

방송용 Multi format HD LCD Monitor의 설계

한성일*, 전용섭**, 노형일***

A Design of Multi format HD LCD Monitor for Broadcasting

Sung-il Han*, Eung Sup Jun**, Hyung Il Noh***

요약

본 논문에서는 비교적 간단한 설계기법과 효율적인 디자인 기술을 사용하여 방송용 8.4" LCD 모니터를 개발하였다. 소형화 기술, 혼성 비디오신호 처리기술, 하나의 포트에 다종의 HD 시그널을 구현하는 기술, 기관제작에 있어서의 디지털 신호와 아날로그 신호의 분리기법과 타겟 보드에 맞는 오디오 신호 처리기술 등이 본연구의 주 연구 대상이다. 제안된 다용도의 8.4" LCD 모니터는 방송용으로 고안하여 제작하였으므로 해당 분야에서의 활용에 있어서의 효율이 기대된다.

Abstract

In this study, the multi format 8.4" LCD monitor for broadcasting has been proposed by the simple circuit design and the efficient processing technique. The small sizing technique, the mixed-type video signal processing technique, the emerging skill of multi-format HD signal to one port, the dividing technique between the analog and digital signal, the embedded audio signal developing technique are the key researches of this study. The proposed multi format 8.4" LCD monitor has been focused on the broadcasting field and has been supposed to have the efficiency at that field.

▶ Keyword : LCD monitor, multi-format HD signal, SD-SDI, HD-SDI

• 제1저자 : 한성일

• 투고일 : 2010. 01. 27, 심사일 : 2010. 02. 04, 게재확정일 : 2010. 02. 25.

* 인덕대학정보통신과 조교수 **인덕대학 컴퓨터소프트웨어과 교수 *** (주)DSIB 기술연구소소장

※ 본 연구는 2008년도 중소기업청의 산학연협력 기업부설연구소 설치 지원사업의 지원금으로 수행되었음.

I. 서론

한국의 방송 장비 산업은 짧은 개발 기간과 역사를 갖고 있음에도 불구하고 일부 분야에서는 최고의 기술력을 쌓기도 했다. 그중 텔레비전 분야는 세계의 중심이라고도 할 수 있으며 텔레비전의 세계 중심 안에는 LCD TV가 있다. 그럼에도 불구하고 방송용 모니터는 전문가용이며 수요가 많지 않아 대기업에서 투자하기가 힘든 부분이 많다. 전문가들이 사용하는 방송용 모니터는 일반 사람들이 사용을 하지 않지만 그 기술력의 파급효과는 막대하다고 볼 수 있다. 이는 첨단 전자 제어 및 통신을 아우르는 광범위한 범위를 가지고 있기 때문이며 가시적인 특성을 가지고 있기 때문이기도 하다.

향후 방송은 멀티미디어와 IP TV가 대세를 이룰 것이며 이는 통신 기술과 콘텐츠의 결합 등으로 귀결 될 것이다. 더 좋은 콘텐츠를 만들기 위해서 방송용 모니터의 개발은 필수라 할 수 있으며 고화질의 콘텐츠의 품질은 고품질의 모니터와 그 질이 직결되기도 한다. 그렇기에 정부는 이 산업의 활성화를 위해 여러 가지 정책들을 제시하고 있다[1,4].

특히 우리나라의 방송 시장과 세계 시장의 규모는 상당히 크다. 이제는 보다 높은 품질의 전문가용 모니터를 개발 전제 계속의 한국을 심어야 할 때이다. 이에 LCD 모니터나 차세대 꿈의 디스플레이라 불리는 OLED 모니터는 향후 우리에게 더 많은 삶의 윤택함을 주는 품목이다. 세계 TV 생산 판매량 1위에 합당한 지속적인 기술 개발과 새로운 제품의 개발은 역동적인 한국의 이미지와도 부합한다[5].

본 연구는 현재 일본의 J사나 S사 등과 비교해도 손색이 없는 방송용 모니터를 개발하기 위한 것이며 기존의 기술의 문제점으로 지적되는 회로구성의 복잡성 및 리사이징의 한계성 등의 문제를 극복하고, 작은 크기 내에 여러 기능을 구현하여 회로의 단순화 및 효율적인 프로세싱으로 기술이 집약된 방송용 8.4" Multi Format LCD 모니터를 개발하기 위한 것이 이 연구의 주된 목적이다. 이를 위해서는 여러 개의 서로 다른 포맷을 가지고 있는 HD 신호를 한 포트에 입력 받아야 하며, 아날로그 비디오 신호의 경우도 하나의 포트에 Composite 비디오 신호를 받고 Component 신호의 한 요소를 선택적으로 받아들일 수 있어야 한다. 또한 타겟 보드에 최적화된 오디오 신호를 분석하여 레벨을 화면상에 효율적으로 디스플레이하는 방법을 찾아야 한다[6,7].

본 논문에서는 II장 본론의 1절에서는 HD Signal의 Multi Format 입력 설계에 대해서 논하고, 2절에서는 CVBS, Y/Pb/Pr, S-Y, S-C 입력 설계를 설명하고, 3절에서는 Embedded 오디오 신호

의 구현방법에 대해서 설명하였다. III장에서는 아날로그 신호와 디지털 신호간의 상호 신호간의 간섭을 막기 위한 PCB 설계 기법에 맞는 회로 제작과 타겟 보드에 최적화된 오디오 신호의 화면 디스플레이 설계에 대해서 기술하였고 IV장에서는 결론을 맺었다.

II. 본론

2-1. HD Signal의 Multi Format 입력 설계

HD 입력단의 블록은 아래 그림 1과 같고 각각의 블록에 대한 설명은 다음과 같다.

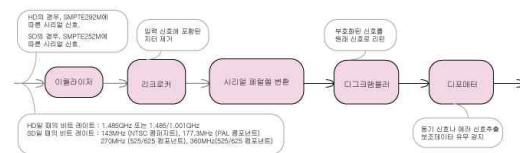


그림 1. SDI 리시버부의 기능 블록
Fig. 1. Function blocks of SDI receiver

가) 비트 레이트

입력 신호는 DS인 경우, SMPTE259M으로 규정된 신호이다. 비트 레이트는 143Mbps / 177.3Mbps / 270Mbps / 360Mbps 중 하나로 된다. 이것은 원래 영상 신호의 규격이나 1화소 당의 클럭 스피드에 의해 결정된다.

HD인 경우에는 SMPTE292M으로 규정된 신호이다. 비트 레이트는 1.485GHz 또는 1.485 / 1.001GHz(1.4835 GHz)로 된다.

나) 이퀄라이저

고주파의 신호를 동축케이블로 전송하는 경우, 표피효과에 의해 주파수의 평방근에 비례하여 감쇠한다. 또 그 감쇠량은 사용하는 동축케이블의 길이에 의해 변화된다. 이 감쇠를 자동보정하기 위해 리시버의 입력에는 케이블 이퀄라이저가 사용된다. 감쇠에 의한 손실 이미지를 그림 2(a)에 나타내고 있으며 (b)와같이 이퀄라이저로 증폭을 해주면 된다.

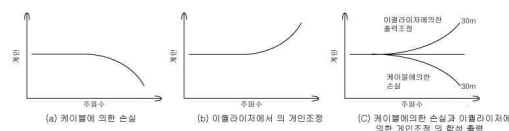


그림 2. 이퀄라이저에 의한 게인의 자동 조정
Fig. 2. Gain handling by equalizer

다) 지터를 제거하는 기능 '리클로커'

리클로커란, 입력된 신호의 지터를 제거하는 회로를 말한다. 이퀄라이저에서는 개인의 조정으로 파형을 재생하고 있지만 케이블 등에서 부가된 지터는 제거할 수 없다. 그래서 그림 3과 같이 입력 신호에서 클록을 추출하고, 리클로커 내부에서 지터가 적은 클록을 생성한다.

라) 시리얼-패럴렐 변환시리얼

패럴렐 변환에서는 입력된 시리얼 신호를 패럴렐 신호로 변환한다. HD 영상 신호의 1픽셀 분의 데이터를 시리얼-패럴렐 변환한 데이터는 그림 3과 같다.

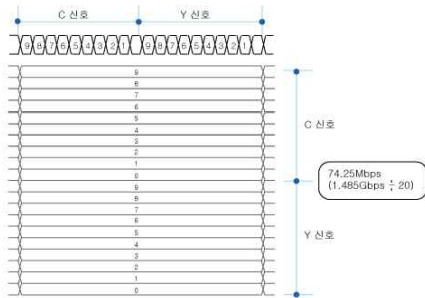


그림 3. 시리얼-패럴렐 변환한 데이터의 이미지
Fig. 3. Serial to parallel converted image

시리얼 신호 상태에서는 1.485Gbps (1.485 /1.001Gbps)의 데이터 속도가 패럴렐 신호의 상태에서는, $1.485Gbps \div 20 = 74.25Mbps$ 로 된다. 이 74.25MHz는 HD 1픽셀의 샘플 속도와 같다. 1픽셀의 샘플 속도에서 시리얼 전송속도가 결정된다는 것을 알 수 있다.

마) 디스크램블

SDI의 신호는 데이터를 전송하는 동시에 클록도 전송하고 있다. 클록은 전송되어 온 시리얼 데이터의 에지를 사용하여 재생된다. 만약 SDI의 신호가 모두 '0' 이거나 '1'이라면 시리얼 데이터에 에지가 없어 클록을 재생할 수 없다. 또 같은 신호가 계속됨으로써 직류성분이 증가되거나 감소되어 신호의 동작점이 바뀐다. 이러한 동작점의 변동을 줄이기 위해 신호를 섞어 전송하는 것이 스크램블러이며, 스크램블 된 신호를 원래 신호로 복구하는 것이 디스크램블러이다.

바) 디포매터

디포매터는 흐르고 있는 데이터에서 수평/수직/프레임 등의 동기 신호를 발견하여 상태신호로서 출력하거나 데이터 속에 포함되어 있는 에러 신호 등을 검지하여 출력 하는 기능이다.

2-2. CVBS, Y/Pb/Pr, S-Y, S-C 입력 설계

아날로그의 입력부는 종전에 각각의 입력 포트에 하나의 입력신호를 받아 들일 수 만 있었다. CVBS 입력 2개의 콘넥터, Y/Pb/Pr 콘넥터 각각 3개, Super -Video 입력 콘넥터 1개, VGA 콘넥터 1개, DVI 콘넥터 1개 등으로 이루어져 있었다. 이것은 사이즈를 줄이는데 큰 걸림돌로 작용을 하고 있었다. 콘넥터의 사이즈가 클 뿐 아니라 콘넥터 간의 사이를 최소한 17mm 이상을 두어야 하기 때문이기도 하지만 콘넥터가 위치하는 곳에는 기판의 아랫 부분에도 부품을 배치 할 수가 없기 때문이다. 따라서 해당 부분을 스위처로 대체하여 설계하였다.

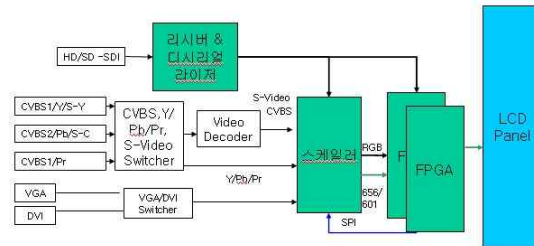


그림 4. 아날로그 입력단의 블록도면
Fig. 4. Block Diagram of Analog Input

그림 4는 아날로그 비디오와 일부 디지털 신호를 처리함에 있어 스위칭 회로를 넣어 처리한 부분의 블록 도면이다.

종전에 BNC 콘넥터가 5개, 슈퍼 비디오 콘넥터 1개, DVI, PC RGB콘넥터를 BNC 3개와 DVI 콘넥터 1개로 줄여 입력을 모두 받을 수 있게 설계하였다. 이를 통하여 기판의 사이즈는 많이 작아지게 되었으며 콘넥터의 수가 줄어들어서 원가의 절감도 가져오는 효과를 갖게 되었다.

2-3. Embedded 오디오 신호의 디스플레이 방법

AES/EBU로 알려진 AES 디지털 오디오 신호는 "AES recommended practice for digital audio engineering-Serial audio data" 라는 타이틀이 붙여진 AES3(ANSI 4.40) 규격에 적합한 신호이다[8,9]. AES/EBU 디지털 오디오 규격은 오디오 엔지니어링 학회(Audio Engineering Society)와 유럽 방송연맹 (European Broadcasting Union)간에 통합된 것이다. 그림 5는 AES 오디오의 기본 포맷이다[10].

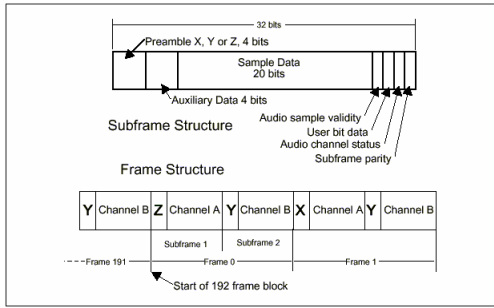


그림 5. AES 오디오 신호의 기본 포맷
Fig. 5. The Basic Format of AES Audio Signals

SDI(Serial Digital Interconnect)가 가진 중요한 장점 중의 하나는 복수의 디지털 오디오 채널을 디지털 비디오와 다중화하여 전송할 수 있다는 것이다. 이러한 특징은 SDI의 표준인 SMPTE 259M 신호를 작성하기에 알맞으며, 특히 고려할 사항 중 하나는 컴퍼지트 시리얼 디지털 신호만으로 한정된 부속 데이터(Ancillary Data)공간에 적어도 4 채널의 오디오 신호를 다중화한다는 것이다. SMPTE 259M에는 컴퍼지트 비디오 신호에 대한 임베디드 오디오 신호의 기본 포맷이 문서화되어 있어, 이 방법을 채용한 기기가 컴퍼지트 신호와 컴포넌트 신호의 양쪽 분야에서 실제로 많이 사용되고 있다.

현재 임베디드 오디오의 표준화 작업의 최초의 초안이 SMPTE 272M이라는 이름으로 1994년 4월에 발행되었으며 1997년 SMPTE299M은 HD-TV를 위한 24Bit 시리얼 인터페이스를 규정하고 있다. SMPTE 272M은 컴퍼지트 디지털 신호의 부속 데이터 공간 내에서의 오디오 샘플 데이터의 배치 방법이나 24 비트 샘플 데이터의 전송 방법, 비동기 클럭 생성 방법, 48kHz 이외의 샘플링 주파수, 그리고 컴퍼지트 디지털 신호로의 오디오 신호의 다중화에 대하여 기술되어 있다. 또한 앞에서 서술한 바와 같이 SMPTE292M은 HD 신호 전송에 대한 규정을 정하고 있다.

SMPTE 259M으로 정의되어 있는 임베디드 오디오는 비디오 신호에 동기된 48kHz 클럭으로, 샘플링된 20비트 오디오 데이터를 4채널로 전송한다. SMPTE 259M은 컴퍼지트 디지털 신호의 임베디드 오디오 신호에 관해서만 규정하고 컴포넌트 디지털 신호의 임베디드 오디오도 같은 방법이 사용되고 있다.

이 기본 임베디드 오디오 신호는 현재 제안되고 있는 임베디드 오디오 신호의 레벨 A에 대응한 것이다. 다른 동작 레벨은 그보다 많은 채널수, 기타 샘플링 주파수 및 오디오 데이터에 관한 추가 정보를 정의하고 있다. 기본 임베디드 오디오의 데이터 패킷 포맷은 그림 6과 같이 AES 오디오 신호 포맷에 따르고 있다.

본 연구에서는 임베디드 처리된 오디오 신호를 검출하여 채널 정보와 크기에 해당하는 부분의 레벨인 dBFS를 환산하여 화면에 막대 그래프로 구현하였다. 이러한 영상처리는 복수의 오디오 신호가 정상적으로 전송이 되는지 감시하기에 매우 효과적이다. 이는 복수의 음성신호를 듣고 청취자가 어느 곳의 오디오 신호가 문제가 있는지 알 수가 없기 때문이다.

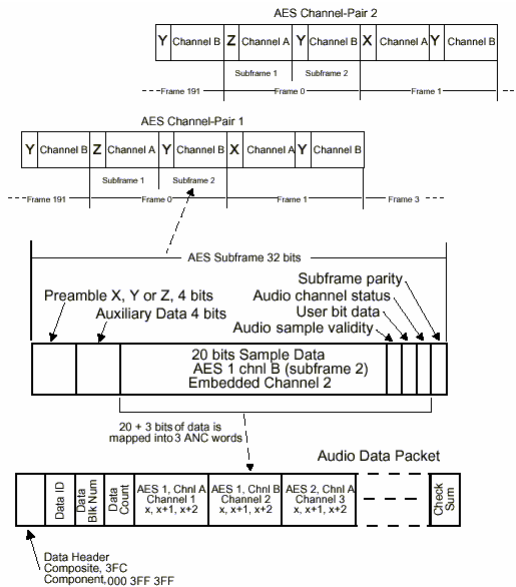


그림 6. 임베디드 오디오 신호 포맷
Fig. 6. Embedded Audio Signal Format

III. 설계 및 구현 결과

3-1. 신호간섭을 막기위한 PCB 설계

SDI는 매우 빠른 고속의 전송 속도를 갖는다. 따라서 설계 시에는 임피던스에 유의해야 한다. 통상적으로 임피던스 정합을 실행하려고 했을 경우 아래의 ①, ②번만 신경을 쓰면 되지만 SDI의 경우는 더욱 더 세밀한 부분까지 설계 시에 고려를 해야 한다. 아래는 본 설계에서 기관 설계 시에 고려한 사항이다.

- ① 풀업 저항에 의한 임피던스 정합.
- ② 전송로의 임피던스.
- ③ 커넥터의 임피던스.
- ④ 커넥터의 심선과 기관을 접속하는 부분의 임피던스.
- ⑤ 기관 상의 전송로 길이 등.
- ⑥ 저항, 콘덴서, 코일 패드의 임피던스.

⑦ 비어, 즉 기판의 윗면과 아래면을 연결하는 스루 홀의 임피던스.

이러한 여러 가지 사항을 고려하여 PCB 기판을 설계해야 하며 본 개발기판은 6층의 회로 기판으로 설계를 하였다. 이는 각층 사이에 Ground 층을 두어 상호 신호의 간섭을 최대한 억제하였으며 아날로그의 Ground와 디지털 신호의 Ground, 스위칭 파워부의 Ground부분 등을 모두 분리하여 여러 시험을 한 후에 필요한 부분에서 Ground를 인가하면서 디스플레이에서 생기는 노이즈를 최대한 억제하였다.

특히 아날로그 부분은 VM-700을 사용하여 제작하였다. 아무리 회로가 정확해도 이러한 고속의 데이터를 처리하려면 Ground의 분리 및 기판의 설계 능력에 따라 실패가 갈리기도 한다. 아래의 그림 7과 8은 기판 설계 시 상술한 바에 입각하여 설계 제작 한 것이다.



그림 7. MAIN 기판의 윗면(부품면) 사진
Fig. 7. Up-side Image of the main Board

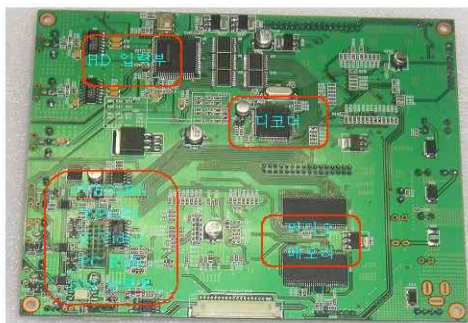


그림 8. MAIN 기판의 아랫면(땀납면) 사진
Fig. 8. Bottom-side of the main Board

출하여 그 값을 분석 한 후 LCD 화면에 뿌리기 전까지의 단계를 블록으로 간단히 표시 한 것이다. FPGA 로직 블록에서 수행하고 있는 이 기능은 SD-SDI, HD-SDI 입력으로 들어오는 오디오 신호를 화면상에 레벨 메타형태로 표시한다. 본 논문에서는 이러한 처리과정을 적은 메모리로 효율적으로 구현하기 위한 방법을 제안하였으며 현재 특허출원 중이다.

<오디오 신호 검출 및 화면 디스플레이 알고리즘>

- 1) 폰트를 미리 만들어 폰트롬에 저장 하고 디스플레이할 인덱스만 듀얼포트RAM 에 저장하여 듀얼포트RAM의 사용을 줄임.
- 2) 디스플레이 인덱스 16 비트.
- 3) 폰트 롬 영역 : 4096 비트
- 4) 결과적으로 듀얼포트RAM의 사용을 1/256 로 줄였음.
- 5) 회로의 단순화 및 경제적인 설계가 가능.

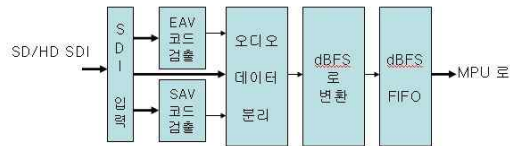


그림 9. 오디오신호 검출 및 dBFs 변환 블록
Fig. 9. Audio Signal Extraction and dBFs Transformation Block

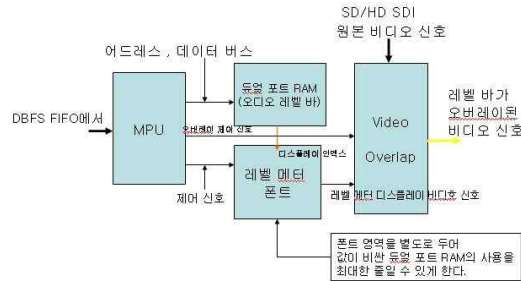


그림 10. MCU와 영상 오버랩 부분의 블록
Fig. 10. MCU and Image Overlap Block

위의 회로설계 기법을 사용하여 메모리의 사용을 줄이고 기판의 사이즈도 줄일 수 있었으며 저렴하고 효율적인 데이터의 처리도 가능하게 되었다. 다음의 그림 11과 12에 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용하여 실제의 방송용 모니터 상에 임베디드 오디오 신호를 레벨 바 형태의 디스플레이 신호로 변환한 결과를 보였다.

3-2. Embedded 오디오 신호의 화면 구현

다음의 그림 9와 10은 임베디드 처리된 오디오 신호를 검

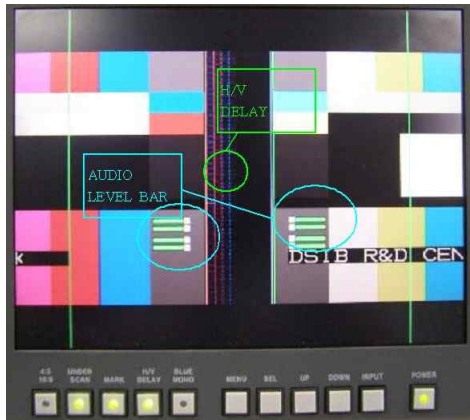


그림 11. 8.4" HV Delay시 보조 데이터, 4:3 마커, 오디오 레벨 바
Fig. 11. HV Delay sub-Data, 4:3 Marker, Bar-type Audio Level

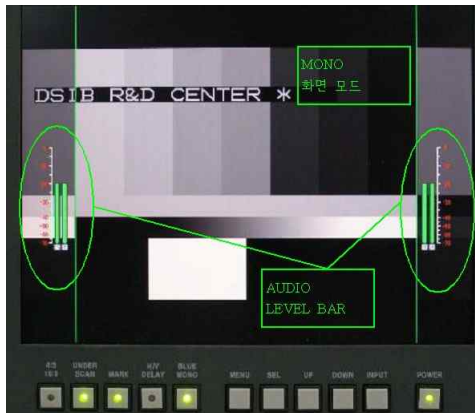


그림 12 8.4" 모노 영상 모드와 오디오 레벨
Fig. 12 8.4" Mono Image and Bar-type Audio signal Level

IV. 결 론

본 연구는 기존의 방송용 모니터의 소형화와 슬림화의 한계를 극복하기 위하여 소형의 LCD 패널 뒤에 드라이빙 보드를 추가하여 구동하는 것과 소형화에 따른 효율적인 데이터의 처리를 목적으로 연구개발 하였다. 신호와 데이터 간의 상호 간섭 그리고 전원의 노이즈 등을 차단하는 것 또한 연구개발의 중요 과제였으며, 임베디드 오디오 신호의 효율적인 디스플레이를 통한 개발환경 개선도 함께 고려하여 연구개발 하였다.

본 논문에서 제안한 방송 전문가용 모니터는 특수 촬영 분야 적용도 가능하며 의료용 모니터, DID용 LCD 모니터 등에도 적용이 가능하다. 향후 IP TV의 활성화와 기존 케이블 방

송의 HD급 디지털화가 진행되면서 다양한 SO, SP 등의 시스템에 활용이 가능하며 동시에 국내에 값싸게 공급 할 수 있으므로 고품질의 방송용 콘텐츠 제작 등의 시스템에 활용이 가능할 것으로 예상된다.

앞으로 더 좋은 모니터를 개발함에 있어서 이러한 연구를 통해서 얻은 결과물을 데이터베이스화 하고 산업 현장에서 사용되면서 생기는 문제와 엔지니어들의 사용 후 평가를 수렴하여 지속적으로 업그레이드를 할 예정이다. 소비자의 욕구를 충족시키는 신기술 개발과 함께 외형 디자인에 신경을 쓰고 투자를 한다면 더욱 발전된 제품이 될 것이다.

참고문헌

- [1] 박재형, "3D 디스플레이 기술소개 및 개발동향," 인포메이션 디스플레이, 제 10권, 제 3호, 2-14쪽, 2009년 6월.
- [2] 김대식, "3D 디스플레이 기술동향 및 향후 전개 방향", 한국방송공학회지, 제 13권, 제 1호, 27-37쪽, 2008년 3월.
- [3] 이세훈, "웹 서버 연동의 실시간 디지털 정보 디스플레이 시스템", 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 14권, 제 1호, 153-161쪽, 2009년 1월.
- [4] 천민승, 이석중, 이남양 "OLED의 응용과 개발 방향", 한국 정보 디스플레이 학회, 인포메이션 디스플레이, 제 10권, 제 4호, 2-11쪽, 2009년 8월.
- [5] 김해동, "AMOLED의 비상과 도전", 인포메이션 디스플레이, 제 8권, 제 5호, 29-32쪽, 2007년 10월.
- [6] 서상진, 진현준, 박노경, "TFT기반에 IP-TV 플랫폼의 신뢰성 향상을 위한 방송모니터 개발", 인터넷 정보학회논문지, 제 8권, 제 5호, 59-66쪽, 2007년 10월.
- [7] 이시현, "중소형 TFT-LCD용 범용 LID 제어기의 설계 및 FPGA 구현", 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 12권, 제 4호, 249-256쪽, 2007년. 9월.
- [8] ISO/IEC 14496-3, MPEG-4 audio standard
- [9] K.C. Pohlmann, "Principles of Digital Audio," McGraw-Hill, Inc., 1995.
- [10] AES3(ANSI 4.40) "AES recommended practice for digital audio engineering-Serial audio data."

VI. 별첨

다음의 사진은 본 연구를 통해서 (주)DSIB에서 제작한 방송용 모니터의 사진이다.



<8.4" MultiFormat HD LCD 모니터의 전면>



<8.4" MultiFormat HD LCD 모니터의 후면>

저자 소개



한 성 일

1996 : 인하대학교 공학사.
 1998 : 인하대학교 공학석사.
 2004 : 인하대학교 공학박사.
 2004 - 현재 : 인덕대학 정보통신과 교수
 관심분야 : 네트워크 이론, 디지털 통신



전 응 섭

1999 : KAIST 지능정보시스템 공학 박사.
 1989 - 1991 : 한국 HP 시스템 컨설턴트
 1991 - 현재 : 인덕대학 컴퓨터소프트웨어과 교수.
 관심분야 : U-러닝 및 유비쿼터스 응용기술, 전문가시스템, 전자상거래시스템



노 형 일

1993 : 호서대학교 공학사
 2002-현재 : (주)DSIB 기술연구소장
 관심분야 : 방송통신 시스템, 임베디드 시스템 설계