[Cyber 제조 설계 시뮬레이션]

특집 I

Special Edition

클라우드 컴퓨터기반 CAE 서비스 플랫폼 개발

글 _ 조상현 _ 한국생산기술연구원 사이버 설계센터 _ chosh@kitech.re.kr

1. 서론

당 센터에서는 지난 10여년간 주조분야의 시뮬레이션 소프트웨어를 개발, 보급하여 왔다. 그 동안 보급한 시뮬레이션 소프트웨어는 열전달 및 유동해석 그리고 구조해석기능을 보유하고 있으며, FDM에 기반한 간편한 사용법을 특징으로 하고 있다. 그러나, 이러한 소프트웨어의 개발 및 보급의 경험을 토대로 해당 시장의 상황을 돌아보면, 아직도 시뮬레이션 기술에 대한 인식이 부족함과 더불어, 높은 가격 또한 국내 생산기반관련 중소기업이 시뮬레이션 기술에 접근하는 데에 높은 장벽으로 작용하고 있다. 국내의 주조관련 기업은 700여개이며, 일본의 관련 중소기업들의 순이익율이 5%미만임에 비추어볼 때, 이보다 낮은 수준일 것으로 추측된다. 이러한 상황에서 생산공정개선을 위한 새로운 과학적 기법을 도입하는 것이 지체되고 있고, 점차 확대되고 있는 중국의 기술력 및 시장장악력에 따른 국내 중소기업의 경쟁력 약화가 우려되고 있다.

CAE기술을 실제 현장에 도입시키기 위해서는 경제적 여유와 함께, 이를 운용할 전문가의 고용이 수반되어야 하나, 현재의 상황에서는 이 모든 문제가 CAE기술의 도입을 어렵게 하는 요인으로 작용하고 있다

CAE기술의 개발자 시각에서 본다면, CAE시장은 전접 포화상태에 이를 것으로 예측되고 있으며, 일정 분야에서는 이미 획기적인 CAE기술의 창출이 어려워진 상황이다. 더욱이 이러한 분야는 해당 CAE기술이 선진국과 후발주자와의 기술적 차이가 거의 없을 정도가 되어 있으며, 오히려 현재는 현상을 풀어내는 해석엔진개발보다는, 이 결과를 보다 설득력 있게 사용자에게 표현하기 위한 전후처리기 분야에 힘을 쏟고 있는 실정이다.

이러한 사용자와 개발자들 모두의 어려움을 타개하기 위하여, 클라우드 컴퓨팅을 기반으로 하는 새로운 CAE서비스의 개발 및 제반 인프라의 구축을 통하여, 국내 관련 중소기업에 서비스를 제공하고 있다

2. CAE용 클라우드 컴퓨팅 서비스 개발

2.1 클라우드 컴퓨팅

클라우드 컴퓨팅은 현재 많은 분야에서 활성화되기 시작하고 있다. 특히, 모바일 오피스나 웹 스토리지 분야 등에서 이미 상용서비스가 시작되었으며, 외국의 경우 [1]Amazon Web Service, [2]Google Apps등 인터넷상에서 컴퓨팅 자원을 제공하는 클라우드 서비스가 이미 일반화 되고 있다. 또한 Microsoft사의 경우 클라우드 컴퓨팅기반의 개발환경과 자원을 제공하기 위하여, 자사의 개발플랫폼인 Visual Studio 2010버전부터 [3]Windows Azure플랫폼이 지원되고 있다. 이러한

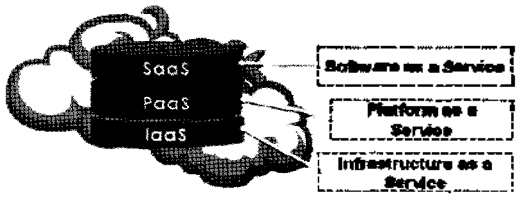


그림 1. 클라우드 컴퓨팅의 구성요소

클라우드 컴퓨팅은 기본적으로 "구름속에 가려진 서비스"이며, 자신이 제공받고 있는 서비스가 어디에 위치하고 있는지는 모르지만, 네트워크를 통해 사용이 가능한 통합적 서비스를 지칭한다.

클라우드 컴퓨팅은 그림1에 나타나는 것과 같이 PaaS, SaaS, IaaS의 3개 서비스로 구성된다.

즉 클라우드 컴퓨팅은 컴퓨팅 자원을 제공하기 위한 인프라단의 구축, 그리고 인프라단위에서 전체 플랫폼의 운용, 관리, 서비스의 제공 등을 제공하는 플랫폼의 제공, 그리고 이렇게 구축되는 하드웨어 인프라 및 플랫폼상에서 작동되며, 실제로 사용자가 사용할 수 있는 소프트웨어로 구성되며, 이 각각의 항목들이 사용자의 로컬자원이 아닌 인터넷상의 공유자원으로서 서비스형태로 제공된다. 이러한 서비스형태의 통합적 제공은 기존의 asp형태의 서비스와는 차별화되며, 범위적으로 확대적 개념을 포괄하고 있다.

2.2 클라우드 컴퓨팅 기반 CAE서비스

2.2.1 ISC (Internet Simulation Center)

ISC는 개발 및 구축된 클라우드 컴퓨팅 기반 CAE 서비스의 이름으로서 1)IaaS, 2)PaaS, 3)SaaS를 포함한다. 또한 ISC로 대표되는 인터넷 기반의 CAE서비스의 개념을 그림2에 나타낸다. 그림에서 나타내는 것과 같이 사용자는 당 서비스에 인터넷을 통해 해당 웹사이트에 접속 함으로서 서비스 개시가 시작되면, 이후 일정의 등록절차 및 인증과정을 거쳐서 실제 ISC 서비스에 접속할 수 있다.

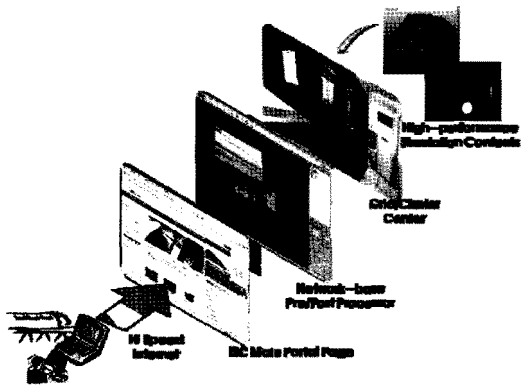


그림 2. ISC서비스 개념도

2.2.2 ISC의 컴퓨팅 인프라 구축

그림2의 ISC서비스 중 컴퓨팅 자원을 제공하고, 인터넷상에서 사용자가 당 서비스에 접근할 수 있도록 하는 통로를 구축하며, CAE소프트웨어가 운용되는 하드웨어를 IaaS형태로 제공하기 위한 클러스터 플랫폼을 구축하였다.

그림 3. ISC의 클러스터 시스템

클러스터 시스템은 약 100여대의 연산을 위한 클러스터 및 각종 서비스의 컨트롤 및 모니터링 그리고 웹 서비스를 위한 서버군과 사용자 접속의 보안강화를 위한 보안관련 장비들로 구성되어 있다. 연산을 위한 서버는 각 노드 당 8개의 코어 및 32GByte의 메모리를 갖고 있으며, 서버간의 MPI (Message Passing Interface)형 병렬연산을 지원하기 위한 고속통신라인인 2배속 인피니밴드가 설치되었다. 인피니밴드는 각 노드 사이를 20Mbps로 연결할 뿐만 아니라, 데이터 패킷의 초기 응답속도가 극도로 짧기 때문에 초고속 병렬처리를 수행하기 위한 필수연결장비이다.

ISC가 제공하는 시뮬레이션 소프트웨어를 사용자가 인터넷을 통해 사용할 경우, 각 연산 프로세스단위를 Job으로 통칭하며, 각 Job은 사용자가 원하는 컴퓨팅 자원의 크기, 작업의 우선도 등의 기준에 따라 당 ISC가 보유하고 있는 클러스터 서버 중 무작위로 할당된다.

각 서버에서 수행되는 연산의 결과 데이터는 분산형 저장장치에 1차로 저장되며, 각 데이터는 제 2차 및 3차 백업장치를 통해 2일분의 데이터가 유지된다. 이 데이터는 사용자의 실수에 의한 데이터의 삭제에 대응하기 위한 것이 아닌, 클러스터 시스템 자체의 오동작에 따른 데이터 복구에만 사용된다.

각 서버를 통해 이루어지는 통신은 인피니밴드를 포함한 3중화된 통신라인을 통하여 이루어지며, 핵심 서버군 및 연산을 위한 클러스터 서버군은 다단계의 방화벽 및 데이터 암호화를 통해 보호된다.

이렇게 구성된 하드웨어는 외부와 500 Mbps급의 전용선으로 연결되며, 다중의 사용자의 접속에도 대응토록 설계되었고, DDoS (Distributed Denial of Service attack)공격에도 대비하고 있다.

2.2.3 ISC플랫폼 개발 및 구축

ISC는 그림4에 나타내는 것과 같이 다중의 서비스단으로 구성된다.

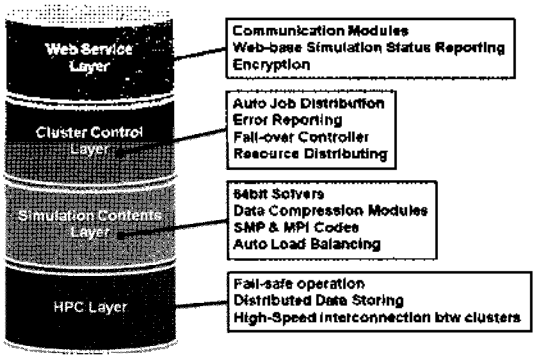


그림 4. ISC의 서비스단 구성도

위 그림에서 웹, DB 그리고 시뮬레이션 서비스를 포함한 전체 서비스를 운용하기 위한 플랫폼이 개발되었다. 이 플랫폼에는 1)각 클러스터 서버간의 시뮬레이션 Job을 실행하고, 상태를 보고하며, 사용자의 요청을 반영하고, 이를 웹 서비스와 연동시키는 ISC의 내부 플랫폼과, 2)생성되는 데이터를 유지하고, 운용하며 이를 유저에게 인터넷을 통해 제공하는 외부 연결 플랫폼으로 구성된다.

2.2.4 ISC API의 개발 및 배포

당 서비스는 시뮬레이션 소프트웨어를 클러스터 컴퓨터에 탑재하고 이를 인터넷으로 제공하는 것을 목적으로 하고 있다. 이는 현재 제공되는 데스크탑 가상화 등을 이용하여 서버-클라이언트 개념으로 소프트웨어를 연동시키는 것이 아니라, 웹을 통해 사용자의 로컬 PC에 설치되는 어플리케이션을 개발하고 해당 어플리케이션과 ISC간의 인터넷 통신을 통해 클라우드 컴퓨팅을 연동시키는 개념이다. 이러한 시뮬레이션 서비스를 제공하기 위해서는 시뮬레이션 소프트웨어 중의 연산엔진인 솔버와, 사용자의 입력을 처리하기

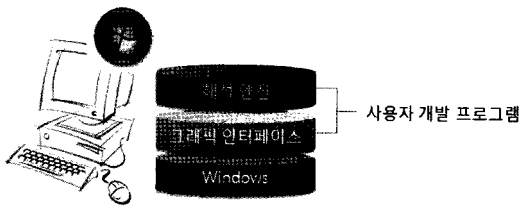


그림 5. 시뮬레이션 소프트웨어의 구성

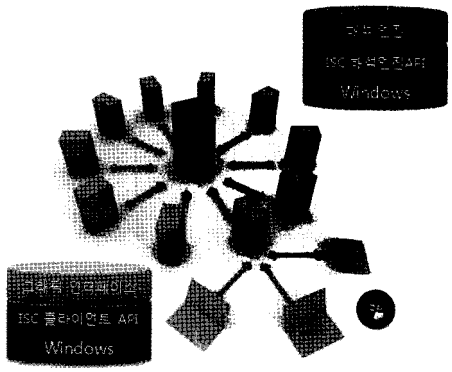


그림 6. 온라인 시뮬레이션 소프트웨어의 구성

위한 GUI (Graphical User Interface)가 분리되어야 하며, 분리된 솔버와 GUI는 각각 클러스터 시스템 및 사용자 PC에 탑재되어야 한다.

또한 각 솔버 및 GUI는 기존에 개발된 소스에 최소한의 수정만을 추가하여 ISC에 탑재될 수 있어야 한다. 이는 기존 소프트웨어를 ISC로의 마이그레이션 함에 있어서 중요한 요소이며, ISC시스템의 공급자가 아닌, 시뮬레이션 소프트웨어를 개발 및 보급하는 다수의 개발자들이 당 시스템에 각자가 개발한 소프트웨어를 서비스 형태로 전환하여 탑재시키기 위해서의 필수사항이다. 이를 위해 다수의 개발자들에게 공통적으로 배포되어 자신의 어플리케이션을 클라우드 서비스형태로 전환시킬 수 있는 ISC API (Application Programming Interface)가 개발되었다.

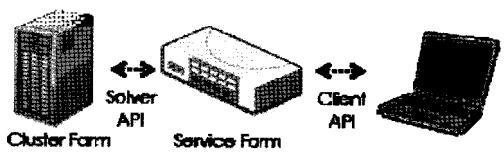


그림 7. ISC API의 구성

ISC API는 솔버와 GUI쪽으로 분리되어 개발자에게 제공되며 각 API의 기능은 다음과 같다.

1) 솔버를 위한 ISC API의 기능
- 해석을 위해 유저가 전송한 입력파일과 해석결과 파일을 클러스터영역에 저장하기 위한 가상스토리지 함수
- 해석수행, 중간중지, 완료, 취소, 이상종료 등의 Job 처리를 위한 함수
- 해석수행 진행상황을 클러스터군의 메인서버에 보고하는 등의 모니터링 함수
- 클러스터영역 내에서의 네트워킹 및 메시지처리를 위한 함수
- 파일의 압축/해동을 위한 함수

2) 클라이언트 GUI를 위한 ISC API의 기능
- 방화벽 접속을 위한 인터페이스
- TCP/IP네트워킹을 위한 기본 함수
- 인터넷을 통해 유저의 시뮬레이션Job들의 정보 취득을 위한 접근함수
- 인터넷을 통해 유저의 시뮬레이션Job수행을 요청하며 중간취소 등을 요청하는 실행함수
- 입력파일 업로드와, 결과 파일 다운로드 및 삭제 요청을 수행하는 파일 수신/전송함수 및 그래픽 인터페이스
- 파일 해동함수
- 작업정보 갱신 함수

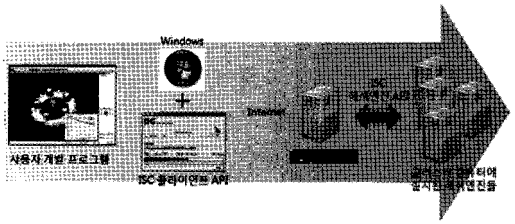


그림 8. ISC API를 통한 클라우드 시스템 구성

이렇게 개발된 ISC API는 제3의 개발자에 제공되고 있으며, 실례로 사출공정 시뮬레이션 소프트웨어를 클라우드 컴퓨팅 서비스형태로 재가공하는 데에 1개월 내외의 개발기간이 소요되었다.

2.3 서비스 개발환경 구축 및 제공

ISC를 구성하기 위해서는 다단계의 서비스가 상호작용하며, 이렇게 연동된 데이터를 사용하여 클라이언트, 웹, DB 그리고 시뮬레이션 Job이 수행된다. 심지어 방화벽 등의 보안기능도 연동된 서비스의 데이터를 참조하게 된다.

제3의 개발자에게 ISC API를 제공하고, 개발자들은 이를 통해 자신들의 소프트웨어를 변환, 재가공 할 수 있다. 그러나 이렇게 개발되는 소프트웨어는 단독의 개인 개발환경에서는 테스트할 수 없으며, 기본적으로 모든 ISC의 서비스환경이 갖추어진 상태에서만 테스트 및 디버깅 등의 작업이 가능하여 진다. 그러나 ISC의 실제 서비스제공 구역에 제3의 개발자가 접근하는 일은 보안상의 이유로 제한되고 있으며, 이러한 이유로 ISC와는 유사하나, 실제의 서비스 영역이 아니며, ISC구성이 노출되지 않는, 개발자를 위한 테스트베드를 구축하였다.

ISC의 시뮬레이션 어플리케이션개발자로 인증이 되면, 가상화된 데스크탑이 주어지며, 개발자는 가상화된 데스크탑을 이용하여 자신의 어플리케이션을 ISC용으로 마이그레이션 및 테스트를 수행하게 된다. 이때에 가상화된 데스크탑에는 이미 ISC API를 이용한 어플리케이션의 개발이 가능토록, 이에 필요한 제반 서비스들이 수행되고 있다. 따라서 개발자와 ISC관리자 사이에서는 오직 ISC API를 통한 통신만이 이루어지며 쌍방이 갖고 있는 중요기술의 노출 없이 개발을 진행할 수 있는 환경이 조성된다.

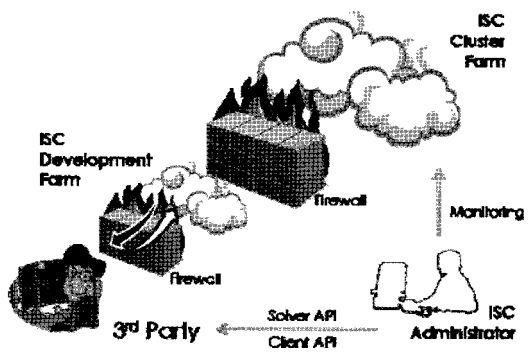


그림 9. ISC용 서비스 개발을 위한 개발환경

3. ISC 서비스

현재 당 서비스에서 목표로 하는 지원 분야는 다음과 같다.

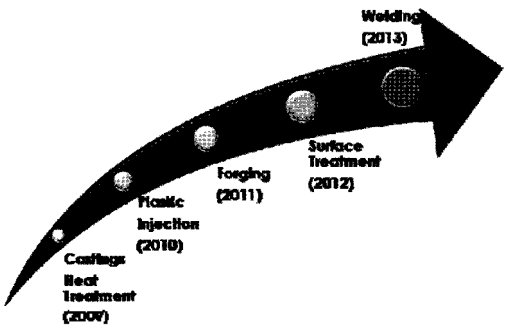


그림 10. ISC의 서비스제공 로드맵

그림10에서와 같이 2013년까지 생산기반기술 6대 분야인 주조, 열처리, 사출, 단조, 표면처리 및 용접분야의 시뮬레이션 콘텐츠를 ISC용으로 마이그레이션 및 구축을 수행하며, 각 년도의 4/4분기부터는 해당분야의 클라우드 컴퓨팅기반 CAE서비스를 제공한다. 2011년 현재 제공중인 서비스는 주조, 열처리 및 수지사출 분야의 3개 분야이며 각 서비스 다음과 같다.

3.1 ISC에의 접근

먼저 ISC서비스의 사용은 다음과 같이 해당 url을 웹브라우저로 접근하면서 시작된다.

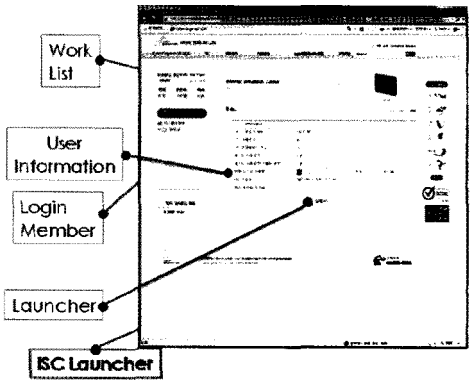


그림 11. ISC서비스의 메인페이지 (www.etekzon.co.kr)

위와 같이 ISC의 메인페이지 접속 시에는 Microsoft 사의 Internet Explorer를 사용하여야 한다. 그 이유는 ISC메인페이지 접속 후 개인PC에 설치되는 ISC서비스와 클라이언트 어플리케이션이 윈도우기반으로 개발되었으며, ActiveX기반의 기술을 사용하고 있기 때문이다.

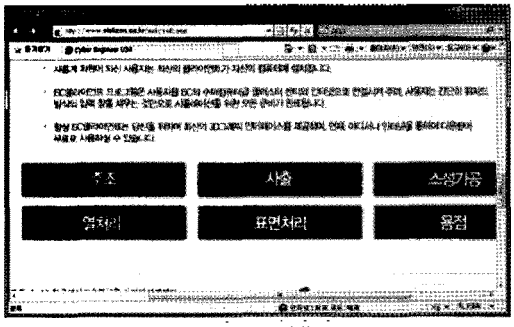
웹페이지 접근시의 사용자계정정보 및 입력정보들은 SSL(Secure Sockets Layer)을 통해 암호화되어 전송되며, 각종 보안기술에 의한 사용자계정의 보안도 강화되어 있다.

3.2 클라우드형 CAE의 이용

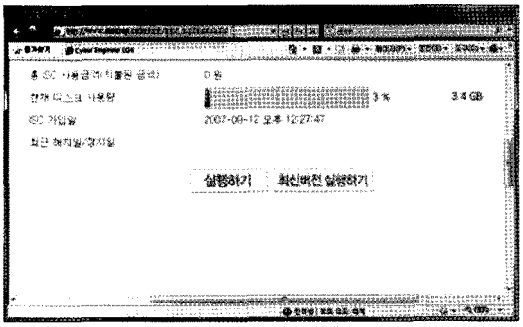
당 ISC에 의해 제공되고 있는 클라우드 컴퓨팅 기반의 CAE를 이용하기 위해서는 웹으로 등록한 계정정보 이외에, 관리자에게 자동으로 전송되는 ISC회원가입신청원을 제출하여야 한다. 이는 실제유저의 유무를 판별하기 위해서 이며, ISC관리자에 의해 회원가입승인여부가 메일로 전송되며, 새로운 접속패스워드도 동시에 부여된다.

ISC를 사용하기 위해서는 ISC메인 페이지 접속 후 그림 12의 분야별 서비스페이지로 이동한다. 각 서비스 페이지의 실행하기 버튼을 누르면, 사용자의 로컬 PC를 검색하여, 사용하고자 하는 시뮬레이션 어플리케이션이 설치되었는지는 판단한 후, 어플리케이션의 설치 혹은 실행을 수행한다.

또한 사용자는 일단 "실행하기" 버튼을 누름으로써 자신의 PC에 해당 어플리케이션을 인스톨한 후에, "최신버전 실행하기"를 통하여 최신버전으로 업그레이드 할 수 있으며, 이 기능은 xml을 이용한 서버와 클라이언트 사이의 버전관리기능을 통해 이루어지며, ActiveX로 캡슐화되어 클라이언트에 배포된다.



(a) 서비스 분야별 url



(b) 분야별 시뮬레이션 서비스 실행페이지

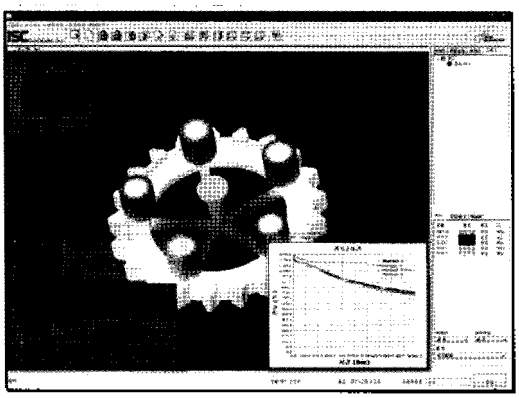
그림 12. ISC서비스 실행기

3.3.ISC 시뮬레이션 서비스 콘텐츠

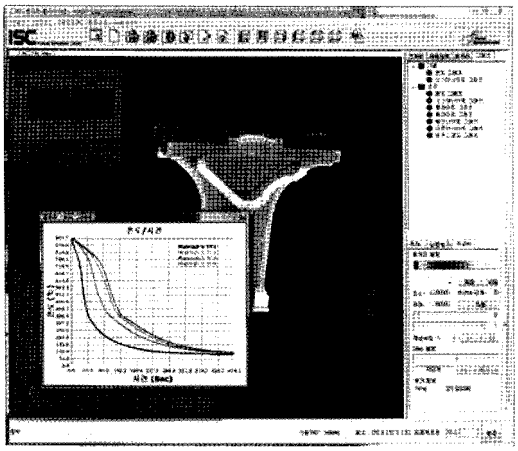
현재 제공중인 시뮬레이션 콘텐츠는 표1과 같다.

표 1. ISC 시뮬레이션 콘텐츠

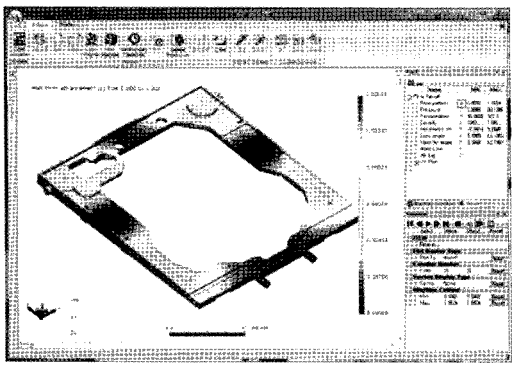
해당분야	서비스개시	연산기반
주조	2009년 12월	FDM
열처리	2010년 5월	FDM
사출	2011년 1월	FEM



(a) ISC 주조 시뮬레이션 콘텐츠 (ISCCast)



(b) ISC 열처리 시뮬레이션 콘텐츠 (ISCHeat)



(c) ISC 사출 시뮬레이션 콘텐츠 (ISCMold)

그림 13. ISC 시뮬레이션 콘텐츠

또한 다음에 현재 서비스 제공중인 각 시뮬레이션 콘텐츠를 나타낸다.

3.4 ISC 클라이언트의 공통 인터페이스

각 시뮬레이션 콘텐츠들은 ISC API가 제공하는 공통된 유저 인터페이스를 포함하고 있으며, 이 인터페이스를 통하여 자신의 작업관련 정보를 취득하거나, 중지요청 및 삭제 등을 수행할 수 있다. 먼저 해당 인터페이스를 이용하면 그림14와 같은 가상망연결을 이루어주며, 사용자 PC와 ISC의 클러스터 시스템사이의 가상망 통신을 수립하여 준다. 이를 통하여, 해당 콘텐츠와 ISC간의 모든 입출력 데이터는 128bit로 암호화되어 통신되며 스니핑 등의 해킹에도 대응하고 있다.

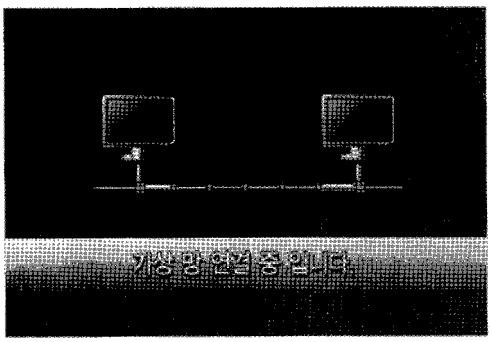


그림 14. ISC 콘텐츠-클러스터간 가상망 연결

다음 그림에는 사출 시뮬레이션의 클라이언트를 나타낸다. 이 그림 중 왼쪽부분에 나타내는 것은 사용자가 사용하였거나, 사용중인 시뮬레이션 Job에 관한 처리기이며, 각 처리기에는 연도별, 월별 및 작업시작시간 별로 Job이 자동 분류되어 있는 작업이력이 표시되며, 웹 페이지의 개인별 url에서도 그림15와 같이 각 케이스 별 정보를 확인하는 것이 가능하다.

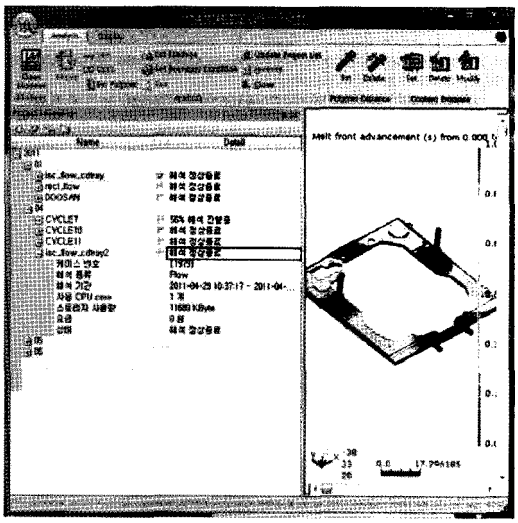


그림 15. ISC 클라이언트의 케이스 핸들러

해당 처리기를 통하여, 사용자는 현재 진행중인 작업의 Job Progress정보를 취득할 수 있으며, 해석작업이 끝난 Job에 대한 다운로드 등을 수행할 수 있다. 이러한 Job처리기 인터페이스는 ISC에서 제공하는 모든 시뮬레이션 콘텐츠가 공통으로 갖고 있으며, ISC API에 의해 유지된다.

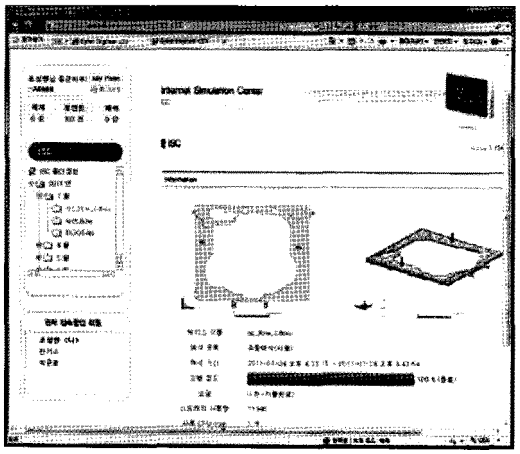


그림 16. ISC파일 수전송 처리기

또한 파일 수전송 처리기의 다운로드 기능을 통하여 해석종료 케이스에 대한 결과 다운로드를 수행할 수 있다.

파일 수신, 전송 처리기는 ISC API에 의해 클래스부터 유저인터페이스까지 공통적으로 제공되며, 제3의 개발자가 TCP/IP및 소켓 등의 네트워크관련 기술을 보유하고 있지 않아도, 자신의 어플리케이션을 ISC로 마이그레이션하는 데에 문제가 없도록 설계하였다.

4. 결론

국내의 생산기반기술관련 산업은 국가의 주요산업을 뿌리에서 받치는 중요산업이며, 90%이상이 중소기업으로 구성되어 있다. 그러나 이러한 기업들은 채산성의 문제 및 전문기술인력의 문제 등에 따라 CAE등의 첨단 기술의 적용에 한계점을 보이고 있다. 따라서 이를 타개하기 위한 방법으로 세계 최고의 수준을 보이고 있는 국내의 인터넷 인프라를 이용한 클라우드 컴퓨팅 기술을 CAE분야에 적용하여 서비스 함으로서, 국내 중소기업의 기술적 향상을 도모하고 있다. 이를 위하여, 모든 것이 인터넷 상에서 이루어지는 CAE서비스를 개발하고, 인프라를 구축하여 실제 서비스를 제공하고 있으며, 추가적인 지원분야를 발굴하고, 콘텐츠간의 경쟁을 유도함으로써 사용자에게 보다 넓은 기술혜택의 기회가 돌아갈 수 있도록 추진하고 있다.

각주

본 서비스는 지식경제부의 "사이버 제조실제 시뮬레이션 기술 확산 사업"의 일환으로 제공되고 있다.

참고문헌

1. http://aws.amazon.com
2. http://www.google.com/apps/
3. http://www.microsoft.com/windowsazure/