

主題

## Access Grid Tutorial

광주과학기술원 정보통신공학과 네트워크 미디어 연구실 이재연, 김정원  
한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅인프라개발실 곽재승, 이정호, 변옥환

차례

- I. Access Grid 소개
- II. AG 장비 구성 및 활용
- III. 앞으로 AG는 어떤 방향으로 개발될 것인가?
- IV. 국내 현황 및 전략

### 요약

Access Grid(AG)는 분산되어 있는 컴퓨터들을 네트워크로 연결해 슈퍼컴퓨터처럼 사용할 수 있는 Grid망을 이용해, 기존 화상회의 시스템과는 달리 원거리 사용자들에게 실재감 있는 그룹간 협업 환경을 제공한다. 본 논문에서는 AG에 대한 개념 및 관련 연구에 대한 연계성을 소개하며, AG 노드를 구축하기 위한 장비와 소프트웨어의 구성·설치 및 활용 방안을 구체적으로 제시한다. 또한 국내외 AG의 현황 및 향후 발전 방향에 대한 논의를 덧붙여, 국내 AG 활동의 활성화를 촉진하고자 한다.

### I. Access Grid 소개

인터넷으로 서로 연결된 컴퓨터들로 만들어진 Grid는 과학자들과 비즈니스맨에서부터

일반인에 이르기까지 정보를 교환하고, 데이터를 분석하며, 물리적인 시스템이나 과학적인 현상 등을 모의 실험할 수 있게 하는 네트워크 기술이다. 그리드를 구성하는 세 가지 요소 중 하나인 액세스 그리드 (Access Grid: AG)는 소프트웨어와 하드웨어가 집결된 middleware 성격을 가지고 그리드를 통해 우리가 상호작용할 수 있도록 도와주는 역할을 한다<sup>[1]</sup>. AG는 초고속 그리드 망을 기반으로 멀티미디어 디스플레이, 프레젠테이션 공유와 시각화 툴, 상호작용을 조정하는 소프트웨어 등을 사용해 원거리 사용자들에게 실재감(presence) 있는 협업 환경을 제공한다.

AG의 활동 목표를 구체적으로 설명하자면 다음과 같다<sup>[2]</sup>.

- 시·공간적 제약 없이 각자의 위치에서 그룹간에 상호작용하면서 공동작업을 진행할 수 있게 한다.

### < Grid의 개념 및 종류 >

그리드는 middleware 성격의 특정 프로그램을 컴퓨터에 설치해 세계 곳곳의 컴퓨터, 데이터베이스, 첨단 장비를 서로 연결하여 하나의 컴퓨터처럼 원격에서 사용하고 조정할 수 있다는 개념에서 출발했다<sup>1)</sup>. 즉 전 세계에 흩어진 컴퓨터들을 인터넷으로 연결해 마치 슈퍼컴퓨터처럼 쓰자는 개념이며, 이는 가상기구 (virtual organization)의 개념으로도 해석될 수 있다. 예를 들면 인터넷에 연결된 퍼스널 컴퓨터, 워크스테이션, 서버 등을 고속 네트워크를 통하여 연결한 다음, 원격에서 조정하여 필요한 데이터를 송수신하면서 복잡한 계산을 나누어서 실행하고 이를 다시 합쳐 결과를 제시할 수 있다. 그리드는 다음과 같은 세 종류로 나누어 질 수 있다<sup>1)</sup>.

· 계산 그리드 (Computational Grid): 분산된 고성능 컴퓨팅 자원들을 연결하여 하나의 가상 공간에서 사용함으로써 지금까지 불가능하던 연구를 수행하기 위한 환경을 제공하도록 고성능 컴퓨팅 자원들을 통합하는 그리드 기술.

· 데이터 그리드 (Data intensive Grid): 한 곳에 집중된 대량의 데이터를 효율적으로 공유하거나, 여러 곳에 분산된 대량의 데이터 및 데이터베이스에 대한 체계적인 실시간 접근체계를 구축하는 그리드 기술.

· 액세스 그리드 (Access Grid): 동일 분야 연구자들의 공동 연구나 다양한 분야의 연구자들이 정책결정을 위해서 원격지에서 접근하여 계산 그리드나 데이터 그리드에서 생성된 정보를 교환하고 협력할 수 있는 고성능 협업 환경을 구축하는 그리드 기술. 서비스 측면에서 접근하기 때문에 서비스 그리드의 일환으로 간주되기도 한다.

- 기존 원격 화상 회의 시스템과 달리 격식을 갖추지 않고서도 자유롭게 토론하거나 브레인스토밍(brain storming)을 할 수 있게 하는 시스템을 구성한다.

- 미팅 중에 3차원 데이터, 프레젠테이션, 웹 사이트, 문서나 멀티미디어 데이터 등을 원격리에 있는 다른 동료들과 함께 공유할 수 있게 한다.

- 고성능 그리드 환경을 이용해 기존에 사용되던 장비나 소프트웨어들의 성능들이 통합된 새로운 공동 작업 환경을 만든다.

- 사용자에게 몰입감 (immersion)을 제공하여 협업 환경의 실재감 (presence)을 향상시킨다.

위와 같은 목표들을 수용할 수 있는 원격 실감형 협업 시각화(tele-immersive collaboration visualization) 시스템이 되려면 협업의 범위나 크기가 커지더라도 원격리 사용자들이 시공간의 제약을 받지 않고 회의를 할 수 있게 해주어야 한다. 단순히 얼굴만 보며 의사소통을 하던 기존의 화상회의 시스템과 달리, AG는 고성능 그리드 네트워크를 기반으로 3차원 데이터나 기타 장비 등을 동원하여 가상 환경에서의 실재감을 느낄 수 있는 환경을 제공한다<sup>1)</sup>. 또한 기존 화상회의 시스템이 소규모 그룹의 협업 환경을 제공했다면, AG는 그룹대 그룹간의 대규모 협업이 가능하게 한다.

AG 활동은 1999년부터 계획되고 진행되기 시작했으며, Argonne National Laboratory (ANL)의 주도 하에 미국의 대학교 및 연구소를 중심으로 개발되고 있다. 1999년 6월 이후 2002년까지 여섯 번의 tutorial과 두 번의 retreat가 열렸고, 2003년 1월 기준 약 140여 개의 노드가 등록되어 있으며 그 수는 점차적으

1) 각종 화상회의 시스템과의 관계에서 AG의 역할을 파악하기 원한다면 [25]를 참조하기 바란다.

로 확대되고 있다<sup>[6]</sup>. AG의 연구 및 보급은 NCSA(The National Center for Supercomputing Applications)를 중심으로 크게 세 지역 — 영국/유럽 AG, 아시아/태평양 AG, 미국 교육 커뮤니티 AG — 으로 나누어져 진행되고 있다<sup>[1]</sup>.

본 논문에서는 AG에 대한 개념, 현황, 관련 연구 분야들과의 연계성을 바탕으로, AG 노드를 구축하기 위한 장비와 소프트웨어의 구성, 설치 및 활용에 대해 2장에서 자세하게 알아볼 것이다. 이어서 AG의 향후 발전 방향에 대한 논의들을 3장에서 다룬 다음, 마지막으로 4절에서 국내의 AG 현황을 알아보고 개발 방향을 제시함으로써 국내 AG 활동의 활성화를 촉진하고자 한다.

## II. AG 장비 구성 및 활용

### 1. AG 장비 구성

일반적으로 AG 노드를 구성하기 위해서는 디스플레이 (display), 계산 (computing), 음향 (audio), 영상(video) 뿐만 아니라 제어 (controlling), 공간 구성 (room architecture), 네트워크 (network), 소프트웨어 도구 (software tool) 등에 대한 전반적인 이해 및 고려가 필요하다<sup>[2,5]</sup>.

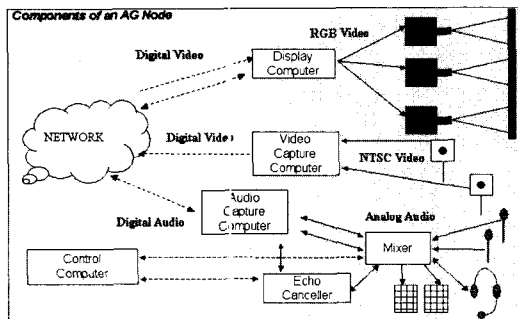


그림 1. AG node 구성도 (Framework of AG Node)<sup>[24]</sup>

1) 디스플레이 (Display) : AG 공간 (room)은 열명 이상의 참석자 모두가 화면 전체를 보는데 무리가 없을 만큼 충분한 크기의 스크린을 가지고 있어야 한다. 또한 프로젝터 역시 참가자들이 보는데 무리 없을 만큼의 충분한 해상도를 가지고 있어야 한다. 스크린의 크기나 프로젝터의 성능에 대해 정해진 규격은 없으나, 적어도 세 개의 프로젝터와 이를 모두 수용할 수 있는 크기의 스크린이 통상적으로 권장되고 있다.

2) 영상 (Video): AG 노드는 서로 다른 각도의 프로젝터들에서 나오는 다수의 비디오 스트림들을 스크린에 표시하여, 참가자들이 모두 다른 곳에 있더라도 마치 그 방에 같이 앉아서 대화하는 것 같은 실재감을 만들어 내야 한다. 보통 비디오 스트림은-청중을 대상으로 한 넓은 범위의 화면, 발표자를 향한 좁은 화면, 디스플레이 스크린을 잡을 수 있도록 넓게 잡은 화면, 그리고 청중과 방 전체적인 분위기를 잡을 수 있도록 움직이는 카메라의 화면-정도로 구분되어지기는 하나, 정해진 규격이 있는 것은 아니다.

3) 음향 (Audio): AG 노드는 참가자들이 원격지에 있는 사람들과 자연스럽게 대화를 나누기 위해서 마이크나 선 등에 방해받지 않고 자유롭게 말할 수 있는 환경을 만들어야 한다. 이를 위해 여러 대의 마이크를 설치해 참가자들이 공간내 어디에서나 바로 앞에서 대화하는 것처럼 느낄 수 있도록 만들어야 한다.

4) 컴퓨터 (computer): AG 노드는 총 네 대 - 디스플레이 (display), 영상 (video), 음향 (audio), 제어(control)-의 컴퓨터를 사용한다. 디스플레이용 컴퓨터는 다수 영상 출력 지원 그래픽 카드 (multi-head display video card)를 이용해 여러 개의 화면을 스크린에 보여줘야 하기 때문에 Windows NT 이상의 안정된

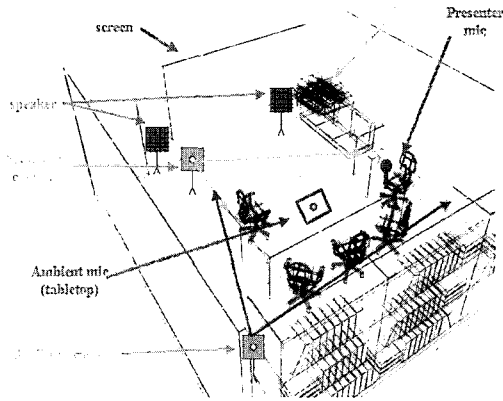


그림 2. AG 공간 구성도 (Room coordination of AG)<sup>[23]</sup>

운영체제가 권장된다. 영상 획득용 컴퓨터는 Linux 기반으로 작동되며, 카메라로부터 입력되는 영상들을 동시에 처리할 수 있어야 한다. 음향 획득용 컴퓨터 역시 Linux 기반에서 작동되며, 입력되는 음향을 부호화(encoding)하고 다른 AG 노드에서 받은 음향 스트림을 복호화한 뒤 스피커를 통해 들려주는 역할을 한다. 제어용 컴퓨터는 Windows 기반의 운영체제를 설치해야 하며, AG 1.x 버전까지는 울림 방지(echo cancellation) 및 음향 조절을 위한 장치인 Gentner AP400용 S/W를 작동하는 데에만 쓰이고 있으나 향후 AG의 발전 과정에서 보완될 많은 기능들이 이 컴퓨터에 추가될 것으로 보인다.

5) 소프트웨어 (Software): AG에서는 각 노드들에 설치할 소프트웨어를 패키지 형태로 제공하고 있다<sup>[10]</sup>. PowerPoint Slideshow를 동기화시켜 참가자 모두가 동시에 같은 화면을 볼 수 있도록 하는 Distributed PowerPoint, echo cancellation 및 전체 음향 조절 S/W인 Gentner, 비디오 코덱인 vic에서 보여지는 화면들을 자동으로 배치해주는 Autoplace vic 등이 있다.

6) 네트워크 (Network): AG는 멀티캐스트를 기반으로 한 네트워크상에서만 동작된다. 현재 모든 네트워크에서 멀티캐스트가 지원되는 것이 아니기 때문에, AG 노드를 운용하기 위해서는 네트워크 계층의 native 멀티캐스트가 지원되도록 하거나, 터널링 또는 브리징 기법에 의해 멀티캐스트에 접속할 수 있도록 해야 한다. 일반적으로 각 AG 노드당 최소 네 개의 영상 스트림이 만들어지며 한 영상 스트림당 보통 128Kbps에서 512Kbps 이상의 넓은 대역폭을 지속적으로 요구하기 때문에 이를 만족시킬 수 있는 충분한 대역폭이 각 AG 노드에 할당되지 않는다면, 패킷 손실과 지연이 초래되어 영상이나 음향 및 AG 전반적 동작들의 성능 저하를 초래할 것이다.

7) 공간 구성 (room coordination): AG 공간은 그림 2의 구성을 참고로 하여 각 노드의 특성에 맞게 설계할 수 있다. 그림 2의 구성을 구체적으로 살펴보면, 스크린은 방의 전면에 설치되었으며 프로젝터는 천장에 부착되었다. 회의용 책상 및 의자는 스크린을 보는데 지장이 없을 정도의 거리에 배치시켰으며, AG 노드 관리자용 컴퓨터 - 주로 디스플레이 컴퓨터가 된다 - 는 회의를 하는데 방해가 되지 않으면서도 방 전체를 볼 수 있도록 회의용 책상 뒤에 배치되었다. 여러 대의 컴퓨터를 사용하므로 효율적인 공간 활용을 위해 컴퓨터들을 랙 (rack) 캐비닛 안에 보관하는 했으며, 공간 내에 소리가 골고루 퍼질 수 있도록 스피커는 방 전면에 설치하였다.

## 2. AG 규격 (specification) 및 최소 사양 (minimum requirement)

AG에서는 2002년 각 노드들의 효율적인 상호작용을 위해 AG 노드가 최소한도로 갖추어야 할 규격을 제시했다<sup>[7]</sup>. 초기 AG에서는 표 1

에서 제시한 하드웨어들을 모두 가지고 있어야 하나의 AG 노드로 인정받을 수 있었으나, PIG (Personal Interface to AG) 등 AG 노드 보급이 활성화되고 있는 최근에는 구체적인 하드웨어 규격보다는 기능에 초점을 둔 최소 사양만 만족하도록 권장하고 있는 추세이다. 이 절에서는 AG 시스템에 익숙하지 않은 사용자들에게 예시가 될 수 있도록 2001년에 발표된 AG 하드웨어 규격<sup>[8]</sup>을 표 1에 소개하며, 아울러 2002년 발표된 AG 최소 사양도 표 2에 함께 소개한다<sup>[7]</sup>. 그러나 표 1,2 에서도 알 수 있듯이 하나의 AG 노드로서 갖추어야 할 요건을 만족하려면 비용이나 공간적인 제약이 적지 않아, AG 노드를 하나 꾸미는데는 상당한 비용이 소요되었다. 이에 대한 해결 방안으로, AG에 참여하는 개인이나 소규모의 그룹을 위해 2002년 7월 PIG (Personal Interface to AG)가 제안되었다. 표 3은 PIG에서 소개한 권장 사양이다<sup>[9]</sup>.

표 1. AG 노드 H/W 규격 (AG Node Hardware specification)<sup>[8]</sup>

display computer	PC, dual-processor SMP 550MHz or more
	Matrox G450 dual head AGP graphics adapter
	Matrox G200 Quad PCI graphics adapter
video capture computer	PC, dual-processor SMP 550MHz or more
	Hauppauge video capture adapters (x4)
Audio capture computer	PC, 550MHz or more
	Creative Ensoniq AudioPCI audio adapter
	Opensour.d License for AudioPCI
Control computer	PC, 550MHz or more (control S/W for echo cancellation H/W)

Audio configuration (small node 기준)	Gentner AP400
	Crown PCC-160 microphone (x4)
	Genelec Near-range Monitor (x2)
	ATI Matchmaker MM100
video camera	Furman PL8
	Sony EVI-D30 또는 Canon VC-C3 (x4)
Projection	Epson 710c (x3) (적어도 1024x768 pixel 이상의 해상도를 가져야 함)
	Walltalker NuVuRite(비닐 스크린이어서 지울 수 있는 화이트보드로도 사용 가능)
기타	Intel Express 460T, 16 ports
	1000BaseT uplink module
	Extreme Networks Summit24
	Belkin OmniView Matrix
	17 Monitor (x2)

표 2. AG 노드 최소 규격 (Minimum requirements of AG node)<sup>[7]</sup>

환경	적어도 세 명 이상의 참가자 수용 가능
S/W	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Virtual Venues Client 1.0 이상</li> <li>· Venues Text Chat Client S/W : TkMOO 0.3.32</li> <li>· NLANR Multicast Beacon S/W</li> </ul>
Video	<ul style="list-style-type: none"> <li>· RTP를 이용해 적어도 18 개의 QCIF (177x144)과 6개의 CIF (352x288) H.261 video stream 을 받고, 디코딩하고, 보여줄 수 있어야 함</li> <li>· RTP를 이용해 적어도 4개의 CIF(352x288) H.261 Video stream을 캡처하고, 인코딩하고, 전송할 수 있어야 함</li> </ul>
Audio	<ul style="list-style-type: none"> <li>· RTP를 이용해 적어도 6개의 audio stream을 받고, 디코딩하고 프로세싱 한 뒤 들려줄 수 있어야 함</li> <li>· RTP를 이용해 적어도 1개의 audio stream을 캡처하고, 프로세싱 한 뒤 인코딩하고 전송할 수 있어야 함</li> <li>· Hands Free, Echo cancellation, Full duplex</li> </ul>
Display	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 3072x768 (1024x768x3) shared display</li> <li>· 스크린 높이의 2~8배 사이에 사용자들이 착석 할 수 있도록 레이아웃 되어야 함</li> </ul>
Network	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 100Mbps LAN</li> <li>· 10Mbps WAN</li> <li>· Multicast 가능</li> </ul>

### 3. AG 소프트웨어 도구들의 기능 및 설치

AG version 1.x에 이어 2003년 3월부터는 AGTk beta 버전들이 계속적으로 업데이트 되고 있다. 또한 AG에서는 AG 문서화 프로젝트 (AGDP: Access Grid Documentation Project)를 운영하고 있어 AG 사용자들에게 관련 문서들을 제공하고 있다. AG 노드를 구축하는 방법, 가상 관할구역 (virtual venue)을 이용해 AG를 동작시키는 방법, VenueMOO를 동작시키는 방법, Distributed PowerPoint에 대한 문서 등이 게재되어 있어 참고할 수 있다<sup>[11]</sup>. 표 4를 통해 AG에서 사용되는 소프트웨어들의 특징에 대해 간략하게 소개한다.

표 3. PIG (Personal Interface to the AG) 권장사항 (PIG recommendation)<sup>[9]</sup>

Processor	Dual Xeon™ class processors, 1.5Ghz 이상
Memory	512MB DDR-RAM 이상
Video	<ul style="list-style-type: none"> <li>· AGP를 지원하는 Dual-head video card (Matrox G400 이상 권장)</li> <li>· 최소한 single-head PCI video card 추가</li> <li>· 총 3개의 screen (해상도 3072x768)이 지원되어야 함</li> </ul>
Audio	Full-duplex audio support
Video Capture	Osprey 200 PCI Video Capture cards
Echo Cancellation	Personal Echo Cancellation device (Polycom SoundPointPC 정도를 권장)
Cameras (x 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1대 : 사용자 이미지를 지속적으로 제공</li> <li>· 1대 : 작업 공간이나 상호작용 이미지 제공</li> </ul>
Network	100Mbit (minimum) multicast-capable network connection
Operating System	Microsoft Windows 2000 이상

### 4. AG 운용 원리

가상 관할구역 (virtual venue: VV)은 AG 노드 사용자들이 협업할 수 있도록 가상적인 회의실을 운영하는 역할을 한다. 영상 획득용 컴퓨터에는 VRM (Video Resource Manager)이, 음향 획득용 컴퓨터에는 ARM (Audio Resource Manager)가 있어 각각 vic과 RAT을 이용해 하드웨어를 통해 획득되는 영상 및 음향 정보에 대한 관리를 담당한다. 또한 디스플레이용 컴퓨터에도 DRM (Display Resource Manager)이 있어 전체적인 디스플레이에 대한 자원 (resource)들을 제어하며, VRM, ARM 및 DRM을 모두 관장하는 이벤트 서버 (eventserver)가 있어 각종 이벤트가 발생할 때마다 각 자원 관리자 (resource manager)들이 능동적으로 대처할 수 있도록 한다. AG는 웹 브라우저를 통해 사용자들이 쉽게 VV로 접속하도록 인터페이스를 제공하는데, 사용자들이

표 4. AG에서 사용되는 S/W (S/W tools used in AG)

video conferencing tool (vic) <sup>[12]</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Multicast 기반의 영상 회의 S/W.</li> <li>· UDP/IP, RTP 기반의 프로토콜 사용.</li> <li>· UCL (University Collage London) version과 OpenMash version이 사용되고 있음.</li> </ul>
Robust Audio Tool (RAT) <sup>[13]</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· scalable하게 음향 조절 가능</li> <li>· 서로 다른 툴들간 통합 기능 향상</li> <li>· UDP/IP, RTP 기반의 프로토콜 사용</li> </ul>
Virtual Network Computing (VNC) <sup>[14]</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Application 공유를 위한 원격 display 시스템</li> <li>· 동작되고 있는 컴퓨터뿐 아니라, 원격지에 있는 컴퓨터에서도 인터넷을 통해 데스크탑 화면을 공유할 수 있음</li> </ul>
Distributed PowerPoint (DPPT) <sup>[10]</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 발표자가 local로 가지고 있던 PPT 슬라이드를 공유함으로써, 발표자 뿐 아니라 원격지에 있는 청중 모두 동기화된 슬라이드쇼를 볼 수 있음</li> <li>· 최신 모델의 Microsoft Java virtual machine이 있어야 함</li> </ul>

Remote PowerPoint (RPPT)	· win32 기반에서 개발됨 · OEM/COM과 TCL/IP 기반의 group communication이 바탕 기술 · 전체적인 application은 C++로 개발됨
Voyager Multimedia multistream	· AG node 활동을 기록(recording)과 재생(playback)
기타 S/W	· Virtual venues client event server · Display resource manager · the tkMoo-light mud client

어떤 회의실에 들어가고 나갈 때마다 멀티캐스트에서 사용되는 가입/탈퇴 (join/leave) 동작이 이벤트 서버를 통해 감지되어 각 자원 관리자들에게 변경된 정보가 전달된다. (그림 3 참고)

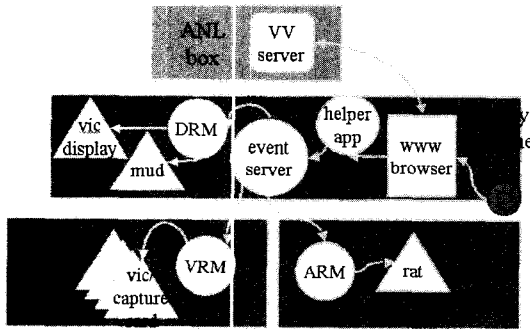


그림 3. AG 노드의 동작 원리 (Operating mechanism of AG node)

### III. 앞으로 AG는 어떤 방향으로 개발될 것인가?

#### 1. AG 1.x의 문제점 및 개선 방안과 AG 2.0 소개

2002년 AG retreat중 AG community survey<sup>[16]</sup>에서는 설문 조사를 통해 AG 사용자들이 생각하는 AG 1.x의 문제점 및 그 해결

방안에 대하여 보고했는데, 그 내용을 본 절에서 소개한다.

- 1) 설치: 처음 설치가 복잡하므로, 좀더 사용자에게 편리한 인터페이스가 제공되어야 한다.
- 2) 네트워크: AG 1.x는 멀티캐스트가 반드시 지원되는 네트워크에서만 실행할 수 있었으나, 앞으로는 H.323과의 접목이나 유니캐스트/멀티캐스트에 대한 bridging, 노드 관리자간의 의존성, 물리적인 VV들간의 통합 등을 통해 통합된 네트워크 환경이 제공되어야 할 것이다.
- 3) 음향 시스템: AG 1.x의 RAT이 불안정하기 때문에 안정성에 대한 개선이 필요하며, 음질 또한 CD 수준으로 향상시켜야 할 것이다. 또한 많은 사람들이 동시에 회의에 참여하기 때문에 어떤 음성이 어떤 영상과 대응되는지 명확하게 표시해 줄 수 있는 메커니즘이 AG toolkit 안에 보완되어야 할 것이다.
- 4) 영상 시스템: 현재 지원되는 세 종류의 화면 크기보다 다양하게 화면 크기를 조정할 수 있도록 해야 하며, 사용자들에게 좀더 편리한 인터페이스가 제공되어야 할 것이다. 현재 vic이 사용하는 H.261 기반의 낮은 압축 방식 대신, ITU-T H.263이나 ISO/IEC MPEG-2/4를 이용해 압축률을 높여 사용자들에게 향상된 화질을 제공해야 할 것이다. 또한 USB카메라나 video capture card를 통해서만 입력되는 영상 외에도, Firewire(IEEE 1394) 카메라를 이용한 Digital Video 영상이 입력될 수 있도록 지원해야 할 것이다.
- 5) Voyager: AG 1.x는 NTP (Network Time Protocol) 동기화를 맞춰야만 Voyager를 사용할 수 있으나, 동기화되지 않은 노드

들도 Voyager를 사용할 수 있도록 개선되어야 할 것이다. 또한 더 많은 사용자들이 접속할 수 있도록 접근성(accessibility)을 높여야 하며, Voyager를 통해 기록되는 데이터 가운데 영구적인 보관이 필요한 데이터에는 무결성을 비롯해 기밀성, 인증, 신원 입증, 심사, 부인 불가, 재생성과 유용성이 동시에 보장되어야 한다. 원격-실감형 협동 작업 중에 발생하는 임시 데이터는 시간 제약이 많기 때문에 보안의 강도와 전체적인 동작 속도를 모두 고려해 보안 정도가 결정되어야 한다<sup>[17]</sup>.

6) 가상 관할구역 (Virtual Venue): VV에는 자동화된 스케줄링 기능이 추가되어야 할 것이다. 또한 파일의 업로드 및 다운로드, 동시에 여러 세션이나 이벤트를 수행할 수 있도록 개선된 성능이 요구되며, 보안 시스템 또한 강화되어야 할 것이다.

7) AG 소프트웨어 ToolKit: 기존 화상회의 시스템이 사용하던 응용 프로그램 외에 AG만의 특성을 이용할 수 있는 응용 프로그램이 개발되어야 한다. 예를 들어 사용자간의 메시지 교환, 시뮬레이션을 통해 실세계에서 실현 불가능한 작업의 수행 등을 통하여 그룹 협업의 기능을 최대화 시켜야 한다. 그 외에도 기존에 있는 다른 화상회의 시스템과 AG가 호환되어 동작할 수 있도록 연결하는 프로그램이 필요하며, 필요한 소프트웨어들을 하나로 패키징시켜 쉽게 설치할 수 있도록 해야 할 것이다.

AG 1.x에서 지적된 문제점에 대한 해결책을 포함해 논의되고 있는 AG 2.0의 구조는 i) 응용 서비스 (application services), ii) VV 서비스 (virtual venues services), iii) AG 네트워크 서비스 (AG network services), iv) AG 노드

(AG nodes), v) 사용자 (users), 이렇게 다섯 단계로 계층화되어 구성될 예정이다<sup>[18]</sup>.

VV service registry interface를 통해 제공될 응용 서비스로는 visualization server나 병렬 렌더링 등을 예로 들 수 있으며, 커뮤니티 액세스

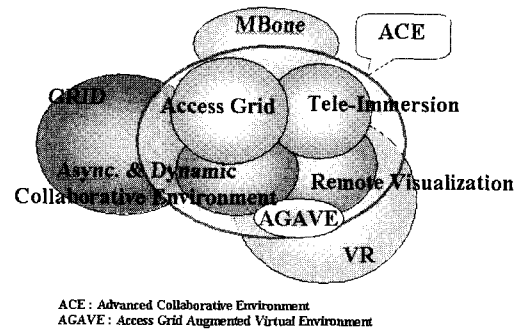


그림 4. AG와 다른 관련 연구 분야들의 연관성 (Relationship between AG and other relative works)

서비스 (Community access service)와 VV 서버로 구성되는 VV 서비스 계층은 각 VV마다 스케줄링 (scheduling), 권한 부여 (authorization) 등의 기능이 부여될 것으로 보인다. 네트워크 서비스 계층에 대한 부분에 관한 논의는 계속 진행 중에 있으며, AG 노드 계층은 웹을 기반으로 한 노드 제어 소프트웨어를 사용함으로써 최소한의 기능성만을 남겨둘 것으로 보인다. AG의 목표가 그룹별로 사용자들이 함께 작업할 수 있는 환경을 제공하는데 있는 만큼, 사용자 계층에서는 사용자 개인의 일을 AG 공간으로 옮겨오는 작업 공간의 도킹 (docking)이 이루어져야 할 것이다.

## 2. ACE(Advanced Collaborative Environments)와의 연계성

GGF (Global Grid Forum) 산하 ACE (Advanced Collaborative Environment)는 설립 취지가 '언제 어디에서나 상호 작용적인 협동



작업이 가능하며, 실감적인 Grid 리소스로의 접근이 가능한 기술을 다른 Grid Working Group에게 제공한다'라는 점에서 Access Grid와 비슷한 연구 배경을 가진다<sup>[2]</sup>. ACE내 연구 분야가 크게 그림 4의 네 가지 - 액세스 그리드(Access Grid), 원격 실감성(Tele-immersion), 비동기·동적 협업 환경(Asynchronous and dynamic collaboration environments), 원격 가시화(Remote visualization) - 로 구분되어 있기는 하나, 각 분야는 서로 밀접하게 연관되어 있기 때문에 분명하게 그 경계를 짓기는 어렵다. 기존 Mbone이나 인터넷 기반의 화상회의 시스템과는 달리<sup>3)</sup>, Grid의 슈퍼컴퓨팅 환경을 사용할 수 있는 이점을 가지고 있는 AG는



그림 5. AGAVE를 이용한 AG 회의 (AG conferencing with AGAVE@EVL)

3차원 데이터와 같이 많은 컴퓨팅을 요구하는 S/W를 AG와 동시에 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 관련 연구로는 EVL (Electronic Visualization Laboratory, University of Illinois at Chicago)에서 진행 중인 AGAVE (Access Grid Augmented Virtual Environment) 프로젝트를 꼽을 수 있다. AGAVE 프로젝트는 AG 디스플레이 화면 옆면에 스크린을 별도로 설치해 AG 2차원 화면들과 3차원 스테레오 영상을

동시에 보여줌으로써 AG 1.x에 원격 실감성을 보완하고 있다(그림 5 참고)<sup>[4]</sup>.

AG 1.x의 성격이 ACE의 네 가지 활동 분야 중 비동기적 동적 협업 환경 쪽에 가깝기 때문에, 아직은 원격 실감성과 원격 가시화적인 특성이 미비한 상태이다. 그러나 대규모의 과학적 협업을 위해 개발되고 있는 Active-Mural<sup>[19]</sup>, 슈퍼 컴퓨팅이나 고해상도의 이미지

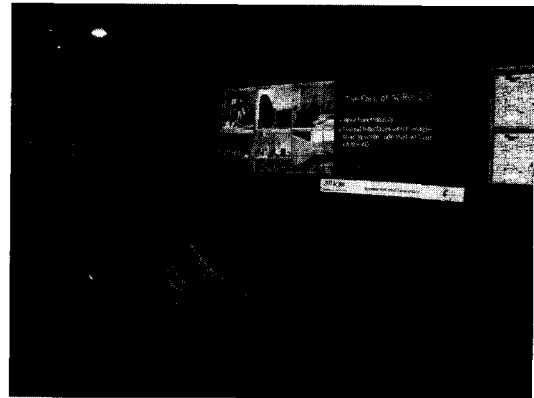


그림 6. KISTI에 있는 AG 노드 (AG node@KISTI)



그림 7. K-JIST에 있는 mini AG (Personal Interface to the Access Grid@K-JIST)

시각화 틀을 이용해 대규모의 과학적인 시뮬레이션 시각화하는 것을 목표로 하고 있는 Powerwall<sup>[20]</sup>, 고속의 네트워크로 연결된 가상

공간 안에서 원격 실감형 가상 환경을 만드는 것을 목표로 TeraNode, CAVERN, AGAVE, TIDE 등 많은 프로젝트들이 수행되고 있는 EVL의 Cave Family<sup>[21]</sup> 과 함께 AG가 가상 협업 환경 구축에 중심이 되어 연구되고 있기 때문에, 앞으로 ACE내 연구들 간의 통합된 개발이 기대된다.

#### IV. 국내 현황 및 전략

##### 1. 국내 현황

현재 국내에는 한국과학기술정보연구원 (KISTI) (그림 6)을 중심으로 광주과학기술원 (K-JIST) (그림 7), 한국과학기술연구원 (KIST), 충남대학교 이렇게 네 곳에 AG 노드가 구축되어 있다(2003년 3월 기준)<sup>[2]</sup>. AG 구축운영 지원과 공동 기술 연구 수행은 KISTI를 중심으로 연구 전문 기관인 K-JIST, KIST 등에서 행해지고 있으며, 2002년 12월 11일자로 발족된 Grid Forum Korea (GFK) 산하 AG Working Group을 통해 체계적인 AG 보급 및 연구가 진행될 것으로 전망된다. 이 외에도 ANL, EVL, AG-TECH 같은 해외 기술 협력 기관을

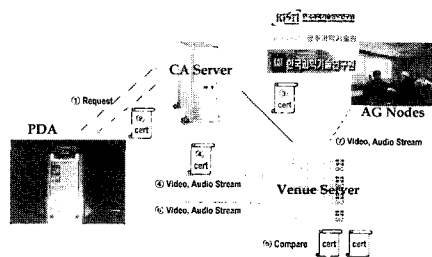


그림 8. PDA와 AG 노드간의 인증 과정 (The process of authentication between PDA and AG nodes)

2) 일부는 PIG 방식의 mini AG가 구현되어 있으며 정식 노드로의 업그레이드도 고려되고 있다. 또한 이 외 3~4개 기관에서 추가적인 노드 구축이 진행되고 있다.

통해 AG 구축 운영 및 기술연구 협력을 받고 있다. 국내의 AG 활동은 2002년에 들어서 활성화가 되기 시작했으나, 시작부터 많은 연구 및 활동들이 수행되어 왔다. KISTI에서는 2002년 4월 25~26일에 Official NeSC Opening 2002 meeting 참가를 지원했으며, 7~8월에는 KISTI-EVL/UIC간 VR 그리드 공동 연구가 지원되었다. 또한 2002년 7월에 열렸던 GGF5 (Global Grid Forum 5) Plenary Track과 10월 열렸던 GGF6의 working Group/Research Group Session이 AG를 통해 방송되기도 하였다.

또한 2002년 10월에는 국내 최초로 AG workshop을 개최하여 AG 커뮤니티를 구성했으며, 2003년 1월 국내 AG 홈페이지가 구축되어 앞으로 활발한 활동이 기대된다<sup>[22]</sup>.

##### 2. 개발 방향

도입 초기 단계인 국내 AG 관련 연구 및 활동은 태동기에 있으나 앞으로 많은 연구 및 활동이 기대된다. 2002년의 국내 AG 관련 활동은 다음과 같이 크게 세 가지로 정리될 수 있다.

- 1) PDA AG 노드 인증 연구 (그림 8 참고) : 기존 AG 노드의 이동성제한을 보완한 PDA AG 노드의 인증에 대한 연구가 KISTI에서 진행되었다. 이는 현재의 AG가 단순히 VV 서버에 접속하여 해당 room의 멀티캐스트 주소를 얻어내는 방식에서 발전해, CA (Certificate Authority)를 두고 CA로부터 인증서를 받아 VV 서버의 인증을 통해 멀티캐스트 주소를 얻어내는 방식을 사용했다. 인증서의 기간과 사용자의 등급을 표시해 사용자를 제한함으로써 지금의 로그인 방식보다 향상된 보안을 제공할 수 있도록 개선 하였다.
- 2) 가상 관찰구역 서버 및 Voyager구축 :

대부분의 AG 노드들은 ANL에 있는 VV

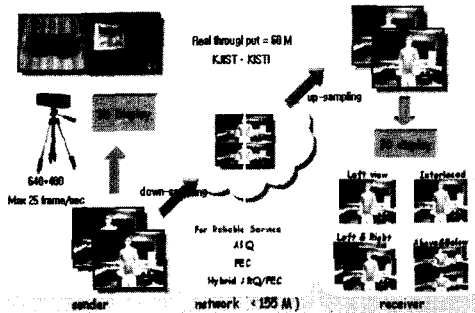


그림 9. Enhanced AG Project@K-JIST

서버를 이용하여 회의를 진행하고 있으므로 국내 노드들끼리의 회의가 있어도 ANL VV 서버를 거쳐야 했다. 이러한 불편을 해소하기 위하여 국내 AG 사용자를 위한 VV 서버가 KISTI에 2003년 구축될 예정이며, 여기에 KISTI에서 진행된 PDA AG 노드 인증에 대한 연구가 응용되면 국내 사용자들에게 개선된 서비스를 지원할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 녹화 및 재생을 지원할 Voyager도 2003년 KISTI에 구축될 예정이다.

3) PIG를 통한 국내 AG 보급 및 Enhanced AG의 계속적 개발 : 국내 최초 PIG 노드인 K-JIST mini AG 노드는 정식노드인 KISTI에 비해 약 1/10 가량의 저렴한 가격으로 구성되었다. 또한 K-JIST에서는 현재 AG version 1.x에 기존 영상회의 시스템과의 차별성을 주고자, KISTI-K-JIST간 광대역 대용량 스테레오 영상을 전송하고 구현하는 연구를 수행하여 2차원 기반의 AG 1.x 시스템에 3차원 스테레오 영상을 보완하는 시스템을 구현하였다 (그림 9 참고).

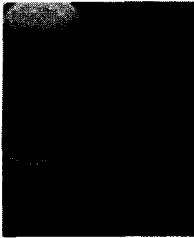
## 감사의 글

본 연구는 한국과학기술정보연구원의 위탁과제 지원에 의해 수행되었으며, 본 논문을 위한 시스템 구축을 도와준 광주과학기술원 박찬모 박사, 박사과정 이영호, 석사과정 장혜영, 정재현, 오세찬 씨께 감사드립니다.

## 참고문헌

- [1] L. Childers, et. al., "Access grid: Immersive group-to-group collaborative visualization," Proceedings of the Fourth International Immersive Projection Technology Workshop, June 2000.
- [2] GGF ACE Grid Working Group homepage  
<http://calder.ncsa.uiuc.edu/ACE-grid/>
- [3] S. McCanne, "Scalable multimedia communication using IP multicast and lightweight sessions", IEEE Internet Computing, vol. 3, Mar./Apr. 1999.
- [4] J. Leigh, et. al., "AGAVE: Access grid augmented virtual environment," Proc. Access Grid Retreat, Argonne, Illinois, Jan. 2001.
- [5] F. Geoffrey, G. Gunduz, and A. Uyar, "Audio video conferencing," in Proc. Access Grid Retreat, La Jolla, CA, Mar. 2002

- [6] Access Grid Homepage  
<http://www-fp.mcs.anl.gov/fl/accessgrid/>
- [7] MCS Futures Lab. Argonne National Laboratory, "Access Grid node minimum requirements," Access Grid Documentation Project, 2002.
- [8] R. Olson, "Access Grid hardware specification," Access Grid Documentation Project, 2001.
- [9] Personal Interface to the AG Suggested H/W specification  
[http://www.accessgrid.org/release\\_docs/1.1/PIG-Hardware.html](http://www.accessgrid.org/release_docs/1.1/PIG-Hardware.html)
- [10] AG Software release homepage  
<http://www-fp.mcs.anl.gov/fl/accessgrid/agpkgdownload.htm>.
- [11] AG documentation Project Homepage  
<http://www.accessgrid.org/agdp/documentation-index.html>
- [12] VideoConferencing Tool Homepage  
<http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/vic>
- [13] Robust Audio Tool Homepage  
<http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/rat>
- [14] Virtual Network Computing Homepage  
<http://www.uk.research.att.com/vnc/>
- [15] L. Childers, "The Access Grid Node: The operator's manual," AG Tutorial, Mar. 2000.
- [16] J. Miler, "Access Grid community survey", in Proc. Access Grid Retreat, La Jolla, CA, Mar. 2002.
- [17] J. Leigh and B. Corrie, "Application security requirements of tele-immersive environments," GGF5 ACE-GRID meeting documents, 2002.
- [18] MCS Futures Lab. Argonne National Laboratory, "Access Grid 2.0", in Proc. Access Grid Retreat, La Jolla, CA, Mar. 2002.
- [19] ActiveMural - Corridor One Team Homepage  
<http://www-fp.mcs.anl.gov/fl/corridorone>
- [20] Powerwall Homepage  
<http://www.lcse.umn.edu/research/powerwall/powerwall.html>.
- [21] Tele-immersion at EVL homepage  
<http://www.evl.uic.edu/cavern/>
- [22] Access Grid Homepage  
<http://www-fp.mcs.anl.gov/fl/accessgrid/>
- [23] T. Disz, "Building and using an Access Grid node," AG tutorial, Dec. 1999.
- [24] T. Disz, "The Access Grid: Group to group collaboration on the Grid," AG tutorial, Sept. 2002.
- [25] S. Booth, et. al., "Multi-site videoconferencing for the UK e-science programme", UK e-science technical report series, 2002.



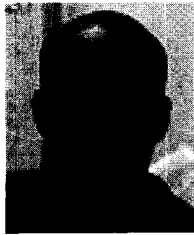
**이 재 연**  
2002년 2월 : 가톨릭대학교 정보통신학전공 졸업  
2002년 3월 ~ 현재 : 광주과학기술원 정보통신공학과 석사과정



**이 정 호**  
2002년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과 졸업  
2003년 3월~현재 : 경희대학교 정보통신대학원 석사과정

<관심분야> robust/scalable video transmission over error-prone network, network adaptation

<관심분야> Access Grid 성능 향상 기술, 네트워크 보안



**김 종 원**  
1989, 1994 : 서울대학교 석사, 박사  
1994~1999 : 공주대학교 전자공학부 조교수  
1998~2001 : Univ. of Scuthern California Dept. of Enginerring - Systems 연구조교수  
2001.9 ~ 현재 : 광주과학기술원 정보통신공학과 부교수

<관심분야> 네트워크 미디어 시스템 및 프로토콜



**변 옥 환**  
1979년 : 한국항공대학교 통신정보공학과  
1993년 : 경희대학교 전자공학박사  
1978~1995년 : KIST 시스템공학연구소 책임연구원, 연구전산망 개발실장, 슈퍼컴퓨팅응용연구실장  
1995~1999년 : ETRI 슈퍼컴퓨팅센터 책임연구원, 고성능망 연구실장, 슈퍼컴퓨팅 연구실장  
1999~현재 : KISTI 슈퍼컴퓨팅센터 책임연구원, 초고속연구망부장, 슈퍼컴퓨팅인프라개발실장

<관심분야> 고성능망 관리 및 보안, 그리드네트워킹 및 협업 액세스 그리드



**곽 재 승**  
1989, 1999 : 전남대학교 석사, 박사  
1998~2000 : 순천제일대학 겸임교수  
2000~현재 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원

<관심분야> Access Grid 성능향상 기술, Grid high performance networkirg, network survivability