

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
IT융복합기술개발		미래농업	'12~'12	경기도농업기술원 원예산업연구과	이영석
U-IT 과수 재배환경 모니터링 무선 통신 시스템 개발		미래농업	'12~'12	경기도농업기술원 원예산업연구과	이영석
색인용어	USN, Zigbee, 무선통신, 과수원				

ABSTRACT

This study was carried to measure the radio propagation characteristics in orchard at 424MHz frequency band which has been assigned to USN. The radio propagation tests are carried out in the orchard of GARES using the antenna and communication devices of the USN. The measurement results showed that 424MHz radio propagation in orchard had smaller path loss than that of general outdoor radio environment. From the measurements, the radio propagation coverage was worked out as 200 meters without repeater. The office without LOS(Line of Sight) communication between transmitter and receiver exhibited large pass losses and fluctuation profile along distance. The radio propagation coverage along orchard was worked out as 300 meters with repeater. These investigation results can be used to design the 424MHz USN system by providing the optimized monitoring transmitter locations and install guide line customized to the radio propagation characteristics in orchard.

Key words : USN, Zigbee, wireless communication, orchard

1. 연구목표

우리나라의 과수농가는 170천호로 전체 농업농가의 14.4%를 점유하고 있으며, 재배면적은 152천ha로 전체 경지면적의 10%를 차지하고 있다(통계청, 2010). 농업분야 IT활용은 기존의 농업기술에 다양한 IT기술을 융합하여 각종 환경정보를 수집, 제어, 자동화 생산시설 등에 활용하고 있다. 실시간 정보수집과 대용량의 데이터 수집의 필요성으로 RFID와 USN은 급속히 확장되고 있는 분야로써 이를 통하여 기존의 수

동적 센서 네트워크를 대체하고 있다. 현재 과수원에 적용된 재배환경 모니터링 시스템은 CDMA와 WCDMA 통신으로 일부 농가에서 매월 통신사용료를 지불하며 사용하고 있으나 편리함에도 불구하고 경제적인 문제로 그 확산이 느려지고 있다. 이에 경제적인 면에서 통신사용료 지불 없이 자체적으로 시스템을 설치하고 모니터링 가능한 시스템 설치 요구가 증가하고 있다. RFID와 USN적용에 따른 전파환경시험과 시스템개발은 공장의 산업현장에 적용하고 이에 따른 실내외 시험이 실시되고 있으나 과수원 및 농업환경에 대한 적용시험은 미흡한 실정이다. 본 연구는 U-IT 과수 재배환경 모니터링 무선통신 시스템 개발에 따른 과수원의 USN적용 및 설치를 위하여 Zigbee통신 방식으로 무선환경을 측정하여 효율성을 검토하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구는 2012년 1월 1일부터 12월 31일까지 경기도농업기술원에서 (주)ASN의 Zigbee 시스템으로 수행하였다. 시험 장소는 경기도농업기술원의 복숭아(110m), 사과(215m), 과수 유전자원포(225m), 배(275m)포장 과수원 4개 지점에 구획을 나누어서 10m간격으로 무선Tag를 이동하면서 데이터를 송수신 측정시험을 진행하였다(그림 1,2). 신호 송수신기는 연구관 3층 사무실내에 설치하여 데이터 손실률 즉 PER(Packet Error Rate)측정 결과 5%를 기준으로 하여 5%이내 지점은 데이터 수신환경을 양호한 상태로 PER 5%이상은 데이터 수신환경이 불량한 지역으로 구분하여 전파환경을 측정하였다. 연구관 3층 사무실에 처음에 신호송수신기만 설치 측정하였으며, 데이터 수신에 불량하여 데이터 전송률 향상을 위해 중계기를 설치하여 데이터 손실률을 다시 측정하였다. 또한 과수원과 비교시험을 위하여 안산 시화공단도로에서 2km정도의 안테나 가시거리 LOS(Line of Sight)가 나오는 개활지에서 신호 송수신기와 무선Tag를 1.5m높이에 설치하여 PER 측정하였다. 시험기기는 신뢰성 있는 비교를 위해 경기도농업기술원 과수원과 안산 시화공단 도로 모두 동일한 송수신기를 사용하였다.






- ① 연구관 3층 사무실
- ② 복숭아(110m)
- ③ 사과(215m)
- ④ 과수유전자원포(225m)
- ⑤ 배(275m)

그림 1. 과수원 USN 전파환경 측정시험 구성

시험 시스템 구성은 표1과 같이 신호 송수신기, 온습도센서 통신일체형 무선Tag으로 구성하였다. 사용 중심주파수는 424MHz이며 안테나이득은 6dBi로 동일하다.

표 1. USN 송수신기 규격

품 명		규 격	
신호 송수신기 (ASN405R)		중심주파수	424 MHz (Zigbee)
		수신감도	-121dBm
		송신출력	10mW
		안테나이득	6dBi (omni)
무선 Tag (ASN405T)		송신출력	1mW
		수신감도	-121dBm
		안테나이득	6dBi (omni)
중계기 (ASN405H)		송신출력	1mW
		안테나이득	6dBi (omni)
		중계기이득	90dB

3. 결과 및 고찰

약속된 신호를 보낸 후 30번 평균한 측정된 결과 신호송수신기와 각 4개의 과수원 측정 지점에서의 PER측정결과를 PER이 5%이내의 조건일 경우 OK로 표시하였으며 측정 PER이 5% 이상일 경우에 수신 실패로 X로 표시한 결과 그림 2와 같이 표시되었다. 복숭아 과수원의 경우 150m 전체에서 양호한 결과를 나타내었으며 사과 과수원의 경우 220m지점이후부터 데이터 수신실패를 나타내었으며 유전자원포, 배 과수원의 경우도 절반이상의 면적에서 데이터 수신이 불가능함을 알 수 있었다. 데이터 수신효율 향상을 위하여 중계기 설치한 후의 시험결과는 300m이내 4지점 모두에서 PER측정 결과 5% 이내로 측정되었다

②복숭아					③사과					④유전자원포					⑤배				
100m	OK	OK	OK	OK	190m	OK	OK	OK	OK	200m	OK	OK	X	X	250m	OK	OK	X	X
110m	OK	OK	OK	OK	200m	OK	OK	OK	OK	210m	OK	OK	X	X	260m	OK	OK	X	X
120m	OK	OK	OK	OK	210m	OK	OK	OK	OK	220m	OK	X	X	X	270m	OK	X	X	X
130m	OK	OK	OK	OK	220m	OK	OK	OK	X	230m	OK	X	X	X	280m	X	X	X	X
140m	OK	OK	OK	OK	230m	X	X	X	X	240m	OK	X	X	X	290m	X	X	X	X
150m	OK	OK	OK	OK	240m	X	X	X	X	250m	X	X	X	X	300m	X	X	X	X

그림 2. PER 측정 결과(중계기 설치전), PER 5% 기준(OK , X)

과수원과의 비교를 위한 안산시화호 시스템 측정 데이터는 안테나 높이 각각 1.5m, 안테나 가시거리가 확보된 LOS(Line of Sight)의 시험결과이다. 안산시화호의 시험결과 900m지점에서 데이터 손실이 있음을 확인할 수 있었다.



안산시화호 측정장소

1차 테스트	424MHz(14채널)				(오후) 각 30회씩 Tx/Rx	
	3 dB (Step 4)	T1(HUB)	T2	T3	T4	X1
300m	X	OK	OK	OK	OK	X
400m	X	OK	OK	OK	OK	X
500m	X	OK	OK	OK	OK	X
600m	X	OK	OK	OK	OK	X
700m	X	OK	OK	OK	OK	X
800m	X	OK	OK	OK	OK	X
900m	X	OK	OK	OK	OK	X
1000m	X	실패 15	OK	실패 2	실패 1	X
1100m	X	OK	OK	OK	실패 4	X
1150m	X	X	X	X	X	X
1200m	X	실패 4	OK	OK	OK	X
1250m	X	X	X	X	X	X
1300m	X	실패 12	실패 11	실패 6	실패 7	X

측정 결과

그림3. 안산시화호 USN 시스템 측정결과

전파손실 이론에 따른 전파환경 시험 결과 분석결과를 아래 식으로 표현 할 수 있다 (손 등, 2010).

자유공간에서의 전파 손실식:

$$L_{ds} = 32.4 + 20\log d + 20\log f \quad , \quad d = \text{거리 (단위 km)}, \quad f = \text{주파수(MHz)}$$

자유공간에서의 전파 손실식과 안산시화호에서 900m 지점에서 측정된 결과에 따르면 전파수신강도 -85dBm 에서 데이터 손실이 있음을 알 수 있다. 과수원에서 측정 결과는 데이터 수신에 양호한 지점이 400m이내 지점임을 알 수 있었다. 안산시화호와 달리 데이터 수신에 양호한 거리가 절반정도 줄어드는 결과를 나타내었는데 이는 자유공간과 다른 전파환경임을 알 수 있다. 실제 전파환경은 그림4와 같이 다중경로를 통한 반사파가 존재한다.

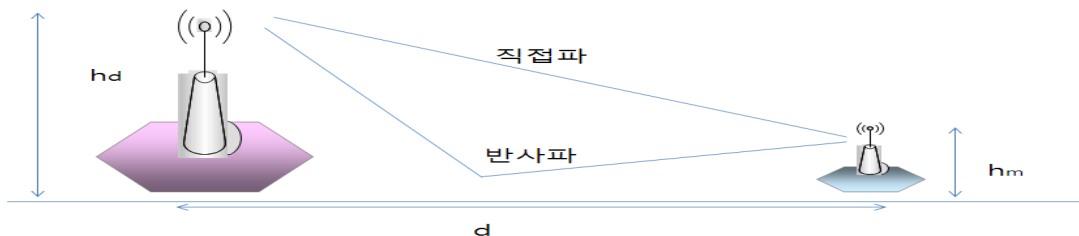


그림 4. 다중 전파 경로

다중전파경로에서의 전파손실식:

$$L_{pl} = L_{sp} + 20 \log \left(\frac{\lambda d}{4\pi h_b h_m} \right) \quad , \lambda = \text{전파의 파장}, d = \text{거리}$$

완전반사이고 $h_b h_m \ll \lambda d$ 라 가정하면 다중경로에서의 전파 손실식:

$$L_p = 40 \log d - 20 \log(h_b h_m) \quad , d = \text{단위 [m]}, h_b = \text{단위 [m]}, h_m = \text{단위 [m]}$$

과수원 시험에서 안테나 위치가 각각 6m, 1.5m 높이에 있으며 다중경로 400m 지점에 서 전파수신강도가 -85dBm으로 안산시화호 900m와 일치함을 알 수 있다. 시험결과 LOS 환경이 아닌 NLOS 환경에서는 중계기 및 실외 안테나 설치를 통하여 데이터 전송률을 높여야 함을 알 수 있었다. 본 시험은 비교적 전파환경이 양호한 300m 거리에서 시험하였으나 500m 이상의 큰 면적의 과수원 적용시험이 추가로 수행되어야 할 것으로 사료된다. 과제 설계시 경제적면에서의 농가의 부담을 줄이기 위한 통신료 지불 없는 자체 운영 시스템 개발을 목적이었지만 과수원의 전파환경시험 결과 새로운 무선통신 시스템의 개발보다는 개발기간과 개발비 측면에서 기 상용화된 USN 및 RFID 시스템을 적용하여 최적화하는 방향이 적합하다고 판단되어 무선통신 측정시험으로 연구를 종료하였다.

4. 적 요

과수원의 기상 및 재배환경의 데이터 수집을 위해서 Zigbee 방식의 무선통신 시스템을 설치하여 자유 공간과 과수원에서의 설치 조건을 확인하기 위해 시험을 수행한 결과는 다음과 같다.

- 가. 복숭아 과수원의 경우 150m 전체에서 양호한 결과를 나타내었으며 나머지 과수원의 경우 220m 지점까지 데이터 전송률이 양호하였다.
- 나. 중계기 설치 후에 시험결과는 300m에서 4개의 과수원 모두에 양호한 데이터 전송률이 측정되었다.
- 다. 안테나 가지거리가 확보된 LOS(Line of Sight) 환경인 안산시화호의 시험결과 900m 지점까지 데이터 전송이 양호하였다.
- 라. 과수원에서 자유 공간과는 무선환경이 다르기 때문에 전송 손실을 줄이기 위해서는 중계기와 실외 안테나 설치에 따른 전송률 향상 대책이 필요하였다.

5. 인용문헌

- 통계청. 2010. 농림어업통계. 국내통계
- Ericsson. Radio Wave Propagation Guideline. pp8-9
- Y. Okumura, E. Ohmori, T. Kawano, K. Fukuda. 1968. Field strength and its variability in VHF and UHF land-mobile radio service. Review of the ECL, 16. pp825-873
- 김갑영 안태기, 전보익, 양세현, 2010. 실내와 실외환경에서의 802.11n WLAN RF 특성 및 Network 특성 비교, 한국산학기술학회논문지. Vol. 11, No. 5. pp1702-1707
- 강현중, 이준욱, 강성수. 2012. 스마트 디바이스 기반의 농업환경관리 지원 서비스. 스마트미디어저널 제1권 제1호. pp42-47
- 손병락, 김중규. 2010. 유비쿼터스 센서 네트워크 기반 지하주차장 조명제어시스템. 한국통신학회. Vol.35. pp125-135

6. 연구결과 활용제목

- U-IT 과수 재배환경 모니터링 전과환경 측정(기초활용)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						'12
U-IT 과수 재배환경 모니터링 무선통신 시스템 개발	책임자	경기도농업기술원 원예산업연구과	농업연구사	이영석	세부과제총괄	○
	공동연구자	"	농업연구사	이상우	자료조사	○
		"	농업연구관	이상덕	자료조사	○
		"	농업연구사	심상연	자료조사	○
		"	농업연구관	김성기	연구지도	○
		"	농업연구사	박건환	연구협조	○
	(주)ASN	과장	현병훈	연구협조	○	