

# U-City 시설물 관리 기술개발을 위한 지중 매립환경에서의 무선통신 기술 비교†

오윤석<sup>1)\*</sup>, 주진현<sup>2)</sup>, 김선희<sup>3)</sup>

Yoon-Seuk Oh · Jin-Hyun Choo · Sun-hee Kim

한국건설기술연구원 U-국토연구실<sup>1)</sup> · 한국건설기술연구원 지반연구실<sup>2)</sup>

· 전자부품연구원 통신네트워크연구센터<sup>3)</sup>

ysoh@kict.re.kr · jinhyun@kict.re.kr · elecsunny@keti.re.kr

## 요 약

본 논문은 우리나라가 선도하는 도시모델이며, 첨단도시 기술인 U-City(유비쿼터스 도시)의 서비스 모델 중 하나인 지하시설물 관리를 위한 기술 개발에 있어 필요한 지중 통신 기술에 대한 비교실험에 대한 결과이다. 지하시설물은 전 도시에 걸쳐 넓게 분포되어 있어 관리의 중요성이 높은 시설물이지만 대부분 매립되어 있기 때문에 육안 검사가 불가능하며, 센서를 이용한다고 해도 일반적인 무선통신이 불가능하여 매우 제한적으로 센서를 운영할 수 밖에 없다. 그러나 IT 기술의 발달로 인하여 무선통신기술의 성능이 매우 향상되고 있어 지중에 매설된 시설물관리에 사용할 수 있는 기술이 속속 개발되고 있다. 본 연구에서는 이러한 무선통신기술의 한계를 파악하여 U-City의 지하시설물 관리에 적용할 수 있는지 여부를 판단하고자 한다.

## 1. 서론

U-City는 IT를 기반으로 도시와 관련된 서비스가 유기적으로 연결되어야 한다. 따라서 U-City에서 통신기술은 인간의 신장과 같이 매우 중요한 부분을 차지한다. 그러나 넓은 도시에 유선 통신망을 설치하기에는 한계가 있으며, U-City에서 사용할 수많은 센서와 센서데이터 수집장치의 연결을 위해 유선 통신망을 사용할 경우 설치뿐만 아니라 유지관리에도 문제가 발생할 수 있다.

현재 CDMA가 중심이었던 무선통신 환경이 스마트폰 열풍으로 인하여 Wifi사용 가능 지역이 급속도로 확장되고 있으며, Wibro나 HSDPA등 무선통신 인프라가 확대되고 있다. RFID, Zigbee, Bluetooth 등 단거리 무선통신 기술도 USN(Ubiquitous

Sensor Network)기술 개발 붐을 타고 점차 기술이 발전되고 있다. 그러나 이러한 전파를 이용한 무선통신 기술은 물, 흙, 금속 등에서 급속한 신호감쇠가 발생하는 단점이 있다. 물의 경우 유전율이 약 80가량 된다. 이는 공기중에서 전파의 통신보다 80배 가량 신호감쇠가 발생하는 것을 의미한다. 따라서 물, 흙, 금속 등이 혼재한 지중 매립환경은 전파를 이용한 무선통신이 거의 불가능하다고 볼 수 있다.

이러한 문제의 대안으로 자기장 통신 기술이 있다. 자기장 통신은 전자파의 자기장 영역을 이용하여 통신하는 기술로서 자기장은 전기장의 유전율과 동일한 의미인 투자율이 물에서 약 1이다. 이는 신호 감쇠가 공기중에서와 차이가 없다는 것을

† 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업권천기술개발사업의 일환으로 수행되었음 (10033338, 매립형 지중시설물 관리를 위한 플랫폼 기술)

의미한다. 그러나 이 기술에도 단점은 있다. 자기장의 전송거리는 전기장과 달리 매우 제한적이다. 안테나로부터  $\lambda$ (파장)/2  $\pi$ 까지만 전파된다. 따라서 주파수가 높을수록 파장일 짧기 때문에 전송거리가 급격히 줄어들게 된다. 그러므로 자기장 통신은 저주파를 이용해야 하며, 저주파의 특성상 데이터 전송속도가 낮은 단점이 있다. 그러나 단순한 데이터 전송에는 문제가 없기 때문에 활용 분야는 매우 다양할 것으로 기대된다.

## 2. 실험방법

본 연구에서 수행한 실험은 자기장 통신과 대표적인 근거리 무선통신기술인 Zigbee를 이용하여 실험을 하였다. 자기장 통신 모듈은 125KHz 대역의 주파수를 사용하고, Zigbee는 2.4GHz 대역의 주파수를 사용한다.



그림 1. 실험장치 구성

(그림 1)과 같이 장비보호용 아크릴 케이스에 두 가지 통신 모듈을 넣은 후 60cm깊이의 땅에 묻기 전과 묻은 후(그림 2, 깊이 25cm, 50cm)의 신호강도를 측정하였다. 신호를 받는 안테나는 3가지 케이스 모두 상자 상단에서 50cm 떨어진 곳에서 측정하였다.

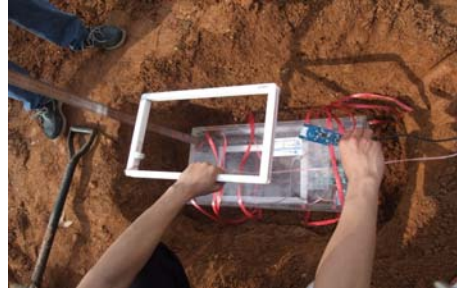


그림 2. 매립환경에서의 실험

## 3. 실험결과

(표 1)은 각 통신 방법별 깊이에 따른 통신강도 변화값을 정리한 것이다. Zigbee 통신의 경우 신호 강도를 dBm 값으로 환산한 것으로 값이 높을수록 통신 상태가 좋은 것을 의미한다. 자기장 통신 모듈의 경우 상대적인 신호세기를 값으로 표현한 것으로 단위가 없으며, 값이 클수록 신호상태가 좋다는 것을 의미한다.

표 1. 신호강도 측정 결과

깊이	Zigbee 통신	자기장 통신
매립전	-45~-61dBm	134
25cm	-77~-94dBm	124
50cm	-90~-92dBm	130

(표 1)에서 보는 바와 같이 Zigbee 통신은 매립 깊이에 따른 신호감쇠가 눈에 띄게 발생하는데 비해 자기장 통신의 경우 차이가 많지 않음을 볼 수 있다.

## 4. 결론

실험결과에서 보는 바와 같이 전기장을 이용하는 무선통신 기술은 매립환경에서 신호감쇠가 크게 나타나는 반면, 자기장 통신 기술은 신호감쇠가 거의 없음을 볼 수 있다. 따라서 매립환경에서 무선 통신이 가능하다고 볼 수 있으며, 지하시설물 센싱이나 각종 지중 토목계측분야에 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

향후, 기술의 실용화를 위해서는 실제 데이터를 송수신하는 실험을 통해 통신의 신뢰성을 검증해야 하며, 전기를 지속적으로 공급할 수 있는 방안에 대해서 추가 연구가 필요하다. 또한, 수중에서도 실험하여, 매립환경 뿐만아니라 수중환경에서도 가능하다는 것을 증명한다면, 자기장 통신의 활용 서비스 분야는 더욱 확대될 것으로 예상된다.

#### 참고문헌

- [1] 임승욱, 강신재, “자기장통신기술 소개 및 표준화 동향”, TTA Journal, No127, pp 83-88, 2010.