



## e-Science 연구를 위한 협업환경 기술 소개

### 목 차

1. 서 론
2. e-Science를 위한 각종 협업환경 기술
3. e-Science 협업 기술의 발전 방향
4. 결론 및 미래 과제

유진승 · 김법균 · 장행진 · 김종원  
(한국과학기술정보연구원 · 광주과학기술원)

### <요 약>

e-Science는 고성능 컴퓨팅 장비와 네트워크 장비를 이용하여 각종 첨단 실험장비, 대용량 데이터, 연구인력 등을 시간 공간의 제약 없이 동시에 활용하도록 하여 연구 생산성을 혁신적으로 향상시킬 수 있다. 이를 효과적으로 지원하기 위해서는 서로 떨어져 있는 연구자들 간의 협업을 위한 기반을 제공하는 것은 매우 기본적인 서비스이다. e-Science로 진행되는 미래형 협업을 위한 지원은 연구자간의 단순한 화상회의에서부터 고성능 네트워크와 컴퓨팅 자원에 기반을 두어 과학적 가시화(scientific visualization)를 공유하는 환경을 제공하는 것 까지 다양하게 망라되어 있다. 본 논문에서는 원격지의 협업 연구자간에 데이터를 공유하고 공유된 시각화를 제공하는 e-Science 협업 환경 기술에 대한 소개를 하고자 한다. 특히 Access Grid를 중심으로 한 다양한 협업 환경의 구축 노력들을 소개하면서, 이들 노력을 바탕으로 한 향후의 협업 환경 기술의 발전 방향에 대해 소개한다.

### 1. 서 론

e-Science는 첨단 IT 기술 및 고성능 연구망을 기반으로 시간과 공간에 구애 받지 않고 고성능 컴퓨터 및 첨단 연구 장비, 대용량데이터, 연구자 등의 연구자원을 동시에 활용하여 연구생산성을 획기적으로 향상시킬 수 있는 차세대 연구개발 환경을 구축하는 것으로, e-Science 연구자 사이의 원활한 의사 결정을 위한 협업 연구 환경이 제공되어야 한다[1]. 이러한 e-Science 기반의 협업 연구를 위해서는 시·공간적 제약을 극복하는 안정적인 고성능의 네트워크 인프라를 제공해야 하며, 협업 연구자간의 의사소통 및 의사결정을 위한 풍부한 기능들을 제공해야 한다. 이를 위해서는 가능한 많은 연구자가 음성, 영상 및 데이터를 동시에 공유할 수 있어야 하며, 원격 협업 연구자는 동기화된 가시화 화면을 공유할 수 있어야 한다.

초고속 네트워크 기반의 정보통신 기술의 발전에 따라 다양한 협업의 형태가 여러 분야에서 나타나고 있으며, 특히 e-Science를 위한 협업 환경은 미래형 협업의 모습을 선도하면서 계속

적으로 발전하고 있다. 협업 환경을 위한 기술은 먼저 소규모의 연구자 개인 간의 단순 화상회의를 지원하는 기능에 추가하여 원격 데스크톱 형태의 화면 공유나 화이트보드 기능을 간단하게 제공하는 방식에서 시작되어, 그룹 단위의 대규모의 참여자들 간에 고성능 네트워크를 기반으로 고화질 영상을 마치 서로 마주보는 것처럼 공유하면서 동시에 과학적 가시화를 상호작용하면서 공유하는 발전된 형태의 협업환경 기술로 발전되고 있다.

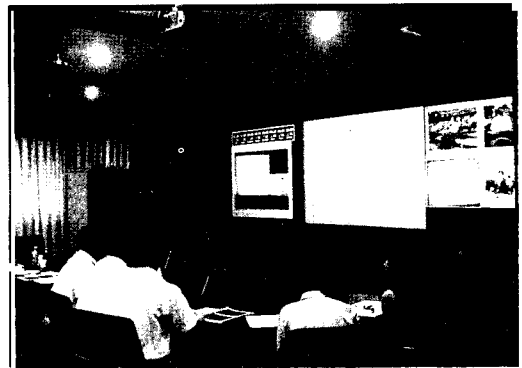
## 2. e-Science를 위한 각종 협업환경 기술

### 2.1 액세스그리드 (Access Grid)

액세스그리드(Access Grid: AG)는 공동 연구를 위해서 연구자들이 원격에서 서로 접근하여 계산 그리드나 데이터 그리드에서 생성된 정보를 교환하고 협력하는 고성능 협업 환경을 구축하는 그리드 기술의 일환으로 개발이 1997년도부터 시작되었다[2,3]. ANL (Argonne National Lab.)을 중심으로 공개 소스로 개발되고 있으며 돌킷 자체를 제외한 공유 소프트웨어들은 외부 개발자들의 자발적인 참여로 발전하고 있다. AG 툴킷은 1.0 버전을 시작으로 현재는 3.1 버전까지 개발되고 보급하여 널리 사용 중에 있다. 높은 확장성과 이식성을 가지고 있으며 플랫폼 독립적인 특성을 제공한다. 그룹간의 통신을 지원하기 위해 별도의 룸을 설치할 수도 있으며 클라이언트 외의 브리지, 배뉴, 레지스트리 등의 주요 서비스를 각 커뮤니티의 목적 및 보안 요구에 따라 독립적으로 적용할 수도 있다. 액세스그리드는 멀티캐스트 기반의 음성, 화상 응용프로그램을 기본으로 사용하며, 멀티캐스트가 되지 않는 네트워크 환경의 사용자를 위해 멀티캐스트 패킷을 유니캐스트 패킷으로 변환 전송시켜 주는 브리지 서비스를 제공하고 있으며 이는 MBone[4] 코드를 기초하여 사용하고 있다. 특히 다양하게 개발

된 공유 응용프로그램(shared application)들을 통해서 각종 협업의 필요에 부합하는 공유 기능을 제공하도록 하고 있다.

KISTI는 2002년에 국내에서 처음으로 국내 Access Grid 룸 노드를 구축하였으며, 국내 사용자들을 위한 배뉴 서버 및 브리지 서버를 버전별로 구축하여 운영 중에 있다. 또한 GIST와 협력하면서 AG 환경을 위한 미디어 기술 개선을 위한 각종 연구 활동을 지속적으로 진행한 바 있다. 참고로 (그림 1)은 KISTI와 싱가포르의 NGO와 액세스그리드를 통한 원격 협업 연구를 진행하고 있는 모습이다.



(그림 1) 액세스그리드를 활용한 원격 협업 연구

### 2.2 EVO (Enabling Virtual Organization)

미국 Caltech에서 만든 VRVS (Virtual Room Videoconferencing System)의 후신으로 2007년 6월에 탄생한 EVO는 Java 응용을 사용하는 웹 기반의 편리한 인터페이스를 가진 진입 장벽이 낮으면서 플랫폼에 독립적인 방식이다[5]. 액세스그리드의 브리지와 거의 동일한 기능을 갖는 리플렉터(Reflector)를 통하여 사용자들은 인식하지 못하는 상태로 유니캐스트 네트워크에서 멀티캐스트 응용프로그램을 제공한다. 또한 간단하고 쉽게 원격 연구자들 간의 협업을 지원하도록 공유가 가능한 원격 데스크톱 및 화이트보드 기능을 제공한다. 다만 연구자가 제공하는 화

면은 카메라 캡처 이미지나 데스크톱 화면 중에 하나이다. (그림 2)는 EVO를 사용하는 연구자에게 자기의 PC 데스크톱 화면을 제공하는 모습을 보여준다.



(그림 2) EVO의 Shared Desktop 공유 모습

국내에서는 KISTI를 중심으로 2007년부터 고에너지 물리 (HEP) 분야에서 국내외 연구자들이 원활한 협력연구를 진행할 수 있도록 EVO 서버를 운영하면서 지속적인 서비스를 제공하고 있다.

<표 1> Access Grid와 EVO 특징 비교

	Access Grid	EVO
동시접속자	~ over 50	~over 50
stream/session	제한없음	제한없음
stream/node	4-8	1
참여자/node	1-1000	1-3
Platform	Windows XP, Linux, OSx 등	Windows, Linux, OSx 등
Network	Multicast/Uncast	Uncast
Shared Tool	Chat, Image, Document, Desktop, White board, Movie, AGVCR 등	Chat, Desktop, White board 등
Scale	small~Large	Small
사용의 편리성	복잡	쉬움

<표 1>은 액세스그리드와 EVO를 특징별로 분류하였다. 액세스그리드, EVO 모두 동시 사용자의 접속 제한이 없으며, 참여 노드에서 동시에 참여할 수 있는 연구자의 수에서는 EVO는 제한적이나, 액세스그리드는 공간 및 장비가 허용하

는 범위 내에서 동시에 많은 수의 연구자가 참여 가능하다. 위와 같은 특징으로 액세스 그리드는 참여자가 그룹 단위일 때 적합하며, EVO는 한 노드에서의 참여자가 소규모일 때 사무실이나 실험실의 조그마한 공간에서 활용함에 상대적으로 적합하다고 할 수 있다. 또한 액세스그리드는 다양한 공유프로그램을 지원하는 특성을 가지면서, 분야별 특성에 따른 협업을 효과적으로 지원할 수 있다.

### 2.3 OptIPuter 프로젝트와 GLVF

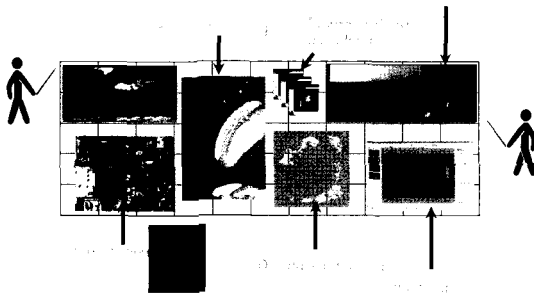


(그림 3) Lambda Table

OptIPuter (Optical networking, Internet Protocol, Computer storage, processing and visualization technologies) 프로젝트는 IP 통신을 사용하는 광 네트워크를 통하여 계산 자원 간의 결합된 인프라를 만들어 대용량의 자원을 필요로 하는 거대 규모의 응용프로그램을 도출하여 학제간의 연구 지원을 목표로 한다[6]. 특히 OptIPuter 라는 광IP 네트워크 기반의 컴퓨터의 가시화 부분은 UIC (University of Illinois at Chicago)의 EVL (Electronic Visualization Lab)에서 개발한 SAGE (Scalable Adaptive Graphics Environment)가 널리 이용된다[6]. 단일 디스플레이 장치의 해상도 한계를 극복하고 초고해상도를 지원하기 위해 모니터를 격자 형

대로 배치한 타일드 디스플레이(tiled display)를 활용하는 SAGE는 (그림 3)과 같이 테이블 형태로 구축하여 과학적 가시화를 연구자와의 대화형 실시간 시물레이션을 가능하게 해주는 Lambda Table과 연계되고 있다[7].

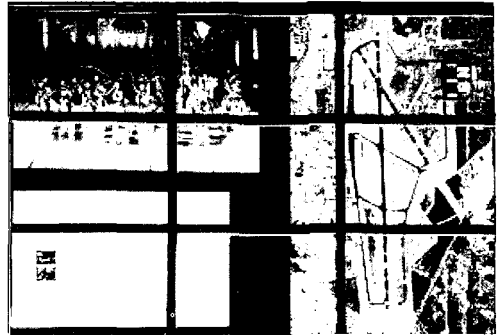
특히 GLVF (Global Lambda Visualization Facility) 라는 이름으로 전 세계에 산재한 (그림 4)에 제시된 바와 같은 타일드 디스플레이에 기반을 둔 협업 환경들을 서로 엮는 모습으로 부터, 초고해상도 화면을 통하여 원격지의 연구자들에게 실감나는 공유형 협업을 제공하는 미래형 협업 환경의 모습을 보여주고 있다.



(그림 4) SAGE와 GLVF

국내에서는 (그림 5)와 같이 2007년에 30" 모니터 9개를 사용하여 7680 x 4800의 약 3800만 해상도를 갖는 타일드 디스플레이가 KISTI에 구축되었다. 또한 GIST에서는 2006년부터 주어진 각종 장치 및 네트워크 상태에 적응적으로 기능별 서비스 요소들을 통합하여 협업환경에서 요구하는 다양한 협업기능들을 만족하도록 유연성 있게 조정할 수 있는 하드웨어/소프트웨어/네트워킹에 걸친 지능형 협업환경(SMeet: Smart Meeting Space) 프레임워크를 설계하고자 노력하고 있다. 제안하는 프레임워크에 기초하여 초고해상도 디스플레이를 중심으로 네트워킹을 통한 미디어/데이터 공유, 포인팅/트래킹을 활용한 디스플레이 상호작용을 지원하는 협업 환경을 개발하고자 하는 것이다. 특히

SMeet One Display는 고해상도 영상 처리 시 발생하는 병목 현상과 높은 시스템 자원 문제를 해결하기 위해, Gbps급 네트워크를 기반으로 영상을 처리하는 부분과 이를 디스플레이 하는 부분이 분리된 유연성 있는 구조를 지원한다[8].



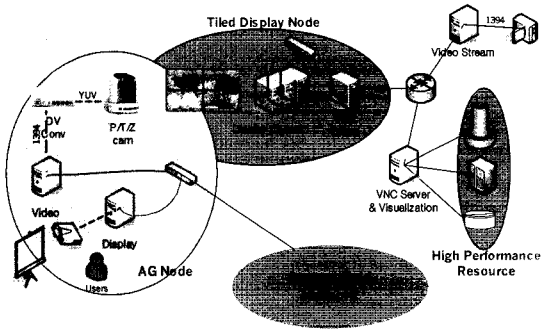
(그림 5) 7680 x 4800 해상도의 3x3 Tiled Display

### 3. e-Science 협업 기술의 발전 방향

e-Science 연구 환경을 위한 협업 기술로 액세스그리드, EVO, OptIPuter 등에 관련된 기술들을 소개하였다. 액세스그리드와 EVO는 연구자 중심의 협업 환경을 제공하여 주기 위하여 오디오, 비디오 공유를 기본으로 하여 다양한 공유 응용프로그램을 통하여 프레젠테이션 및 이미지 등 다양한 데이터를 공유할 수 있는 기능을 제공하고 있다. OptIPuter는 같은 공간에 동시에 여러 개의 연구 데이터를 공유할 수 있는 환경을 제공하며, 점차 초고속 네트워크와 초고해상도 디스플레이 장치를 통해 원격 연구자에게 고해상도 연구 데이터 이미지를 공유할 수 있도록 발전하고 있다.

이와 같이 e-Science 협업 연구는 점차 다양한 분야에서 다양한 방법으로 활용되고 있다. 상기한 바와 같이 많은 연구자들이 점차 풍부한 현장감을 갖는 고성능 과학적 가시화를 공유하는 협업 환경을 요구하고 있다. (그림 6)은 슈퍼컴퓨터, 클러스터 등의 다양한 고성능 컴퓨팅을 통하여 실시간으로 표현되는 과학적 가시화를 액

세스그리드의 DV/HDV 급의 이미지를 통하여 액세스그리드를 사용하는 국내외 연구자들과 공유하는 환경을 보여주고 있다[9].



(그림 6) 액세스그리드 기반 과학적 가시화 공유

이를 위하여 KISTI와 GIST는 원격 연구자간의 화상 회의와 고성능 가시화를 공유할 수 있는 경제성 있는 통합 모델을 개발하고 있다. 이를 통하여, e-Science 연구 환경에 접목함으로써 e-Science 연구자가 보다 편리하고 경제적인 협업 환경을 만들 수 있는 방안을 제시할 수 있을 것으로 보이며, 연구자 간의 같은 데이터를 공유함으로써 e-Science가 추구하는 연구 생산성을 보다 충실하게 높일 수 있을 것으로 보인다.

### 참고문헌

[1] Korea Science Gateway Ke-Science: <http://www.escience.or.kr>

[2] AccessGrid.org: <http://www.accessgrid.org>

[3] Access Grid Korea: <http://www.accessgrid.kr>

[4] MBone Overview, [http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/projects/mice/mbone\\_review.html](http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/projects/mice/mbone_review.html)

[5] EVO-The Collaboration Network: <http://evo.caltech.edu>

[6] Optiputer: <http://www.optiputer.net>

[7] EVL Research in Optiputer: <http://www.evl.uic.edu/cavern/optiputer>

[8] 박종철, 채종권, 최기호, 김종원, 조진용, 박재승, “비압축 HD 비디오 전송 시스템과 네트워크 기반 타일드 디스플레이의 결합”, 2007 한국 컴퓨터종합학술대회 논문집, Vol. 34, No. 1(A), pp.271~281

[9] 유진승, 장행진, “Access Grid 기반의 e-Science 협업 연구 환경”, 슈퍼컴퓨팅소식, 29호, pp. 24-29, 2007

### 저자약력



**유진승**

1999년 포항공과대학교 컴퓨터공학 석사  
2001년~2004년 (주)시큐아이닷컴 기가방화벽 커널 개발  
2004년~현재 한국 과학기술정보연구원 선임연구원,  
    액세스그리드 기반 e-Science 협업 담당  
관심분야 : 네트워크, 네트워크 보안 및 협업 연구 미들웨어



**김범군**

1999년~2001년 (주)진지소프트  
2005년 전북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
2005년~2007년 전북대학교 박사후과정  
2007년~현재 한국과학기술정보연구원 선임연구원  
관심분야 : 분산 및 병렬처리, Grid, 협업 연구 미들웨어  
이 메 일 : kyun@kisti.re.kr



**김정원**

1989년, 1994년 서울대학교 석사, 박사  
1994년~1999년 공주대학교 전자공학부 조교수  
1998년~2001년 Univ. of Southern California Dept. of  
    Engineering - Systems 연구조교수  
2001년 9~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 부교수  
관심분야 : 네트워크 미디어 시스템 및 프로토콜



**장행진**

2005년 전북대학교 컴퓨터공학과 박사  
1977년~1999년 SERI/ETRI 슈퍼컴 운영 및 연구망 운영  
2000년~2006년 KISTI 선임연구원  
2007년~현재 KISTI 책임연구원, e-Science 사업단 팀장  
관심분야 : 사이버인프라스트럭처, 그리드컴퓨팅