

## 네트워크와 STEP 데이터 표준을 이용한 CAE 시스템의 분산화

김윤희\*, 권기억\*\*, 조성욱\*\*\*, 최 영\*\*\*

### Distribution of CAE System Based on Network and STEP Data Standard

Kim, Y.\*, Kwon, K.\*\*, Cho, S. W.\*\*\* and Choi, Y.\*\*\*

#### ABSTRACT

The growths of the World Wide Web and the advances in high-speed network access have greatly changed existing CAD/CAE environment. The WWW has enabled us to share various distributed product data and to collaborate on a design work. An international standard for the product model data, STEP, and a standard for the distributed object technology, CORBA, are becoming very important components in the advanced design and manufacturing environment. These two technologies provide background for the sharing of product data and the integration of applications on the network. This study describes a prototype CAD/CAE environment that is integrated on the network by STEP and CORBA. Several application servers and client software were developed to verify the proposed concept.

**Key words :** CAE, CORBA, STEP, JAVA

#### 1. 서 론

컴퓨터의 발달과 더불어 1990년대에 하나의 쟁점으로 등장한 것이 바로 인터넷이다. 인터넷은 전세계에 걸친 고속 통신망을 이용하여 지금까지 해결하지 못했던 공동 협력 분산 작업을 위한 기반을 마련하였다. 원격지에 있는 시스템간의 협동 작업을 통하여 서로의 자원을 공유하거나, 필요한 정보를 주고 받는 등 일련의 상호 작용이 가능해 졌다. 이러한 추세는 CAD/CAE 분야에도 변화불 가져오게 되었다. 제품 개발 시 인터넷을 이용하여 공동 설계 작업과 해석 작업을 위한 시스템 개발에 대한 연구와 관심이 고조되고 있다.

그러나, 현재의 CAD/CAE 시스템들은 여러 벤더들에 의해서 생산된 이기종의 시스템들로 구성되어 각각 독립적으로 운용되며, 각 시스템마다 고유의 데이터 포맷을 갖는다. 이러한 이기종의 시스템들로 이루어진 네트워크 환경에서 정보를 공유하는 분산 시

스템을 구축하기 위해서는 어플리케이션의 통합과 분산 프로세싱이 동시에 고려되어야 한다. 즉 응용 프로그램에 네트워크 기능을 추가시켜야 하고 네트워크 시스템간의 상호작용을 고려해야 한다. 그리고 각각의 시스템에서 사용되는 응용프로그램들은 하드웨어 종류, 운영 체제, 네트워크 프로토콜과 어플리케이션 포맷에 무관하게 제작되어야 할 것이다.

이렇게 기업마다 상이한 CAD/CAE 시스템들을 분산 객체 기술의 표준인 CORBA<sup>1)</sup>를 이용하여 네트워크로 연결 한다면, 원격지에 있는 시스템 간의 협동 작업을 통하여 서로의 자원을 공유하거나, 필요한 정보를 주고 받는 등 일련의 상호작용이 가능해진다. 또한 CAD/CAE 정보를 제품 데이터 교환의 표준인 STEP<sup>2)</sup>으로 통일 한다면 시스템간의 데이터 변환이 필요 없이 제품의 생명주기의 모든 측면을 처리할 수 있다. 따라서 이와 같이 CORBA와 STEP을 지원하는 CAD/CAE 시스템에 대한 연구는 앞으로의 새로운 경향에 대비한다는 면에서 꼭 필요한 일이다.

그리고, 이식성(portability)이 가능한 Java 언어를 이용한 웹 기반의 클라이언트 소프트웨어를 개발함으로써 인터넷을 통한 공동협력 작업을 가능하게 하

\* (주)한국원자력엔지니어링 기술연구소

\*\* 중앙대학교 기계공학과

\*\*\* 중산회원, 중앙대학교 기계공학부

였다. 또한 해석 과정의 분산화를 위해 해석 서버를 더욱 세분화하여 특정 해석 기능이나 해석 분야에 뛰어난 외부 모듈의 사용 가능성을 제시하였다.

## 2. CORBA와 STEP의 응용

### 2.1 CORBA의 응용

다음의 Fig. 1은 CORBA를 이용한 응용 프로그램 개발 과정을 도식화한 것이다.<sup>[4]</sup>

본 연구에서는 CORBA 제품으로 IONA의 Orbix-Web 2.0.1<sup>[5]</sup>을 사용하였고, 구현 언어로 자바를 사용하였다

자바와 CORBA는 상호 보완적인 소프트웨어 개발 기술이다. 이러한 기술들이 WWW과 함께 이용되면, 다중 사용자를 위한 강력한 분산 응용 시스템을 개발할 수가 있다. 원격지에 있는 서버 소프트웨어와 효율적으로 상호작용하기 위해 CORBA를 사용하고 자바 애플릿을 다운로드하는 웹 브라우저로 클라이언트 소프트웨어를 개발하여 자원을 공유하고 활용할 수가 있다. 유연한 다중 사용자용 분산 응용 시스템을 개발하기 위해 CORBA가 해결하지 못한 문제는 분산 응용 시스템의 클라이언트 프로그램을 사용하고자 하는 호스트에 직접 설치하여야 한다는 것이다. 게다가 소프트웨어가 업그레이드되면 기존의 오래된 컴포넌트를 교체해야 하는 유지·보수의 문제도 안고 있다. 플랫폼의 이질성을 따지면 어느 더 큰 문제를 야기한다. 동일한 컴포넌트 소프트웨어는 다양한 하드웨어와 운영체제에서 적절히 실행이 되어야 한다. 그러나, WWW 기술의 발전은 이러한 문제점들에 대한 해결책을 마련하였다.

자바는 소프트웨어 개발자들 사이에 빠르게 수용되고 있는 새로운 객체지향 프로그래밍 언어이다. 자

바의 여러 특징 중에서 분산 응용시스템 개발을 위한 두드러진 특징 중, 하나는 자바로 생성된 소스 코드를 컴파일하면 기계어와 심볼 데이터로 이루어진 플랫폼에 독립적인 바이트 코드(byte-code)를 생성한다는 것이다. 이 바이트 코드는 사용자의 호스트 플랫폼에 이식된 자바 인터프리터(Java interpreter)에 의해 해석되어 실행이 된다. 인터프리터는 바이트 코드를 주어진 플랫폼에 대한 실제 주소나 기계어로 변환시킨다. 또 다른 특징은 자바언어 자체에 있지 않고, HTML에 있다. HTML의 "APPLET" 태그(tag)는 웹 브라우저가 자바 애플릿 프로그램을 찾는데 필요한 정보를 제공하는데, 자바 호환 웹 브라우저라면 자바 애플릿을 자동적으로 사용자의 호스트 컴퓨터에 다운로드 시켜 이를 실행시킨다. 이는 소프트웨어를 사용자의 호스트에 직접 설치할 필요가 없어 소프트웨어 전달에 간단하고 유연한 방법을 제시한다. 따라서 WWW과 자바 애플릿은 분산 응용 시스템의 클라이언트 컴포넌트를 배치하는 작업을 간단하게 한다.

다음의 Fig. 2는 WWW과 자바, CORBA를 이용한 분산 환경을 묘사한다.

### 2.2 STEP을 이용한 유한요소해석

STEP 정보 모델링 데이터를 기반으로 하는 유한요소해석 프로그램의 구현을 위해 요구되는 기능은, EXPRESS 언어로 기술된 스키마(schema)를 해석하여 STEP 물리 파일에서 서술하고 있는 엔티티(entity)들의 데이터베이스를 구축/질의하는 기능과 정의된 유한요소해석 데이터를 이용하여 해석하는 기능으로 나눌 수 있다.

첫번째 기능을 구현하기 위해서는 STEP Tools Inc.의 ST-Developer 1.5에 포함되어 있는 ROSE<sup>[6]</sup>를

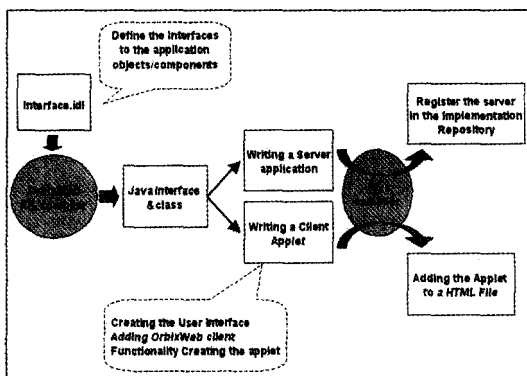


Fig. 1. CORBA application programming.

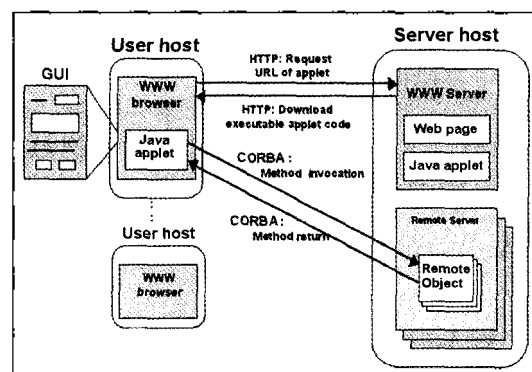


Fig. 2. Distributed environment based on CORBA

파일러를 이용하여 선형 컴파일된 스키마와 AP209<sup>7)</sup> 스키마의 엔티티들을 C++ 클래스로 정의한 헤더 파일을 생성한 후 ROSE library를 이용하여 엔티티 데이터베이스에 접근하고, 두 번째 기능을 위해서 유한요소해석을 위한 기본 데이터를 설계하여 STEP데이터와의 인터페이스를 위한 모듈을 구현하고 이를 통해 변환된 데이터들 이미 구현되어 있는 유한요소 해석 모듈을 사용하여 해를 구한다<sup>12)13)</sup>.

본 연구에서 해석을 위한 기본 데이터 설계는 C++을 이용하여 개발하였으며, 유한요소해석 모듈은 Java를 이용하여 구현되었다.

### 3. 유한요소해석 시스템의 분산화

#### 3.1 유한요소해석 시스템의 구조

유한요소법이란 연속체를 유한개의 요소들의 연결체로 가정하고 특수 보간함수와 적분원리를 이용하여 원래의 연속체가 만족해야 하는 조건의 근사해를 구하는 방법으로 오늘날에는 열 전달, 유체 유동, 전자기장 등 많은 영역의 문제를 다루고 있다<sup>14)15)</sup>.

#### 3.2 유한요소해석 시스템의 분산화<sup>12)13)</sup>

사용자에 따라서는 전처리·해석·후처리 작업을 수행함에 있어 자신이 사용하는 소프트웨어의 부족한 부분을 위해 외부의 다른 모듈을 사용하고자 할 때가 있을 수 있다. 그러나 지금까지 유한요소해석용 소프트웨어들은 전처리·해석·후처리 기능들이 하나의 컴퓨터에서 작업이 이루어지는 경우가 대부분이다. 근래 해석용 소프트웨어의 전·후처리 기능 강화를 위한 전·후처리를 소프트웨어가 개발되기도 하는데, 이를 사용하기 위해서는 별도의 데이터 변환 모듈을 필요로 하는 경우가 많다. IGES나 DXF와 같은 표준 인터페이스들은 기하학 변환을 무리 없이 해내므로 널리 사용되기는 하지만, 해석에 추가되는 데이터는 다루지 못한다. 따라서 전·후처리나 해석 패키지는 변환을 수행하기 보다는 CAD 시스템의 형상 모델상에서 해석 작업이 이루어지거나, 해석 소프트웨어에 전·후처리 기능을 제공하는 경우가 많다.

그리고, 해석 용도에 따른 유한요소해석 프로그램이 다양하게 개발되고 있는데, 사용자는 해석하고자 하는 문제 유형에 따라 자신이 보유한 해석 소프트웨어 이외의 다른 소프트웨어를 사용하고자 할 때도 있다. 이러한 경우, 데이터 호환의 문제가 해결되어 작업이 가능하다 하더라도 이종의 하드웨어나 운영

체제로 인하여 다른 소프트웨어의 사용이 불가능한 뿐만 아니라, 개개의 소프트웨어는 고가이기 때문에 사용자에게는 큰 부담을 초래한다.

따라서, 인터넷 웹 브라우저를 이용한 분산 작업이 가능하다면, 사용자에게는 상당한 부담을 덜어주고, 공동 협력 작업이라는 능률도 기할 수가 있을 것이다.

다음의 Fig. 3는 웹 브라우저를 통한 분산 시스템의 예를 보여준다. 사용자는 웹 브라우저를 이용하여 전처리 작업, 해석 작업, 후처리 작업에 뛰어난 외부의 원격 서버를 통해 작업을 수행할 수가 있고, 해석 작업을 수행함에 있어 각 해석 분야에 뛰어난 원격 해석 서버를 호출하여 작업이 가능하다. 이때 서로 다른 서버간의 데이터 교환은 STEP데이터 표준을 이용하여 이루어진다.

#### 3.3 해석과정의 분산화

유한요소법에 의한 문제의 해를 구하는 과정은 일반적으로, 개개 요소의 강성행렬을 구하고, 요소방정식의 조합을 통한 전체 강성행렬을 구하여 평형 방정식의 해를 구한다. 또한 정해석, 동해석, 열해석, 미선형해석 등 해석유형도 다양하다. 이 모든 과정이 하나의 프로세스로 하나의 컴퓨터에서 이루어질 수도 있지만, 해석유형이나 해석 과정에 따라 외부의 더 뛰어난 기능을 가진 프로그램을 사용하고자 할 경우도 있다. 이를테면, 전체 강성행렬을 효율적으로 구하는 프로그램이 있을 수 있고 방정식의 해를 정확하게 구해주는 프로그램이 있을 수 있고, 각각의 해석유형에 대해 뛰어난 프로그램이 있을 수 있다. 그리고, 경우에 따라서는 해석하고자 하는 구조물의 크기에 따라 해를 위한 방정식이 컴퓨터의

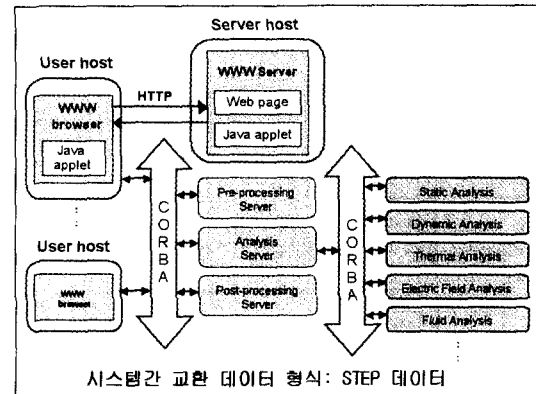
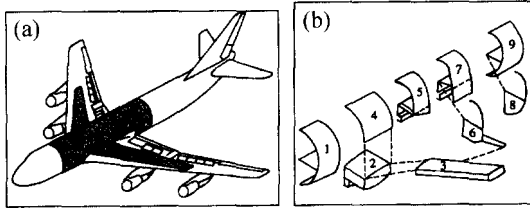


Fig. 3. Distribution of FEA system.



(a) Boeing 747 plane (Shaded region is considered for FEA)  
(b) Substructure of shaded region

Fig. 4. Substructure of airplane.

용량을 초과하여 하나의 컴퓨터에서는 해를 구할 수 없는 경우도 있을 수 있다.

이와 같은 경우를 가정하여 본 연구에서는 가우스 소거법 및 부분구조법에 기초한 해석 과정을 통하여 분산화를 시도하였다

3.1.1 부분구조법에 의한 해석과정의 분산화

비행기 등과 같은 대형 구조물의 경우 단일 시스템으로 해석되기에는 너무 큰 구조물들이 있다. 즉, 전체 강성행렬과 해를 위한 방정식이 컴퓨터의 용량을 초과할 경우이다. 이러한 문제는 전체 구조물을 여러 개의 부분구조(Substructure)<sup>[11]</sup>로 나누는 과정을 통해 해결될 수 있다. 예를 들면, Fig. 4 (a)과 같은 항공기인데, 이러한 구조물을 일체로 모델링하고 전체 구조물의 응답을 계산하는 데는 무수히 많은 절점과 요소들이 필요할 것이다. 만약, Fig. 4 (b)에 보인 것과 같이 이 비행기를 항공기의 동체, 날개 등 여러 개의 부분구조물로 나누어서 여러 컴퓨터에서 해석한다면, 한정된 기억 용량을 가진 컴퓨터에서 빠른 시간에 문제의 해를 계산할 수 있을 것이다.

이 항공기 프레임에 대한 해석은 각 부분구조물들을 독립적으로 취급하는 반면, 분할에 따르는 분할면에서의 힘과 변위에 대한 적합성을 고려함으로써 수행할 수 있다.

부분구조로 분할하여 계산하는 과정을 알아보기 위해 Fig. 5과 같은 프레임 구조물을 생각해 보자. 비록 하나의 시스템으로 해석할 수 있지만 먼저 각각의 부분구조물들을 정의한다. 보통 이러한 부분구조물들을 유사한 크기로 나누며, 또 계산을 적게 하기 위해 되도록 분할을 적게 한다. 여기서는 프레임을 A, B, C의 세부분으로 나누었다.

Fig. 5의 (b)에 보이는 전형적인 부분구조 B를 해석할 경우, 이 부분구조는 윗부분(a-a)의 보를 포함하고 있으며, 아래 부분(b-b)의 보는 부분구조물 A에 포함되어 있는 것으로 한다. 물론 윗부분 보가 부분구조물 C에 포함될 수도 있고 아랫부분 보가 부분구조물 B에 포함될 수도 있다.

부분구조 B에 대한 힘과 변위 방정식들은 접촉면과 내부에서의 힘과 변위로 다음과 같이 분할된다.

$$\begin{Bmatrix} E_i^B \\ E_e^B \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{ii}^B & K_{ie}^B \\ K_{ei}^B & K_{ee}^B \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d_i^B \\ d_e^B \end{Bmatrix} \quad (1)$$

여기서 윗첨자 B는 부분구조 B를 가리키며, 아랫첨자 i는 접촉면(interface)을 가리킨다. 그리고 아랫첨자 e는 정적응축(static condensation)으로 소거될 내부(interior)의 절점력과 절점변위를 가리킨다. 마찬가지로, 힘 변위 관계식을 부분구조 A와 C에 적용할 수 있다. 그리고, 각각의 부분구조물(A,B,C)에 대해서 정적응축을 이용한 식(1)을 풀고, 부분구조물의 접합면에서 변위가 같다는 적합조건을 이용하여 전체 구조물의 응답을 얻을 수 있다.

4. 네트워크와 STEP을 이용한 분산 CAE 시스템의 개발<sup>[12][13]</sup>

4.1 시스템의 구조

본 연구에서는 DB 서버와 응용 프로그램 서버를 사용자들이 사용하는 클라이언트 부분과 완전히 분

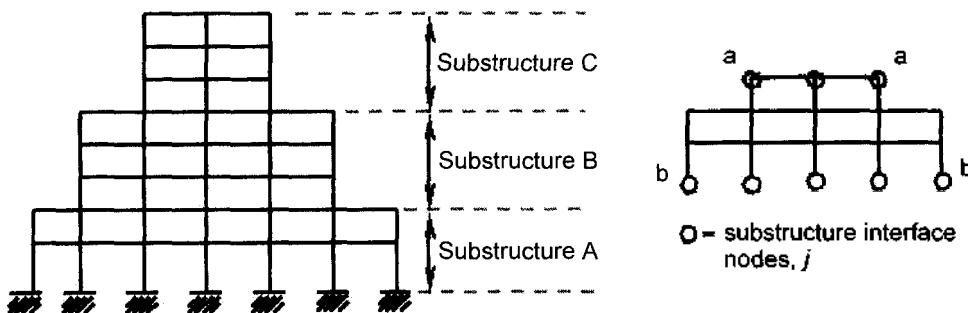


Fig. 5. Substructure analysis.

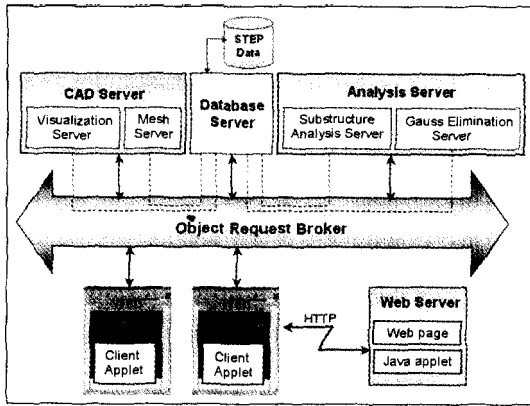


Fig. 6. Architecture of proposed system.

리하고 이들 사이에 연결 기능을 제공하는 미들웨어, 즉 ORB를 위치시킴으로써 좀 더 유연하고 확장 가능한 시스템을 구현하였다. 본 시스템은 STEP을 기반으로 한 DB 서버를 기점으로 하여 여러 종류의 응용 서버들(CAD 서버, CAE 서버 등)을 네트워크로 연결하여 데이터와 응용 시스템들을 공유하게 된다. 기본적으로 클라이언트는 모든 서버와 연결하여 작업할 수 있으며, 각각의 응용 서버들은 DB 서버에 데이터를 요청할 수 있다. 다음 Fig. 6은 개발된 시스템의 구조를 나타낸다.

4.2 클라이언트의 작업 시나리오

클라이언트가 서버에 연결하여 작업을 하는 순서는 다음과 같다<sup>14)</sup>.

- (1) 클라이언트는 웹 브라우저에서 웹 서버 페이지를 나타내는 URL을 입력한다
- (2) 웹 서버는 사용자의 요청을 받아 HTTP를 이용하여 클라이언트의 브라우저에 웹 페이지를 전달한다. 이 웹 페이지에는 클라이언트 요소를 구성하는 자바 애플릿을 포함하고 있다.
- (3) 자바 애플릿이 실행되면, 사용자는 DB서버에 연결하여 DB서버에 저장된 STEP 물리 파일로 수정 작업이나 추가 작업을 수행할 수 있고, 애플릿 내의 GUI를 통해 새로운 작업을 수행할 수도 있다. 클라이언트가 DB서버에 연결할 경우 DB서버는 작업 대상 STEP 물리파일 리스트를 클라이언트에 보내준다.
- (4) 응용 서버에 연결하여 선택한 STEP물리 파일의 이름을 넘겨주면, 응용 서버는 DB서버에 연결하여 DB서버의 메모리에 선택된 STEP 물리 파일을 인스턴스한다.
- (5) 클라이언트가 응용 서버에 작업을 요구하면 응

용 서버는 DB서버에서 작업에 필요한 엔티티의 인스턴스 리스트를 요청하여 클라이언트가 요구한 작업을 수행한다.

(6) 응용 서버의 동작이 끝나면, 클라이언트는 응용 서버에서 결과를 받을 수 있다.

(7) 모든 작업이 성공적으로 수행되어 응용 서버에 저장 명령을 내리게 되면 응용 서버는 작업 내용을 DB 서버에 넘겨준다. DB서버에서는 작업 내용을 STEP물리 파일로 저장하고, 파일 리스트를 갱신시킨다.

여기서, 주목할 점은 서버와 클라이언트 간의 연결이 직접 이루어지지 않고 ORB를 통하여 이루어진다는 것이다. 즉, 클라이언트는 서버의 위치나 종류에 상관없이 ORB에 서비스를 요청하기만 하면 된다.

4.3 클라이언트의 응용 서버의 구현

본 연구에서 구현된 프로토타입 시스템은 데이터 베이스 서버(DB Server), 격자 생성 서버(Mesh Server), 해석 서버(Analysis Server) 등으로 구성되어 있다. 해석 서버는 클라이언트가 원하는 해석 방법에 따라 다시 부분구조해석 서버(substructure Analysis Server), 가우스 소거 서버(Gauss Elimination Server)를 호출하게 된다.

4.3.1 클라이언트의 구현

본 연구에서 클라이언트는 자바 언어를 이용하여 구현되어, 하드웨어와 운영 체제에 독립적으로 실행이 가능하도록 하였다. 즉, 클라이언트는 자바 지원 웹 브라우저를 통해 작업을 수행할 수가 있다<sup>15)</sup>.

구현된 클라이언트의 애플릿 자바 프로그램은 웹 서버에 위치하여 유한요소해석을 위한 모델링 (CAD 데이터 생성) 및 격자 생성, 해석을 위한 기능을 클라이언트에서 직접 수행할 수도 있고, 해당 응용 서버와 연결하여 작업을 수행할 수 있다. 이를 위해 보다 편리하고 명확한 사용자 인터페이스를 제공하여 이를 통해 입력된 정보를 응용 서버에서 사용되는 데이터로 변환시키는 기능과 연결된 서버로부터 전송된 데이터를 화면에 디스플레이 해주는 기능 등을 갖는다.

다음 Fig. 7은 본 연구에서 구현된 클라이언트의 애플릿을 나타낸다.

4.3.2 데이터베이스 서버 (DB Server)

STEP물리 파일에 기반을 둔 데이터베이스 서버는 프로젝트를 관리하고, 프로젝트 목록을 클라이언트에 전송하며, 작업 대상 파일의 위치(로컬 머신 + 로컬 경로)를 각 응용 서버에 전달하는 역할을 한다.

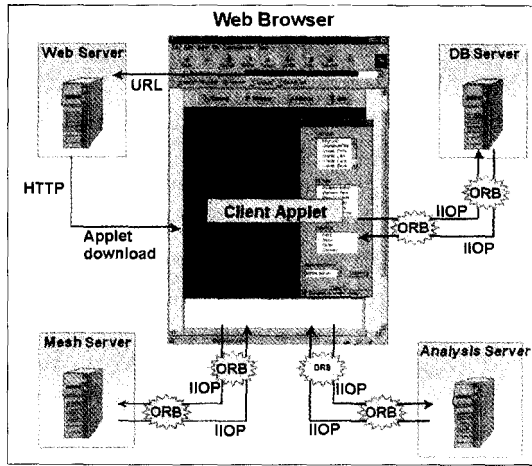


Fig. 7. Java applet for client.

클라이언트 애플릿의 DB Information 다이얼로그는 데이터베이스 서버에 저장된 STEP폴리 파일의 작성자, 작성 날짜, 수정 날짜, 데이터의 특성, 파일에 대한 설명 등에 대한 정보를 클라이언트에게 보여주고, 클라이언트는 하나의 파일을 선택하고 작업을 위한 응용서버를 선택하게 된다. 또한 응용 서버를 통한 작업이 끝나면 클라이언트는 데이터베이스 서버에 작업 내용을 STEP파일로 저장할 수가 있다.

4.3.3 격자 생성 및 해석 서버(Analysis Server)

유한요소해석을 위한 격자 생성 서버는 클라이언트로부터 CAD데이터와 메쉬 사이즈 정보를 얻어 유한요소를 생성한다.

해석 서버에서는 DB 서버나, 클라이언트의 GUI를 통해 입력된 유한요소 데이터를 얻어 입력된 경계 조건에 대해 문제의 해를 구한다. 이 때 해석 서버는 분산화된 CAE환경하의 여러 방법으로 해석을 수행하게 된다. 해석 서버로부터 변형 형상, 응력 등의 계산된 결과는 클라이언트의 애플릿에 전송되어 화면에 나타내게 된다.

다음 Fig. 8은 클라이언트와 해석서버와의 통신을 보여준다.

본 연구를 통해 구현된 통합 프로토타입 시스템에서는 클라이언트와 각각의 응용 서버들과의 통신을

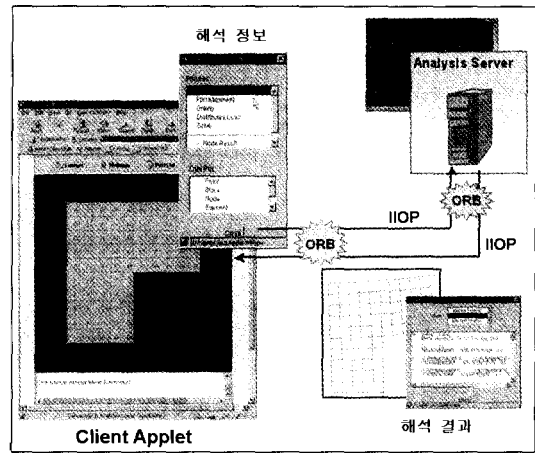


Fig. 8. Communication between client and analysis server.

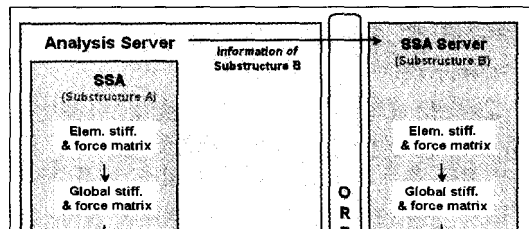
sis Server)를 자동 호출하여 부분구조에 대한 정보를 ORB를 통해 건네준다. 이 때 멀티스레드(Multithread) 개념을 이용하여 각각의 부분구조에 대하여 동시에 해석작업이 수행되게 된다. 본 연구에서 구현된 해석서버에서는 전체 구조물을 두개의 부분구조로 나누어 해석을 수행한다.

그리고, 부분구조A, B에 대한 해석결과에 적합조건을 적용하여 최종적인 전체 구조물의 해를 구하여 클라이언트에게 해석 결과를 넘겨주게 된다.

다음 Fig. 9에서는 부분구조법에 의한 해석 서버의 분산을 위한 과정을 보여준다.

4.4.2 가우스소거법에 의한 해석과정의 분산

가우스 소거법에 의한 해석 서버는 시스템의 평형 방정식  $KU=R$ 에서 전체 강성행렬  $K$ 와 하중행렬  $R$ 을 구하여 ORB를 통하여 Gauss Elimination Server



에게 넘겨준다. Gauss Elimination Server는 이를 받아 가우스 소거법에 의해 미지의 U행렬을 구하여 해석 서버에게 넘겨준다. 해석 서버에서는 나머지 해석 과정을 수행하여 클라이언트에게 해석 결과를 넘겨주게 된다.

본 연구에서 시도된 해석 과정의 분산화는 각 분야에 뛰어난 외부 해석 소프트웨어의 사용 가능성을 제시해 준다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 제품 데이터 호환성을 위한 국제 표준인 STEP과 분산 객체 모델의 표준인 CORBA를 이용한 분산 CAE 시스템을 개발하여 STEP 기반의 통합 시스템간의 활용 가능성을 모색해 보았다. 이러한 통합 시스템들로부터 생성된 STEP 파일 또는 데이터베이스 시스템에 저장된 통합 유한요소해석 정보는 데이터의 변환 없이 여러 종류의 서로 다른 응용프로그램에 의하여 이용될 수 있다. 또한, CORBA를 이용한 분산환경과 자바를 기반으로 하는 클라이언트 소프트웨어의 구현은 이종의 분산된 환경 하에서 응용 프로그램들이 서로 통합할 수 있는 기술을 제시하였다.

본 연구에서의 개발 기술은 기업내의 설계×제조 파트를 구축하는데 이용할 수 있음은 물론 이러한 분산 환경을 기업내의 전 영역으로 확장 시킨다면 네트워크를 통하여 정보를 공유하며, 생산활동에 참여하는 기업들의 모임인 가상 기업(virtual enterprise)을 구현하는 데에 매우 중요한 핵심기술이 될 것이다<sup>11)12)</sup>.

향후, 응용 서버의 강화 및 확장이 필요할 것이며, 사용자가 STEP DB를 완전하게 제어하거나 사용하기 위해 객체지향형·확장판제형 등의 데이터베이스 시스템을 이용한 SDAI 구현 방법<sup>13)</sup>에 대한 연구가 필요할 것이다.

## 6. 후 기

본 연구는 1999학년도 중앙대학교 학술연구조성비 지원과제 “원격설계를 위한 분산 유한요소해석 시스템 구축”의 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. "Object Management Group Home Page (<http://www.omg.org/corba/>)". Object Management Group, Inc., 1998
2. STEP 연구회, "제품 모델 정보 교환을 위한 국제 표준 (ISO 10303) STEP", 성안당, 1996
3. "CORBA/IOP 2.2 Specification" (<http://www.omg.org/library/c2indx.html>), OMG, 1998
4. Jon Siegel, "CORBA fundamentals and programming", John Wiley & Sons, Inc., 1996
5. IONA Technologies, "OrbixWeb programming & reference guide", 1996
6. "STEP Programmer's toolkit-ROSE library reference manual", STEP Tools Inc., 1996
7. "ISO 10303-209-Part 209: Application Protocol: Composite and metallic structural analysis and related design", ISO, 1996
8. 권기억, STEP데이터 표준을 이용한 유한요소해석 시스템 개발, 석사 학위 논문, 중앙대학교, 1997
9. 최 영, 조성욱, 권기억, "STEP을 이용한 유한요소 해석 정보모델 구축", 한국 CAD/CAM학회 논문집, Vol 03 no 01, 1998년 3월
10. K. J. Bathe, *Finite Element Procedures*, Prentice Hall, 1996
11. 신종계, 이용신, 조성욱, "Logan의 유한요소법 첫걸음", 시그마프레스, 1998
12. 권기억, 박명진, 양상욱, 최영, 조성욱, "Distributed CAD/CAE Environment Based on STEP and CORBA", *Fourth World Congress on Computational Mechanics*, June, 1998
13. 조성욱, 최 영, 권기억, 박명진, 양상욱, "네트워크와 STEP을 이용한 설계 정보 공유 시스템의 개발", 한국 정밀공학회, 제15권 제9호, 1998년 9월
14. Netscape Communications Corporation, "CORBA: Catching the next wave", June 5, 1997
15. Eric Evans and Daniel Rogers, "Using Java Applets and CORBA for Multi-user Distributed Applications", <http://computer.org/internet/>, 1997
16. M.Hardwick et al., "Sharing manufacturing information in virtual enterprises", *Communications of the ACM*, Vol 39, pp.46-54, 1996
17. M.Marache et al., "A CORBA-based infrastructure managing STEP distributed models for virtual reality applications", *Proceedings of European Conference of Product Data Technology Days*, pp.119-128, 1997
18. 권용국, 유상봉, "이종 데이터 모델에서의 STEP 표준 데이터 인터페이스(SDAI) 구현", 한국 CALS/EC학회지, 제3권 제1호, 1998,6



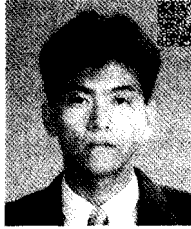
### 김 윤 희

1997년 중앙대학교 기계설계학과 학사  
 1999년 중앙대학교 기계설계학과 석사  
 1999년~현재 (주)한국원자력엔지니어링 기술  
 연구소 연구원  
 관심분야: 전산고체역학, 유한요소해석법



### 조 성 욱

1979년 서울대학교 기계설계학과 학사  
 1981년 한국과학기술원 기계공학과 석사  
 1990년 MIT 기계공학과 박사  
 1981년~1984년 대우중공업 중앙연구소 연  
 구원  
 1991년~1993년 포항공과대학교 기계공학과  
 교수  
 1993년~현재 중앙대학교 기계설계학과 교수  
 관심분야: 전산고체역학, 유한요소해석법



### 권 기 억

1996년 중앙대학교 기계설계학과 학사  
 1998년 중앙대학교 기계설계학과 석사  
 1998년~현재 중앙대학교 기계공학과 박사  
 과정  
 관심분야: 전산고체역학, 유한요소해석법



### 최 영

1979년 서울대학교 기계설계학과 학사  
 1981년 한국과학기술원 생산공학과 석사  
 1989년 Carnegie Mellon University 기계  
 공학과 박사  
 1981년~1984년 대우중공업 중앙연구소 연  
 구원  
 1989년~1990년 Engineering Design Re-  
 search Center 연구원  
 1992년~현재 중앙대학교 기계설계학과 교수  
 관심분야: 네트워크 CAD, Non-manifold  
 modeling, 솔리드모델링, 곡선  
 및 곡면 모델링