論 文

大 韓 造 船 學 會 論 文 集
제 30 卷 第2號 1993年 5月
Transactions of the Society of
Naval Architects of Korea
Vol. 30, No. 2, May 1993

객체지향적 지식표현과 개방형설계에 의한 구조부재 치수 결정 지원 시스템 개발

이경호*, 이동곤*, 한순흥**, 이규열*, 이규철***

Knowledge-Based System for Rule Scantling Based on Object-Oriented Knowledge Representation and Open Architecture Concepts

by

Kyung-Ho Lee*, Dong-Kon Lee*, Soon-Hung Han**,
Kyu-Yeul Lee* and Kyu-Chul Lee***

요 약

본 논문에서는 설계 경험이 적은 설계자가 효율적으로 선급규정을 이용하여 선체설계를 할 수 있도록, 범용 전문가시스템 쉘(Shell)인 NEXPERT를 이용하여, 선체 구조설계를 지원할 수 있는 전문가 시스템을 개발하였다. 먼저, 기존의 Rule Scantling프로그램으로 부터 지식을 추출하고, 이를 바탕으로 객체지향개념에 의해 지식의 그룹핑과 계층화를 시도하였다. 또한, NEXPERT가 갖고 있는 외부 프로그램과의 접속기능(Callable Interface)을 이용하여 각종 설계에 필요한 프로그램과 실적선 데이타베이스를 접속하였다. 특히, Motif를 이용한 그래픽 사용자 인터페이스(Graphical User Interface : GUI)를 도입하였고, 설계자가 결과에 대해 검토를 할 수 있도록 Knowledge tracing 기능을 부여함으로써, 사용자 지향의 구조부재 치수 결정 지원 전문가 시스템을 개발하였다.

Abstract

An expert system to help a novice engineer in designing midship section is developed.

발 표 : 1992년도 대한조선학회 추계연구발표회('92. 11. 14)
접수일자 : 1993년 2월 9일, 재접수일자 : 1993년 3월 19일
*정회원, 한국해사기술연구소
**정회원, 과학기술원 자동화 및 설계공학과
***충남대학교 컴퓨터공학과

The system is developed based on a general-purpose expert system shell, NEXPERT. Firstly, the design knowledge is extracted from an existing rule scantling program. The knowledge has been grouped and structured into a hierarchy by applying object-oriented concepts. Secondly, the knowledge base is integrated with a database of existing ships and engineering analysis modules through the Application Programming Interface(API)technique. Graphical User Interface which is developed using Motif wiget set is adopted. These altogether enable construction of an user friendly expert system.

1. 서 론

최근들어 컴퓨터에게 인간이 갖고 있는 창조성과 학습(leaming), 추론, 판단기능을 갖도록 하는 연구가 여러 분야에서 진행되고 있으며 [1], 선박설계 분야에서도 계속해서 추구되고 있다 [2-6]. 그러나 설계라는 작업이 매우 복잡하게 얽혀있기 때문에, 설계 그 자체를 파악하는 것도 아직껏 연구 대상이며, 설계실무에서 전문가 시스템을 성공적으로 이용한 사례는 아직 드물다.

그동안 조선 분야에서 전문가 시스템을 이용하고자 하는 시도는 크게 두가지로 분류될 수 있다. 첫째는, 조선 전용 전문가 시스템 쉘을 개발하여 이용하려는 시도이다[3, 4, 7]. 이는 조선이라는 분야의 특수성을 최대한 살리고, 개발하고자 하는 전문가 시스템에서 필요한 기능만을 갖도록 하여, 작지만 효율적인 시스템을 구성할 수 있도록 하려는 시도이다. 둘째는 범용으로 개발된 상품화된 전문가 시스템 쉘을 이용하는 것이다[8-10].

본 논문에서는 설계 경험이 적은 설계자가 효과적으로 선급규정을 이용하여 선체 설계를 할 수 있도록, 범용 전문가 시스템 쉘인 NEXPERT Object를 이용하여, 선체 구조설계를 지원할 수 있는 전문가 시스템을 개발하였다.

먼저, 중앙단면 설계에 전문가 시스템을 도입하기 위해서, 문제의 분석을 통한 시스템 설계를 수행하였다. 특히 기존의 rule scantling 프로그램을 이용하여 이로부터 지식을 추출함으로써, 지식획득 과정에 소요되는 시간을 절약할 수 있었다. 지식 표현에 있어서도 객체지향 개념에 의해, 사용되는 부재를 클래스로 정의하고, 이들의 그룹핑과 계층화를 시도하였다.

또한 NEXPERT가 제공하는 외부 프로그램과의 접속기능(Callable Interface)을 이용하여 각종 설계에 필요한 계산프로그램과 데이타베이스를 접속하였다. 특히, Motif를 이용한 그래픽 사용자 인터페이스(Graphical User Interface : GUI)를 도입하여 사용자 지향의 시스템을 추구하였다.

이 연구를 통해 인간 전문가를 대신할 수 있다는 전문가 시스템 본래의 목적을 추구하기 보다는, 전문가 시스템이 제공하는 부수적인 잇점을 이용하여 설계자의 생산성을 향상시키는데 중점을 두었다.

2. 선급규정에 의한 선박 중앙 횡단면의 구조설계

선박의 구조(structure)는 인명, 화물 및 선박 자체를 해상상태로 부터 보호하고, 화물의 하중을 지지할 수 있도록 충분한 강도(strength)를 가져야 한다. 그러나 한편으로는, 선박의 건조비를 줄이고 보다 많은 화물을 적재하기 위해서는 가능한한 선박의 구조중량(structural weight)를 작게하여야 한다. 따라서 설계자는 해상에서 선박의 안전을 유지하기 위한 충분한 구조 강도와, 구조 중량의 경량화라는 상반된 개념을 조화시켜 설계를 하여야 한다.

선급규정에 의한 중앙 단면의 구조설계는 Fig.1과 같은 과정을 거치며, 이중 선급규정이 직접 적용되는 부분(가운데 사각형 부분)은 크게 세가지의 작업으로 나누어져 있다.

첫째, 선급규정에 의해 각 구조부재의 최소요구치를 구하는 것이다.

둘째는, 선급규정에서 요구하는 종강도를 만족시키기 위해, 구조부재의 치수를 조절하면서 반복설계를 실시한다.

세째는, 이 과정에 설계 표준이나 작업조건 등에 관련된 설계 경험(know-how)을 적용한다.

현재 현장에서는 선급규정을 전산 프로그램화 하여 사용하고 있으나, 선급규정이 빈번하게 개정되기 때문에 이를 효율적으로 보완하고, 설계자가 설명기구를 통해 설계 과정을 쉽게 이해하며 설계할 수 있도록 하는 전문가 시스템의 개발이 활발히 추진되고 있다.

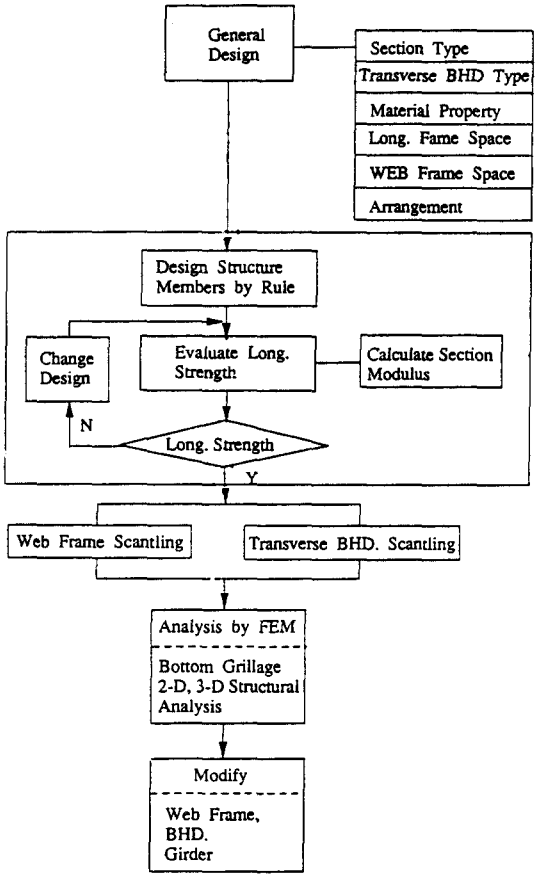

Fig.1 The process of midship section structural design[11]

2.1 구조설계에서의 전문가 시스템 개발[12]

선급규칙은 그 자체가 이미 전문가의 전문지식이라 할 수 있다. 따라서 구조설계 분야에서는 선급규정을 체계적으로 분석 정리하여 이를 지식베이스화하면 전문가 시스템을 구축할 수 있다. 이러한 개념을 바탕으로 하여 이[3]는 한국선급협회의 선급규정을 바탕으로 E.1이라는 전문가 시스템 쉘을 개발하여 살물선(bulk carrier)의 중앙횡단면을 설계(scantling)하는 전문가 시스템 개발을 시도하였고, 양과연[4]은 E.1에 자동 반복계산 기능과 재추론 기능을 추가하여, 중앙횡단면 설계와 보강판 설계를 시도하였다. Ohtsubo와 Kitamura[7], Tsukuda등[9]도 살물선의 중앙단면 설계에 전문가 시스템을 적용하였다.

이 외에도 선박 종강도 좌굴설계[13], 유한요소법[14]등 다방면에서 전문가 시스템의 적용 시도가 이루어지고 있다.

2.2 문제의 분석 및 시스템 설계

(1) 문제의 기술(Problem Statement)

- 선박구조설계에 있어서 중요한 요소인 중앙단면 종강도 구조부재의 설계를 수행한다.
- 여러가지 선급규정 중에서 로이드(LLOYD)선급 규정에 따른다.
- 설계 대상은 단면 구조부재의 두께, 기하학적 형상, 강재의 재질 선택, 부재의 배치 등이다.
- 결정된 부재 치수들을 이용하여 단면 계수를 계산하여 종강도를 평가하고, 종강도가 만족될때까지 일부 부재치수를 변화시켜 가면서 재계산을 수행한다.

(2) 요구 분석(Requirement Analysis)

- 초기상태(initial state) : 설계하고자 하는 선박의 주요치수를 입력하고, 기하학적 형상, 강재 재질 선택, 부재의 배치 등을 수행한다.
- 최종상태(goal state) : 부재의 치수를 계산하고 단면계수를 계산하여, 종강도를 평가하고 이에 대해 재계산을 수행한다.

(3) 객체와 속성의 명시(Object and Attribute Identification)

- 먼저 유사한 부재들을 그룹핑하여 이를 클래스(class)로 정의하고 이들의 속성을 명시하였다.
- 이 클래스 하부에 객체(object)를 주어 클래스로부터 속성을 상속 받도록 하였다.(Fig.2 참조)

(4) 작업 명시(Action Identification)

- 설계를 수행하는 작업은 규칙(rule)에 정의하고,

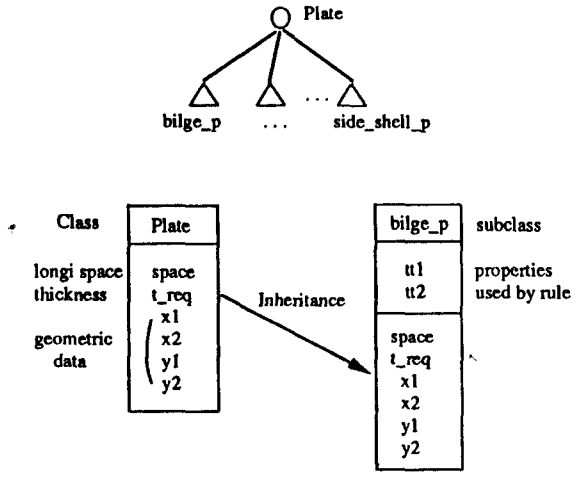

Fig.2 Property inheritance

속성값에 대한 정의는 주로 메타슬롯을 이용하는 것이 좋다.

- 전조건(preconditions)
  : 단위(m, mm, cm 등)를 지켜야 한다.
- 후조건(postconditions)
  : 입력값이 다른 값에 영향을 주어서는 안된다.

(5) 문제 해결 전략(Problem-Solving Strategy)

- 추론 전략으로는, 설계 대상부재로 부터 추론(goal-driven)을 하기위해 backward chaining을 도입하고, 하향 상속성을 가지도록 하였다.

(6) 자료의 입.출력(Input and Output)

- 입력 : 추론에 필요한 구조부재(객체)의 속성값
- 출력 : 선박의 각 구조부재의 치수에 관한 속성값

(7) 규칙의 구현(Rule Description)

- 규칙은 로이드 선급규정을 Nexpert에 맞는 규칙으로 변형하여 구성하였다. Nexpert의 규칙은 if〈조건문〉, then 가설, 실행문의 형식으로 구조화된 규칙이다. 이런 구조화된 규칙은 유지보수가 쉬우며, 속도가 향상 되고, 가설을 이용한 비단조 추론(non-monotonic reasoning)이 가능해진다[15].

규칙의 예를 보이면 다음과 같다.

규칙 = R_{10}
IF((lbilge_pl.tt1-lbilge_pl.tt2)〉0)
THEN bilge_r
Action(Do (lbilge_pl.tt1) (lbilge_pl.t_reg)

2.3객체지향 개념에 의한 지식 표현

객체의 정의 및 속성의 구현에 대해서는 앞서 2.2절에서 언급하였다. 여기서는 Nexpert에서 제공하는 동적 객체(dynamic object)와 이의 유용성에 대해 살펴본다.

2.3.1 동적 객체(dynamic object)와 상속성을 이용한 지식표현

동적 객체는 추론과정에서 필요상 새로운 객체를 생성하거나 혹은 삭제할 필요가 있는 경우에 사용되어진다.

실제로 중앙단면 설계시 공작상의 이유로 판(plate)을 분할하여 각각을 scantling해야한다. 이 분할에 관한 데이타는 설계자가 설계도중에 입력하게 되므로, 이것을 미리 객체로 정의 한다는 것은 불가능하게 된다. 따라서 설계자의 입력을 받아 추론과정 중에서 객체를 생성하고 각각을 scantling하는 기능이 필요하다. Fig.3은 side plate을 3개로 분할 하였을때 추론과정 중의 동적객체의 생성과 속성들의 상속에 대해 보여준다.

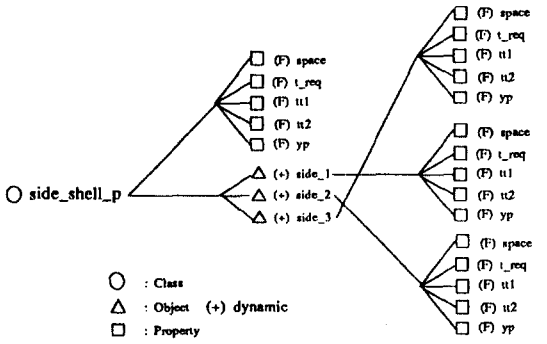

Fig.3 Dynamic object and inheritance

2.3.2 메타 슬롯(Meta- Slot)

Nexpert에서는 추론중 객체의 속성값을 얻기 위해서 다음 세단계를 거치게 된다.

1. 메타 슬롯에 정의되어 있는가를 확인
2. 그 값을 얻기 위한 규칙을 추론
3. 사용자에게 질문

속성값을 얻기위한 복잡한 계산식을 메타슬롯에 정의 함으로써 규칙의 복잡성을 줄일 수 있다. 즉 복잡한 계산식을 위해 여러 규칙들을 정의하여야만 표현할 수 있었던 과거의 전문가 시스템들과는 달리, 간단히 이를 메타슬롯에 표현함으로써 보다 현실적인 지식의 표현은 물론, 이러한 지식의 표현 및 유지를 쉽게 할 수 있다.

다음은 이런 메타슬롯의 예를 보인 것이다.

규칙의 정의 :

〉 (lbilge_pl.tt1−lbilge_pl.tt2 0
Hypo = bilge_r
Do (lbilge_pl.tt1) (lbilge_pl.t_req)

메타슬롯의 정의 :

bilge_p.tt2
lgeometricl.bilge_radius / (165*lmateriall.f)

2.4 시스템의 구성

Fig.4는 개발된 중앙단면 설계지원 시스템의 구성 요소를 보인 것이다.

사용자는 Motif를 이용하여 개발된 그래픽 사용자 인터페이스를 통하여 I/O를 할 수 있으며, 각종 계산용 모듈(단면계수, 종강도 계산 등)이 Nexpert와 연결되어 있다. 본 연구에서는 개발시간을 단축하고 개발된 시스템의 신뢰성을 향상시키기 위하여, 직접 전문가로부터 지식을 추출하지 않고 설계 전문가들이 개발하여 사용하고 있는 선급규정을 이용한 구조 설계용 전산 프로그램[17]을 분석하여 지식을 추출하고 지식베이스를 구축하였다.

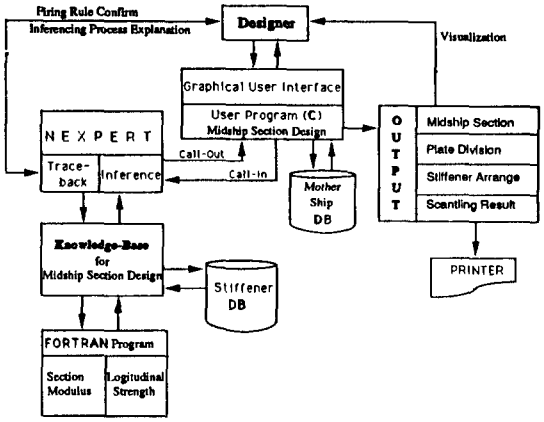

Fig.4 System diagram

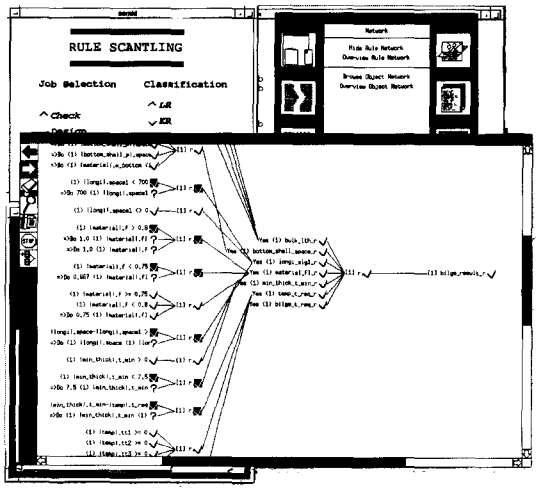

Fig.5 The trace-back of rule using visualization

또한 Nexpert가 제공하는 기능을 이용하여 결과를 검증할 수 있는 trace-back기능을 구축하였다. Fig.5는 가시화를 통한 시스템의 trace-back기능을 보여주고 있다.

3. 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)의 통합

일본 Ship and Ocean 재단에서 1989년 부터 3년 계획으로 수행중인 "조선 CIMS PILOT MODEL의 개발 연구"의 1991년도 보고서에 의하면, 전문가 시스템과, 유연하게 시스템을 수행할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스의 조합에 따라 설계자의 판단을 지원하고, 또 입력 작업을 경감하여 작업효율을 높일 수 있는 것이 인식되었다[18].

본 연구에서는 Nexpert를 이용한 전문가 시스템과

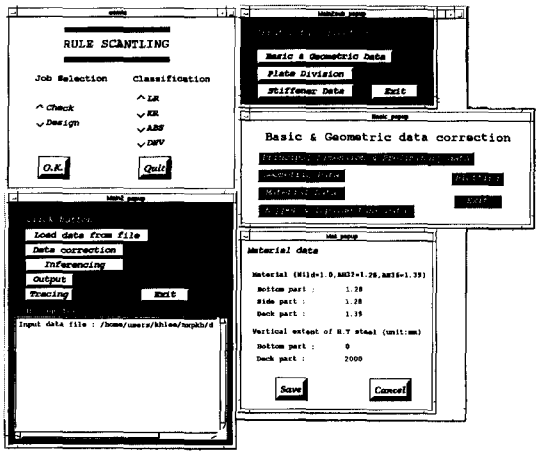

Fig.6 The example of graphical user interface

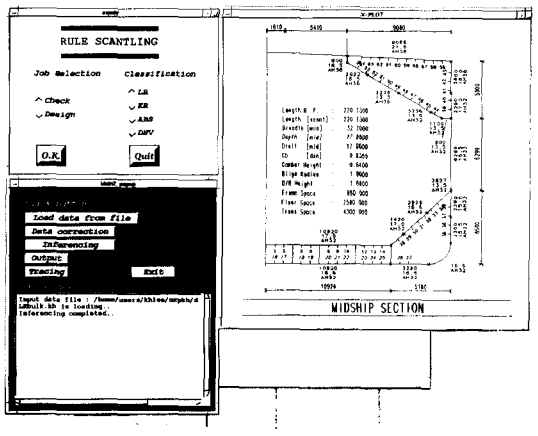

Fig.7 The visualization of design results

Motif를 이용한 그래픽 사용자 인터페이스의 통합을 시도하였다. Fig.6은 Motif를 이용한 사용자 인터페이스의 일부를 보여 주는데 선급의 선택, 필요한 데이타를 입력하는 과정을 보여준다.

입력데이타는 선체 주요치수, 형상데이타, 판분할, 방요재(stiffener)배치로 구분되어 있으며, 설계자가 필요에 따라 이들을 수정할 수 있다. 이때 데이타 수정에 따른 정보들이 가시화 된다.

Fig.7은 설계가 끝난 결과를 가시화한 것이다.

4. 개방형 설계에 의한 시스템 통합

Nexpert는 외부 환경과의 접속을 용이하게 하기 위하여 C언어로 개발되었다. 또한 라이브러리 형태로 되어 있어서 기존의 C, FORTRAN등의 일반언어로 개발된 프로그램의 내부에서 Nexpert를 제어할 수 있으며, 반대로 Nexpert에서 일반언어로 구축된 module을 실행시킬 수도 있다[16].

이러한 기능을 이용할 수 있도록 API(Application Programming Interface)를 제공하고 있으며, Fig.4에서 볼 수 있듯이 본 시스템에서는 그래픽 사용자 인터페이스를 위한 사용자 프로그램(C언어)에서 Nexpert를 제어하고, Nexpert에서 추론과정중에 각종계산 프로그램(FORTRAN작성)을 실행시키도록 되어있다. 즉 전문가 시스템과 각종 요소기술 프로그램(C,FORTRAN으로 개발), 그래픽 사용자 인터페이스, 데이타베이스 등이 접목된 개방형 설계에 의한 통합 시스템을 구성하였다.

5. 결 론

본 연구는 범용 전문가 시스템 개발 도구인 Nexpert를 이용하여 선박설계, 특히 선박 중앙 횡단면 구조 설계에의 응용 가능성을 검토해 보았다.

첫째로, 지식베이스의 구축에 있어서 기존에 사용하고 있는 프로그램을 재구성하여 지식베이스를 구축하는 방법을 이용하였는데, 이 방법은 전문가로 부터 지식을 추출하는 과정을 생략할 수 있어 개발시간을 단축할 수 있으며, 구축된 지식베이스의 신뢰성도 확보할 수 있다.

둘째, 객체지향 개념에 의해 설계하고자 하는 부재들을 클래스나 객체들로 정의하고 이들의 상속성 등을 이용하여 효율적인 지식베이스를 구축할 수 있었다. 특히 동적 객체(dynamic object), 메타슬롯(Meta-Slot)을 이용하여 규칙의 복잡성을 줄이고 유연성 있는 지식베이스를 구현하였다.

세째, 그래픽 사용자 인터페이스를 도입하여 입출력의 가시화, 결과의 가시화를 통해 효율적인 설계를 지원할 수 있었다.

네째, 문제 해결에 있어서 전문가 시스템이 단독으로 사용되지 않고, 외부 프로그램, 데이타베이스 기술, 가시화 기술이 함께 접목됨으로써 효율적인 시스템을 구성할 수 있었다. 본 연구의 대상은 이미 정형화 되어 있는 문제이기 때문에 지능적(Intelligent)인 역할을 수행하는 것이 기대되는 전문가 시스템 본래의 효과를 얻는것 보다는, 결과를 trace-back하는 기능이나 지식베이스의 손쉬운 변경관리, 가시화 등과 같은 부수적인 효과를 통해 설계작업의 효율을 높일 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 이경호, "전문가 시스템과 그 개발동향", 대한조선학회지 29권 2호, 1992년 6월

[2] 赤木新介외 "설계 Expert System의 기초와 응용(일본어)" 코로나사, 1990. 5

[3] 이경호, "중앙단면 최적설계를 위한 전문가 시스템 개발에 관한 연구", 석사졸업논문, 서울대학교 조선공학과, 1990. 1

[4] 양영순, 연윤석, "선체구조설계를 위한 지식베이스 전문가 시스템", 조선학회 '91춘계연구발표회, 1991년 4월, 조선학회 논문집, 29권 1호, 1992년 3월

[5] Akagi, "Building Expert Systems for Engineering Design Including Ship Design", 대한조선학회 '90 하계 강습회 Proc., 1990년 8월

[6] 이재규 외 "대우조선의 일정관리 전문가 시스템 개발 : DAS 프로젝트", 지능정보 시스템, 1992년 여름호

[7] Ohtsubo, H, Kitamura, M, "Expert System에 의한 선체 중앙단면 설계(일본어)", 일본조선학회 논문집 164호, 1988년 12월

[8] 이동곤, "선박설계용 전문가 시스템(prototype)개발에 관한 연구", 기계연구소 보고서, 1988년 12월

[9] Tsukuda,H, Fuwa,T, Okuzumi,K, Suzuki, H, "지식베이스에 의한 산적화물선의 횡단면내 부재 배치결정 지원 시스템의 試作(일본

어)", 서부조선회 회보 76호, 1988년 8월
[10] 김은기, "선체 구조설계 지원을 위한 전문가 시스템의 설계 및 구현", 석사학위논문, 충남대학교 전자계산공학과, 1992. 8.
[11] 이호섭, 민계식, 장창두 외, "최소 구조 중량선 설계 프로그램 개발(Ⅰ)", 한국기계연구소, 1987년 9월
[12] 이동곤, "조선 및 해운 분야에 있어서 전문가 시스템의 응용현황 및 전망", 대한조선학회지 29권 2호, 1992년 6월
[13] Watanabe, O, Iinuma, M, "Application of AI technique to the Bucking strength design of longitudinal members of ship", Vol. 164, 일본조선학회 논문집, 1988
[14] Murakawa, O, et al, "An Automated Appraisal in Structrual Modeling using the Framwork of Expert System" IMSDC proc., 1991
[15] "Nexpert Object Version 2.0-Introduction Manual", Neuron Data Inc. Oct. 1990
[16] "Nexpert object version 2.0-Application Programming Interface Programmer's reference", Neuron Data, Oct. 1990
[17] 윤덕영 외, "Bulk Carrier 중앙단면 종강도 구조의 최적설계 System 개발", 대우조선 기술연구실, 1989년 2월
[18] "1991년도 조선 CIMS PILOT MODEL개발 연구 보고서", Ship and Ocean재단, 1992년 4월