

---

# ARM11 기반의 의료용 무선 데이터 전송 플랫폼 구현에 관한 연구

서재길\* · 김영길\*

A Study on Implementation for Wireless Data Transmission Platform for  
Medical care using ARM11

Jaegil Seo\* · YoungKil Kim\*

## 요 약

의료분야에서 많은 정보가 디지털화 되고 있으며 개인의 건강에 대한 관심은 점점 높아지고 있다. 이에 발맞추어 U-health 시스템을 구축하기 위한 고속의 개인용 헬스케어 모니터링 플랫폼이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 요구를 충족시키기 위해 고속의 ARM11 기반의 최신 프로세서인 S3C6400 CPU를 이용한 플랫폼 구현에 관한 연구를 진행하였다. 더불어 무선의 의료용 데이터 전송을 위해 802.11기반의 무선 랜을 이용한 네트워크 시스템 환경을 구축하였다.

## ABSTRACT

In medical area, lots of information has been digitized and the desire of personnel health became a matter of primary concern. To satisfy this desire, it requires the high-speed handheld Healthcare monitoring platform for building U-health system. This paper represents that the implementation of s3c6000 platform with s3c6400 CPU using up-to-date ARM11 technology. This paper also represents building of network system with wireless LAN based on 802.11 in order to transmit medical data. Transmitting and monitoring personnel medical data will be possible in any place with wireless LAN network.

## 키워드

ARM11, Platform, 802.11, Windows CE 6.0, 의료용 Data 전송

## I. 서 론

IT기술과 정보통신기술의 발전은 의료기기 분야에 많은 변화를 가져오고 있다. 이런 기반기술에 의해 의료 정보화가 급속히 이루어지고 있다. 의료영상정보를 저장 전송 관리하는 시스템인 PACS(Picture Archiving and Communication System : 의료 영상 저장 전송 시스템)은

컴퓨터 시스템의 보급화로 이제 소형 병원에서도 많이 사용하고 있으며 EMR (Electronic Medical Record : 전자 의무 기록), EHR (Electronic Health Record : 건강검진 등의 정상인을 대상으로 한 건강관리 기록), EMS (Emergency medical system : 응급의료정보시스템), OCS(Order communication system : 처방전달 등의 원무, 일반관리 시스템) 등이 보급되고 있다.

이런 기술들로 인해 병원의 업무속도가 현저히 빨라지고 환자에 대한 체계적인 관리가 가능하다. 하지만 환자가 병원을 방문하여 진료를 받고 기록을 할 때 관리 대상이 될 수 있었다. 그러나 최근 유비쿼터스 네트워크의 기반기술이 점점 실생활에 보급됨에 따라 TMS (Telemedicine system : 원격진료 체계) 등이 점점 현실화 되어가고 있다.

현대인의 바쁜 업무와 일상 속에서 개개인이 병원을 가지 않고 기본적인 생체신호와 영상 등을 개인 단말을 통해 의료서비스 서버에 전송하여 기본 건강상태를 체크하고 이상 시 단순 처방이나 정밀 진료서비스를 예약할 수 있고 응급상황 발생 시 자동으로 응급 서비스를 제공해 줄 수 있는 시스템이 필요하고 이를 위해 개인의 건강을 진단하고 필요시 의료영상이나 생체신호를 전송할 수 있는 개인용 헬스케어용 모니터링 시스템 단말이 필요하다.

본 논문은 이러한 시스템을 구축하기 위한 기반 기술들에 대해 살펴보고 이를 이용하여 설계된 개인용 헬스케어용 모니터링 시스템 단말을 구현하여 보도록 한다.

## II. 기반기술

### 2.1 ARM11 코어의 주요 특징

ARM11 마이크로 아키텍처는 효율적으로 고성능을 제공하도록 설계되어 코어의 클럭의 향상은 물론 전체적인 성능의 향상을 가져왔다. 그리고 여러 디바이스에 대한 컨트롤러를 내장하여 시스템의 확장성을 향상시켰다. ARM11 마이크로 아키텍처는 종전의 ARM10의 6 단계 파이프라인에 비해 8단계 베이스의 파이프라인으로 바뀌었다. ARM11 마이크로 아키텍처의 8 단계 파이프라인은 종래의 ARM 코어에 비해 40%의 처리율의 향상을 실현시켰다. 또한 8 단계 파이프라인에서는 8개의 처리 단계가 동시에 실행된다. 단계수가 많은 파이프라인 단계 구조에서 오는 대기시간의 증대를 forwarding과 분기예측을 통해 효과적으로 줄여 효율성을 유지한다. 파이프라인의 최적화에 의해, 유효 대기시간은 ARM9 TM 마이크로 아키텍처의 5단계 파이프라인과 같으면서 훨씬 높은 처리율을 실현한다.

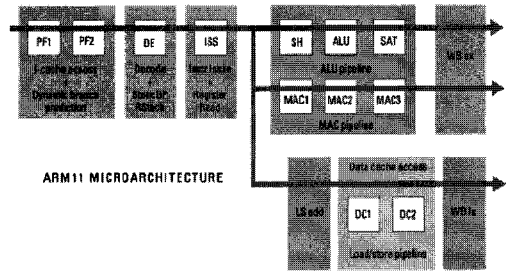


그림 1. ARM11의 파이프라인 구조  
Fig. 1. Pipeline of ARM11

ARM11에서는 이전의 32/16bit RISC 아키텍처인 ARMv4T의 명령어 구조에서 성능이 향상된 파워풀한 ARMv6 명령어 셋 아키텍처 구조로 바뀌었다. 이는 기본 명령어 구조에 미디어에 관한 명령어 구조를 통합시킨 것이다. 특히 ARMv6 아키텍처는 다음에 있어 시스템의 성능 개선의 기초를 두고 있다. 첫째 미디어 처리 확장에 있어 2배 빠른 MPEG4의 인코딩과 디코딩처리, 2배 빠른 오디오 DSP처리를 할 수 있고, 둘째 캐쉬 아키텍처의 개선에 있어 물리적 주소를 갖는 캐쉬와 캐쉬의 flash와 refill의 감소, context switch 에 걸리는 오버헤드를 감소시켰다. 세 번째로 예외 처리와 인터럽트 처리의 개선 그리고 네 번째로 정렬되지 않은 데이터, bite 순서가 혼재된 데이터의 지원 등에서 성능이 향상되었다. 또한 익셉션 처리와 인터럽트 처리의 시간이 단축되었다.

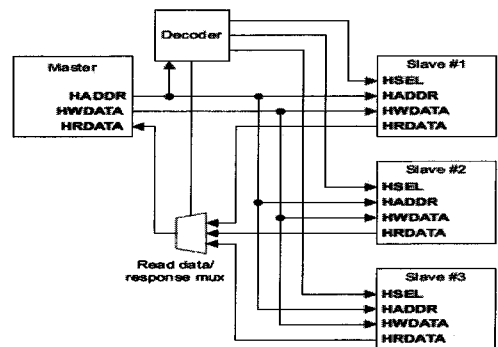


그림 2. AHB-Lite 블록도  
Fig. 2. AHB-Lite Block Diagram

ARM11은 AMBA(advanced microcontroller bus architecture) 2.0의 AHB(ARM High Performance Bus)의

버스 구조를 가지고 있는데, AHB 버스는 데이터의 읽고 쓰기는 물론 DMA(Direct Memory Access) 컨트롤, 주변 디바이스의 컨트롤을 담당한다. 그림 2는 AMBA 인터페이스의 AHB-Lite 블록 다이어그램을 보여준다.

표 1은 ARM11의 아키텍처와 현재 판매되고 있는 다른 ARM 아키텍처 기반 설계 간에 주요 특징을 비교한 것이다.

표 1. ARM 아키텍처의 특징 비교  
Table 1. ARM Architecture characteristic

Feature	ARM 9E	ARM 10E	Intel XScale	ARM 11
Pipeline	5	6	7	8
JavaDecode	ARM926E J	ARM1026 EJ	No	Yes
V6 SIMD Instructions	No	No	No	Yes
MIA Instructions	No	No	Yes	coprocessor
Branch Prediction	No	Static	Dynamic	Dynamic
Independent Load-Store Unit	No	Yes	Yes	Yes
Instruction Issue	Scalar, in-order	Scalar, in-order	Scalar, in-order	Scalar, in-order
Concurrency	None	ALU /MAC, LSU	ALU /MAC, LSU	ALU /MAC, LSU
Out-of-order complementation	no	Yes	Yes	Yes
Target Implementation	Synthesizable	Synthesizable	Custom chip	Synthesizable & Hard macro
Performance Range	Up to 250MHz	Up to 325MHz	200MHz~1GHz	350MHz~1GHz

2.1.1 ARM11 코어 기반의 S3C6400

S3C6400은 삼성이 ARM1176EJF-S CPU 코어를 기반으로 하여 모바일용으로 최적화 되어 있다. 400/533 MHz로 동작하며 64/32bit의 AXI, AHB, APB로 구성된 내부 버스 아키텍처를 가지며 DRAM 메모리 포트와 Flash/ROM/DRAM을 연결 할 수 있는 분리된 2개의 외부 메모리 포트를 가진다. 또한 확장성을 용이하게 해주는 많은 주변 하드웨어들을 가지고 있다. 여러 기능을 가진 카메라 인터페이스와 Multi Standard Codec, JPEG

Codec, 2D Graphic Accelerator, 최대1024X1024의 LCD 컨트롤러, Video Post Processor, TV Encoder, Audio 인터페이스 등을 갖추고 있다. 또한 외부 확장으로 4채널의 UART, I2C, I2S, 2Ch SPI, HIPI HSI, IrDa 등의 여러 인터페이스와 MMC/SD Host, USB1.1 Host, USB 2.0 OTG 등을 지원한다. 그림 3은 S3C6400의 블록도이다.

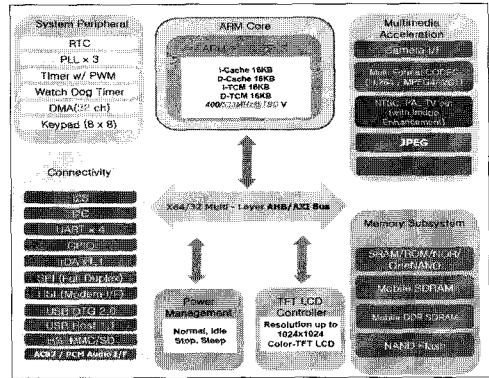


그림 3. S3C6400 블록도  
Fig. 3. S3C6400 Block Diagram

2.2 Windows Embedded CE 6.0

Windows Embedded CE 6.0의 큰 특징은 새로운 커널과 메모리 구조를 적용하여 이전 버전의 취약점을 대폭 개선한 것이다. 이전 Windows CE 5.0에서 2GB의 가상 주소를 32MB단위의 슬롯으로 쪼개어 슬롯당 하나의 프로세스가 놓여 32개의 프로세스들을 운영하는데 반해 Windows Embedded CE 6.0은 프로세서(어플리케이션)당 각각 2GB의 가상 주소를 할당하여 32000개의 프로세스들을 운영할 수 있다. 이로서 이전까지 OS가 가지고 있던 프로세스 운영 갯수, 프로세스당 메모리 양 등의 제한을 해결하여 모바일 임베디드 환경에서도 데스크탑과 맞먹는 응용프로그램을 사용할 수 있게 하였다. 또한 Windows Embedded CE 6.0은 Unified 커널을 적용하였는데 이전까지의 마이크로 커널 구조를 개선하여 커널의 성능을 대폭 향상하였다. 이전 Windows CE 5.0에서 사용되던 시스템 프로세스(Filesys.exe, Device.exe, GWES.exe) 등이 DLL 파일로 변경되어 커널 안에 포함되는 구조로 변경되었다. 그림 4는 Windows Embedded CE 6.0의 커널 구조를 나타낸다.

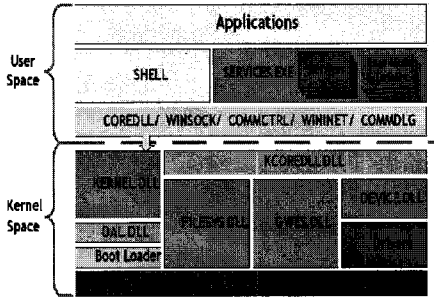


그림 4. Windows Embedded CE 6.0의 커널구조  
Fig. 4. Kernel Structure of Windows Embedded CE 6.0

2.3 IEEE 802.11

모바일 기기의 발전과 더불어 복잡한 케이블링이 필요 없고 유지보수 및 단말의 재배치가 간편하다는 장점 때문에 무선 랜(802.11)이 보편화 되고 있다. 무선 랜은 유선 케이블을 사용하지 않고 허브에서 각 단말까지 네트워크 환경을 구축하는 서비스를 말한다. 이는 기존의 통신기술이 갖고 느린 전송속도나 유선망의 이동성의 불가 등 취약성을 보완할 수 있는 특성을 가지고 있다. 표 2는 현재 802.11의 규격화 동향이다.

표 2. 802.11의 규격과 사양  
Table 2. Trend of 802.11 Standard

	Release	Frequency	Data Rate (Typ)	Data Rate (Max)	Mode	Range
802.11	1997	2.4GHz	0.9Mbps	2Mbps		~20m
802.11a	1999	5GHz	23Mbps	54Mbps	OFDM	~35m
802.11b	1999	2.4GHz	4.3Mbps	11Mbps	DSSS	~35m
802.11g	2003	2.4GHz	19Mbps	54Mbps	OFDM	~35m
802.11n	2008	2.4, 5GHz	74Mbps	248Mbps		~70m

일반적인 무선 랜의 연동구조는 그림 5와 같다. 무선 랜카드가 장착 된 단말, AP(Access Point), 옥외용 랜 브릿지 등 3개의 주요구성요소로 구성된다. 무선 랜카드는 무선 랜 환경에서 NOS(Network Operating System)와 안테나 사이에서 인터페이스 기능을 수행하여 네트워크로의 투명한 연결을 제공한다. AP는 무선 환경에서의 랜 허브를 말하며 표준 인터넷 백bone와 연결되며 종류에 따라 20~500m에 이르는 사용반경을 제공하고 1개의 AP는 구성 및 사용방법에 따라 수십 명의 사용자를 지원한다. 무선랜의 사용반경을 넓히는 작업은 AP의 추가를 통하여 비교적 손쉽게 이루어진다.

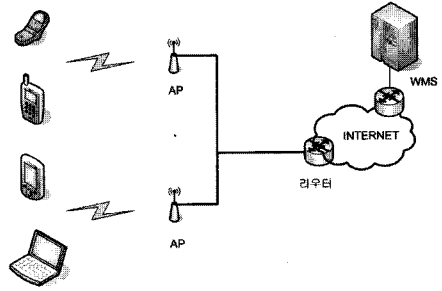


그림 5. 일반적 무선 랜의 구조  
Fig. 5. General Wireless LAN Structure

III. 구현 및 결과

3.1 실험 환경

3.1.1 H/W Platform

본 연구에서는 삼성의 S3C6400 CPU와 Windows Embedded CE 6.0을 이용하여 의료용 데이터 전송을 위한 플랫폼을 제작하였다. 그림 6은 ARM11 기반의 S3C6400 으로 제작한 플랫폼의 모습이다.

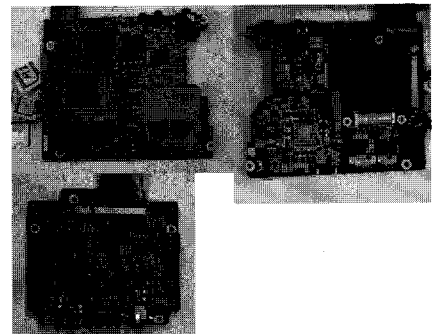


그림 6. S3C6400 하드웨어 플랫폼 전, 후면  
Fig. 6. The Front and Reverse side of S3C6400 Hardware Platform

64MByte의 모바일 DDR RAM 2개를 사용하였으며 1개의 플래쉬 메모리를 사용하였다. CPU 및 주변회로에 안정적인 전원 공급을 위해 PMIC(Power Management IC)를 사용하였고 확장을 위해 SD 메모리 슬롯 및 Bluetooth 모듈과 IR 모듈, USB 포트가 추가되었다. 8층의 PCB 기판이 사용되었으며 SMT(surface mount technology) 과정을 거쳤다. 그림 7은 Window Embedded CE 6.0을 포팅 하여 구동되는 모습이다.

### 3.1.2 ECG Module

본 실험에서 의료용 데이터를 전송하기 위해서 ECG 모듈을 선택하였다. ECG란 심박동의 주기 중에 일어나는 심장의 전기적 활동 상태를 전기적인 신호로 변환시켜 주는 것이다. 그림 8은 본 실험에서 사용된 ECG 모듈이다. ECG 데이터를 115200 bps의 UART 채널로 전송한다.

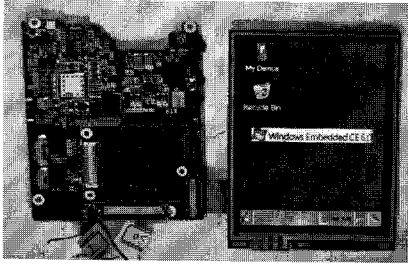


그림 7. Windows Embedded CE 6.0 구동 모습  
Fig. 7. Working with Windows Embedded CE 6.0

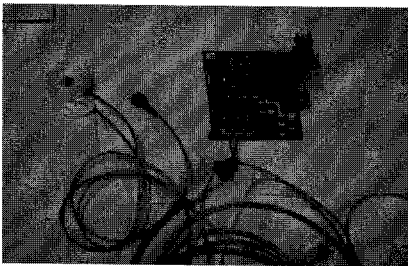


그림 8. ECG 모듈  
Fig. 8. ECG Module

### 3.2 실험 및 결과

Windows Embedded CE 6.0을 플랫폼에 포팅 한 후 무선 랜의 Drive를 설치한다. IP설정을 하고 AP를 탐색하여 연결시키고 ECG(Electrocardiogram) 모듈과 UART 채널로 연결한 후 Microsoft Visual studio 5.0에서 제작한 어플리케이션 프로그램을 실행시킨다. ECG 모듈에서는 심장의 활동에 의한 전기적 신호를 센싱 한 후 ADC (Analog Digital Converter)를 거쳐서 디지털라이즈 한 후 다음과 같은 데이터 포맷으로 만들어 UART 통신을 한다.

STX : Start of text (7Eh)

SIZE : Packet Size (from STX to DF[n])

OPCODE : Opcode(상위4bit)+DataType(하위4bit)

COUNT : 데이터카운트(DataType에 정의된 데이터 단위의 개수)

DF : 데이터필드

LRC : Longitudinal Redundancy Check (XOR-ed from STX to DF)

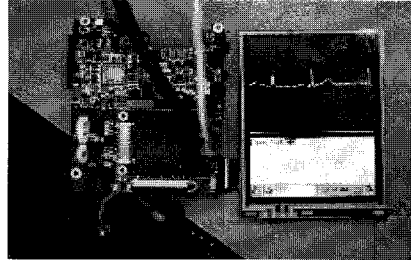


그림 9. 플랫폼에서 어플리케이션의 실행 모습  
Fig. 9. Application Working in Platform

그림 9는 어플리케이션 프로그램에서 ECG 데이터를 받아 데이터 부분을 파싱한 후 데이터의 샘플링 레이트에 맞춰 다시 그래픽으로 재배열한 후 디스플레이한 모습이다. ECG 데이터는 UART채널을 통해 플랫폼으로 들어온 후 어플리케이션 프로그램에서 디스플레이 하고 이 데이터들을 IP프로토콜에 맞춰 재 생성한 후 무선 랜을 통해 방출하게 된다. 이 데이터는 AP를 거쳐 서버 PC로 전송되게 된다. 서버 PC에서는 Visual C++ 을 이용하여 작성한 어플리케이션 프로그램을 통해 이 데이터를 다시 추출 하고 그래픽으로 재배열 하여 디스플레이 한다. 그림 10은 서버 PC에서 어플리케이션 프로그램을 통해 ECG 데이터가 디스플레이 되는 모습이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 ARM11플랫폼에서 수집되어진 데이터들이 무선 랜을 통해 서버 PC로 전송 되어진 것을 알 수 있다. 이 데이터들은 추후 진단이나 진료용으로 데이터베이스에 저장되어질 수 있을 것이다.

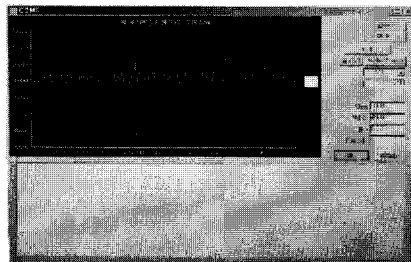


그림 10. 서버 PC에서 ECG 데이터가 디스플레이 되는 모습  
Fig. 10. Display ECG Data in Server PC Application

#### IV. 결론 및 고찰

본 논문에서는 의료용 데이터의 전송을 위한 S3C6400 플랫폼을 구현하고 802.11의 무선 네트워크를 이용하여 무선 의료용 데이터 전송을 위한 개인용 헬스 케어 모니터링 시스템의 구현에 관해 알아보았다. 이 시스템을 이용하여 병원이나 가정에서 무선으로 의료정보를 의사나 병원 서버로 실시간으로 전송할 수 있다. 그리고 의료 정보가 디지털화됨에 따라 그 정보내용이 다양화 되고 있으며 고화질의 의료영상 등 정보량 또한 급속하게 늘고 있다. 이에 많은 양의 데이터를 고속으로 처리하고 전송할 수 있는 고속의 ARM11 기반의 S3C6400의 플랫폼을 사용함으로써 이에 대응할 수 있게 되었다.

이 논문의 시스템에서는 ECG 의료 데이터를 S3C6400 플랫폼으로 받아 무선 랜으로 서버 PC로 전송하여 디스플레이 하였다. 여기서 제시한 S3C6400 플랫폼은 UART 이외에 SDIO와 USB OTG 등 확장성이 뛰어나 여러 의료 장치의 연결이 용이하다. 그리고 빠른 처리속도로 데이터를 처리할 수 있어 고화질의 의료영상 같은 대용량 데이터의 전송에 유리하며 추후 802.11n 등 고속 네트워크에 대응할 수 있다. 또한 포팅 된 Windows Embedded CE 6.0은 편리한 GUI(Graphical User Interface) 및 확장성이 뛰어난 어플리케이션 프로그램의 작성에 용이하다. 향후 연구에서는 현재 802.11g의 거리 및 전송속도의 한계를 뛰어넘은 802.11n을 이용하여 더욱 빠른 의료 대용량의 데이터의 실시간 전송이 가능할 것이라 생각된다.

여기서 제시한 플랫폼 및 시스템을 토대로 전송속도와 안정적인 센싱 기술을 이용한다면 병실에서 진료실까지 뿐 아니라 집이나 혹은 야외활동 중에도 개인의 건강을 실시간으로 모니터링 할 수 있고 나아가 진단 및 긴급 상황에 대처할 수 있는 U-health 환경의 구축에 이바지할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

[1] 유효준; 김영길 “SAW ID 리더 플랫폼 구현에 관한 연구”, 한국해양정보통신학회논문지, v.12, no.4, pp. 766-771, 2008년 4월

[2] 앤슬래쉬 닷컴, “Windows CE 프로그래밍”, 삼양출판사, 2002

[3] 이봉석 외 1명, “Windows CE 실전가이드”, 에이콘, 2006.5

[4] 전종영 “심전도의 단기완성”, 고려의학, 1996.5

[5] 한영재 “PXA270 기반의 무선 고속 Data 전송시스템 구현에 관한 연구”, 아주대 석사논문, 2007.2

[6] 고대수; 김영길 “UHF 대역 멀티밴드 멀티프로토콜 ubiquitous-ID 휴대형 리더기 시스템 구현”, 한국해양정보통신학회논문지, v.11, no.4, pp.707-713, 2007년 4월

[7] 유효준 “ARM11 기반의 SAW Sensor 리더 플랫폼에 관한 연구”, 아주대 석사논문, 2008.2

[8] Douglas Boling, “PROGRAMMING MICROSOFT WINDOWS CE.NET”, Microsoft Press, 2004.2

[9] Douglas Boling, “Programming Windows Embedded Ce 6.0 Developer Reference”, Microsoft Press, 2007.10

[10] MicroSoft, “Overview of Windows Embedded CE Development”, Retrieved on 14 November 2007 from <http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/aa924098.aspx>

[11] MicroSoft, “Windows Embedded CE Architecture”, Retrieved on 14 November 2007 from <http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/aa924061.aspx>

[12] Steve Furber, “ARM System-on-Chip Architecture”, Addison-Wesley, 2000

[13] SAMSUNG, “S3C6400X User’s Manual Preliminary Rev0.2”, 2008

[14] [www.arm.com](http://www.arm.com)

[15] [www.ieee.org](http://www.ieee.org)

#### 저자소개

서재길 (Jae-Gil S대)



2004년 아주대 전자공학부(공학사)  
2008년 아주대 전자공학과(공학석사)  
2008 ~ 현재 아주대 전자공학과 박사과정

※관심분야 : 멀티미디어 통신, 임베디드, 의료영상, 차세대 무선 네트워크

김영길 (Young-Kil Kim)



1978년 고려대 전자공학과(공학사)  
1980년 한국과학기술원 전자공학과(공학석사)  
1984년 E.N.S.T(프) 전자공학과(공학박사)

1984년 ~ 현재 아주대 전자공학과 정교수  
※관심분야 : 멀티미디어 통신, 임베디드, RFID, 차세대 무선 네트워크, 초음파 의료기기