

전자파표면유속계를 이용한 유량측정시 근거리 통신의 적용

Adoption of Wireless Near Field Communication Method in the Discharge Measurements using Microwave Water Surface Current Meter

김영성*, 양재린**

Youngsung Kim, Jaerheon Yang

요 지

전자파표면유속계는 여러 측정지점을 가능한 신속하게 이동하면서 홍수시 유속을 측정하는데 그 목적이 있다. 또한 홍수시 유속은 시간대 별로 급격히 변하는 속성을 가지고 있으므로 유량측정 지점의 유량을 실시간으로 획득하기 위해서는 현장 측정에서 측정된 유량데이터가 실시간으로 집계 되어야한다. 현재의 시스템은 측정 정보를 실시간으로 전송하기 위하여 현장 측정자에게 PDA가 보급되어 있으며 CDMA망을 통해서 유량 측정을 위한 각종 정보 및 측정결과를 실시간 전송하도록 되어있다. 그러나 전자파표면유속계를 비롯한 각종 유속계가 PDA와 무선으로 통신을 할 수 있게 되어있지 않기 때문에 열악한 여건의 현장에서 측정된 데이터를 야장에 수기로 기록한 후 이를 다시 PDA에 수동으로 입력시켜야하는 불편함이 있다. 전자파표면유속계를 제외한 다른 측정 장비는 제조회사가 수자원공사와 독립적인 업체이므로 통신 접속을 하기위한 특정 인터페이스를 알아내기가 어려운 실정이다. 그러나 전자파표면유속계는 수자원공사에서 개발한 장비로서 핵심기술을 수자원공사에서 보유하고 있으므로 PDA와 통신을 가능하게 하는 장치의 개발이 가능하다. 이에 이러한 불편한 문제점을 개선하여 현장에서 홍수 유량 측정시 작업자들의 편의성을 증대시키고자 전자파표면유속계와 PDA간에 근거리통신기법을 적용하였다. 이를 위하여 Bluetooth, UWB(Ultra-Wide Band, 초광대역통신), Zigbee 등 적용가능한 근거리 통신기법을 조사하였다. 그 결과 Zigbee가 소비전력이 적어 현장에서 홍수유량측정에 이용되는 전자파표면유속계에 적용성이 가장 뛰어난 것으로 나타났다.

무선통신 모듈과 연동되는 전자파표면유속계는 이동식을 기준으로 적용하였으며 기존 신호처리부에 무선통신 모듈을 장착할 수 있는 구조로 설계하였다. 장착 방식은 기존 이동식 유속계의 신호처리부의 RS-232 포트에 무선통신 모듈을 장착하면 사용할 수 있는 구조로 되어있다. 신호처리부 RS-232 포트는 현재까지는 측정된 유속값을 PC로 전송받는 용도로 활용되었으나 무선모듈 장착 시에는 무선통신 할 수 있는 이중화 구조를 채택하였다. 두 가지 방식에 대한 통신구별은 초기에 송수신하는 데이터에 따라 구별되도록 하였다. 신호처리부에서 무선통신 추가에 따른 운용 방식은 별도의 수자원공사 모드를 추가하여 운용하도록 수정하였다. 유속 측정 시에는 무선통신 모듈을 제거한 상태에서 측정 후, 측정된 데이터를 PDA로 전송할 때 이를 부착하여 사용할 수 있는 구조를 갖도록 제작하였다. 이러한 방식을 적용시킨 이유는 기존에 보급된 유속계에 무선모듈을 장착한 후, 신호처리부 운용 프로그램을 업그레이드하면 바로 사용할 수 있도록 하기 위함이다.

핵심용어: 전자파표면유속계, 근거리통신, PDA

* 김영성, 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 yskim@kwater.or.kr

** 양재린, 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 jyang@kwater.or.kr

1. 서 론

최근 3년간 전자과표면유속계에 대한 개선은 지속적으로 진행되었지만 첨단 IT 제품과의 연동은 처음으로 추진되었다. PDA(Personal Digital Assistance)는 개인휴대 정보 장치로 정보 기록 및 관리를 목적으로 하는 소형 기기이다. PDA를 근본적으로 사용하는 이유는 이동성이 뛰어나 시간 및 공간에 대한 제약을 다른 정보 기기에 비하여 적게 받으며 각종 정보 기록 및 관리를 할 수 있기 때문이다. 일반적인 업무 처리나 산업 현장에서 적용하는 사례가 증가하고 있으며 그에 따른 효과도 상승하고 있다. 한국수자원공사의 유량 측정 업무에 적용된 경우도 이와 같은 맥락에서 유량 측정 업무의 효율을 증가시키고 측정된 유량 데이터를 실시간 통합 관리하여 수자원 관리를 첨단화 하는 것이 목적 중의 하나이다. 그러나 현재까지 유량측정장비를 통해서 측정된 데이터는 장비 제조사에 공급한 별도의 장치에 의해 관리되어왔기 때문에 현장 측정자가 휴대한 PDA를 통한 데이터 처리에 어려움이 있었다. 그 이유는 유량 측정 장비와 PDA를 연결시켜 주는 통신포트가 호환성이 없으며 통신을 하기 위한 프로그램도 전무하기 때문이었다. 이러한 상황에서 전자과표면유속계는 한국수자원공사에서 가장 많이 활용되고 있으며 국내에서 제작되고 있으므로 타 장비에 비하여 PDA와 연동할 수 있는 유일한 장비이다. 연동하는 방식은 Zigbee로 명명된 근거리 무선 통신으로서 유사한 근거리 통신 표준인 Bluetooth 방식보다 아직 일반화되지 않았지만 전력소모 및 근거리 무선데이터 통신구축시 효율적인 장점이 있어 선정되었다. 현재는 PDA와 전자과표면유속계를 일대일로 연결하여 적용하였지만 한 지점의 하천에 여러 대의 유속계가 설치되어 운용되거나 여러 대의 이동식 유속계가 동시에 측정이 진행될 경우에는 그 효과가 증가될 것으로 예측된다. 이러한 유량 측정 장비와 첨단 정보통신 기기와의 결합은 열악한 환경에서의 유량 측정 업무를 보다 신속하고 정확하게 처리할 수 있는 효과가 있으며 향후 비약적으로 발전하는 정보통신 기기의 기술을 실질적인 업무에 연계시키는 초석이 될 것이다.

2. 전자과표면유속계와 Zigbee 통신

전자과표면 유속계는 10GHz의 전자파를 물표면에 발사하여 반사되어 돌아오는 신호에서 도플러 신호를 추출하여 표면 유속을 측정하는 장비로 대표적인 비접촉 방식의 유량 측정 장비이다. PDA와 Zigbee 통신을 하기 전의 전자과유속계는 다른 유속 측정 장비와 동일하게 측정된 데이터를 신호처리부의 메모리에 저장하였다. 사용자는 필요에 따라서 PC 통신 포트인 RS-232 방식을 활용하여 데이터를 PC로 가져와 편집 및 관리를 하였다. 또한 현장 유량측정시에 PDA를 이용하기 위해서는 유속 데이터를 직접 입력하여 관리하는 형태로 진행되어 왔다. 직접입력방식으로 관리할 때 데이터의 개수가 작을 때는 소요시간이 짧아서 불편함이 없지만 측정지점이 증가할수록 작업 시간은 무시하지 못할 정도로 증가하게 되고 우천시 현장 작업자는 어려움에 당면하게 된다. Zigbee는 저소비전력 및 저속무선통신을 특징으로 하는 기술로 가정, 산업현장, 빌딩, 병원 등 폭넓은 분야에서 응용이 기대되고 있다. 반경 수십 m (Personal Area) 내에 있는 기기간의 통신으로써 고안된 무선통신 기술로서 자동화를 구현하기위한 센서 네트워크에 적합하다. 이동이 간편한 휴대용일 뿐만 아니라 기기나 센서를 다수 설치하는 대규모 네트워크 시스템의 구축에도 유리하여 유비쿼터스 네트워크를 실현하는 유력한 무선 기술이라고 일컬어지고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅의 기본은 상황인식에 의한 최적화이고, 그 중에서도 환경의 인식을 위해 센서 네트워크가 중요시 되고 있다. 센서는 코디네이터라 불리는 1대의 집약 Server에 데이터를 송신하고. 코디네이터는 수집된 데이터를 설비제어 시스템에 전송하여 조명이나, 에어컨의 제어가 가능하게 한다. Personal Area의 무선기술로 Bluetooth 나 UWB(초광대역통신) 등이 있지만 Zigbee는 이들과는 다른 특징을 갖고 있다. 전파의 도달거리가 긴 점과 광범위하게 설치되어 다수의 센서에서 코디네이터로 데이터를 집약할 수 있는 사양을 규정하고 있다는 점이다. Bluetooth나 UWB는 전파의 도달거리가 10 m이며, 기본적으로는 1:1 통신을 규정하고 있다. 이것을 사용하여 센서네트워크 구축하는 데는 센서에서 전파를 받는 기기를 대량으로 설치하고, 그 기기에서 집약 Server에 데이터를 받아들이도록 해야만 한다. Zigbee 코디네이터는 반경 30m 정도의 범위 내에 있는 센서 약 64000대와 통신이 가능하다. 또 전파가 도달하는 범위에 Zigbee의 중계장치를 설치하여 센서가 중계장치에 데이터를 송신하면 중계장치

가 코디네이터에게 데이터를 전송하여 준다.

Zigbee 통신에서 RF 통신 방식은 보안성을 강화하기 위하여 스펙트럼 분산방식인 DSSS(Direct Spread Spectrum System)를 적용하고 네트워크 상에서 통신 제어를 하기위하여 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)를 사용한다. 이러한 방식은 기존 무선 LAN 규격인 IEEE802.11b와 유사하다. 기저대역 디지털 신호를 변조하는 방식은 2.4GHz 대역에서 OQPSK(Octal Quad Phase Shift Keying), 915/868MHz 대역에서는 BPSK(Binary Phase Shift Keying)를 이용한다. Zigbee 통신이 타 방식에 비하여 장점을 갖는 요소는 H/W(Hardware) 상에서 저비용, 저전력이라는 특징과 최대 약 65000개의 Node를 제어할 수 있는 네트워크를 구현할 수 있다는 것이다. 구현할 수 있는 네트워크 구조는 Star Topology, Peer to Peer Topology, Cluster Tree Topology를 구현할 수 있다. Star형은 현재의 Bluetooth 와 IEEE802.11/Wi-Fi 도 지원하고 있지만 Zigbee는 이에 추가하여 Peer to Peer 형을 추가하여 지원하고 있다. Peer to Peer 형의 네트워크에서는 데이터를 중계하는 Node가 허용되고 있고, 이들에 의해 직접 데이터 전송이 불가능한 Node 사이에서도 데이터 통신이 가능하다. 또한 Peer to Peer 형의 무선 네트워크를 이용하여 비교적 규모가 큰 네트워크를 간단히 구축할 수 있다. 일반적으로 유선에 의한 네트워크에 비교하여 무선 네트워크는 그 설치 비용이 용이한 특징이 있다. 결론적으로 Zigbee는 다른 근거리 무선통신 방식에 비교하여 대규모 네트워크를 용이하게 구축할 수 있는 것이 추가적인 특징 이다 (최동훈 등, 2007).

3. Zigbee를 이용한 전자파유속계 통신 구조

전자파표면유속계의 Zigbee 모듈 장착구조는 기존에 사용하던 PC 통신포트를 이중화하여, 신호처리부를 PC와 연결하면 저장된 데이터를 PC로 다운로드 할 수 있으며, 신호처리부에 Zigbee 모듈을 장착한 후 데이터 전송모드를 선택하면 PDA의 Zigbee 모듈과 통신할 수 있는 구조로 되어있다. 이러한 방식을 선택한 이유는 이 기술의 상용화하였을 경우, 한국수자원공사 측 사용자의 측면과 그 외 사용자의 사용조건을 고려하고자 함이다. 아래 그림 1의 전자파표면유속계 신호처리부 형태의 장비가 상용 보급되어 현장에서 몇 십대가 사용되고 있기 때문에 기존 장비와 호환성을 갖추기 위해서 외장형 모듈을 선택하게 되었다.

현장 측정에서 근거리통신을 적용하기 위한 절차는 다음과 같다. 먼저 신호처리부에 Zigbee 모듈을 장착하지 않은 상태로 한 지점에서 전체 횡단면에 대한 유속측정을 종료한 후, PDA로 데이터를 전송할 때만 Zigbee 모듈을 장착하여 근거리 통신기능을 사용한다. PDA는 외장형 Zigbee 모듈을 24핀 외부 커넥터에 연결하고 데이터 다운로드 프로그램을 실행하면 수초 이내에 모든 측정 데이터를 PDA로 가져오게 된다. PDA의 기존 유량 측정 프로그램은 PDA에 저장된 데이터를 별도의 모드에서 데이터를 다시 불러온 후 측선 별로 측정된 데이터를 사용자가 확인하여 이상이 없으면 데이터 센터로 전송하면 된다. 이러한 과정은 몇 단계의 버튼 조작만으로 진행되므로 현장의 유량측정사용자들이 현장에서 번거로운 야장기록 작업을 하지 않음에 따라 효율적으로 유량측정을 완료할 수 있다.

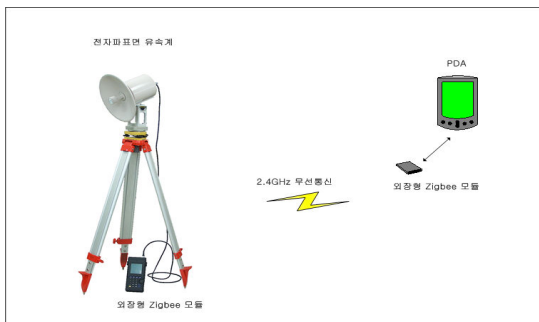


그림 1. 전자파표면유속계의 Zigbee 통신구조



그림 2. Zigbee 모듈

4. Zigbee 모듈의 사양

제작 완료된 Zigbee 모듈의 외형은 그림 2와 같은 형태로 가로 20 mm, 세로 40 mm 크기이다. 모듈의 동작은 신호처리부 및 PDA에서 전원을 공급받아 사용하므로 소모 전력이 크게 되면 주장비의 배터리 사용 시간을 단축시키는 문제를 발생하게 된다. 또한 표1의 Zigbee 사양에서 통신 거리가 20 m로 되어 있는데 통신 거리를 확장하려면 RF 출력단에 Amp를 추가하여 RF 출력을 10dBm 이상으로 증가시켜야 한다. Amp의 추가는 소모 전력을 증가시키게 되므로 전력소모와 배터리 부하에 대한 사항을 고려하여 통신 거리를 결정하였다. 각각의 모듈에는 LED가 부착되어 있는데 사용 용도는 PDA 또는 전자과표면유속계의 신호처리부에 정상적인 연결상태를 확인하기 위함이며 통신시 LED가 깜박임을 반복하여 정상적인 통신 상태를 사용자가 확인하여 고장 여부를 진단할 수 있게

표 1. Zigbee 사양

항 목	규 격
송신부	
RF 반송파 주파수	2.4 ~ 2.483 GHz
RF 출력	0 dBm
RF 출력 제어 범위	30 dB
Modulation	QPSK
수신부	
수신 주파수 범위	2.4 ~ 2.483 GHz
수신 감도	-85 dBm
RF 최대 입력	+ 5 dBm
잡음지수	8 dB
공통 사양	
전송 속도	최대 250 kbps
통신 거리	최대 20 m
동작 전압	2.7 ~ 3.6 V
인터페이스	Serial Peripheral Interface / USART

Zigbee 모듈을 사용하는 전자과표면유속계의 신호처리부 운용모드는 기존 방식과 다른 구조로 되어 있으며 한국수자원공사 유량측정 매뉴얼의 절차에 따라 측정당 최대 5개 측정값을 할당한다. 측정의 순번은 자동 증가 또는 변경이 가능하며 최대 40 개까지 할당할 수 있다. 1회 측정에서 평균을 구하는 절차는 측정 조건을 설정하는 모드에서 샘플링 회수와 측정 회수를 설정한 후 측정한다. 최종 평균값은 샘플링 회수와 측정 회수를 곱한 수치를 1초단위로 반복 측정하여 산출한다. 한 지점의 하천에서 측정이 완료되면 데이터 전송모드로 변경하여 Zigbee 모듈을 장착한 후 전송(SEND) 버튼을 누른다. 이때 신호처리부 LCD 화면에는 [Data Send Ready] 문자가 표시되고 PDA 측 Zigbee 모듈에서 전송 요구 메시지를 수신하기 위하여 대기한다. 정상적인 전송 요구 명령이 수신되면 신호처리부에서는 측정된 데이터를 전송하게 된다. 세부적인 통신 흐름은 그림 3과 같이 규정되어 있으며 통신 상태가 불안정하거나 잘못 조작하였을 경우에는 위에서 서술한 절차를 반복하여 실행한다 (윤덕용, 2002).

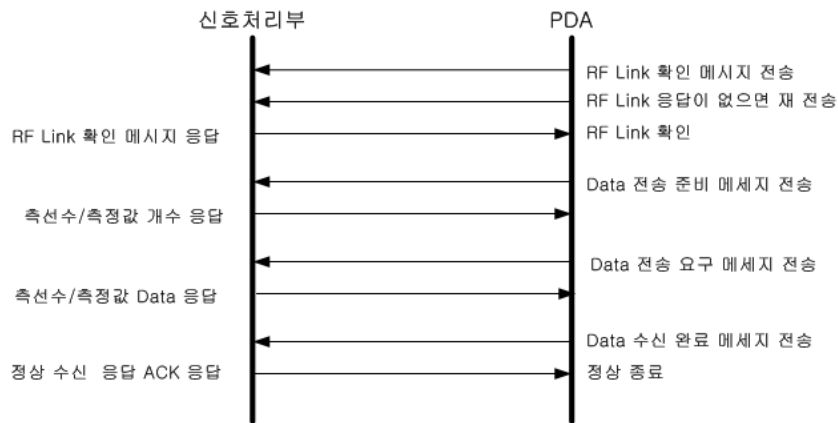


그림 3. 전자파표면유속계의 Zigbee 통신 흐름도

측정시간 단축효과를 비교하기 위하여 하천 폭인 100 m 인 지점을 가정하여 측정 데이터를 PDA에 직접 입력방식과 Zigbee를 적용한 근거리통신 방식을 각각 적용하여 입력하였다. 측선간 거리를 10m 간격으로 10 개의 측선을 따라 측정하여 데이터를 저장하고 측정 완료 후 PDA에 입력하였다.

표 2. 방식에 따른 소요 시간 비교

항 목	직접 입력 방식	Zigbee 방식
측정값 1개 입력 소요 시간	최대 5초	없음
측정값 50개 입력 소요 시간	최대 280초 (4분 40초)	최대 30초

5. 결 론

전자파표면유속계에 근거리 무선통신방식인 Zigbee 모듈을 적용하여 측정 데이터를 PDA로 불러오는 방식은 기존 직접입력방식과 대비하여 8배 이상의 측정시간 단축효과를 보이고 있으며 하천의 폭이 클수록 그 효과는 증가한다. 근거리 통신기술의 적용효과는 단순히 측정시간의 단축에도 악천후에서 측정값을 야장에 기록해야 하는 실무자들의 어려움을 개선하는 것으로 홍수시와 같은 악조건에서의 유량측정업무를 효율적으로 완료하는데 기여함이 큰 효과이다. 첨단 IT 기술을 적용한 정보처리 기기 및 새롭게 등장하는 무선 통신 기술을 유량 측정 업무에 적용했을 경우 발생하는 효과를 단적으로 보여주는 사례로서 유량측정업무 절차를 개선함으로써 유속측정 후 데이터 입력시 발생할 수 있는 오류를 줄일 수 있게 되었다.

참고문헌

1. 최동훈, 배성수, 최규태, (2007). 지그비 기술과 활용, 도서출판 세원, 서울.
2. 윤덕용, (2002), TMS320C31 마스터, 도서출판 Ohm사, 서울.