

초고해상도 디스플레이를 위한 비압축 HD 가시화 서비스 구현

Implementation of Uncompressed HD Video Visualization Service for Ultra High Resolution Display

최기호 (Kiho Choi)*, Luc Renambot**, 김종원 (JongWon Kim)*

*Gwangju Institute of Science and Technology (GIST), **University of Illinois at Chicago

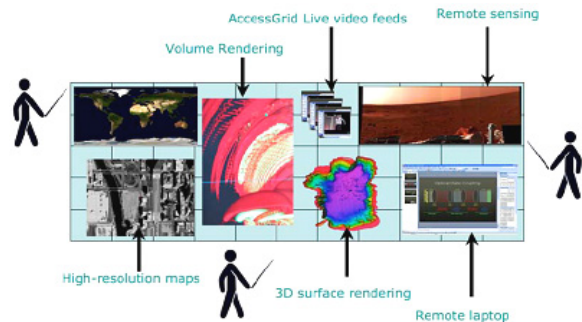
요약 본 논문에서는 실시간적인 요소와 높은 경험의 질을 요구하는 다자간 협업 환경에서 고해상도 비디오를 제공하기 위하여, 무손실과 저지연, 저비용의 특징을 갖는 비압축 HD 비디오를 처리할 수 있는 '비압축 HD 비디오 전송 응용' (Scalable Video Tool)을 구현하여 초고해상도 디스플레이를 위한 비압축 HD 가시화 서비스'를 구성한다. Scalable Video Tool (SVT)은 Microsoft 사의 Direct Show를 기반으로, 비압축 HD 카메라와 DV 카메라, WebCam의 영상도 실시간으로 처리가 가능하다. 초고해상도 디스플레이에 고해상도 비디오와 이미지 가시화를 지원하는 SAGE(Scalable adaptive graphics environment)[2]와 SVT를 연동하여 다자간 협업 환경에서 다양한 형태의 고해상도 비디오와 그래픽스 자료를 공유할 수 있는 시스템을 구성한다. 본 논문의 마지막에서는 5 x 11의 격자 형태로 구성된 타일드 디스플레이 (Tiled Display)를 이용하여 제안된 시스템을 검증한다.

핵심어: Uncompressed, HD, Tiled Display, High resolution, Visualization, Video, SAGE.

1. 서론

다자간 협업 환경은 원격에 분산되어 있는 협력자들과 상호 작용하기 위한 중요한 도구로, 과학 분야의 가시화와 산업분야의 디자인 응용, 또는 그룹 내 그룹간의 교섭을 지원하기 위한 방법 중 하나로 점차 그 중요성을 인정받고 있다. 협업을 위한 사용자 요구 사항을 만족시키기 위해서는 다양한 미디어를 통한 경험의 질을 향상시킴으로써 실질적이고 안정된 협업이 가능하도록 해야 한다[1]. 특히 인간의 시각적 감각과 연관 되는 비디오와 그래픽스는 경험의 질적 수준에 영향을 주는 가장 대표적인 미디어로, 고화질의 비디오와 그래픽스를 제공한다면 진보된 협업 환경에서 더욱 향상된 사용자 경험을 보장할 수 있게 된다. 이러한 경험의 질 향상에 대한 필요는 고화질 비디오에 대한 필요를 증가시켜, SD, HD (High Definition)와 같은 비디오 해상도와 관련된 기술 향상을 가져오고 있다.

고해상도 비디오는 단순히 해상도의 필요를 넘어 실제 상대방을 마주보는 것처럼 이야기하거나 원격리에 있는 공연을 감상하는 등 생생한 현장의 느낌을 전하기 위한 수단으로 사용되고 있다. 실시간적인 요소를 필요로 하는 협업 환경에서는 이와 같은 고해상도는 물론 지연시간 또한 생생한 현장감을 위한 수단으로 인식되고 있다. 그래서 비압축 HD급 기술은 무손실과 저지연, 저비용의 장점으로 실시간적인 요소가 강하게 요구되는 다자간 협업 환경에서 그 필요성이 부각 되고 있다.



〈그림 1〉 Tiled Display 시스템의 활용[4].

고해상도 비디오와 그래픽스의 필요는 초고해상도 디스플레이에 대한 필요를 증가시키고 있다. 하지만, 초고해상도 디스플레이를 제작하는 것은 비용적인 부담과 기술적인 한계를 가지고 있어 이를 위한 다양한 방법들이 모색되고 있다. 그래서 모니터나 프로젝터를 격자 형태로 배치하여 마치 하나의 모니터처럼 사용할 수 있는 〈그림 1〉과 같은 형태의 초고해상도를 지원할 수 있는 타일드 디스플레이 (Tiled Display) 시스템 개발에 관심이 모이고 있다. [2, 3, 4, 5, 6, 7] 하지만 프로젝터 기반의 Tiled Display 시스템의 경우, 디스플레이 / 디코딩 / 전송을 위한 시스템 이외에 고가의 프로젝터와 스크린 등의 추가 시설을 필요로 하고 실시간 비디오를 위한 연구 보다 색, 밝기 조절, 프로젝터 간의 위치 조절과 화면이 겹칠 경우 밝기의 불균형을 해결하기 위한 연구에 초점이 맞추어져 있다[7]. 특히 스크린에 빛을

비추는 프로젝터를 사용하므로, 조금이라도 강한 조명이 있는 곳이나 야외에서는 화면이 흐려져 선명도가 떨어지는 장소적인 제약을 많이 받게 된다. 최근 암실을 이용하여 암실에서 프로젝터를 비추고 암실 밖에서 화면을 볼 수 있도록 시스템을 구성하여 빛에 대한 영향력을 줄이는 방법이 연구되고 있지만, 프로젝터를 사용하기 위한 공간 적인 문제는 아직도 큰 문제로 남아있다. 이에 비하여 평판 형 모니터 기반의 Tiled Display 시스템은 일반 모니터를 사용할 수 있어 가격이 저렴하고 추가 장비가 필요하지 않으며, 모니터 밝기나 색의 보정이 비교적 간단하여 장소의 밝기에 영향을 받지 않는다. 또한, 부피가 작아 이동형 시스템이나 벽면에 설치 할 수 있는 등 공간 적인 제약이 적어, 프로젝터 기반의 Tiled Display보다 유동적인 환경에서 ‘확장 가능한 초고해상도 디스플레이 시스템’을 구성하기에 더 적합하다.

따라서 본 논문에서는 광대역 네트워크를 기반으로 다자간 협업 환경에서의 고해상도 비디오에 대한 필요를 충족하기 위해, 비압축 HD급 비디오와 DV 카메라, WebCam과 같은 다양한 형태의 비디오를 초고해상도 Tiled Display에 가시화 할 수 있는 응용인 Scalable Video Tool (SVT)를 구현하고, 이를 이용하여 비압축 HD급 비디오를 가시화 할 수 있는 Tiled Display 시스템을 구성을 제안한다.

본 논문의 구성은 2절에서 본 논문과 관련된 연구들을 알아보고, 3절에서 비디오전송을 위한 응용프로그램의 구조와 특징을, 4절에서 초고해상도 디스플레이 시스템의 구성과 검증, 마지막 5절에서 향후 연구 방향을 기술한다.

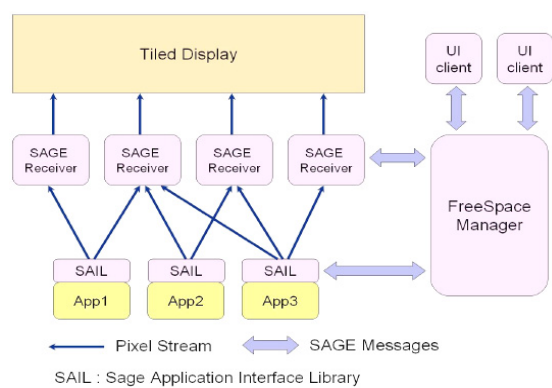
2. 관련연구

2.1 SAGE (scalable adaptive graphics environment)

UIC(University of Illinois at Chicago)의 Electronic Visualization Lab에서 개발한 초고해상도를 지원하기 위해 Tiled Display를 구성하기 위한 응용이다. SAGE (scalable adaptive graphics environment)는 단일 컴퓨터 기반의 렌더링 프로그램을 사용할 경우의 고정된 환경을 개선하여 초고해상도를 지원하는 강력한 컴퓨터 그래픽적인 연구를 지원을 목적으로 한다. 그래픽 기반의 다수의 사용자 인터페이스도 지원하고 있어 다자간 협업 환경 구성이 가능한 조건을 갖추고 있다.

SAGE는 모니터들을 격자형태로 배치하여 Tiled Display라고 불리는 초고해상도를 지원하는 디스플레이를 구성한다. SAGE Receiver는 Tiled Display를 구성하는 다수의 모니터들을 관리하고 네트워크를 통해 비디오 또는 그래픽스 데이터를 수신하여 모니터에 가시화 한다. App는 Sage Application Interface Library (SAIL)을 사용하여 SAGE

Receiver에 비디오 데이터를 전송한다. SAIL은 SAGE Receiver에 비디오나 그래픽스 데이터와 함께 가시화할 수 있는 정보를 함께 전송할 수 있는 프로토콜로, SAIL 라이브러리를 사용하는 App라면 어떤 화면도 초고해상도를 지원하는 Tiled Display에 가시화 할 수 있어 새로운 App 개발이 용이하다. UI-client는 사용자가 Tiled Display 상에서 비디오 또는 그래픽스를 이동 또는 크기 조절 등의 명령을 위한 응용이다. Free Space Manager는 시스템을 구성하고 있는 모든 머신들을 총괄하고 머신들 간의 메시지 이동과 컨트롤을 담당한다. SAGE는 시스템을 구성하는 모든 머신들이 네트워크를 통해 연결되어 사용되는 머신의 개수나 종류, 위치적인 제약이 없는 확장 가능한 유동적인 구조를 지원한다.



〈그림 2〉 SAGE 구성도[5].

이 같은 확장 가능한 구조를 이용하여 SAGE는 3D 렌더러, Python을 이용한 GUI, Java를 이용한 Web-GUI, 여러 개의 이미지를 연결하여 마치 하나의 초고해상도 이미지처럼 보여주는 JuxtaView, 실시간으로 데스크탑의 화면을 캡처하여 보여주는 LambdaCam 등 다양한 종류의 응용이 개발되어 다양한 목적으로 사용될 수 있다.[8] SAGE는 비디오의 가시화를 위해 GIST (Gwangju Institute of Science and Technology)의 Networked Media Lab에서 개발한 SVC (Scalable Visualization Consumer) [2, 3]를 사용하고 있다. 하지만, SVC는 리눅스만을 지원하여 설치와 사용이 복잡하고, mpeg2 와 DV, 이미지의 가시화는 지원하지만 비압축 HD는 지원하지 못한다.

2.2 비압축 HD System

최근 비압축 HD의 고해상도와 저지연성의 장점으로 인하여 관심이 모아지면서, USC/ISI의 UltraGrid[9], NTT의 i-Visto[10], 그리고 ReserchChannel의 iHD1500[11]등 다양한 종류의 비압축 전송 시스템이 개발 되고 있다. 하지만, 이들은 유닉스 기반으로 설치가 복잡하고 지원하는 비디오 타입이 비압축 HD나 DV로 제한되어 있어 다양한 형태

의 비디오를 지원하지 못하고 동일 시스템간의 저지연 전송을 목표로 하고 있어 SAGE나 SVC와 같은 Tiled Display 시스템과 함께 사용하는 것에 제약이 있다.

2.3 Direct Show

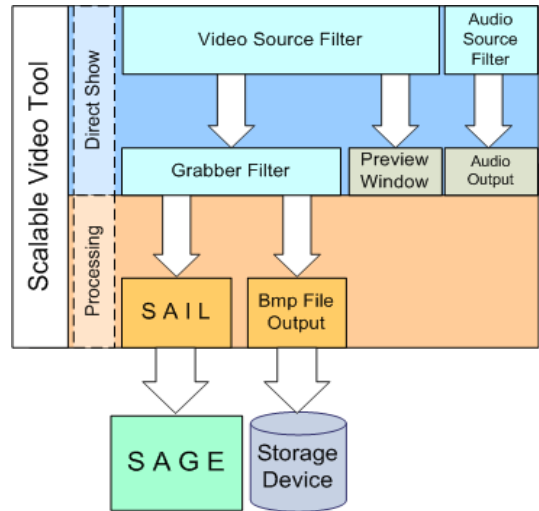
Direct Show는 다양한 비디오와 오디오 또는 애니메이션을 위한 Microsoft에서 제공하는 graphic driver 응용으로 Filter 단위의 모듈을 이용하여 비디오 데이터의 흐름을 제어하는 Filter Graph를 구성하여 데이터를 처리한다. Filter 단위의 개별 모듈을 프로그램 내에서 자유롭게 추가 제거 하여 사용자가 원하는 Filter Graph를 쉽게 구성할 수 있어 Direct Show Filter용 Driver를 제공하는 카메라는 사용자의 별도의 사전 처리과정 없이 모두 사용 가능하다. 또한, Direct Show는 비디오 데이터의 형식을 변환하는 Filter를 제공하여 데이터의 형식 변환이 필요한 응용을 개발할 경우 시간을 단축 시켜준다.

3. 비압축 HD 가시화 응용 구현

Scalable Video Tool (SVT)은 다양한 압축 형태를 지원하여 확장 가능한 비디오를 가시화 하기위한 툴이라는 의미를 가지고 있다. SVT는 DeckLink 사에서 제공하는 DeckLink Capture 응용을 이용한다.[12] 비압축 HD 비디오는 별도의 캡처 카드를 통해서만 그 입력을 컴퓨터에서 처리할 수 있어, 본 논문에서는 비압축 비디오의 입력을 위해 DeckLinkCaputre Card를 사용하고 이 Card를 테스트하기 위해 제공되는 DeckLink Caputre 응용을 기반으로, Tiled Display와 연동할 수 있도록 필요한 기능을 추가, 수정하였다.

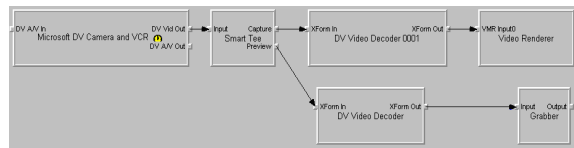
3.1 Scalable Video Too. (SVT) 구조

SVT는 <그림 3>에서 보인 것과 같이 크게 Direct Show를 이용해 처리하는 Direct Show 부분과 캡처된 영상을 SAGE에서 처리할 수 있는 형태로 변환해주는 Processing 부분으로 나뉜다. Direct Show 부분은 크게 영상과 오디오 부분으로 구성된다. 영상 부분은 Video Source Filter를 통해 비디오카메라로부터 데이터를 받아 미리보기를 주관하는 Preview Window Filter 와 비디오 소스로부터 입력 받은 영상을 캡처 하여 처리하기 위한 Grabber Filter 로 데이터를 넘겨준다. Video Source Filter는 사용자가 선택한 비디오카메라를 제어할 수 있는 Direct Show용 Driver Filter를 사용한다. Driver Filter는 카메라를 제어할 수 있는 Driver로 Direct Show를 위한 Filter 형태로 제작되어 Filter Graph를 구성할 수 있어 비디오카메라로부터 데이터를 입력 받을 수 있다. 비압축 HD 카메라의 경우, 컴퓨터는 비압축

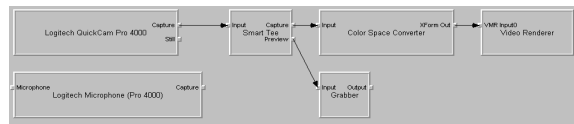


<그림 3> Scalable Video Tool (SVT) 블록도.

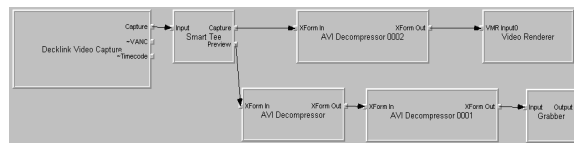
HD 카메라가 연결된 캡처 카드를 통해 비디오 데이터를 획득 하게 되므로, 캡처 카드를 제어하는 Driver Filter를 Video Source Filter로 사용한다. <그림 4,5,6>은 비압축 HD, DV, WebCam을 이용할 경우 각기 다른 Video Source Filter와 그에 따른 Filter Graph를 보여준다. <그림 4,5,6>에서 보인 각 Filter Graph의 윗부분은 Preview Window 처리 부분이고 아래 부분은 Grabber Filter 부분이다. Preview Window Filter 부분은 선택된 소스로부터 비디오 스트림을 입력 받아 미리보기 윈도우에 가시화하고, Grabber Filter 부분은 사용자의 목적에 맞게 사용하기 위해 비디오 데이터를 처리할 수 있도록 비디오 데이터를 캡처한다. 비디오카메라의 종류에 따라 입력되는 비디오 데이터의 압축된 형태가 달라지므로, 각각의 입력 형태에 맞는 Filter를 이용하여 Filter Graph를 구성한다. 본 논문에서 YUV4:2:2[4], DV[5], RGB24[6]의 형태의 비디오 데이터를 사용한다.



<그림 4> Direct Show Filter Graph For DV.



<그림 5> Direct Show Filter Graph For WebCam.



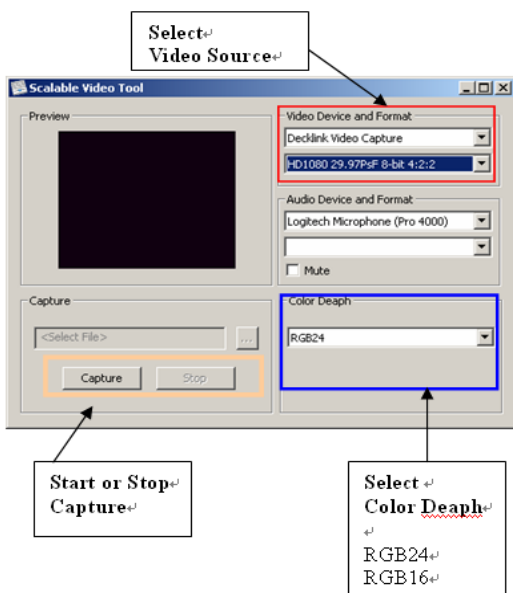
<그림 6> Direct Show Filter Graph For Uncompressed HD.

오디오 부분도 비디오와 마찬가지로 입력 받을 소스를 선택하고 해당 소스에 해당되는 Direct Show Filter를 이용하여 Audio Source로부터 입력 받아 연결된 머신에 부착된 사운드 장치로 보내어 소리를 낸다. 하지만 본 논문에서는 오디오 부분은 다루지 않는다.

Processing 부분은 <그림 7>에서 보인 사용자 인터페이스를 통해 설정된 비디오카메라의 종류와 사용될 비디오 데이터의 Color Depth 정보를 이용하여 <그림 4,5,6> 과 같은 Filter Graph를 구성하고, Grabber Filter를 통해 Video Source Filter로부터 비디오 데이터를 받아 Tiled Display로 전송하거나 BMP형태의 파일로 저장한다. Grabber Filter가 Video Source Filter로부터 획득한 비디오 데이터를 RGB형태로 변환하면 Processing 부분에서 사용자의 설정에 따라 Tiled Display로 가시화 하거나 BMP 형태의 이미지 파일로 저장한다. 본 논문에서는 SAGE를 사용하여 Tiled Display에 비디오 데이터를 가시화하기 위해 <그림 2>의 구조에서 언급된 SAIL을 사용한다. 따라서 Processing 부분은 Grabber Filter를 초기화 하고 통신하기 위한 부분과, SAIL을 초기화하고 데이터를 전송하기 위한 부분, 그리고 BMP 파일로 출력을 위한 부분을 포함한다. SAIL을 이용하여 SAGE 와 연동하기 위해서는 <그림 2>에서 보인 Free Space Manager 와 SAGE Receiver들의 정보를 가지고 있는 sage.conf로 불리는 설정[2,8] 파일을 필요로 한다.

3.2 사용자 인터페이스.

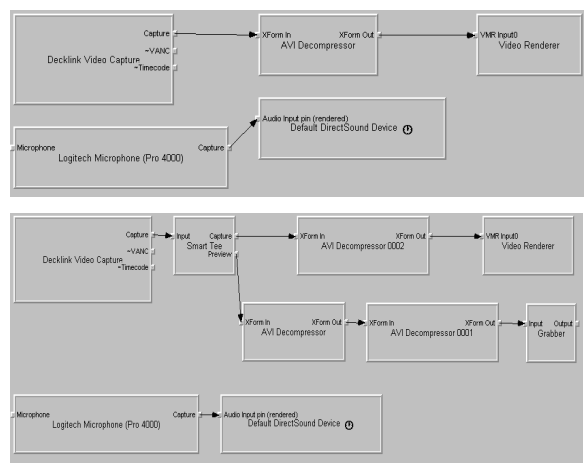
SVT의 사용자 인터페이스는 <그림 7>에서 보여준다. 사용자 인터페이스는 크게 Preview, Capture, Video Device and Format, Audio Device and Format, Color Depth로



<그림 7> SVT User Interface.

구성된다. Preview 는 <그림 4,5,6>에서 보인 Filter Graph의 윗부분에 해당하는 Filter Graph의 출력 결과로 비디오 데이터를 지정된 카메라로부터 입력 받아 <그림 7>의 검게 보이는 부분에 비디오 데이터의 실제 해상도 보다 작은 크기로 출력 해준다. Video Device and Format 은 입력받을 비디오카메라와 해당 소스의 입력 형태를 지정한다. 여기서 지정해준 비디오카메라의 Direct Show용 Driver를 Video Source Filter로 사용하여 <그림 4,5,6>과 같은 Filter Graph를 구성한다. Capture는 Tiled Display로의 전송을 시작하거나 멈춘다. <그림 8-아래>에서 보인 것처럼 Tiled Display에 비디오 데이터를 가시화 할 경우에는 Grabber Filter를 포함한 Filter Graph를 구성하여 비디오 데이터를 Tiled Display로 전송하고, 비디오 소스와 입력될 비디오 형태를 지정한 직후나 전송을 멈출 때에는 <그림 8-위>에서 보인 것처럼 Grabber Filter가 없는 Filter Graph를 구성한다. 이러한 구조는 비디오 소스와 입력될 비디오 데이터의 형태를 잘못 지정하여 예상치 못한 오류를 방지하고, 비디오 데이터를 전송하기 전 Preview를 통해 선택한 사항이 맞는지 확인 하는 과정을 보장해주어 카메라를 테스트 할 수 있는 기회를 제공 해준다. 파일 명을 지정하고 Capture 버튼을 클릭 할 경우는 해당 파일명 뒤에 3자리 일련 번호가 추가된 RGB24 형태의 BMP 파일로 저장된다. 이때도 Tiled Display에 전송할 때와 같이 Grabber Filter를 이용하여 RGB24형태의 비디오 데이터를 입력 받는다. Color Depth는 비디오 데이터를 Tiled Display로 전송할 경우 비디오 데이터의 1픽셀 당 비트수를 설정한다. 수치가 높을수록 더 높은 대역폭을 필요로 하므로 사용하는 네트워크의 환경에 따른 조절이 필요하다.

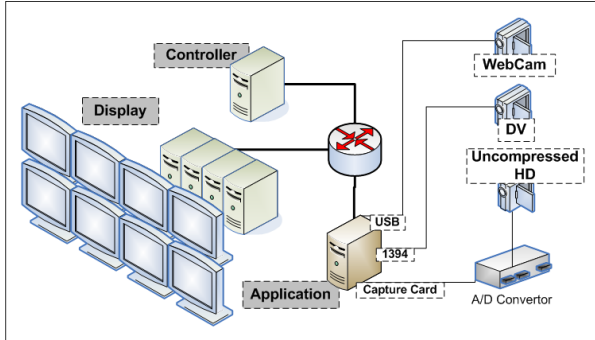
<그림 8-아래>은 사용자 인터페이스의 Audio Device and Format 부분에서 선택된 Audio 소스의 입력을 처리하기 위한 Filter를 포함하고 있다. 하지만, 본 논문에서는 Audio 관련 설정은 다루지 않는다.



<그림 8> Direct Show Filter Graph No Grabber Filter & Grabber Filter.

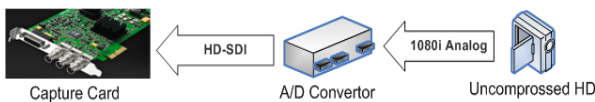
4. 초고해상도 디스플레이 시스템 구성 및 검증

4.1 시스템 구성



〈그림 9〉 시스템 구조도.

시스템 구조도를 보여주는 〈그림 9〉에서 보인 것과 같이 이 시스템은 크게 Display, Application, Controller의 세 부분으로 구성된다. Display는 격자 형태로 배치되어 하나의 디스플레이처럼 동작하는 모니터들을 포함한다. Display와 Controller는 AMD 64bit 2.4Ghz processors와 4G메모리를 사용하는 워크스테이션 급 머신을 사용하였고, Application을 담당하는 머신도 워크스테이션 급으로 AMD 64bit 2Ghz process와 2.5G 메모리를 사용하였다. Tiled Display를 구성하기 위해 1600 x 1200 LCD 모니터를 5 x 11의 격자형태로 구성하였다. Display 머신 하나당 1600 x 1200 해상도의 모니터 2개를 관리하므로 3200 x 1200 해상도를 지원할 수 있는 2 port를 지원하는 VGA 카드를 사용하였다. 이 시스템은 1Gbps 네트워크를 기반으로 구성된다. Display와 Controller에는 SAGE가 설치되고, Application에는 SVT가 설치되어 사용된다. Application은 WebCam, DV 카메라, 비압축 HD 카메라가 설치된다. Application은 〈그림 2〉에서 App 기능을 담당하여 Tiled Display에 비디오 데이터를 전송하게 된다. 앞서 언급 한 것처럼 SAIL을 이용하여 Display에 비디오 데이터를 전송하고 sage.conf로 이름 지어진 설정 파일을 통해 Tiled Display 시스템에 대한 정보를 Display, Controller와 공유하여 동작한다.



〈그림 10〉 Capture Card 까지 데이터 흐름도.

〈그림 9〉에서 보인 것과 같이, WebCam은 USB 포트, DV 카메라는 1394 포트를 이용하지만, 비압축 HD 카메라의 입력은 별도의 입력 포트를 지원하지 않으므로 이를 지원할 수 있는 Capture Card를 이용한다. 〈그림 10〉은 비압

축 HD 카메라로부터 Capture Card로의 데이터 흐름을 보여준다. 비압축 HD 카메라는 아날로그 신호를 출력 하므로 이를 디지털 신호로 변환해주는 A/D Converter를 거치게 된다. 하지만, 이 신호는 SMPTE-292M 형태의 신호로 영상 장비들끼리는 호환이 되지만, 컴퓨터 내부에서 사용되는 RGB 또는 YUV와 같은 비압축 포맷이 아니다. Capture Card는 A/D Converter의 디지털 신호를 YUV 또는 RGB 형태의 비압축 이미지로 변환해 준다. 본 논문에서 사용된 Capture Card는 YUV4:2:2 포맷을 지원한다.

4.2 시스템 검증



〈그림 11〉 SVT를 이용한 Tiled Display에 비디오 가시화.

〈그림 11〉은 SVT를 이용하여 WebCam, DV 카메라, 비압축 HD 카메라의 입력을 Tiled Display에 출력한 결과를 보여준다. 5 x 11로 구성된 Tiled Display에 〈그림 9〉에서 보인 시스템을 구성하고, 3개의 SVT를 실행하여 각각의 카메라로부터의 입력을 Tiled Display로 전송하였다. 테스트를 위해 사용된 비디오는 비압축 HD (1920 x 1080), DV (720 x 480), 비압축 (320 x 240) 이다. 〈표 1〉은 비압축 HD 만을 사용했을 경우 시스템 성능을 보여준다. 출력 비디오 데이터의 Color Depth를 RGB-24로 설정하고 초당 30 Frame을 전송할 경우 1.5Gbps의 대역폭을 필요로 하게 된다. 하지만, 본 논문에서 제안된 시스템은 1Gbps를 기반으로 하고 있어 SVT는 카메라로부터의 입력을 모두 Tiled Display로 전송할 수 없다. SAGE는 Frame 단위 전송을 기반으로 하고 있어, Tiled Display를 구성하고 있는 모든 SAGE Receiver들이 비디오 데이터를 수신 할 수 있어야 한 Frame의 가시화가 가능하다. 따라서 대역폭이 충분하지 못한 네트워크 환경에서 Frame 하나의 크기가 커지면 한 프레임 전송하기 위한 시간이 길어지게 된다. 이때 SVT는 실시간성을 중요시 하여 전송지연을 줄이기 위해 별도의 출력 버퍼를 지원하지 않으므로 하나의 Frame이 전송되는 동안 캡처된 Frame은 버려진다. 따라서 초당 전송할 수 있는 프레임의 수가 떨어지게 되어 사용할 수 있는 대역폭이 있음에도 불구하고 〈표 1〉에서 보는 것처럼 RGB24 형태의 출력을 이용할 경우 초당 13~15 Frame 정도의 출력

만을 얻을 수 있게 된다. 출력 버퍼가 없기 때문에 낮은 전송률을 보이지만, 이 때문에 버퍼로 인한 전송 지연을 줄이고 1Gbps를 지원하는 환경에서도 1.5Gbps이상을 지원하는 환경과 차이가 없는 전송지연을 보장한다.

〈표 1〉 비압축 비디오에 대한 테스트 결과.

	RGB24	RGB16
Frame late	13~15 frame/sec	28 ~ 30 frame/sec
Band Width	About 520 Mbps	About 850 Mbps

5. 결론 및 연구방향

본 논문에서는 기존의 Tiled display 시스템인 SAGE를 이용하여 비압축 HD를 가시화 할 수 있는 초고해상도 가시화 시스템을 제안하였다. 이를 위해 비압축 HD 비디오를 처리할 수 있는 응용인 SVT를 구현하였다. SVT를 사용할 경우 비압축 HD는 물론 DV 카메라, WebCam도 쉽게 활용할 수 있어 다자간 협업 환경에서 비디오 데이터를 다수의 사용자와 쉽게 공유할 수 있는 환경을 제공할 수 있으며, Direct Show를 기반으로 제작 되어 본 논문에서 사용된 형태의 비디오카메라는 물론, Direct Show Filter를 위한 Driver를 지원하는 어떤 비디오 소스도 특별한 설정 과정 없이 쉽게 사용할 수 있는 실용적인 응용이다.

SAGE나 SVC와 같은 Tiled Display 시스템은 네트워크를 기반으로 동작하기 때문에 유동적인 시스템 구성을 지원한다. 하지만 지금까지의 Tiled Display 시스템은 같은 종류의 모니터만 사용할 수 있기 때문에 시스템 구성 시 디스플레이의 구조와 배치를 위한 다양한 사용자 요구사항을 반영하기는 어려웠다. 그래서 지금까지의 초고해상도 디스플레이에 비디오 또는 이미지 가시화를 위한 연구를 기반으로[2], 사용자를 위해 더욱 유동적인 환경을 지원할 수 있는 디스플레이 시스템을 연구할 계획이다.

감사의 글

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

참고문헌

- [1] B. Corrie, S. Marsh, and S. Noel, "Towards quality of experience in advanced collaborative environments," in Proc. of WACE 2003, Jun. 2003.
- [2] 최기호, 김재윤, Dao Le Hai, 김종원, "다자간 협업환경에서 다중 고해상도 비디오와 그래픽스 가시화를 위한 Tiled-display 시스템 구현," 한국통신학회 하계종합학술발표회(KICS'06), 2006년 7월.
- [3] J. Kim and J. Kim, "Decomposable decoding and display structure for scalable media visualization over advanced collaborative environments," in Proc. of SPIE ITCOM'2005, Oct. 2005.
- [4] Renambot, L., et al, "SAGE: The scalable adaptive graphics environment," in Proc. of WACE 2004, Sep. 2004.
- [5] Singh, R., et al, "TeraVision: A high-resolution graphics streaming device for amplified collaboration environments," Elsevier Future Generation Computer Systems, Aug. 2003.
- [6] Leigh, J., Renambot, L., et al, "The global lambda visualization facility: An international ultra-high-definition wide-area visualization collaboratory," Elsevier Future Generation Computer Systems, Oct. 2006.
- [7] Majumder, A., Stevens, R., "Color nonuniformity in projection-based displays: analysis and solutions," IEEE Transactions Visualization and Computer Graphics, Mar. 2004.
- [8] SAGE:<http://www.evl.uic.edu/cavern/sage/index.php>
- [9] Gharai, L., Perkins, C., and Saurin, A., "UltraGrid: A high definition collaboratory," USC/ISI, Sep. 2005.
- [10] NTT Innovation Lab., "Uncompressed HDTV transmission system over the Internet," NTT Press Release, Oct. 2001.
- [11] Research Channel and AARNet, "First multi-gigabit interactive video transmission between Australia and the US," AARNet news, Nov. 2004.
- [12] DeckLink : <http://www.blackmagic-design.com/>.