

[전파통신] 테라헤르츠 WPAN 표준동향

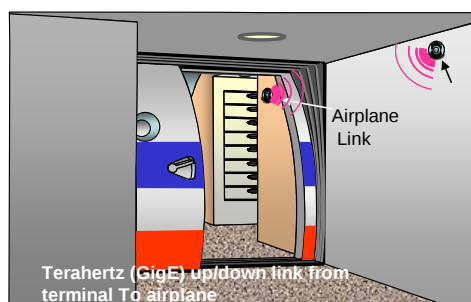
테라헤르츠(Tera-hertz; 이하 THz)파는 빛과 마이크로파의 중간 영역에 속하는 전자파로서, 최근 들어 크게 각광받고 있는 광원이다. 미국 MIT에서는 2003년에 이미 테라헤르츠파 기술을 미래를 바꿀 10대 신기술 중의 하나로 선정한 바 있고, 일본에서도 '정부가 앞으로 10년 동안 집중 개발해야 할 10대 기간기술' 중의 하나로 선정한 바 있다. 테라헤르츠파는 물리, 화학, 생물학, 의학 등의 기초과학뿐만 아니라, 마약, 폭발물, 생화학무기 등을 감지하고 공항 수하물을 검색하며 산업 구조물을 비파괴 검사하는 등 산업, 국방, 보안 등의 분야에서 광범위하게 활용될 것으로 기대되고 있다.

테라헤르츠 기술개발 현황

테라헤르츠 기술개발 현황으로는 숨겨진 무기들을 찾아내기 위해 의류를 "투시"할 수 있을 정도로 민감한 밀리미터파 W-대역 이미징 기기에 사용될 수 있는 프로토타입 SiGe RF 칩이 개발되고 있다. 캘리포니아 샌디에이고 대학에서 지난 6월 9일 보스턴에서 열린 IEEE RFIC(Radio Frequency Integrated Circuit) 심포지엄에서 프로토타입을 발표했다. 이 칩은 X-레이와 같은 비전을 제시하기 위해 테라헤르츠 범위에서 동작되지만, 안전하고 자연적으로 발생하는 밀리미터 파장을 사용하였다. 설계자들은 이 칩이 저렴한 실리콘 공정 기법을 이용해 생산될 수 있다고 밝혔다. 즉, "이 칩은 밀리미터 단위로 이미지들을 분석할 수 있으며, 누군가의 신체에 있는 매우 작은 대상물들을 식별하는 것도 가능하다"고 SiGe 테라헤르츠 RFIC를 구현한 UCSD(University of California San Diego) 연구실의 밀리미터파 RFIC 및 MEMS 칩의 설계자인 Gabriel Rebeiz 교수가 말했다. 실리콘 기반 반도체가 보통 10GHz 이상에서는 동작하지 않기 때문에 이미지 설계자들은 현재 값비싼 GaAs나 InP 앰프들을 이용하고 있다. 그러나 RFIC 심포지엄에서 UCSD의 SiGe 솔루션 이외에도 CMOS와 BiCMOS 공정을 사용하는 몇몇 디자인들이 발표되었는데, 이는 표준 실리콘 제조 장비 상에서 동작할 수 있는 훨씬 저렴한 공정이 가능하다는 것을 의미한다. "이러한 종류의 시스템 비용을 어쩌면 휴대용 스캐너 수준까지 낮추는 것이 가능할 것"이라고 보고 있다.

이의 응용이 기대되는 많은 물질은 테라헤르츠파 영역에서 반투명하며 '테라헤르츠파 지문'을 가지고 있는데, 이로 인해 물체의 성분을 비파괴적으로 조사할 수 있다. 테라뷰의 3차원 테라헤르츠파 펄스형 이미징 시스템은 정제의 알맹이와 코팅을 조사하도록 설계되었으며, 비파괴 직접분석이 가능하다. 이 시스템은 테라헤르츠파 광원 부분과, 알약을 올려놓고 3차원 영상을 얻는 로봇 샘플링 부분으로 구성되어 있다. 광원에는 티타늄사파이어 초고속 레이저와 레이저 여기 광전도성 반도체 방출기가 포함되어 있다. 검출기 또한 레이저로 제어된다. 광원의 스펙트럼은 0.03 ~ 3 THz의 범위이다. 코팅 두께를 2 μ m의 정밀도로 측정할 수 있으며, 영상의 분해능은 160 μ m이다. 알약 한 개를 분석하는데 걸리는 시간은 50 msec이다. 테라헤르츠파 이미징으로 정제의 3차원 '지문'을 만들 수 있으며, 이 지문은 알려진 제조사들의 지문 데이터베이스와 비교할 수 있다. 정제 코팅과 알맹이의 구조는 제조사별로 다르

므로 모든 정제는 코팅, 내용물, 그리고 제조사에 따라 독특한 지문을 갖고 있는데, 이것을 테라헤르츠파 이미징 기술로 검출할 수 있다.



Terahertz links use low power safe (non-interfering) wavelengths capable of transmitting short distance GigE capacity



In Cabin Broadband Links - FAA safe

<그림 1> 테라헤르츠 단거리 초고속응용 예 (출처: IEEE 802_15_08_0133_00_0thz)

표준화 진행현황

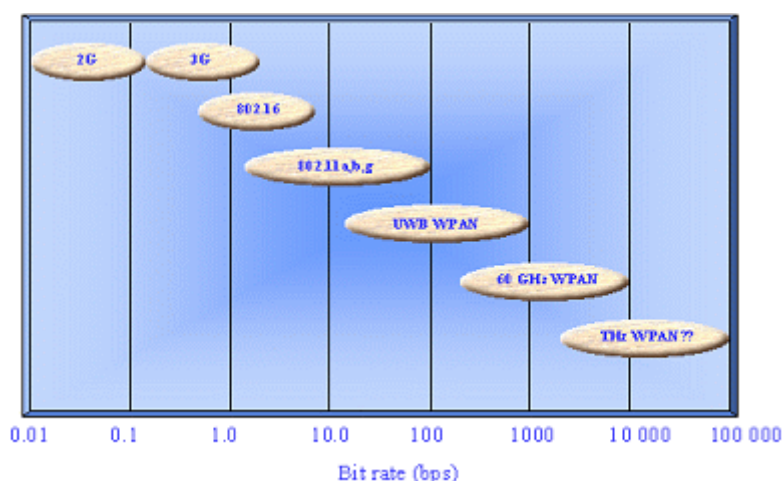
지금까지 이론적·실험적으로만 진행되어 왔던 테라헤르츠 영역에 대해 WRC-11에서 주파수 이용 검토 필요성을 제기하고 있고, 일정 주파수 부족을 해소하고 무선통신에서 간섭 없는 깨끗한 주파수 대역을 확보하여 국민에게 안전하고 건강한 삶과 그린 IT 국가경쟁력을 강화하기 위한 창의적인 미이용 주파수대역 활용에 관한 연구가 절실한 실정이다. 즉, (1) 테라헤르츠파는 마이크로파와 광파 사이에 위치하는 전자기파로 아직 개발되지 않은 또는 미이용 대역의 전파자원에 대한 주파수 할당 기본연구(안)을 마련하는 추세이고, (2) 각국에서는 BT, ET, IT 및 NT 등의 차세대 미래 무선통신 산업분야의 대역별 응용이 가능한 핵심 기반기술의 중장기적 테라헤르츠 주파수 정책 수립 중에 있으며, (3) 미국, 유럽, 일본 등 주요 기술 선진국은 핵심소재와 소자/부품기술, 테라헤르츠 이미지 센싱기술 등의 분야에서 산업적응을 위해 선행 연구 중이다.

우선 적용 가능한 응용분야를 살펴보면 해외출장시 공항 검색대에 서면 왠지 꺼림직하다. 금속 탐지기로 몸을 스치듯 검색하다 허리띠의 금속이라도 있으면 그게 흥기든 아니든 뽁 소리를 내 검색 당하는 사람을 당황스럽게 한다. 그러나 앞으로 몇 년 뒤에는 그런 번거로움을 겪지 않아도 될 전망이다. 사람이 검색대를 지나가기만 해도 금속 흥기뿐 아니라 액체 폭탄까지 자동으로 찾아낼 수 있는 투시 영상기기가 나올 가능성이 크기 때문이다. 이는 테라헤르츠(Tera-hertz) 전파를 사용해 영상뿐만 아니라 가방, 컨테이너 속의 물체 종류까지

파악할 수 있는 기술이기 때문이다. 물질마다 테라헤르츠 전파 중 특정 전파를 흡수하는 특성이 다른 점을 물질 성분 판독에 활용하는 것이다. 이 기술은 X선과 카메라 기능을 동시에 할 수 있는 장점도 있다. 테라헤르츠 전파의 이런 특성으로 공항 검색대를 이용객이 짐을 들고 지나가기만 해도 단 몇 초 만에 영상은 물론 어떤 물건을 휴대하고 있는지를 알 수 있다. 액체나 금속을 가리지 않는다. 이 때문에 그동안 잘 잡아내지 못한 액체 폭탄류, 독극물도 테라헤르츠 전파 검색대를 벗어나기 어려울 것으로 전문가들은 예상하고 있다. 테라헤르츠는 보안 검색뿐 아니라 천문학과 의료 등에 폭넓게 이용할 수 있다. 미 항공우주국(NASA)은 아우라 위성엔 2.5 THz 레이저를 실어 성층권의 환경감시에 활용하고 있다.

앞서 언급한 바와 같이 테라헤르츠파는 전자기레인지에 사용되는 마이크로파와 적외선 사이의 전파로 0.1 ~ 10 테라헤르츠 사이의 전파이며, 파장은 $30\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 이다. 그동안 이런 전파를 정확하게 만들 수 있는 기술이 부족해 다른 영역의 전파에 비해 활용이 저조했는데, 무선·이동통신의 발달로 미이용 주파수대역에 대한 이용논의가 진행되고 있다. 현재 테라헤르츠 WPAN 표준은 IEEE P802.15 워킹그룹에서 Interest Group으로 인텔 주도로 추진 중이다. 지난 7월 샌프란시스코에서 열린 미팅에서는 테라헤르츠 work plan과 범위에 대해 협의하였고, Sub-THz 대역의 경로손실측정에 대한 발표가 있었다. 본 논의에서는 SG로 되기 위한 PAR(Project Authorization Request), 5 C(Criteria; 시장 잠재성) 등의 필요성이 논의되었고, 300 GHz ~ 1 THz 대역에서의 채널특성을 분석하기 위해 QPSK 변조, EIRP 송출전력에 대해 검토하였다. 또한, Ad-hoc은 아젠다가 없어서 개최되지 못했으며, 한국에서는 ETRI, 삼성전자, 고려대학교에서 참석하였다.

2009년 11월 차기 총회에서는 이를 포함한 응용 기고서를 기반으로 검토기로 하였으며, 향후 THz 통신을 위한 WPAN의 선행표준추진이 적극적으로 요구된다.



<그림 2> 무선 이동통신관련 WPAN 표준 (출처: IEEE 802_15_08_0133_00_0thz)

허재두 (한국전자통신연구원/산호세주립대 교환교수, jdjuh@etri.re.kr)