

산업용 액정패널비전 시스템을 위한 Color TFT LCD 드라이버 인터페이스 개발

정회원 김 남 회*, 조 해 성**, 이 상 태*

Development of the LCD Driver Interface for Industrial Color TFT LCD Panel Vision System

Nam-Hee Kim*, Hae-Seong Cho**, Sang-Tae Lee* *Regular Members*

요 약

산업용 컬러 액정 패널 비전 시스템은 공장 자동화 시스템 및 고속도로 등의 모니터링을 위해 필요한 시스템이다. 본 논문에서는 산업용 액정 패널 비전에서 입력신호인 NTSC, SECAM, PAL 및 컴퓨터의 RGB 신호를 받아 이를 그래픽처리 하여 LCD 패널에 디스플레이 하여 대형 스크린에 투사하기 위한 LCD 드라이버 인터페이스를 개발하였다. 개발된 인터페이스 카드는 XGA(1024X768)급의 성능을 가진다. 카드의 성능을 테스트하기 위해 적합성 시험을 하였으며, 테스트 결과 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다.

ABSTRACT

Industrial color TFT LCD vision system is necessary for monitoring to factory automation or highway state, etc. In this paper, we develop LCD driver interface card which receive input signals(NTSC, SECAM, PAL and RGB) and display LCD panel to project input signals on large screen with graphic processing in industrial TFT LCD vision system. Implemented interface card has a capacity of XGA(1024X768). And we test the conformance test of interface card to verify performance. Result shows good performance.

I. 서 론

LCD(Liquid Crystal Display) 프로젝트는 작은 크기와 높은 이미지의 해상도 및 쉽게 제어할 수 있는 이미지의 크기 때문에 HDTV나 비디오 컴퍼런스 등을 위한 디스플레이 소자로서 많이 사용되어지고 있으며, 또한 미래에는 디스플레이 산업의 핵심이라고 할 수 있을 정도로 그 중요성이 높아지고 있다^[1-3].

또한, 프로젝션 디스플레이는 제품의 화상방식에 따라 크게 CRT 방식과 LCD 방식의 두 분야로 나뉘어져 있는데, 시장 점유율 면에서 CRT 방식이 LCD 방식보다 약간 우위를 차지하고 있지만 LCD

방식은 기존 CRT 방식과는 비교가 되지 않을 정도의 선명한 화질과 다양한 어플리케이션이 잠재적으로 존재하여, 향후 디스플레이 산업의 주축이 될 것으로 예상된다. LCD 방식은 초 정량화와 얇은 외부의 크기, 높은 해상도 및 적은 소비전력의 이점이 있고, 각종 PC 및 워크스테이션 등과의 호환이 가능한 TFT LCD를 응용한 제품들이 주종을 이루고 있으며, 학교 및 공공단체와 산업현장 등 사회전반에 걸쳐 그 적용범위가 넓혀져 가고 있는 추세이다^[4-6]. TFT LCD 방식을 사용한 제품들의 시장점유율은 현재 일본이 압도적으로 우세하며 TFT LCD 패널 자체의 공급량 또한 80% 이상을 차지하고 있다. 현재 국내 업계의 TFT LCD 패널 자체의 시장 점

* 한국표준과학연구원 인간정보그룹

** 전북대학교 전자공학과

논문번호: 00362-1002, 접수일자: 2000년 10월 2일

유율은 10%이상으로 세계 5위에 있으며 앞으로 계속 증가할 추세이다. 반면, 관련 응용기술의 부족으로 대부분의 TFT LCD 응용 제품들은 수입에 의존하고 있는 실정이며, 국내의 각계의 정보화와 멀티미디어 추세에 따라 그 수요가 급격히 증가할 것임에도 불구하고 국내제품 개발은 아직까지 진전을 보이고 못하고 있는 실정이다.

따라서, 본 논문에서는 기존 그래픽 보드가 주종을 이루고 있는 산업현장의 중앙제어 및 감시 시스템을 대체 할 수 있는 칼라 TFT 액정 패널 시스템에서의 그래픽 드라이브 인터페이스 개발을 위해, 시스템의 입력 소켓을 통해 입력되는 RGB 신호, 및 composite(NTSC, PAL, SECAM) 등 신호의 종류 및 특성을 파악하고, LCD 컨트롤러 비디오 변환 모듈을 개발하기 위하여, 일반적인 VGA 비디오 카드 등의 구조 및 신호처리에 대한 특성을 분석하였다. 이를 바탕으로 시스템의 전체 모듈을 구성하고 이에 필요한 세부기술(RGB capture, 비디오 디코더, 프레임레이트 변환, 이미지 확대, 이미지 위치 제어 등)을 연구하여, 입력소켓으로부터 입력되는 RGB 신호 및 composite 신호인 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여, 이를 XGA(1024 X 768)급 해상도로 LCD 드라이버에 출력해 줄 수 있는 비디오 신호 변환 모듈을 개발하였다. 서론에 이어 2장에서는 XGA 급의 성능을 갖는 칼라 TFT LCD 인터페이스 카드의 블록설계, 세부설계 및 세부구성을 나타내었고, 3장에서는 인터페이스 카드 시스템 특성에 대해 서술하였고 4장에서는 개발된 인터페이스 카드에 대해 적합성 시험 및 평가를 하였으며 끝으로 결론을 내렸다.

II. XGA급 Color TFT LCD 컨트롤러 비디오 변환보드 설계

본 논문에서 구현한 유닛은 LCD 프로젝션 시스템의 그래픽 처리 유닛에서 생성된 영상 데이터를 TFT-LCD 패널에 표시하기 위한 드라이버이다. 구동하는 LCD는 TFT Type Color LCD로 해상도가 307,200에서 480,000 픽셀로서, 각각의 픽셀은 적, 녹, 청 등 3개의 색 필터가 있어 자연색의 표시가 가능하며 이에 대한 블럭도는 그림 1과 같다.

그림 1의 블럭도는 그래픽 처리 유닛, VGA 인터페이스, 휘도 및 브라이트 컨트롤러, LCD 인터페이스 및 전원회로로 구성되어 있고 각각에 대한 기

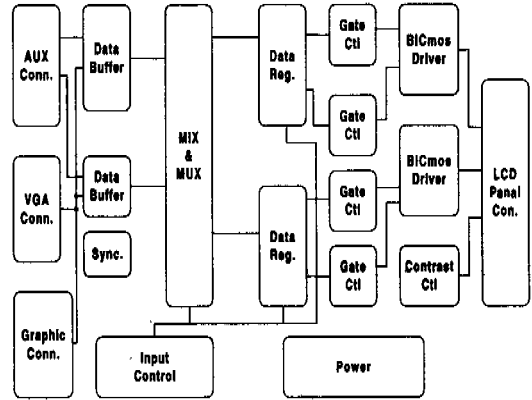


그림 1. Color TFT LCD Driver 블럭도

능은 다음과 같다. 그래픽 처리유닛 인터페이스는 시스템의 외부 컴퓨터와 비디오 기기에서 입력된 모니터 신호와 비디오 신호에 대해 확대, 축소, 대칭 등 그래픽 처리를 담당하는 유닛의 출력신호를 입력받고, VGA 인터페이스는 그래픽 처리 유닛을 통하지 않고 IBM, MAC 등 컴퓨터 모니터 신호를 입력받아 처리한다. 그리고 디지털 비디오 인터페이스는 디지털 형태의 비디오 신호를 인터페이스 할 수 있도록 보조의 입력포트를 갖고, 휘도 및 브라이트 컨트롤러는 그래픽 처리 유닛으로부터 휘도 및 브라이트 조절 데이터를 입력받아 LCD의 휘도와 브라이트를 조절하는 역할을 한다.

또한, LCD 인터페이스를 구동 할 수 있는 제어 회로를 구성하고, 보드의 내부회로와 LCD의 구동을 위하여 필요한 각각의 전원을 생성 할 수 있는 회로를 구성하는 전원 회로로 구성되어 있다.

2.1 LCD 컨트롤러 비디오 변환 세부 모듈

그림 2는 LCD 컨트롤러 비디오 신호 변환 보드를 나타낸 것이다. 개략적인 동작은 다음과 같다. 아날로그 RGB PC data 그래픽은 아날로그 프로세싱 동작(RGB Clamp, brightness, contrast 등)과 아날로그 데이터를 디지털로 변환시키며, 24bit 디지털 RGB를 gmFC1에 출력하는 아날로그 소자인 ADC/PLL에 입력된다. 비디오 디코더는 composite 또는 YC NTSC/PAL/SECAM 비디오 신호를 입력으로 받으며, 16bit 4 : 2 : 2 디지털 YUV를 gmFC1에 출력한다. 디지털 RGB에 대해서 gmFC1A 프레임 레이트(Frame Rate) 컨버터는 56Hz - 85Hz 주파수의 입력 프레임 레이트를 60Hz의 주파수의 출력 프레임 레이트로 출력한다. Composite/YC 비디오 입력(50/60Hz)에 대하여,

프로그램 하였으며, 각 디지털 데이터 출력은 22Ω 계열의 댐핑(damping) 레지스터에 연결되어 있다. 비디오 디코더의 내부 레지스터를 위한 읽기 및 쓰기 동작은 시스템 I2C버스를 통하여 마이크로컨트롤러에 의해 이루어지고, 내부 레지스터를 프로그램함으로써 다양한 입출력 동작모드, 밝기, 컬러 및 출력 데이터의 이미지 선명도를 조정할 수 있다.

다) 프레임 레이트 변환기

GmFC1A 모듈에서는 고정된 출력 프레임레이트를 유지하기 위하여 필요에 따라 입력 데이터를 폐기시키거나 또는 복제함으로써 프레임레이트 변환을 수행하는 RGB 그래픽이나 비디오 프레임 레이트 제어기로의 동작을 한다. 50Hz - 85Hz의 입력 프레임레이트는 XGA TFT LCD 패널에 의해 요구되어지는 주파수인 60Hz로 변환된다. gmFC1A 모듈은 24bit RGB 그래픽 포트와 16bit Y/UV 비디오 포트를 가지고 있다. RGB 그래픽 포트는 Y/UV 포트가 비디오 디코더의 출력에 연결되어 있는 동안에는 항상 RGB capture 블록에 연결되어져 있으며, 각 포트의 프레임 레이트 변환은 gmFC1A의 내부 레지스터를 프로그램 함으로서 선택되어진다. 그리고 프레임 저장 메모리로서 필요한 SDRAM은 프레임 레이트 변환 처리를 위해 외부 프레임 저장 메모리로 사용되어진다. GmFC1A는 세 개의 1Mx16-bits로 인터페이스 하기 위해 필요한 로직을 포함하고 있으며, 높은 프레임 저장 대역폭을 확보하기 위해 100MHz까지 클럭되어 질 수 있다. gmFC1A 메모리 제어기는 프레임 저장을 두 개의 버퍼로 나누어 읽기와 쓰기가 오버랩(overlapping) 되지 않는 시점의 버퍼 상태에서 대부분의 현재 쓰여 있는 유용한 데이터를 읽고, 버퍼로부터 읽혀진 데이터는 새로운 입력 데이터에 의해 중복되어 쓰여질 수 있다.

라) 이미지 확대

이미지 크기의 확대는 gmZ2 모듈에서 수행된다. gmZ2는 gmFC1A 프레임레이트 변환기로부터 데이터를 받아들여 이를 요구되어지는 크기로 확대시키며, LCD 패널을 드라이브하기 위해 요구되는 디스플레이 타이밍과 동기신호를 발생시킨다. gmZ2는 gmFC1A의 출력에 인터페이스 되어 있으며, gmZ2의 두 입력 포트중 1개의 포트인 RGB 포트만이 사용되어진다. 그리고 다른 입력포트인 Y/UV 포트는 사용되어지지 않고 접지상태로 있다. 비디오 입력 모드에서, gmZ2의 VGB 포트에 나타나는 Y/UV

데이터는 de-interlace 되고, 컬러 스페이스는 16bit 4:2:2 YUV에서 24bit RGB로 변환된다. OSD 제어 모듈은 온칩 형태로 OSD 제어기는 OSD 정보를 출력 데이터 스트림으로 오버레이(overlay)하기 위해 gmZ2 오버레이 포트에 인터페이스 되어 있으며, I2C버스를 통하여 프로그램 되어진다. OSD 컨트롤러로부터의 단일 OSD 픽셀은 gmZ2의 더블 와이드 오버레이(double wide overlay) 입력에 연결되어 있으며, 결과적으로 OSD 제어기로부터의 그래픽은 디스플레이 된다. OSD는 HSYNC와 VSYNC를 프로그램 할 수 있으며, 활성화된 수직 동기 신호는 gmZ2의 OVYSYNC 신호에 의해 제공되어진다. 그리고 활성화된 수평 동기신호는 gmZ2의 OVACTIV1 신호를 사용함으로써 제공되어진다.

마) 마이크로컨트롤러

본 시스템에서 사용한 마이크로컨트롤러는 Intel 8051를 사용하였으며, 이는 시스템 초기화, 사용자 인터페이스, 자동탐색 등 그 밖의 여러 기능을 가지고 있으며 다음과 같은 특성을 포함한다.

- 64K-byte FLASH internal program space
- 512byte internal RAM
- 3 x 16bit timer/counter
- Asynchronous Serial Communication Interface (SCI)
- 24MHz operation

마이크로컨트롤러에서의 입력제어 신호는 gmZ2의 입력 포맷 측정 블록이 탐색과 자동환경설정을 위해 사용되어지며, 마이크로컨트롤러는 DPMS off 상태로 갈 것인가 또는 빠져나갈 것인가를 결정하기 위해 PCVSYNC를 모니터한다.

Ⅷ. 개발된 LCD 컨트롤러 비디오 변환 인터페이스 카드의 특성 및 기능

본 유니트는 컴퓨터의 모니터 신호와 각종 비디오 기기의 비디오 신호를 LCD 유니트에서 사용할 수 있는 신호로 변환하며, 셋업 파라미터를 설정할 수 있는 OSD 기능을 갖도록 하였으며, 세부적 기능은 다음과 같다. IBM PC/MAC/SUN Computer의 모니터 신호를 LCD 드라이버 유니트에서 사용할 수 있는 신호로 변환 할 수 있는 VGA 인터페이스 기능과 고해상도 비디오 신호를 사용할 수 있도록 할 수 있는 S-VHS 인터페이스 기능 및 NTSC/PAL 방식의 비디오 기기에서 출력되는 일반

적인 비디오 신호를 사용 할 수 있도록 하는 비디오 인터페이스 기능이 있다. 또한, IBM/MAC 컴퓨터의 각기 서로 다른 해상도의 모니터 신호를 사용 할 수 있도록 하기 위해 적절한 해상도와 수직/수평 주파수를 조절 할 수 있는 해상도 조절과 입력신호의 선택과 그래픽 파라미터를 설정하기 위해 OSD 기능과 적외선 방식의 리모트 컨트롤 인터페이스 기능을 갖추고 리모트 컨트롤러에서 모든 제어가 가능하도록 하는 리모트 컨트롤 기능 및 입력 신호의 유무에 따라 사용 신호를 자동으로 선택 할 수 있도록 하는 입력신호 자동 검출과 각종 입력 신호를 VGA 모니터에서 사용 할 수 있는 신호로 변환하여 출력하는 VGA 모니터 신호 출력 기능이 있다. 이외에 부가적 기능은 다음과 같다.

가) 자동탐색(Auto-detection) 기능

정확한 비디오 모드는 V-Sync와 H-Sync 록업 테이블(lookup table)과 측정된 입력 HSYNC와 VSYNC 값을 비교함으로써 마이크로컨트롤러에 의해 탐색되어진다. 효율적이고 빠른 탐색은 외부의 하드웨어나 마이크로컨트롤러의 필요 없이 H-Sync, V-Sync의 파라미터 값을 측정하여, gm22의 내부 레지스터를 활용하여 가능하고, 부가적 프로그램을 통하여 메뉴얼이나 자동조정(Auto-adjustment)이나 자동환경설정(입력변이(input variation)을 트래킹하여 이를 바탕으로 시스템의 레지스터 값을 맞추어 주어 표준값으로부터의 최소 편차를 구할 수 있다.

나) 자동환경설정(Auto-configuration) 기능

자동환경설정 기능은 최적의 셋팅을 위해 필요한 클럭위상을 맞추고, 디스플레이 소자에 출력 이미지를 정확하게 위치제어(positioning)를 시키기 되는데 이는 마이크로컨트롤러에서 수행된다. 본 시스템에서 사용한 gm22 칩에는 프레임 버퍼나 외부 하드웨어의 필요 없이 자동환경설정을 할 수 있는 로직 구조를 가지고 있으며, 입력 비디오 신호의 세밀한 특성을 정확히 나타내주는 레지스터를 통하여, 비디오 데이터 스트림에 접근 할 수 있다. 그리하여 주어진 프레임에 대한 데이터 스트림을 분석함으로써, 위치제어(positioning)가 가능하다. 그리고 프레임은 빠른 속도의 SPI 인터페이스를 통하여 호스트 마이크로컨트롤러에 의해 분석되어지고, 마이크로컨트롤러는 이미지를 최상의 상태로 디스플레이 할 수 있도록 조정을 하고, 모든 이미지 위치제어는 gm22 입력 활성 원도우가 자동으로 조정되어 진다. 일단

입력 이미지가 gm22에 의해 최적화 되면, 줌(zooming)된 이미지는 사용자에게 의한 캡처 이미지의 재 위치제어 없이 바로 디스플레이 소자에 보내 진다. 그리고 라인당 자동클럭과 위상 알고리즘은 프론트-엔드 ADC/PLL의 레지스터를 제어하게 된다. 이외에 광도, 휘도, 역상기능, 트래킹(tracking) 조절기능, 감마 보정기능 등의 화상 조절 기능을 갖는다.

3.1 개발환경

본 인터페이스 유닛의 개발환경은 시스템 CPU는 INTEL 8051을 사용하였고, CPU 제어 프로그램은 C언어를 사용하여 프로그래밍 하였다. 리모트 컨트롤러는 적외선 리모트 컨트롤 전용 칩셋을 사용하였고, OSD 및 화상보정은 FPGA 칩셋을 사용하였으며, 회로의 설계는 orcad 툴을 사용하여 설계 하였다.

3.2 개발된 LCD 컨트롤러 비디오변환 보드

그림 3은 구현된 화상처리 LCD 드라이버 보드를 나타낸 그림으로, 그림의 오른쪽의 가장 윗쪽은 전원단자이고, 전원단자 바로 밑 부분에서부터 RGB 입력포트, 비디오 입력포트, SVGA 입력포트, 시리얼(serial) 입력포트의 단자로 구성되어 있고, 사용되는 회로기판은 노이즈가 적은 EMI을 기대 할 수 있도록 설계하였다.

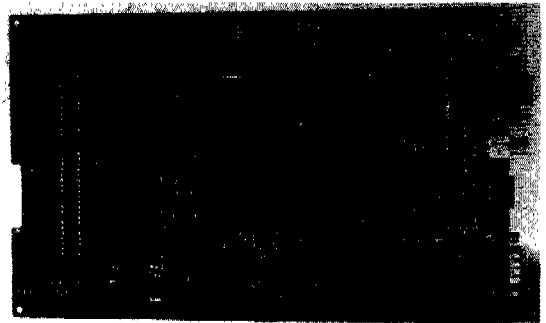


그림 3. 구현된 화상처리 LCD 패널 드라이버 보드

재질은 유리-에폭시를 사용하고 및 FR-4 솔더 마스크를 하여 내구성을 높일 수 있도록 하였다. 그리고, 반도체 부품은 표면실장 부품을 사용하여 보드 레벨에서의 집적도를 높이고 신뢰성을 갖도록 하였다.

IV. 개발된 LCD 컨트롤러 비디오 변환 보드에 대한 적합성 시험 및 평가

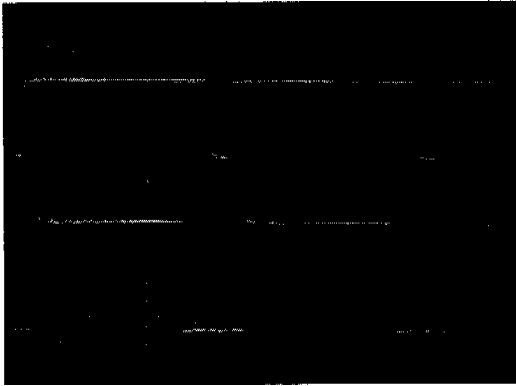


그림 4. 단색신호 테스트 파형

그림 4, 5 및 6은 개발한 그래픽 처리 보드에 대해 오실로스코프를 이용한 모듈의 파형을 테스트한 그림으로 그림 4에서 위의 파형은 수평동기 신호이고, 아래의 파형은 컴퓨터로부터 입력되는 단색 신호에 해당하는 파형으로 RGB 각각 신호에 대해 동일한 결과를 나타낸다.

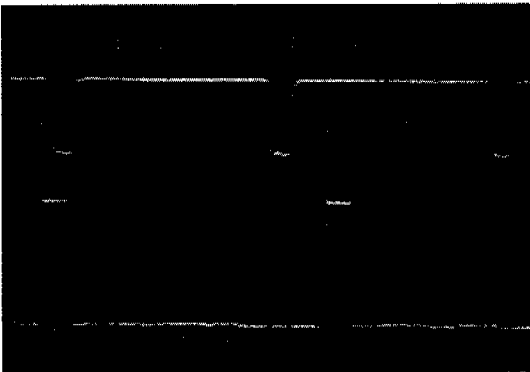


그림 5. 프레임레이트 컨버전 테스트

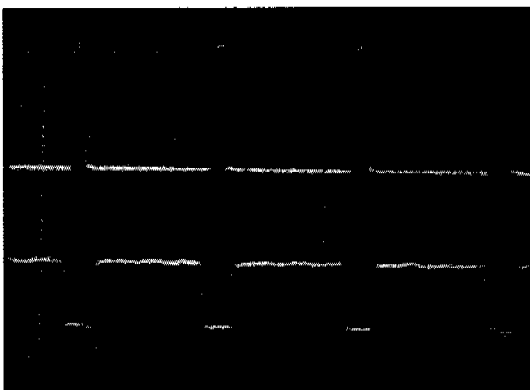


그림 6. 수평동기신호에서의 화상데이터 테스트

그림 5는 프레임레이트 컨버전 테스트 화면으로 위쪽의 파형은 입력 수평동기신호이고, 아래의 파형은 LCD 드라이버단의 수평동기신호 단자에서 측정된 신호의 파형으로 해상도가 고정된 디스플레이 장치(LCD)에 임의의 해상도를 갖는 입력신호를 zooming 함으로서 나타나는 수평동기신호의 변화를 확인할 수 있는데 여기에서 입력수평동기 신호가 LCD를 구동하기에 적합한 신호로 변환되었음을 알 수 있다. 그림 6은 수평동기신호에서의 화상데이터 테스트 화면으로, 수평동기신호의 한 주기에 걸쳐서 실제 표시할 화상의 위치를 front potch와 back potch의 길이 등을 고려하여 결정되는 결과를 보여 준다.

V. 결론

본 논문에서는 산업용 액정 패널 비전에서 입력 신호인 NTSC, SECAM, PAL 및 컴퓨터의 RGB 신호를 받아 이를 그래픽처리 하여 LCD 패널에 디스플레이 하여 대형 스크린에 투사하기 위한 LCD 드라이버 인터페이스를 카드를 개발하였다. 시스템 구현을 위해 시스템의 입력 소켓을 통해 입력되는 RGB 신호, 및 Composite(NTSC, PAL, SECAM) 등 신호의 종류 및 특성을 파악하고 분석하였으며 이를 토대로 시스템의 전체 모듈을 구성하고 이에 필요한 세부기술을 연구하여 입력소켓으로부터 입력되는 RGB 신호 및 composite 신호인 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환(converting)하여, 이를 XGA(1025 X 768)급의 해상도로 LCD 드라이버에 출력해 줄 수 있는 비디오 신호 변환 모듈을 개발하였다. 그리고 개발된 시스템에 대해 적합성 시험 및 평가를 하였으며 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다.

향후 연구과제로는 개발된 시스템을 멀티스크린 이용기술을 응용, LAN을 통해 화면제어가 가능하도록 하여 중앙제어분야의 감시 및 제어시스템으로 확장하여 활용할 수 있도록 하기 위해, Windows NT 및 Linux와 같은 여러 OS의 Porting작업을 거쳐 각각의 Driver를 제작함으로써 앞으로의 멀티스크린이 가능한 멀티미디어 터미널(Multi-media Terminal)의 개발이 필요하다.

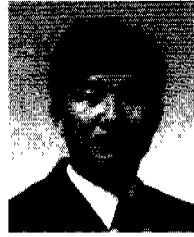
참고 문헌

[1] H. kubota, M. Tsukance, S. Ishihara, "Novel

Film Compensated TFT-LCDs with a Wide Viewing Angle," *Asia Display'95*, pp. 127-130, 1995.

- [2] T. Yamashita, T. Matsumoto, et, "A Very Small Poly-Si TFT-LCD for HDTV Projectors," *SID 94 Digest*, pp. 1994.
- [3] F. Okumura, H. Asada, K. Sera, et, "A 76mm Driver-Integrated Poly-Si TFT-LCD Light Valve," *SID 94 Digest*, pp. 1994.
- [4] K. Mizukata, M. Tanaka, T. Iemoto, F. Kinoshita, "The Development 13cm TFT-LCDs with an Analog Type Low Voltage Driving Method for Automobile Use," *Asia Display'95*, pp. 109-112, 1995.
- [5] L. D. Farrand, Y. Utsumi, K. Kondo, "Structure-Property Relationships of a New Class of Materials for TFT-LCDs," *Asia Display'95*, pp. 109-112, 1995.
- [6] B. G. Rho, J. S. Kim, "A New LCD Projector System with Higher Brightness," *Asia Display'95*, pp. 83-85, 1995.

이 상 태(Sang Tae Lee)

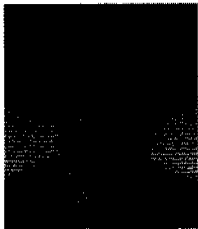


1977년 2월 : 아주대학교 공학사
(공학사)
1992년 2월 : 전북대학교 전자
공학과(공학석사)
1998년 2월 : 전북대학교 전자
공학과(공학박사)

1985년~현재 : 한국표준과학연구원

<주관심 분야> 트래픽제어, 광대역통신망, 지능망

김 남 희(Nam Hee Kim)



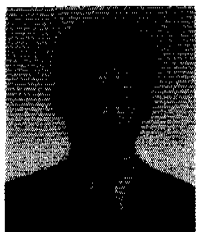
1992년 2월 : 군산대학교 정보
통신공학과(공학사)
1994년 2월 : 전북대학교 전자
공학과(공학석사)
1997년 8월 : 전북대학교 전자
공학과(공학박사)

1997년 9월~현재 : 한국표준과학연구원 박사후연수원

<주관심 분야> 멀티미디어 통신, ATM 트래픽제어, 광대역통신망

조 해 성(Hae Seong Cho)

정회원



1994년 2월 : 전북대학교
전자공학과 졸업
1996년 2월 : 전북대학교
전자공학과 석사
1997년 3월~1999년 2월 : 전북
대학교전자공학과
박사수료

<주관심 분야> 멀티미디어 통신, ATM 트래픽제어, ATM 셀 스케줄링,