

특집논문-02-07-3-01

3차원 고화질TV 방송용 카메라 및 수신기 개발

이 광순*, 허 남 호*, 안 충 현*

Camera and Receiver Development for 3D HDTV Broadcasting

Gwang-Soon Lee*, Nam-Ho Hur* and Chung-Hyun Ahn*

요 약

본 논문에서는 미국의 ATSC방식의 HDTV 방송시스템과 호환되는 HD급 3DTV 카메라 및 3DTV 수신기의 개발에 관해 소개한다. 개발된 3DTV 카메라는 양안식 구조를 가지며 좌우 두 줌 렌즈간 연동제어 및 주시각 조절 기능을 가지고 있고, 수동 주시각 조절 및 독립된 입체영상 전송에서 발생하는 동기분배 해소를 위해 좌우 영상을 단일 채널의 영상으로 다중화하는 기능을 가지고 있다. 또한, 개발된 HD급 3DTV 수신기는 HDTV 신호의 수신, 복조, 디코딩 기능과 3DTV 역다중화 기능을 수행하며 아날로그 및 디지털의 다양한 입출력 인터페이스를 가진다. 개발된 HD급 3DTV 카메라 및 수신기는 2002 월드컵 3DTV 방송중계 시범서비스 시 경기장에서 실시간으로 촬영하고 전송된 3D 영상을 복원하는데 성공함으로써 그 기능을 검증하였다. HD급 3DTV 카메라 및 수신기는 방송 산업뿐만 아니라 컴퓨터 그래픽스 및 네트워크 기술과의 결합에 의해 3D 영화, 3D 게임, 3D 영상처리 및 원격제어 등에 활용될 수 있을 것으로 보인다.

Abstract

This paper introduces the HD 3DTV camera and 3DTV receiver that are compatible with the ATSC HDTV broadcasting system. The developed 3DTV camera is based on stereoscopic techniques, and it has control function to control both left and right zoom lens simultaneously and to control the vergence. Moreover, in order to control the vergence manually and to eliminate the synchronization problem of the both images, the 3DTV camera has the 3DTV video multiplexing function to combine the left and right images into the single image. The developed 3DTV receiver has the functions for receiving, demodulating, decoding of the HDTV signal, and demultiplexing of the 3DTV signal, and it has the various analog/digital interfaces. The performance of the developed system is confirmed by shooting the selected soccer game in 2002 FIFA KOREA/JAPANTM World Cup and by broadcasting the match. The HD 3DTV camera and receiver will be applied to the 3DTV industries such as 3D movie, 3D game, 3D image processing, 3DTV broadcasting system, and so on.

I. 서 론

고감도 및 고화질 영상정보에 대한 인간 욕망의 증대에 따라 HDTV 보다 더욱 인간의 시각적 감성에 효과적인 차세대 방송시스템으로서 3차원 HDTV에 대한 기대가 증대

되고 있다. 3차원 영상처리 기술은 멀티미디어 기술의 발전과 더불어 세계적으로 고부가가치를 창출할 수 있는 기술로 인식되고 있다. 3차원 HDTV 방송시장을 선점하기 위하여 일본, 유럽, 미국 등의 관련 업체들은 하드웨어 및 소프트웨어 기술의 협력과 경쟁을 통해 3차원 HDTV 방송 기술의 보유를 위한 노력을 극대화하고 있다^[1]. 따라서, 향후 출현이 예상되는 3차원 HDTV에 의한 다양한 방송서비스 기능의 수용을 제공하기 위하여 보다 우수한 방송 서비스

* 한국전자통신연구원
Electronics and Telecommunications Research Institute

방식의 연구, 콘텐츠 제작기술 개발 및 저변 확대, 3DTV 방송 시스템의 개발이 요구된다.

일반적으로 인간은 동일 물체를 좌우의 눈으로 서로 다른 방향에서 동시에 보는 것에 의해 입체감을 얻는다. 이는 동일 물체가 다소 서로 다르게 보임으로써 발생하는데 이 현상을 양안 시차(binocular parallax)라고 부르며 많은 입체 비디오 시스템들은 이 효과를 적용하고 있다. 이 효과를 응용하기 위해서는 시점이 상이한 두 영상이 필수적이며 좌우 두 영상이 동시에 두 눈에 보이기 위해서는 동기화가 반드시 이루어 져야 한다^[2].

개발된 3DTV 카메라는 양안식 구조를 기본으로 제작되었으며 좌우 두 줌 렌즈간 연동제어 및 주시각 조절 기능을 가지고 있다. 또한, 수동 주시각 조절 및 기존 HDTV 방송 중계 인프라와의 호환 및 독립된 입체영상 전송에서 발생하는 동기문제 해소를 위해 좌우 영상을 1채널로 다중화하는 기능도 가지고 있다. HD급 3DTV 수신기는 HDTV 수신부와 3DTV 디포맷터(de-formatter) 부분으로 나눌 수 있는데 HDTV 수신부는 수신된 RF신호 및 기본대역(baseband)신호를 복조, MPEG-2 디코딩 기능을 가진다. 3DTV 디포맷터부는 HDTV 수신부에서 디코딩된 영상신호 및 HD-SDI(serial digital interface)로 직접 입력되는 영상신호를 좌우 영상신호로 분리하여 좌우 각각 2 채널 혹은 좌우 번갈아가며 1 채널을 통해 출력한다^[3].

본 논문의 구성은 1장 서론에 이어, 2장에서는 3DTV 카메라 및 수신기의 설계 기술에 대해서 상세히 설명한다. 그리고 3장에서는 개발된 3DTV 카메라 및 수신기의 활용 예를 설명하면서 개발된 시스템의 성능을 분석하여 고찰하며, 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 3DTV 카메라 및 수신기 설계 기술

1. 양안식 및 단안식 입체 카메라 설계 기술

개발된 양안식 3DTV 카메라는 입체영상 획득에서 가장 중요한 역할을 하며 주시각(convergence) 조절 기능, 좌우 2대의 줌렌즈 연동제어 기능 및 3DTV 다중화 기능을 가지고 있다. 표1은 다양한 방식으로 제작된 입체카메라와 각각의 입체카메라에 사용된 카메라헤드와 줌렌즈의 대표적인 사양을 나타낸다. 카메라 헤드 및 줌렌즈는 방송용 2/3인치 HD라는 공통점을 가지고 있다. 수평축에 사용된 줌렌즈는 화각이 87도x56도인 광각렌즈를 사용했으며, 특히 HDL-40

표 1. 3DTV 카메라 제작에 사용된 카메라헤드와 줌렌즈 사양

Table 1. Specification of camera head and zoom lens used for 3DTV camera

카메라 방식	카메라 헤드	줌렌즈
교차축	Ikegami HDL-37E (1080i/59.54Hz)	Fujinon HA15x8BERD
	SONY DXC-H10 (1035i/59.54Hz)	Fujinon HA36x10.5BERD
	SONY DXC-H10 (1035i/59.54Hz)	Fujinon HA20x7.8BERD
수평축	Ikegami HDL-40 (1080i/59.54Hz)	Fujinon HA10x5BERD
단안식	SONY DXC-H10 (1035i/59.54Hz)	Fujinon HA15x8BERD

과 같은 카메라 헤드는 HD-SDI(SMPTE292M) 출력을 가지고 있으므로 휴대형 입체 카메라 제작에 적합한 모델이다.

교차축 방식은 주시각이 클 경우, 수평축에 비해 키스톤에 의한 영상왜곡이 심하나 제작하기 용이하며 주시각 조절이 쉬운 장점이 있다^[2]. 반면, 수평축 방식은 키스톤에 의한 영상왜곡은 적지만 카메라 헤드와 줌렌즈 분리에 따른 제작상 어려움과 주시각 조절이 용이하지 않다. 단안식 입체카메라는 카메라헤드 1대와 줌렌즈 1대로 구성이 되므로 양안식의 문제점인 카메라 헤드간 동기 및 줌렌즈간 연동제어가 자연스럽게 해결된다. 하지만 바이프리즘(bi-prism) 어댑터를 줌렌즈 전면부에 부착하기 때문에 좌우 영상의 경계부 화질 저하 및 프리즘의 색수차(chromatic aberration) 해결에 대한 고려가 있어야 한다. 색수차는 빛의 파장 차이에 의한 배율 및 초점거리 불일치로 영상의 가장자리가 채색되어 보이는 현상이다.

입체카메라 제작 시 주요 고려사항 중 하나는 카메라의 수평을 아주 정확히 맞추는 일이다. 줌렌즈를 텔레(tele) 및 와이드(wide)로 동작 시킬 때 영상의 수평이 유지되어야 하며, 수평이 유지되지 않을 경우 좋은 입체영상을 획득하기가

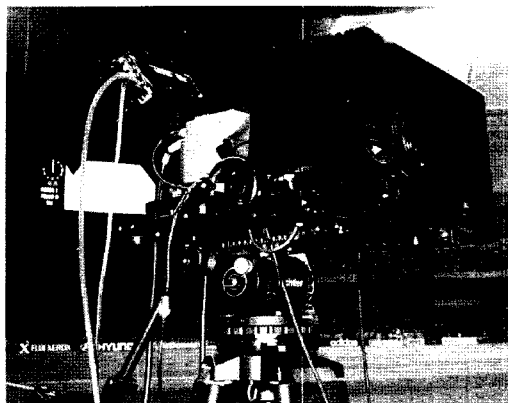


그림 1. 제작된 3DTV 카메라 사진

Fig. 1. Picture of a 3DTV camera

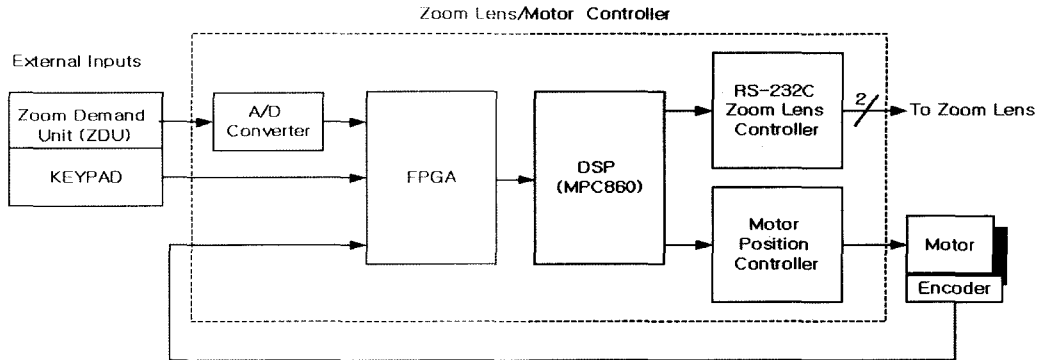


그림 2. 3DTV 카메라 제어 보드 블록도
Fig. 2. Block diagram of the 3DTV camera control board

상당히 어렵다. 영상의 수직시차로 인한 부자연스러운 입체 영상은 시각피로를 유발시키는 원인 중 하나인 것으로 알려져 있다. 또한, 방송용 2/3인치 HD 카메라헤드는 폭이 대부분 70mm 이상이므로 카메라 간격을 65mm로 만들지 못하는 단점이 있다. 그러나, 축구경기와 같은 영상을 입체로 촬영하기 위해서 카메라 간격이 반드시 65mm이어야 할 필요는 없는 것으로 보고가 되고 있다. 그림 1은 제작된 3DTV 카메라가 필드에서 입체 영상을 촬영하는 모습이다.

1.1. 3DTV 카메라 제어 기능

개발된 양안식 3DTV 카메라에서 제어기능은 주시각 (convergence) 조절 기능 및 줌렌즈 전용 RS-232 직렬통신 프로토콜(표2 참조)을 이용한 2대의 줌렌즈 연동제어 기능으로 구성된다. 두 대의 줌렌즈가 똑 같은 사양으로 제작되었더라도 내부적인 특성에 의해 조작 시 줌 배율에 미세한 차이가 생긴다. 따라서, 본 제어 시스템에서는 이를 해석하여 좌우 서로 다른 비선형 함수를 사용하여 보상하도록 연동제어 하였다. 또한, 입체 카메라에서 가장 중요한 주시각은 필드 순차 방식으로 디스플레이되는 뷰파인더(view-finder) 영상을 통해 수동으로 제어되거나 혹은 미리 설정된 주시각 동작모드를 이용하여 자동으로 제어되기도 한다.

양안식 3DTV 카메라에서 제어기능을 수행하기 위한 보드는 그림 2에서와 같이 마이크로프로세서(MPC860)를 사용해서 제작되었다. 그림 2에서 제어기는 줌 요구 장치(ZDU), 인코더, 키패드용 인터페이스로 구성된다. 여기서 인코더는 주시각 조절을 위한 모터의 회전각 검출용으로 사용된다. 모터와 키패드는 주시각 및 카메라의 내부 파라미터를 조절하기 위해 사용되며, 줌 요구 장치의 출력전압은 2.5V에서 7.5V까지 변하는데, 12 비트 ADC(analog to digital

표 2. 줌렌즈 전용 직렬통신 프로토콜

Table 2. Serial communication protocol for zoom lens

Protocol	전송속도	Parity Check	Stop Bit
RS-232C	38400(bps)	None	1

표 3. 줌렌즈를 제어하기위해 사용된 명령 데이터 구조

Table 3. Command data structure used for the control of zoom lens

Data length	Command	Data	Check Sum
1 byte	1 byte	0~15 byte	1 byte

converter)는 줌 요구 출력 값을 디지털화 한다. 여기서, 필요한 줌의 위치를 계산한 후 표 2 및 표 3에서와 같은 RS-232C 프로토콜을 사용해서 위치 명령을 줌 렌즈로 보낸다. 예를 들면, 1234h가 줌 렌즈의 위치를 나타내는16진수 데이터 일 경우에 명령 데이터 시퀀스는 02h, 21h, 12h, 34h, 97h로 구성되는데, 여기서 02h, 21h 및 97h는 각각 데이터 길이, 줌 제어 명령 및 데이터를 합한 체크섬(checksum)을 나타낸다.

1.2. 3DTV 비디오 다중화 기능

3DTV 비디오 다중화 기능은 스테레오픽 카메라의 좌우 2 채널 출력 영상을 1채널로 다중화시켜 HD-SDI 형태로 출력하는 것이며, 그림 3에서와 같이 구현하였다. 그림에서 좌우

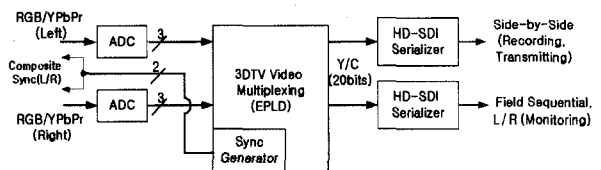


그림 3. 3DTV 비디오 다중화기 블록도
Fig. 3. Block diagram of the 3DTV video multiplexer

두 카메라에서 출력되는 아날로그 RGB/YPbPr 비디오 신호는 ADC에 의해 74.25/1.001 MHz 클럭에 의해 디지털 신호로 변환 된 후, 3DTV 비디오 다중화 기능을 수행하는 EPLD로 입력된다. 여기서 두 가지 모드로 다중화된 3DTV 신호는 두 채널의 병렬 데이터로 출력되고 직렬화기(serializer)에 의해 각각 직렬 디지털 신호로 변환되어 출력된다. 이때 좌우 카메라 영상은 다중화 없이 직접 출력될 수 있다. 한편, 두 카메라의 동기화를 위해 EPLD내에서 구현된 동기 발생기에서 동일한 복합 동기신호를 발생시켜 좌우 카메라에 각각 내보낸다.

다중화 모드에는 프레임 축소 및 다중화(side-by-side) 방식과 필드 순차(field-sequential) 방식의 두 가지가 있으며 녹화 및 전송용으로는 주로 프레임 축소 및 다중화 모드를 사용하고 필드 순차 모드는 주시각 조절에 이용된다. 그림 4의 (a)와 같이 프레임 축소 및 다중화 모드는 좌우 영상의 프레임 각각을 수평방향으로 1/2 축소하여 나란히 붙여서 새로운 프레임을 구성하는 방식이며 그림 4의 (b)와 같은 필드 순차 모드는 좌우 영상의 해당 필드를 교대로 출력하는 방식이다. 필드 순차 방식으로 출력되는 좌우 영상을 디스플레이하게 되면 우리 눈의 잔상에 의하여 좌우 영상이 겹쳐 보이기 때문에 현재 시차(disparity)를 손쉽게 실시간으로 확인할 수 있다.

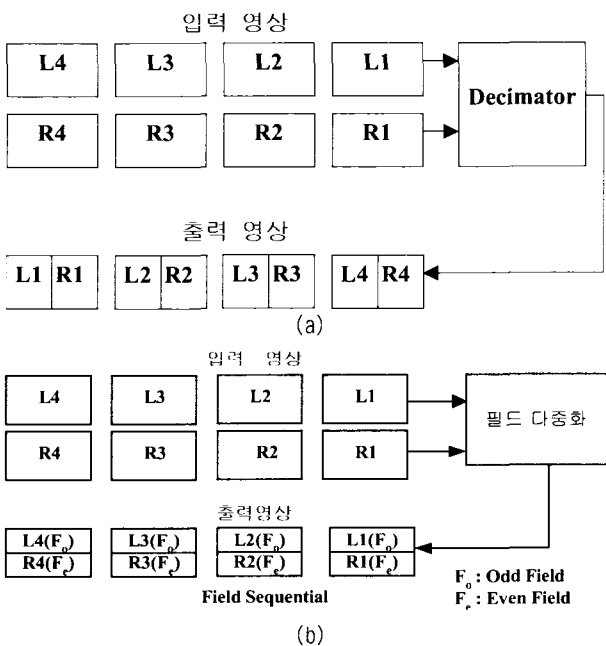


그림 4. 3DTV 비디오 다중화 방법: (a) 프레임 축소 다중화; (b) 필드 다중
Fig. 4. Methods for the 3DTV video multiplexing: (a) Side-by-side; (b) Field secu

동기된 3DTV 카메라의 출력 영상을 3DTV 비디오 다중화기를 이용하여 1채널로 다중화할 경우 다음과 같은 3가지 이점이 있다. 첫째, 기존의 HDTV 방송중계 인프라와 호환되며 동일한 방송망으로 3차원 영상 데이터의 저장, 처리 및 전송이 가능하다. 둘째, 독립된 입체영상 전송에서 발생하는 동기 문제가 간단히 해소되며, 마지막으로 좌우 영상의 화질 튜닝 및 주시각 조절이 용이해 진다. 3DTV 비디오 다중화기의 다중화 모드를 프레임 축소 및 다중화 방식으로 하고 파형 모니터 조합해서 사용할 경우 그림 5에서와 같이 한 라인에 좌우 영상이 동시에 나타나므로 입체영상의 칼라 매칭, 화이트 및 블랙 밸런스 조정이 쉬워진다.

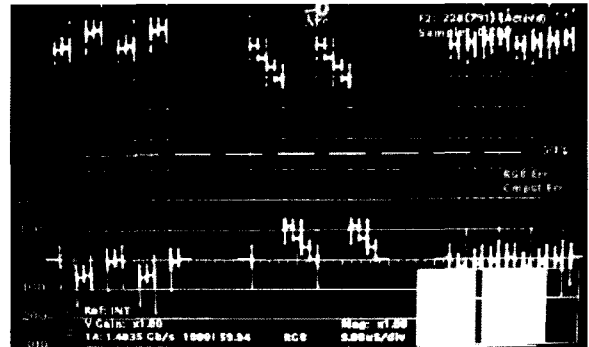


그림 5. 프레임 축소 및 다중화 모드에서 파형 모니터상의 R/G/B 신호 파형
Fig. 5. The waveform of the R/G/B signal on the waveform-monitor in side-by-side mode

2. 3DTV 수신기 설계 기술

개발된 HD급 3DTV 수신기는 그림 6에서와 같이 HDTV 신호 수신부와 3DTV 비디오 디포맷터부로 구성된다.

2.1. HDTV 신호 수신부

HDTV 신호 수신부는 RF튜너, 복조기, MPEG-2 HD 디코더 및 HDTV 신호 출력부로 구성된다. RF튜너에 의해 수신된 지상파 신호는 VSB 복조기에 의해 IF 신호로 복조된 후 MPEG-2 HD 디코더에 의해 비디오 및 오디오 신호가 분리되고, 다시 MPEG-2(MP@HL)로 압축된 비디오와 음향(AC-3, MPEG-1, MPEG-2)이 각각 디코딩되어 3DTV 비디오 역다중화부 및 HDTV신호 출력부로 전달된다. 여기서 MPEG-2 HD 디코더는 DVB-ASI 형태의 스트림(transport stream)를 직접 입력 받을 수 있다. HDTV신호 출력부는 디코딩된 비디오 및 오디오 신호를 D/A 변환하여 비디오는 아날로그 HDTV (SMPTE-274M)

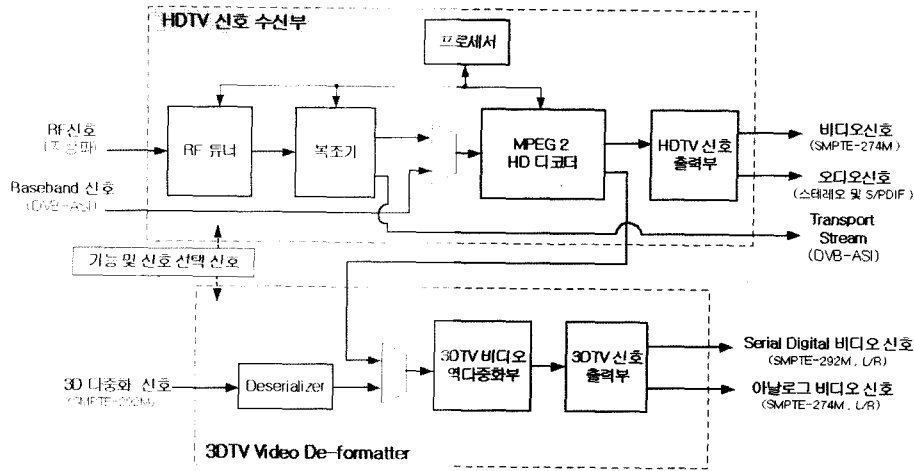


그림 6. 3DTV 수신기의 구조
Fig. 6. The structure of the 3DTV receiver

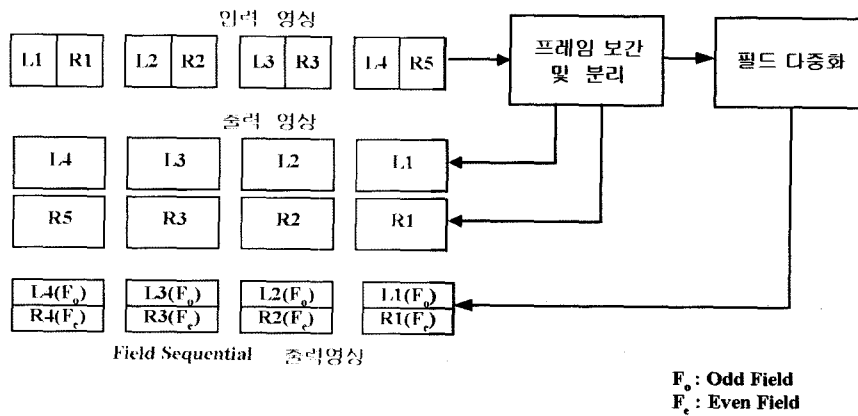


그림 7. 3DTV 역다중화 기능
Fig. 7. De-multiplexing function of the 3DTV

및 HD-SDI(SMPTE-292M), 오디오는 스테레오 아날로그 오디오와 S/PDIF 디지털 오디오로 출력한다^[3]. 또한, 프로세서는 HD신호 수신부의 모든 초기화, 유지, 보수 및 제어를 담당하며 프론트 패널(front panel)에서 키 패드에 의해서 사용자가 메뉴를 조작할 수 있다.

2.2. 3DTV 비디오 De-formatter

3DTV 비디오 디포맷터는 HDTV 수신부에서 디코딩된 영상신호 혹은 HD-SDI로 직접 입력되는 영상신호를 역다중화하여 좌우 영상신호로 분리하고, 좌우 각각 2 채널로 출력하거나 혹은 필드 순차 방식으로 출력한다. 이때 비디오는 2채널 HD 아날로그 및 디지털 HD-SDI로 각각 출

력 가능하다.

그림 6에서 역직렬화기(deserializer)는 3DTV 카메라 혹은 HD급 VCR에서 출력되는 좌우 다중화된 영상을 HD-SDI 신호로 입력 받아 SMPTE-274M 규격의 병렬 신호로 변환하고, 3DTV 역다중화부는 역직렬화기 혹은 HDTV 수신부로부터 영상 데이터를 입력 받아 그림 7에서와 같은 역다중화 기능을 수행한다. 그림에서 프레임 보간 및 분리 기능은 1채널의 좌우 다중화된 영상을 보간하여 좌우 2채널로 각각 분리하고, 필드 다중화 기능은 분리된 좌우 영상에서 각 필드가 번갈아 가며 필드 순차 방식(59.94Hz)로 출력하게 한다. 여기서 프레임 보간 및 분리 기능의 영상 출력은 편광방식을 이용한 3차원 디스플레이에 각각 출력될 수 있

으며, 필드 다중화 기능의 영상 출력은 서터링 방식을 이용한 3차원 디스플레이에 수직 동기신호와 함께 출력될 수 있다.

Ⅲ. 개발된 3DTV 카메라 및 수신기의 활용

개발된 3DTV 카메라 및 수신기는 그림 8에서와 같이 3DTV 방송 시스템 혹은 시연시스템 등으로 구성되어 3D 영상처리, 3D 광고, 3D 교육, 3D 영화 산업, 3DTV 방송시청 등으로 활용될 수 있다.

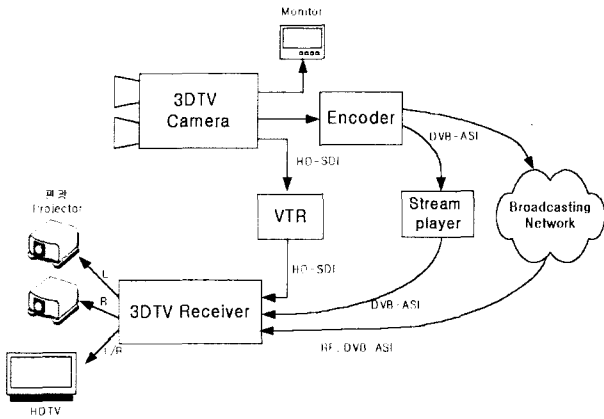


그림 8. 3DTV 카메라 및 수신기를 이용한 3DTV 시스템 구성 예
Fig. 8. An example of the 3DTV system using 3DTV camera and receiver

그림 8에서 3DTV 카메라에 의해 촬영된 3D 콘텐츠는 HD-SDI 형태의 베이스 밴드 신호로 HD VCR 녹화되거나 직접 3DTV 수신기에 입력될 수 있다. 또한 3DTV 카메라에서 출력된 HD-SDI 신호는 MPEG-2 HD 인코더에 의해 인코딩되어 방송망을 통해 실시간으로 전송되거나 스트림 저장 장치에 의해 저장될 수 있다. 3DTV 수신기에서는 실시간 혹은 VCR, 스트림 플레이어(stream player)등에 의해 오프-라인(off-line)으로 3DTV 신호를 입력 받아 좌우 영상 신호를 각각 편광 프로젝터에 출력하거나 좌우 번갈아 가며 HDTV에 영상신호를 출력한다. 이에 시청자들은 편광 안경 혹은 서터링 안경을 착용하고 3D 콘텐츠를 감상할 수 있다.

개발한 시스템의 성능을 평가하기 위해서 그림 9와 같이 프레임 축소 및 다중화되는 테스트 영상을 3DTV 카메라로 촬영한 후, 트랜스포트 스트림의 비트율이 40Mbps로 설정된 MPEG-2 인코더에 의해 인코딩하여 직접 3DTV 수신기



그림 9. 개발한 시스템의 성능 테스트를 위해 촬영한 3DTV 카메라의 출력영상
Fig. 9. An output image of the 3DTV camera for the performance test of the developed system

에 의해 복원하는 실험을 하였다. 이때 비디오 스트림은 38,526Mbps(0.2bpp), 오디오 스트림은 384Kbps로 각각 설정되며 좌우 카메라의 원 영상, 프레임 축소 및 다중화된 영상, MPEG-2 디코딩 및 역다중화된 영상을 HD 프레임 캡처(frame capture)를 통해 각각 획득하였다. 이때 각각의 영상 화질을 PSNR을 통해 분석한 결과는 표 4에서와 같다.

표 4. 개발된 시스템의 성능 테스트를 위한 PSNR 값

Table 4. PSNR data for the performance test of the developed system

Received image	Side-by-side	Left	Right
Original image			
Side-by-side	31.101 dB	-	-
Left	-	31.56 dB	-
Right	-	-	31.105 dB

표 4의 결과에서 좌우 영상을 프레임 축소 및 다중화된 영상에 대한 MPEG-2 인코딩/디코딩 과정을 거친 영상과의 PSNR, 좌우 카메라의 원 영상에 대한 좌우 축소/보간 및 MPEG-2 인코딩/디코딩 과정을 거친 영상과의 PSNR을 비교하였을 때 거의 같은 PSNR을 보이고 있다. 이 결과에서만 볼 때 스테레오 영상을 전송하기 위한 프레임 축소 및 다중화 방식의 화질 열화는 MPEG-2 인코딩/디코딩 과정에서의 화질열화에 비해 매우 미소하게 나타남으로, 구현의 용이성 및 기존 방송시스템과의 호환성 등을 고려할 때 프레임 축소 및 다중화 방식은 3DTV 방송 시스템에 적합한 방식이라고 볼 수 있을 것이다.

또한, 3DTV 카메라 및 수신기는 2002년 한-일 월드컵경기 3DTV 방송중계 시범서비스 사업과 연계하여 핵심 장비로서 개발되었으며, 장비들의 충분한 테스트 및 기능 검증

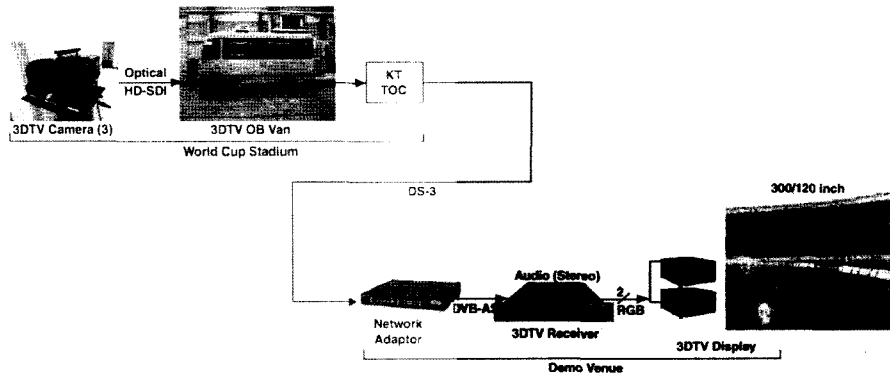


그림 10. 3DTV 방송중계 시범 서비스 구성도
 Fig. 10. Block diagram of the experimental 3DTV broadcasting system

후, 그림 10에서와 같은 3DTV 방송중계 시스템을 구축하여 성공적으로 시범서비스를 마쳤다.

경기장내에 3DTV 카메라에서 촬영된 스테레오 영상은 프레임 축소 및 다중화 형식으로 광케이블을 통해 경기장 밖의 중계차로 전송되고, 중계차에서는 MPEG-2(MP@HL)로 압축하고 DVB-ASI 형태로 출력된 스트림을 네트워크 변환기에 의해 DS-3(45Mbps)로 변환한 후, 전용망을 통해 전국 주요 도시에 설치된 시연장으로 전송하였다. 또한 중계차내에서는 편집, 녹화, CG 삽입이 이루어졌으며 시각적 피로가 최소인 영상을 얻기 위해 필드 순차로 출력되는 좌우 영상을 모니터링할 수 있도록 하였다.

광대역 전용망을 통해 전국 주요도시에 설치된 시연장으로 전송된 DS-3 형태의 스트림은 네트워크 변환기에 의해 DVB-ASI 형태의 트랜스포트 스트림으로 변환되고, 3DTV 수신기에 의해 디코딩된 후 좌우 영상으로 분리된다. 복원된 좌우 영상은 빔프로젝터와 편광필터를 이용하여 120 인치 및 300 인치 대형스크린에 디스플레이 되어 시청자들은 편광안경을 착용함으로써 현장감 있는 고화질의 입체영상을 시청하였다.

그림 11은 3DTV 카메라에서 촬영된 영상을 보여주고 있다. 그림 11(a)는 프레임 축소 및 다중화 방식으로 촬영된 영상을 나타내고, 그림 11(b)는 필드 순차 방식으로 촬영된 영상을 나타낸다. 그림 11(b)에서는 두 영상이 겹쳐 보이기 때문에 촬영자는 눈으로 직접 시차를 확인하면서 주시각의 조절이 가능함을 알 수 있다. 그림 11(c)는 3DTV 수신기에 의해 복원된 좌우 영상 중에서 우측 영상을 나타낸다. 축소 및 보간 과정을 통해 화질의 열화는 다소 발생하나 아주 미비하여 고화질의 입체영상을 시청하는데 문제가 없음을 알 수 있다.

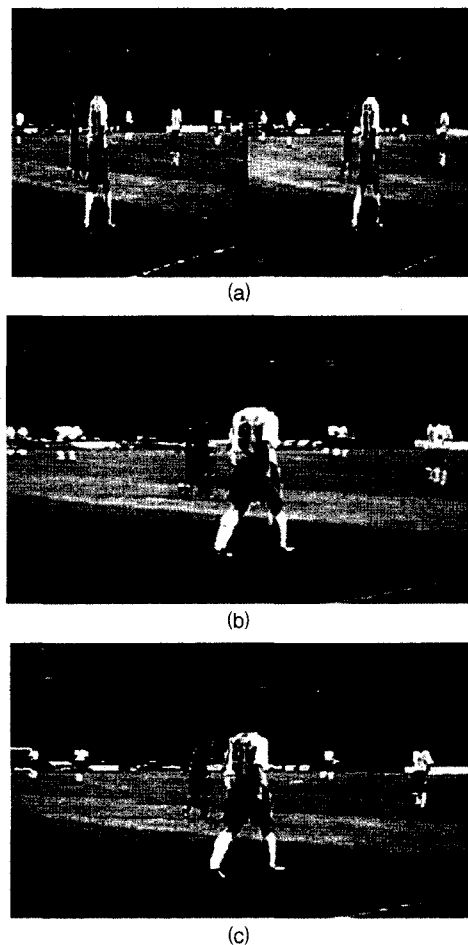


그림 11. 샘플 영상: (a) 프레임 축소 및 다중화 방식 영상; (b) 필드 순차 방식 영상; (c) 분리된 우측 영상
 Fig. 11. Sample images: (a) side-by-side image; (b) field sequential image; (c) de-multiplexed right camera image

IV. 결 론

HD급 3DTV 카메라 및 3DTV 수신기는 2002년 월드컵 3DTV 방송중계 시범서비스에 필요한 핵심장비로서 개발되어 실제 필드에서 사용되었다. 개발된 3DTV 카메라는 양안식 구조를 기본으로 제작되었으며 좌우 두 렌즈간 연동제어 및 주시각 조절 기능을 가지고 있고, 수동 주시각 조절 및 기존 ATSC HDTV 방송중계 인프라와의 호환을 위해 1채널로 다중화하는 기능을 가진다. 또한, HD급 3DTV 수신기는 HDTV 수신, 복조, 디코딩 기능과 함께 3DTV 역다중화 기능을 가지도록 제작하였다. 개발된 HD급 3DTV 카메라 및 수신기는 화질평가 및 충분한 필드 테스트를 거친 후 2002 월드컵 3DTV 방송중계 시범서비스

스에 사용되어 그 기능을 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] T. Motoki, H. Isono and I. Yuyama, "Present state of three-dimensional television research," *Proc. IEEE*, Vol. 83, pp. 1009-1021, 1995.
- [2] Takehiro Izumi, "3차원 영상의 기초", *NHK 방송기술연구소*, 1998.
- [3] "Television-Bit-serial Digital interface for High-Definition Television Systems," ANSI/SMPTE292M-1996.
- [4] N. Hur, C. Ahn and C. Ahn, "Experimental Service of 3DTV Broadcasting Relay in Korea," *Proc. of SPIE*, Vol. 4864, 2002.
- [5] G. Gagnon, S. Subramaniam and A. Vincent, "3-D MPEG-2 video transmission over broadband network and broadcast channels," *Proc. of SPIE*, Vol. 4297, pp. 290-298, 2001.

저 자 소 개



이 광 순

- 1993년 2월 : 경북대학교 전자공학과 공학사
- 1995년 8월 : 경북대학교 전자공학과 석사
- 2000년 2월 : 경북대학교 박사과정 수료
- 2001년 3월~현재 : 한국전자통신연구원 무선방송연구소 방송시스템연구부 실감방송연구팀 연구원
- 주관심분야 : 3DTV 시스템, 다시집 영상신호처리, DTV



허 남 호

- 1992년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 공학사
- 1994년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 공학석사
- 2000년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 공학박사
- 2000년 4월~현재 : 한국전자통신연구원 무선방송연구소 방송시스템연구부 실감방송연구팀 선임연구원
- 주관심분야 : 제어이론, 전력전자, 입체영상 신호처리



안 충 현

- 1985년 2월 : 인하대학교 해양학과 이학사
- 1989년 2월 : 인하대학교 해양학과 이학석사
- 1995년 3월 : 지바대학교 자연과학연구과 공학박사
- 1995년 12월 : 지바대학교 공과대학 정보공학과 조수
- 1996년 1월~현재 : 한국전자통신연구원 무선방송연구소 방송시스템연구부 실감방송연구팀 책임연구원
- 주관심분야 : 원격탐사, 영상처리, 컴퓨터비전