

論文98-35S-8-1

## 3차원 동영상 정보처리용 영상 입출력 기술 (An Input/Output Technology for 3-Dimensional Moving Image Processing)

孫廷榮\*, 千柳植\*\*

(Jung Young Son and You Seek Chun)

## 요 약

차세대 정보 통신 서비스의 고도화를 위해 추구되는 핵심 기술 중의 하나가 가시화를 통한 실감(Sensation of Reality) 서비스의 구현이다. 정보 통신 서비스의 가시화를 통한 실감화는 3차원 동영상 통신 기술의 개발 없이는 구현이 불가능하다. 3차원 동영상 통신의 구현에 있어 가장 큰 문제점은 3차원 동영상에 포함된 많은 정보량을 전송할 수 있는 전송 기술과 3차원 영상을 촬영하고 실시간으로 표시할 수 있는 기술이 아직 확립되어 있지 않다는 것이다. 현재 확립되어 있는 3차원 동영상 기술은 주로 입체 방식(Stereoscopic Type)으로 실감을 얻기가 어렵다. 입체영상 보다 실감을 더해 주는 영상은 눈의 움직임과 함께 입체 영상이 연속적으로 변하게 하는 다시점(Multiview) 3차원 영상이다. 다시점 3차원 영상시스템을 8대의 카메라와 빔 프로젝터 그리고 홀로그래픽 스크린을 이용하는 시분할(Time Multiplexing) 방식에 의해 구현했다. 이 시스템에서 다시점 영상은 8대의 카메라에 의해 촬영되며, 이 촬영된 영상은 신호변환기에 의해 색상별로 한 개의 채널로 합성되어 초당 480 프레임 주파수로 빔 프로젝터에 의해 홀로그래픽 스크린에 투사된다. 빔 프로젝터의 영상은 띠형(Striptype) 액정 셔터를 통해 홀로그래픽 스크린에 투사되게 되며, 이 띠형 액정 셔터는 홀로그래픽 스크린 상에 투사된 영상을 볼 수 있게 시역을 형성한다. 각 카메라는 대응하는 띠형 액정 셔터들과 동기되어 움직이므로, 각 카메라의 영상은 대응하는 액정 셔터를 통해 투사되게 되어 시역에서는 다시점 3차원 영상의 시청이 가능해진다.

## Abstract

One of the desired features for the realizations of high quality Information and Telecommunication services in future is "the Sensation of Reality". This will be achieved only with the visual communication based on the 3-dimensional (3-D) moving images. The main difficulties in realizing 3-D moving image communication are that there is no developed data transmission technology for the hugh amount of data involved in 3-D images and no established technologies for 3-D image recording and displaying in real time. The currently known stereoscopic imaging technologies can only present depth, no moving parallax, so they are not effective in creating the sensation of the reality without taking eye glasses. The more effective 3-D imaging technologies for achieving the sensation of reality are those based on the multiview 3-D images which provides the object image changes as the eyes move to different directions. In this paper, a multiview 3-D imaging system composed of 8 CCD cameras in a case, a RGB(Red, Green, Blue) beam projector, and a holographic screen is introduced. In this system, the 8 view images are recorded by the 8 CCD cameras and the images are transmitted to the beam projector in sequence by a signal converter. This signal converter converts each camera signal into 3 different color signals, i.e., RGB signals, combines each color signal from the 8 cameras into a serial signal train by multiplexing and drives the corresponding color channel of the beam projector to 480Hz frame rate. The beam projector projects images to the holographic screen through a LCD shutter. The LCD shutter consists of 8 LCD strips. The image of each LCD strip, created by the holographic screen, forms a sub-viewing zone. Since the ON period and sequence of the LCD strips are synchronized with those of the camera image sampling and the beam projector image projection, the multiview 3-D moving images are viewed at the viewing zone.

\* 正會員, 韓國科學技術研究院  
(Korea Institute of Science and Technology)

\*\* 正會員, 韓國電子通信研究院

(Electronics and Telecommunications Research  
Institute of Korea)

接受日字: 1997年9月12日, 수정완료일: 1998年5月29日

## I. 서론

1960년대의 레이저 개발을 필두로 1970년대의 반도체와 광파이버 기술의 결합은 통신 분야에 있어서는, 광통신이라는 새로운 영역을 개척하여 통신 기술 분야에 있어 큰 변혁을 일으켰다. 광통신의 개척은 정보통신이 궁극적으로 목표로 하고 있는, “누구에게나 다양하고 풍부한 정보를 중단 없이 언제 어디서나 손쉽게 제공 또는 접근하게 하자”<sup>[1]</sup>는 것을 실현 가능케 하는 기반을 제공함으로써 새로운 정보통신 서비스 개발을 위한 노력을 촉진시켜 왔다. 이에 따라 개발된 것이 종합정보 통신망(ISDN)이며, 이것은 정보통신 서비스의 융합을 목표로 하여 음성, 팩스, 데이터, 화상 따위를 한 개의 디지털 회선으로 묶어 일원적으로 서비스하는 소위 멀티미디어적 서비스를 지향하고 있고, 현재 구축되고 있는 광대역 ISDN은 이에 더하여 통신과 방송의 융합을 목표로 하고 있어, 향후 예측되는 정보통신 서비스는 영상이 주축이 되어 멀티미디어가 통합된 어떤 것이 될 것임을 쉽게 알 수 있다.<sup>[2]</sup>

사실, 인간이 주위로부터 받아들이는 정보량의 80% 이상은 눈을 통해 얻어지므로 눈을 통함이 없이는 대상에 관한 정확한 정보를 전달하기가 어렵다. 百聞이不如一見이라는 격언이 이를 대변해 주고 있다. 사물에 대한 가장 사실적이고 생생한 정보는 눈을 통해 전달되며 또한 눈을 통해 얻어진 정보는 우리 기억 속에 가장 오래 그리고 선명하게 기억된다. 그러므로 정보통신 서비스의 영상화는 필연적이라 할 수 있다. 더욱이 인간이 현실에서 느끼는 것과 같은 현실성 및 자연성이 뛰어난 영상통신의 구현을 위해서는 인간의 생활 공간을 그대로 재현할 수 있는 3차원 동영상 통신기술의 개발이 필요하다. 이미 우리에게 잘 알려져 있는 화상 회의는 서로 떨어져 있는 다수의 관련자가 영상을 통해 회의를 하는 것으로 회의의 특성상 회의 관련자 서로가 동일 장소에서 상대방을 마주 보고 토의하고 있는 것과 같은 감, 즉 실감을 가지지 않고서는 회의의 효과를 극대화시키기가 어렵다. 실감의 창출을 위해서 영화관에서와 같은 대형 스크린을 이용하여 심리적인 효과<sup>[3]</sup>에 의한 의사 3차원감을 얻을 수 있게 대형 평면 화상장치를 이용할 수도 있으나, 이것은 화상의 3차원적 표시가 가능한 3차원 화상 장치에 비해 덜 효과적이며 또한 비경제적이다. 화상 회의는 3차원 동영상 통신기술의 일차적인 적용 분야의 하나이다.

3차원 동영상 통신 기술의 정착을 위해서는 3차원 동영상의 전송에 필요한 많은 량의 데이터를 전송 가능한 량으로 압축시키는 데이터 압축 기술과 초고속으로 데이터를 전송할 수 있는 전송 기술의 확립이 필요하다. 가장 기본적인 3차원 영상 장치, 즉 입체 화상 장치의 경우는 이러한 기술들의 제약을 받음이 없이 현재의 기술만으로도 구현이 가능하다. 보다 큰 문제는 3차원 그래픽을 포함한 대상체의 3차원적 촬영 및 데이터처리 기술과 많은 량의 화상데이터를 실시간에 3차원적으로 표시해 줄 수 있는 표시장치를 포함하는 3차원 동영상 정보처리를 위한 영상 입출력 기술의 개발이다. 현재 알려져 있는 3차원 영상 입출력 기술들은 주로 입체 화상 위주로 특수한 광학 특성을 가진 안경을 쓰고 입체 화상을 감상할 수 있게 하는 안경식으로, 안경이 주는 불편감이나 방법의 단순성 때문에 오락 또는 간단한 시범용 3차원 영상 장치로서의 이용을 넘어서, 실감이 요구되는 3차원 동영상 통신을 위한 장치로서의 응용은 무리이다. 3차원 동영상 정보처리를 위한 입출력 장치는 안경을 쓰지 않고, 자세를 제한함이 없이 3차원 영상을 시청할 수 있게 하는 것이다. 이러한 조건을 만족시킬 수 있는 입출력 장치는 현재로서는 다시점 영상, 즉 대상체를 여러 방향에서 본상을 촬영하여 표시해 주는 방식을 이용하는 것이 최선인 것 같다. 다시점 영상 방식에 의한 3차원 영상 시스템의 구현 가능성은 영국 캠브리지 대학의 연구팀에 의해 주장되었으나, 한 사람만이 시청 가능하다는 것과 해상도는 낮으나 현 기술로 천연색의 28 시점 시스템까지 제작 가능하다는 것 외에는 그 특성이 알려진 것이 없다.<sup>[4]</sup>

본 논문에서는 현재 개발되어 있는 3차원 영상 입출력 기술의 분석과 3차원 동영상을 실시간으로 투사·표시해 줄 수 있는 무안경식의 홀로그래픽 스크린(Holographic Screen)과 빔 프로젝터(Beam Projector)를 이용하는 다자 시청이 가능한, 8시점의 영상을 입출력할 수 있는 다시점 3차원 동영상 시스템에 관해 기술했다.

## II. 3차원 영상 인식의 원리 및 기술의 종류

두 대의 카메라를 사용하여, 카메라의 위치를 고정시키고 영상을 촬영하는 경우는, 우리 두 눈의 시선을 한 곳에 고정시키고 사물을 보는 것과 같으므로 영상

은 단순 깊이감만 가지며 평면 화상을 보는 것과 똑 같다. 이러한 영상을 입체 영상(Stereoscopic Image)이라 한다. 입체 영상의 시청을 위해 안경을 사용하여 하는 경우는 안경사용이라는 불편함이 따르고, 안경을 사용하지 않는 경우는 두 눈의 위치를 공간의 어느 지점된 위치에 고정시켜야 하므로 불편함은 물론 눈의 피로가 심하다. 입체 영상에서 시선의 고정에 따른 불편함을 줄이기 위해 눈동자의 움직임을 감지하여 화상을 실시간으로 변화시켜 주는 방법<sup>[5]</sup>도 있으나, 고개의 위치는 변화시키기가 어려우므로 불편하다. 입체 영상의 불편함을 해소시키기 위한 것이, 카메라를 두 대 이상 사용하거나 위치를 이동하여 가면서 영상을 촬영하여 표시하는 다시점(Multiview) 영상 방식이다. 다시점 영상 방식은 우리 두 눈을 움직여 가면서 물체를 보는 것과 같은 효과를 재생하므로 시청에 불편감이 줄어들게 된다. 특히 시점의 수가 많아지게 되면 이웃하는 시점간에 있어 영상의 연속성이 증가되며, 궁극적으로는 현실에서 대상체를 바라보는 것과 같은 완전 연속적인 3차원 영상이 형성된다. 다시점과 3차원 영상의 경우 시점을 이동시키면 물체의 다른 면이 보이게 되므로 입체 영상의 시청시와 같이 시선을 고정시킬 필요는 없다. 좌우 눈의 광학 특성을 바꾸어 주지 않고 입체 영상을 시청하는 방식은 좌우 눈의 위치에 소위 시역(Viewing Zone)이라 명명되는 좌우 눈의 영상이 수렴되는 지역을 만들어 주는 것이다. 이 방식은 렌티큘라(Lenticular), 시차장벽(Parallax Barrier), 홀로그래픽 스크린 등과 같은 광학판이 이용하는 것과 프리즘, 렌즈, 반사경 등 여러 가지 광학 부품의 조합을 이용하는 것이 있으며, 시역은 광학판 또는 이러한 광학 부품에 의해 형성된다. 그림 1에 시역의 형성원리가 도시되어 있다. 다시점 영상의 경우는 각 시점에 해당하는 영상의 수렴역(Converging Zone)이 서로 중첩됨이 없이 눈간 거리를 다시점 영상의 수보다 하나 적은 정수로 나눈 간격으로 공간에 형성되어야 한다. 완전 3차원 영상의 경우는 실제 사물을 보는 것과 같이, 보는 위치에 관계없이 시역이 연속적으로 형성되어야 한다. 현재까지 알려진 가장 뛰어난 3차원 영상의 촬영 및 재생 방법은 홀로그래피(Holography)<sup>[6]</sup>가 유일하다. 지금까지의 3차원 영상 방식에서 이용하는, 대상체를 다른 시점에서 본 단면 영상을 합성하는 것과는 달리, 홀로그래피는 대상체의 체적영상(Volume Image)을 직접 기록하는 것이다.

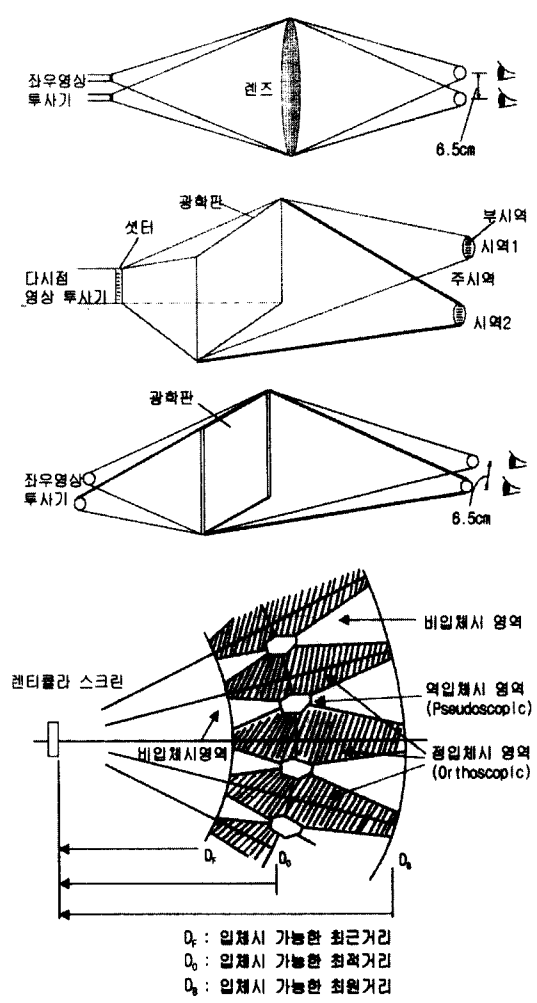


그림 1. 광부품에 의한 시역 형성  
Fig. 1. Creation of viewing zones by optical components.

그러나 이 방식은 다시점 영상방식 보다도 더 많은 정보량을 포함하고 있기 때문에 현재로서는 취급이 어렵다. 기타 3차원 방식으로 대상체의 원근에 따라 화상의 투사 위치를 변경시켜 체적 영상을 만들어 주는 것도 있다. 표 1에 3차원 영상의 전달 방식이 종합되어 있다.

현재 무안경식 3차원 영상 방식 중 가장 많이 연구되고 있는 방식은 광학판식(Optical Plate Type)이다. 광학판식은 프로젝터에 의해 영상을 광학판에 투사하는 투사식(Projection Type)과 광학판 밑에 영상을 배열해 놓은 접촉식(Contact Type)이 있으며, 입체와 다시점 영상의 표시가 가능하다.

표 1. 3차원 영상 전달 방법

Table 1. The methods of transferring 3-dimensional images.

시 차	전 달 방 법	구 현 방 법
양안 시차	좌우 눈에 대응하는 화상의 광학 특성을 달리하여 보냄 좌우 눈에 대응하는 화상을 시각차를 두어 교대로 반복시킴 좌우 눈에 대응하는 시역을 형성시켜줌	Anaglyph, 편광안경  액정 셔터 안경,  각종 광학판식 렌티클라, 홀로그래픽 스크린, 시차 장벽, 각종 반사경 프리즘 방식
운동 시차	대상체의 다른 방향에서 본 영상을 연속 투사	이동카메라 밀도차 안경
폭 주	원근이 다른 영상을 연속 투사	Spiral Screen 가변축점경
양안+운동	좌우 눈에 대응하는 화상이 눈의 움직임에 따라 달라짐	다시점 영상 기술: 이동 개구, Eye Tracking, 홀로그래픽 스테레오그램, IP
양안+운동+폭주	실제에서 보는 것과 똑같은 느낌	홀로그램
심리효과	눈의 전방 시야각 확대 대로 의사 3차원 물체의 원근을 바꾸어줌	IMAX 반투과경식

접촉식의 대표적인 것은 렌티클라 방식으로 일본의 경우 이를 이용한 40인치 TV가 이미 상용화되어 있다. 렌티클라 방식의 문제점은 조명광(Illuminating Light)의 효율이 낮고 한사람 이상은 시청이 어렵다는 데 있다. 렌티클라 판에 의해 형성되는 시역은 판 상의 각개 원주형 렌즈로부터의 좌우 눈에 해당하는 상이 각각 따로 이 판의 전면 공간에 분포되어지나, 실제 입체 또는 다시점 영상의 시청은 판의 중앙 부위에서만 가능하여 한사람 이상의 시청은 어렵다. 그러나, 렌티클라 판은 대량 생산이 가능하고 천연색 영상의 표시가 가능하다는 장점이 있다. 시차 장벽 방식은 원통형 렌즈가 서로 평행하게 접합되어 배열되어 있는 렌티클라 판 대신에 수백  $\mu\text{m}$ 의 폭을 가진 슬릿형의 개구(Aperture)가 일정 간격으로 평행하게 배열되어 있는 마스크로 대신한 것으로 이 마스크를 화상표시 스크린 앞에 일정거리에 두게 되면 기하 광학적인 원리에 의해 각 개구를 통해 좌우 각각의 눈에 대응하는 화상이 우리 눈간 거리를 두고 모여지게 되어 입체 화상의 시청이 가능하게 된다. 이 방식은 제작이 간단하나 조명광의 효율이 아주 낮다. 그림 2에 렌티클라와

시차장벽 방식에 있어 입체 화상 시청 원리가 도시되어 있다. 홀로그래픽 스크린은 홀로그래픽 방식에 의해 제작된 구형 반사경(Spherical Mirror) 또는 확산판(Diffuser)의 특성을 가진 일종의 광 부품이다<sup>[7]</sup>. 홀로그래픽 스크린은 주로 투사형으로 많이 이용되며, 투사기와 시역이 스크린을 중심으로 같은 쪽에 있는 경우를 반사형(Reflection Type)이라 하며, 반대쪽의 것은 투과형(Transmission Type)이라 한다. 홀로그래픽 스크린의 특징은 조명광의 효율이 높고 또한 다수의 사람이 동시에 입체 또는 다시점 영상의 시청이 가능하다는 것이다. 그러나 천연색 영상 표시가 가능한 스크린의 제작이 어렵고 대량 생산이 어렵다는 단점이 있다. 표 2에 각종 광학판의 특성이 비교되어 있다.

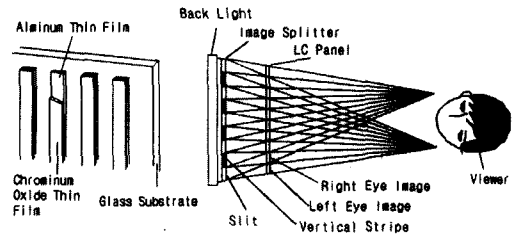
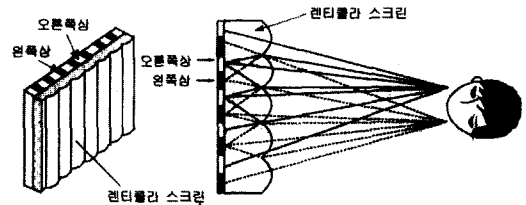


그림 2. 렌티클라 판과 시차 장벽 판에 의한 입체 화상 표시 원리

Fig. 2. The stereoscopic image display by lenticular and parallax barrier plates.

표 2. 각종 광학판의 특성 비교

Table 2. Comparison of the characteristics of optical plates.

종 류	크 기	제 작 방 법	화 상 표 시	응 용	상 대적 밝기	시 역
렌티클라	수 $\text{m}^2$	기계적	직접 투사	디지털 (천연색)	밝다	제한
입체사진	수십 $\text{cm}^2$	기계적 광학적	직접	아날로그 (천연색)	밝다	제한이 적다
시차장벽	수백 $\text{cm}^2$	박막	직접	디지털 (천연색)	밝다	제한
홀로그래픽 스크린	수 $\text{m}^2$	광학적	투사	아날로그 (천연색)	밝다	제한

### III. 3차원 동영상 정보 처리계

3차원 동영상 정보 처리계는 그림 3에서 보는 것과 같이 지금과 같은 카메라에 의한 평면 화상 대신에 3차원 영상 촬영 카메라나, 컴퓨터에 의해 만들어진 입체 내지는 3차원 화상을 전송하며, 수신 측에서는 입력 측의 신호에 맞게 실시간으로 입체 또는 3차원 형태로 볼 수 있게 표시하는 것이다. 그러나 구현에 있어 가장 큰 문제는 평면 화상에 비해 많은 정보량을 가지고 있는 입체나 3차원 화상을 현재 가용한 전송 속도에 맞게 정보량을 최소화시키는 것과 3차원 화상의 촬영 및 전송된 데이터를 실시간으로 변환하여 표시 장치에 3차원 화상을 재생하는 것이다<sup>[8]</sup>. 이미 언급된 것과 같이 입체나 다시점 영상은 한 대의 카메라가 아닌 두 대 이상의 카메라를 사용하여야 하므로 영상 신호의 정보량이 평면 화상의 그것에 비해 최소 2배 이상이 되며, 사용 카메라의 수에 비례하여 정보량도 증가된다. 그러므로 이 문제의 해결을 위해 데이터 압축 기술과 3차원 영상이 수평시차 정보만 가지도록 하여 영상 자체가 가지는 정보량을 근본적으로 줄이는 방법이 개발되고 있으나, 완전 해결을 위해서는 초고속 데이터 전송 기술의 개발이 필요하다. 그림 4에 입체 또는 다시점 화상 표시 방식의 대표적인 렌티큘라와 완전 3차원 영상인 홀로그래피 방식의 구현에 필요한 대폭을 비교해 놓았다. 전송 기술 차원에서 보면 현재의 기술 수준으로는 다시점 동영상 정도는 전송이 가능하나, 홀로그래피의 경우는 1/1000으로 데이터를 압축시켜도 한 프레임(Frame)당의 데이터가 1 Gbits/sec 이상이 되어 현재로써는 전송이 불가능함을 알 수 있다. 그림 4에서 홀로그래피의 경우는 홀로그램의 크기를 10×10 cm<sup>2</sup>로 가정하고 물체파와 기준파 사이의 각도를 30° 그리고 256 Gray Level로 제한하여 얻은 값이다. 3차원 영상 촬영과 화상 표시 방식과 관련하여서는 ITU (International Telecommunication Unit)에 의해 주어진 권고안 외에는 아직 아무 방향이 제시되어 있지 않다. 이 권고안은 새로 개발될 3차원 영상시스템이 무안경식이면서 기존의 시스템에 적용이 가능해야 한다는 지침을 주고 있다. 이 권고안에 부합되는 방식 중의 하나가 다시점 영상 시스템이다. 다시점 영상은 입체 영상의 연속으로 우리 두 눈의 움직임에 대응하는 영상을 포함하고 있다.

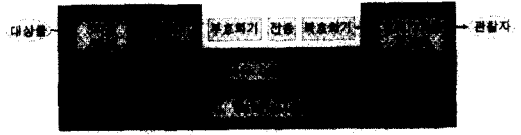


그림 3. 차세대 영상 정보 처리계의 구성  
Fig. 3. The block diagram of image information processing system for future.

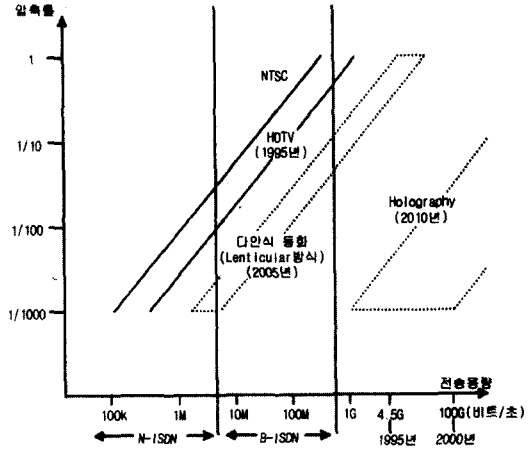


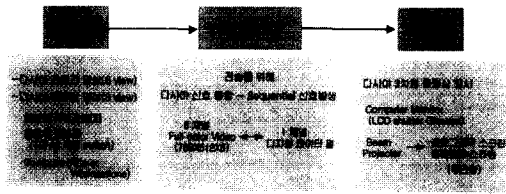
그림 4. 홀로그래피 및 렌티큘라 방식의 필요 전송 데이터량의 비교  
Fig. 4. The data amounts required to be transmitted in holography and lenticular 3-D systems are compared with those in NTSC and HDTV.

우리 두 눈에 한순간 비쳐지는 대상체의 상은 그 시점(View Position)에서 바라본 물체의 압축 평면상이므로 이미 언급한 것과 같이 2대 이상의 카메라를 수평으로 일정 간격(보통 우리 눈간 거리)을 두어 배열하고, 대상체를 촬영하게 되면 각 카메라에는 그 위치에서 두 눈에 감지되는 시차와 같은 량의 시차를 가진 영상이 기록되게 된다. 수신단에서는 이 시차가 다른 각 카메라로부터의 영상을 각 프레임(Frame)별로 순차적으로 순서에 어긋남이 없이 반복적으로 표시 장치에 표시를 하게 되면 다시점 영상의 시청이 가능하게 된다.

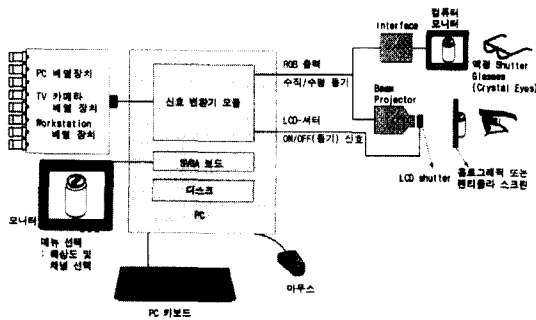
### IV. 홀로그래픽 스크린을 이용하는 8시점 3차원 동영상 시스템

8시점 3차원 동영상 시스템은 8대의 카메라로 구성

된 영상 촬영기와 이 영상 촬영기의 8대 카메라로부터의 서로 병렬인 영상 신호들을 색상별로 분리하고, 순차적으로 또한 반복적으로 샘플링(Sampling)하여 색상별로 한 개의 직렬신호로 변환하는 신호변환기(Signal Converter), 그리고 신호변환기로부터의 색상별 직렬신호를 카메라 순서별로 분리하여 입력측의 영상 샘플링 순서와 동기시켜 실시간으로 홀로그래픽 스크린에 투사시켜 주는 빔 프로젝터로 구성되어 있다. 그림 5에 전체 시스템의 원리도가 도시되어 있다.



(a) 개념도



(b) 개략도

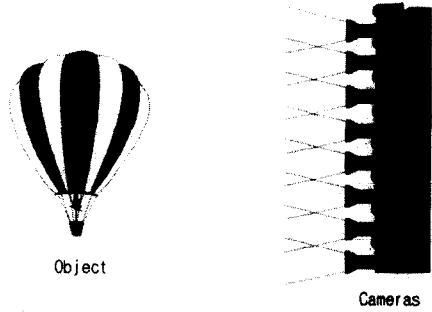
그림 5. 다시야 3차원 동영상 정보 처리를 위한 영상 입출력 장치

Fig. 5. Input/output devices for processing multi-view 3-dimensional moving images.

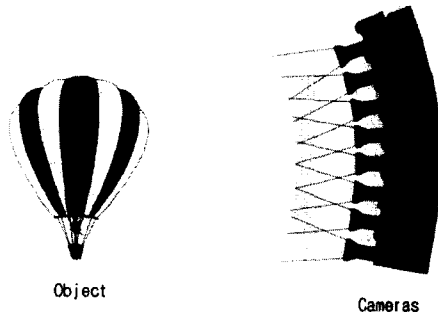
1. 8시점 3차원 동영상 촬영기

8시점 동영상 촬영장치로 가장 간단한 것은 NTSC 방식의 TV와 같은 해상도를 가진 8대의 CCD 카메라나 캠코더를 우리 눈간 거리 정도로 띄워서 수평으로 배열한 것이다. 그림 6과 같이 여러 대의 카메라를 배열하는 방법에는 두 가지가 있다. 하나는 카메라를 일직선상에 배열하는 것이고 다른 하나는 정해진 곡률 반경(Radius of Curvature)을 가진 호(Arc) 상에 배열하는 것이다. 일직선상에 배열하는 경우는 8대 카메라의 시야(Field of View)가 서로 겹쳐지는 지역이 카메라에서 아주 떨어져 생기게 되므로 입체감이 줄어

들며, 호 상의 경우는 모든 카메라의 시야가 곡률점 위치에서 완전히 겹쳐지게 되므로 입체감이 크게 된다. 본 논문의 영상 촬영기는 곡률 반경이 3m인 호 상에서 서로 3.5cm 떨어져 배치되어 있다. 카메라는 Sony사의 카드형 CCD 카메라 CCB-GC7YC를 사용했다.



(a)



(b)

그림 6. 여러 대의 카메라를 배열하는 방식. (a) 수평 배열 방식과 (b) 동심을 기준으로 원호로 배열하는 방식

Fig. 6. Methods of combining multiview cameras. (a) parallel and (b) combination with a certain curvature.

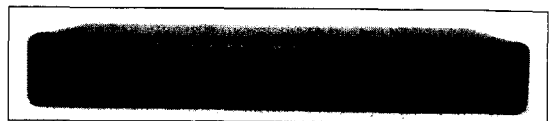


그림 7. 제작된 8시점 카메라

Fig. 7. A view of the designed 8 view camera.

그림 7은 본 연구에서 제작된 8시점 영상 촬영기이다. 카메라의 배열시 주의점은 먼저 각 카메라 영상의 중심이 되는 곳에 나타나는 대상체의 상이 거의 동일한 위치에 생기도록 해야 하며, 각 카메라의 영상의 밝기

와 영상의 배율이 거의 동일해야 한다. 밝기에 있어 차이는 깊이감에 있어 왜(Distortion)를 유발하며, 배율에 있어 각 카메라의 차이가 최대 5% 이내가 되지 않으면, 시차가 없어지게 된다.<sup>[11]</sup>

촬영기의 각 카메라는 동기화되어 동시 촬영이 이루어지며, 각 프레임 별로 동기화 되어 있다. 각 카메라는 초당 30 프레임 을 촬영하므로 각 카메라의 프레임 별 영상은 1/240 초 동안에 샘플링 되어야 한다. 일

반 TV에서와 같이 영상의 깜박임(Flickering)을 줄이기 위해서는 각 프레임 별 영상을 2개의 필드(Field)로 나누어 샘플링 하는 것이 좋으므로, 1/480 초의 비율로 각 카메라의 프레임 영상을 기수 필드부터 순차적으로 샘플링하고 다시 되돌아 와서 우수 필드를 순차적으로 샘플링하여 다시 다음 프레임을 같은 순서로 초당 30번 반복한다. 그림 8에 8시점 카메라의 영상 샘플링 순서가 도시되어 있다.

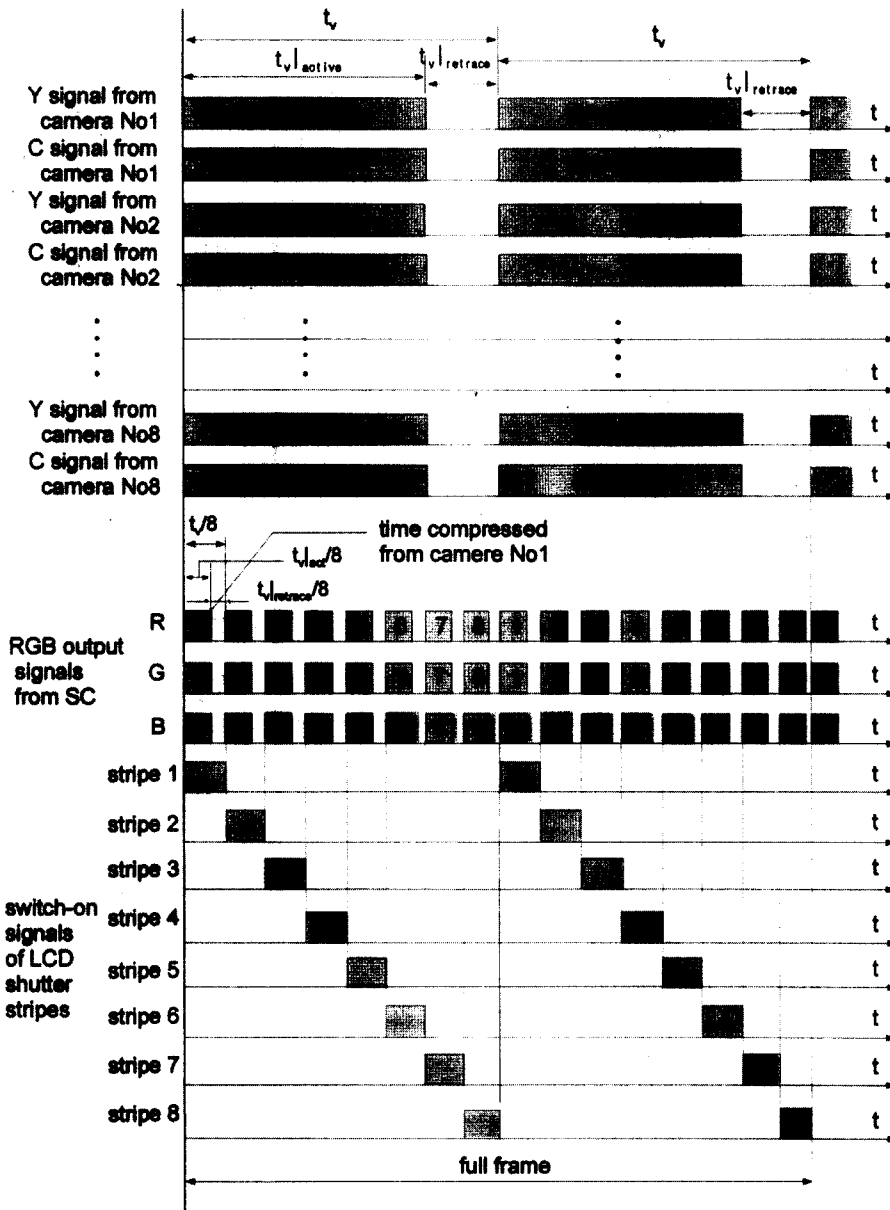


그림 8. 8시점 카메라 영상의 전송을 위한 영상 샘플링 방법  
 Fig. 8. Sampling sequence of the 8 view camera for image transmission.

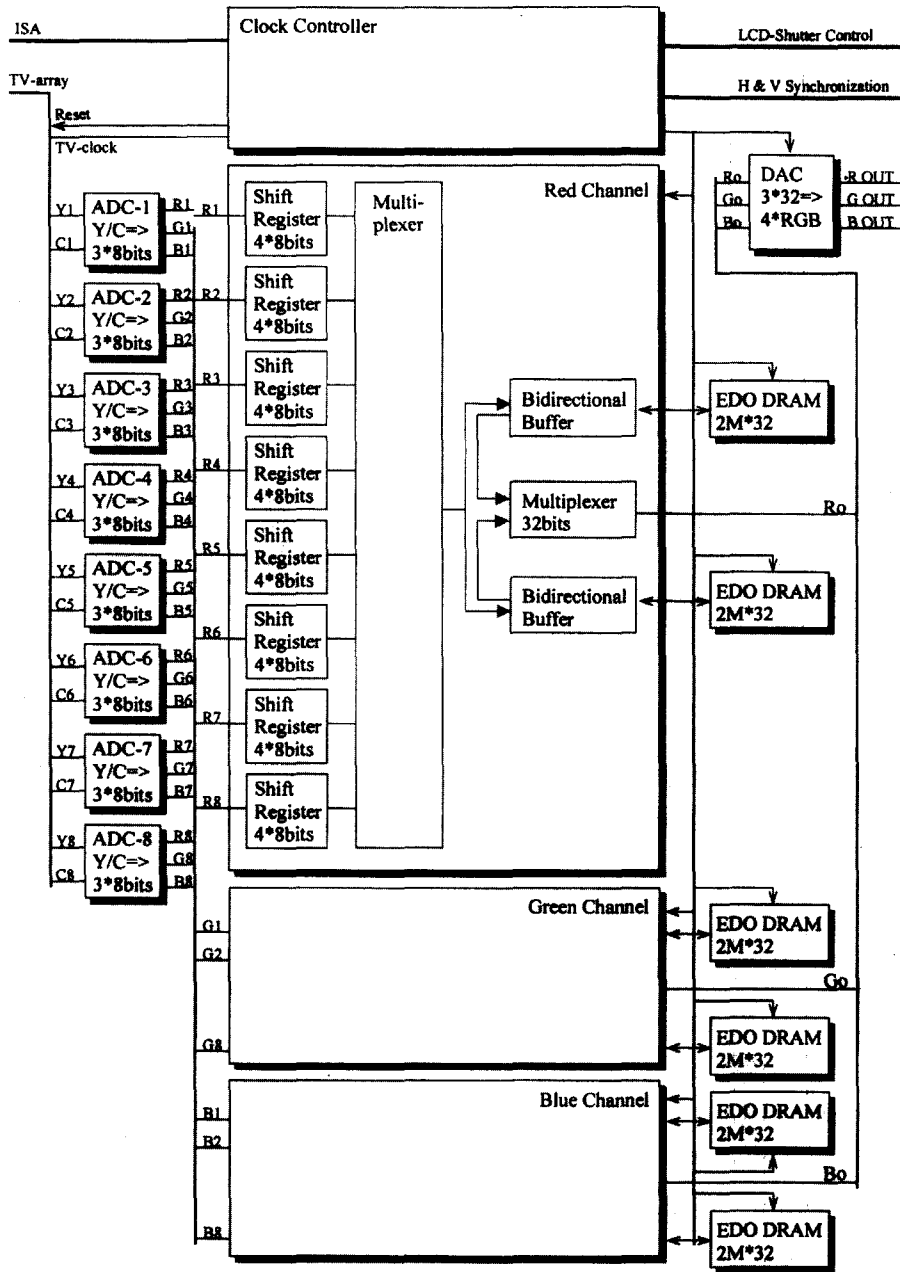


그림 9. 신호 변환 회로의 구성도  
 Fig. 9. Block diagram of the signal converter.

한 개의 렌즈를 사용하여서도 다시점 영상의 제작이 가능하다. 이 경우는 대물렌즈의 개구를 띠형의 셔터를 사용하여 원하는 시점 수만큼 분리하여 순차적으로 개폐시켜 가면서 촬영하면 된다. 셔터의 경우 개·폐시 빛의 투과율 비가 100이상이 되면 좋다. 8시점 영상의 촬영을 위해서는 각 셔터는 1/480초 동안 초당

60회의 반복율로 순차적으로 열리며, 그 외 시간 동안은 닫혀야 한다. 각 셔터의 개폐순서는 상기의 8대 카메라의 샘플링 순서와 동일하다. 촬영 소자로는 초당 240 프레임을 촬영할 수 있는 고속인 것을 사용해야 하며, 대물 렌즈의 크기도 렌즈의 좌우 위치에서 본 물체의 영상에 있어 차이가 크게 되도록 가능하면 커



야 한다.

## 2. 신호변환기

신호변환기는 컴퓨터로 합성된 NTSC 형의 8시점 화상 또는 8대의 카메라로부터의 화상 신호를 순차적으로 배열하여 빔 프로젝터를 구동시키며, 전체 시스템의 동기 및 제어를 위한 펄스를 발생하고 그리고 동작 시험을 위한 시험 패턴(Test Pattern)을 만들어 준다. 신호변환기는 각 카메라에서의 화소별 영상 신호를 색상별(적, 녹, 청)로 분리하고 8비트(Bits)로 디지털 화하여 총 24 평행 펄스열로 만들기 위한 8개의 EVIP(Enhanced Video Input Processor), 각 EVIP에서의 색상별 펄스신호를 색상별로 다중화 시키며 또한 전체 시스템의 동기 및 제어를 위한 신호를 발생하는 8개의 FPGA(Field Programmable Gate Array), 다중화를 돕기 위해 일부 FPGA로부터의 영상 신호를 4비트 단위로 하여 기록과 재생(Read and Write)을 동시에 할 수 있는 6개의 8Mbytes SIMM(Single In-Line Memory Module) 그리고 각 색상별로 분리 다중화 되어 있는 디지털 영상 신호를, 대응하는 빔프로젝터를 구동할 수 있는 아날로그 신호로 바꾸어 주는 1개의 실색상(True Color) 비디오 RAM-DAC(Digital to Analog Converter)으로 구성되어 있다. 각 카메라로부터의 영상 샘플링은 그림 8에서 도시된 샘플링 순서로 이루어지며, 빔 프로젝터의 빔 투사 렌즈 앞에 부착된 8개의 띠형(Strip Type) 액정 셔터는 샘플링의 순서와 동기화되어 개폐가 이루어진다. 컴퓨터에 의해 제작된 다시점 영상은 EVIP를 거치지 않고 직접 FPGA에 입력된다.

신호변환기는 전체 시스템이 2시점, 즉 입체, 4시점, 반프레임 8시점(Half Frame) 그리고 전프레임 8시점(Full Frame) 등의 4개의 동작 모드를 가지도록 지원한다. 전프레임 8시점 동작시는 초당 프레임은 240번, 수평 주사선은 126,000번 바뀌며, 한 화소당 약 8.7ns 지속하므로 화소 클럭(Clock)은 114.52MHz로 동작한다. 그림 9에 신호변환회로의 블록도가 도시되어 있다.

## 3. 빔 프로젝터

빔 프로젝터는 RGB 각 색상별 영상을 표시하는 3개의 CRT와 각각에 대응하는 대물 렌즈로 구성되어 있고 각 대물 렌즈는 바깥쪽에 8개의 띠형 액정 셔터가 부착되어 있다. 액정 셔터는 1.5msec의 응답 속도

를 가지며, ON시 대략 30%의 가시범위 파장의 광을 투과시키며 Off시는 0.5% 미만으로 명암비가 60 : 1 이상이다. 투사 렌즈는 직경이 20cm이며 9개의 렌즈로 구성되어 있고 그 개구 직경은 14cm이며 또한 CRT의 분광(Spectral) 특성에 맞게 색수차가 보정되도록 설계되어 있다. 신호변환기로부터의 각 색상별 영상 신호는 대응하는 CRT에 표시되어 지며, 그 영상은 투사 렌즈 앞단의 각 띠형 액정 셔터와 동기화되어 ON되는 카메라에 의해 촬영된 것으로, 이 띠형 액정 셔터를 통해 홀로그래픽 스크린 상에 투사된다. CRT의 분광특성은 홀로그래픽 스크린의 그것과 동일하다. CRT의 Decaying Time은 480 필드의 영상을 표시해 주기 위해서는 대략 1msec 정도 또는 그 이하가 되어야 하며, 그 8대의 카메라에서 각 카메라당 30 프레임의 율로 525 수평 주사선을 가진 화상을 취급하기 위해서는 그 수평 동기 신호가 126kHz가 되어야 한다.

## 4. 홀로그래픽 스크린

홀로그래픽 스크린은 일종의 아날로그형 스크린으로 디지털형인 렌티큘라나 시차장벽 판에 비해 해상도가 아주 높다. 홀로그래픽 스크린은 홀로그램이므로 여러 사람이 동시에 볼 수 있도록 여러 개의 지역을 형성시키는 것이 가능하며, 각 지역은 빔 프로젝터 앞의 띠형 액정 셔터 수만개의 부지역(Sub-Visual Zone)으로 분리되어 있다. 빔 프로젝터에 의해 투사된 영상은 홀로그래픽 스크린 상에 맺히지며, 홀로그래픽 스크린의 지역은 빔 프로젝터의 투사 렌즈의 개구에 의해 만들어진다. 홀로그래픽 스크린은 반사경 또는 렌즈의 특성을 가지므로 정해진 초점거리를 가지고 있다. 그러므로 빔 프로젝터의 투사 렌즈는 홀로그래픽 스크린에 의해 상을 맺게 되는데, 이 상이 바로 지역을 형성한다. 영상은 투사 렌즈를 통해 투사되므로 지역은 스크린에 의해 반사된 빛이 모여지는 곳으로, 지역을 통해 스크린 상에 투사된 상을 보는 것은 투사 렌즈를 통해 CRT 표면 상에 표시된 상을 쳐다보는 것과 같다. 만약 투사렌즈의 개구가 액정 셔터에 의해 막혀 있다면, 액정 셔터가 ON/OFF됨에 따라 지역도 따라서 ON/OFF 하게 된다. 액정 셔터가 여러 개의 띠형으로 되어 있는 경우는 띠형의 셔터 중 어느 하나가 ON이 되면, 전체 액정 셔터에서 그 띠형 셔터의 상대적 위치에 대응하는 전체 지역내의 어느 위치가 ON

이 되며, 이 위치에서만 상의 관측이 가능해진다. 이 띠형 액정 셔터에 대응하는 지역의 부분을 부지역(Sub-Zone)이라 한다. 띠형 액정 셔터의 수는 카메라의 수와 같으며, 각 띠형 액정 셔터는 자신에 대응하는 카메라의 영상이 CRT 상에 나타날 때만 ON이 되므로 이 부지역 내에 한 쪽 눈을 두고 다른 부지역에 다른 쪽 눈을 두게 되면 입체 영상의 시청이 가능하다. 더욱이, 이 지역 내에서 눈의 위치를 바꾸게 되면 다른 카메라에서 찍힌 상이 보이게 되므로 실체는 연속적인 입체 영상 즉 다시점 3차원 영상을 볼 수 있게 된다. 또한 이 영상은 초당 30번씩 변화하므로 다시점 3차원 동영상이 된다. 그림 10에 홀로그래픽 스크린 상에 투사된 컴퓨터로 제작된 직육면체의 3차원상이 예시되어 있다. 설계된 시스템에서 각 부지역의 폭은 대략 4cm 정도로 전체의 시역폭은 32cm 정도가 된다. 홀로그래픽 스크린의 크기는 대략  $60 \times 80 \text{ cm}^2$ 이다. 그림 11에 홀로그래픽 스크린에 의한 시역의 형성원리가 도시되어 있다.

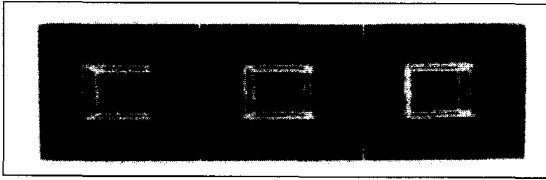


그림 10. 홀로그래픽 스크린에 투사된 컴퓨터에 의해 제작된 직육면체의 영상

Fig. 10. The computer generated images of a parallelepiped projected on the holographic screen. Only 3 different view images are photographed.

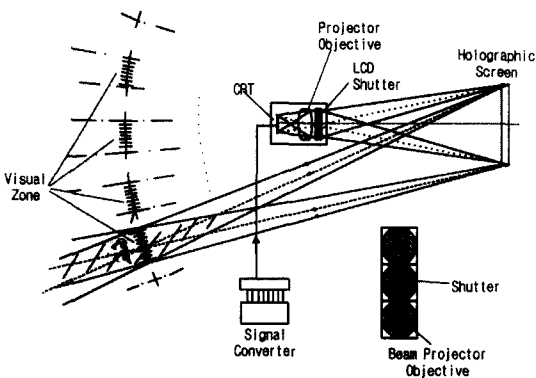


그림 11. 홀로그래픽 스크린에 의한 시역의 형성 원리  
Fig. 11. The viewing zone creation by the holographic screen.

## V. 결 론

정보통신 서비스의 극대화를 위한 방법 중의 하나는 3차원 동영상 통신 기술의 확립일 것이다. 3차원 동영상 통신 기술의 확립은 앞으로 예측되는 실감 통신의 구현을 위한 가장 핵심 기술 중의 하나이다. 3차원 동영상 통신 기술의 확립을 위한, 한 방법으로 현재 알려진 입체 영상 기술을 개선한 홀로그래픽 스크린, 빔 프로젝터 그리고 액정 셔터를 이용한, 다시점 3차원 영상의 촬영과 전송 그리고 표시에 대한 새로운 방법의 제시와 실제 시스템을 제작하여 제시 방법의 우수성을 증명했다. 제시된 시스템은 카메라 영상뿐만 아니라 컴퓨터 영상의 3차원 표시도 가능한 범용으로 구성할 수 있으나 시스템 전체가 다소 방대(Bulky)한 것이 문제이다. 제작 시스템은 다자 시청이 가능하므로 기 개발된 영국 캠브리지 시스템보다도 이러한 면에서 우수하다고 할 수 있다. 앞으로 홀로그래픽 스크린의 색상 특성 개선과 접촉화의 추진, 시각의 확대, 새로운 광학판의 설계, 카메라 대수의 증대와 고속 신호처리 기술의 확립, 프로젝터의 고속화와 밝기 증대 등의 노력에 의해, 본 개발 시스템은 실감통신 구현을 위한 차세대 3차원 영상 단말 기술의 모태로써 역할이 가능하게 될 것 같다.

## 참 고 문 헌

- [1] 오길환, 박용관, 현창희, *21세기를 향한 일본의 정보통신기술 과제*, 한국전자통신연구원기술보고서 9112-90-001, 대전, 1990
- [2] NTT 기술동향연구회편, *2005년 정보통신기술*, 일본 NTT사, 1990
- [3] T. Okoshi, *3-Dimensional Imaging Technology*, Academic Press, New York, 1973.
- [4] Cambridge Rainbow 그룹의 인터넷 홈페이지: <http://www.cl.cam.ac.uk/Research/Rainbow/projects/asd/history.html>
- [5] N. Tetsutani, Y. Nagashima, F. Kishino, and A. Tomono, "Stereoscopic Display Method Employing Eye Position Tracking", *Proceedings of The International Symposium on Three Dimensional Image Technology and Arts*, Seiken Symposium, V8, P101, 1992.

- [6] R. J. Collier, C. B. Burckhardt and L. H. Lin, *Optical Holography*, Academic Press, New York, 1971.
- [7] Jung-Young Son, Hyuk-Soo Lee, Victor G. Komar, You-Seek Chun, and Seong-Keun Lee, "A method of making a holographic screen using a retroreflex plate," SPIE Proc. vol. 3011, *Practical Holography XI in Electronic Imaging '97*; pp.139-145, 1997.
- [8] 일본 NHK 방송기술 연구소편, 3차원(次元) 영상(映像)의 기초(基礎), Ohmsha, Tokyo, 1995.
- [9] J. R. Cameron and J. G. Skofronick, *Medical Physics*, John Wiley & Sons, New York, 1978.

저 자 소 개



孫廷榮(正會員)

1950년 2월 11일생. 1968년 3월 ~ 1973년 2월 한국항공대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1977년 ~ 1980년 한국과학기술연구원 연구원. 1980년 ~ 1982년 University of Tennessee (USA) 전자공학 석사과정. 1982년 ~ 1985년 University of Tennessee (USA) 응용광학 박사과정. 1985년 ~ 1989년 University of Tennessee Space Institute 연구교수. 1990년 ~ 현재 한국과학기술연구원 책임연구원. 1990년 ~ 1995년 응용전자연구실/광전자연구실 실장. 1993년 ~ 1997년 3차원 영상 미디어 연구센터장. 1994년 ~ 현재 고려대학교/한양대학교 객원교수. 주관심 분야 : 3차원 영상 매체 기술 및 레이저를 응용한 광계측 등임



千柳植(正會員)

1969년 : 서울대학교 공과대학 응용물리학사, 학사. 1982년 : 동국대학교 대학원 전자계산학과, 석사. 1987년 : 서울대학교 대학원 계산통계학과, 박사. 1971년 ~ 1976년 : 한국과학기술연구소, 연구원. 1976년 ~ 1979년 : 삼성 GTE통신 주식회사, 실장. 1979년 ~ 현재 : 한국전자 통신연구원, 책임연구원. 주관심 분야 : 소프트웨어공학, 입체영상시스템 등