

ZigBee 무선표준을 이용한 상수도 원격검침 네트워크 구현

Realization of Water AMR Network using ZigBee Protocol

권종원*, 박용만, 오드게럴, 김희식

Jongwon Kwon*, Yongman Park, Odgerel, Hiesik Kim

Abstract - In this paper, authors realize water AMR(Automatic Meter Reading) network using low power ZigBee protocol included routing ability for improving wireless communication error detection and network range. ZigBee wireless standard is an important standard of the field related Ubiquitous industry and recently has application to Home-Network. It's special features are to spend low power and to include routing ability each terminator. Because of these features, authors realize water AMR system on Embedded system using ZigBee protocol for applying to transfer data between a water meter and RF module equipped with a water meter in each house.

Key Words : AMR, ZigBee, Watermeter, Network, Embedded system

1장. 서론

현재 서울시에는 약 200만개의 수도계량기가 설치되어 있는데, 이중 극소수만이 자동계량기이며 일반가정 수용가는 아직도 수동식과 반자동식 인력검침에 의존하고 있다. 기존의 인력검침에서 나타나는 검침원의 오류, 수용가의 부재 및 검침거부 등의 문제를 해결하고 더 나아가 신속하고 정확한 검침 데이터를 수집하고 데이터베이스화하여 수용가의 수도물 사용패턴을 분석하여 부하율에 따른 차등 요금제도의 운영으로 부하의 분산과 유수율 증가, 고객센터의 품질 향상 등 운영상의 효율이 개선될 수 있다. 이러한 이유로 원격검침에 대한 요구와 수요가 증가되어 현재 우리나라에서 활발히 개발 진행 중이다. 하지만 상수도 원격검침은 전력, 가스, 열량, 온수 등 타 사업의 원격검침 환경과 달리 수도계량기 보호통내에 설치되어 있고 이 보호통은 지하에 매설하게 되어 있다. 또한 겨울철 동파를 방지하기 각종 재질로 된 보온재로 전면을 감싸고 뚜껑 재질 역시 P.E와 주철로 되어있어 비교적 통신환경이 매우 열악한 상황이다.

본 논문에서는 이를 개선하기 위해 라우팅 기능을 포함하고 있는 저전력 ZigBee 무선표준을 이용하여 상수도 원격검침시스템에 적용시켜 구현해 보았다. ZigBee 무선표준은 현재 홈네트워크에 적용되고 있는 유비쿼터스 관련 기술 중 핵심 무선표준의 하나이다. ZigBee 무선표준의 특징은 전력소모가 적고 각 단말기마다 라우팅 기능을 포함하는 것이 특징이다. 이런 특징을 상수도 원격검침 시스템 중 각 수용가의 수도계량기와 연결된 RF모듈로부터 중계기간의 데이터 전송에 적용시켜 임베디드 시스템을 이용하여 구현하였다.

2장. 상수도 원격검침 네트워크 구성도

2.1 기존의 상수도 원격검침 네트워크 현황

상수도 원격검침 시스템은 전자식계량기 및 반전자식 계량기의 유량을 검출하여 RF모듈을 통해 424MHz(10mW)의 소출력 무선방식을 이용해서 계량기와 중계기 간의 통신을 일반적으로 사용하고 있다. 중계기에서 수집한 검침데이터들은 패킷형태로 CDMA모뎀을 통해 이동통신업체의 서버에서 수신되어 이를 TCP/IP방식 각 수용가 및 관공서에 전달하게 된다. 이를 통해 실시간으로 검침되고 있는 유량을 편리하게 확인할 수 있다.

하지만 미국과 같은 넓은 곳의 검침지역에서는 간섭이 적고 통신 장애물이 적어 소출력 무선방식이 적합하지만 국내 서울시의 실정은 크게 다르다. 우선 검침지역이 좁고 통신방해요인으로 다세대 가구가 조밀하게 밀집되어 있는 지역이 일반적이다. 또한 소출력 무선방식인 424MHz 송신출력은 송신출력이 10mW로 이하로 제한되어 있어 통달거리가 가시지역 내이면서 100~200m로 짧은 한계가 있다. 이로 인해 RF모듈과 중계기 사이에 출력 증폭기(리피터)가 설치가 요구되거나 중계기가 과다 소요되고 있다.

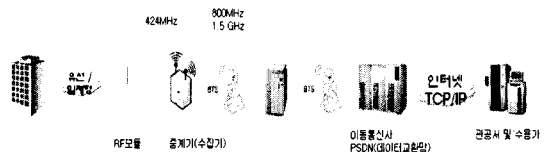


그림 1. 기존의 상수도 원격검침 네트워크 구성도

저자 소개

* 권종원 : 서울대학교 전자전기컴퓨터공학부

2.2 상수도 원격검침용 ZigBee 무선통신 네트워크 구성

최근에 원격검침(AMR) 시장이 부상하고 있으며 원격검침이 전기, 가스, 수도 등의 유틸리티 분야를 비롯해 홈 네트워크 분야 등 광범위한 분야로 확대 적용되면서 원격검침(AMR) 관련 기술이 활발히 개발 중이다. 그 중 주목받는 기술인 ZigBee는 근거리 통신 기술로 원격검침에 적용할 경우 다른 무선통신 기술에 비해 전력소모가 적어 전원이 공급되지 않는 수도 검침에 적용시킬 수 있다. ZigBee를 적용시킴으로써 기존 원격검침 시스템의 기술적인 문제점을 해결할 수 있는 저전력, 저속 데이터 통신에 적합한 경제적이고 각 모듈마다 라우팅 기능을 가지고 있어 확장성이 우수한 솔루션으로 각광받고 있다.

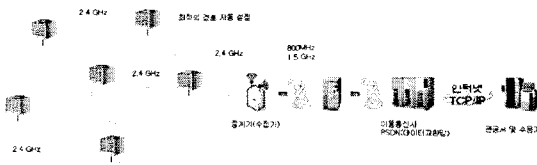


그림 2. 제안된 상수도 원격검침 네트워크 구성도

3장. ZigBee 무선통신 규격

3.1 ZigBee기술

802.15.4 ZigBee는 저속, 저가, 저전력을 목적으로 하는 근거리 무선 통신 기술이다. 이 기술은 MAC(Medium Access Control) 계층과 PHY(Physical) 계층으로 이루어져 있다. 이 중 MAC 계층에서는 전력 소모를 줄이기 위한 방식들이 정의되어 있고, PHY 계층은 매우 간단한 구조로 되어 있어서 저속의 데이터 전송률을 가지지만 저가격을 실현하고 있다.

- Data rates of 250 kbps, 40 kbps and 20 kbps
- Star topology, peer to peer possible
- 255 devices per network
- CSMA-CA channel access mechanism
- Optional Guaranteed Time Slot
- Fully handshaked protocol for transfer reliability
- Low power (battery life multi-month to nearly infinite)
- Dual PHY (2.4GHz and 868/915 MHz)
- Extremely low duty-cycle (<0.1%)
- Range: 10m nominal (1-100m based on settings)
- Location Aware: Yes, but optional

3.2 원격검침 시스템에 적용한 ZigBee 무선통신 특징

Bluetooth가 1Mbps, 1mW 이상의 송신전력을 갖는데 반해, ZigBee는 250kbps, 1mw 미만의 송신전력을 사용하고, 2.4GHz 주파수 대역에서 16채널을 지원하며 같은 대역 내에서 더 많은 수용자를 수용할 수 있다. 인접한 네트워크 및 시스템과의 간섭에 ROBUST할 수 있도록 2.4GHz와 5GHz의 무선

LAN에서 사용하는 DSSS방식을 제안하고, O-QPSK 변조방식을 채택하였다.

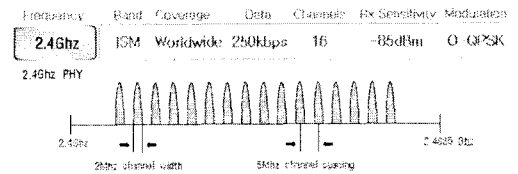


그림 3. ZigBee 2.4GHz 주파수대역 특성 및 채널 구성

ZigBee 통신모드는 마스터-슬레이브 방식을 기본으로 하고 있지만 "Mesh Mode"라 불리는 PtoP 방식의 네트워킹이 가능하고 네트워크 안에서 하나의 기기를 Coordinator로 명하여 송수신 활동에 필요한 경우에만 sleep 모드에 있는 노드들을 활동 상태로 변경하는 방식을 채택하므로 전력소모를 최소화 할 수 있다. 또한, Coordinator간의 통신이 가능하며 특정노드가 Mesh Mode의 네트워크상의 다른 모든 노드들을 인식하지 못할 때 네트워크를 스스로 구성할 수 있다.

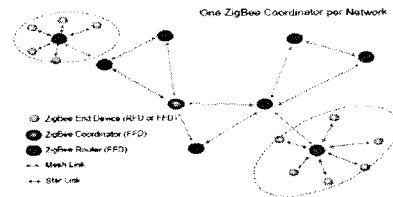


그림 4. ZigBee Network Model

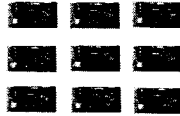
ZigBee 노드들은 Coordinator 혹은 Device(슬레이브 노드)로서 동작이 가능하며, 통신에 있어서 필요한 모든 부하를 코디네이터에 집중시킴으로써 상대적으로 슬레이브 노드의 기능적 요소가 적고, 구현에 필요한 비용이 저렴한 이점이 있다.

ZigBee에서 정의된 네트워크상에는 250개의 노드를 지원하여 여러 가지 응용분야에 충분히 적용가능하며 ZigBee 솔루션 업체는 "2006년 올해 ZigBee Chip 가격이 1달러 수준으로 떨어지면서 실질적인 시장이 형성되는 원년이 될 것"이라며 예상했다.

4장. ZigBee 무선통신을 이용한 상수도 원격검침 네트워크 구현

4.1 시스템 구성

원격지에서 흐르는 유량의 측정을 위해서는 원격검침 계량기로 부터 획득한 검침데이터를 각 ZigBee모듈을 통해 중계기로 전송하지만 실험의 편의성을 위해 임의의 데이터 생성 프로그램을 작성하여 ZigBee모듈에 연결한 후 CDMA통신을 통해 이동통신업체의 서버를 통해 교내서버(<http://cktek.uos.ac.kr>)로 전송하여 실시간 검침값을 표와 그래프를 통해 모니터링 할 수 있도록 구현하였다. 다음은 한백전자의 ZigbeX 모듈을 이용하여 구현한 원격검침 시스템 하드웨어 구성도 이다.



<http://cktek.uos.ac.kr>

<제한된 통신환경>

그림 5. 원격검침 시스템 하드웨어 구성

그림6와 그림7은 본 시스템 구현에서 사용된 ZigbeX모듈의 구성과 블럭다이어그램이다.

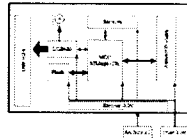
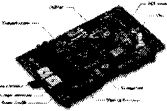


그림 6. ZigbeX Module 구성 그림 7. ZigbeX Block Diagram

다음 그림9는 PHP와 Mysql 을 이용하여 구현된 웹서버이다. ZigbeX모듈에서 매시간 단위로 발생하는 데이터 값들이 호스트 PC로 전송되어 DB로 저장된다. 저장된 정보를 웹서버 이용하여 모니터링이 가능하도록 PHP를 사용하여 구현하였다.

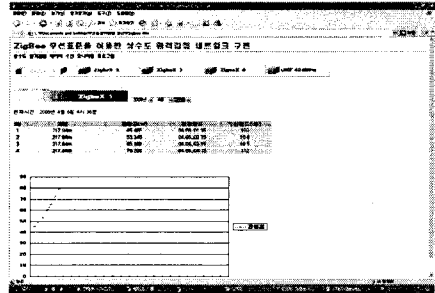


그림 9. 상수도 원격검침 모니터링 웹사이트

4.2 상수도 원격검침 시스템 구현

수도계량기에서 검침되는 데이터는 ZigbeX모듈에 내장되어 있는 ATmega128에 임의의 데이터를 생성하는 프로그램을 작성하여 라이팅(Writing)하였다. 각 ZigbeX모듈에서 매시간 단위로 발생하는 데이터 값들은 호스트 PC로 전송되어 데이터베이스화되어 저장된다. 저장된 정보를 웹서버 이용하여 모니터링이 가능하도록 PHP를 사용하여 구현하였다. 본 논문에서는 ZigBee 무선통신과 현재 원격검침시스템에 적용되고 있는 UHF대역 424MHz (10mW) 무선통신의 성능을 비교하기 위하여 수도계량기가 설치된 현장과 흡사한 통신환경을 제공하였다.

5장. 결론

본 논문에서 기존의 상수도원격검침시스템에서 사용되는 424MHz(10mW)의 소출력 RF모듈을 사용하면서 발생하는 환경적 전파방해 요인과 배터리 문제 등을 ZigBee 무선통신 규격을 이용하여 개선하였다. 수도계량기에서 발생하는 검침 데이터를 클라이언트 서버로 전송 시 ZigBee의 Sleep mode에 있는 노드들은 송수신활동이 필요한 경우만 활성화시켜 저전력 소모를 구현하였다. 또한 Coordinator간의 통신이 가능한 특징과 특정노드가 Mesh Mode의 네트워크상의 다른 모든 노드들을 인식하지 못할 때 네트워크를 스스로 구성할 수 특징에서 환경적인 전파방해요인 발생 시 각 ZigBee 모듈들이 서로 라우팅 역할을 수행하여 데이터 전송의 정확도 및 수신율을 개선하였다.

ZigbeX_1	휴으로 채워진 케이스를 이용한 통신환경
ZigbeX_2	물주머니를 이용하여 침수시 통신환경
ZigbeX_3	주철로 제작된 케이스를 이용한 통신환경
ZigbeX_4	Coordinator 역할을 하는 ZigbeX
424MHz RF	기존에 설치된 데이터 활용

그림 7. 실험에 적용된 통신환경

참 고 문 헌

다음 그림 8은 데이터 무선통신의 수신감도를 측정하기 위해 거리와 방해요인을 고려하여 적절히 ZigbeX 모듈과 424MHz (10mW) 통신모듈을 설치하여 실험하였다.

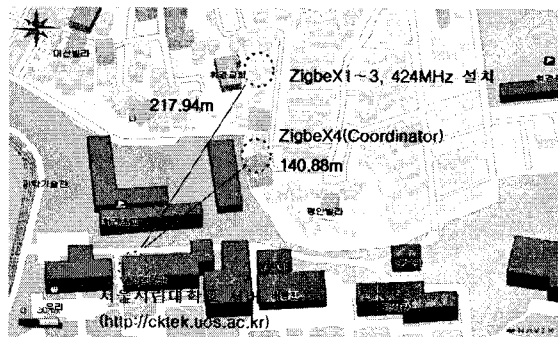


그림 8. 수신감도를 측정하기 위한 통신환경

- [1] 안준오 “원격검침용 주파수 이용방안” 한국전파진흥협회
- [2] 이준희 “ZigBee 기술동향” 삼성전자 디지털 미디어 연구소
- [3] 김원수, 장기수 “ZigBee 기술동향 및 시장전망 분석” 삼성종합 기술원
- [4] 김희석 “ 상수도원격검침도입방안연구 중간보고서” 서울시립대학교
- [5] 김성수 “PHP 기초에서 CGI 활용까지” 해지원