

## 중소기업을 위한 제품정보관리 시스템과 웹기반 CAE 지원 시스템의 연동

방제성\*, 이재경\*, 한승호\*, 박성환\*, 이태희\*\*

### Connection of PDM System and Web-Based CAE Supporting System for Small and Medium Enterprises

Je-Sung Bang\*, Jai-Kyung Lee\*, Seung-Ho Han\*, Seong-Whan Park\*, Tae-Hee Lee\*\*

#### ABSTRACT

A web-based Computer-Aided Engineering (CAE) supporting system is connected with a Product Data Management (PDM) system for Small and Medium Enterprises (SMEs) suffering from the lack of building hardware, software and related experts. An analysis of current business models and worksite requirements provides an improved process model and data to be shared between the PDM system and the CAE supporting system. Since all engineering tasks such as geometric modeling, mesh generation, static stress and modal analysis, and fatigue durability analysis are automated in the CAE supporting system, the user in charge of the CAE have only to configure the concerned values of design variables and result data through the web page. The existing Change Management module of the PDM system is modified for seamless data exchange, i.e. sending the Engineering Change Order (ECO) data to the CAE supporting system and receiving the CAE result data back. The bi-directional data transfers between the PDM system and the CAE supporting system is made possible by adaptors based on the Simple Object Access Protocol (SOAP). The current approach will be very helpful for SMEs that only have the PDM system and have no adequate infrastructure for CAE.

**Key words :** PDM/CAE integration, SME, data exchange, CAE automation, Engineering Change Order, SOAP

#### 1. 서 론

컴퓨터 하드웨어, 정보기술 및 관련 엔지니어링 기술의 발달과 함께 점점 더 많은 기업들이 제품정보관리(product data management), 협업적제품거래(collaborative product commerce), 그리고 이를 아우르는 제품수명주기관리(product lifecycle management) 시스템을 구축하고 있다. 이러한 시스템들의 도움으로 협업적 제품개발과 지역적으로 떨어진 기업들 간에 설계정보를 공유함으로써 설계변경을 획기적으로 줄이면서 초기 개념설계 단계에서도 결함을 교정하는

것이 가능하게 되었다.

기업들이 이러한 환경을 구축하는 데는 초기에 많은 투자가 요구되나, 전체 제품수명주기 관점에서 많은 시간과 비용 절감 효과를 얻을 수 있다.

또한 제품의 모부가치화 및 개발에 소요되는 시간과 비용을 단축하기 위하여 다양한 CAD/CAE 프로그램들이 적용되고 있으며, 이들 간의 통합 및 자동화를 위하여 ModelCenter<sup>[1]</sup>, iSIGIT<sup>[2]</sup>, VisualDoc<sup>[3]</sup> 등이 쓰이고 있다. 심지어는 CAD, CAE 및 최적설계 등 일부 또는 모든 기능을 하나의 사용자 환경에서 제공하는 CATIA V5<sup>[4]</sup>, ANSYS Workbench<sup>[5]</sup> 등과 같은 프로그램들이 출시되고 있다. 이러한 상용 프로그램들을 이용하여 다양한 제품군(product family)과 설계 변경에 대처하기 위해서는 파라메트릭 형상 모델링과 이에 맞게 CAE 작업을 수행할 수 있는 해석 모델 그리고 통합 및 자동화를 위한 프로세스 및 데이터에 대

\*한국기계연구원 시스템엔지니어링연구본부  
\*\*라운엑스솔루션즈

- 논문투고일: 2008. 03. 04

- 논문수정일: 2008. 11. 03

- 심사완료일: 2008. 11. 03

한 분석이 이루어져야 한다.

제품 개발환경 측면에서 보면 부품의 모듈화 및 주문자 상표부착생산(Original Equipment Manufacturer) 방식이 점차 확대되어감에 따라 대기업과의 효율적인 협업을 위하여 이러한 효과가 중소기업에까지 확대되어야 하는 상황이다. 게다가 점점 더 많은 중소기업들이 외국기업들과 협업을 수행할 기회를 가지고 있다. 하지만 대부분의 한국 중소기업들은 이러한 환경을 구축하는데 필요한 비용과 관련 전문인력 확보에 어려움을 겪고 있다.

본 연구에서는 단지 PDM 시스템을 가지고 있는 중소기업에게 대기업과 원활한 협업을 수행할 수 있도록 CAE 업무를 지원하고 이를 통해 생성된 데이터를 PDM시스템과 연동시키고자 한다. 이러한 환경을 제공하기 위하여 멀티 에이전트 기반 엔지니어링 프레임워크<sup>[6-8]</sup>를 기반으로 웹 기반 CAE 지원 시스템을 구현하였고, SOAP(Simple Object Access Protocol) 기반 어댑터(adaptor)를 통해 테스트 PDM 시스템과 연동하였다.

CAD와 CAE간 통합<sup>[9-12]</sup> 또는 PDM과 CAE를 통합하고자 하는 많은 연구<sup>[13-19]</sup>가 있었다. 대부분의 경우에는 두 개의 시스템이 같은 기업이나 연구소에 위치하는 경우가 많았으며, STEP AP209와 같은 중립 파일을 표준화 방안으로 사용하였다. 하지만 이것은 많은 시간이 소요되는 작업이며, 실용적인 관점에서 보더라도 모든 CAE관련 데이터를 중립 파일 형태로 변환하여 중소기업들이 가지고 있는 각각의 PDM 시스템에 적용한다는 것은 거의 불가능한 일이다. 따라서, 본 연구에서는 어댑터를 통해 CAE 작업을 위한 데이터를 PDM 시스템으로부터 받고, CAE 지원 시스템에서 생성한 결과 데이터 역시 어댑터를 통해 다시 PDM 시스템으로 보내는 방식으로 구현하였다.

### 2. 연동을 통한 향상된 업무 프로세스

현재의 여러 개발 업무 프로세스 단계 중에 Proto 설계검증 단계와 시정조치 단계를 Fig. 1에 나타내었다. Proto 설계검증 단계는 제품개발 초기에 설계 안에 대해 검증하는 단계이며, 시정조치 단계는 제품개발이 끝났지만 결함이 발생하여 이를 개선하기 위한 단계이다. 기존에는 하나의 기업 내부에서조차 PDM 시스템과 CAE 시스템이 분리되어 있었기 때문에 CAE 결과가 수동으로 PDM 시스템에 반영되어야 했다.

너구나 중소기업 내에 CAE 업무를 위한 전문인력이나 인프라가 구축되어 있지 않은 경우에는 외부 전문

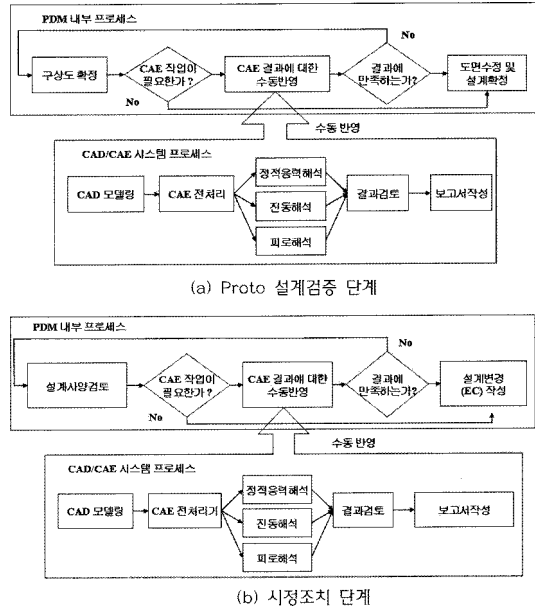


Fig. 1. 기존의 업무 프로세스 모델

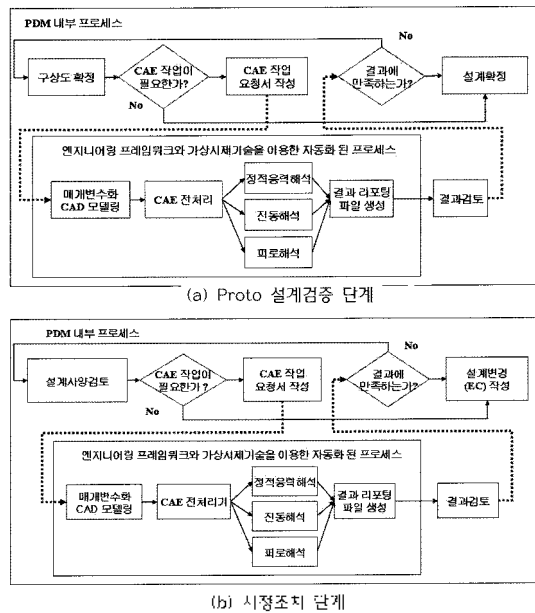


Fig. 2. 연동을 통한 향상된 업무 프로세스 모델

분용업체에 의뢰하는 경우가 대부분이었다. 따라서 데이터에 대한 버전관리가 이루어지지 않았으며, 데이터의 누수가 자주 발생하였다.

현재의 업무 프로세스를 분석한 뒤, Fig. 2와 같이 PDM 시스템과 CAE 시스템을 연동하는 향상된 업무 프로세스를 도출함으로써 위와 같은 현재의 문제점을 개선하였다.

### 3. PDM 시스템과 CAE 지원 시스템 간의 전송 데이터

CAE 지원 시스템에서 CAE 작업이 자동으로 수행 되기 위해서는 필요한 데이터를 PDM 시스템으로부터 전송 받아야 하며, 설계변경이 이루어지기 위해서는 CAE 작업 결과가 다시 PDM 시스템으로 전송되어야 한다. 본 연구에서는 ECO(Engineering Change Order) 정보, 관련 파트 및 도면정보, 설계변경 전 CATIA 도면이 PDM 시스템에서 CAE 지원 시스템으로 전송된다. 자동적으로 CAE 작업이 수행된 후 CAE 작업 담당자는 검토의견을 입력하러, CAE 지원 시스템에서 자동으로 생성된 해석결과보고서 파일, 변경 후 CATIA 파일이 다시 PDM 시스템으로 전송된다. PDM 시스템과 CAE 지원 시스템 간에 전송되어야 하는 자세한 데이터는 Table 1에 설명되어 있다.

**Table 1.** PDM 시스템과 CAE 지원 시스템 간에 전송되어야 하는 데이터

(a) PDM 시스템에서 CAE 지원 시스템으로 전송 시

분류	세부항목	데이터
스키마 기반 데이터	ECO	ECO 번호, ECO 제목, 대표 파트 번호, 대표 파트 이름, ECO 구분, ECO 등록자, ECO 등록일, ECO 사유, ECO 종류, ECO가 금형을 변경시키는지의 여부, ECO 요청 부서, ECO 내용, ECO 등록자의 역할
	파트	Part 번호, Part 버전, Part 분류 코드, Part 이름, Part 종류, 차종, Part 중량, 자재 중량, 재료, 열처리, 표면처리, 표준 (ISO, ANSI 등)
	도면	도면 번호, 도면 버전, 원래의 파일 명, 도면 등록자 (owner), 도면 크기 (A1, A2, A4 등), 도면 Scale (1:1 등), 3D 도면(model)의 여부, 2D 도면의 여부
파일		설계변경 전 CATIA 파일

(b) CAE 지원 시스템에서 PDM 시스템으로 전송 시

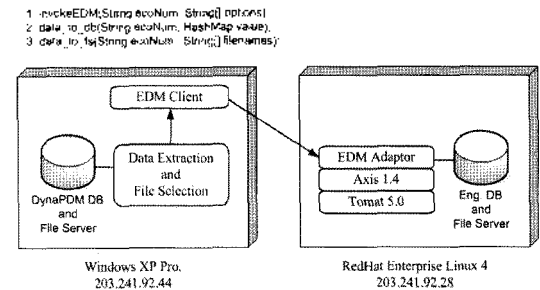
분류	데이터
스키마 기반 데이터	ECO 번호, CAE 결과에 대한 검토의견
파일	CAE 지원 시스템에 의해 변경된 CATIA 파일, 해석결과보고서 파일

### 4. SOAP 기반 어댑터

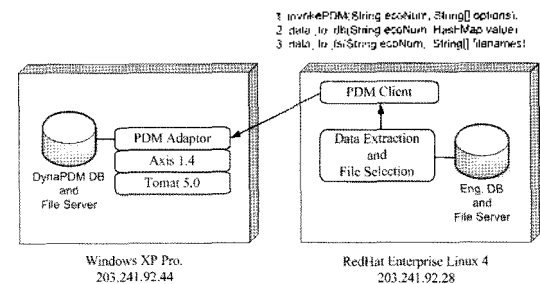
Table 1과 같이 PDM 시스템과 CAE 지원 시스템 간의 데이터 전송을 위해 별도의 EAI(Enterprise Application Integration)시커를 두지 않고 두 시스템을 직접 연결하기 위하여 SOAP기반으로 어댑터를 구현하였다. 웹 서비스 기반 환경을 제공하기 때문에 두 개의 시스템이 원거리에 있거나 운영체제가 다른 경우에도 제한 없이 사용할 수 있다. 따라서 향후 다른 기업의 PDM 시스템이 CAE 지원 시스템과 연동 하더라도 어댑터의 수정을 최소화 할 수 있다. SOAP API를 이용하기 위하여 AXIS 1.4가 PDM 시스템과 CAE 지원 시스템에 각각 설치되었다.

양방향 데이터 전송을 위한 구조 및 전송 과정이 Fig. 3에 나타나 있다. PDM 시스템에서 CAE 지원 시스템으로 데이터가 전송되는 과정은 다음과 같다. 먼저, 설계변경 담당자에 의해 PDM의 스키마 기반 데이터와 해석에 필요한 파일이 추출된다. 두 번째로, PDM 시스템에 있는 EDM client가 이들 데이터를 저장한 뒤, CAE 지원 시스템에 있는 EDM adaptor의 저장함수를 호출(involve) 한다. CAE 지원 시스템에서 CAE 작업이 수행된 뒤에 다시 PDM으로 데이터가 전송될 때는 반대의 프로세스로 진행된다.

PDM 시스템에서 CAE 지원 시스템으로 데이터를



(a) PDM 시스템에서 CAE 지원 시스템으로 전송 시



(b) CAE 지원 시스템에서 PDM 시스템으로 전송 시

**Fig. 3.** SOAP 기반 어댑터의 구조 및 전송 과정

전송하기 위하여 data\_to\_db( ) 메소드와 data\_to\_fs( ) 메소드를 사용하였으며, 데이터 타입으로는 String, HashMap 및 ArrayList를 사용하였고, 도면 데이터를 전송하기 위하여 AXIS에서 제공하는 Attachments 기능을 사용하였다.

CAE 지원 시스템에서 PDM시스템으로 데이터를 전송 시에도 유사하다. 자세한 실행파일 수행 순서, 기능 및 위치는 부록 A와 같다.

### 5. 시스템 구성

상용 PDM 시스템과 CAE 지원 시스템으로 구성된 전체 시스템이 Fig. 4에 나타나 있고 이를 위해 설치되어야 하는 소프트웨어 종류는 Table 2와 같다.

테스트를 위한 상용 PDM 시스템으로 DynaPDM<sup>[20]</sup>이 사용되었다. DynaPDM은 중소기업에서 많이 사용하고 있는 제품으로 많은 하위 모듈들로 구성되어 있다. 파트의 분류, 등록, 검색, 수정과 버전 별 이력을 관리하는 파트관리 모듈, 파트와 관련된 도면의 분류, 등록, 검색, 수정과 버전 및 종류별로 이력관리 및 Check In/Out 관리를 수행하는 도면관리 모듈, 문서들의 양식과 이력관리를 수행하는 문서관리 모듈, 파트 구조 및 사용정보를 관리하는 제품구조 및 BOM 관리 모듈, 전자결재 workflow 생성 및 변경을 지원하는 설계변경 및 workflow 관리 모듈, Gantt 차트와 WBS (Work Breakdown Structure)을 이용하여 프로젝트를 관리하는 프로젝트 관리 모듈로 구성되어 있다. 이들 중 Fig. 2에 제안된 새로운 업무 프로세스를 반영하기 위하여 설계변경 및 workflow 관리 모듈이 수정되었다.

CAE 지원 시스템은 멀티 에이전트 기반 엔지니어링 프레임워크를 이용하여 구현되었다. JADE(Java Agent DEvelopment) 미들웨어(middleware) 기반으로 개발되었으며, 사용자 인증과 웹 기반의 사용자 환경을 제공하기 위한 엔지니어링 서비스 포털(Engineering Service Portal), 웹 페이지에 보여질 데이터를 생성 및 관리하는 인터페이스 에이전트(Interface Agent)와 모니터링 에이전트(Monitoring Agent), 엔지니어링 Job을 생성하고 관리하는 Job 관리 에이전트(Job Management Agent)와 엔지니어링 서버 에이전트(Engineering Server Agent)와 CAD 형상 모델링, 유한요소모델 생성, 정적응력 및 모드해석, 피로내구해석과 같은 다양한 엔지니어링 Task를 관리하는 문제 해결 에이전트(Problem Solving Agent)들로 구성되어 있다.

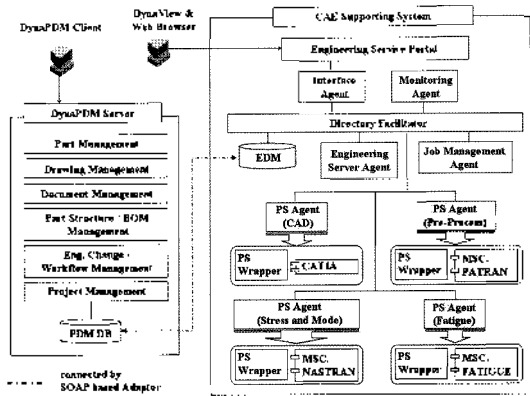


Fig. 4. 전체 시스템에 대한 컴포넌트 다이어그램

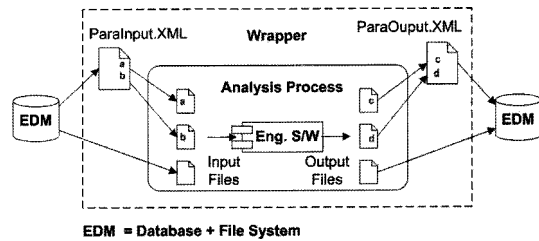


Fig. 5. 문제 해결 래퍼의 구조

CATIA 기반의 Visual Basic 프로그램, PCL(Patran Command Language) 그리고 래핑(Wrapping) 기술이 파라메트릭 형상 모델링, 유한요소모델 자동 생성, 세분야의 해석(정적응력해석, 모드해석, 피로내구해석)을 자동화하기 위하여 각각 사용되었다.

별도의 프로그램 수정 없이 기존에 사용되었던 다양한 CAD, CAE 프로그램들을 자동화 및 통합하기 위하여 XML(eXtensible Markup Language) 기반의 문제 해결 래퍼(Problem Solving Wrapper)를 개발하였다. Fig. 5와 같이 ParaInput.xml, Wrapper.xml, ParaOutput.xml로 구성되어 있으며, Wrapper.xml은 <Generate>, <Run>, <Parse> 태그(Tag) 구조로 되어 있다.

### 6. 적용사례

Fig. 2와 같은 향상된 업무 프로세스를 구현하기 위하여 전체 프로세스를 Fig. 6과 같이 세 개의 하위 프로세스로 구성하였다. 첫 번째로 DynaPDM에서 설계변경담당자에 의해 실행되는 프로세스, 두 번째로 CAE 작업 담당자에 의해 CAE 지원 시스템 내에서 실행되는 프로세스, 마지막으로 DynaPDM에서 설계변경 담당자와 설계변경 승인자에 의해 실행되는 프

Table 2. 설치되어야 하는 소프트웨어

(a) CAE 지원 시스템

소프트웨어	버전
운영체제	Windows XP SP2, Redhat Enterprise Linux 4.0
액이전트 비들웨어	JADE 3.3
웹 어플리케이션 서버	Tomcat 5.0
데이터베이스	MySQL 4.0
SOAP 엔진	AXIS 1.4
CAD	CATIA V5 eXtended Mechanical Design 2 (XM2)
CAD Viewer	DynaView 4.2
신처리기	MSC.PATRAN 2005 r2
정적응력 및 모드해석	MSC.NASTRAN 2005 r2
피로내구해석	MSC.FATIGUE 2005 r2

(b) DynaPDM

소프트웨어	버전
운영체제	Windows XP SP2
Client/Server	DynaPDM 4.0
웹 어플리케이션 서버	Tomcat 5.0
데이터베이스	Oracle Database 10g Express Edition
SOAP 엔진	AXIS 1.4

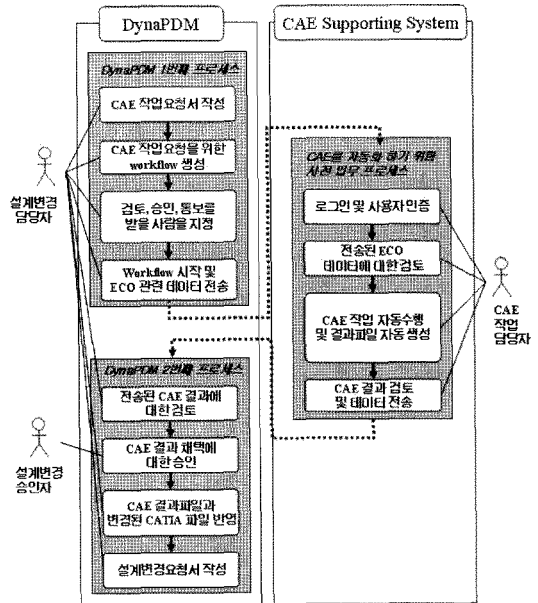


Fig. 6. 전체 프로세스에 대한 유즈케이스와 활동 다이어그램

로세스가 그것이다.

본 연구의 실용성을 검증하기 위하여 Fig. 7과 같이 자동차 서스펜션(suspension) 보들 중 front lower arm, rear lower arm, rear cross member를 대상체로 삼아 피로내구도(fatigue durability)를 증가시키기 위해 Proto 설계검증 단계에서 설계변경을 수행하는 예를 수행하였다. 이러한 부품들은 자동차 서스펜션 모듈을 구성하는 중요한 요소들이다.

front lower arm에서는 옆벽(side wall)의 높이(H\_S\_W)와 주부재의 두께(M\_M\_T)를, rear lower arm에서는 lower arm의 폭과 필렛반경을, rear cross member에서는 전후방 나디마운팅 하드포인트 간의 전후방향 거리(FR\_PT\_H)와 좌우방향거리(FR\_PT\_L)를 매개변수 연구(parametric study)를 위한 설계변수로 칭하였다.

6.1 DynaPDM에서의 첫 번째 프로세스

ECR(Engineering Change Request)이 발생하는 경우, 설계변경 담당자는 CAE 작업이 필요하지 판단하고, Fig. 8과 같이 CAE 작업 요청서를 작성한다. 작성 형식은 일반 EC(Engineering Change) 요청서 작

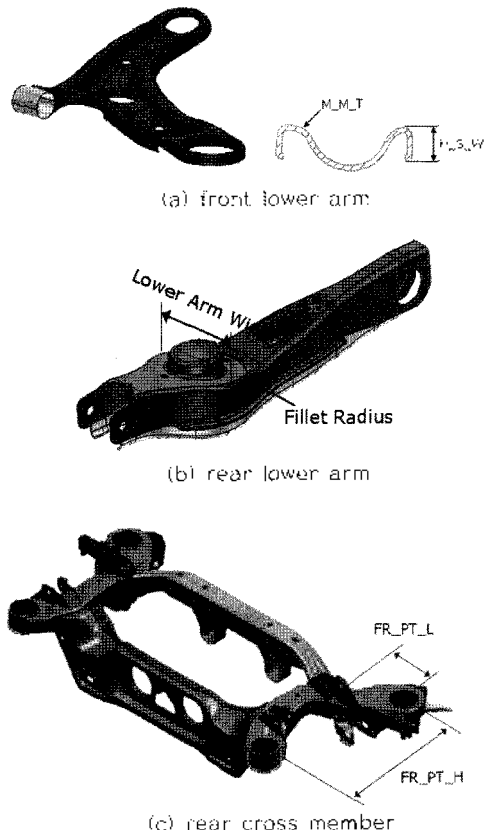


Fig. 7. 설계변경 대상체 및 설계변수

성과 유사하며, ECO 관련 정보, 현재의 분체점 내용, 관련 도면, 관련 파트 및 관련 ECR을 연결한다. 작성한 후에는 CAE 작업 담당자, CAE 지원 시스템으로부터 전송 받은 CAE 결과데이터를 검토할 검토자, 승인자를 지정하며 이들이 프로세스에 따라 업무를 수행할 수 있도록 Fig. 9와 같이 워크플로우(workflow)를 설정한다.

워크플로우가 시작됨과 동시에 Table 1(a)에 설명되어 있는 데이터들이 SOAP 기반 어댑터를 통해 DynaPDM에서 CAE 지원 시스템으로 전송되며, CAE작업 담당자에게 CAE 지원 시스템에 접속할 것을 알리는 e-메일이 보내진다.

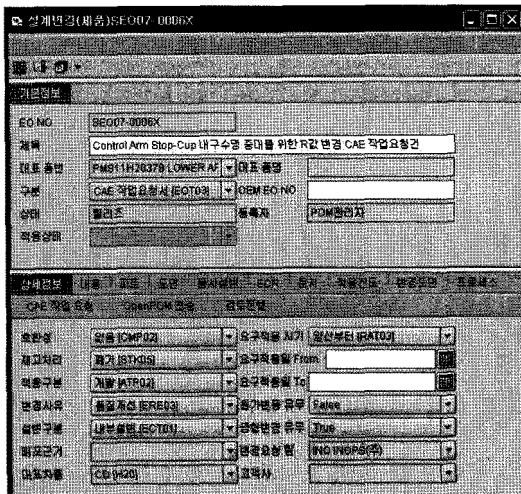


Fig. 8. CAE 작업 요청서 작성 화면

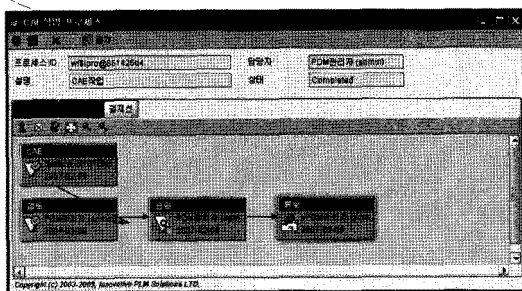


Fig. 9. CAE 작업결과에 대해 검토, 승인, 통보자를 지정하는 워크플로우 지정 화면

6.2 CAE 지원 시스템에서의 프로세스

CAE 작업 담당자가 인증을 통해 CAE 지원 시스템에 로그인 하면 Fig. 10과 같이 DynaPDM으로부터 전송받은 ECO 정보, 관련 파트, 관련 도면 정보들을 확인할 수 있다.

또한, CAE 작업 담당자의 컴퓨터에 설치된 DynaView<sup>[21]</sup>를 이용하여 서버의 도면 파일을 확인할 수 있다. 이는 도면파일의 위치정보가 웹페이지에 하이퍼링크(hyperlink) 정보로 등록되어 있고, ActiveX를 통해 DynaView를 실행하는 구조로 되어 있기 때문이다.

전송된 데이터의 검토가 끝나면 형상모델링, 유한요소모델 생성, 정적응력 및 모드해석, 피로내구해석을 자동으로 수행하기 위한 새로운 Job을 생성한다. 위의 네 가지 Task들은 각각 별도의 문제해결 에이전트 내에서 독립적으로 수행된다. Fig. 10에 있는 'New Job' 버튼을 누르면, 각 Task마다 탭으로 구분되어지며 웹 환경에서 설계변수 및 기타 정보를 입력할 수 있는 화면이 Fig. 11과 같이 제공된다. 각 탭마다 Table 3에 나열된 주요 설계변수들의 값을 입력하면 된다. 입력한 설계변수의 값이 유효범위 안에 있는지를 검토하기 위하여 'Check Input Values' 버튼을 누르면 된다.

파라메트릭 형상 모델링을 자동화하기 위하여 Visual Basic 기반으로 자체 개발된 ParaCAT 프로그램이 Table 3(a)와 같이 CAE 작업 담당자가 입력한 설계변수들을 기반으로 형상정보, feature line, 용접부위, MPC(Multi Point Constraint) 정보를 가지고 있는 CATPart 파일을 변경시킨다.

유한요소모델을 자동으로 생성하기 위하여 PCL (Patran Command Language)기반의 프로그램이 구현되었다. CATPart 파일을 import하고, Table 3(b)와 같이 CAE 작업 담당자가 입력한 설계변수들을 기반으로 MSC.NASTRAN 또는 ABAQUS가 정적응력 및 모드해석을 수행할 수 있는 입력파일을 각각 생성한다.

**ECO 정보**

ECO 번호	SE06-0079	ECO 제목	
ECO Part 번호	031403008	ECO 시도	
ECO Part 명칭	AXLE MODULE	ECO 상태	TRUE
ECO 수주	ABE(비수주)	ECO 승인 일자	ADD

1. 목적 - NVH 개선 목적 2. 변경내용 - 2점 BOLTING 고질 발생해서 용접 고질 원인으로 변경 3. 관련 문서 - Axway 문서 ( HMC 040421 ) => ABA(영국 2점)

PART 번호	PART 명칭	상태	도면 번호	도면명	상태
03X00008	AXLE MODULE	OK	CSA85000002	VS-0000001.CATPART	OK
031403008	AXLE MODULE	OK	CSA55000003	VS-0000003.CATPART	OK
			CSA85000004	VS-0000004.CATPART	OK
			CSA55000005	VS-0000005.CATPART	OK
			CSA50000006	VS-0000006.CATPART	OK

Fig. 10. DynaPDM으로부터 전송 받은 ECO, 관련 Part 및 도면 정보

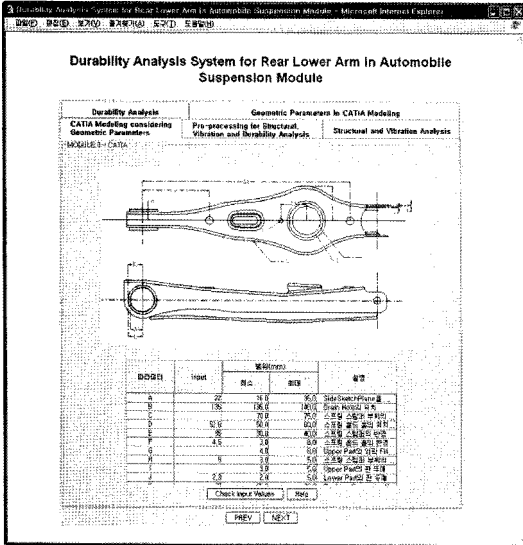


Fig. 11. 각 Task 수행 시 요구되는 설계변수 및 기타정보 입력 화면

정적응력 및 모드해석, 피로내구해석은 위에서 생성한 입력파일과 Table 3(c)과 Table 3(d)와 같이 CAE 작업 담당자가 지정한 하중조건들을 기반으로 MSC.NASTRAN 및 ABAQUS, MSC.FATIGUE에서 각각 실행되며, 문제해결 래퍼에 의해 자동화 되었다. 마지막으로 위의 해석결과를 바탕으로 해석결과보고서를 자동으로 생성한다.

모든 Task 작업이 종료된 후, CAE 작업 담당자는

Table 3. 각 탭에 입력해야 하는 설계변수 또는 기타정보 (rear lower arm의 경우)

(a) 형상모델링

설계변수	설명
CPW	SideSketchPlane을 기준으로 한 반쪽 치수
PDHL	Drain Hole의 위치
UPW	스프링 스탭퍼 부위의 폭(반경)
SHLD	스프링 홀드 홀의 위치(스프링 스탭퍼의 기준점을 기준으로 함)
SSD	스프링 스탭퍼의 반경
SHHD	스프링 홀드 홀의 반경
UPFD	Upper Part의 외곽 Fillet 반지름
SUFD	스프링 스탭퍼 부위의 Fillet 반지름
UPT	Upper Part의 관 두께
LPT	Lower Part의 관 두께
BCH	Bushing Connector Hole의 반경
BCPOD	Bushing Connector Pipe의 외부 직경
BCPID	Bushing Connector Pipe의 내부 직경

(b) 유한요소모델 생성

설계변수	설명
Geo_File_Name	형상정보를 가지고 있는 CATPart 파일 이름
Fl_File_Name	Feature line 정보를 가지고 있는 CATPart 파일 이름
Weld_File_Name	용접부위 정보를 가지고 있는 CATPart 파일 이름
MPC_File_Name	MPC가 적용되는 부위 정보를 가지고 있는 CATPart 파일 이름
Material_Name	재료이름으로 이 상보를 통해 탄성계수, Poisson비 및 밀도가 결정됨
Part_Thickness	각 part의 두께
Global_Edge_Length	유한요소의 메쉬 크기
Weld_Base_Surface_Group	welding부위의 geometry 이름
Bc_Type	경계조건의 종류
Loadset_Name	하중점 이름
Loadset_Group	하중점 Geometry 이름
MPC_Type	MPC 타입
HP_Num	하중점 노드번호
IBC_Name	하중조건 이름
Loadset_Name_01~05	하중진 이름

(c) 정적응력 및 모드해석

설계변수	설명
Fx_01~05	각 loadset에서의 x방향 외부 힘
Fy_01~05	각 loadset에서의 y방향 외부 힘
Fz_01~05	각 loadset에서의 z방향 외부 힘
Mx_01~05	각 loadset에서의 x방향 외부 모멘트
My_01~05	각 loadset에서의 y방향 외부 모멘트
Mz_01~05	각 loadset에서의 z방향 외부 모멘트

(d) 피로내구해석

설계변수	설명
Fat_Mat_Db_Name	피로내구도 관련된 불성치 정보를 가지고 있는 파일 이름
Th_Db_File_Name	하중조건 정보를 가지고 있는 파일 이름
Time_History	하중 이력의 이름
Shift	하중 이력에 대한 shift 값
Scale_Factor	하중 이력에 대한 scale factor
Load_Magnitude	하중 값의 크기

Table 4. CAE 결과 데이터 (rear lower arm의 경우)

(a) 정적응력 및 모드해석

설계변수	설명
Max_Dis_Val	최대 변위 값
Max_Stress_Val	최대 응력 값
Val_Frq	고유주파수 값
Img_Dis_File	변위 분포를 나타내는 그림
Img_Stress_File	응력 분포를 나타내는 그림
Img_Mod_File	고유 모드변형을 나타내는 그림

(b) 피로내구해석

설계변수	설명
Val_Lif	하중 Cycle 수
Img_Lif_File	누적피로손상 분포를 나타내는 그림
Report File	해석결과보고서 파일

CAE 지원 시스템에 로그인하여 웹 환경에서 Table 4와 같은 결과 값들을 검토할 수 있다. 또한 Fig. 12와 같이 변위, 응력, 누적피로손상도 분포 및 모드변형을 나타내는 그림도 웹 환경에서 검토할 수 있다.

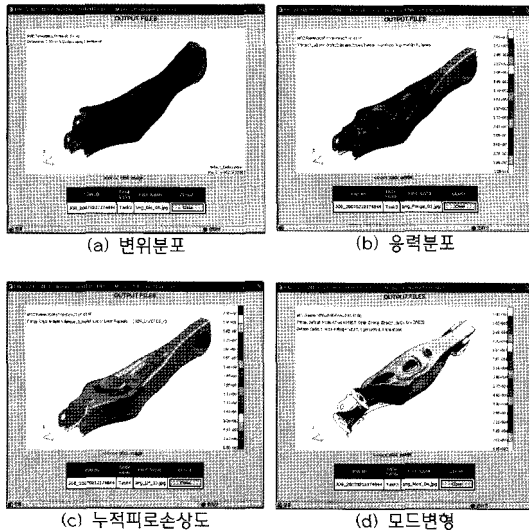


Fig. 12. 웹 기반 결과 검토

해석 결과를 검토한 후 Fig. 13과 같이 검토의견, CAE 지원 시스템에서 자동으로 생성한 해석결과보고서 파일, 변경된 CATIA 도면 파일을 DynaPDM으로 다시 전송하게 된다. 매개변수 연구(parametric study)의 경우에는 가장 좋은 결과를 CAE 작업 담당자가 선택하여 전송하며, 전송과 동시에 CAE 작업결과 검토자에게 DynaPDM에 접속할 것을 알리는 e-메일이 보내진다.

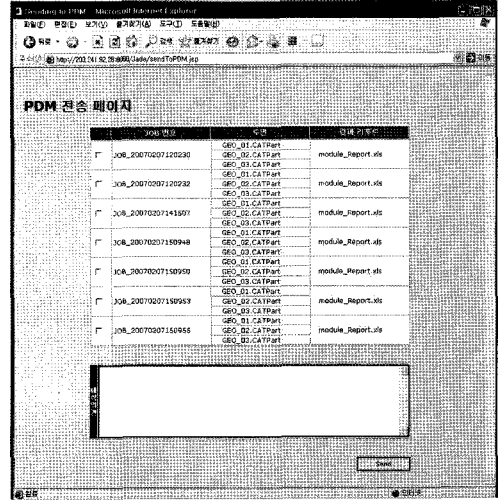
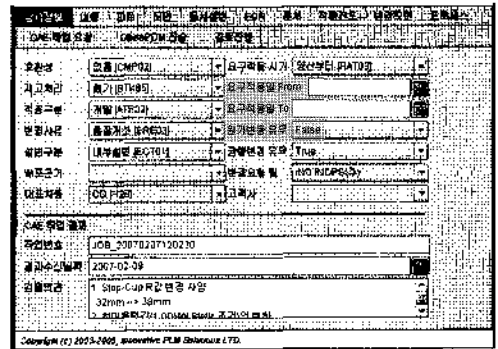
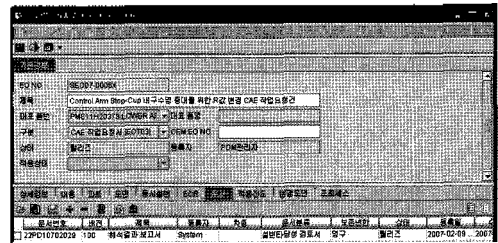


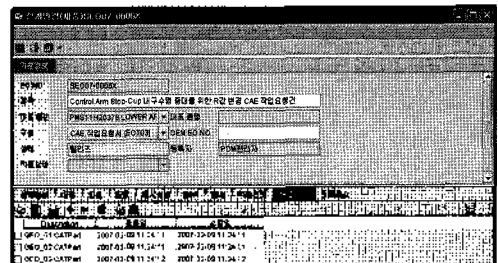
Fig. 13. CAE 결과를 DynaPDM에 전송하기 위한 화면



(a) 검토의견



(b) 해석결과보고서



(c) 변경된 CATPart 파일

Fig. 14. CAE지원 시스템으로부터 전송받은 데이터



### 6.3 DynaPDM에서의 두 번째 프로세스

CAE 작업결과 검토자가 DynaPDM에 접속하여 Fig. 14와 같이 CAE 지원 시스템으로부터 전송받은 데이터를 검토한 후, 설계변경 승인자에게 설계를 요청한다. 승인이 수행되면 설계변경 담당자는 변경 안을 가지고 설계변경을 수행하기 위한 EC 요청서를 작성한다. 이 프로세스는 CAE 작업 요청서 때와 유사하다.

## 7. 결 론

제품개발에 있어 관련 전문인력 및 비용적인 어려움으로 CAE 환경을 구축하지 못하고 있는 중소기업을 위하여 웹 기반 CAE 지원 시스템을 구축하였고, 이를 PDM 시스템과 연동하였다. SOAP 기반 어댑터에 의해 연결되는 세 개의 하위 프로세스로 구성되는 향상된 업무 프로세스를 통해 설계변경 데이터나 CAE 결과 데이터의 누락없는(seamless) 교환이 가능하게 되었다. 형상모델링, 유한요소모델 생성, 정적응력 및 모드해석, 피로내구해석을 자동화하기 위하여 CAE 지원 시스템이 구현되었으며, 자동차 서스펜션 모듈 중에 rear lower arm, rear cross member, front lower arm의 피로내구도를 향상시키기 위한 설계변경 문제에 성공적으로 적용되었다. 형상변경을 위한 Visual Basic 프로그램, 유한요소모델을 생성하기 위한 PCL 기반의 프로그램, 해석 solver를 자동화하기 위한 문제 해결 래퍼 그리고 CAE 지원 시스템과 PDM 시스템을 연동하기 위한 SOAP 기반의 어댑터의 수정을 통해 향후에 어떠한 대상체나 PDM 시스템과도 연결되어 사용될 수 있다. 이러한 환경은 대기업과 협업을 수행하고 있는 1-tier 내지는 그 하위 중소기업의 경쟁력을 향상시키는데 도움이 될 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부 및 산업기술연구회의 지원으로 수행되었으며, 연구수행에 지원해 주신 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

1. <http://www.phoenix-int.com>
2. <http://www.engineous.com>
3. <http://www.vrand.com/visualDOC.html>
4. <http://www.3ds.com/product>
5. <http://www.ansys.com/products/default.asp>
6. Park, S. W., Lee, J. K., Bang, J. S., and Shin, B. C., "Development of an e-Engineering Framework for Automotive Module Design," *CSCW 2005. LNCS 3865*, pp. 264-273, 2006.
7. Lee, J. K., Kim, H. S., Kuk, S. H., and Park, S. W., "Development of an e-Engineering Framework based on Service-Oriented Architectures," *CDVE 2006. LNCS 4101*, pp. 251-258, 2006.
8. Bang, J. S., Han, S. H., Lee, J. K., Park, S. W., and Song, S. Y., "An Automation of Fatigue Durability Analysis for Welded Bogie Frame Using Multi-Agent Based Engineering Framework," *WSEAS TRANS. on Information Science & Applications*, 3(12), pp.2367-2372, 2006.
9. 유종민, 원준호, 김홍수, 최주호, "통합된 CAD/CAE 자동화 System을 이용한 구조강도해석 및 설계최적화에 관한 연구", *한국CAD/CAM학회 논문집*, 제11권, 제2호, pp. 128-137, 2006년 4월.
10. 최영, "네트워크 기반 CAD/CAE기술동향", *한국전산구조공학회지: 전산구조공학*, 제11권, 제4호, pp. 29-36, 1998년 12월.
11. 김진운, "3차원 CAD 및 CAE의 정보통합 기능 및 사례소개-CATIA를 중심으로", *한국전산구조공학회지: 전산구조공학*, 제20권, 제3호, pp. 25-32, 2007년 9월.
12. 이장현, "3차원 CAD 및 CAE의 정보통합 기능 및 사례소개-CATIA를 중심으로", *한국전산구조공학회지: 전산구조공학*, 제20권, 제3호, pp. 25-32, 2007년 9월.
13. 김영진, "CPC와 CPD기술-PDM을 외부 어플리케이션과 연동하기", *한국CAD/CAM학회지*, 제8권, 제1호, pp. 10-13, 2002년 4월.
14. 김진상, 김선호, "STEP과 PDM 시스템의 Database 간의 데이터 교환", *한국경영과학기술학회논문집*, pp. 310-313, 2000년 4월.
15. 김형선, "이기종 분산환경에서 PDM 통합환경 구현에 관한 연구", *산업경영시스템학회지*, pp. 310-313, 2000년 4월.
16. Krastel, M. and Merkt, T., "Integration of Simulation and Computation in a PDM Environment," *Product-Data Journal*, 2, pp. 8-9, 2002.
17. Krastel, M. and Merkt, T., "Integration of Simulation and Computation in a PDM Environment - the Sim-PDM Working Group," *ProductData Journal*, 2, pp. 7-9, 2004.
18. Blakey, K., Johnson, L., Koko, B., Amador, R., and Fairfull, A. H., 2001, "Integrating CAE and PDM: A First Step Towards Providing Simulation Data Management," *Integrated Enterprise*, 2(2), pp. 7-16.
19. Collaborative Product Development Associates, Critical Issues for PDM Integration: P.I.M-Integration/Product Definition, Dassault Systems, 2005.
20. <http://www.inops.co.kr>
21. <http://www.inops.co.kr>

**부록 A**

**A.1 PDM 시스템에서 CAE 지원 시스템으로 전송 시**

파일명	설명	위치
CAE_START.java	DynaPDM의 EDM 시스템으로 Data를 전송하기 위한 Workflow Process의 Activity에서 자동으로 EDMClient.java를 이용하여 Data를 전송하기 위한 Event Script	PDM
edmTransfer_ACTION.java	DynaPDM에서 EdmTransfer.java를 실행시키기 위한 Action Script	PDM
EdmTransfer.java	해석 의뢰를 위해 EDM 시스템에 전송할 Data를 선택하고, Data 전송을 위한 Workflow Process를 자동 생성	PDM
KimmUtil.java	DM 시스템에 전송하기에 알맞은 형태로 특정 Data를 DynaPDM에서 추출하며, 그 반대의 역할을 수행	PDM
EdmInvoke.java	eb Service Protocol을 이용하여 EDMAdaptorService에서 제공하는 서비스를 사용하기 위한 Skel Code	PDM
EDMClient.java	KimmUtil.java에 의해 추출된 Data를 Web Service Protocol을 이용하여 전송하기 위한 자료구조로 변환하여 EdmInvoke.java를 이용하여 호출	PDM
BnEco.java	ECO 관련 정보를 CAE 자동화 시스템에 로드	CAE
BnCadfile.java	도면 관련 정보를 CAE 자동화 시스템에 로드	CAE
BnPart.java	Part 관련 정보를 CAE 자동화 시스템에 로드	CAE

**A.1 PDM 시스템에서 CAE 지원 시스템으로 전송 시**

EDMAdaptorService.java	EDMClient로부터 받은 ECO, 도면, Part정보를 CAE 자동화 시스템에 저장	CAE
------------------------	--	-----

**A.2 CAE 지원 시스템에서 PDM 시스템으로 전송 시**

파일명	설명	위치
PDMClient.java	PDMAdaptor를 호출하여 데이터 및 파일들을 전송	CAE
PDMAdaptor.java	EDM 시스템에서 수행된 해석 결과를 HDD의 특정 장소에 특정 형태로 저장하기 위한 Web Service	PDM
edmRecv_ACTION.java	EDM 시스템에서 수행된 해석 결과를 EDMRecv.java를 이용하여 DynaPDM에 로드하는 Action Script	PDM
EDMRecv.java	HDD의 특정 장소에 저장되어 있는 CAE 해석 수행 결과를 PDM에 로드 (해석 결과 보고서, 수정된 CAD 파일)	PDM



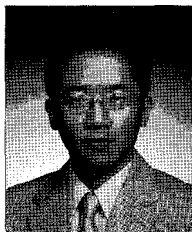
**방 제 성**

1999년 인하대학교 항공우주공학과 학사  
 2002년 서울대학교 기계항공공학부 석사  
 2002년~2004년 삼성SDS 선임  
 2005년~현재 한국기계연구원 선임연구원  
 관심분야 : 다분야간 설계최적화, PLM (Product Lifecycle Management), 시스템 통합(System Integration)



**박 성 환**

1983년 서울대학교 조선공학과 학사  
 1985년 서울대학교 조선공학과 석사  
 1996년 일본 히로시마대학 구조공학전공 박사  
 1985년~현재 한국기계연구원 책임연구원  
 관심분야 : 구조공학, 협업-동시공학 시스템설계, 모델링&시뮬레이션, 가상 현실



**한 승 호**

1989년 한양대학교 기계설계학과 학사  
 1991년 한양대학교 기계설계학과 석사  
 1996년 (독)아헨공과대학 공학박사  
 1996년~현재 한국기계연구원 책임연구원  
 관심분야 : 구조물의 피로내구 해석 및 설계, 가상시계 기술



**이 태 희**

1997년 홍익대학교 기계공학과 학사  
 1999년 홍익대학교 기계공학과 석사  
 1999년~2006년 7월 한국엠에스씨소프트 웨어(주)  
 2006년 8월 ~ 현재 라온엑스솔루션즈(주) 차장  
 관심분야 : 유한요소해석, 프로세스 자동화, 시스템통합(System Integration)