

원격검침을 위한 저 전력 무선 디지털 수도계량기

이영우* · 오승엽*

Wireless Digital Water Meter with Low Power Consumption for Automatic Meter Reading

Young-Woo Lee* · Seung-Hyueb Oh*

요 약

RFID/USN 기술을 이용하여 각종 계량기를 원격으로 검침하려는 시도가 계속되고 있다. 수도 검침의 경우 아직 무선으로 원격 검침하는 체계가 발표되었거나 상용화되지 못하였다. 본 논문에서는 원격 검침을 위한 디지털 수도 계량기의 설계 및 구현을 기술한다. 자기장을 감지하는 홀 센서를 사용하여 검침하고 그 결과를 ZigBee 무선으로 게이트웨이에 전송한다. 배터리만으로 계량기의 내구연한을 견뎌야 하므로 저전력 설계가 필수적이다. 구현된 계량기의 전력소모량을 분석하여 3V, 3000mAh 용량 배터리, 2개로 8년의 내구연한을 견딜 수 있음을 보였다.

ABSTRACT

Recently, several papers for reading meters remotely using RFID/USN technologies have been presented. In the case of water meter, there has been neither commercial product nor paper. In this paper, we describe the design and implementation of wireless digital water meter with low power consumption. We use magnetic hole sensors to compute the amount of water consumption. The meter of water consumption is transferred via ZigBee wireless protocol to a gateway. Low power consumption design is essential since a battery should last till the life time of water meter. We present that dual batteries having 3V, 3000mAh, would last 8 years by analyzing the real power consumption of our water meter.

키워드

Wireless, Digital Water Meter, ZigBee, Low Power Consumption, Battery

I. 서 론

최근 들어 RFID/USN 기술을 이용하여 도시 생활을 편리하게 관리하려는 U-city 개발이 활성화되고 있다. U-city를 구현하려면 USN 기반의 다양한 응용을 구현하여야 하는데 USN 응용은 크게 원격모니터링 응용, 위치 기반 응용, 텔레매틱스 응용의 3가지로 분류할 수 있다 [1]. 이 중에서 원격검침은 원격모니터링 응용의 대표적

인 응용으로서 활발히 상용화가 추진되고 있다.

각 지방자치 단체가 무선통신 기술을 활용하여 도시의 각종 상황정보를 무선으로 원격 감시하고 적절히 제어한다. 예를 들어, 판교 등의 신도시에 수도 사용량을 원격으로 감시하는 계획을 수립, 진행 중이다. 수도 사용량을 원격으로 모니터링 할 수 있으면 검침원의 직접 방문에서 발생하는 비용 및 민원 등이 획기적으로 감소할 수 있다.

원격검침을 위해선 기존의 아날로그 수도계량기가 디지털로 전환되어야 하고 사용량 정보가 유무선 통신 장치를 통하여 중앙으로 전송되어야 한다. 수도계량기를 디지털화할 때 핵심적인 문제는 저전력 소모이다. 수도계량기는 내구연한동안 밀폐되므로 배터리를 교환하기 어렵다. 따라서 배터리 교환없이 8~9년 이상 동작해야 한다는 것이 문제이다. 더구나 수도 사용량을 유무선으로 중앙에 전송해야 한다면 전력 소모는 더욱 커질 것이다.

디지털 수도계량기에 관한 관련 연구로서 무선원격 검침시스템[2] 시범운영을 들 수 있다. 이 사업은 기존의 수도계량기에 별도의 무선통신 모듈을 장착하고 검침 데이터를 무선으로 서버에 전송하는 시스템이다. RF 모듈을 활용하여 무선 검침을 할 경우 효율적인 데이터 수집이 가능하다는 연구[3]도 있다. 2006년엔 디지털 수도계량기를 무선으로 검침하여 중앙에 전송하는 시스템[4]이 개발되었다. 이때 무선 데이터를 받은 게이트웨이가 TCP/IP로 중앙에 전송하는 프로토콜을 중점적으로 기술하였다. 2007년엔 ZigBee를 이용하여 전력량을 무선검침하는 시스템[5]도 개발되었다. 이들 시스템들이 디지털로 수도 사용량을 계량하고 무선통신을 지원하며 원격검침이 가능하지만 수도 계량기에서 요구되는 저전력을 지원하지는 못한다. 해외의 개발 사례로는 9년 동안 배터리 교체 없이 운영되는 수도계량기에 대한 사례[6]가 있지만 무선 통신 기술을 지원하지는 못한다.

본 논문에서는 디지털 수도계량기의 설계 및 구현을 기술한다. 설계 시 주요 이슈는 배터리만으로 8~9년 사용이 가능해야 한다는 점이다. 자기장을 감지하는 홀 센서를 사용하여 검침하고 그 결과를 ZigBee 무선으로 게이트웨이에 전송한다. 배터리만으로 계량기의 내구연한을 견뎌야 하므로 저전력 설계가 필수적이다. 구현된 디지털 계량기의 실제 전력 소모를 기반으로 수명 보장을 위한 배터리 용량을 제시한다.

2장에서는 USN 응용 분류에 대하여 기술하고 기존의 디지털 수도 계량기에 관하여 기술한다. 3장에서 계량기의 하드웨어 및 소프트웨어 설계에 대하여 기술한다. 4장에서 구현된 계량기의 계측 성능 및 전력소모량을 기술하며 5장에서 결론 및 향후연구방향을 기술한다.

II. 관련 연구

2.1. USN 응용분류

USN 응용은 군사, 농촌, 가정, 물류, 환경 등 적용분야에 따라 매우 다양하다. [1]에서는 관측대상의 이동성과 관측자의 이동성에 따라 이를 4가지로 분류하였다. 즉, 관측자나 관측대상이 모두 고정된 경우는 원격모니터링 응용이고 관측자는 고정되어 있으나 관측대상이 이동 중인 경우는 위치기반 응용이며 관측자는 이동하고 관측대상이 이동 중인 것은 텔레매틱스 응용이다. 관측자나 관측대상이 모두 이동중인 경우는 일반적인 애드혹 망 응용에 속한다. 이 중에서 원격모니터링 응용, 위치기반 응용, 텔레매틱스 응용이 U-city 구현에 필요한 3대 응용이라고 할 수 있다. 본 논문의 응용은 원격모니터링에 속한다.

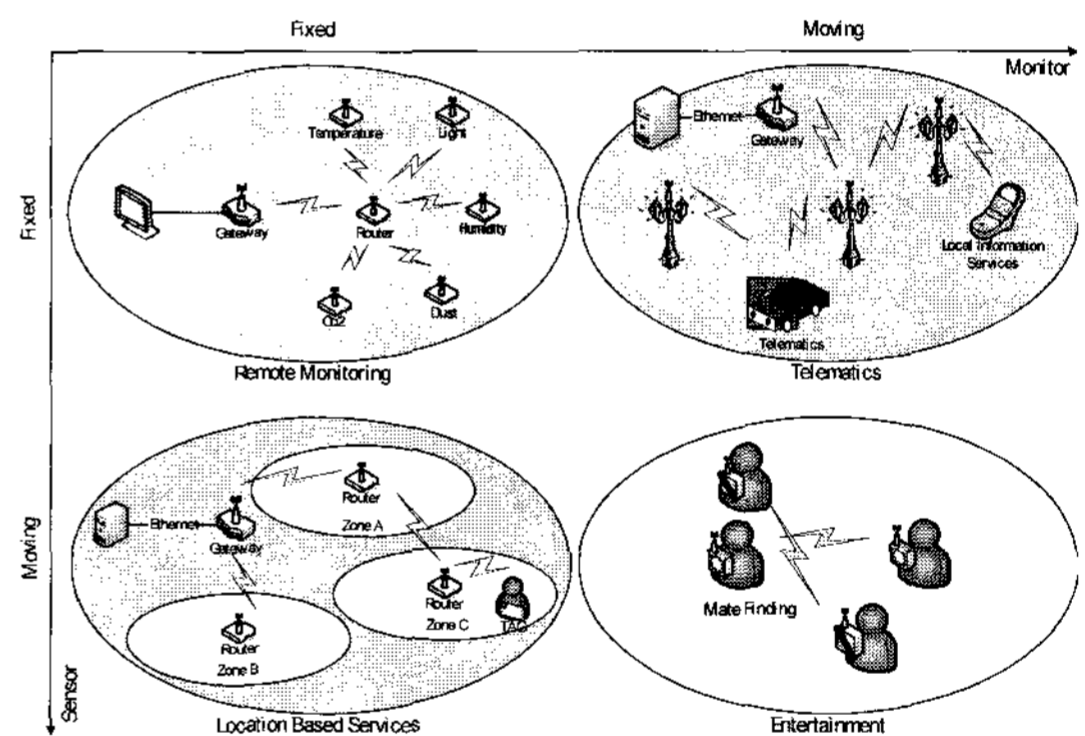


그림 1. USN 응용 분류[1]
Fig. 1. Taxonomy of USN Applications[1]

2.2 기존의 디지털 수도 계량기

기존의 디지털 수도 계량기는 표 1에서처럼 크게 3가지로 분류할 수 있다[3]. 첫 번째는 기존의 아날로그 계량기를 카메라로 찍어서 이를 분석하여 디지털 값을 얻는 방식이다. 계량기를 교체하지 않아도 되지만 카메라 및 분석기가 고가라는 단점이 있다. 두 번째는 펄스발생식으로서 임펠러가 회전할 때 펄스를 발생하게 하고 이 펄스를 세서 계량을 하는 방식이다. 이 방식은 계량의 오차가 크다는 단점이 있다. 세 번째는 배터리를 사용하여 전자식으로 처리하는 방식으로서 본 논문의 방식이 이에 해당한다. 대부분의 계량기들이 밀폐된 구조를 가지므로 배터리를 교환하기 어려우므로 저전력 설계가 필

수적이다.

III. 설 계

표 1. 디지털 수도 계량기 분류
Table 1. Taxonomy of Digital Water Meters

구분	장점	단점
활상식	계량기 교체없이 설치 가능, 검침 값 직접 확인	검침단말기가 고가, 검침 데이터 용량이 큼
펄스 발생식	검침 단말기 저렴, 검침 데이터 크기가 작음	건식계량기로 교체해야 함, 검침 오류 가능성이 큼
전자식	설치 및 관리 용이, 검침 데이터 용량이 작음	계량기 가격이 고가, 계량기에 전원 필요

표 2는 국내외 디지털 수도 계량기의 사례 조사를 보여준다. 표에서처럼, 대부분의 계량기들이 검침원의 시각에 의존하거나 유선으로 검침하는 방식을 채택하고 있다. 특히, CZ2000[6]은 배터리 동작으로 9년의 사용기간을 제시하고 있는 점이 장점이나 유선통신 방식인 것이 단점이다.

표 2. 건식 디지털 계량기 사례 조사
Table 2. Examples of Dry Water meter

제품명	제조사	검침방식	전원 및 사용기간
Remore Water Meter	Flow Technology	시각 유선	배터리, 3년
Aqua Master S	ABB Ltd.	시각	이동식, 최장 1년
SITRANS F M MAG 8000	Siemens	시각 유선	배터리, 6년
CZ2000[6]	CONTAZARA	시각 유선	배터리, 8년

상기와 같이 기존의 연구들은 배터리로 8년을 사용하지 못하거나 8년 이상 사용할 경우에는 무선 통신을 지원하지 못하는 단점들을 갖는다. 본 논문에서는 검침결과를 무선으로 게이트웨이에 전송하고 그 결과가 인터넷으로 원격 검침되는 체계를 목표로 한다. 이를 위하여 전자식으로 계량하고 그 결과를 무선으로 전송하면서 8년 이상의 내구연한을 갖는 디지털 계량기를 설계하고 구현한다.

3.1 설계시 고려사항

계량기 설계 시 고려 사항은 다음과 같다.

- 1) 배터리만으로 8년 이상 운영 보장
수도 계량기는 안전을 위하여 내구연한 동안 밀폐되어야 한다. 따라서 내구연한동안 배터리 교환이 불가능하므로 배터리만으로 8년 이상 운영되도록 저전력 소모형으로 설계되어야 한다.
- 2) 수도 사용량 계량 오차가 5% 이하 여야 함
수도 계량 시에 기계 부분이나 전자 부분에서 오차가 발생하는 것을 피할 수는 없다. 수도 계량기의 형식 승인 가능한 오차는 5% 이하이다.
- 3) 수도계량기 하우징 속에서 통신 가능해야 함
수도 계량기 하우징은 지하에 매설되는 방식이 일반적이다. ZigBee 무선 통신이 이 하우징 밖으로 나올 수 있어야 한다.
- 4) 1시간에 1번 이상 무선 전송
무선통신 시의 전력 소모량이 가장 크므로 계량 값 전송횟수를 줄이는 것이 저전력 소모에 도움이 된다. 그렇더라도 1시간에 1번 이상은 전송해야 한다.

3.2 계량기 H/W 설계

3.2.1 전체 구조

전체 구조에서 저전력 소모를 위한 부분은 크게 다음과 같다.

- 1) MCU를 MSP430을 선택하였다. MSP430은 16비트 프로세서이나 ATmega 계열이나 8051 등보다 전력소모가 훨씬 작다는 장점을 갖는다.
- 2) MCU가 deep sleep으로 동작할 수 있도록 타이머 칩을 별도로 두었다. 타이머 칩은 동작시에 4uA 정도만 전력을 소모한다.
- 3) 홀 센서를 3개 사용하나 2개만 전력을 공급하고 1개는 끌 수 있도록 하드웨어를 구성한다.
- 4) LCD는 버튼이 눌렸을 때에만 전원이 공급되도록 스위치를 단다.
- 5) RF도 동작 시에만 전원이 공급되도록 회로를 구성한다.

그림 2는 계량기 하드웨어의 전체 구조를 보여준다. MCU로서 저전력 소모 특성이 우수한 MSP430[7]을 선정하였다. MSP430은 TI가 생산하는 프로세서로서 Active 상태일 때도 600uA 정도만을 소모하며 Sleep 상태에서는 8uA 만을 소모한다.

그림에서 MCU 왼쪽은 전원부이다. 3V 리튬이온 충전식 배터리를 채용하였으며 배터리 잔량이 부족할 때를 대비하여 충전 기능을 포함하였다. MCU의 상부는 JTAG 프로그램 다운로드 포트를 나타낸다. MCU의 하단에는 LCD 디스플레이와 RF 트랜시버를 보여준다. 저전력 소모를 위하여 LCD는 버튼을 누를 때에만 전원이 공급되고 계량 값을 표시하도록 설계하였다. RF 트랜시버는 MCU가 필요시에만 전원을 공급하도록 설계하였다.

그림의 오른쪽은 타이머 칩과 홀 IC를 보여준다. 타이머 칩은 실시간을 계산하기 위하여 부착하였다. 홀 IC는 자기장의 변화를 측정하여 계량기인 임펠러의 회전수를 측정한다. 홀 IC를 3개 장착하여 역회전도 검출하도록 하였다.

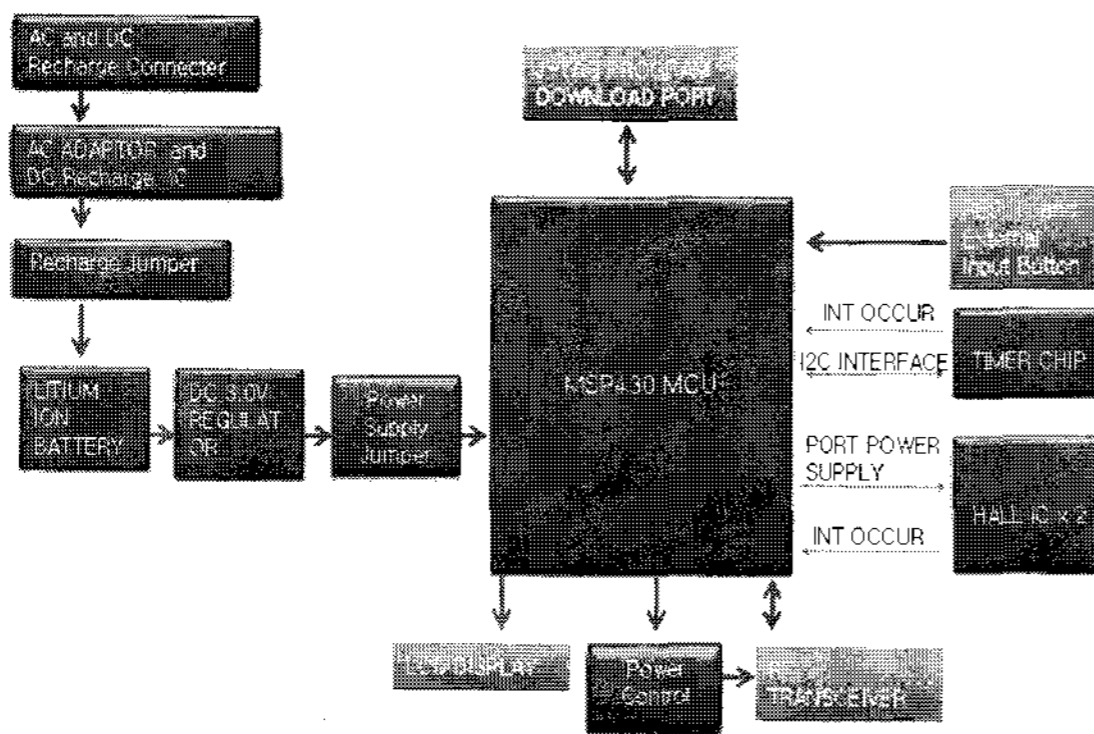


그림 2. 시스템의 전체 구조
Fig. 2. Overall Architecture of System

3.2.2 RF 모듈 선정

표 3은 ZigBee를 지원하는 RF 모듈들을 보여준다. 표에서 볼 수 있는 것처럼 Jennic의 ZigBee 칩이 전송출력이 가장 높다는 것을 알 수 있다. 수도 계량기의 하우징 내에서 CC2420과 JN5121을 시험한 결과 JN5121이 송수신 가능했다. 전력 소모가 40mA로 가장 큰 점이 문제점이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 JN5121[8]을 선정하였다.

표 3. RF 모듈 비교

Table 3. Comparison of RF Modules

구분	CC2420	EM2420	MC13192/3	JN5121	CC2430	
회사	TI	Ember	Freescale	Jennic	TI	
RX Sensitivity	-94dBm	-94dBm	-92dBm	-93dBm	-94dBm	
Tx Power (Type:dBm)	0	0	0	+1	0	
Current Consumption	RX	20mA	20mA	42mA	50mA	27mA
	TX	17mA	17mA	35mA	40mA	25mA
Operating Voltage	2.1~3.6V	2.1~3.6V	2.0~3.4V	2.2~3.6V	2.0~3.6V	
CPU on Chip	무	무	무	유	유	

3.2.3 센서 선정

그림 3은 마그네틱 홀 센서를 보여준다. 원의 중심 부분에 3개의 홀센서가 장착된 것을 볼 수 있다. 이 센서는 수도 계량기의 임펠러 축 위에 부착된다. 임펠러의 한 부분에는 영구자석이 부착되어 있어서 임펠러가 회전할 때 자석이 만드는 자기장의 변화를 홀센서가 감지하여 임펠러의 회전을 감지한다. 본 논문에서 선택한 홀센서는 Allegro Microsystems 사의 A1174[9]이다.

홀센서가 1개나 2개 있을 때는 회전수만을 감지할 수 있다. 홀센서를 3개 장착하면 회전의 방향도 감지할 수 있다. 본 논문에서는 물의 역류를 감지할 수 있도록 홀센서를 3개 사용한다. 각각의 홀센서를 정회전 방향에 따라 0, 1, 2번 홀센서로 지정한다.

홀센서는 그림 3에서 볼 수 있는 것처럼 원의 중심을 기준으로 대칭의 구조로 장착된다. 문제는 원의 중앙에서 얼마나 떨어져서 장착되어야 하는지를 결정하는 것이다. 본 논문에서는 5mm, 6mm, 7mm 의 3가지 이격거리를 실제 실험을 통하여 측정, 결정한다.

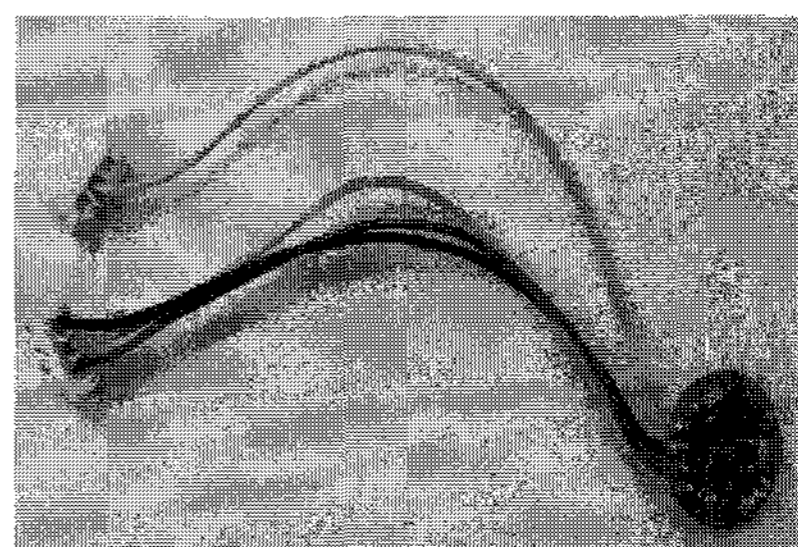


그림 3. 홀 센서
Fig. 3. Hall Sensor

3.3 SW 알고리즘

SW 알고리즘은 저전력 소모가 주안점이다. 계량기의 동작 상태를 정지상태, 정회전 동작상태, 역회전 동작상태로 나누고 상태 전이 조건을 기술하였다. 내부타이머는 홀센서 인터럽트가 t^{IDLE} 초 이상 발생하지 않는지를 판단하기 위하여 사용한다. 그 시간 이상 인터럽트가 없다면 물 사용이 없는 상태로 전이한다. 외부타이머는 1시간을 지정하기 위하여 사용한다.

정지상태에서는 홀센서를 1개만 ON 시켜서 전력 소모를 줄이려 하였다. 물이 역류할 때에 수도 미터 값을 감소시킬 수 있어야 하며 이를 위하여 정회전 시에는 수도미터 값을 1 증가시키고, 역회전 시에는 수도미터 값을 1 감소시킨다.

알고리즘 디지털계량기 {

1) 초기화 과정

- 각 디바이스를 초기화한다.
- 수도미터 <- 0;
- 0번 홀 센서 ON; 인터럽트 ON
- 직전 홀센서 <- 0;
- 현재상태 <- 정지상태;
- MCU 상태 설정(Sleep);
- 외부 타이머 설정(타임 <- 1시간; 인터럽트 ON);
- 내부타이머 설정(타임 <- t^{IDLE} 초; 인터럽트 ON);

2) 정상 동작 과정

```
while(무한루프) {
  switch(인터럽트 종류) {
    case I 번 홀센서 인터럽트:
      I 번 홀센서 OFF;
      내부타이머 재설정(타임 <-  $t^{IDLE}$ 초; 인터럽트 ON);
      switch(현재상태) {
        case 정지상태:
          if(I != 직전 홀센서 + 1)
            현재 상태 <- 역회전 동작상태;
          else
            현재 상태 <- 정회전 동작상태;
          break;
        case 정회전 동작상태:
          if(I != 직전 홀센서 + 1) {
            현재 상태 <- 역회전 동작상태;
            break;
          }
      }
  }
}
```

```
if(I == 0) 수도미터 = 수도미터 + 1;
  /* 1회전 증가 */
  ((I+1) MOD 2)번, ((I+2) MOD 2)번 홀 센서 ON,
  인터럽트 ON;
  break;
case 역회전 동작상태:
  if(I != 직전 홀센서 - 1) {
    현재 상태 <- 정회전 동작상태;
    break;
  }
  if(I == 0) 수도미터 = 수도미터 - 1;
  /* 1회전 감소 */
  ((I-1) MOD 2)번, ((I-2) MOD 2)번 홀 센서 ON,
  인터럽트 ON;
  break;
}
break;
case 내부타이머 인터럽트:
  현재상태 = 정지상태;
  홀센서설정(직전홀센서 + 1, ON);
  홀센서설정(직전홀센서, OFF);
  홀센서설정(직전홀센서 - 1, OFF);
  내부타이머 재설정(타임 <-  $t^{IDLE}$ 초; 인터럽트 ON);
  break;
case 외부타이머 인터럽트:
  RF모듈 ON; 데이터 전송; RF모듈 OFF;
  외부타이머 재설정(타임 <- 1시간; 인터럽트 ON);
  break;
}
MCU 상태 설정(Sleep);
}
```

정지상태에서 홀센서 인터럽트가 발생하면 그 번호에 따라 정회전인지 역회전인지를 결정한다. 이에 따라 현재 상태값을 변경한다. 각 상태에서 0번 홀센서가 인터럽트를 걸면 1회전된 것이며 이때 수도미터 값을 1 증가, 혹은 감소시킨다.

내부타이머 인터럽트는 5초 동안 아무 동작이 없을 때 발생하며 동작상태에서 정지상태로 상태변화를 만든다. 외부타이머 인터럽트는 1시간마다 발생하며 데이터를 싱크노드로 무선 전송한다.

IV. 구현

4.1 구현 모습

그림 4는 구현된 계량기의 모습을 보여준다. 그림의 왼쪽에서 MCU와 외부타이머 칩을 볼 수 있다. 그림의 오른쪽 하에서 RF 모듈이 조립된 형상을 보여준다. 그림의 오른쪽 상에서 LCD모듈이 조립된 상태를 보여준다. 레귤레이터는 충전 배터리의 전압을 일정하게 유지하는 역할을 수행한다.

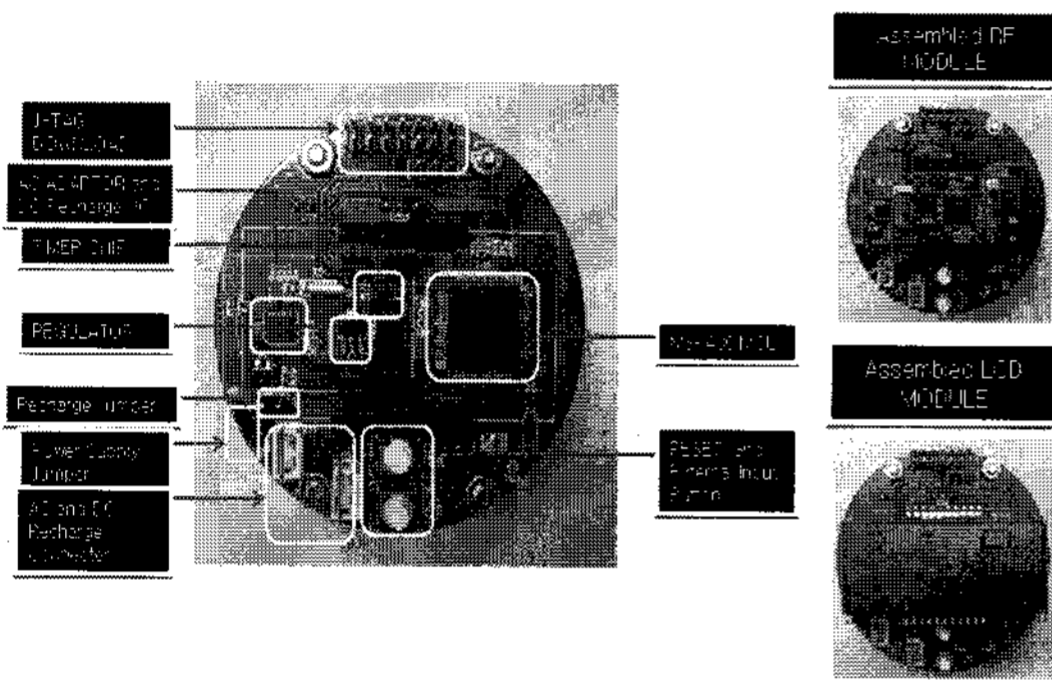


그림 4. 구현된 계량기
Fig. 4. Implemented Meter

4.2 성능 평가

3가지 관점에서 성능을 평가하였다. 첫째는 홀센서에 의한 사용량 검침 시에 홀센서가 중앙에서 얼마나 이격됐을 때 적절한 결과를 얻을 수 있는 지에 대한 성능평가이다. 두 번째는 계량기의 각 구성 모듈의 실제 전력 소모량이며 세 번째는 예상 배터리 수명이다.

4.2.1 홀 센서 이격 성능평가

홀센서 이격 성능평가를 위하여 실험실 환경에서 성능을 평가하였다. 수조에 적당량의 물(100L)을 붓고 직렬로 연결된 3개의 디지털 수도 미터값과 검증된 수도미터값을 비교, 분석하였다. 3개의 수도가 직렬로 연결됐으며 각각 우리의 계량기와 검증된 계량기의 검침값을 비교하였다. 표 4에서 볼 수 있는 것처럼 5mm 이격의 경우 9번의 실험에서 검증된 계량기와 일치된 결과를 보였다. 6mm 나 7mm의 경우, 약간의 오차가 발생하였다. 본 논문에서는 홀센서 이격거리로 5mm가 적절하다고 결정하였다.

표 4. 홀센서 이격 성능평가 결과
Table 4. Performance Result of Hall Sensor Displacement

번호	유속 (m ³ /h)	5mm 이격 (수도 1, 25회전)	6mm 이격 (수도 2, 22회전)	7mm 이격 (수도 3, 28회전)
1	1.6	25 회전	22 회전	28회전
2	1.6	25 회전	22 회전	29회전
3	1.6	25 회전	22 회전	29회전
4	1.6	25 회전	22 회전	28회전
5	1.6	25 회전	22 회전	28회전
6	1.6	25 회전	24 회전	25회전
7	0.04	25 회전	25 회전	23회전
8	1.25	25 회전	25 회전	29회전
9	1.6	25 회전	22 회전	-

4.2.2 모듈 전력 소모량

표 5에서는 각 모듈의 전력 소모량의 실측 결과를 보여준다. 측정 장비는 nA 까지 측정 가능한 Fluke 사의 8845A 모델을 사용하였다. 표 5에서 RF 모듈의 전력소모가 39mA 로 가장 큰 것을 알 수 있다.

표 5. 전력 소모량 분석
Table 5. Analysis of Power Consumption

상태	MCU	LCD	홀 센서	RF	외부 타이머
ACTIVE	400~600uA	5uA	65uA	39mA	4uA
SLEEP (내부타이머 동작)	6~8uA	5uA	65uA	0.3uA	0.6uA
OFF	-	0uA	0uA	0uA	-

4.2.3 예상 배터리 수명

배터리 수명을 예상하기 위하여 다음을 가정한다.

- 1) MCU의 동작 모드는 sleep 모드와 인터럽트 모드의 2가지이다. sleep모드에서는 MCU와 다른 소자의 전력 소모를 포함하여 8uA가 소모되는 것으로 추정되었다. MCU의 인터럽트 처리 시간은 인터럽트의 종류에 관계없이 동일하며 t^{INT} 이다. 1시간당 외부 인터럽트는 1회 발생하며 내부인터럽트는 $3600/t^{IDLE}$ 회 발생한다. 정지상태와 동작상태의 비가 R

이고 임펄서의 최대 회전수를 초당 30회라고 가정할 때 홀센서가 1회전에 2번의 인터럽트를 발생하므로 $30 * 3600 * R$ 회수만큼 인터럽트가 발생한다.

$$1\text{시간당인터럽트 발생횟수} = 1\text{회} + 3600 / t_{IDLE} + 30 * 3600 * R \quad \text{----- (1)}$$

그 결과 MCU의 1시간당 전력소모량은 $8\mu A * 3600 + (1) * t^{INT} * 600\mu A$ 이다.

- 2) LCD는 검침원의 버튼에 의해서만 동작하므로 제외한다.
- 3) RF 전송은 매 1시간마다 발생하며 t^{RF} 시간 동안 동작한다. 따라서 전력소모량은 $40\text{mA} * 0.001\text{sec}$ 이다.
- 4) 홀센서의 경우, 알고리즘에 따라 정지상태일때 1개의 홀센서가 동작하고 동작상태 일때 2개의 홀센서가 동작한다. 따라서 전력소모량은 $(65\mu A * (1-R) + 65\mu A * 2 * R) * 3600\text{sec}$ 이다.
- 5) 외부타이머는 1시간당 $0.6\mu A * 3600\text{sec} + 4\mu A * t^{INT}$ 이다.

1), 3), 4), 5)를 모두 더한 총 전력소모량은 다음과 같다. 이때 t^{IDLE} 은 5, t^{INT} 은 0.1ms, t^{RF} 가 1ms, R 이 0.1로 가정한다.

$$\text{전력소모량1시간} = 8\mu A * 3600\text{sec} + (1 + 720 + 11520) * 0.0001\text{sec} * 600\mu A + 0.001\text{sec} * 40000\mu A + 257400\mu A\text{sec} + 2160.4\mu A\text{sec} = 289134.86\mu A\text{sec} \quad \text{----- (2)}$$

(2) 식은 1시간 당 소모량이고 대략 290mAsec 이므로 8년의 전력소모량은 다음과 같다.

$$\text{전력소모량8년} = 290\text{mAsec} * 24 * 365 * 8 \quad \text{--- (3)}$$

$$\text{요구배터리용량} = 20323200\text{mAsec} / 3600\text{sec/h} = 5645.3\text{mAh} \quad \text{----- (4)}$$

(4)식으로부터 6000mAh 정도이면 되므로 3V, 3000mAh, 전지, 2개를 병렬로 연결하여 공급하면 된다는 것을 알 수 있다.

V. 결론 및 향후연구방향

본 논문에서는 원격 검침을 위한 디지털 수도 계량기의 설계 및 구현을 기술하였다. 자기장을 감지하는 홀 센서를 사용하였고 그 결과를 ZigBee 무선으로 게이트웨이에 전송하도록 설계하였다. 계량기의 동작 상태를 정지상태, 정회전 동작상태, 역회전 동작상태로 나누고 상태 전이 조건을 기술하였다. 정지상태에서는 홀센서를 1개만 ON 시켜서 전력 소모를 줄였다. 물이 역류할 때에 수도 미터 값을 감소시킬 수 있어야 하며 이를 위하여 정회전 시에는 수도미터 값을 1 증가시키고, 역회전 시에는 수도미터 값을 1 감소시킨다.

홀센서가 중앙에서 얼마나 이격돼야 하는지 실험을 통하여 결정하였다. 중심에서 5mm 이격시켰을 때 가장 좋은 결과를 얻었다. 또한, 구현된 계량기의 전력소모량을 분석하여 3V, 3000mAh, 전지, 2개를 병렬로 연결하여 8년의 내구연한을 견딜 수 있음을 보였다.

본 논문의 결과는 디지털 수도미터의 상용화에 활용될 것이다. 향후연구방향으로는 배터리의 용량을 줄일 수 있도록 알고리즘을 개선하는 것이다.

참고문헌

- [1] 은성배, 소선섭, 채의근, "유비쿼터스 센서네트워크 서비스 분류 기법 및 상용화 이슈," 대한임베디드공학회논문지, 제2권, 제3호, 2007년 9월, pp.202-208.
- [2] 이재기, 정성혁, 정경진, "무선 원격 검침에 의한 자동화 시스템 개발," 산업과학기술연구소 논문집, 제17권, 제1호, 2003년 6월, pp.121-126.
- [3] 정원창, "RF 트랜시버 모듈을 이용한 자동원격검침 시스템의 설계," 한국 컴퓨터 정보학회 논문지, 제9권, 제4호, 2004년 12월, pp.179-184.
- [4] 김희식, O. Ayurzana, 박용만, 권종원, "디지털 원격 검침용 데이터 USN 시스템 개발," 한국인터넷정보학회, 제7권, 제2호, 2006년 6월, pp.67-71.
- [5] 김영역, 김진철, 김연수, 우희곤, "센서네트워크를 이용한 표준형 전력량계 원격검침 및 부가서비스에 관한 연구," 2007년도 대한전자공학회 하계종합학술대회, 제30권, 제1호, pp.1055-1056.
- [6] Product Manual, CZAMN026, ver2.0,

<http://www.contazara.com>

[7] MSP430FG4x, Mixed Signal Microcontroller, Texas Instruments, 2007.

[8] Advanced Data Sheet-JN513x, Jennic Ltd., 2007.

[9] A1174 Conceptual v1.2 NK, Allegro Microsystems, Inc.,

저자소개



오 승 열(Seung-Hyueb Oh)

1971 연세대학교 전기공학 학사
1973 연세대학교 대학원 전기공학 석사

1982 연세대학교 대학원 전기공학 박사

1977~현재 충남대학교 전기정보통신 공학부 교수

※ 관심분야 : 안테나공학, 디지털 RF design, 마이크로 웨이브용 능동 및 수동 소자



이 영 우(Young-Woo Lee)

1998 청주대학교 전자공학 학사

2004 충남대학교 전자공학 석사

2007 충남대학교 대학원 박사수료

1998~현재 한국수자원공사 정보관리실 과장

※ 관심분야 : USN, RFID, VSAT, 무선통신보안