
Visual Sharing: 다자간 원격 협업 환경에서의 View 공유 기술

Visual Sharing: A View Sharing Technique for Multi-party Collaboration Environments

김남곤, Namgon Kim*, 김종원, JongWon Kim**

요약 ACE (Advanced Collaboration Environment) [1] 는 원격지의 사용자들이 마치 실제 한 공간에 모여서 협업 하는 것과 같은 실재감 있는 협업 환경을 제공하는 것을 목표로 한다. 실재감 있는 협업을 위해서는 가장 먼저 좋은 음질의 음성 공유와 원격지 작업 공간의 모습을 그대로 전달해 줄 수 있는 협업 공간 내의 뷰(view)에 대한 공유가 필요하다. Visual Sharing은 이 중에서 원격지 사용자들 사이의 자연스러운 뷰 공유에 초점을 둔 연구로, 원격지 작업 공간의 모습을 다양한 방향에서 보거나 임의의 원격지 사용자와 작업 화면을 공유하는 등, 원격 협업 환경의 사용자들이 동일한 뷰를 공유하면서 협업 할 수 있도록 지원하는 기술이다. 본 논문에서는 Visual Sharing을 위해 계공되어야 하는 요소 기술들과 그 요구사항을 논한다.

Abstract ACE (Advanced Collaboration Environment) [1] aims to provide people to have remote collaboration as they are in the same space. To provide tele-presence in remote collaboration, quality of audio and sharing of view which can show overall environment, Visual Sharing focuses on providing interactive view sharing among remote participants. A user can see remote collaboration space from any direction and can share his working screen view with others. In this paper, we summarize the development plan of Visual Sharing and relevant elementary techniques for developing Visual Sharing.

핵심어: *Collaboration environment, visual sharing, view sharing, WYSIWIS.*

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크원천기반기술개발사업의 지원에 의한 것임.

*주저자 : 광주과학기술원 정보기전공학부 e-mail: ngkim@nm.gist.ac.kr

**교신저자 : 광주과학기술원 정보기전공학부 부교수 e-mail: jongwon@nm.gist.ac.kr

1. 서론

다자간 원격 협업 환경 [1]은 원격지의 사용자들이 마치 실제 한 공간에 모여서 협업하는 것과 같은 실재감 (sense of presence) 있는 협업을 제공하는 것을 목표로 한다. 원격 협업의 실재감을 높이기 위해 3차원 가상 환경을 이용한 협업이나, 사용자의 시점을 맞추어 face-to-face 미팅 구현, 또는 새로운 인터랙션 장치를 도입하는 등 다양한 형태의 연구들이 진행되고 있다. 중요한 것은 사용자들이 원격지 협업 공간의 분위기를 마치 자신이 그 공간에 있는 것처럼 느낄 수 있도록 지원하는 것이다. 본 논문에서는 이를 위해 원격지 협업 공간의 모습을 해당 공간에 존재하는 사용자가 볼 수 있는 것과 동일한 수준으로 제공할 수 있는 기술인 Visual Sharing을 제안한다.

Visual Sharing은 원격지 사용자들 사이의 자연스러운 뷰 공유에 초점을 둔 연구로, 원격지 작업 공간의 모습을 다양한 방향에서 보거나 임의의 원격지 사용자와 작업 화면을 공유하는 등, 원격 협업 환경의 사용자들이 뷰를 공유하면서 협업 할 수 있도록 지원하는 기술이다. Visual Sharing은 특히 공유작업공간 모델 (shared workspace model) 중에서 가장 협업의 효율성을 최대화하는 형태인 war-room 모델 [2]과 같은 형태의 visual 정보 공유를 목표로 한다. war-room 모델은 사용자들이 동일 공간(co-located)에서 협업하는 모델 중 가장 협업의 효율성을 최대화 시킨 모델이다. War room은 다수의 사람들이 공통의 문제를 해결하기 위해 몇 일 혹은 몇 달 정도의 기간 동안 모여서 공동작업을 하는 공간으로, war room은 공동작업 기간 동안 참여자들이 정보를 쉽게 공유하고, 저장해두기 위해 다양한 툴들 (예, whiteboard, flipchart등)로 구성된다. 구성원들은 다른 사용자들이 작업하는 모습이나 내용을 어느 때나 볼 수 있고, 토론 상대뿐 아니라 그 내용까지도 쉽게 알 수 있다. 또한 각자가 만들어내는 결과들은 서로 공유되고, 항상 개방되어 있어 누구나 쉽게, 직관적으로 접근할 수 있다.

현재 활용되고 있는 원격 협업 시스템에는 연구자들 사이에서 많이 활용되고 있는 AccessGrid [4]와 상용 저비용 시스템인 Polycom [5], Tandberg [6], 그리고 기업 사용자들을 위한 상용 고비용 시스템인 Cisco의 Telepresence [7], HP Halo [8] 등이 있다. 이러한 협업 시스템들은 실재감을 제공하기 위해 광대역의 네트워크를 통한 고화질의 비디오의 전송과 대형 디스플레이 장치를 이용한다. 하지만, 여전히 사용자가 원하는 원격지 협업 환경의 뷰를 동적으로 볼 수 없고, 원격지 협업 환경 전체의 분위기를 전달하지 못한다는 한계가 있다. 현존하는 협업 시스템들은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 보급에도 불구하고 다양한 컴퓨팅/네트워크 환경에 대한 적응적인 전송이 고려되고 있지 않다. 또한, 원격 협업 시스템 상호간에 호환성이 부족하다는 문제점도 있다. 본 논

문에서는 다자간 원격 협업 환경에서 원격지 사용자들 사이의 실재감을 증진시키기 위한 기술인 Visual Sharing을 정의하고, 뷰의 전송의 관점에서 Visual sharing를 위해 제공되어야 하는 요소 기술들을 논한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2절에서는 Visual Sharing의 목표와 원격 협업 공간을 구성하는 뷰(view)에 대해 정의한다. 3절에서는 Visual Sharing의 실제화를 위해서 필요한 요소기술들과 그 요구사항을 정리하고, 4절에서는 관련 연구들을 3절에서 정리한 요소기술들의 측면에서 비교한다. 마지막으로 5절에서는 논문을 결론짓고 향후 연구에 대하여 언급한다.

2. Visual Sharing

Visual Sharing은 다자간 원격 협업 환경에서 원격지 사용자들 사이의 자연스러운 뷰 공유에 초점을 둔 연구로, 원격지 협업 공간의 모습을 마치 현재 자신의 환경과 동일한 수준으로 보면서 원격지의 상대방과 상호작용하는 것을 목표로 한다. 즉, 원격 협업 공간의 모습 중, 내가 원하는 곳을 볼 수 있고, 내가 공동 작업하고 싶은 원격 사용자의 화면을 내 디스플레이 장치에서 동일하게 보는 것을 말한다. 그리고, 원격지 사용자의 장치에 대한 제어까지 지원하여, 실제 한 공간에서 공동작업하는 것과 같은 느낌을 제공하는 것을 목표로 한다. 이는 역으로 내 로컬 작업 공간의 공유에도 적용되어, 내 로컬 작업 공간의 모습을 다수의 원격지 사용자와 자연스럽게 공유하는 것 역시 가능하다.

2.1 뷰(View)의 정의

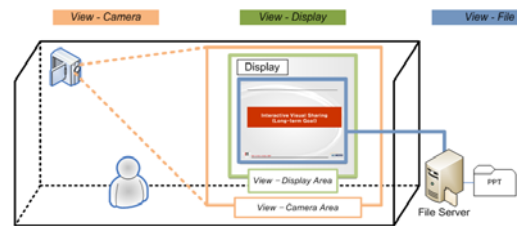


그림 1. 미팅 공간 내의 공유 가능한 view.

Visual Sharing을 정의하기 위해서는 먼저 미팅 공간 내의 뷰(view) 중에서 원격지 사용자와 공유할 수 있는 뷰에 대한 정의가 필요하다. 미팅 공간에 존재하는 뷰는 매우 다양하지만, 실제 원격지 사용자와 뷰가 공유되는 것은 원격 협업 시스템에 의해 관리되는 뷰에 제한된다. 예를 들어, 하나의 미팅 공간을 비추는 5개의 카메라가 있고, 이 중 3개는 원격 협업 시스템 연결이 되어 있고, 나머지 2개는 원격 협업 시스템에는 연결되지 않고, 단순히 녹화용으로 사용되고 있다면, 실제 공유 가능한 뷰는 카메라 3개의 출력 결과로 제한된다.

본 논문에서는 공유 가능한 뷰를 그림 1에서와 같은 세 가지로 분류하여 정의한다. 첫 번째 뷰는 미팅 공간을 비추고 있는 카메라의 뷰 (view-camera)이고, 두 번째 뷰는 미팅 공간 내에 존재하는 디스플레이 상에 출력되는 뷰 (view-display), 그리고 마지막으로 공유 가능하고, 수정 가능한 파일 뷰 (view-file)로 구분할 수 있다.

View-camera는 미팅 공간 내의 모습을 카메라의 특성에 따라, 즉 카메라 지원하는 화각과 화질로 볼 수 있게 된다. 고화질의 비디오 출력을 지원하는 카메라를 이용할수록, 또, 여러 개의 view-camera를 받을수록 미팅 공간의 모습을 보다 실제적으로 전달 받을 수 있게 된다. View-display는 미팅 공간 내에 존재하는 컴퓨팅 장치의 화면에 출력되는 결과를 공유하고, 또한 해당 컴퓨팅 장치의 원격제어까지 가능하다. 미팅 참가자들은 view-display의 공유를 통해 상호간에 공유되는 정보에 대한 직접적인 접근과 변경이 가능하다. 마지막으로, View-file은 미팅 공간의 사용자 사이에 파일을 공유하는 것으로, 이를 공유하는 사용자들은 자신이 원하는 형태로 파일을 수정하거나, 원하는 부분에 접근하는 것이 가능하다.

그림 1은 미팅 공간 내의 공유 가능한 view의 예를 표현한 것으로, 파일 서버에 존재하는 파워포인트의 내용을 미팅 공간 내의 프로젝터를 통해 스크린 상에 보여주는 예를 보여주고 있다. 또한, 미팅 공간 내의 카메라는 파워포인트가 출력되고 있는 스크린을 비추고 있다. 이 예에서 view-camera, view-display, view-file의 세 가지 view는 모두 하나의 파워포인트 파일을 이용하고 있지만, 실제 공유되는 내용에는 차이가 있다. 먼저 view-file을 공유하는 경우, 원격지의 사용자들은 파일 서버 내에 존재하는 파워포인트 파일을 수신받아 공유할 수 있다. 사용자들은 해당 파워포인트 파일을 수정하거나 임의의 페이지로 이동해 내용을 보는 것이 가능하다. 하지만, 이러한 내용은 원격지의 사용자들 사이에 공유되지 못한다. view-display를 공유하는 경우, 원격지의 사용자들은 실제 파워포인트 파일을 공유하지 않아도, 서로 동일한 파워포인트 내용을 볼 수 있다. 또한 파일 서버에 접근해 파워포인트의 내용을 수정하고, 이를 실시간으로 공유하는 것이 가능하다. 하지만, 서로 보고 싶은 페이지가 다를 때 파일 서버에 대한 접근 권한이 없는 상태에서는 자신이 원하는 페이지로 이동할 수 없다는 단점이 있다. view-camera를 공유하게 되면, 파워포인트에 대한 수정과 임의의 페이지에 대한 접근, 수정 내용의 공유 기능 등 view-file과 view-display에서 가능했던 기능들이 불가능하다. 하지만, 현재 원격지 사용자가 보고 있는 화면 뿐 아니라 그 주변의 상황 들, 예를 들면 현재 발표자의 모습, 발표자가 레이저 포인터 등을 통해 가리키고 있는 내용들을 전달받을 수 있다.

3. Visual Sharing을 위한 요소 기술

본 절에서는 다자간 원격 협업 환경에서 Visual Sharing의 실제화를 위해서 필요한 요소 기술들에 대해 정의한다. 먼저 원격지 사용자에게 개인화된 뷰를 제공하는 기술, 해당 뷰를 사용자 간의 네트워크 상태와 수신자의 장치 상태에 맞춘 형태로 변환할 수 있는 기술, 그리고 마지막으로 다수의 사용자에 효율적으로 데이터를 전송할 수 있는 네트워킹 기술이 필요하다.

3.1 개인화된 뷰의 제공

대부분의 기존 화상 회의 시스템의 경우에는 모든 사용자들이 하나의 view-camera를 가지고 있고, 이를 모든 사용자들과 공유하는 형태로 구성되어 있었다. 하지만, 원격 협업 환경 하에서는 하나의 미팅 공간 안에도 다양한 뷰가 존재한다. 다수의 view-camera, view-display, view-file이 존재하고, 이를 공유함으로써 원격 협업이 시작된다. 실재감 있는 원격 협업을 위해서 가장 좋은 것은 원격지 협업 공간에 존재하는 모든 뷰를 모든 사용자들이 공유하는 것이다. 하지만, 협업 공간을 구성하는 장치의 다양성과 네트워크 환경의 다양성으로 인해 그럴 수 없는 경우가 존재한다. 따라서 사용자가 관심 있는 정보에 집중하여 뷰를 공유할 수 있도록 개인화된 뷰의 제공이 필요하다.

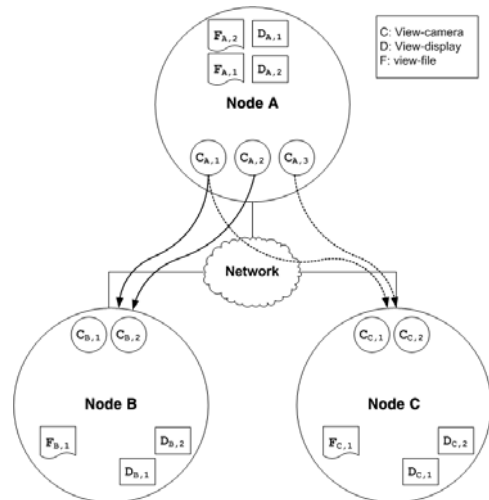


그림 2. 다자간 원격 협업 환경에서의 개인화된 뷰의 제공.

그림 2는 개인화된 뷰의 제공의 예를 보이고 있다. 그림에서 각각의 노드는 다양한 뷰로 구성되어 있다. 노드 A의 경우는 3개의 view-camera와 2개의 view-display, 그리고 2개의 view-file을 제공한다. 노드 B는 노드 A가 제공하는 다양한 뷰 중에서 노드 A의 view-camera 중 1번과 2번만을 수신할 수 있고, 노드 C는 2번과 3번의 view-camera만을 수신할 수 있다.

3.2 사용자 환경에 최적화 된 미디어 압축 지원

컴퓨팅 환경이 다양해짐에 따라, 다양한 컴퓨팅 장치와 네트워크 환경에서도 미디어에 접근 가능하도록 미디어 압축 방식이 변화하고 있다. 예를 들어, SVC (Scalable Video Coding)는 하나의 비디오 스트림으로 다양한 네트워크 환경과 다양한 수신 단말에 적응적 서비스가 가능하도록 지원하는 비디오 압축 방법이다. Visual Sharing에서는 특히 개인화된 뷰를 제공함에 있어 사용자가 원하는 뷰를 사용자의 환경에 최적화된 형태로 압축하여 전송하는 것이 필요하다. 즉, 그림 2에서 노드 B와 노드 C는 노드 A로부터 동일한 view-video인 $C_{A,1}$ 을 받지만 노드 C의 네트워크 대역폭이 $C_{A,1}$ 을 그대로 수신받기에는 충분하지 않을 경우, $C_{A,1}$ 의 압축 방식을 노드 C의 네트워크 대역폭에 맞게 변경해서 전송해주어야 한다. 이는 협업 공간의 모든 뷰에 대해 적용되어야 하는 요구사항으로, 즉 view-video 뿐만 아니라 공동 작업을 위해 공유되는 view-display, view-file에 대해서까지 SVC와 같은 형태의 압축을 지원하는 Universal Codec의 제공이 필요하다. 그림 3은 universal codec의 개념을 보인 것으로, 소스 뷰를 다양한 목적지 장치와 목적지의 네트워크 환경에 맞게 압축하여 전송한다.



그림 3. 사용자 환경에 최적화 된 미디어 압축 지원.

3.3 효율적인 네트워킹 지원

그림 2에서 볼 수 있는 것처럼 다자간 원격 협업 환경에서는 하나의 노드에 다양한 뷰들이 존재하고, 이러한 뷰들은 이를 요청하는 다수의 원격지 사용자에게 전달되어야 한다. 이로 인해 뷰의 제공자와 수요자 모두에게 요구되는 네트워크 대역폭이 커지게 되고, 해당 뷰를 수요자에게 전달하는 데 문제가 발생하게 된다. 이를 해결하는 방법에는 뷰의 압축 방식을 변경하여 하나의 뷰가 요구하는 네트워크 대역폭의 양을 줄일 수도 있으나, 이 경우 사용자가 요구하는 고품질의 비디오를 전송할 수 없거나 추가적인 인코딩/디코딩 시간을 요구하게 된다. 따라서, 뷰의 압축 방식을 변경하지 않으면서 동시에 다수의 사용자에게 뷰를 전달하기 위해서는 뷰의 특성에 따른 사용자들 사이의 상호작용성을 해치지 않고, 동시에 대역폭 효율적인 네트워킹 기술의 지원이 필요하다.

대역폭 효율적인 네트워크 기술은 멀티캐스트가 있다. 하

지만 IP 계층의 멀티캐스트는 하드웨어의 지원이 필요하다는 점과 설정의 복잡함, 그리고 요금 부과와 어려움으로 연구망에서만 활용되고 있는 실정이다. 이에 대한 대안으로 제시되고 있는 것이 응용 계층의 멀티캐스트로 종단 노드가 직접 멀티캐스트 라우터의 역할을 하여 데이터를 전송함으로써 대역폭 효율성을 제공한다. 하지만, 종단 노드는 라우터에 비해 안정성이 떨어지기 때문에, 안정적이고, 미디어의 특성을 반영하며, 동시에 네트워크 효율적인 데이터 전송을 위한 트리 구성 기법이 제공되어야 한다.

4. 관련연구

다수의 원격지 사용자들 사이에 뷰 공유에 대한 연구 중 대표적인 것으로는 ViewCast [9]와 Visualcasting [10]이 있다.

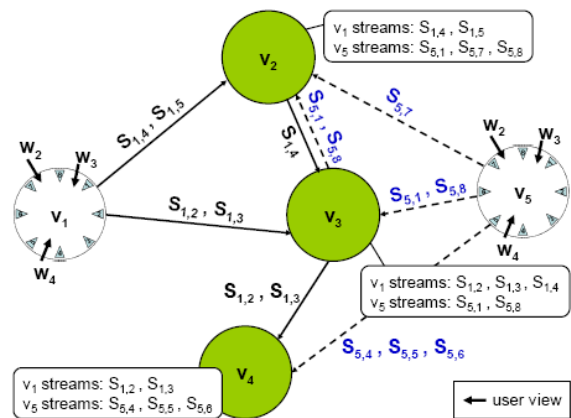


그림 4. ViewCast의 스트리밍 구조.

ViewCast [9]는 3D Tele-immersive (3DTI) 환경에서 사용자들이 원하는 원격지 사용자의 뷰를 응용 계층의 멀티캐스트를 통해 최소의 품질을 보장하면서, 다른 사용자가 수신하는 뷰의 변화에도 영향이 적은 뷰 수신을 지원하는 네트워킹 기술이다. 특히 ViewCast는 개별 사용자에게 개인화된 뷰를 제공하면서 동시에 이를 네트워크 효율적으로 전송한다. 그림 4에서 볼 수 있듯이, ViewCast에서 하나의 노드는 다수의 카메라로 구성되고, 원격지 사용자는 노드의 뷰 중에서 자신이 원하는 방향만을 지정하면, 해당하는 방향의 뷰에 가장 영향을 많이주는 카메라의 출력이 사용자에게 전송된다. 이 때 동일한 카메라의 출력을 수신하는 다른 노드가 네트워크 상에 존재할 경우, 소스 노드로부터 데이터를 수신하지 않고, 해당 노드로부터 카메라의 출력을 수신함으로써 네트워크 효율을 높인 구조이다.

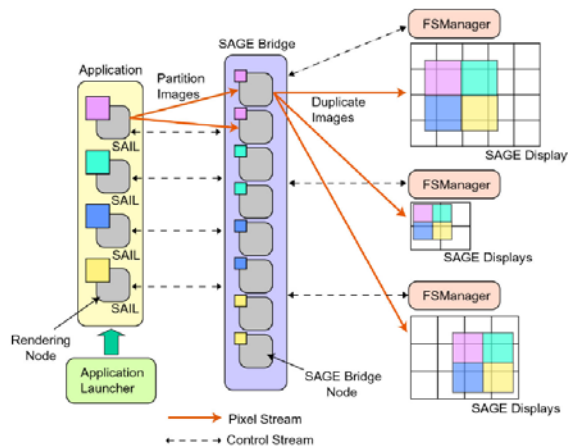


그림 5. Visualcasting.

Visualcasting [10]은 지리적으로 멀리 떨어진 다수의 타일드 디스플레이들 사이에 영상이나 이미지를 공유하기 위한 기술로 사용자가 원하는 이미지를 원격지에 효과적으로 전송하기 위한 기술이다. 기존의 SAGE [11]는 고해상도 이미지에 대한 렌더링을 원격지로 분산시키기 위한 노력을 진행하였지만, Visualcasting은 반대로 디스플레이를 원격지로 분산시키기 위한 결과이다. 이를 위해 Visualcasting은 그림 5에서와 같이 SAGE Bridge를 application과 SAGE Displayer 사이에 도입하였다. SAGE Bridge는 고속의 브리징 시스템으로, 픽셀 스트림을 네트워크로 전송하는 데 있어 PC들의 클러스터를 이용한다. 이 클러스터를 이용해 복제된 픽셀 스트림은 각각의 목적지 타일드 디스플레이에 맞도록 재전송되고, 적절히 크기 조절되어 전송된다. Visualcasting은 다양한 application 중에서 사용자가 원하는 application만을 수신하는 것이 가능하고, 종단 노드의 형태와 네트워크 대역폭에 따라 전송되는 데이터에 대한 압축을 제공한다.

표 1. VisualSharing의 요소기술에 따른 ViewCast와 Visualcasting의 비교.

	ViewCast	Visualcasting
개인화된 뷰	수신자가 지정한 방향에 관련된 카메라 출력만 전송.	fsManager를 통해 요청된 application의 출력만 전송.
미디어 압축	지원안함.	종단 노드의 대역폭에 따른 실시간 압축 지원.
네트워크 지원	수신 노드 간에 오버레이 구성.	반복적인 유니캐스트 구조.

표 1은 VisualSharing의 관점에서 Viewcast와 Visualcasting을 비교한 결과를 보여준다. 개인화된 뷰에 대해서는 둘 다 지원하고 있지만, Viewcast의 경우에는 원격지 공간의 뷰 중 view-camera에 중점을 두고 있고, Visualcasting의 경우에는 응용 프로그램의 결과, 즉 view-display에 중점을 두고 있다는 점에서 차이가 있다. 미디어 압축 지원에 대해서는 Visualcasting만이 지원하고

있지만, 실시간으로 처리할 수 있는 수준만을 제공하여, VisualSharing에서 의도하는 다양한 장치와 네트워크 환경에 따른 미디어 압축은 지원하지 않는다. 네트워킹 지원에 있어서는 Viewcast는 수신 노드 간에 오버레이를 구성함으로써, 네트워크 대역폭 활용에 효율성을 제공하지만, Visualcasting은 네트워크 대역폭 활용에 대한 고려없이 반복적인 유니캐스트로 처리하고 있다.

5. 결론

본 논문에서는 원격지 사용자 사이의 자연스러운 공유 제공을 통해 원격 협업의 실재감을 증진시키기 위한 기술인 Visual Sharing의 개념과 이를 실현하기 위한 요소 기술들을 논의하였다. 향후 Visual Sharing에 대한 연구는 원격 협업 환경에서 실재감을 제공하기 위한 실제 시스템의 구성에 대한 기준을 제시할 것이다.

참고문헌

- [1] B. Corri, et al., "Towards quality of experience in advanced collaborative environments," in *Proc. of the 3rd Annual Workshop on Advanced Collaborative Environments*, Jun. 2003.
- [2] J. Olson, L. Covi, E. Rocco, "A room of your own: What would it take to help remote groups work as well as collocated groups?," in *Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'98)*, Apr. 1998.
- [3] P. Tandler and L. Dietz, "Cooperation in ubiquitous computing: An extended view on sharing," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3379, Jan. 2005.
- [4] AccessGrid Toolkit, <http://www.accessgrid.org/>.
- [5] Polycom, <http://www.polycom.com/>.
- [6] Tandberg, <http://www.tandberg.com/>.
- [7] Cisco Telepresence, http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns669/networking_solutions_solution_segment_home.html.
- [8] HP Halo, <http://www.hp.com/halo/>.
- [9] Z. Yang, et al. "ViewCast: View dissemination and management for multi-party 3D tele-immersive environments," in *Proc. of ACM conference on Multimedia (MM'07)*, Sep. 2007.
- [10] B. Jeong, "Collaborative visualization architecture in scalable adaptive graphics environment," in *Proc. of the IBM Visualization and Graphics Student Symposium*, Apr. 2007.
- [11] SAGE, <http://www.evl.uic.edu/cavern/sage/>.