



표준화 동향

# 초근접 초고속 무선통신 기술 개발 및 표준화 동향



김원종·이형호 (한국전자통신연구원)

---

목 차 »

1. 서 론
2. 초근접 초고속 무선통신 기술 개발 동향
3. 초근접 초고속 무선통신 기술 표준화 동향
4. 결 론

---

## 1. 서 론

최근 스마트폰, 태블릿 PC 등의 개인용 휴대단말을 이용한 다양한 개인화 서비스가 적용되고 있으며, 이를 지원하기 위해 모바일 단말용 스마트카드, IC카드, RFID (Radio Frequency IDentification), NFC (Near Field Communication) 등과 같은 비접촉식 초근접 무선전송 기술이 개발되고는 있으나, 전송속도의 제한으로 보안, 결제 등과 같은 서비스에 적용되고 있다.

초고해상도 카메라의 기본내장, 스마트폰 보급에 따른 통신 사업자의 LTE, 4G, Wi-Fi 등 액세스 네트워크 투자, 모바일 오피스 또는 스마트 오피스의 보급 등으로 모바일 단말에 저장되는 멀티미디어 콘텐츠가 증가하고 있으며, 이를 가정 또는 사무실에서 다른 모바일 단말, 대형 디스플레이,

레이, 컴퓨터 등으로 전송(또는 수신)하고자 하는 수요가 증가하고 있다. 이를 위해서 현재 대부분의 WLAN 또는 WPAN 광대역 무선통신 기술은 기기 간 연결을 위해 일정한 네트워크 접속 절차가 필요하여 사용자가 원하는 순간에 직관적이고 즉각적인 서비스 제공이 어려운 문제가 있다. 이렇게 복잡성이 크게 증가하고 있는 최신 개인용 무선 멀티미디어 기기의 사용 편리성을 극대화시킴으로써 단말의 부가가치를 높일 수 있는 기술이 필요하다. 디지털 카메라, 캠코더 등의 전용 멀티미디어 기기도 TV, PC 또는 프린터 등의 장치와 대용량 데이터의 공유/이동 필요성이 있으므로 멀티미디어 기기의 효율적인 외부 인터페이스에 대한 요구가 증가하고 있다.

이러한 문제의 해결을 위해 소니에서는 초근접 거리에서 광대역 데이터 전송이 가능한 TransferJet 규격을 개발하였다. 국내에서도 초광대역(UWB: Ultra Wide band) 기술을 NFC와 결합하여 초근접 초고속 무선통신(Ultra high-speed) 기술 개발을 시도하고 있다.

---

\* 본 원고는 지식경제부 부품소재기술개발사업 “P2P 멀티미디어 서비스를 위한 초근접 초고속 무선통신용 1Gbps급 모뎀 칩 및 안테나(커플러) 개발” 과제의 연구결과임



(그림 1) 초근접 초고속 무선통신의 응용 예

<표 1> 초근접 초고속 무선통신의 응용 종류별 활용방법

응용 종류	내용
Device-to-Device	두 단말기를 서로 근접시키면, 대용량의 파일을 초고속으로 상호 교환
Device-to-Kiosk	단말기를 키오스크에 가까이 가져가면, 키오스크에 있는 행사 정보나, 음악 파일, 비디오 파일들을 손쉽게 빠르게 다운로드
Device-to-TV	단말기를 TV 에 가까이 가져가면, 단말기의 멀티미디어 파일들을 TV에 전송 및 사용
Device-to-PC	단말기를 PC 에 가까이 가져가면, 단말기의 멀티미디어 파일들을 PC 에 백업하거나, PC에 있는 멀티미디어 파일들을 손쉽게 단말기에 저장

(그림 1)은 UNFC 기술을 응용하여 제품에 적용할 수 있는 예를 든 것이다.

이 기술은 편의성이라는 무선 통신이 가진 장점 외에도 초근접을 통해 보안 유지가 가능하며,

초고속을 통해 동영상 등의 실시간 전송이 가능하다는 점에서 혁신적이다. 응용사례 별로 활용상의 장점을 정리하면 <표 1>과 같다.

본고에서는 이러한 초근접 초고속 무선통신 기술개발 동향과 표준화 동향을 살펴보고자 한다.

## 2. 초근접 초고속 무선통신 기술 개발 동향

초근접 초고속 무선통신 기술은 초근접 무선통신 기술인 RFID와 NFC 기술에서 시작된다. 이는 근접한 거리에서 인증 및 결제의 수단으로 사용되고 있으며, 여기에 대용량 데이터 전송에 대한 요구가 추가되면서 UWB 기술이 주목된 것이다. 초근접 및 초고속 각각의 기술 개발 동향과 초근접 초고속 무선통신 기술 개발 동향을 살펴보고자 한다.

먼저 각 기술에 대한 기업들의 기술 개발 동향을 요약하면 <표 2>와 같으며, <표 3>은 관련 기술들의 특징을 요약한 것이다.

<표 2> 관련 기업들의 기술 개발 동향

기업명	특징 및 적용사례	관련기술
Samsung LSI	- UWB Chip 개발완료(Alereon UWB IP 사용)	UWB
Wisair	- UWB Chip 개발완료(BG1 support only) - Wireless PC to TV 제품 시장출시	UWB
AMIMON	- WHDI Chip 개발완료 - HP, ASUS등에 외장형 HDMI Box 공급	WHDI
SiBEAM	- 60GHz 밀리미터파 개발완료 - LG전자 무선 TV에 적용되었으나 조기단종	60GHz
NXP	- NFC 1위, 무선주파수 ID 1위, 자동차 무선통신 1위, NFC시장의 80% 이상 점유	NFC Chip
Inside Contactless	- 지불, 운송, 신원확인, 출입제어 등을 위한 차세대 어플리케이션을 지원하는 개방형 표준 비접촉식 지불과 NFC 반도체 및 SW분야의 세계적인 선도 업체	NFC Chip
STMicroelectronics	- 비접촉식 칩 선도업체로 NFC 컨트롤러, NFC SIM, 임베디드 보안칩 제조, 솔루션 통합형 제품	NFC Chip
Broadcom	- NFC 업체인 이노비전 인수를 통하여 NFC 시장 공략	NFC Chip
삼성전자	- NFC 컨트롤러 개발 완료, 휴대폰 탑재	NFC Chip
엠펙비전	- NFC 컨트롤러를 개발했다고 발표	NFC Chip
쓰리에이로직스	- NFC 컨트롤러 개발완료	NFC Chip

〈표 3〉 관련 유사 기술의 특성 비교

비교 항목	NFC/RFID	WUSB(UWB)	Sony TransferJet	UNFC
주파수 대역	13,56MHz	UWB(3.1~10.6GHz)	4.48GHz 대역	UWB(3.1~10.6GHz)
주파수 사용방식	Narrow-band	Multi-band UWB	Single-band UWB	Single-band UWB
최대 전송 속도	0.848Mbps	480Mbps/1Gbps	560Mbps	1Gbps
전송 거리	<20cm	10m	3cm	5 cm
네트워크 유형	P2P	P2MP	P2P	P2P
네트워크 접속 절차	간단	복잡	간단	간단
네트워크 보안 확보	간단(초근접)	복잡(전용기술)	간단(초근접)	간단(초근접)
인터페이스	-	USB	-	USB, 메모리/병렬 인터페이스
주요 서비스	모바일 결제, 단순 정보	데이터, 멀티미디어	데이터/멀티미디어+ NFC	데이터/멀티미디어+ NFC

〈표 4〉 국내외 NFC 관련 주요업체 동향

구 분	내 용
KT	NFC에 가장 적극적인 사업자 NFC를 탑재한 삼성전자의 휴대폰 출시 GS25와 GS주유소, 던킨 도너츠 등에서 NFC 결제를 지원하는 '쇼터치' 서비스를 시작 결제와 교통카드 기능을 중심으로 서비스 제공
SKT	2011년 출시된 휴대폰부터 NFC 기능 탑재 코엑스에 NFC로 모바일 신용카드 결제 및 다양한 쇼핑 정보를 제공하는 구역인 '모바일커머스존'을 구축
LG U+	NFC 단말기를 출시해 결제, 도어락 등으로 서비스 범위를 넓혀 나갈 예정
Nokia	2011년 출시된 스마트폰부터 NFC 내장 NFC 탑재 블루투스 헤드셋 및 스피커 출시
ISIS	AT&T, Verizon Wireless, T Mobile USA 등 미국 3대 이동통신사업자들이 NFC 기반의 모바일 지급 결제 시스템을 위한 조인트 벤처설립
Broadcom	2010년 영국 NFC 전문 업체 이노비전을 인수 2012년 12월 NFC, 블루투스, WiFi, FM 기술 등이 통합된 쿼드콤보 칩을 발표
VISA	NFC를 이용한 새로운 결제 시스템을 스마트폰에 도입
Apple	최근 모바일 결제 관련 특허 출원 NFC 전문가인 Benjamin Vigier 영입하면서, 아이폰5에 NFC가 내장될 것이라고 예상되었으나 아직 내장되지 않고 있음
Google	Android 2.3 버전부터 NFC를 지원 NFC 결제서비스 '구글 월렛' 개발

## 2.1 초근접 무선통신 기술 개발동향:

### NFC, RFID

대표적인 초근접 무선통신 기술에는 바코드의 진화된 형태로 전자태그라 불리는 RFID가 있다. 이는 125.134KHz, 13.56MHz, 433.92MHz, 860~960MHz, 2.45GHz 등의 다양한 주파수 대역에서 전계 유도에 의한 P2P 무선접속을 통해 수

십 cm~수십 m의 서비스 거리를 제공할 수 있으나, 전송속도가 수십 kbps에 불과한 단방향 데이터 통신 기술로 양방향 멀티미디어 데이터 전송에는 적합하지 않기 때문에 주로 출입통제, 물류 관리, 스마트(교통) 카드 등 물건이나 사람을 식별하는 용도로 사용되고 있다.

RFID의 일종인 NFC는 노키아와 필립스 및 소니가 2004년에 NFC Forum을 구성하여 개발한

규격이다<sup>[1]</sup>. RFID와 달리 13.56MHz의 주파수 대역에서 약 1 Mbps의 전송속도로 양방향 데이터 통신이 가능하며, 최근 다양한 스마트폰에 유심(USIM) 형태로 적용되어 전자 지갑으로 사용되고 있다. 향후 그 응용분야와 시장규모가 급격히 증가할 것으로 전망된다. 그러나 실제적으로는 대부분이 수백 kbps에서 동작하고 peak 속도가 대략 424kbps에서 동작되는 것으로 파악된다. 그리고 소니와 NXP는 모바일 전자결제용 반도체 회사(Moversa)를 설립하여 소니의 Felica와 NXP의 MiFare를 통합 지원하는 칩셋을 개발하였으며 모토로라, 노키아 등에서는 NFC 기술을 탑재한 휴대폰을 개발하고 있다. 또한 Qualcomm과 Broadcom에서도 전자상거래 같은 응용분야에서 적은 양의 데이터를 보내는데 사용될 칩셋을 개발하여 판매할 것으로 예상된다. ABI Research에 따르면 '12년까지 4억 1,900만개 이상의 NFC 칩셋이 공급된 것으로 추정되며 총 시장 규모는 4억 600만 불에 이를 것으로 전망된다.

국내에서는 삼성전자, LG전자, 팬택 등의 모바일 제조업체들과 SK텔레콤, KT 등 이동 통신서비스회사들이 경쟁적으로 RFID 기술을 휴대폰 기기나 서비스에 접목하고자 노력하고 있으며 세계 어디서나 결제 가능한 NFC폰 개발에 주력하고 있다. 국내의 NFC 관련 주요업체들을 <표 4>에 소개하였다.

## 2.2 초고속 무선통신 기술 개발동향:

### WUSB, UWB

WUSB (Wireless USB) 방식은 USB Hub처럼 127 개의 디바이스들이 연결되었을 때도 동작되는 Point-to-Multipoint 통신 방법이다. 이러한 방식의 장점으로는 기존의 USB 기반의 인터페이스 응용 소프트웨어를 사용할 수 있다는 장점이 있

으나, Point-to-Multipoint 프로토콜이기 때문에 접속이 복잡하고 상대적으로 대기시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

근거리에서 초고속 무선통신을 위한 2.4/5GHz 대역 기술로 IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac, WHDI (Wireless Home Digital Interface) 등이 있다. WHDI는 삼성, LG, 소니, 모토로라 등으로 구성된 WHDI 컨소시엄에서 개발한 규격으로 약 30m 이내의 TV와 컴퓨터 사이에서 1/1000초 이내의 지연시간으로 약 3Gbps의 비압축 영상 데이터를 전송할 수 있는 스펙을 가지고 있으나, 소비전력이 너무 많아서 휴대용 단말기에는 사용할 수 없고 주파수 간섭을 많이 받는다.

그리고, 60GHz 대역에서의 근거리 초고속 무선통신 기술에는 IEEE 802.15.3c, IEEE 802.11ad, Wireless HD, WiGig(Wireless Gigabit) 등이 있다. WiGig는 인텔, 마이크로소프트, 노키아, 브로드콤, 파나소닉, 삼성 등으로 구성된 WiGig Alliance에서 개발한 규격으로 '11년 7월에 7Gbps를 제공하는 WiGig 1.1을 발표하였고 파나소닉은 태블릿 PC/스마트폰 등의 다양한 모바일 제품에 활용될 WiGig 지원 모바일 기기용 칩을 개발하였다. 또한 사이빔 (SiBEAM)은 세계 최초로 Wireless HD와 WiGig를 모두 지원하는 솔루션인 SB8110 WirelessHD-WiGig 트랜시버를 개발하였다. 하지만 LG전자 TV에 적용되었으나 잦은 장애로 인하여 LG전자에서 TV를 조기 단종시킴으로써 시장적용의 한계성을 보였다.

또한 UWB 대역(3.1~10.6GHz)에서의 초고속 무선통신을 위해 500MHz 대역을 기본 통신 대역으로 사용하고 MB-OFDM 기술이 베이스밴드 기술로 개발되어서 IEEE 802.15.3a 규격 개발이 취소된 후 2009년 6월에 ECMA에서 최종 규격을 개발하였다. LG이노텍은 전자부품연구원과 함께 모바일 단말기에 적용하기 위한 다기능 통신 네

트위크 기술인 MFCN (Multi-Function Convergence Network) 복합모듈 기술을 개발하였는데, 이는 NFC를 통해 무선 접속한 후 MB-OFDM을 통해 데이터를 전송하는 초근접 기술과 초고속 기술의 복합 기술이다.

기존 UWB 분야에서는 미국 Alereon 사의 UWB 기술이 삼성전자 무선 모니터인 “Central Station” 과 Imation의 “Link”, Toshiba의 “dynadock” 제품 등에 적용되어 상용화 되어 있다. 또한 Alereon 사의 UWB 기술은 Wireless SD Memory Card 등 portable/mobile 제품에 사용가능한 제품 개발을 완료한 상태이다.

현재까지 개발된 초고속 무선통신 기술은 대부분 근거리에서 수 Gbps급의 초고속 전송속도를 제공할 수 있다. 하지만 타 기기와의 주파수 간섭이 발생하고 보안에 취약하며 기기 간 연결을 위한 네트워크 접속 절차가 불편하고 전력 소모가 큰 문제가 있어 모바일 기기에 적용하기 어려운 문제가 있다.

### 2.3 초근접 초고속 무선통신 개발동향:

#### TransferJet

초근접 초고속 무선통신은 수 cm 이내의 초근거리에서 복잡한 MAC (Medium Access Control) 기능 없이 두 기기 간의 단순한 터치 동작을 통해 간편하게 P2P (Peer to Peer) 무선에 접속한 후, 초광대역 주파수 대역에서 초고속으로 다양한 멀티미디어 기반 데이터 서비스를 제공하는 기술이다.

소니는 2008년 1월에 3cm 이내의 매우 짧은 거리에서 USB2.0의 최대 속도 480Mbps보다 빠른 최대 560Mbps의 전송속도를 제공하는 초근접 무선통신 기술인 TransferJet을 발표하였다. 국제 표준화와 산업 진흥을 위해 파나소닉 등과 함께

2008년 7월에 TransferJet 컨소시엄을 구성하였다. 전체적으로 4.48GHz 대역에서 -70dBm/Hz 이하의 평균 전력을 사용하여 데이터를 전송하는 규격을 가지고 있다. 또한 소니는 2009년 11월에 110~190Mbps의 속도와 1W의 전력소모를 갖는 칩셋과 이를 내장한 메모리 스틱을 개발하였다. 또한 2010년 9월에 최대 300Mbps의 전송속도와 500~600mW의 전력소모를 갖는 2세대 칩 CXD3270GG를 개발하였다. 현재 국내에서는 삼성전자, 씨어스테크놀로지, SK텔레시스 등이 컨소시엄에 참여하고 있다<sup>[2]</sup>.

TransferJet은 방출되는 신호 중 전력을 방출하는 far field 신호를 억제하고 전력을 저장하는 near field를 강화하도록 안테나를 특수 제작함으로써 이를 내장한 두 기기가 3cm 이내의 초근접 거리에 근접할 경우에만 전계가 유도되도록 하여 기기 간 접속이 이루어지는 방식이고, 접속이 이루어진 이후에는 4.48GHz 대역의 560MHz의 대역폭에서 단일 반송파 방식의 Pi/2 shift BPSK+DSSS 변조를 사용하여 초고속 무선전송을 수행하였다<sup>[3]</sup>.

TransferJet 컨셉의 제품은 현재 소니 제품에 상용화되어 판매되고 있으나 소비자의 큰 관심에 비해 시장에서는 그에 상응하는 호응을 받지 못하고 있는 상황이다. 이는 소니 제품의 전송거리가 3cm이하로 제한적이라 이를 물리적으로 실제 단말 기구 상에 탑재하기가 쉽지 않으며 유효 전송 속도도 약 370Mbps로 한계가 있어 기가급 무선 전송 방식에 비해 큰 장점이 없기 때문인 것으로 알려져 있다.

소니의 TransferJet 기술을 통해 근접장 (near field) 접속을 이용한 양방향 초고속 데이터 통신이 가능하다는 이론이 입증되어 2008년 560Mbps 전송 규격이 개발되었으며, 이를 지원하는 최초의 칩이 2010년에 개발되었고, 2012년 8월에 상

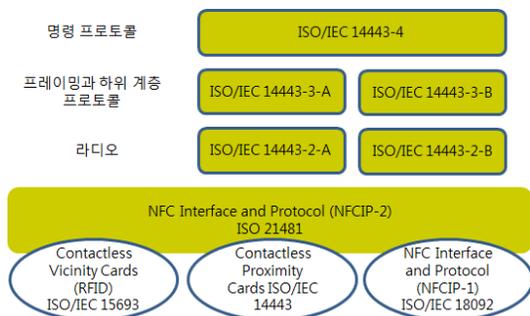
용 칩을 판매하기 시작하였다.

이 기술은 편의성이라는 무선 통신이 가진 장점 외에도 초근접을 통해 보안 유지가 가능하며, 초고속을 통해 동영상 등의 실시간 전송이 가능하다는 점에서 혁신적이다. 이 기술은 기존의 초근접 비접촉 저속 무선통신 기술인 NFC의 네트워크 접속 편리성과 초광대역에서의 초고속 무선통신 기술인 WUSB의 초고속성을 하나의 방식으로 결합한 새로운 개념의 무선통신 기술이다.

### 3. 초근접 초고속무선통신 기술 표준화 동향

#### 3.1 NFC 표준화 동향

NFC 기술과 관련된 ISO/IEC, NFC Forum 등의 주요 표준 현황은 (그림 2)와 같다. ISO/IEC에서는 자동인식기술 표준의 중요성을 인식하여 1996년 3월 AIDC (Automatic Identification and Data Capture) 기술표준화를 위한 SC 31을 설립하고 바코드 및 RFID에 대한 국제표준화 활동을 시작하였다. ISO/IEC 15693 표준은 1 m 범위에서 무선 인식이 가능하며 출입증 및 항공화물 인식 등의 응용에 활용된다. 가장 널리 사용되고 있으며, 스마트카드에 적용되는 비접촉식 근접형



(그림 2) NFC 관련된 ISO/IEC, NFC Forum 주요 표준 현황

무선 통신 기술은 ISO/IEC 14443 표준에 기술되어 있다. ISO/IEC 18092는 NFC라는 용어를 사용하여 13.56 MHz 대역에서 자기장 커플링 방식으로 통신 인터페이스 및 프로토콜을 정의하였다. 이러한 점이 기존 비접촉식 스마트카드 기술과 구별된다<sup>[4]</sup>.

NFC Forum은 2004년 필립스, 소니, 노키아 등 3개 회사를 중심으로 설립되어 현재 170여 개 회사가 참여하고 있으며 국내에서는 TTA, NIPA, 삼성전자와 LG전자가 회원사로 활동하고 있다<sup>[5]</sup>. NDEF (NFC Data Exchange Format) 표준은 NFC 장치와 태그에 저장된 공통 데이터 포맷을 기술한다. LLCP (Logical Link Control Control Protocol)은 양방향 통신을 포함하는 NFC 응용에 주요한 요소이며, 두 NFC 가능 장치간에 P2P 통신을 지원하는 OSI 2계층 프로토콜을 정의한다.

#### 3.2 UWB 표준화 동향

WiMedia Alliance<sup>[6]</sup>는 WiMedia UWB 상의 응용으로서 무선 USB, WiNet, W1394, Bluetooth 등을 제시하고 있다. 이 중에서 가장 활발히 논의되는 응용은 유선 USB의 성공을 발판으로 급부상 중인 무선 USB 기술과, IP 서비스를 무선으로 제공하기 위한 것으로 WiMedia Alliance의 자체 표준인 WiNet이 있다. 그 외 IEEE1394를 무선화하기 위한 W1394와, Bluetooth를 고속화하기 위한 서비스가 연구되어왔다.

현재까지의 WiMedia 규격은 PHY 계층<sup>[7]</sup>, MAC 계층<sup>[8]</sup>, PHY 계층 소자와 MAC 계층 소자간의 인터페이스<sup>[9]</sup>, C&I 정책 및 PHY 계층 C&I 시험 규격 등으로 모두 2005년 하반기부터 최근까지 완성되었다. 연결 설정에 대한 기능 및 절차, PHY와 MAC 기능을 포함한 플랫폼 시험 규격, IP 서비스를 제공하기 위한 WiNet 규격 등이

활발히 진행되고 있으며, WiMCA (WiMedia MAC Convergence Architecture)는 다른 규격과 중복되는 기능 등도 포함하고 있어서 독립적인 규격으로 구분하기 난해한 상태이며 규격 진행도 느린 편이다. 그 외 PHY 계층, MAC 계층, 그리고 MAC-PHY 계층 인터페이스 등은 기능보완 및 전송속도 개선 등으로 표준규격 개선이 이루어지고 있다. WiMedia Alliance는 2010년 5월에 1 Gbps의 전송속도를 지원하는 WiMedia Common Radio Platform 1.5버전을 발표하였다. 하지만 그 이후로 스펙트럼 간섭 영향에 따른 스펙트럼 규제가 미국, 유럽, 일본 및 한국 등 각 국가들이 다르게 요구되어 국제 표준화가 더 이상 진행되지 않았다.

### 3.3 초근접 초고속 무선통신기술 표준화 동향

초근접 초고속 무선통신기술 국제 표준화를 위해서 ECMA(European Computer Manufacturers' Association)에서는 '11년 1월에 전기 유도 커플링 방식의 근접 데이터 통신을 위한 Connection Layer(CNL)와 Physical Layer(PHY) 규격을 포함하는 "Close Proximity Electric Induction Wireless Communication" 규격의 최종 드래프트 버전을 발표하였다. 2011년 6월에는 ECMA-398 및 399로 승인되었고, 이 표준들을 ISO/IEC JTC1에 제출하여 2012년 9월에 ISO/IEC 17568 및 17569로 인준되었다<sup>10,11)</sup>. 앞으로 국제 표준화가 활발히 진행될 것으로 기대되며, 특히 near field를 강화하는 안테나 기술 및 초고속 데이터 전송기술 등 초근접 초고속 무선통신기술 관련 국제 표준화 개발이 요구된다.

## 4. 결론

초근접 초고속 기술은 기존 광대역 무선통신 기술과 같은 복잡한 네트워크 연결과정 없이 단순 데이터 교환은 물론 사진, 음악, 동영상, 게임, e-Book 등의 다양한 멀티미디어 관련 비즈니스 모델 개발이 가능하게 되므로 모바일 단말 개발 업체, 멀티미디어 콘텐츠 개발 및 모바일 서비스 사업자 등에서 활발한 채택이 예상된다. 국내에서도 독자적인 기술로 초근접 초고속 무선통신 기술을 개발하고 국제 표준화에 참여하여 새롭게 시작되는 시장에서 국제적 경쟁력을 확보할 수 있게 되기를 기대한다.

### 참고 문헌

- [1] NFC, Wikipedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Near\\_field\\_communication](http://en.wikipedia.org/wiki/Near_field_communication)
- [2] TransferJet, [http://www.transferjet.org/about\\_cons/index.html](http://www.transferjet.org/about_cons/index.html)
- [3] TransferJet Overview, TransferJet Consortium, 2010년 2월.
- [4] 최종원, "근거리 자기장 통신 NFC 기술과 표준 동향", Embedded World, 2012년 3월.
- [5] NFC Forum, <http://www.nfc-forum.org>
- [6] WiMedia Alliance, <http://wimedia.org/>
- [7] Multiband OFDM Physical Layer Specification, WiMedia Alliance, 2009년 8월
- [8] Distributed Medium Access Control (MAC) for Wireless Networks, WiMedia Alliance, 2009년 12월.
- [9] MAC-PHY Interface Specification, WiMedia Alliance, 2009년 12월.
- [10] ECMA-398 - Close Proximity Electric Induction Wireless Communications, 2011년 6월.
- [11] ECMA-399 - Procedure for the Registration of Assigned Numbers for ECMA-398, 2011년 6월.

저 자 약 력



김 원 종

이메일 : wjkim@etri.re.kr

- 1989년 전남대학교 전자공학과(학사)
- 1992년 한양대학교 전자공학과(석사)
- 1999년 한양대학교 전자공학과(박사)
- 2000년~현재 한국전자통신연구원 시스템반도체연구부 책임연구원
- 관심분야: 멀티미디어 SoC 설계, 멀티미디어 응용, VLSI CAD



이 형 호

이메일 : holee@etri.re.kr

- 1977년 서울대학교 공업교육과 전자전공(학사)
- 1979년 한국과학기술원 전기및전자공학과(석사)
- 1983년 한국과학기술원 전기및전자공학과(박사)
- 1983년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터 전문위원/책임연구원
- 관심분야: 무선 및 이동망, 차세대 인터넷, 광대역통합망, 고속 LAN 및 라우터 기술