

AMOLED 에이징 챔버 신호 생성기 중앙서버 관리 시스템

김한길¹ · 이병권² · 정희경^{2*}

Central Server Management System of AMOLED Aging Chamber Signal Generator

Hankil Kim¹ · Byungkwon Lee² · Heokyoung Jung^{2*}

¹Department of Sound Product, Korea University Of Media Arts, Sejong 30056, Korea

²Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

요 약

최근 디스플레이 기술 발전과 함께 AMOLED(Active Matrix OLED) 패널(Panel)의 생산과 수요가 급증하고 있다. AMOLED 패널은 기본적으로 LCD와는 다르게 백라이트(Backlight)를 필요로 하지 않아 적은 소비전력으로 선명도 있는 영상의 출력이 가능하다. 따라서 세계적으로 AMOLED 시장이 커지고 있다. 이에 따라 생산에 필요한 검사 장치의 수요도 확산되고 있다. AMOLED 패널 에이징(Aging) 시스템의 검사 장치는 MES(Manufacturing Execution System), MIS(Management Information System)와 연동하여 운영되며, 네트워크 환경을 구축하는 것이 효율적이다. 패널 에이징에 사용되는 검사 장치는 다중 신호를 출력하는 기능을 가진 신호 생성기(Pattern Generator)이다. 다수개의 신호 생성기를 운영하기 위해서는 효율적인 설계가 필요하다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 신호 생성기를 원격으로 통합 제어하기 위한 방법과 AMOLED 패널을 구동시키기 위한 방법을 제안하고 이를 구현하였으며, 이에 따른 타이밍과 전원 설정 결과를 제시하였다.

ABSTRACT

Recently, with the development of display technology, AMOLED(Active Matrix OLED) panel production and demand are increasing. Unlike LCD, AMOLED panel basically does not need backlight, so it can output clear images with low power consumption. Therefore, the AMOLED market is growing globally. Accordingly, the demand for inspection devices required for production is also expanding. The inspection device of the AMOLED panel aging system operates in conjunction with MES(Manufacturing Execution System) and MIS(Management Information System), and it is efficient to construct network environment. The inspection device used for panel aging is a pattern generator capable of outputting multiple signals. Efficient design is required to operate multiple signal generators. To solve this problem, the proposed system proposed a method for remotely controlling the signal generator remotely and a method for driving the AMOLED panel. And the timing and power setting results are presented.

키워드 : 신호 생성기, 에이징, AMOLED, OLED

Key word : Aging, AMOLED, OLED, Pattern Generator

Received 22 May 2017, Revised 23 May 2017, Accepted 29 May 2017

* Corresponding Author HoeKyung Jung(E-mail:hkjung@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5640)

Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

Open Access <https://doi.org/10.6109/jkiice.2017.21.6.1161>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

최근 들어 유기 발광다이오드, 유기 태양 전지, 유기 트랜지스터와 같은 유기 전자재료를 이용하는 소자들은 원천기술 개발 단계를 넘어 상업화에도 이르면서 가장 주목받는 기술이 되었다. 국내의 대표적 기업인 삼성과 LG에서 세계 기술을 선호하고 있으며 이에 연구소, 학교 등 많은 기관들에서 유기 전자 소재 및 소자에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 유기 전자 소재인 OLED를 이용한 AMOLED 패널 생산은 에이징 과정이 필요하다[1].

이에 본 논문에서는 에이징 시스템의 다중 신호생성기에 대해 네트워킹을 통해 GUI기반으로 연동시킬 수 있는 중앙 서버 시스템을 제안하고 구현하였다. 중앙 서버 시스템은 네트워크에 존재하는 신호 생성기를 검색하고 각 장치의 IP 주소를 변경 가능하도록 하였다. 신호 생성기와 프로토콜은 TCP/IP를 적용 하였다. 접속된 신호 생성기와 통신을 위한 데이터 패킷은 신호 생성기를 원격으로 제어하기 위해 키, 타이밍 정보와 전압 정보 등 다양한 데이터로 구성하였다. 네트워크로 접속된 신호 생성기에 에이징 시스템에서 필요로 하는 상태정보를 요청하는 패킷을 두었으며, 수신된 상태정보 데이터를 로그 파일로 저장하도록 구현하였다.

II. 에이징 기술과 신호 생성 원리

이 장은 논문에 관련된 기술인 에이징 기술과 신호 생성 원리에 대해 설명한다.

2.1. OLED 에이징 기술

유기 발광 다이오드(OLED) 디스플레이는 OLED의 어레이(array)를 포함하며, 각 OLED는 2개의 단자를 가진다. 대응하는 OLED의 단자 중 하나에 접속된 각 회로의 트랜지스터를 포함하는 각 OLED에 대한 전압 감지 회로는 OLED 양단의 전압을 나타내는 피드백 신호를 생성하기 위해 OLED 양단의 전압을 감지하고, 피드백 신호에 응답하여 각 OLED에 대한 보정 신호를 계산한다. 각 OLED의 출력에서 변화를 보상하기 위해 각 OLED를 구동하는데 사용되는 데이터에 보정 신호를 인가하는 제어를 포함한다. 이는 그림 1과 같다[2].

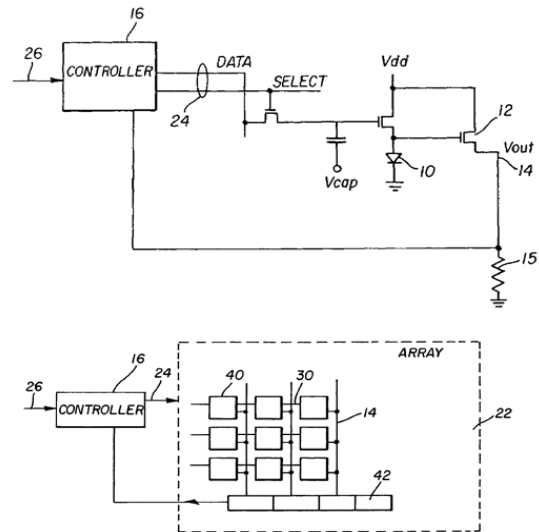


Fig. 1 OLED Aging and OLED Array

유기 발광 다이오드는 유기물에 따라 밝기와 소비 전류가 다르다. 유기물의 특성에 따라 어레이를 구성하는 유기물을 안정화시키는 과정이 필요로 한다. 유기물을 안정화시키는 과정을 에이징 과정이라 하며, 이 과정에서 신호를 인가하고 전압 및 전류를 검출하는 기능의 컨트롤러가 신호 생성기내에 구성되어야 한다. 신호 생성기는 에이징 실험 검사 장치의 핵심적인 하드웨어 기술이며, 운영 소프트웨어와 더불어 장비의 가장 중요한 부분을 차지한다. 이 신호 생성기는 기존 에이징 챔버에 탑재하여 운영된다[3]. 그림 2에 밝기와 전류와의 관계 그래프를 보인다.

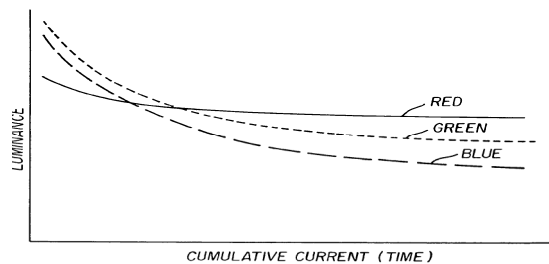


Fig. 2 Luminance vs cumulative current

2.2. 신호 생성 기술

본 논문에서 목표로 하고 있는 AMOLED 생산 점검을 위한 GUI기반 중앙 서버 시스템은 고성능 임베디드

시스템에 기반한 신호 생성기의 독특한 신호 타이밍을 정밀하게 제어하여 패턴을 생성하는 것이 매우 중요하다. 특히 AMOLED 셀 패널은 제조사마다 구조와 발광 원리 및 제조과정이 다르기 때문에 다양한 신호의 파형 생성과 전압 전류 신호의 조절이 필요하다. 신호 생성기의 기본 원리로서 AMOLED 셀 패널에 전기적 특성을 지닌 복잡한 신호를 RGB 혹은 SYNC 등의 방식에 따라 변환하여 보내주면 AMOLED에 패턴이 출력된다. 그림 3에 AMOLED 패널 구조를 보이며, 그림 4에 신호 파형 예를 보이다[4,5].

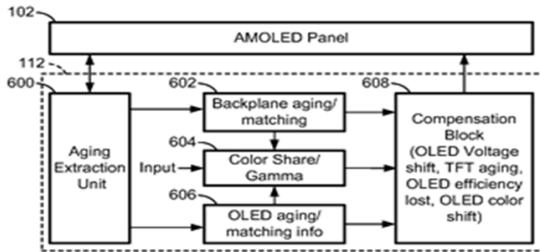


Fig. 3 AMOLED Panel Structure

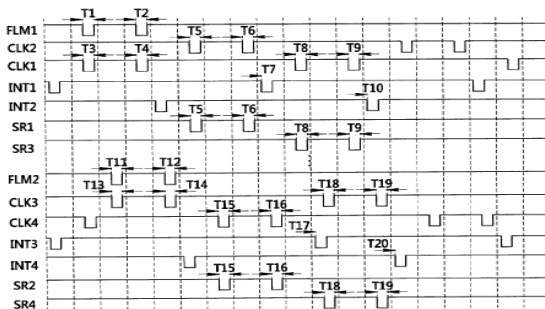


Fig. 4 Example of Signal Wave

2.3. AMOLED 하드웨어 인터페이스

AMOLED 하드웨어 인터페이스의 일반적 구조는 그림 5와 같이 구성 된다[6].

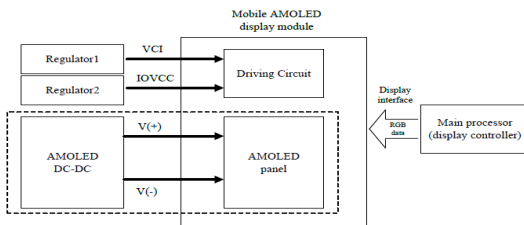


Fig. 5 Typical Mobile AMOLED Hardware Interface

AMOLED 인터페이스 전원은 일반적으로 신호 생성기에서 공급하도록 구성된다. 본 논문에서 신호 생성기가 프로그램에서 설정된 전압 데이터를 물리적인 전압으로 출력하도록 DAC 회로가 구성되어 있다고 가정하고 구현하였다. AMOLED 디스플레이용 데이터 드라이버의 전원전압은 구동 방식에 따라 그 종류와 소비 전류가 다르다. 일반적으로 소비전력을 낮추는 방법으로 구동 박막 트랜지스터의 게이트 전압을 구동하는 방식을 사용한다[7,8].

III. 네트워크 시스템 설계 및 구현

이 장은 중앙 서버시스템과 신호 생성기의 TCP/IP, UDP 기반 유선통신 네트워크 시스템 설계 및 구현 내용을 기술한다.

로컬 네트워크상에 신호 생성기를 검색하고, 검색된 신호생성기의 IP를 확인하거나, 변경할 수 있도록 송/수신 패킷을 설계하였다. 본 시스템과 접속된 신호생성기를 원격에서 제어 및 관리를 종합하기 위한 시스템으로 중앙 서버 시스템의 구성도는 그림 6과 같다.

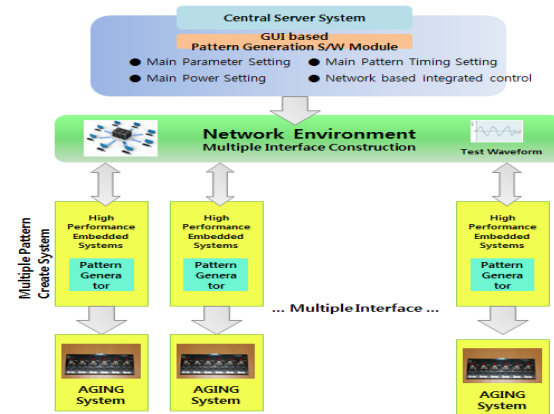


Fig. 6 Diagram of Central Server System

3.1. UDP 기반 Mac 검색 구현

임베디드 리눅스(Linux) 기반의 신호 생성기가 서버를 확인하고 서버로 인식할 수 있도록 UDP 기반의 Mac 검색 프로그램을 구현한다. Mac 검색 프로그램의 알고리즘은 서버와 같은 네트워크 내의 모든 IP주소로 보드 캐스팅(Board Casting)을 하면 신호 생성기에서 이를

확인하고 응답을 보낸다. 이후에 신호 생성기는 서버를 인식하고 연결된다. IP 검색 패킷 구조는 표 1과 같으며 타깃 요청하는 화면은 그림 7과 같다.

Table. 1 IP Search Packet Structure

Packet Structure				
Header	Product	Cmd	Dhcp	Pg_num
0x762A	0x0000	0x0130	0	0
Mac_address[0]	0x00	ipv4		0
Mac_address[1]	0x0b	netmask		0
Mac_address[2]	0xa8	Server_ip		0
Mac_address[3]	0x03			
Mac_address[4]	0x13			
Command				
Search	0x0130			
Write	0x0132			

```
OLED-PG login: root
Embedded Linux System
[root@OLED-PG root]$MAC Address      : 00:0B:A8:03:13:0B
IP Address      : 192.168.123.106
Netmask        : 255.255.255.0
```

Fig. 7 Target Request

3.2. TCP/IP 기반 신호 생성기 제어 구현

Mac 검색 프로그램으로 신호 생성기가 서버를 인식한 뒤 신호 생성 프로그램을 통한 데이터의 송수신을 수행한다. 서버에 접속하여 신호 생성 프로그램에서 얻은 데이터를 일정한 패킷 형태의 구조로 전송한다. 이와 같이 tcp_client는 다음 표 2의 패킷 구조로 구성되어 있다. CMD2의 메모리 주소로 패킷을 보내면 신호 생성기의 신호 생성 프로그램이 이를 전달 받아서 신호 데이터 패킷에 의해 신호를 생성하게 된다. 타깃 요청 화면은 그림 8과 같다.

Table. 2 Command Packet Structure

CMD Packet Structure (sTCP_CMD_Packet). 256Bytes		
Header(2Byte)	Cmd(2Byte)	PacketCmd(2Byte)
Command packet (SEND)		
PKT_HEAD	0xA55A	
CMD	0xF100	OPCODE
	0xF101	CMD_ON
	0xF102	CMD_OFF
	0xF103	CMD_NEXT
	0xF104	CMD_PREV
	0xF105	CMD_START_ALL
	0xF106	CMD_STOP_ALL
	0xF107	CMD_AUTO
	0xF108	Current Data Call
	0xF109	pg_num Call
	0xF200	Environment Call

```
00000000 Met 0x Header : 0A55A
FrameType : 479398
Signal[1] Tr : 2F7 Tr : 8D Tr : 742A2 Trtest : 0 Tp : 742A1 Inv : 201 En : 1
Signal[2] Tr : 81F Tr : 77 Tr : 167 Trtest : 0 Tp : 10F Inv : 0 En : 1
Signal[3] Tr : 11F Tr : 89 Tr : 167 Trtest : 0 Tp : 10F Inv : 0 En : 1
Signal[4] Tr : 10F Tr : 18F Tr : 742A2 Trtest : 0 Tp : 742A1 Inv : 201 En : 1
Signal[5] Tr : 8F Tr : 18F Tr : 742A2 Trtest : 0 Tp : 742A1 Inv : 201 En : 1
Signal[6] Tr : 2F7 Tr : 18F Tr : 22F Trtest : 0 Tp : 38F Inv : 0 En : 1
Signal[7] Tr : 2F7 Tr : 18F Tr : 22F Trtest : 0 Tp : 38F Inv : 0 En : 1
Signal[8] Tr : 2F7 Tr : 18F Tr : 22F Trtest : 0 Tp : 38F Inv : 201 En : 1
Signal[9] Tr : 2F7 Tr : 18F Tr : 22F Trtest : 0 Tp : 38F Inv : 201 En : 1
Signal[14] Tr : 40F Tr : 27 Tr : C7 Trtest : 0 Tp : EF Inv : 0 En : 1
Signal[17] Tr : 70F Tr : 27 Tr : C7 Trtest : 0 Tp : EF Inv : 0 En : 1
Signal[18] Tr : 72F Tr : 27 Tr : C7 Trtest : 0 Tp : EF Inv : 0 En : 1
ELVSS[1] Tr : 22 Tr : 13 Tr : 13 Trtest : 0 Tp : EF Inv : 0 En : 1
ELVSS[1] Tr : 22 Tr : 13 Tr : 13 Trtest : 0 Tp : 13
ELVSS[2] Tr : 5,00 ELVSS[2b] : 8,00
ELVSS[3] Tr : -8,00 ELVSS[3b] : -8,00
DC42 : -8,00
DC43 : -8,00
DC44 : 8,00
DC45 : -8,00
DC46 : -8,00
DC47 : 8,00
DC48 : 0,00
DC49 : 8,00
DC50 : 8,00
DC51 : -8,00
Remove AnnotatorID_time Timer(-1)
```

Fig. 8 Target Request Command

3.3. 신호 생성기 통합관리 기술 구현

전체적인 신호 생성기 통합관리 시스템의 화면은 그림 9와 같다.



Fig. 9 Main Window

임베디드 리눅스 기반 소프트웨어의 가장 핵심 프로그램인 신호생성 프로그램은 tcp_client를 통해 전달된 명령을 수행하여 주요 파라미터를 수정하며 ELVSS, EVLDD, 전류, 신호의 직접적인 호출 및 처리를 담당한다. 신호 생성을 수행한 결과 데이터를 서버와 호환 가능한 구조로 변환하여 tcp_client에 전달한다. 전달된 데이터는 다음의 표 3과 같은 패킷 구조를 통해 중앙서버로 송신되어 로그기록으로 저장된다. 중앙 서버 GUI와 신호 생성기 사이 네트워크 흐름도는 그림 10과 같다.

Table. 3 Receive Packet Structure

Pattern Data Structure		
Pattern_Header	Header	56Bytes
Pattern_Signal	Signals [33]	660Bytes
Pattern_EL_Power	EL_VDD	20Bytes
Pattern_EL_Power	EL_VSS	20Bytes
Pattern_DC_Power	SB1_Vgh	4Bytes
Pattern_DC_Power	SB1_Vgl	4Bytes
Pattern_DC_Power	DC_Pwr[10]	40Bytes
Maximum 1 Pattern Packet Total = 812Bytes		

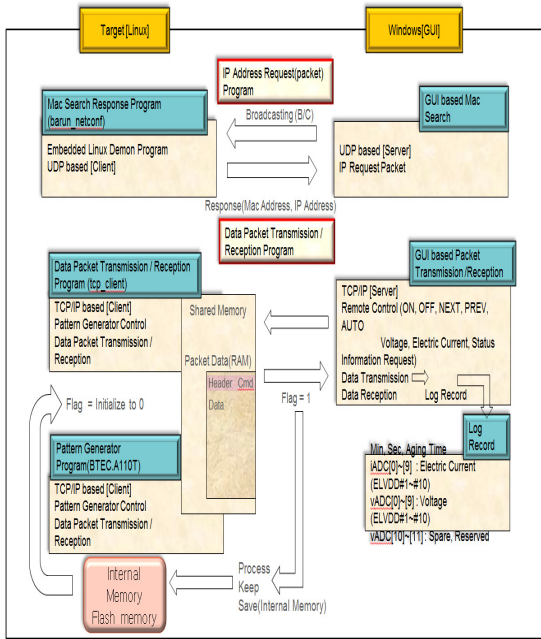


Fig. 10 Network Packet Flow

IV. 신호생성 프로그램 구현

본 장에서는 신호 타이밍과 전원 설정 기능을 갖는 신호 생성 프로그램 구현에 대한 내용을 기술한다.

4.1. 신호 타이밍의 설정기능

AMOLED 패널 인터페이스를 위한 신호생성에 대해 신호 파형을 정의하고(그림 11), 각 부분을 파라미터 값으로 0.1uS 단위로 설정할 수 있도록 구현하였다.

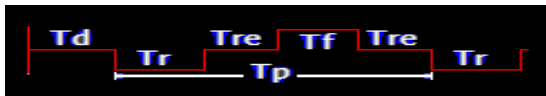


Fig. 11 Signal Waveform

ELVDD와 ELVSS는 AMOLED의 유기물 동작에 중요한 전원이다. 전류 소비를 최소화하기 위한 타이밍 파라미터 Va, Vb, Tr, Tf, Tp를 두었다. 신호 생성기의 주요 파라미터로서 적절한 값을 지정해 줌으로써 패널 패턴을 구성하여 AMOLED 셀 패널을 테스트한다. 이의 화면이 그림 12와 같다.

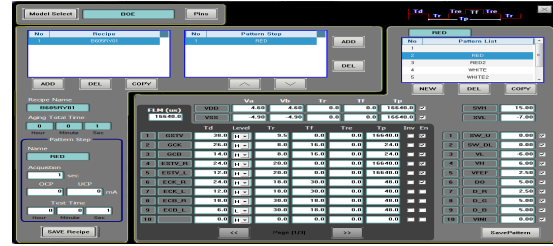


Fig. 12 Editor of Timing and Power Data Generation Windows

4.2. 전원 설정기능

이전 절의 내용을 기반으로 AMOLED의 저전력 소비를 위해 필요한 ELVDD와 ELVSS의 전압 설정 및 타이밍 설정부분을 아래 그림 13과 같이 구성하였다.



Fig. 13 ELVDD, ELVSS Power Parameters

V. 결론

본 논문에서는 기존의 USB방식 및 소규모의 신호 생성기에 중앙서버 시스템을 통한 네트워크 통신 기술을 개발하여 효율적인 원격 명령과 제어 데이터 수집이 가능할 수 있도록 하였다. 이로 인해 기존 시스템에 비해 다음과 같은 기대효과가 있었다. 첫째로, 60대 까지 연결 가능한 중앙서버 시스템으로 신호 생성기들의 상태를 한눈에 파악 할 수 있도록 하였다. 둘째로 네트워크 시스템은 검사 시의 불량 유무, 생산량 등을 실시간으로 확인하며 필요시 즉시 수정이 가능하게 하였다. 셋째로는 로그 기록을 통하여 신호 생성기를 통한 모든 종류의 검사 결과를 데이터화 하여 중장기적인 생산 전략이나 개발 혹은 수정 등이 효율적으로 관리될 수 있도록 하였다. 로그기록은 제조사의 생산 서버와 연결되어 DBMS로 빅 데이터화 되어 여러 가지 목적으로 사용될 수 있을 것이다. 또한 TCP/IP 프로토콜을 사용함으로써 신뢰성 있게 연결되어 데이터의 소실 혹은 변조에 효과적으로 대처 가능하고 저 품질의 인터넷상황에서도 안정적이고 원활한 통신을 지원하도록 구현하였다.

결과 시스템은 AMOLED 생산 공정에서 널리 활용될 수 있을 것이다. 또한 향후 생산 공정에서 다양한 요

구사항이 발생할 것으로 예측되며 이에 대해 꾸준한 연구가 필요로 할 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work (Grants No. C0395022) was supported by Business for Cooperative R&D between Industry, Academy, and Research Institute funded Korea Small and Medium Business Administration in 2016.

This work was supported by the research grant of Pai Chai University in 2017.

REFERENCES

[1] N. S. Cho, "Current Status of OLED Technology and Market," *Polymer Science and Technology*, vol. 24, no. 2, pp. 126-134, Apr. 2013.

[2] R. Cok et al, OLED DISPLAY WITH AGING COMPENSATION, US Patent 0,070,558, to Eastman Kodak Company, 2004.

[3] S. K. Oh, "LCD Aging Test System," *Journal of Semiconductor Device Technology*, vol. 2000, pp. 39-42, 2000.

[4] G. Chaji et al, SYSTEM AND METHODS FOR AGING COMPENSATION IN AMOLED DISPLAYS, US Patent 9,384,698, to Ignis Innovation Inc., 2011.

[5] I. S. Lee et al, DISPLAY DEVICE, US Patent 0,170,568, to Samsung Display Co., Ltd., 2015.

[6] C. I. Yun, "Power efficiency improvement method using coupled inductor in DC-DC power supply for AMOLED panel," M. S. dissertation, Korea University, Seoul, 2016.

[7] H. S. Nam and H. Jeong, "Data Supply Voltage Reduction Scheme for Low-Power AMOLED Displays," *ETRI Journal*, vol. 34, no. 5, pp. 727-733, Oct. 2012.

[8] J. B. Kim, "Development of Driving Technology for Improving Response Characteristics of Active-Matrix OLED Displays," M. S. dissertation, Kyunghee University, Seoul, 2012.



김한길(Hankil Kim)
 2002년 한밭대학교 전자공학과(공학사)
 2011년 한밭대학교 전자공학과(공학석사)
 2015년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 2005년 ~ 현재 한국영상대학 음향제작과 교수
 ※관심분야 : 멀티미디어정보처리, XML, Web Services, USN, Android



이병권(Byungkwon Lee)
 2009년 한밭대학교 전자공학과(공학사)
 2012년 한밭대학교 산업대학원(공학석사)
 2012년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 박사과정
 2003년 ~ 2007년 (주)한백전자 기술연구소
 2007년 ~ 2011년 (주)엠텍 시스템사업부장
 2012년 ~ 2014년 새라코아 연구소 재직중
 2015년 ~ 현재 (주)바른기술 대표이사
 ※관심분야 : 모바일 시스템, 모바일 디스플레이, 웹 보안, 임베디드 플랫폼설계



정회경(Hoekyung Jung)
 1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 1994년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
 ※관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, U-Healthcare, Ubiquitous Computing, USN, IoT, BigData, Embedded System