한국 CAD/CAM 학회 논문집
제6권 제3호 2001년 9월 pp. 198-205

기술논문

인터넷 기반의 원격 협동 선박설계 시스템

이경호*, 이순섭**, 이종갑***

Collaborative Ship Design System Based on Internet Environments

Lee, K. H.*, Lee, S. S.** and Lee, J. K.***

ABSTRACT

Under the concept of global economy, the enterprises are assigning design and production environments around the world in different areas. In shipbuilding companies, a serious problem of information exchange emerges as companies use traditional hardware and very distinct softwares appropriate to their field of expertise. To overcome the decreased productivity due to the interruption of information, the concept of simultaneous engineering and concurrent design becomes very significant. In this article, the concept of collaborative design based on internet environments is described. Especially, the core technologies to achieve collaborative design environments among shipbuilding companies, ship owners, ship classification societies, model basin, and consulting companies are adopted.

Key words : 동시공학 협동설계(CSCW:Computer Supported Collaborative Works), 원격계산, 선박설계, 인터넷

1. 개 요

최근 인터넷 등 정보통신기술의 발전에 힘입어 산업기술환경이 급변하게 변화되고 있는 실정이다. 조선산업 분야와 같은 제조업체들도 급변하는 환경에 맞추어 글로벌 마켓(global market)에서 제조 경쟁력을 향상시키기 위해서 새로운 패러다임을 도입하고 있다. 즉, 동시공학, 모델기반의 공학 시뮬레이션 및 협동설계와 같은 새로운 패러다임을 도입하여 빠른 시간 내에 고품질의 제품을 생산하고자 하고 있다.

새로운 패러다임을 실제 현업에 적용하여 선박을 수주하기 위해서는 빠른 시간에 선박의 성능을 예측하고 이의 성능을 시뮬레이션을 수행할 수 있는 원격 협동설계 시스템이 요구되어진다. 아울러 지금까지 CAD, CAM, CAE등을 통한 설계 및 생산단위업무의 자동화와 이들간의 연결(일관화, 통합화)을 중심으로 한 공학설계의 전산화, 자동화를 위한 노력들은 인터넷을 기반으로 한 분산된 전문가 집단들의 협력작업(CSCW : Computer Supported Collaborative Work) 환경의 구축과 관련 기술의 개발로 전환되고 있다[1,2]. 따라서 여러 명이 공동으로 원격설계가 가능한 설계시스템을 인터넷환경에 개발함으로써 선박 수주시 현장에서 설계를 병행할 수 있어 대외경쟁력이 강화되고, 조선소의 부서간의 협동설계가 가능하여 설계의 생산성이 향상되며 후 공정에서 에러가 감소되고 설계기간의 단축과 품질향상이 이루어진다[3-5].

본 논문에서는 CAD모델 공유를 통한 원격협동 선박설계 지원 시스템 개발에 대해 논술하였다.

*종신회원, 한국해양연구원
**한국해양연구원
***정회원, 한국해양연구원
- 논문투고일: 2000. 6. 14
- 심사완료일: 2001. 5. 30

2. 협동설계 환경구축을 위한 프로세스 분석

본 연구에서는 인터넷 기반의 원격 협동 선박설계 시스템을 개발하는 것이 목표이다. 이러한 시스템의 개발을 위하여 먼저 분산된 설계 환경에서의 정보 교환/공유가 이루어지는 조선소(Ship Yards), 선주(Owners), 선급 협회(Classification Organization), 수조(Model Basin), 설계 사무소(Design Consulting Company), 기자재 업체간에 일어나는 정보의 흐름 및 프로세스를

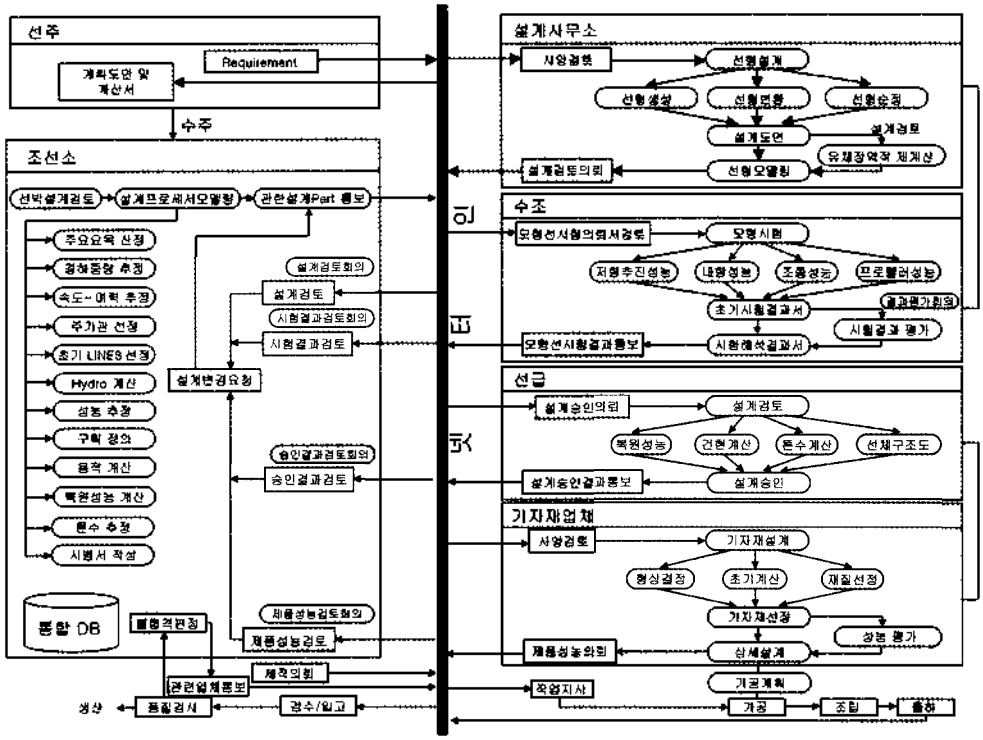


Fig. 1. Preliminary ship design process based on internet.

분석하고, 분산된 환경에서의 협동작업 지원을 위한 인터넷 기반의 동시공학(Concurrent Engineering : CE) 개념을 정의하였다[6,7]. 또한 이들 업체간의 협동작업의 특성을 고려하여 이를 지원하기 위한 핵심 요소기술을 적용하여 그 유효성을 검증하였다.

여기에서는 조선소, 선주, 선급협회, 수조, 설계 사무소, 기자재 업체간에 이루어지는 현재의 시스템(As-is System)에서의 업무 프로세스와 정보의 흐름을 인터넷 환경 하에서 재구성하였다. 그러나 앞으로 급변하는 정보 시스템 환경의 변화에 따라 장래의 시스템(To-be System)은 원격 공동설계 개념의 도입 등 현재와는 많은 변화를 보일 것으로 예측된다. 이들 환경에 있어서 분산화가 확산되고 이질적인 시스템 환경으로 바뀌어 간다 하더라도 설계의 핵심 개념 자체는 크게 변화하지 않을 것으로 생각되며, 따라서 여기서는 Fig. 1과 같이 이들 분산된 환경에서 분야별로 일어나는 설계 업무를 분석하여 그 과정의 동시공학 체계를 구축하기 위한 핵심 요소기술의 구현을 시도하였다[8-10].

본 연구에서 구현하고자 하는 협동설계 환경은 인터넷 기반의 환경, 모델 기반의 환경, 그리고 분산 시스

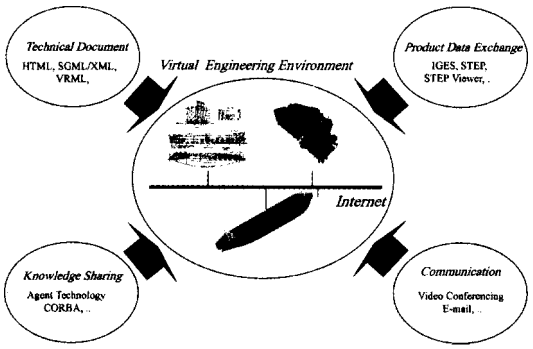


Fig. 2. Core technologies for internet based concurrent engineering environment.

템 환경에 기초하고 있다. 이러한 환경에서 각각의 분산 시스템간의 의사소통과 정보교환 및 공유를 위해서는 Fig. 2와 같이 그 특성에 따라 아래와 같은 네 가지 기술로 분류될 수 있다.

(1) 기술문서 공유
(2) 제품정보 교환
(3) 지식의 공유화
(4) 의사 소통

Table 1. Classification of CE technologies

기술 분류	응용 기술 및 프로그램
기술문서 공유	HTML, SGML/XML, VRML, EDM
제품 데이터 교환	IGES, STEP, STEP Viewer
지식의 공유화	Agent Technology, CORBA
의사 소통	Video Conference, E-Mail, View & Markup

Table 1은 위에서 분류한 네 가지 기술과 그 기술을 인터넷 기반의 분산 환경에서 협동설계 시스템을 구현하기 위한 응용 프로그램 및 기술을 나타내고 있다.

3. 인터넷기반 원격 협동 선박설계 시스템 구성

앞서 설명한 기술들을 바탕으로 구성되는 선박설계, 특히 선박 기본계획 지원 시스템은 새로운 선박의 설계/개발을 위한 계약이전의 제반활동, 즉 선박의 사양과 건조계획, 그리고 선가의 결정을 위한 성능해석, 형상 모델링 및 기본계산, 초기 건조계획, 건조비 계산 등을 지원하는 시스템으로, 조선소, 선주, 선급, 주요기자재업체, 수조 및 설계사무소 등 관련기관과의 긴밀한 협력이 필요하다. 따라서 인터넷 기반의 설계지원 시스템 및 동시공학의 개념이 요구되어지는 분야이다.

본 논문에서는 인터넷 기반의 통합시스템 환경에서 동시공학 및 협동설계의 개념을 선박의 기본계획 단계에 적용하여 그 가능성을 검증하기 위한 협동설계 시스템을 구성하였다.

Fig. 3은 인터넷기반 원격 협동설계 개념에 입각한 선박기본계획 지원시스템 구성을 나타낸 것이다.

여기서 구성된 시스템을 간략히 정리하면, 먼저 선주의 요구조건에 따라 에이전트기반 기본계획 시스템(조선소 각 설계부서)에서 설계 에이전트간의 지식/정보 교환을 통하여 설계하고자 하는 선박의 주요치수를 결정하게 되고, 이를 바탕으로 선박 형상 모델링 시스템(조선소 설계부서)에서는 앞서 결정된 주요치수를 바탕으로 선박의 선형(Hullform), 구획(Compartment)에 대한 모델링을 수행하게 된다. 이렇게 생성된 형상 모델은 STEP Physical 파일 형태로 설계정보 관리 도구인 EDM(Electronic Data Management) 데이터 저장소에 저장되어 이용된다.

구성된 선박의 모델 정보는 원격 기본계산(설계 사무소)으로 넘겨져 선박의 유체 정역학적 계산 및 안정성 평가를 수행하게 된다.

이러한 평가를 거친 설계된 선형모델에 대한 유체 동역학적인 성능을 검증하기 위해 실제 Physical

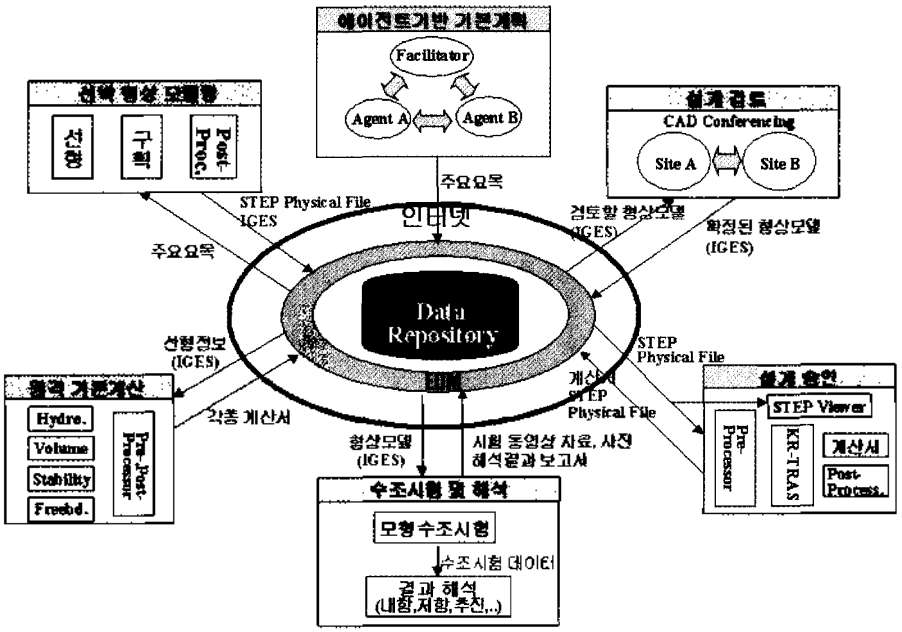


Fig. 3. Concept of collaborative ship design based on internet.

Mockup을 만들어 그 성능을 평가하기 위해 수조시험(수조)을 수행한다.

주어진 설계조건을 만족시키는 선박의 설계가 완성되면, 설계선에 대한 설계승인을 받기 위해 선급에 설계선의 복원성능(비손상시, 손상시 복원성능 및 확률론적 손상복원력), 건현계산, 톤수계산 및 중앙횡단면 형상등과 같은 항목들에 대해서 설계승인을 의뢰한다. 설계승인 의뢰는 선급의 웹브라우저를 통해서 의뢰하게 되며, 승인된 계산서 및 도면 등은 웹브라우저를 통해서 의뢰자에게 통보되어진다. 조선소에서는 선급에서 승인된 계산서 및 도면들을 선주에게 제시하게 된다.

특히, 이러한 분산된 설계환경 내에서 생성된 모델을 중심으로 설계부서 간, 조선소와 선주, 선급협회, 수조 사이의 설계검토 회의가 가능하도록 하였다.

4. 원격협동 선박설계 시스템 구현

본 논문에서는 동시공학 개념의 원격 협동 선박설계 지원 시스템을 위한 핵심 기술 구현 및 통합 환경을 구현하였다.

즉, 급격히 발전되고 있는 정보통신기술을 토대로 선박의 전 수명주기에 걸쳐 다루어지는 기술정보의 공유화를 위한 수단으로서 인터넷 기반의 동시공학 체계 구축을 목표로 하였다. 이를 위해 인터넷 기반의 동시공학 체계 구축의 기반이 되는 각종 표준 및 요소기술들을 정의/검증 및 통합화를 시도하였다.

본 논문에는 선박의 계약단계 이전에 조선소를 중심으로 선급, 주요 기자재 업체, 설계사무소등 관련기관과의 긴밀한 협력을 통해서 설계가 이루어지는 선박기본계획 단계를 지원하는 시스템을 대상으로 Fig. 3에서 보여준 개념을 기초로 하여 동시공학 개념을 도입한 원격 협동 선박설계 시스템을 구현하였다.

아울러 본 연구에서는 동시공학 및 협동설계의 개념이 실제 변화되어 가는 선박설계 환경에서 실용화되어 현업에 적용되기 위한 핵심기술 개발에 초점을 맞추어 수행되었다.

4.1 에이전트 기반 협동설계

에이전트에 대한 이론은 최근 컴퓨터 사이언스나 인공지능 분야에서 가장 많은 연구가 진행되는 분야로서 그 이론이 아직은 정립되지 않은 가운데 많은 분야에서 그 응용을 위한 연구가 진행되고 있다[1]. 에이전트는 그 종류와 특성에 따라 여러 가지로 정의할 수 있지만 가장 간단히 정의해 보면 "외부 프로그램과 정보교환 및 지식의 공유를 위해 정해진 통신규약에 따라서 통신을 수행할 수 있는 독립적인 컴퓨터 프로그램"이라고 할 수 있다. 이는 공학 에이전트(engineering agent)에 기초한 정의이다.

조선분야에서의 동시공학적 협동설계 시스템을 구성하기 위해서는 기존의 설계 시스템 환경을 그대로 활용할 수 있어야 한다. 에이전트 기반의 협동설계 시스템 구축은 인터넷을 이용한 분산 환경의 손쉬운 통합뿐 아니라 상이한 시스템간의 원활한 정보교환 수단을 제공하고, 기존 시스템들의 독립적 기능을 최대한 보장할 수 있다는 점에서 매우 유연한 방법이라 할 수 있다. 에이전트 기반 동시공학적 협동설계 시스템 구축을 위한 필수적인 조건은 크게 두 가지 사항으로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 일반적으로 분산 설계 시스템을 구성하는 하위의 시스템들은 서로 원거리에 위치한 상이한 컴퓨팅 환경에서 작동한다. 따라서 네트워 환경을 통한 시스템들간의 통합 및 원활한 정보 교환을 위한 기반 기술(infrastructure)의 구축이 선행되어야 한다. 둘째, 개개의 시스템들은 입출력을 위한 각기 고유한 규약(protocol)을 정의하여 사용하고 있으므로, 시스템간의 유연하고 일관된 정보교환을 위한 방안이 강구되어야 한다.

이러한 에이전트 기반의 협동설계 시스템을 구현하기 위해서는 시스템간의 원활한 정보 교환 수단의 확보뿐만 아니라 에이전트간의 정보교환 과정에서 발생하는 의사충돌 해결(conflict resolution) 및 의사 결정 중의 협의(negotiation) 등의 방법론이 우선적으로 해결해야 할 과제라고 할 수 있다[4,5].

본 연구에서 구현한 선박 기본계획 에이전트 시스템은 CORBA를 이용하여 효율적인 에이전트간의 통신을 할 수 있는 분산 객체 구조를 갖고 있으며, Prolog의 추론기능을 이용해 Design Flow Control을 유연하게 하였다. 또 KQML 메시지의 운영에 있어서 효율성과 의미있는 메시지의 교환을 위해 대화 모듈

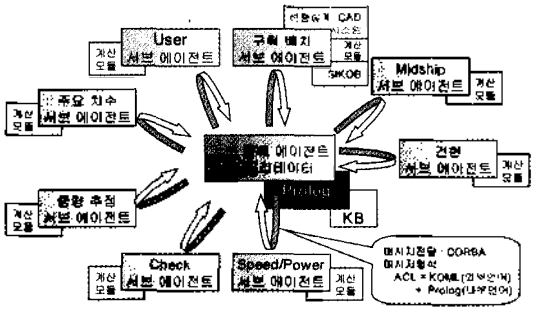


Fig. 4. Configuration of agent-based ship design system.

(Conversation Module)을 구현하였다. 또 외부와의 에이전트와의 통신에 있어 공유하는 개념에 대한 명확한 상술인 온톨로지(Ontology)를 시험적으로 사용하여 보았다. Fig. 4는 에이전트 기반 선박 협동설계 시스템의 구성도이다.

본 연구에서는 선박 기본계획 단계에서의 협동설계 시스템을 구성하기 위하여 다음과 같은 기본 방향을 정하였다. 첫째, 에이전트의 기본 통신 기능에는 JATLite 0.4의 기능을 활용한다. 둘째로는 표준적인 API를 제공하는 범용적인 KIF 인터프리터를 개발하여 독립된 모듈로서 이용한다. 여기서 범용적인 KIF 인터프리터의 개발을 위해서는 추론 기능, 함수 및 관계(relation)의 정의 기능을 구현해야 한다. 셋째로 기본적인 KQML 수행자를 처리하기 위한 표준적인 알고리즘을 설계한다[12]. 본 논문에서는 우선 interested, handles, tell, ask-one, reply 수행자 등 기본적인 KQML만을 사용하였으며 JATLite 0.4에는 KQML 수행자를 토큰 단위로 분석하는 기능이 있을 뿐 그 의미를 구현해 주지는 않는다. 따라서 KIF 인터프리터와 연계해서 KQML의 의미대로 실행되는 KQML message handler가 필요하다. 특히 표준적인 KQML message handler의 개발은 독립적인 KIF 인터프리터와 마찬가지로 에이전트 개발의 생산성을 크게 높여준다. 퍼실리테이터가 ask-one 수행자를 받았을 때 KIF 인터프리터를 통해 적당한 reply를 보내거나 CBR(Content-Based Routing) 기능을 이용해 다른 에이전트에게 라우팅 하는데 여기서는 기본계획 에이전트가 퍼실리테이터의 역할도 겸하게 하였다.

4.2 원격 설계 및 기본계산 시스템

선박설계단계에서 조선소와 설계사무소간의 교환되어지는 정보는 선박형상 모델링의 결과인 선도와 설계된 선박에 대한 유체정역학적 제계산 결과 정보 등이 있다. 이 중에서도 설계기능이 없는 중/소 조선소에서는 설계 과정에서 건조하고자하는 선박에 대한 유체정역학적 제계산을 원격으로 처리할 수 있는 원격 선박기본계산 서비스가 시급한 상황이다.

원격 선박기본계산 서비스는 인터넷 상에서 on-line으로 선박기본계산을 수행할 수 있는 시스템이다. 선박기본계산용 프로그램을 인터넷상에서 사용 가능하도록 개발하여 중/소 조선소의 선박 설계자가 인터넷을 통하여 직접 데이터를 입력하고 계산을 의뢰하면 웹 서버에 연결된 계산용 웍스테이션에서 프로그램을 구동하여 그 결과를 가시화한다. 이때 조선소에서 원할 경우에는 계산결과들이 선급승인을 위한 check 항목들로 이용되어 지도록 하였다. Fig. 5는 원격 선박설계 및 기본계산을 구현하기 위한 기술적 개념도로서 ASP(Application Service Providing) 개념을 이용하여 클라이언트(중소 조선소 혹은 설계사무소)의 요청에 의해 서버(선급 혹은 설계지원센터)의 프로그램이 구동되어 클라이언트에서는 웹을 통하여 대화식으로 설계를 수행할 수 있게 된다.

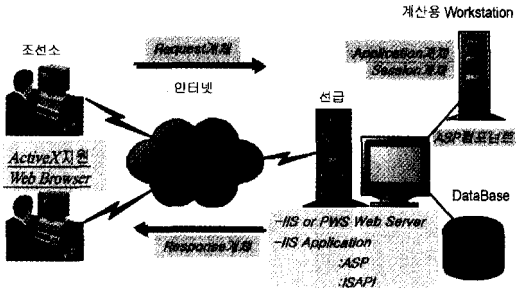


Fig. 5. Remote ship design based on ASP concept.

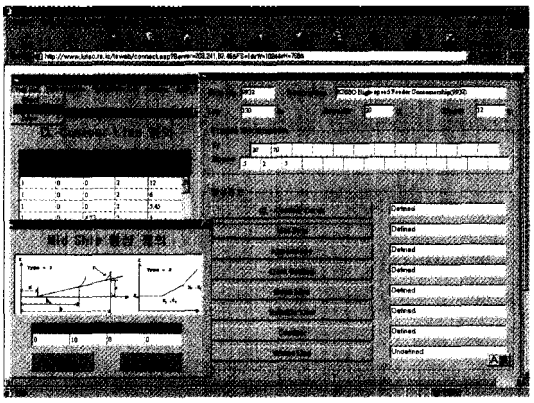


Fig. 6. Configuration design by remote system.

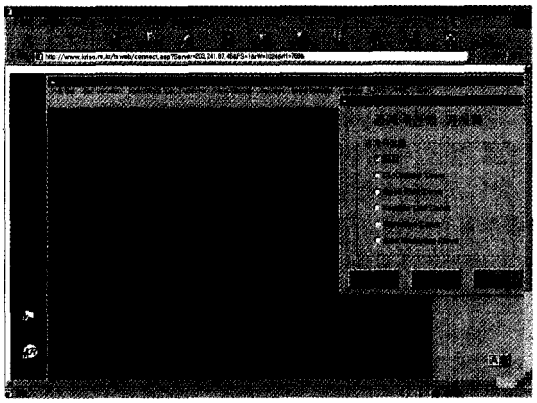


Fig. 7. Visualization of hullform design.

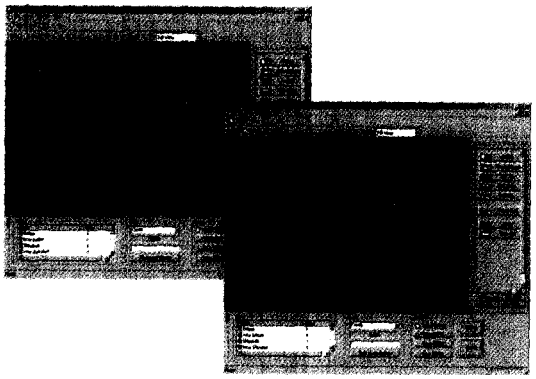


Fig. 8. Design approval by using STEP.

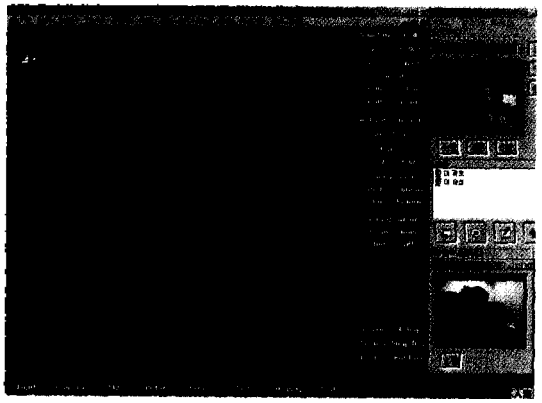


Fig. 9. Design review by CAD conferencing.

Fig. 6과 Fig. 7은 각각 인터넷 환경에서의 원격설계 개념을 이용하여 선박의 형상을 정의하고, 이를 가시화한 것이다.

4.3 설계 승인 체계

설계승인 시스템은 조선소에서 설계된 내용들(도면, 기본계산, 건현계산, 중앙단면형상 결정 등)을 선급에 승인받는 절차를 인터넷상에서 On-line을 통해 이루어지도록 한 시스템이다. 이 시스템은 도면과 계산서와 같은 문서를 이용한 기존의 설계승인 시스템과는 달리 STEP 파일로 작성된 CAD 정보와 SGML로 작성된 기술문서들(계산서, 사양 등)을 이용하게 된다. 또한, 종이형태로 전달, 보관되어지고 있는 기존의 시스템이 입출력에 과다한 시간의 소요뿐만 아니라 중복작업, 작업과정에서의 오류와 같은 문제점들을 해결할 수 있다. Fig. 8은 STEP을 이용한 설계승인 체계를 나타낸 것으로서 조선소에서 설계한 선박의 중앙 횡단면 형상 데이터를 STEP 데이터로 선급에 송부한 파일을 STEP Viewer로 가시화한 것이다. 또한 STEP 데이터들은 중앙 횡단면 설계 승인용 데이터로 변환되어 자동적으로 선급승인을 받는 체계를 이루게 된다.

4.4 모델기반 설계검토 회의

분산환경에서 가상 협동설계를 이루기 위해서는 이기종 시스템에서 생성된 제품모델들을 STEP 데이터로 변환하여 서로 공유할 수 있는 CAD conference 기술이 근간이 되어야만 한다.

선박설계 단계에서의 CAD conference 기술은 설계중인 선박의 불확실한 설계정보들에 대한 여러 부서간의 의견이 충돌할 경우에 화상회의, 채팅 및 e-mail을 통해서 이를 해소하는데 많이 이용되어진다. 즉, 설계단계에서 design review를 함께 수행할 수 있게 되어 설계기간이 매우 짧아질 뿐만 아니라 설계상의 오류도 매우 줄어들 것으로 여겨진다. CAD conference를 통해서 절차형 설계가 아닌 협동설계가 이루어지게 된다.

본 인터넷기반 원격 협동 선박설계 시스템에서의 CAD conference를 구현하는 환경으로는 먼저, 하드웨어 시스템은 window 2000 서버와 클라이언트로 구축되었다. 화상회의를 위한 소프트웨어는 *window 2000* 시스템에서 기본적으로 제공하는 NetMeeting을 이용하였다.

Fig. 9는 선박의 구획설계시 인간공학적 요소를 고려한 통로설계를 인적요소를 담당하는 전문가와 구획설계 담당자가 생성된 CAD 모델을 중심으로 화상회의 및 채팅을 통해서 설계검토를 수행하는 과정을 나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 현재 설계되어 있는 통로는 통로문의 폭이 승무원이 통과하기에는 매우 좁은 것을 시뮬레이션 기술을 이용하여 알 수 있었다. 이에 대한 해결방안을 두 전문가가 화상회의 및 모델기반 시뮬레이션을 통해 수정해 가고 있다.

4.5 인터넷기반의 정보 공유 및 교환 체계

앞서 언급된 협동설계를 위한 기능들이 원격지 분산된 환경에서 효율적으로 수행되기 위해서는 각각의 생성된 정보들이 신속하게 공유되고 교환되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 이를 위한 EDM(*Engineering* Data Management) 기반의 정보 교환/공유 체계를 구축하였다.

인터넷 기반의 정보 공유 및 교환체계를 구축을 위해서 먼저, 정보들의 특성에 맞게 분류하여야 한다. 이때 모든 정보들의 종류들(도면정보, 동화상 정보, 입출력 정보 및 text 정보 등)을 쉽게 인식하기 위해 파일

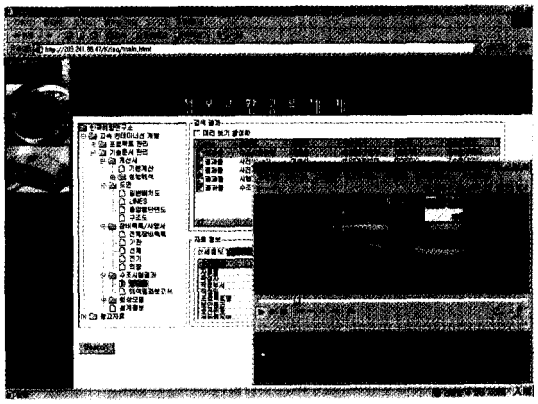


Fig. 10. Technical data management system based on internet.

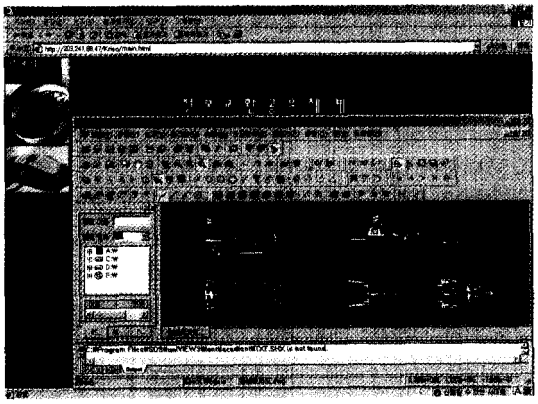


Fig. 11. Retrieving drawing data.

명에 같은 종류의 정보들은 같은 extension명을 사용하도록 하였다. 분류된 정보들을 이용하여 정보 분류체계를 구축하게 된다. 이때 정보를 효율적으로 검색하기 위한 색인항목들도 같이 정의하도록 하였다. 마지막으로 정보들을 등록하거나 검색할 수 있도록 하였다. 정보의 등록은 시스템을 관리할 수 권한이 부여되어 있는 관리자만 가능하게 하였으며, 정보 검색은 모든 사용자가 사용할 수 있도록 하였다. 이렇게 정보의 등록 및 검색권한을 분리한 것은 정보의 손실 및 입력상의 오류를 막기 위해서 이다. 검색된 정보의 가시화는 상용화된 제품인 'UniView' 시스템을 이용하여 가시화 하도록 하였다. 이 시스템은 인터넷 환경에서 기술문서 관리 서버에 접속하여 생성된 설계정보(기술자료)들을 저장하고, 설계시 필요한 정보를 검색하거나 다운로드 받을 수 있다.

Fig. 10은 구현된 정보교환 공유 시스템의 문서 분류체계 및 검색된 동영상 자료를 보여주고 있고, Fig. 11은 검색된 도면 정보를 Uniview를 이용하여 가시화시켜 주는 예이다.

5. 결론 및 향후계획

이상에서 기술한 바와 같이 본 연구에서는 선박의 CAD 모델을 중심으로 한 인터넷 기반의 원격협동 선박설계 시스템을 개발하였다. 특히, 인터넷기반의 동시공학 체계의 유용성 등을 실제 설계업무 프로세스에 적용을 통해서 얻을 수 있었다. 특히, 에이전트 기술을 기반으로 한 지식정보 공유체계를 구축하고 선박의 주요치수 결정 및 기본계획 단계에서 이를 적용하여 협동설계 환경을 구축하였다. 또한 ASP 개념을 이용한 원격 계산 및 설계지원은 중소형 조선소 및 설계 사무소뿐만 아니라 일반 작업에까지 확장하여 매우 유용하게 사용할 수 있게 되었으며, STEP을 이용한 설계승인 체계 확립, CAD 모델을 중심으로 한 시뮬레이션 기반 설계검토 회의, EDM을 통한 정보 교환/공유 체계의 확립 등은 본 연구를 통해 구현된 협동설계 시스템의 핵심 기술로서 이러한 기술이 변화하는 조선산업의 선박설계에 매우 유용하게 적용될 것으로 판단된다.

향후에는 개발된 시스템의 미비점을 계속적으로 보완할 예정이며, 이 기술들을 현장에 적용하여 실용화를 위한 노력이 지속적으로 이루어질 것이다.

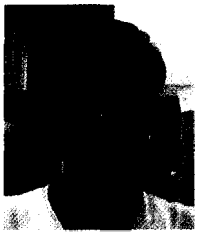
후 기

본 연구는 산업자원부의 공업기반사업으로 수행한 "차세대조선생산시스템(CIM) 통합기술 개발에 관한 연구"의 연구결과 중의 일부이다.

참고문헌

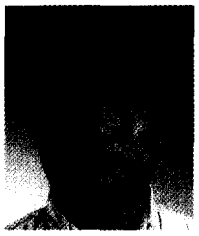
1. Schaffran, R. W. and Dallas, A., "MARITECH Advanced Information Technology Projects for the U.S. Shipbuilding Industry," *Proc. International Conference on a Computer Applications in Shipbuilding (ICCAS'97)*, Yokohama, Vol. 1, pp. 11-30, October 13-17, 1997.
2. Billingsley, D. W., *et al.*, "Revolution at NAVSEA-Managing Design and Engineering Information," *Proc. SNAME/ASE Naval Ship Design Symposium*, 1992.
3. 김효철 외, "동시공학 개념의 선박설계 및 생산 과정에의 적용을 위한 조사 연구," 대한조선학회 연구보고서, 1994.
4. 이경호 외, "원격협동설계 시스템 구축을 위한 에이전트 접근 및 사례기반 의사충돌 해결," 정보기술응

용연구, 창간호, pp. 99-127, 1999.
5. 이경호 외, "에이전트 기반 협동설계 시스템에서의 사례기반 충돌 해결," 한국지능정보시스템학회 논문집, 제5권, 제1호, pp. 65-80, 1999.
6. 송동호, "CSCW 기능 확장을 위한 검색형 미들웨어와의 통합," 정보과학회지, 제16권, 제7호, 1998.
7. 이재호, "협력작업을 위한 에이전트 기반 소프트웨어," 정보과학회지, 제16권, 제7호, 1998.
8. Genesereth, M. R. and Ketchpel, S. P., "Software Agents," *Communication of the ACM*, Vol. 37, No. 7, 1994.
9. 이규열 외, "ABS(Agent Based System) 기반의 시스템 통합기법 개발," 서울대학교 해양시스템 공학연구소 보고서, 1997.
10. 최영상 외, "웹을 이용한 실시간 3차원 공동작업 부품정보중개시스템 개발," 한국 CAD/CAM학회 논문집, 제4권, 제2호, pp. 87-99, 1999.
11. 안상준 외, "WWW을 이용한 에이전트 기반 공동 설계 환경 개발," 한국 CAD/CAM학회 논문집, 제3권, 제1호, pp. 31-39, 1998.
12. 김동현 외, "ACL과 CORBA를 이용한 선박 초기설계 에이전트 시스템에 관한 연구," 한국 CAD/CAM학회 논문집, 제4권, 제4호, pp. 360-370, 1999.



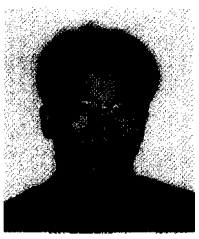
이 경 호

1988년 서울대학교 조선해양공학과 학사
1990년 서울대학교 조선해양공학과 석사
1998년 서울대학교 조선해양공학과 박사
1990년~현재 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 선임연구원
관심분야: Intelligent CAD, 동시공학, AI in Design, Agent System



이 순 섭

1989년 부산대학교 조선공학과 학사
1991년 부산대학교 조선공학과 석사
1991년~현재 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 선임연구원
관심분야: CAD, 전산설계, 형상모델링, Simulation Based Design, 동시공학



이 종 갑

1977년 부산대학교 조선공학과 학사
1993년 충남대학교 산업대학원 산업공학과 석사
2000년 충남대학교 선박해양공학과 박사
1979년~1989년 대우조선 기술전산실
1989년~현재 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 책임연구원
관심분야: Product Modeling, STEP, Simulation Based Design