

**유지보수체계 시스템 구축을 위한 도면 및 3차원
형상관리프로그램개발에 관한 연구**
**A Study on the 2D and 3D configuration management for
Maintenance CALS system**

이호용*	박기준**	안태기***	한석윤****	서명원*****
H. Y. Lee	K. J. Park	T. K Ahn	S. K Yoon	M. W Suh

ABSTRACT

The maintenance CALS system for car of urban transit is a part of standardization and development of urban transit system, and We have been performed the establishment of maintenance CALS system from 2001 to 2005. These 2D and 3D configuration management system are utilized in a variety of CALS system for user`s convenience and safety in maintenance. In this paper, the 2D and 3D configuration system will be discussed for necessity and possibility. This system include RAMS(reliability, availability, maintainability and safety) of the vehicles shall be enhanced in the future.

1. 서 론

도시철도 유지보수 정보시스템 구축은 차량정비 유지체계시스템에 관한 것으로 차량설계 변경 및 이력관리를 위한 도면시스템 구축과 차량조립의 각 부품별 관리를 위한 계층구조관리 시스템을 구축하는 것이며, 또한 차량 유지보수를 위한 전자정비 매뉴얼 구축과 부품 설계변경 및 이력 정보 관리를 위한 문서관리 시스템 등을 구축하는 것이다.[1]

본 연구에서 형상정보시스템은 도면관리, 전자정비매뉴얼, 유지보수시스템 등에 3차원 정보를 연계하며, 이 시스템은 유지보수시 정비하는데 걸리는 시간을 단축시키고 3차원 형상정보로부터 부품 이력, 기술자료, 도면 등에 대한 자료 조회가 가능한 시스템이다. 3차원형상 정보화는 형상관리업무의 효율성을 제고하고자 현재 보유하고 있는 도면데이터를 웹브라우저에서 접근하여 차량 부품을 3차원 형상으로 제공하며, 구성부품의 작동원리 및 부품의 조립과정에 대한 정보를 검수자에게 제공하므로써 유지보수시에 발생될 수 있는 문제점을 미연에 방지할 수가 있으며, 또한 검수자가 제고 부품청구시 정확하게 청구될 수 있도록 한다. 이러한 시스템은 전자정비매뉴얼, 전자카탈로그 등의 타 시스템간 형상자료를 공유할 수 있도록 시스템 체계를 구축하고 형상자료를 표준화하여 형상데이터를 BOM(Bill Of Material)과 연계된 CAD 및 기술자료간의 인터페이스를 개발하

* 한국철도기술연구원, 표준화연구팀, hylee@krri.re.kr
** 한국철도기술연구원, 표준화연구팀, kjpark @krri.re.kr
*** 한국철도기술연구원, 표준화연구팀, tkahn@krri.re.kr
**** 성균관대학교, 기계공학부

여 호환성 있는 자료를 공유할 수 있도록 시스템을 구성한다. 설계 및 제조에서 넘어오는 CAD 데이터를 정비시에 활용하고 정비시 발생하는 문제점을 feedback하여 제조과정중에 설계 검토가 이루어져야 하므로, CAD모델을 확정하고 디자인을 최종결정하며 설계변경을 위해서는 디자이너와 설계 엔지니어, 협력업체, 도시철도 등이 제품모델의 검증과 수정을 거듭하며 제품의 개발을 진행하게 된다. 이러한 제품 개발과정은 개발자, 도시철도 사이의 긴밀한 협력을 필요로 하지만 개발자들이 공간상으로 분산된 환경에 있고, 사용하는 CAD 환경이 서로 다른 경우에는 많은 경비, 시간 및 노력이 필요하다. 이를 극복하기 위해서는 Global 환경 하에서 여러 종류의 서로 다른 CAD 모델을 공유할 수 있는 변환기와 설계데이터를 검증하기 위한 뷰잉 및 디지털 목업 시스템과 협업 시스템이 필요하다. 그러나 현재 국내에 시판되고 있는 뷰잉 및 협업시스템은 거의 외산 시스템이 대부분이고 그 기능이 미약하다. 이를 해결하기 위하여 국내 순수기술로 도시철도 현업에서 요구하는 기능을 모두 반영하여 CAD뷰잉 및 협업 시스템을 개발 적용하였다. 웹브라우저 상에서 3차원 이미지, 입체 영상들이 실시간으로 유저들의 마우스 움직임에 의해 보여지는 것을 말한다. 또한 현실의 물적 조건에 구애받지 않고 상상의 세계를 현실과 같이 만들어 내는 인위적으로 창조된 세계에 몰입됨으로써 자신이 바로 그곳에 있는 것처럼 느낄 수 있는 Cyber Space의 세계를 의미하는 개념이다. 즉 실제와 유사하게 만들어진 컴퓨터의 모델속으로 들어가 그 속에 정의된 세계를 경험하고 대화식으로 정보를 주고 받을 수 있는 새로운 세계인 것이다. 현재 구현되고 있는 인터넷 가상현실(Web 3D) 기술은 하드웨어와 네트워크 그리고 Real time streaming 기술 등의 인터넷기술의 발전으로 더욱 빠르고 다이내믹한 VR Worlds를 실현하고 있다. 인터넷 가상현실은 건축물 혹은 구조물을 3차원 시뮬레이션을 통하여 실제 User가 체험하기 어려운 구조물을 그대로 묘사하여 PC상에서 마치 실제로 그곳을 지나다니는 것과 같은 착각을 느끼게 하는 현실감을 제공하며 고객이 매장에 나가 직접 물건을 살펴볼 수 없어도 인터넷 상에서 그 제품의 외형이나 구조를 입체적으로 살펴볼 수 있으며 군사, 관광, 교육, 광고, 전자상거래등 Web 3D의 응용 분야는 실로 광범위하다.[2]

현재 보유한 기술자료에 대한 DB(CAD, CATIA, 도면 등)를 VRML 데이터로 전환해서 장치별과 부품에 대한 3차원 형상을 이용하여 웹에서 사용자가 작동원리, 시스템 구성도에 대한 정보를 제공하고, 타 시스템간 인터페이스가 되도록 설계한다. 또한 장치별 또는 부품별에 대한 도면 정보와 링크하여 3차원 형상모델에서 규격과 재료 등을 직접 확인할 수 있도록 DB와 연계한다. 이를 위해 'Touch & Tell' 기법을 개발하여 사용자가 간단히 마우스의 클릭만으로 DB에 접근하여 데이터를 입력과 출력하도록 한다. 이러한 DB의 체계화로 검사의 신속성 및 치밀성을 확보하고 교육자료로 활용할 수가 있다.

데이터 입력과 시스템을 관리하는 형상관리 응용소프트웨어 및 웹서버 구축한다. 전동차 모듈화별로 형상정보를 제공하고 조립도, 확대, 축소, 이동, 회전 및 투시도 등으로 형상 부분을 재현할 수 있도록 한다.

- 1) 2D 전동차 도면확보
- 2) 3D 형상정보화, 사진 및 동영상 모델 설정
- 2) 소프트웨어(3D MAX, LightWave 3D, MAYA 등)를 이용한 3D 디지털 모델구축
- 3) VRML 형식 3D 데이터 구축 및 VRML 기반 'Touch & Tell' 기법 개발
- 4) 각종 DB Interface Module 개발
- 5) 전체 ASS'Y를 LOD(Level of Detail)으로 3차원 모델링

분산된 작업자간의 협업시 필요한 기능은 설계데이터를 공유하여 CAD 도면 내의 임의 위치의 치수를 확인할 수 있고, 여러 사용자 사이의 의견 교환을 할 수 있는 마크업 기능을 제공하고 마

크업 결과 및 치수 검증결과를 공유 할 수 있어야 한다. 또한 설계검증을 위해서는 CAD모델의 가시화가 필요하다. 이를 위해 Visual C++로 개발한 프로그램과 ActiveX에 OpenGL 그래픽 라이브러리를 사용하여 CAD 데이터를 가시화하여 웹상(Activex) 및 뷰잉프로그램에서 설계검증 및 협업이 가능하도록 구현한다. 개발된 시스템의 전체 구조는 Fig. 1과 같이 웹기반의 클라이언트-서버 구조로 클라이언트는 웹 브라우저를 이용하여 작동하며, 클라이언트의 ActiveX는 CAD 뷰잉과 검증 및 협업을 위한 사용자 인터페이스를 제공한다. 클라이언트의 뷰잉 시스템의 시작은 사용자가 서버의 웹 페이지에 접근하는 순간 다운로드 되어 실행된다. 뷰잉시스템은 타시스템과 달리 커널을 자체 개발하여 다른 라이브러리가 필요하지 않으므로 ActiveX 자체 크기가 1메가 정도이다. 작은 크기로 인하여 본 시스템의 처음 접속하는 사용자도 기다리는 시간 없이 CAD 뷰잉과 디자인, 치수검증 및 협업을 수행 할 수 있다. 본 시스템은 http 프로토콜을 통해 최소화된 CAD형상 파일인 UtmostView고유 파일(DVF)을 공유하여 다자간 협업을 가능케 한다.

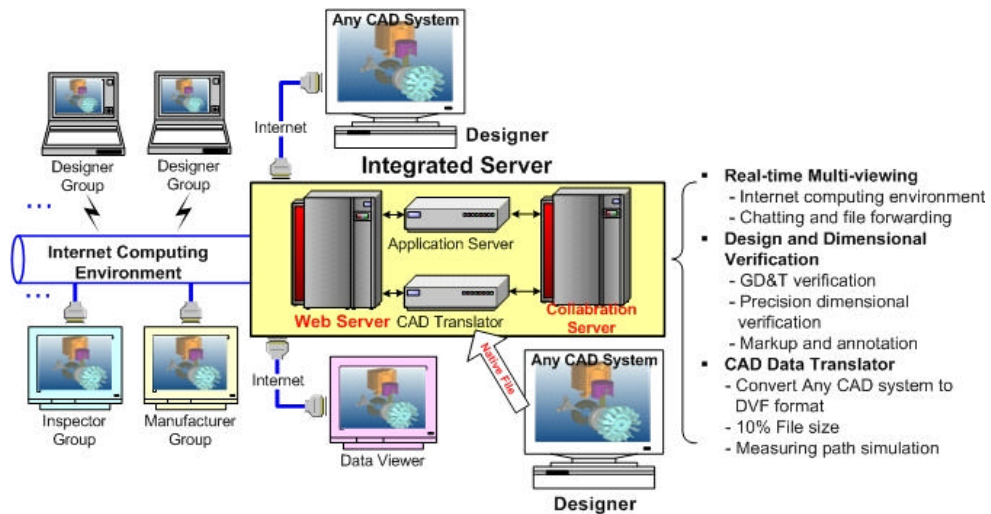


Fig. 1 개발 프로그램의 전체구조

도면데이터, 전자정비 매뉴얼, 3차원 형상정보 데이터, 차량정보 데이터, 부품관리데이터, 전자카탈로그 데이터 등의 모든 DB를 관리하는 DB 서버에서 3차원 형상정보관리시스템이 이들 정보를 활용하고 이 시스템은 새로 발생하는 형상정보 데이터를 관리하고 웹상에서 사용자가 불편함이 발생하지 않도록 형상데이터 엔진을 제공한다. 또한, 자재 및 검수 사항 등의 정보를 제공하며, 타 시스템간 정보를 공유하고 관리한다. 일반 클라이언트는 3차원 형상정보화로부터 부품 조립방법, 자재신청 및 검수사항 조회, 교육자료로 활용할 수 있다. 3차원 형상정보는 전자카탈로그 등 타 시스템에 정보를 제공한다.

2. 본 론

2.1 형상정보 활용 및 역할(체계도)

운영처, 차량제작사 및 부품제작사는 형상정보가 체계적으로 이루어 질 수 있도록 운영처는 형상정보에 대한 관리번호를 부여하고 이 관리번호는 전자카탈로그, EDI/EC, 정비매뉴얼 등에 일괄적을 처리 할 수 있도록 한다. 또한 검수자의 접근 권한 부여와 재고관리를 한다. 부품 및 차량 제작사는 표준화된 도면데이터, 기술자료 및 시험데이터 등을 제공하여 DB에서 원활히 수행될 수 있도록 한다.

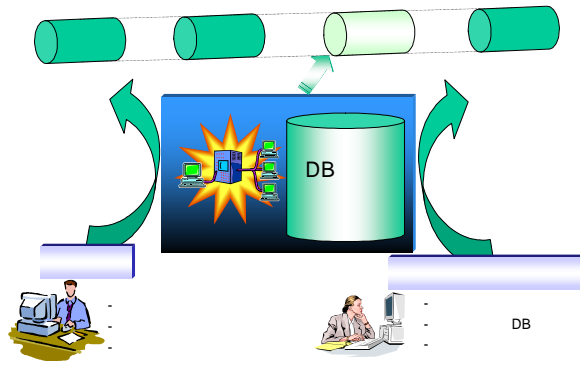


Fig 2. 형상관리 활용 및 역할

유지보수지원시스템은 작업자가 유지보수업무 수행 중 요구되는 기술 데이터, 자재이력, 장비, 이력 등을 검색하고 그 결과를 보여주는 데 필요한 시스템이다. 여기서 도면 및 형상정보는 표준분류체계로 분류하여 유지보수시스템 DB에서 관리하고 유지하며 사용자들이 쉽게 접근할 수 있는 시스템을 구성하는 것이다. 기술자료에 대한 신속한 검색, 조회, Viewing 및 다양한 확대, 축소 기능을 제공하여 정보의 내용을 쉽게 인지할 수 있도록 하며, 기술자료 상호간의 연계 및 자재신청 시스템과의 연계기능을 제공하여 편리한 작업자 중심의 사용환경을 제공한다.

2.2 유지보수작업시스템에서 도면 및 형상정보

유지보수작업시스템은 검수자가 자동차 검수작업을 효율적으로 수행하기 위해 지원하는 정보시스템이다. 이를 위해서는 무선 PDA를 통하여 검수지시 및 실적 집계 등이 신속하고 정확하게 이루어지도록 구성되어지도록 하며, 2D 및 3D 형상정보에서 부품을 선택하면 자동적으로 BOM구조를 검색하여 실시간으로 필요로 하는 기술자료, 검수/고장/부품사용이력 조회 및 자재신청시스템으로 연계하여 작동한다.

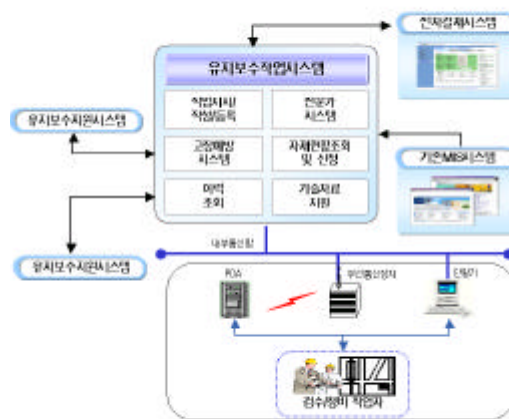


Fig 3. 유지보수작업시스템 개념도

2.3 유지보수관리시스템에서 도면 및 형상정보

유지보수관리시스템은 부품, 인력, 장비 등 주요 자원에 대한 체계적인 관리를 통해 사용자들의

정보접근을 용이하게 하고 각종 계획수립의 기초자료로 활용한다. 검수 계획의 수립 및 검수과정에 발생하는 각종 결과처리를 즉시성 있게 함으로써 유지보수관리의 효율을 극대화하는 것을 목표로 한다. 도면 및 형상정보시스템은 검수/정비에 필요한 도면, 이미지, 정비메뉴얼, 3D형상정보 등의 기술자료를 표준화 및 데이터베이스화하여 용이한 입력, 수정, 검색작업을 통해 최신의 기술자료를 유지하고 사용자가 빠른 시간 내에 정확한 정보를 확보하도록 구축한다. 이 시스템은 각 기술자료정보 상호간 연계성을 갖고 구축하여 상호 변경사항을 반영하고 사용자에게 통합적인 정보를 제공한다.

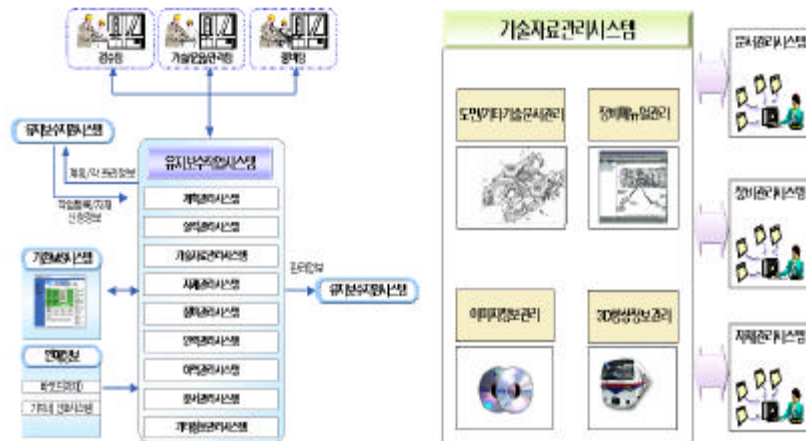


Fig 4. 유지보수지원시스템 개념도

2.4 3차원 형상정보시스템 화면 구성

아래 그림에서와 같이 센터피봇 조립도를 나타낸 것이며 센터피봇의 조립과정과 부품별 자재를 검색하고 조립도에서 각 부품을 따로 볼 수가 있다.

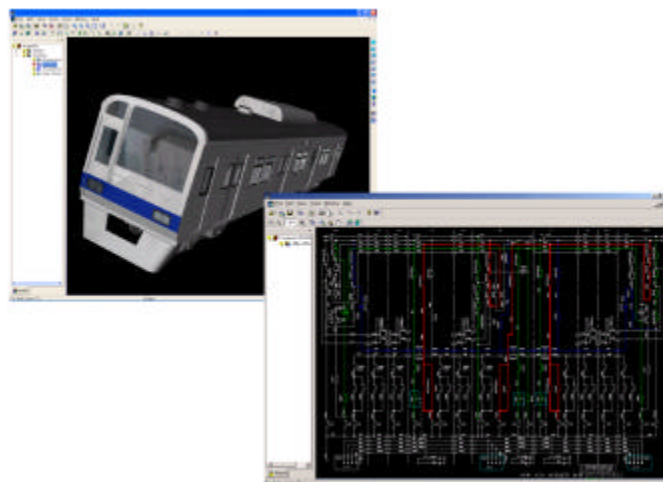


Fig 5. 시스템화면 구성(안)

2.5 유지보수 작업자의 요구사항 반영

업무별 요구사항으로는 검색관리, 3차원 형상관리/백업/뷰잉이 주된 요구사항이었다.

기능별 요구사항으로는 도면을 볼 수 있는 뷰어로서의 역할이 요구사항이었다.

1) 정비담당 현업의 요구기능

① 주기능 : 분해/조립 Viewing

② 정비업무의 특성상 필요한 기능으로는 View를 하는 것으로 판단된다. 정비업무는 생산된 제품에 대한 설계변경을 요구할 수는 있으나 직접적으로 원형데이터를 MODIFY하는 수요는 없는 것으로 판단된다. 단, 전체적인 업무처리상 설계변경이 요구되는 경우는 해당사용자 그룹만 특별히 MODIFY할 수 있는 권한과 프로그램을 제공하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2) 정비매뉴얼 제작자 요구기능

① 주기능 : Mockup으로 분해도 생성

② 정비매뉴얼을 만드는 부서에서는 분해도를 이용하여 형상 정보를 part별로 기록하고 해당되는 매뉴얼 부분을 연결하여야 하므로, Mockup의 기능을 사용하여 조립도를 분해하여 작업이 가능하다.

3) 설계자 요구기능

① 주기능 : CAD modeler로 설계 변경(형상정보 변경)

② 설계업체에서 필요한 기능은 설계와 설계변경이다. 기타 부서에서 설계변경이 필요한 경우 설계업체나 설계부서에 요청하여야 하는 것이 일반적인 프로세스로 판단된다.

2.6 개발기능

1) Real-Time Collaboration

넷미팅과 같은 협업툴은 이미지전송 방식으로 서로 화면을 공유하여 화면 내용을 모두 이미지로 전송하기 때문에 속도가 느려지는 단점이 있다. 또한 기존의 직접 컴퓨터와 컴퓨터간의 접속방식은 보안에 약점이 있었으나 클라이언트 서버방식으로 서버에 접속하여 사용자를 관리 할 수 있으며 암호화 기법을 사용하여 데이터를 전송하므로 보안 문제를 해결하였다.

2) DVF, DVL 저장

DVF(Drawing View Format)은 CAD데이터를 최소화하여 원본 대비 1/10미만의 크기와 데이터 구조의 최적화로 초고속의 읽기 속도를 지원한다. 다양한 CAD데이터를 DVF 포맷으로의 변환을 PDM과 연계하여 자동 변환이 가능하다. 또한 UtmostView에서 생성된 치수검증, 마크업 데이터, 어셈블리 정보 등을 CAD 형상정보와 함께 저장하여 자신의 작업내용을 타인에게 전달 할 수 있다. DVL(Drawing View Log)은 CAD 형상정보는 포함하지 않고 CAD파일 정보만을 포함하며 UtmostView에서 생성된 치수검증, 마크업 데이터, 어셈블리 정보를 CAD파일과 함께 전달할 경우 사용되며 CAD데이터의 설계변경시에도 사용가능하다.

3) Translator

CATIA 3D파일을 IGES, VRML등으로 변환을 지원하며 CATIA 2D를 DXF변환 기능을 지원한다. 개발된 변환기는 트림 곡면등의 기하형상을 잘 반영하도록 설계되었으며 CATIA보다 빠른 변환속도를 자랑한다.

4) Dynamic Cross-Sectioning

단면도를 실시간으로 조정하여 생성할 수 있다. 각 기하 엔티티에 수직인 단면생성과 사용자가 직접 단면의 중심 위치를 입력하여 생성하는 것도 가능하다. 또한 생성된 단면도의 치수를 측정할 수 있으며 DXF파일로 저장하는 기능을 제공하여 3D 도면의 2D 도면화가 가능하다.

5) 2D/3D Markup

2D/3D 상에 문제점이나 참조사항을 기입하거나 원, 선, 자유선, 하이퍼링크 등의 삽입이 가능하

다. 또한 특정 Viewport에서만 표기된 내용이 나타나게하여 마크업으로 CAD 형상이 가려지는 경우를 예방하고 특정 위치에 대한 마크업이 가능하다.

6) Measurements

점 좌표, 길이, 반경, 각도, 면적, 무게 중심, 체적등의 치수를 스냅 기능과 기하형상 자동 인식 기능을 이용하여 편리하고 정확하게 측정 할 수 있고, 기입한 치수를 Workspace를 이용하여 체계적인 관리가 가능하다.

7) Digital Mock-Up

각 부품의 솔리드 데이터를 불러들여 화면상에서 분해 조립이 가능하여 마우스 조작만으로도 쉽게 분해도를 생성하여 사용 할 수 있다. 또한 정확한 값을 입력한 분해 조립을 지원하여 3차원 화면상에서 쉽게 디지털 목업을 수행 할 수 있다.

8) 2D Viewing

다양한 3D 지원뿐 아니라 강력한 2D 뷰잉을 지원한다. 또한 1:1 스케일 출력기능 사용자 정의 크기출력과 원하는 부분만 출력, 플로터 지원 또한 제공한다. 2D 출력기능은 그래픽 형식을 프린터에 보내는 방식이 아닌 프린터 장치 드라이버에 직접 드로잉하는 방식을 채용하여 선명하고 빠른 인쇄속도를 자랑한다. 또한 PDM서버와 연동되는 워터마크 기능을 내장하여 워터마크를 관리자 가 제어할 수 있도록 지원한다.

9) Documentation

도면의 원하는 부분을 클립보드로 복사하여 각종 문서에 이미지와 벡터 데이터의 두 가지 형식으로 활용 할 수 있고 BMP, JPG, EPS의 저장을 지원하므로 2D/3D 도면 데이터를 다양하게 활용 할 수 있다.

3. 결 언

- 도면관리, 전자정비메뉴얼, 유지보수시스템 등의 접근에 효율적이고 접근이 빠르고 정확한 조회가 가능하며, 검수자가 제고 부품청구시 정확성을 기할 수 있다
- 3차원 형상정보화를 통하여 현재 보유하고 있는 도면데이터를 웹브라우저에서 접근 및 구성 부품의 자재 조회 가능하다.
- 구성부품의 작동원리 및 부품의 조립과정에 대한 정보를 검수자에게 제공함으로써 유지보수시에 발생될 수 있는 문제점을 미연에 방지한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이호용, 박기준, 안태기, 김원경, 이관섭, “도시철도차량 정비유지체계 정보화시스템 구축에 관한 연구(1)”, 전기학회 춘계학술대회 논문집, 2001.4.19
- [2] 이봉재, 송재주, 서명원, 박대유, 조기용, “가상원전 ISI DB 운영시스템 개발에 관한 연구”, 전기학회 추계학술대회 논문집, 2001.10.26