
UHF 대역 멀티밴드 멀티프로토콜 ubiquitous-ID 휴대형 리더기 시스템 구현

고대수* · 김영길*

Implementation of UHF Multi-band Multi-protocol u-ID Mobile Reader System

Dae-Soo Ko* · Young-Kil Kim*

이 논문은 2006년도 유비쿼터스 사업단의 연구비를 지원받았음

요 약

본 논문은 RFID 기술에서 있어, 유통 및 물류 분야에서 주로 사용되는 860MHz 에서 960MHz 사이의 UHF 전 대역 중 사용하는 주파수 대역을 소프트웨어적으로 쉽게 조정이 가능하고, EPC Class 1 Gen 1, Class 1 Gen 2, ISO 18000-6A/B 그리고 ISO 18000-6C 와 같은 다양한 TAG 프로토콜을 동시에 인식하는 UHF 멀티밴드 멀티프로토콜 ubiquitous-ID 휴대형 리더기 시스템을 구현한다.

ABSTRACT

This paper implements a RFID multi-band multi-protocol reader platform, possible to select one of the UHF bands used in particular for distribution system in RFID, that is, from 860MHz to 960MHz, through programmable configuration. It also enables implemented platform in this paper to recognize many kinds of TAG protocol, such as EPC Class 1 GEN1, Class 1 Gen2, ISO 18000-6A, B and C.

키워드

RFID, UHF, Multi-band, Multi-protocol, ubiquitous-ID, mobile

I. 서론

디지털 컨버전스와 유비쿼터스라는 현재 사회진반을 주도하고 있는 획기적인 패러다임 아래, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 핵심 기술인 RFID는 이미 국가 전반에 걸쳐 학계뿐만이 아니라, 기업, 더 나아가 정부차원의 많은 연구를 통해 원천 기술에 대한 제안들과 그에 따른 개발 및 적용 사례들이 많이 발표되고 있다.[8]

각 기업들 또한 차세대 유비쿼터스 핵심 기술들 개발에 많은 경영 자본을 투자하여, RFID를 비롯한 DMB(Digital Multimedia Broadcasting), Wibro (Wireless Broadband Internet), BcN (Broad Convergence Network) 등 다양한 차세대 무선 네트워크 서비스를 통한 비즈니스 모델 수립에 경쟁적으로 진출하고 있다.

하지만, RFID 기술에 있어 세계는 그 사용 UHF 주파수 대역 및 TAG의 종류에 따라 크게 유럽, 일본, 미국으

로 나누어지는데, 이는 여전히 RFID의 UHF 주파수 대역에 대한 주파수 통합에 대한 필요성을 불러일으키고 있다. 또한, RFID 기술의 고가의 도입 비용의 최소화를 고려할 때, RFID 기술을 통해 수집된 TAG 데이터의 공유에 대한 필요성 역시 증가하고 있다.

현재 사용되고 있는 휴대형 RFID 리더기는 주파수 대역이 미국이나 한국 등 특정 대역기준의 특정 프로토콜만을 지원하여, 특정 전대역을 포괄하는 멀티밴드 기능을 지원하지 못하고 있다. 따라서, 시스템의 적용환경이 달라질 경우 특히 안테나의 인식범위에 있어서 한계를 가진다. 그러므로 860MHz에서 960MHz사이의 UHF 대역의 전대역과 EPC Global Class 1 GEN1, Class1 Gen2, ISO 18000-6A/B 등과 같은 다양한 TAG 프로토콜을 동시에 지원하며, 디지털 컨버전스에 맞게 무선 인터페이스들을 기반으로 하여 다양하게 멀티미디어 기능들을 지원하는 휴대형 RFID 리더기 시스템의 개발이 무엇보다 시급한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 위에서 제기된 현재 상용 리더기들의 적용을 보다 확대하고, 기술 개발의 시기적 필요성에 부응하고자, Intel사의 PXA270 processor 로 다양한 멀티미디어 통신을 지원하는 초저전력 고성능 Bulverde H/W 플랫폼을 기반으로 하여, UHF 대역 멀티밴드 멀티프로토콜 휴대형 리더기 시스템을 구현한다.

II. RFID 시스템의 이해

2.1 RFID 시스템

그림 1의 RFID는 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술로서, RF 신호를 이용하여 무선으로 TAG의 ID를 고속 인식하고, 인식한 TAG ID에 따라 해당 서버로부터 ID에 해당되는 고유한 정보를 전송받는 시스템이다. [1]

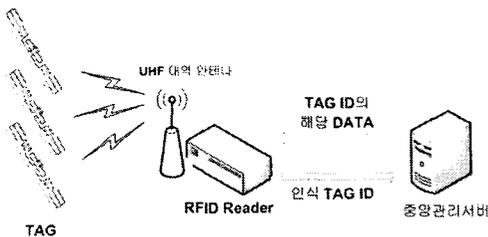


그림 1. RFID 시스템 구성도
Fig. 1. RFID System

2.2 RFID 사용 주파수 대역

RFID 시스템에서는 표 1에서 볼 수 있듯이, 크게 5개의 주파수 대역으로 125.134.KHz의 저주파에서 860MHz에서 960MHz사이의 UHF (Ultra High Frequency) 대역을 비롯하여, 2.4GHz 주파수 영역이 사용되고 있다. 각 사용되는 주파수 대역에 따라, 주로 인식 속도, 환경에 대한 영향도, 태그 크기 등 특성들을 통해 그 적용 분야를 달리 하고 있다.

RFID 기술의 물류 및 유통분야에 대한 적용에 있어서, 반도체 기술을 통해 초저가 대량생산이 가능하며 고속인식이 가능한 860MHz ~ 960MHz의 UHF 주파수 대역이 각광을 받고 있다. [3]

표 1. RFID 주파수별 특징
Table 1. the features of RFID Frequencies

주파수	저주파	고주파	국초단파	마이크로파
	125.134㎐	13.56㎐	433.92㎐	860-960㎐
인식 거리	60 Cm 미만	60Cm 까지	-50~100m	-3.5~10m -1m 이내
일반 특성	• 비교적 고가 • 환경에 의한 성능 저하가 거의 없음	• 저주파보다 저가 • 짧은 인식거리와 대용 태그 인식에 특함 • 동요한 환경 분야에 적합	• 전 인식거리 • 실시간 추적 및 컨테이너 내부 속도, 용적 등 환경 선정	• RFID 기술 발달로 가장 저가로 생산 가능 • 다중 태그 인식 거리와 성능이 가장 뛰어난 • 900㎐ 대역 태그로 유사한 특성 • 환경의 영향을 가장 많이 받음
용량 방식	• 수동형	• 수동형	• 능동형	• 능동수동형 • 능동수동형
적용 분야	• 동성 자동차 • 출입 통제/고안 • 동물 관리	• 수확물 관리 • 대역 물품 관리 • 교통카드 • 출입 통제/보안	• 컨테이너 관리 • 실시간 위치 추적	• 공공물 관리 • 지류 동행용 장수 • 위조 방지
인식 속도			저속	고속
환경 영향			강함	약함
태그 크기			대형	소형

자료 : ETRI, 2003

하지만, 표 2에서처럼 같은 UHF 대역에서도 UHF 대역 초반의 860MHz 대역을 사용하는 EU, 900MHz 대역의 미국, 마지막으로 UHF 대역의 후반인 960MHz 대역을 사용하는 일본으로 각 국가 및 지역별로 그 사용대역이 다르다. 한국은 908.5MHz~914MHz 대역이 기술기준으로 공식되었다.[4]

표 2. 국가별 UHF RFID 주파수 분배
Table 2. National Frequency Distributions in RFID UHF Band

국가/지역	UHF RFID 주파수 분배 현황	최대출력제한 (ERP)
미국	902 - 928 MHz	4 W (EIRP)
EU	868 - 870 MHz	500 mW
중국	918 - 926 MHz	1 W (EIRP)
브루나이	868 - 869 MHz, 923 - 925 MHz	500mW, 2W
홍콩	965 - 968 MHz, 920 - 925 MHz	2W, 4W
인도네시아	888 - 889 MHz(간헐), 923 - 925 MHz(간헐)	500mW, 2W
한국*	433.8 - 434.1 MHz, 908.5 - 914 MHz	..
일본	962 - 964 MHz**	..
말레이시아	902 - 928 MHz, 902 - 928 MHz	50mW
싱가포르	902 - 928 MHz	500mW, 2W

2.3 RFID TAG protocol

RFID 기술에 사용되는 TAG protocol에 대한 세계 표준화는 두 기관에 의해서 주로 추진되고 있다. 첫째, 국제 표준화 기구인 ISO와 국제 전기 기술 위원회 IEC의 ISO/IEC에 의한 추진과 둘째, MIT Auto-ID 센터를 중심으로 설립되어 기존의 바코드 체계를 활용하는 방안으로, 미국 별도의 표준을 제정한 EPC Global에 의해 추진되고 있다. [5]

표 3. ISO/IEC 표준화 추진상황
Table 3. the Standard of ISO/IEC

그룹명	ISO/IEC	주요명	표준화 개요
Data 구조 표준	15691	Tag Commands	접촉식 태그용 무선 리더와의 명령어에 데이터 형식 규약.
	15692	Data Syntax	리더에 표시할 데이터의 Tag 데이터의 규격.
Tag 식별자	15963	Tag 식별자	각각 Unique ID를 갖는 수송할 수 있는 체계 규정.
Air Interface (복합)	18000-1	Generic Parameters	통신방법, 전송 용량의 상하연속 기술구조상 제안 표준화가 필요한 관련IC의 규격.
	19000-2	below 135MHz	직접 디지털로 개발되는 type A/B의 두가지 사양 형태. 하나는 type A/B의 Tag에 모두 호환 가능.
	19000-3	13.56MHz	모든 IC의 두가지 사양으로 모든 IC 카드 규격 (ISO/IEC 15693)에 Tag의 사용의 용량 및 위치의 condition을 추가하고 있고, 모든 Tag(Tag File)에 대한 SMC Access의 제한을 없애고도 특징하고 고속으로 전송을 가능.
	19000-4	2.45GHz	모든 IC가 있고, 모든 IC(Interface) 규격은 ISO-9000 방식에 적용하고 있고, Passive 방식으로 전송영역은 1000m 이하 정도. 모든 IC(Station)의 Tag에 대한 Active-Off(이동) 전송기능이 가능하게 하였다.
	19000-5	5.8GHz	이 Free가 포함된 Passive 방식, 주로 목격자의 방대한에 (750m의 전송능력) 호환이 가능.
	19000-6	UHF 800~960MHz	Philips, TI, Infineon, TSC 등 5개사제 공동으로 제안된 것으로 유럽과 북미 시장 널리 적용할 것으로 전망.
	19000-7	UHF 430MHz (공용형)	SAR이 가장 낮은 것으로 Active Tag에 호환 가능하다. 전송 용량은 100m의 원거리 가능.
표준기능	TR19001	Application 요구사항	RFID 시스템 적용조건을 명시할 것으로 생각된다.

표 4. EPC Global 표준화 추진상황
Table 4. the Standard of EPC Global

Activity	Standard	Status
Object Exchange	UHF Class 0 Gen 1 RF Protocol	(Note 4, Below)
	UHF Class 1 Gen 1 RF Protocol	(Note 4, Below)
	HF Class 1 Gen 1 Tag Protocol	(Note 5, Below)
	UHF Class 1 Gen 2 Tag Protocol	Ratified
Infrastructure	HF Tag Data Specifications	Ratified
	Reader Protocol	In Development
	Reader Management	In Development
	Tag Data Transmission	In Development
	Application Level Interface(ALLI)	In Development
	HFCS Capture Interface	In Development
	HFCS Data Specifications	In Development
Data Exchange	HFCS Query Interface	In Development
	ONS	In Development
	HFCS Recovery	TR1 (Note 3)
	Subscriber Authentication	TR1 (Note 3)

앞의 표 3과 표 4에서 볼 수 있듯이 UHF 대역에 해당되는 TAG protocol의 표준화인 ISO/IEC의 ISO 18000-6A/B와 EPC Global의 EPC Class1 GEN1, Class1 Gen2로 각각 두 국제 표준으로 추진되고 있는 상황이다. [9]

III. PXA270기반 Bulverde Platform

Intel은 기존의 PXA255 XScale processor에 보다 강화된 3가지 핵심 멀티미디어 기술을 추가하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 휴대형 단말기로 최적화된 일명 코드네임 'Bulverde'의 PXA270 processor를 출시하였다. 추가된 멀티미디어 기술들은 각각 Wireless MMX, Wireless Speed Step을 지원하며, quick capture interface를 통해 카메라 접속을 편리하게 한다. 그 외 memorychip이 통합된 multi-chip 기술과 USB Host, SDIO (Secure Digital Input Output) controller 등을 내장하고 있다. [7]

본 Bulverde 플랫폼에서는 이 Wireless Speed Step 기술을 위해 PMIC(Power Management IC)를 사용하여 저전력 설계를 가능하게 하였다.

아래 그림 3은 PMIC를 구성한 회로도이며, 그림 4에서 볼 수 있듯이 실제 PMIC MAX1586A를 통해 실제 플랫폼에서 power management를 구현하였다. [10][11]

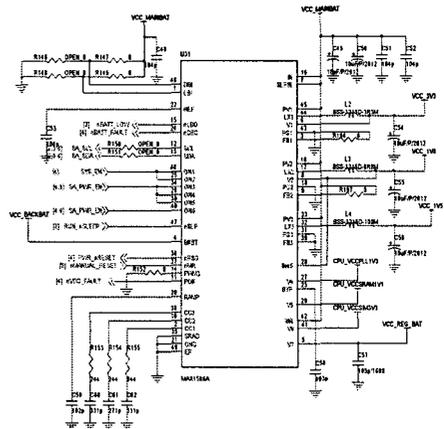


그림 3. PMIC 회로 설계도
Fig. 3. the design of PMIC circuit

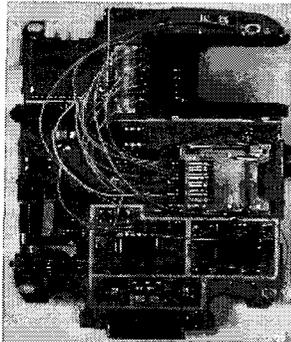


그림 4. PMIC 부분 회로
Fig. 4. the Circuit of PMIC Part

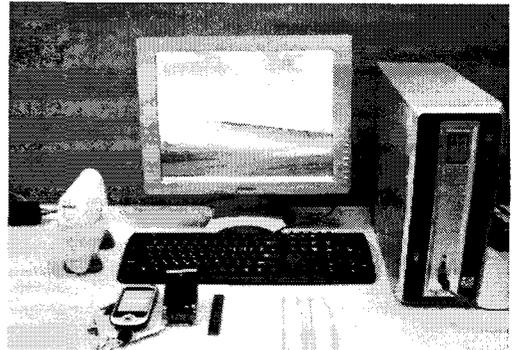


그림 6. RFID Reader Platform 구현
Fig. 6. Implementation of uID Reader System

IV. UHF 멀티밴드 멀티프로토콜 uID 휴대용 리더기 시스템 구현

그림 5에서 uID 리더기 시스템 플랫폼은 고속 멀티미디어 통신을 지원하는 초저전력 마이크로프로세서 PXA270을 기반으로 하는 휴대형 Bulverde Platform을 이용하여 구성하였다. 이 플랫폼은 소프트웨어적으로 UHF 주파수 대역을 설정하고, multi TAG protocol을 동시에 지원하며, 다양한 유무선 인터페이스들을 통하여 서버에 접속이 가능하다. 하지만, 유비쿼터스 환경에서의 플랫폼 사용을 고려하여 멀티미디어 통신에 있어서 고용량 데이터를 고속으로 전송할 수 있도록 해주는 WLAN(802.11.g)을 주 인터페이스로 AP를 통하여 서버에 접속토록 한다. 전송하기 위한 프로토콜은 TCP/IP를 사용한다. 그림 6은 실제 구현된 UHF 대역 멀티밴드 멀티프로토콜 리더기 시스템이다. [2][6][12]

4.1 휴대형 Bulverde Platform의 개발

그림 7에서와 같이 일반 PDA와 유사한 크기의 WinCE.Net 5.0을 포팅한 PXA270기반의 휴대형 Bulverde Platform을 개발하였다.

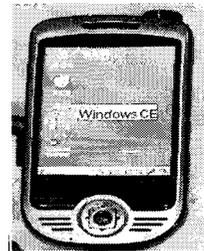


그림 7. 휴대형 Bulverde Platform
Fig. 7. Mobile Bulverde Platform

플랫폼은 표 5와 같은 세부 사양을 갖는다.[12]

표 5. Bulverde 플랫폼 세부 사양도
Table 5. the Specification of Bulverde Platform

구성	세부사양
CPU	PXA270 (500Mhz)
Flash	Intel Strata Flash (64Mbyte)
SDRAM	Samsung K4M51163 (64Mbyte)
I/F	유선 : UART, USB 무선 : Bluetooth, WLAN(802.11.g)
LCD	16비트 컬러 320*240 TFT
Audio	WM9712

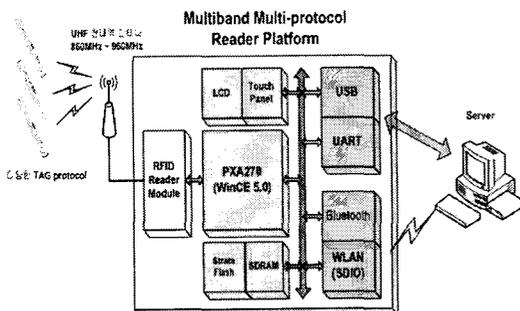


그림 5. uID Reader Platform 블록도
Fig. 5. the block diagram of uID Reader System

4.2 RF module

그림 8은 본 논문에서 사용한 Skyetek사의 M9-MH-24 모듈로 860MHz에서 960MHz 사이의 UHF 전 대역을 지원한다. 휴대형 단말기를 위해 개발된 소형 모듈로서 Anti-Collision과 Dense Reader mode를 지원하며, 모듈의 자세한 사양은 표 6과 같다.

표 6. Skyetek M9 모듈 세부 사양도
Table 6. the Specification of Skyetek M9 module

구 성	세 부 사 양
Frequency	862 ~ 955 MHz
Power	Input Voltage Range : -0.5 ~ 5.5V Current : 1A RF output power : 0.5 W
Current Consumption	Sleep : 5mA Idle : 170mA Scan : 250mA @ 5 dBm 850mA @ 27dBm
Host I/F	RS-232 : 9.6 ~ 115.2kbps SPI : Mode 1 up to 4 Mbs USB : 2.0 Full Speed 12Mbs
Protocol	EPC C1G1 EPC C1G2 / ISO 18000 - 6C ISO18000 - 6B
Supply Voltage	3.3 ~ 5V
Dimension	59mm(L) * 36mm(W) * 7mm(H)

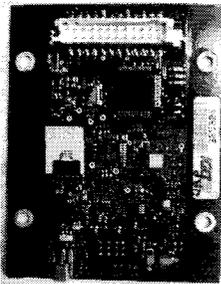


그림 8. Skyetek RF module
Fig 8. RF module of Skyetek

4.3. 실험 결과

개발한 플랫폼에서 임의로 제작한 물류에 다양한 프로토콜의 TAG를 부착하였다. 모듈은 Inventory 모드로서 설정되어 지원가능한 모든 TAG 프로토콜에 대한 인식을 시도, 결과 각기 다른 종류의 TAG 프로토콜을 모두

인식하고 인식한 TAG ID를 디스플레이 해주고 있다. 그림 9의 수신된 데이터의 8100은 Class 1 Gen1, 8200은 Class 1 Gen 2, 8300은 ISO 18000-6B로 인식된 TAG의 프로토콜 종류를 나타낸다.

ISO, EPC 표준 TAG들을 가지고 측정 실험의 결과, TAG protocol에 따라 최대 인식 거리 30cm 이내에서 약간의 인식거리 차이를 가진다. 하지만, 본 플랫폼에서 사용된 안테나의 경우 휴대용 플랫폼을 목적으로 하여 소형으로 제작하였기 때문에 20cm 내외의 인식거리를 보이며, 인식 성공률은 90% 정도로 높은 수준이다. 하지만, 아래와 같이 태그 프로토콜에 따라 인식을 및 인식거리에 있어 차이가 나타났다.

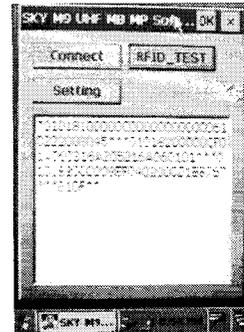


그림 9. uID Software
Fig 9. uID Software

표 7. 실험 결과 1 ; 각 Tag별 protocol
Table 7. the result of the experiment with each protocol

Protocol type	C1G1	C1G2	18000-6B
최대인식거리	20.5	19.7	18.5
평균인식거리	16.4	17.4	15.8
성공 회수	47/50	46/50	43/50
인식 성공률	94 %	92 %	86 %

(단위 cm)

표 8. 실험 결과 2 ; Multi protocol
Table 8. the result of the experiment for multi protocol

Multi Protocol	
최대인식거리	17.5
평균인식거리	12.2
성공 회수	42/50
인식 성공률	84 %

(단위 cm)

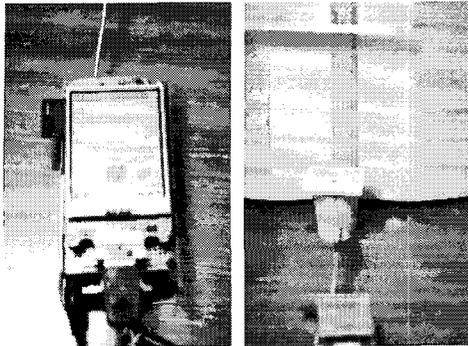


그림 10. 실험 수행
Fig. 10. Making the experiments

V. 결론

한 RFID 협회의 조사 보고에 따르면 현재 RFID 시장은 향후 폭넓은 사업 분야로의 확대로 1조원 이상의 규모로 성장을 전망하고 있다.

또한, 최근 두 세계 표준화 기구는 TAG ID의 공유성에 대해서 EPC Global Class 1 Gen2 protocol을 기본으로 하여 ISO/IEC의 표준을 지원하는 체계인 새로운 표준 체계 ISO 18000-6C type을 제정됨에 따라, RFID 시장에 대한 전망은 더욱 밝을 것이라고 추정된다.

본 연구에서 구현한 통합적인 RFID 시스템 플랫폼은 이러한 시대적 조류에 맞게 고가의 RFID 시스템 도입 비용 문제를 해결하고, 시스템의 복잡성을 단순화하는 방안이 되리라고 본다. 아울러, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 다양한 멀티미디어 기능을 수행하는 저전력 휴대형 단말기 플랫폼 개발에 있어서도 도움이 되리라고 본다.

하지만 멀티프로토콜에 따른 동시 인식률의 향상과 TAG의 인식거리 개선에 관한 점은 여전히 해결해야 할 과제로 남는다. 향후 휴대형 단말기 플랫폼 개발에 있어서 개선점을 보완할 수 있는 연구가 더욱 이루어져야 할 것이다. 또한 안테나 성능 향상에 관하여 보다 더 효율적인 Circular-Polarization을 갖는 안테나 설계 등을 통하여서 보다 뛰어난 성능의 리더기 구현이 이루어지리라 본다.

참고문헌

- [1] Klaus Finkenzeller, "RFID Handbook Second Edition : Fundamental and Applications in Contactless Smart Card and Identifications", John Wiley & Sons, pp. 1-28, 2003
- [2] API Wireless Forum, 2005. 3
- [3] 박정현, "RFID 기술 수준과 도입 사례", 전자통신동향분석, 제 21권 제 3호, 2006. 6
- [4] 기술표준원, "RFID 기술 및 표준화 동향", 기술표준동향, 2004.12
- [5] 유승화, "유비쿼터스 사회의 RFID", 전자신문사
- [6] 백수열, "Wireless LAN을 이용한 RFID 데이터 전송 시스템 구현", 한국해양정보통신학회, Vol.8 No.1, pp. 41-44, 2004
- [7] www.intel.com
- [8] www.rfid.org
- [9] EPCglobal, "The EPCglobal Framework Architecture", Retrieved on 10 Sep. 2006 <http://www.epcglobalinc.org/standards/Final-epcglobal-arch-20050701.pdf>
- [10] Intel, "Intel(R) PXA270 Processor Electrical, Mechanical and Thermal Specification", Retrieved on 15 September 2006 from <http://www.intel.com/design/pca/applicationsprocessors/datashts/280002.htm>
- [11] Intel, "Intel(R) PXA270 Processor For Embedded Computing Product Brief, Retrieved on 15 September 2006 from <http://www.intel.com/design/embeddedpca/applicationsprocessors/302302pb.htm>
- [12] 김병철 외 공역, "TCP/IP 프로토콜", McGraw · Hill, 2005

저자소개



고 대 수(Dae-Soo Ko)

2004년 아주대 전자공학과 (공학사)
2004년 ~ 현재 아주대 전자공학과 석사
과정

※ 관심분야 : 멀티미디어 통신, Embedded System,
RFID/USN, 차세대 무선 네트워크



김 영 길(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, Embedded, RFID, 차세대
무선 네트워크, 초음파 의료기기