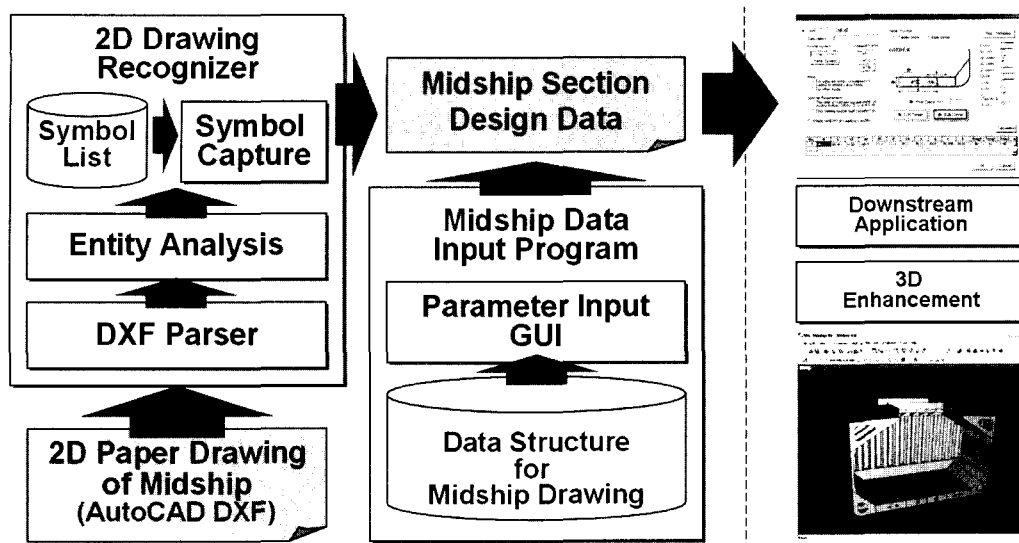


Fig. 11 Architecture of symbol recognition system

EPM 사의 EDM (Express Data Management) 시스템을 사용하였다. 2D 도면정보모델을 지원하는 GUI 개발을 위해 MS Visual Basic 6.0 을 사용하였고, 자료구조 저장을 위한 모듈 개발에는 MS Visual C++ 6.0 을 사용하였다.

Fig. 11 은 본 연구에서 구현된 시스템의 구성을 나타낸다. 시스템은 2D 도면 인식 모듈, 중앙단면 정보 입력기의 2 개의 모듈로 나뉘어진다. 초기 입력데이터로서 DXF 형태의 중앙단면 2D 도면이 사용된다. DXF 파서를 통해 각 엔티티들을 파싱하고, 연결 관계가 없는 엔티티들을 심볼의 형태로 분석하여 연결한다. 도면에서 표현된 심볼들의 패턴을 저장하는 심볼 리스트(Symbol List)와 비교하여, 도면 상의 심볼들을 인식하게 된다. 선체중앙부를 표현하는 심볼의 수는 29 개로 조사되었으며, 본 연구에서는 이 중 25 개의 심볼들을 인식하였다 (황호진 et al., 2003). 획득된 설계정보들은 2D 도면정보모델의 자료구조에 저장된다. 완전한 선체 모델을 생성하기 위해 도면 상에 표현되지 않았거나, 인식하지 못한 설계정보들은 사용자가 매개변수 입력 GUI 를 통해 추가적으로 입력한다. 시스템이 심볼을 이용해서 인식한 설계정보와, 사용자가 추가적으로 입력한 설계정보를 중앙단면도 정보모델을 지원하는 자료구조에 저장한다.

본 연구에서 개발된 시스템의 검증을 위해서 국

내 S 중공업에서 건조된 선박을 사용하였다. 벌크 화물선 (Bulk Carrier)을 대상으로 하였으며, 선체 중앙단면도로부터 설계정보를 추출하였다. Fig.12 는 도면의 심볼을 이용해서 획득된 설계정보와, GUI 를 통해 사용자가 입력한 선체구조정보를, 중앙단면도 정보모델의 자료구조에 저장한 예이다.

```

MIDSHIP_INPUT_DATA_SPECIFICATION_FOR
BULK_CARRIER;

PRINCIPAL_CHARACTERISTICS;
LENGTH_BETWEEN_PERPENDICULARS : 216000
MOULDED_BREADTH : 45000
MOULDED_DEPTH : 23800
DESIGN_DRAUGHT : 13896
BLOCK_COEFFICIENT : 0.8300
HOGGING_AMIDSHIP : 1577800
SAGGING_AMIDSHIP : 1460200
SWSF_POSITIVE : 0
SWSF_NEGATIVE : 0
END_PRINCIPAL_CHARACTERISTICS;

INNER_SECTION_CONFIGURATION;
DOUBLE_BOTTOM_HEIGHT : 2500
HOPPER_TANK_Y : 16600
HOPPER_TANK_Z : 8400
HOPPER_TANK_WIDTH : 0
TOPSIDE_TANK_Y : 10000
TOPSIDE_TANK_Z : 16710
TOPSIDE_TANK_HEIGHT : 600
TOPSIDE_TANK_WIDTH : 0
END_INNER_SECTION_CONFIGURATION;

```

Fig. 12 Data specification of a ship model using symbol recognition and GUI

이와 같은 설계정보는 상세설계를 위한 조선전용 CAD 시스템이나, 구조해석 시스템에 전달되어 사용될 수 있으며, 부서간 혹은 조선소나 선급 사이의 모델 교환 및 제품 전 주기에 걸쳐서 활용될 수 있으며, STEP AP218 선체구조 스키마로의 매핑을 통해서 3D 선박 모델로 가공된다 (황호진 et al., 2003). Fig. 13은 벌크화물선 중앙부의 모델을, 3D 가공을 통해서 3D 선박 모델로 변환한 예이다. 이 그림은 중앙단면 2D 도면의 정보를 통해 인식된 정보와, 사용자가 GUI 를 통해 입력한 설계정보를 기반으로, 3D 선박 모델을 구축한 것이다. 선체 중앙부에 나타나는 각 부재들의 형상을 관찰할 수 있다.

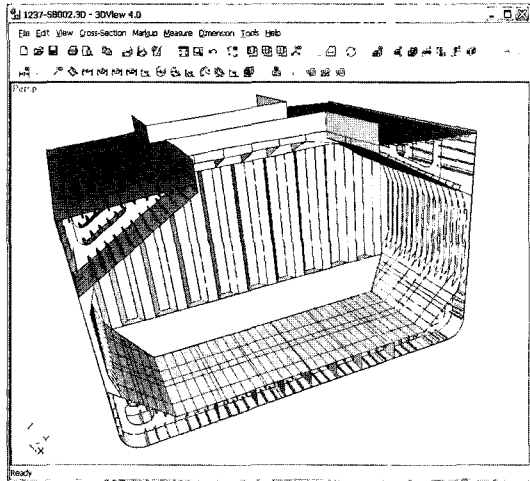


Fig. 13 Enhancement to 3D ship model

5. 결론 및 향후계획

3D CAD 시스템의 발달과 3D 모델의 효용성이 입증되는데도 불구하고, 조선 산업에서는 여러가지 이유로 인하여 영업설계에서는 아직도 2D 도면을 이용하여 정보 교환을 하고 있다. 3D CAD의 확산을 위해 본 연구에서는 영업설계 단계에서 생성되는 2D 도면의 심볼을 이용하여, 도면에 내포되어 있는 설계정보를 추출하고, 이를 정보모델로 저장하는 방안을 제시하였다. 도면의 심볼을 분석하고 이를 지식으로 표현함으로써 설계정보를 획득할 수 있다. 획득된 정보를 저장하기 위해, 도면

에 표현된 방식대로 설계정보 및 의도를 정보 모델링하여 2D 도면정보모델을 정의하고, 도면에 표현되지 않은 정보 및 인식하지 못한 정보를 추가적으로 입력하기 위해, 2D 도면정보모델을 지원하는 GUI 를 개발하였다. 심볼을 이용한 도면 인식 기법과 중앙단면도 정보모델을 이용한 시스템을 구현하고, 실제 선박에 적용하여 그 효용성을 검증하였다. 도면에서 인식된 설계정보는 3D 가공을 통해서 3D 선체모델로 변환될 수 있으며, 가공된 선체모델은 Fig. 1 에서 언급했던 조선설계 상의 장애물인, 영업설계 단계 이후의 설계기간 지연 등을 해소할 뿐 아니라, 구조설계 분야와 의장설계 분야의 원활한 정보 교환에도 활용할 수 있다.

본 연구에서 제안한 2D 도면 상의 심볼 인식을 이용한 설계정보의 획득 방법과, 도면에 표현된 설계정보를 정의하는 2D 도면정보 모델을 정의하는 방법은, 앞으로 도면에 심볼로서 설계정보를 표현하는 건축, 토목 분야에도 확대하여 적용할 수 있다. 이 방법론은 기존의 설계자들의 시간을 절약하고, 후속 공정에 정보를 전달하여 보다 효율적인 설계환경을 제공할 수 있다. 앞으로 설계 전문가의 지식을 쉽고, 체계적으로 입력하기 위해 스크립트 언어 등을 이용한 지식 입력 기법들에 대한 연구를 통해, 구현된 시스템을 개선시킬 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 과학기술부의 국가지정연구실지정사업 '선박해양 STEP 기술(M1-0104-00-0265)'의 지원을 받아 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 김용대, 이규열, 서승완, 류효율, 홍창호, 1991, "관계형 데이터모델을 이용한 선체구조의 표현에 관한 연구," 대한조선학회논문집, 제 28 권, 제 2 호, pp. 12-20.
- 신용재, 한순흥, 1998, "2 차원 도면에서 선체 특징형상의 인식," 대한조선학회 선박설계연구회 논문집, pp. 67-75.

- 염재선, 장창두, 1996, "객체지향 선체모델링과 구조해석모델 자동생성에의 응용," 대한조선학회논문집, 제 33 권, 제 4 호, pp. 66-74.
- 이원준, 이규열, 권오환, 2001, "초기 선체 구조 제품 모델링을 위한 의미론적 데이터 모델에 관한 연구," 대한조선학회 추계학술대회 논문집, pp. 80-86.
- 이한민, 한순흥, 2001, "전문가 시스템을 이용한 2 차원 설계 특징형상의 인식," 한국 CAD/CAM 학회논문집, 제 6 권, 제 2 호, pp. 133-139.
- 황호진, 한순흥, 김용대, 2001, "STEP AP218 방법에 따른 중앙단면 2 차원 정보의 3 차원 구조 모델로 매핑," 대한조선학회논문집, 제 38 권, 제 4 호, pp. 56-65.
- 황호진, 2003, "선박설계도면의 심볼을 이용한 2D 선체구조정보의 3D 선체모델로의 매핑," 한국과학기술원, 박사학위논문, pp. 48-69.
- 황호진, 한순흥, 김용대, 2003, "선체구조 특징형상 정의에 의한 2D 도면에서 3D 선체모델의 생성," 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제 8 권, 제 2 호, pp. 122-132
- Aoyama, K. and Nomoto, T., 1997, "Information models and functions for CIM in shipbuilding," Journal of Marine Science and Technology, Vol. 2, No. 3, pp. 148-162.
- Bidarra, R. and Bronsvort, W.F., 2000, "Semantic feature modeling," Computer-Aided Design, Vol. 32, No. 3, pp. 201-225.
- EPM Technology, 2002, "EXPRESS Data Manager," <http://www.epmtech.jotne.com/products/index.html>.
- Gorti, S.R., Ram, D. and Sriram, R.D., 1996, "From symbol to form: A framework for conceptual design," Computer-Aided Design, Vol. 28, No. 11, pp. 853-870.
- Hwang, H.J. and Han, S., 2003, "Mapping 2D Midship Section into 3D Structural Models based on STEP AP218," Computer-Aided Design, (2003 Accepted)
- Kobayashi, H., Sasaki, Y., Suzuki, T. and Yoneya, T., 2002, "Development of a new direct strength assessment system for double hull tankers," Proceedings of the 11th International Conference on Computer Applications in Shipbuilding (ICCAS 2002), pp. 35-41.
- Lee, H.M. and Han, S., 2000, "Reconstruction of 3D CAD Models from 2D Drawing Files," Proceedings of the 2000 ASME Computers and Information in Engineering (CIE) Conference.
- Shin, B.S. and Shin, Y.G., 1998, "Fast 3D solid model reconstruction from orthographic views," Computer-Aided Design, Vol. 30, No. 1, pp. 63-76.
- Shin, Y.J. and Han, S., 1998, "Data Enhancement for Sharing of Ship Design Models," Computer-Aided Design, Vol. 30, No. 12, pp. 931-941.
- Shum, S.S.P., Lau, W.S., Yuen, M.F. and Yu, K.M., 2001, "Solid reconstruction from orthographic views using 2-stage extrusion," Computer-Aided Design, Vol. 33, No. 1, pp. 91-102.



&lt; 황 호 진 &gt;



&lt; 한 순 흥 &gt;



&lt; 김 용 대 &gt;