

저전력 센싱 알고리즘을 활용한 무선 디지털 수도 계량기 시스템

(A Wireless Digital Water Meter System using
Low Power Sensing Algorithm)

은성배[†] 신강욱^{**} 이영우^{***} 오승업^{****}
 (Seongbae Eun) (Gang-Wook Shin) (Young-Woo Lee) (Seung-Hyueb Oh)

요약 U-city 등에서 원격 디지털 수도 검침 시스템의 수요가 증가하고 있다. 디지털 수도 미터는 센서의 종류에 따라 다양한 휠센서를 사용한 방식은 정밀도가 높다는 장점이 있으나 기존의 알고리즘은 전력소모가 큰 것이 단점이다. 본 논문에서는 정밀도를 유지하면서 저전력 소모를 추구하는 센싱 알고리즘을 제시한다. 우리의 방식은 물의 사용 여부를 정밀도는 떨어지거나 전력소모가 작은 휠센서를 이용하여 센싱하는 것이다. 물이 사용되기 시작하면 정밀도가 높은 휠센서를 사용하여 사용량을 계측한다. 우리의 알고리즘이 기존의 방식보다 전력소모를 2배 가량 줄일 수 있음을 분석을 통하여 보였다.

키워드 : 저전력 소모, 휠 센서, 센싱 알고리즘, 디지털 수도 미터

Abstract Remote water meter monitoring is essential in U-city applications, where digital water meter is a key component. While there are several kinds of water meters, the way to use hall sensors has the merit of better preciseness, but the drawback of more power consumption. In this paper, we suggest an advanced sensing algorithm to diminish the power consumption while keeping the quality of preciseness. Our approach is to use less precise hall sensor for detecting the start of water impeller rotation with lower power consumption. During the rotation, a high precision hall sensor is used to meter the amount of water consumption. Our algorithm is analyzed to get 2 times lower power consumption than the previous algorithm.

Key words : Low Power Consumption, Hall sensor, Sensing Algorithm, Digital Water Meter

1. 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, 위치기반 응용, 텔레매티스 응용의 3가지로 분류할 수 있다[1]. 이중에서 원격검침은 원격모니터링 응용의 대표적인 응용으로서 상용화가 활발히 추진되고 있다.

디지털 수도계량기에 관한 관련 연구로서 무선원격검침시스템[2] 시범운영을 들 수 있다. 이 사업은 기존의 수도계량기에 별도의 무선통신 모듈을 장착하고 검침데이터를 무선으로 서버에 전송하는 시스템이다. 디지털 수도계량기에 관한 연구로서 RF모듈을 활용하여 무선 검침을 할 경우 효율적인 데이터 수집이 가능하다는 연구[3]가 있다. 2006년엔 디지털 수도 계량기를 무선으로 검침하여 중앙에 전송하는 시스템[4]이 개발되었다. 이

본 논문은 한남대학교 교비연구비(2008A048)의 지원을 부분적으로 받아 수행했습니다.

[†] 종신회원 : 한남대학교 정보통신공학과 교수
 sbeun@hnu.kr

^{**} 비회원 : 수자원공사 수자원연구원 책임연구원
 gwshin@kwater.or.kr

^{***} 비회원 : 충남대학교 전자공학과
 ywlee@kwater.or.kr

^{****} 비회원 : 충남대학교 전자공학과 교수
 ohseung@cnu.ac.kr

논문접수 : 2008년 6월 10일
 심사완료 : 2009년 3월 10일

Copyright©2009 한국정보과학회: 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제15권 제5호(2009.5)

때 무선 데이터를 받은 게이트웨이가 TCP/IP로 중앙에 전송하는 프로토콜을 중첩적으로 기술하였다. 2007년엔 ZigBee를 이용하여 전력량을 무선 검침하는 시스템[5]도 개발되었다. 이들 시스템들이 디지털로 수도 사용량을 계량하고 무선통신을 지원하며 원격검침이 가능하지만 수도 계량기에서 요구되는 저전력을 지원하지는 못한다.

표 1은 국내외 디지털 수도 계량기의 사례 조사다. 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. 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 제시한다.

표 1 전식 디지털 계량기 사례 조사

제품명	제조사	검침방식	전원 및 사용기간
Remore Water Meter	Flow Technology, Co, Ltd.	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]	CONTAZRA	시각, 유선	배터리, 8년

디지털 계량기외에 자기장의 변화를 감지하는 훌센서를 활용하여 물 사용량을 검침하고 이를 ZigBee로 중앙에 전송하는 체계[7]가 연구되었다. 이때 수도 미터는 배터리만으로 8년의 내구년한을 견뎌야 하므로 저전력 소모가 가장 큰 설계 이슈였다. 그 연구에서는 센싱이 가능한 주기가 1000Hz인 훌센서를 3개 활용하여 순방향 및 역방향의 물의 사용량을 검침할 수 있었다. 문제는 전력소모가 크다는 점인데 훌센서가 사용하는 전력이 전체의 89%에 이르며 그 결과 8년의 내구년한을 위하여 6000mAh 용량의 배터리를 사용해야 한다.

본 논문에서는 기존의 훌센서 방식을 개선하여 전력소모를 줄이는 방안을 제시한다. 우리의 방식은 물의 사용 여부를 정밀도는 떨어지나 전력소모가 작은 훌센서를 이용하여 센싱하는 것이다. 물이 사용되기 시작하면 정밀도가 높은 훌센서를 사용하여 사용량을 계측한다. 센싱 알고리즘을 제시하고 전력소모를 분석한다.

2장에서는 기존의 훌센서를 이용한 방식을 설명하고 3

장에서 저전력 소모 알고리즘을 제시한다. 4장에서 전력소모량을 분석하고 비교한다. 5장에서 결론을 기술한다.

2. 배경

2.1 시스템 구성도

수도미터 시스템은 세 부분으로 구성된다. 첫째는 수도관에 장착되어 물 사용량을 측정하는 수도미터이고 둘째는 수도미터로부터 검침된 측정값을 대문 앞에서 표시해주는 옥외지시부이다. 셋째는 검침원이 소지하며 옥외지시부로부터 누적검침량을 수집하는 PDA이다. 그림 1은 시스템 구성도를 보여준다. 그림에서 디지털 수도미터는 측정된 누적 값을 주기적으로 옥외지시부에 무선으로 전달한다. 옥외지시부는 검침원의 PDA의 지시에 따라 누적값, 전월 및 금월 사용량을 PDA에 무선으로 전달한다. 이와 달리 검침량을 유선 또는 무선으로 중앙까지 전달하는 시스템도 가능하나 본 논문에서는 고려하지 않는다.



그림 1 시스템 구성도

2.2 기존의 훌센서 알고리즘

이 알고리즘[7]에서는 그림 2에서처럼 훌센서를 3방위로 장착하고 계량기의 동작 상태를 정지상태, 정회전 동작상태, 역회전 동작상태로 나누었다. 정지상태에서는 훌센서를 1개만 ON시켜서 전력 소모를 줄였다. 물이 흐르면 훌센서가 이를 감지, 나머지 2개의 훌센서를 모두 켜서 물의 흐름이 순방향인지, 역방향인지를 탐지한다. 물의 흐름이 결정되면 1개의 훌센서를 끈다. 정회전 시에는 수도미터 값을 1 증가시키고, 역회전 시에는 수도미터 값을 1 감소시킨다.

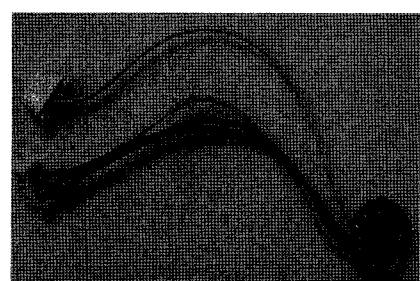


그림 2 기존 알고리즘의 훌센서

2.3 기존 알고리즘의 전력소모

홀센서의 전력소모량은 수도미터가 정지상태에 있는지, 동작상태에 있는지의 비인 R값에 크게 좌우된다. 홀센서의 전력 소모량은 1000Hz 짜리일 때 65uA가 소모되며 정지상태일 때는 1개의 홀센서가 사용되며 동작상태일 때는 2개의 홀센서가 사용된다. 기존 논문에서는 R을 0.1로 가정하여 분석하였다. 그 결과 식 (1)에서 볼 수 있는 것처럼 홀센서의 전력소모량이 257.4mAsec를 소모한다. 또한, MCU의 전력소모량을 더하면 290mAsec를 소모하며 홀센서의 전력소모량이 전체의 89%를 차지하는 것으로 분석되었다[1].

$$\text{홀센서의 전력 소모량} = (65\mu\text{A} * (1-R) + 65\mu\text{A} * 2 * R) * 3600\text{sec} = 257400\mu\text{Asec} \quad (1)$$

본 논문에서는 기존 알고리즘의 전력소모를 줄일 수 있는 알고리즘을 제시하고 전력소모량을 분석한다. 이때, 평균 수도 사용량을 기반으로 좀 더 실제에 가까운 R값을 사용한다.

3. 개선된 저전력 센싱 기법

3.1 홀센서 활용 센싱

홀센서는 자기장의 변화를 감지하는데 전력소모가 매우 작은 것들을 표 2에서 보인다. 표 2의 전력소모량과 최대허용주파수는 실제 측정한 값이다. A1171의 경우 허용주파수가 20Hz이며 전력소모량이 8uA이다. 이는 1초에 20번 이상의 자기장 변화는 감지할 수 없다는 것이며 수도 계량기의 임펠러가 초당 20바퀴 이상이면 회전을 감지하지 못할 수도 있다.

수도 계량기 임펠러의 최대 회전 수는 30Hz 정도이다. 따라서 A1171이나 Bu52012HFV 같은 물 사용량을 정밀하게 검침할 수 없다. 기존 연구[7]에서는 최대허용주파수가 1000Hz인 A1174를 사용하였으나 전력소모는 A1171과 Bu52012HFV에 비해 8배 이상 크다는 것을 표 2에서 알 수 있다.

표 2 홀센서 자료 조사

모델명	최대허용 주파수	전력소모 (3V동작)	제조사
A1171[8]	20Hz	8uA	Allegro
A1174[9]	1000Hz	65uA	Allegro
Bu52012HFV[10]	20Hz	6uA	ROHM

본 논문에서는 이 문제를 해결하는 방법으로 정지상태일 때 A1171을 사용하여 물 사용이 시작되는지를 감지하는 알고리즘을 제시한다. 물이 느리게 흐를 때에도 A1171을 사용한다. 그러다가 물의 흐름이 빨라지면 A1174를 사용한다.

홀센서는 그림 3과 같은 구조로 장착되며 정회전 방향을 기준으로 0, 1, 2의 번호를 부여받는다. 즉, 물이 순방향으로 흐를 때는 0, 1, 2 순으로 센서가 동작하며 역방향일 때는 0, 2, 1 순으로 동작한다.

0번과 1번 센서는 A1171을 장착하고 2번은 A1174를 장착한다.

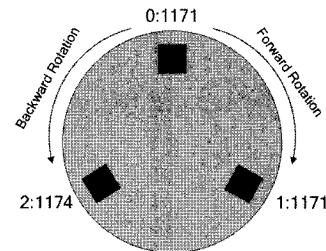


그림 3 홀센서 부착 위치

3.2 저전력 알고리즘

알고리즘을 그림 4의 상태천이도로 표현하였다. 알고리즘은 정지상태를 포함하여 6개의 상태로 구성된다. 표 3의 이벤트에 따라 상태천이가 일어나며 표 4의 액션을 수행한다.

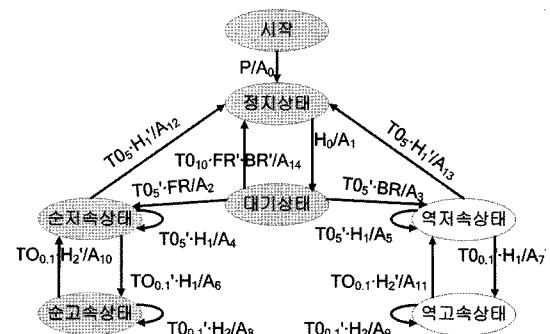


그림 4 알고리즘의 상태천이도

그림 4의 상태천이도의 설명은 다음과 같다. 시작 상태에서는 P 즉, Power On이라는 이벤트가 발생했을 때 A₀, 즉, 회전액션을 수행한다.

본 알고리즘의 특징은 정지, 저속 및 고속상태를 파악하여 고속상태일 때만 A1174를 사용한다는 것이다. 정지 시에는 센서 0만 ON되어 회전을 감지한다. 회전이 감지되면 대기상태에서 회전 방향을 감지하고 순저속상태나 역저속상태로 천이한다. 각각의 저속상태에서는 센서 1만 ON되어 회전을 감지한다. 이때 내부타이머가 0.1초 단위로 인터럽트를 발생시키는데 이 시간동안 회전이 감지되지 않으면, 즉 1초에 10회전 이하이면, 저속

상태를 유지한다. 이 시간 안에 회전이 감지되면, 즉 1초에 10회전 이상이 되면 고속상태로 천이한다. 고속상태에서는 A1174인 2번 센서만 ON되서 회전을 감지한다.

표 3 알고리즘의 이벤트 종류

이벤트명	설명	의미
P	Power On	동작 시작
H ₀	hall sensor 0 interrupt	회전 시작
H ₁	hall sensor 1 interrupt	저속회전 감지
H ₂	hall sensor 2 interrupt	고속회전 감지
TO _{0.1}	0.1 seconds time out	저속상태 기준
TO ₅	5 seconds time out	정지상태 기준
TO ₁₀	10 seconds time out	
FR	정방향 1회전	정회전방향 감지
BR	역방향 1회전	역회전방향 감지

액션 리스트 중에서 hs_set()은 홀센서를 ON, OFF시키는 함수이며 IT_set()은 내부타이머를 설정하는 함수이다. 또한, r#는 누적회전 수를 저장하는 변수이다. 예를 들어 A₁₃에서 IT_set(OFF); hs_set(1, OFF); hs_set(0, ON); 함수는 내부타이머를 OFF 시키고, 1번 홀센서는 OFF, 0번 홀센서를 ON 시키라는 의미이다. r# <- r# + 1; 는 누적회전수를 1 증가시키라는 의미이다.

3.3 동작 설명

3.2.절의 알고리즘을 간단히 설명하면 다음과 같다.

시작상태에서 P 즉, Power On이라는 이벤트가 발생했을 때 A₀, 즉, 누적 회전수를 0으로 설정하고 0번 홀센서를 ON시킨다. 정지상태에서 수돗물이 사용되면 0번 홀센서가 회전을 감지하는데 H₀ 이벤트가 발생하고 A₁ 액션이 수행되며 대기상태로 천이한다. 즉, 내부 타이머를 5초로 설정하고 1번과 2번 홀센서를 모두 ON시킨

다. 이 경우, 순방향인지, 역방향인지를 판단하기 위하여 3개의 센서가 모두 ON되어 있다. 순방향의 경우 순저속상태로 천이하는데 TO_{0.1}•H₁ 이벤트, 0.1초 째리 내부 타이머의 타임아웃이 발생하지 않으면서 1번 홀센서가 회전을 감지하면, 즉, 0.1초보다 빨리 1 회전하면 순고속상태로 천이한다. 이때 A₆ 이벤트, 즉, 고속회전도 감지하는 1174를 켜고 1171은 모두 끄는 액션을 수행한다.

4. 구현 및 전력 소모량 분석

4.1 시스템 구현 및 전력소모량

그림 5는 구현된 시스템의 구조도를 보여준다. 저전력소모를 위하여 MSP430을 사용하였으며 SPI 인터페이스에 연결된 RF 통신모듈을 사용하였다. RF 모듈은 TI에서 생산하는 cc2520인데 출력력이 5 dBm으로 높아서 지하매설된 수도미터에서도 대문까지 무선통신이 가능하다.

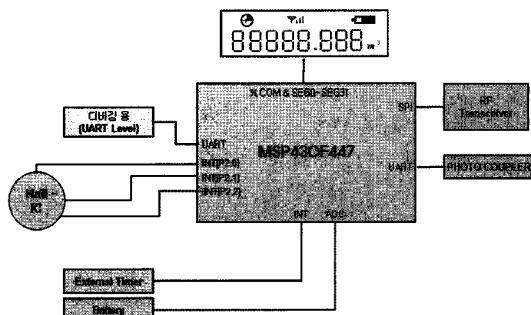


그림 5 수도미터 구성도

실제 구현된 형상을 그림 6에서 표시하였다. 왼쪽은 육외지시부이고 오른쪽은 수도미터이다.

표 4 알고리즘의 액션들

액션	수행 함수들	의미
A ₀	r# <- 0; hs_set(0, ON);	Power On
A ₁	IT_set(5); hs_set(1, ON); hs_set(2, ON);	회전 시작
A ₂	IT_set(0.1); hs_set(2, OFF); hs_set(0, OFF); r# <- r# + 1;	순저속상태준비
A ₃	IT_set(0.1); hs_set(2, OFF); hs_set(0, OFF); r# <- r# - 1;	역저속상태준비
A ₄	r# <- r# + 1;	1회전 증가
A ₅	r# <- r# - 1;	1회전 감소
A ₆	hs_set(2, ON); hs_set(1, OFF); r# <- r# + 1;	순고속상태준비
A ₇	hs_set(2, ON); hs_set(1, OFF); r# <- r# - 1;	역고속상태준비
A ₈	r# <- r# + 1;	1회전 증가
A ₉	r# <- r# - 1;	1회전 감소
A ₁₀	hs_set(2, OFF); hs_set(1, ON);	순저속상태회귀
A ₁₁	hs_set(2, OFF); hs_set(1, ON);	역저속상태회귀
A ₁₂	IT_set(OFF); hs_set(1, OFF); hs_set(0, ON);	정지상태회귀
A ₁₃	IT_set(OFF); hs_set(1, OFF); hs_set(0, ON);	정지상태회귀
A ₁₄	IT_set(OFF); hs_set(1, OFF); hs_set(2, OFF); hs_set(0, ON);	정지상태회귀

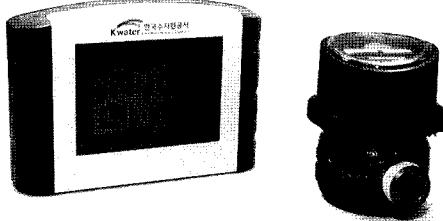


그림 6 구현된 수도미터

옥외지시부는 수도미터에서 물의 흐름을 감지하는 검침부를 뺀 구조이다.

표 5와 표 6에서 옥외지시부와 수도미터의 전력 소모량을 표시하였다. 표 4는 SLEEP시의 전력 소모량을 실측한 것이다. 옥외지시부와 수도미터의 차이는 HALL IC의 유무와 LCD의 전력소모량이 다른 것이다. 수도미터의 경우 HALL IC의 전력소모량이 8uA로 커서 옥외지시부보다 SLEEP 시 전력소모량이 50% 이상 크다.

표 5 SLEEP 시 실측 전력 소모량

단위(uA)	옥외지시부	수도미터
MCU	1.5	1.5
RF	1.3	1.3
LCD	3.1	1.5
HALL IC		8.04
외부타이머	2.8	2.8
배터리 회로	2	2
LCD 저항	1	1
총계	11.7	18.14

표 6 전체 소모전류

	ACTIVE	SLEEP
옥외지시부	25mA	11.7uA
수도미터	23mA	18.14uA

옥외지시부는 1시간마다 1번씩 수도미터와 통신하는 경우와 한달에 1번 정도 검침원의 PDA로 정보를 전달할 때를 제외하면 언제나 sleep 상태에 있다. 또한, 배터리도 교체가 가능하므로 저전력 소모에 대한 부담은 수도미터보다 작다. 본 논문에서는 수도미터에 대해서 전력소모량 및 배터리 사용년한을 분석한다.

4.2 전력소모량 특성분석

전력 소모량은 물 사용량과 밀접한 관련이 있다. 물을 많이 쓸수록 전력소모량은 커진다. 예를 들어 전혀 물을 사용하지 않는다면 MCU는 SLEEP 상태이고, 1171 홀센서 1개만 켜져 있으므로 전력소모량은 최저가 될 것이다. 역으로 물을 하루종일 쓴다면 MCU는 언제나 ACTIVE가 될 것이고 1171 보다 8배나 전력소모가 많

은 1174 가 계속 켜지므로 최대가 될 것이다. 따라서 단순히 물을 최대로 쓴다고 가정하는 것은 의미가 없으며 일반적인 가정의 최대 사용량을 추정하여 전력소모량을 계산해야 한다. 이를 위하여 다음과 같은 조건을 기반으로 최대 물 사용량을 추정하였다.

- 환경부에서는 수도계량기의 용량을 표준화하기 위하여 월사용량의 기준을 고시하였다[11]. 그 기준에 따르면 수도관의 구경이 ø13(본 논문의 목표)일 때 최소 $20m^3$ 에서 최대 $550m^3$ 이내라고 규정하였다.
- 수도관의 관경이 ø13이고 최대유속이 $12m/s$ 일 경우 임펠러의 최대 회전수는 30/초이며 최대 유량은 시간당 $5.734m^3$, 초당 $0.00159m^3$ 이다.
- 일반 가정에서는 역방향의 물흐름은 없다고 가정한다. 상기로부터 전력소모량은 한달에 최대 $550m^3$ 의 물을 사용할 때 최대라는 것을 알 수 있다. 전력소모량은 MCU의 동작상태와도 깊은 관계가 있으며 아래와 같이 분석하였다.
- 수도미터는 크게 정지상태, 저속상태, 고속상태의 3 가지 상태를 가지며 정지상태는 물을 사용하지 않는 것이고 저속상태는 물을 느리게, 고속상태는 물을 빠르게 사용한다는 것이다. 각 상태에서 전력소모량도 달라진다.
- 물을 천천히 소모하여 수도미터가 초당 10회전 이하로 회전하면 MCU는 저속상태에서 동작한다. 역으로 빨리 소모하면 초당 10회전 이상이 되고 MCU는 고속상태에서 동작한다.
- 이때 저속이든, 고속이든, 물 소모량이 같으면 회전 수도 같으므로 총 회전수는 동일하다. 따라서 고속이든, 저속이든 홀센서의 인터럽트 처리를 위한 MCU의 전력소모량도 일정하다.
- 다만, 고속상태에서는 8배나 전력소모량이 큰 1174가 계속 켜져 있어야 하므로 고속상태가 가능한 한 오래 유지될 때 전력소모량이 최대가 된다.
- 즉, 고속상태이면서 물을 가능한한 느리게 사용하는 10회전 상태에서 전력소모량이 최대이다.
고속상태의 최대지속시간 = $(550 / 5.734) * (30/10)$
= 287.8 시간 (2)
- 나머지는 저속상태 또는 정지상태인데 모두 A1174, 1개만을 사용하므로 정지상태와 고속상태의 비인 R을 (3)식처럼 분석할 수 있다.

$$\text{정지상태와 고속상태의 비, } R = 287.8/720$$

$$= 0.399 = 0.4 \quad (3)$$

4.3 최대 전력소모량 분석

본 절에서는 4.2의 결과를 바탕으로 전력소모량을 계산한다. 홀센서의 전력소모량은 정지상태 및 저속상태의 경우, 1171을 사용하고 고속상태에서는 1174를 사용하

므로 (4)식과 같다.

$$\text{홀센서전력소모량}_{\text{시간}} = ((1-R) * 8\mu\text{A} + R * 65\mu\text{A}) \\ * 3600\text{sec} = (4.8\mu\text{A} + 26\mu\text{A}) * 3600\text{sec} \\ = 110880\mu\text{Asec} \quad (4)$$

MCU의 동작 모드는 sleep 모드와 인터럽트 모드의 2가지이다. sleep모드에서는 MCU와 다른 소자의 전력 소모를 포함하여 10 μA 가 소모되는 것으로 측정되었다. MCU의 인터럽트 처리 시간은 인터럽트의 종류에 관계 없이 동일하며 0.1 ms로 가정한다. 정지상태와 동작상태의 비가 R이고 임펠러의 최대 회전수를 초당 30회라고 가정할 때 홀센서가 1회전에 1번의 인터럽트를 발생하므로 $30 * 3600 * R$ 회수만큼 인터럽트가 발생한다.

$$1\text{시간당인터럽트 발생횟수} = 30 * 3600 * 0.4 \\ = 43200 \quad (5)$$

그 결과 MCU의 1시간당 전력소모량은 (6) 식이다.

$$\text{MCU전력소모량}_{\text{시간}} = 10\mu\text{A} * (3600 - (4) \\ * 0.0001) + (4) * 0.0001 * 600\mu\text{A} \\ = 35956 + 2592 = 41140 \mu\text{A} \quad (6)$$

5) RF 전송은 매 1시간마다 발생하며 10ms 시간 동안 동작한다. 표 5에서 볼 수 있는 것처럼 그때 전력소모량은 23mA이다.

$$\text{RF전력소모량}_{\text{시간}} = 23000\mu\text{A} * 0.01\text{sec} \\ = 230\mu\text{A} \quad (7)$$

$$(\text{홀센서} + \text{MCU} + \text{RF})\text{전력소모량}_{\text{시간}} = (4) + (6) + \\ (7) = 110880 + 41140 + 230 \\ = 152250 \mu\text{Asec} \quad (8)$$

(8) 식으로부터 홀센서의 전력소모량의 비중은 73%에 이르며 홀센서의 전력소모를 줄이는 것이 전체 전력소모를 줄이는 침경이라는 것을 알 수 있다.

기존 알고리즘은 290mAsec을 소모하는데 비하여 본 논문의 알고리즘은 152mAsec를 소모하므로 1.9배의 전력소모량 감소를 이루었다.

5. 결 론

본 논문에서는 정밀도를 유지하면서 저전력 소모를 추구하는 센싱 알고리즘을 제시하였다. 우리의 방식은 물의 사용 여부를 정밀도는 떨어지나 전력소모가 작은 A1171 홀센서를 이용하여 센싱하는 것이다. 물이 사용되기 시작하면 정밀도가 높은 A1174 홀센서를 사용하여 사용량을 계측한다.

상기한 방식을 지원하는 센싱 알고리즘을 제시하였으며 구현 결과를 기술하였다. 구현된 수도미터로부터 전력소모량을 실측하였으며 그 결과를 전력 소모량 분석에 활용하였다.

기존 알고리즘은 1174만을 사용하여 센싱 구조가 단순하므로 MCU의 전력소모가 작은 대신에 우리의 알고

리즘은 1171과 1174를 함께 사용해서 MCU의 전력소모는 커졌으나 홀센서의 전력소모를 크게 줄일 수 있었다. 우리의 알고리즘이 기존의 방식보다 전력소모를 1/2로 줄일 수 있음을 분석을 통하여 보였다.

참 고 문 헌

- [1] 은성배, 소선섭, 채의근, “유비쿼터스 센서네트워크 서비스 분류 기법 및 상용화 이슈”, 대한임베디드공학회 논문지, 제2권, 제3호, pp. 202-208, 2007년 9월.
- [2] 이제기, 정성혁, 정경진, “무선 원격 검침에 의한 자동화 시스템 개발”, 산업과학기술연구소 논문집, 제17권, 제1호, pp. 121-126, 2003년 6월.
- [3] 정원창, “RF 트랜시버 모듈을 이용한 자동원격검침 시스템의 설계”, 한국 컴퓨터 정보학회 논문지, 제9권, 제4호, pp. 179-184, 2004년 12월.
- [4] 김희식, O. Ayurzana, 박용만, 권종원, “디지털 원격 검침용 데이터 USN 시스템 개발”, 한국인터넷정보학회, 제7권, 제2호, pp. 67-71, 2006년 6월.
- [5] 김영억, 김진철, 김연수, 우희곤, “센서네트워크를 이용한 표준형 전력량계 원격검침 및 부가서비스에 관한 연구”, 대한전자공학회 하계종합학술대회, 제30권, 제1호, pp. 1055-1056, 2007년도.
- [6] Product Manual, CZAMN026, ver2.0, <http://www.contazara.com>
- [7] 이영우, 오승엽, “원격검침을 위한 저 전력 무선 디지털 수도계량기”, 한국해양정보과학회 논문지, 12권, 5호, 2008.
- [8] A1171 Micropower Ultrasensitive Hall Effect Switch, <http://www.allegromicro.com/en/Products/Categories/Sensors/index.asp>, Allegro Microsystems Inc.
- [9] 1174 Product Overview, <http://www.allegromicro.com/en/Products/Categories/Sensors/index.asp>, Allegro Microsystems Inc., 2007.
- [10] BU02012HFV, <http://www.rohm.com/ad/hall2/index.html>, ROHM Co., Ltd.
- [11] “상수도유수율(有收率)제고업무처리규정”, 환경부훈령 제486호.



은 성 배

1985년 서울대학교 전산학과(학사). 1987년 KAIST 전산학과(석사). 1995년 KAIST 전산학과(박사). 1995년~현재 한남대학교 정보통신공학과 교수. 관심분야는 실시간 시스템, 유비쿼터스 센서네트워크



신 강 육

1987년 동국대학교 전자공학 학사. 1993년 홍익대학교 전자공학 석사. 2005년 홍익대학교 대학원 박사. 1993년~현재 한국수자원공사 K-water연구원 수석연구원. 관심분야는 USN, VSAT, 모델예측제어, 감시제어



이 영 우

1998년 청주대학교 전자공학 학사. 2004년 충남대학교 전자공학 석사. 2007년 충남대학교 대학원 박사수료. 1998년~현재 한국수자원공사 정보관리처 과장 관심분야는 USN, RFID, VSAT, 무선통신보안



오승업

1971년 연세대학교 전기공학 학사. 1973년 연세대학교 대학원 전기공학 석사. 1982년 연세대학교 대학원 전기공학 박사. 1977년~현재 충남대학교 전기정보통신공학부 교수. 관심분야는 안테나공학, 디지털 RF design, 마이크로웨이브용 능동 및 수동 소자