

초근접 직접통신 기술의 동향과 초고속 NFC 기술

이문식, 신경철, 방승찬
한국전자통신연구원

요약

최근 스마트 기기와 소셜 네트워크의 확산으로 수많은 근접 디바이스간의 직접 정보전달이 활성화됨에 따라 급속도로 근접 모바일 직접통신 기술에 대한 관심이 고조되고 있다. 직접통신 기술은 광역 직접통신, 협역 직접통신, 초근접 직접통신으로 분류될 수 있으며, 본 고에서는 NFC 기술의 시발점으로 급속도로 확산되고 있는 초근접 직접통신 기술의 동향에 대해 알아보고, 또한 미래의 기가급 초근접 통신 서비스를 제공하기 위한 초고속 저전력 NFC 기술로서 부각되고 있는 Zing 기술에 대해 알아본다.

I. 서론

급격히 성능이 향상된 스마트 기기를 중심으로 정보를 생산·소비하는 5G단말기는 셀룰러 네트워크를 사용하는 모바일 인터넷 서비스뿐만 아니라, 셀룰러 네트워크와는 독립적으로 네트워크를 구성하여 인접 단말기와의 직접 통신으로 서비스를 공유하는 방향으로 진화가 예상된다. 디바이스간(D2D: Device-to-Device) 직접통신은 급증하는 트래픽을 처리하는 지지국의 부하 문제를 해결하기 위하여 트래픽 오프로딩의 장점으로 재조명되고 관련 연구들이 진행되고 있다. 단말간 지리적 근접성을 이용하여 통신함으로써 무선신호가 지역적 범위 내에서만 영향을 미치므로 전송속도 증가, 전력소모 감소, 주파수 재사용에 의한 자원활용도 증가 등의 이점이 기대된다.

직접통신 기술은 사용자의 환경에 가장 적합한 무선 전송 기술이 적용되어야 하며, 커버리지에 따라 1 km 이내의 광역(Wide Area) 직접통신, 100 m 이내의 협역(Local Area) 직접통신, 10 cm 이내의 초근접(Near Field) 직접통신 기술로 분류할 수 있다.

본 고에서는 초근접 직접통신 기술의 동향에 대해 알아보고, 향후 방향에 대해 전망한다. 초근접 직접통신의 시발점이 되는

NFC(Near Field Communications) 기술은 [1]에 의하면 2011년 초기 152.4백만대 수준에서 2015년까지 2,763.3백만대 수준으로 보급될 것으로 보고 있으며 전체 모바일 기기의 85.9%가 NFC기능을 탑재할 것으로 보고 있다. 향후에는 주변의 환경을 포함한 태그형 사물들이 단계적으로 기가급 서비스 정보를 포함하게 될 것으로 예측되며 스마트폰의 발전으로 급속히 확산될 것으로 보이므로 주변의 모바일 기기 및 가전기기뿐만 아니라, 장치(Device)나 기계(Machine) 등 온갖 사물로부터의 기가급 대용량 정보를 실시간으로 순간전송할 수 있는 기술이 요구된다. 본 고에서는 이러한 다양한 초근접 직접통신 서비스들의 등장에 대비하여 개발되고 있는 초고속 저전력 차세대 NFC 기술인 Zing 기술에 대해 소개한다.

본 고는 2장에서 NFC 기술 정의 및 서비스 유형, NFC 기술의 장점과 표준에 대해 알아보고, 3장과 4장에서는 국내×외 NFC 서비스 동향과 초근접 직접통신 기술의 국내×외 동향에 대해 각각 알아보고, 5장에서는 초고속 초근접 직접통신 기술의 필요성에 대해 논하고, 6장에서는 초고속 저전력 NFC 기술인 Zing 기술에 대해 설명하고, 7장에서 결론을 맺는다.

II. NFC 기술 소개

본 장에서는 NFC 기술의 정의와 NFC의 서비스 유형에 대해 먼저 알아보고, NFC의 장점에 대해 논하며, 마지막으로 NFC 기술 표준에 대해 설명한다.

1. NFC 기술 정의 및 서비스 유형

NFC는 RFID(Radio Frequency Identification) 기술을 확장한 기술로, 13.56 MHz 주파수를 사용하여 10 cm 이내 거리에서 낮은 전력으로 전자 기기 간의 무선통신을 가능하게 하는 비접촉 근거리 무선통신 기술로 정의되며, 50 mW의 소모전력으로 424 kbps의 전송속도를 제공한다.

NFC 서비스는 <표 1>에서와 같이 Card Emulation (Card

in a Phone), Reader/Writer (Reading Tags), Peer to Peer (Making Connection) 등 3가지 유형으로 나누어진다 [2][3][4][5]. <그림 1>은 NFC의 다양한 서비스들에 대해 보여준다.

표 1. NFC 서비스 유형 [2]~[5]

구분	내용	서비스 유형
Card Emulation (Passive → active)	단말기의 ON/OFF와 관계없이 항상 결제기(리더기)를 통해 인식 가능한 모드	- 비접촉 결제 (예) 신용카드 - 모바일 티켓 (예) 공연티켓, 승차권 - 출입증 (예) ID카드
Reader / Writer (active ← passive)	NFC 활성화 상태에서 Tag 정보를 인식, 휴대폰이 카드리더기로서 작동 모드	- 구매상품 지급결제 (예) 상품 태그 판독 - 디지털 정보 접근 (예) 포스터 조회 등
Peer to Peer (active ↔ active)	두대의 NFC 휴대폰이 카드리더기로서 작동하여 데이터를 상호간에 전송	- 데이터 공유 (예) 전자화폐 이체, 연락처 공유 등



2. NFC 기술의 장점

NFC는 근접거리(10 cm 이내) 비접촉식 통신 방식을 제공하므로, 공간 상에서 개인 정보의 유실을 염려하지 않아도 되고, 저속(주로 212 kbps)이지만 양방향 통신이 가능하며, 주변 기기와의 편리한 연결을 제공한다.

NFC 기술의 장점은 크게 다음과 같다.

2.1 개인정보를 보호하는 근접통신

NFC는 10 cm 이내의 근접 거리에서 암호화된 통신으로 인해 해킹의 가능성을 원천적으로 차단할 수 있다.

2.2 양방향 통신을 통한 다양한 서비스 제공

NFC는 RFID에서 확장된 개념이라 할 수 있으나, 정보의 읽

기뿐 아니라 쓰기도 가능한 양방향 통신을 지원하여 더욱 풍부한 응용서비스의 개발과 제공이 가능하다. 교통카드의 경우 카드리더기에서 0.1 초 이내로 교통카드를 인식할 수 있다.

2.3 편리한 연결

가장 중요한 기능으로 복잡한 페어링 절차가 필요없이 직관적이고 편리한 순간 접속 서비스 제하다는 점이다. 최근에는 블루투스나 WLAN과 같은 통신 기술과 결합하여 갖다 대기만 하면 무선 통신 경로 자동 연결시키는 기능도 출시되고 있다.

3. NFC 기술의 표준

NFC 표준은 넓은 의미로 아래 3개의 RFID 표준을 모두 NFC로 보고 있으나, 정확히 NFC가 지니는 양방향성을 지원하는 표준은 ISO/IEC 18092으로 볼 수 있다. 표 2-2는 NFC 표준들을 비교한 표이다.

- (1) ISO/IEC 14443 (근접): 13.56 MHz 비접촉식 근접형 IC 카드 표준. 10 cm 반경 내에서 통신 가능. 변조 방식에 따라 A,B로 나누며, 국내 교통카드 시스템은 주로 A타입을 사용
- (2) ISO/IEC 15693 (근방): 13.56 MHz 대역을 사용하는 비접촉식 근방형 IC 카드 표준. 1.5 m까지 통신이 가능해 RFID 응용에 사용
- (3) ISO/IEC 18092(NFCIP-1): ISO/IEC 14443의 A타입과 스마트카드의 일본 표준인 펠리카(FeliCa)를 결합해 기기간 양방향 통신 기능을 강화시킨 표준, NFC 기기의 핵심 통신 표준

표 2. NFC 표준 비교 [6][7]

표준	ISO/IEC 14443	ISO/IEC 15693	ISO/IEC 18092
주파수대역	13.56 MHz		
인식거리	10 cm 이내	1 m 이내	10 cm 이내
데이터속도	106 kbps~ 212 kbps	26 kbps	424 kbps ~ 1 Mbps
동작모드	리더/카드	리더/카드	리더/카드 외에 리더간 통신 지원

Ⅲ. 국내·외 NFC 서비스 동향

본 장에서는 국내·외의 NFC 서비스 동향에 알아본다.

1. 국내의 NFC 서비스 동향

이동통신사업자는 사업자 별로 NFC & 전자지갑 서비스를 제공하고 있으며, SKT는 SK하나카드와 SK플래닛 등과 제휴하여 USIM 기반의 NFC 서비스 확대를 추진하고 있고, KT는 BC 카드와 제휴하여 모카페이 및 선불형 서비스인 주머니 등의 서비스 출시하였으며, LG플러스는 USIM 기반보다는 SD 기반의 NFC 서비스 솔루션을 확보하고 서비스를 제공하고 있다.

삼성전자는 국내보다는 국외에서 다양한 NFC 솔루션을 스마트폰에 탑재하여, 미국, 유럽, 일본 등에서 NFC 플랫폼 솔루션을 제공하고 있다. 또한 비결제 부문에 적용할 수 있는 TecTile이나 P2P 서비스를 OA기기에 접목하고 있다. LG전자는 비결제 NFC 부문인 가전영역에서 스마트폰을 활용한 기기 제어 서비스에 접목 중이다. SK C&C에서는 NFC 모듈 및 솔루션을 개발하여 공급하고 있으며, A3Logics에서는 NFC칩셋을 개발하여 결제/비결제 등 다양한 분야에 칩셋을 공급하고 있다.

금융결제원, 한국은행, 은행, 카드사, 보험사 등 범 금융권 참여자들은 USIM 기반의 NFC보다는 기존 카드를 대체할 수 있는 SD 기반의 솔루션을 확보하였으며, 은행권 중심의 '뱅크월렛'을 전자지갑을 출시하여 ATM에서의 은행업무 및 신세계, 이마트와 같은 유통점에서 모바일 지급결제 서비스 제공하고 있다.

2. 국외의 NFC 서비스 동향

미국에서는 2012년 AT&T, 버라이즌 등 이동통신사 주도로 카드사와 은행등을 합작하여 모바일 결제회사 'ISIS' 설립했다.

영국에서는 2012년 런던 올림픽에서 NFC 서비스 시작하였고, 프랑스에서는 2008년 니스에서 NFC 시범서비스 "Cityzi" 추진했으며 2013년 NFC 전국 상용화에 돌입할 예정이다. 특히 유럽에서는 오렌지, 보다폰 등 5개 통신사업자 협의체를 구성하여 NFC 기반 모바일 결제 서비스 추진 중에 있다.

전 세계적으로 NFC 기술이 가장 활성화된 국가인 일본에서는 펠리카 기반의 지갑휴대폰을 NFC로 변환하여 결제 중심의 서비스에서 모바일 헬스케어, 소규모 디지털 광고 등의 비결제 서비스로 NFC를 확대하고 있다.

일본의 NFC 서비스를 좀 더 자세히 알아보면, 일본 NTT도코모에서는 JR철도 등 철도, 지하철, 버스 등과 같은 소액 선불형 교통카드를 우선적으로 접목하여 시장에 론칭, 현재 일본 전 지역에서 사용 가능한 대중교통용 교통카드 서비스로 기존에는 지역별로 10 종의 다른 타입의 교통카드들이 상호 정보 교환 가능하다. 또한, 휴대폰안에 내장된 전자화폐를 이용하여 편의점, 쇼핑 센터에서 자동 판매기, 인터넷 온라인 쇼핑몰 등 다양한 분야에서 지급 결제 수단으로 활용되고 있다. 신분확인을 위

한 개인 정보를 NFC에 탑재하여 전자신분증의 역할을 할 수 있어, 운전면허증, 학생신분증, 항공탑승권, 구내 식당, 매점 등에서 신분 확인 용도로 사용되고 있다. 그리고, 설비시설 점검 서비스 용도로 설비 시설에 읽고 기록할 수 있는 펠리카 태그를 설치하여 정기적인 설치 점검시 이전의 기록 상태를 태그를 통해 확인하고, 이번에 점검한 내용을 휴대폰에서 작성한 후, 기록 내용을 태그에 저장하며, 휴대폰의 내용은 네트워크를 통해 서버로 전송하여 수기로 인한 기록의 변환 실수를 줄이고 있다. 최근에는 모바일 헬스케어에 NFC를 접목하여 혈압/당뇨 등의 의료측정기기, 여성의 체온이나 체중/체질을 측정하는 건강측정기기, 운동량을 측정하는 헬스기기 등을 스마트폰의 NFC로 연결하여 헬스케어를 할 수 있도록 서비스를 제공하고 있다. 재해 발생시, 병원에서 환자의 정보 태그에 기록하여 스마트 패드를 통해 병원 서버의 진료 정보를 조회 및 기록하며, 병원의 출입 및 매점 이용 등의 종합적인 용도로 병원 관리에 접목하고 있다.

IV. 초근접 직접통신 기술의 국내·외 동향

본 장에서는 국내·외의 근접통신 기술의 동향에 대해 알아본다.

1. 국내의 초근접 직접통신 기술 동향

국내의 초근접 직접통신 기술 동향을 보면, 넥서스칩스에서 UWB(Ultra-Wideband) 대역을 사용하여 초근접거리 2 Gbps 급 무선전송 솔루션을 개발하고 있으며, 전원 공급이 필요하다. ETRI는 60 GHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11ad 표준 기반 베이스밴드 모듈과 RF 기술을 개발하였다.

KAIST에서 저전력 OOK(On-Off Keying) 방식을 이용하여 10.7 Gbps 속도를 제공하는 67 mW급 RF Transceiver IP를 개발하였으며, ETRI-KETI에서 6 Gbps Analog Beam-forming CMOS RF IP, Analog Base Band IP, DAC 및 ADC 등을 개발하였다. 또한, ETRI-KETI에서 TV향 4 Array CMOS RF Transceiver 개발하였다.

국내에서는 아직은 초근접 거리에서 Gbps 통신을 위한 초저전력 RF 기술과 Modem 기술의 통합 개발은 전무하며, 서비스 모델의 개발 또한 필요한 실정이다.

2. 국외의 초근접 직접통신 기술 동향

2012년 Wilocity와 Qualcomm Atheros는 IEEE802.11ad 표준 기반 3중 대역(2.4 GHz/5 GHz/60 GHz) PCIe 기반 무선랜

칩셋을 발표하였으나, 에너지 소비가 많은 빔형성/빔운전 기능 RF 및 다중 접속 MAC/PHY 기술 구현으로 인해 소비 전력이 수 Watt에 달한다.

일본 소니와 도시바는 UWB 대역을 사용하여 265 mW의 소모전력으로 최대 560 Mbps의 전송 속도를 제공하는 전원 공급이 필요한 TransferJet 기술을 개발하여 가전 및 정보 기기에 채용하고 있다. 60 GHz 고속 데이터 통신을 위해, RF는 Quadrature 구조를 선택하여 NEC에서는 339 mW의 RF 파워를 소모하여 2.6 Gbps를, LETI에서는 1.8 W를 소모하면서 3.8 Gbps를, 그리고 Toshiba에서는 358 mW를 소모하면서 8 Gbps의 시스템을 개발하였다.

근거리 저전력 60 GHz 전송을 위한 개발로는 GEDC에서 60 GHz OOK 시스템을 위해 RF에서 264 mW의 파워를 사용하여 3.5 Gbps를 제공하는 시스템을 개발하였다.

싱가폴 연구소인 A-Star에서는 OOK를 사용하여 51 mW의 파워 소모로 5 cm에서 1.2 Gbps RF 시스템을 개발하였고, 대만 국립대학에서는 OOK RF 시스템을 286 mW로 구현하여 60 cm에서 1 Gbps 데이터 전송할 수 있는 RFIC 개발하였으나, 무전원으로 수 Gbps 속도를 제공하는 순간무선전송 기술 개발은 전무하다.

V. 초고속 초근접 직접통신 기술의 필요성 대두

최근의 방송통신 정책환경의 변화를 보면 본격적인 스마트시 대 및 '일상에서의 스마트화'가 제시되고 있으며, 이러한 세대 상황에 맞춘 새로운 서비스를 창출하기 위해서 근접거리에서 사물간 대용량 데이터의 고속 전송 능력뿐만 아니라, 무전원으로 태그형 사물에 담긴 정보를 읽고 쓸 수 있어야 한다.

무전원으로 순간전송 기술을 개발한 시도가 국내뿐만 아니라 국외에서도 전무한 상황에서 조만간 다가올 사물의 스마트화를 앞당기기 위해서 원천기술개발과 함께 새로운 시장의 창출이 요구된다.

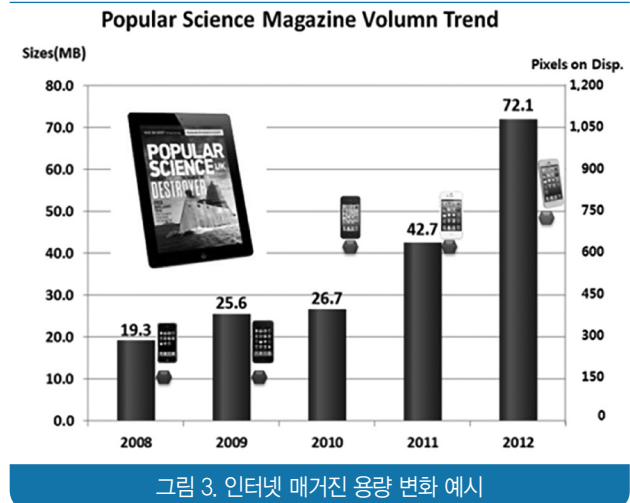
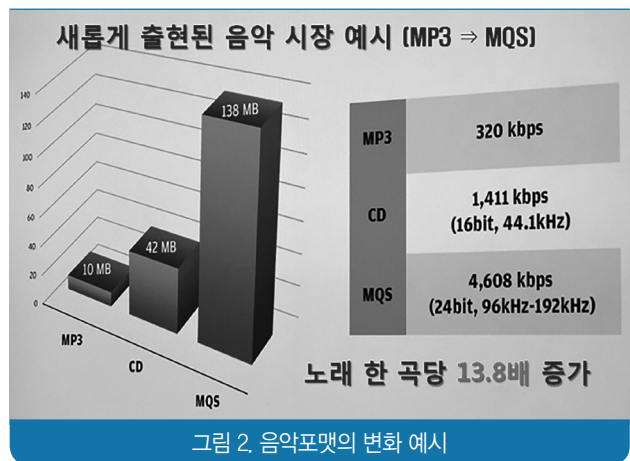
현재 모바일 상거래에서 활용하고 있는 NFC 서비스는 얼마 되지 않은 짧은 메시지 정보 전달로 활용하고 있으나, 향후 서비스는 기기급의 대용량 고속 데이터 전송이 가능하며, 새로운 형태의 NFC 서비스로 혁신될 것으로 예상된다.

모바일 기기에 들어가는 콘텐츠들이 대용량으로 변화하고 있음에 따라 스마트폰과 모바일 장치에 있어 대용량 콘텐츠의 빠른 전송이 소비자의 모바일 기기 선택에 있어 매우 중요한 요소

이다.

〈그림 2〉에서와 같이 음악파일들은 mp3 포맷에서 2배 이상 용량이 큰 무손실 flac 포맷으로 변화하고 있고, 일부 매니아 층에서는 mp3 대비 10배 이상의 용량을 가진 MSQ 음원 포맷으로 선호하고 있다.

〈그림 3〉를 보면, 인터넷 매거진의 경우 기존에는 텍스트+사진 중심에서 동영상이 추가되고 있는 추세이며, 사진과 동영상은 고화질 콘텐츠로 변화하고 있고, 최근 조사에 의하면 'Popular Science'라는 인터넷 매거진은 평균 파일 크기가 75 MBytes 이고, 씨네21의 평균 용량은 약 500 MBytes, 최근 DVD급 영화(Avi) 1편의 평균 크기는 1.3 GBytes이다.



사물간 데이터 전송기술로 RFID 또는 NFC 서비스에서 사용하는 자기유도방식 기술을 이용한 데이터 전송은 적은 양의 저속 데이터 전송에 주로 활용되나 무선태그의 활용 분야가 광고, 안내, 교육 등의 분야에서 확장될 것이므로 고속 대용량 데이터 전송 기술이 요구된다. 모바일 기기간 데이터 전송 기술은 블루투스, WLAN 등의 기술 등이 최근에 각광을 받고 있지만 이러

한 기술들은 전원 공급이 전송 기기간에 제공되어야 하며, 리더와 무전원 태그간의 통신과는 다른 기술 범주에 속해 있고, 또한 페어링 절차 시간이 길다는 단점이 있다.

모바일 데이터 트래픽이 급속한 증가로 인해 모바일 네트워크 전송능력 저하를 유발하는 원인이 되나, 인접한 모바일 기기간 대용량 데이터는 모바일 기기간 직접통신을 통해 전송하여 네트워크 데이터 폭증을 방지하는 장점이 있다.



그림 4. 비접촉식 무전원 데이터 순간전송(Zing) 사용 개념도

VI. Zing (초고속 NFC) 기술

앞서 5장에서 논한 바와 같이, 향후에는 주변의 환경을 포함한 사물들이 단계적으로 정보를 포함하게 될 것으로 예측되고, 이러한 시대는 스마트폰의 발전으로 급속히 당겨질 것으로 보인다. 주변의 모바일 기기 및 가전기기뿐만 아니라, 향후 장치(Device)나 기계(Machine)뿐만 아니라 온갖 사물로부터 정보를 얻을 필요가 있으므로 태그형 대용량 정보를 실시간으로 순간전송할 수 있는 기술이 요구되어 진다. 이를 위해 태그의 경우 근접거리(10cm 이내)에서 무전원으로 대용량 데이터를 송수신할 수 있는 새로운 기술 개발이 필요하다.

본 장에서는 이러한 시대의 요구에 대비하여 차세대 초고속 초근접 직접통신 기술로 부각되고 있는 Zing 기술에 대해 소개한다. Zing 기술은 초고속 저전력 차세대 NFC 기술로서 현재 한국전자통신연구원에서 정부 사업으로 연구하고 있다. Zing 기술은 10 cm 이내의 근접거리에서 60 GHz 비면허 대역을 이용하여 수 Gbps 이상의 전송 속도를 저전력으로 제공하는 것을 목표로 한다 [8]-[13].

〈표 3〉은 초근접 직접통신 기술들의 성능을 비교한 표이다.

표 3. 초근접 직접통신 기술들의 비교

	Zing	NFC	TransferJet
주파수	60 GHz	13.56 MHz	4.48 GHz
통신거리	10 cm 이내	10 cm 이내	수 cm 이내
전송속도	태그: 3 Gbps 리더: 5 Gbps	424 kbps	560 Mbps
변조방식	OOK/ QPSK	ASK	DSSS/ BPSK
소모전력	태그: 30 mW 리더: 300 mW	50 mW	265 mW
전파간섭	무	무	무
전원	무전원	무전원	전원
에너지효율	태그: 10 pJ/bit 리더: 60 pJ/bit	118 nJ/bit	473 pJ/bit

근접거리에서 무전원으로 실시간 데이터 전송을 활용하면, 주변 무선장치들과의 간섭영향이 거의 없으므로, 주파수 활용도가 매우 높으며, 태그형인 경우, 필요한 순간에만 전원을 자기유도 방식으로 태그에 전달하여 태그가 부착된 사물에 대한 전원(배터리)관리 등의 유지보수 및 운용이 거의 요구되지 않는다.

Zing 기술은 스마트폰이나 태블릿과 같은 모바일기기에 장착되는 리더의 경우, 300 mW이하의 소비전력으로 최대 5 Gbps로 무선전송하게 되고, 무전원 태그의 경우에는 30 mW이내의 무선전송전력으로 최대 3 Gbps급로 무선전송능력을 제공한다.

〈그림 4〉과 〈그림 5〉는 비접촉식 무전원 데이터 순간전송 기술인 Zing의 사용 개념도와 서비스 예시를 보여준다.



그림 5. 비접촉식 무전원 데이터 순간전송(Zing) 서비스 예시

Zing 기술은 위와 같은 사용 개념과 기술 특성으로 인해, 단말간 고속 데이터 순간전송 서비스 뿐만 아니라, 태그용 대용량 콘텐츠를 실시간으로 전송할 수 있는 광고 및 안내 서비스 그리고 무선 USB로 활용할 수 있는 저장 매체 등 다양한 기기급 서비스에 활용될 전망이다.

Ⅷ. 결론

근접 모바일 직접통신 기술은 커버리지에 따라 1 km 이내의 광역 직접통신, 100 m 이내의 협역 직접통신, 10 cm 이내의 초근접 직접통신 기술로 분류할 수 있으며, 최근 스마트 기기와 소셜 네트워크의 확산에 의해 수많은 근접 디바이스간의 직접 정보전달이 활성화됨에 따라 급속도로 관심이 고조되는 있다. 본 고에서는 초근접 직접통신 기술에 초점을 맞춰 초근접 직접통신 기술의 동향과 초고속 저전력 차세대 NFC 기술로 부각되고 있는 Zing 기술에 대해 알아보았다. Zing 기술은 장치(Device)나 기계(Machine) 등 온갖 사물로부터의 기기급 대용량 정보를 실시간으로 순간전송할 수 있는 차세대 초근접 직접통신 기술로서 향후 다양한 분야에서 활용될 것으로 전망한다.

Acknowledgement

본 연구는 미래부가 지원한 2013년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] H,I Business Partners, 2011.02.
- [2] 이동규, 모바일 지급결제 혁신 동향 및 시사점, BOK 이슈 노트, 2013.05.
- [3] 김재필, NFC 국내외 동향 및 가치 창출 방안, KT 경제경영연구소, 2011.07.
- [4] 김재필, NFC의 새로운 도약과 미래, KT 경제경영연구소, 2013.05.
- [5] 김소이, 비접촉 통신기술 기반의 모바일 근거리 결제서비스 동향 및 시사점, 지급결제와 정보기술, 2011.04.
- [6] 채주현, 안민지, 새롭게 주목받는 NFC의 개요, 관련 사업자 동향 및 시사점, KT 경제경영연구소, 2011.03.
- [7] NFC Forum (<http://www.nfc-forum.org>)
- [8] 강태영, 박봉혁, 이문식, 이희수, "차세대 NFC를 위한 밀리미터파 저전력 OOK 태그 송신기", 2013 한국전자통신학회, 2013.11.08.
- [9] 김기진, 박상훈, 안광호, "60 GHz High Gain Low Noise Amplifier using Cascode Noise Reduction Technique", 2013 RFM (International RF and Microwave Conference), 2013.12.09.
- [10] 김기진, 박상훈, 안광호, "캐스코드 잡음 절감 기법을 적용

한 60 GHz 가변이득 저 잡음 증폭기", 2013 한국전자과학회 하계종합학술대회, 2013.08.22.

- [11] 김기진, 박상훈, 안광호, "60 GHz 통신 시스템을 위한 mm-Wave 위상제어루프기반 주파수 합성기", 2013 정보통신설비학회, 2013.08.23.
- [12] 박봉혁, 이문식, 이광천, "초고속 데이터 전송을 위한 밀리미터파 CMOS 전압제어발전기", 2013 한국전자과학회 하계종합학술대회, 2013.08.23.
- [13] 변우진, 홍주연, 이문식, "60GHz 초근거리 통신을 위한 안테나 전달 특성 연구", 2013 한국전자과학회 하계종합학술대회, 2013.08.23.

약 력



1997년 성균관대학교 공학사
1999년 GIST 공학석사
2005년 GIST 공학박사
2008년~2009년 미국 Stanford 대학 Post-Doc
2005년~현재 ETRI 통신인터넷연구부 무선사물통신연구실장
관심분야: 5G 이동통신, D2D 통신, M2M 통신

이 문 식



1986년 경북대학교 공학사
2000년 충남대학교 공학석사
1986년~현재 ETRI 통신인터넷연구부 책임연구원
관심분야: 5G이동/무선 통신시스템, 유무선융합네트워크, 모바일서비스

신 경 철



1984년 서울대학교 공과대학교 전자공학과 학사
1986년 서울대학교 공과대학원 전자공학과 석사
1994년 서울대학교 공과대학원 전자공학과 박사
1985년~1987년 금성사 중앙연구소 주임연구원
1987년~1992년 디지털정보통신연구소 선임연구원
1994년~현재 한국전자통신연구원 무선전송연구부 부장
관심분야: 이동통신 무선전송기술

방 승 찬