독거노인 모니터링 시스템을 위한 저전력 센서 네트워크 설계 및 에너지 소모 모델을 이용 검증

Design and Verification using Energy Consumption Model of Low Power Sensor Network for Monitoring System for Elderly Living Alone

김 용 중*, 정 경 권*★
Yong-Joong Kim*, Kyung Kwon Jung*★

Abstract

Wireless sensor networks consist of small, autonomous devices with wireless networking capabilities. In order to further increase the applicability in real world applications, minimizing energy consumption is one of the most critical issues. Therefore, accurate energy model is required for the evaluation of wireless sensor networks. In this paper we analyze the power consumption for wireless sensor networks. To develop the power consumption model, we have measured the power characteristics of commercial Kmote node based on TelosB platforms running TinyOS. Based on our model, the estimated lifetime of a battery powered sensor node can use about 6.9 months for application of human detection using PIR sensors. This result indicates that sensor nodes can be used in a monitoring system for elderly living alone.

요 약

무선 센서 네트워크는 무선 네트워크 기능이 있는 소형 장치로 구성된다. 실제 현장에서 센서 네트워크의 응용 영역을 증가시키기 위해서는 에너지 소모를 최소화 하는 것이 가장 큰 문제이다. 그러므로 센서 네트워크의 평가를 위해서 정확한 에너지 모델이 필요하다. 본 논문에서는 센서 네트워크의 전력 소모를 분석한다. 전력 소모 모델을 개발하기 위해서 TelosB를 기반으로 하는 상용 제품인 Kmote의 전력 특성을 측정한다. 제안한 모델로부터 PIR 센서를 이용하는 인체 감지 응용에서 건전지를 사용하는 센서 노드는 약 6.9개월의 수명을 예상할 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 독거노인 모니터링 시스템에 적용 가능함을 확인하였다.

Key words : Wireless sensor networks, Power measurement, Power consumption, Energy model, Monitoring system for elderly living alone

Ⅰ. 서론

우리나라를 비롯한 대부분의 선진국들에서 출산율 저하와 평균 수명 증대에 따른 고령화 문제는 가까운 장래에 마주칠 큰 국가적 어려움의 하나다. 더욱이 우리나라는 이미 고령 사회에 진입한 일본보다도 더욱 빠르게 고령화되고 있기 때문에 문제의 심각성이 더욱 클 것으로 예상된다. 특히 자녀 수의 감소 및 노인들의 독립 생활 선호 증가에 따라 가정에서 홀로 생활하는 독거노인의 수는 더욱 많아질 것으로 예상

* 翰林大學校 電子工學科
(Department of Electronics Engineering, Hallym University)
★ 교신저자 (Corresponding author)
接受日:2009年 9月 2日, 修正完了日: 2009年 9月 24日

된다. 이와 같은 독거노인의 수 증가는 이들에 대한 사회 복지 비용을 큰 폭으로 증가시킬 것이므로 이와 같은 복지 서비스의 총 비용을 줄이면서 동시에 보다 효과적으로 수발 서비스를 제공할 수 있는 여러 방법들에 대해 최근 많은 연구가 이루어지고 있다[1-3].

이와 관련된 연구 중 한 분야는 노인들이 가능한 한 오래 본인들의 집에서 독립적 생활을 할 수 있도록 돕는 지능적 환경을 만드는 것에 대한 것이다. 이와 같이 집단 요양 시설이 아닌 개별 주택의 지능화에 관심을 가지는 이유는 경제적인 이유도 있겠지만 무엇보다 노인들이 자신의 집에서 생활하고 싶어 하는 선호도가 높기 때문일 것이다. 독립 생활 지원을 위한 주택 지능화의 여러 방법 중 대표적인 것이 다양한 센싱 장치를 이용한 생체신호나 움직임 등의 원격 모니터링 시스템이다. 이 중 일상 생활 활동(ADL; Activity of Daily Living) 감지는 특히 독거노인들의 건강 상태 및 사고 감지 등의 가능성 때문에 다양한 연구가 이루어져 왔다. 이 중 오가와 등은 여러 센서를 사용한 활동 감지 원격 모니터링 시스템을 만들어 노인(2명)의 집에 약 3개월 가량 설치, 운영한 결과를 발표하였다. 이와 관련하여 노인들의 움직임을 감지하고 이로부터 여러 유용한 정보를 이끌어내는 방법에 대해서는 버지니아 대학 그룹이 활발하게 연구하고 있는데 이 중 Barger는 감지된 움직임 데이터를 사용하여 활동 패턴의 확률적 모델을 제안하였으며, Virone 등은 PIR 센서를 사용하여 주택 내 각각의 방에서의 체류 시간 정보에 기초한 24시간 주기의 활동 패턴 모델을 제안하였다. 이와 함께 동일 그룹은 주택 원격 모니터링 시스템 (노인 움직임 및 침대 사용 여부, 레인지 사용 여부 감지)을 설계, 개발하였고 개발된 시스템을 노인 원호 생활 시설(assisted-living facility)에 거주하는 22명의 노인 집에 설치하여 데이터를 수집하고 개발된 모니터링 시스템의 유용성을 보였다. 또한 Virone은 수집된 데이터를 이용하여 개발했던 활동 패턴 모델링 방법을 체류 시간 및 감지 횟수 등의 확장된 모델을 제안하였고, 개별 노인들의 활동 패턴 모델링 및 이에 기초한 이상 상태 감지의 높은 가능성을 보였다[4-8].

본 논문에서는 독거노인들의 주택에 설치하여 움직임을 감지, 수집하고 수집된 정보를 가공하여 수발 제공자에게 제공하는 원격 모니터링 시스템-한림 지킴이 시스템-에 대해 전류 소모량을 감소시킬 수 있는 방법과 센서 모듈의 수명 예측 방법을 제안하고자 한다. 본 논문에서 기술하는 시스템은 3차 프로토타입 시스템에 대한 것으로 1차와 2차 프로토타입 시스템의 개발, 검증 실험에서 나타난 여러 문제점을 해결하고자 설계, 구현된 것이다. 특히 센서 모듈의 수명을 늘이기 위해서 센서 보드의 회로를 최적화하였으며, 배터리 수명을 예측하기 위해서 센서 모듈의 동작에 따른 전류 소모량 측정하고, 측정된 결과를 통해서 수명 모델을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 제안하는 원격 모니터링 시스템에 대하여 구조 및 구성에 대해 소개하고, 3장에서는 개발된 센서 모듈에 대한 전류 소모량을 측정하고, 4장에서는 에너지 소모 모델을 제시하고, 센서 모듈의 수명을 예측한다. 마지막으로 5장에서 결론 및 향후 과제에 대해 논의한다.

II. 독거노인 모니터링 시스템

그림 1에 나타낸 바와 같이 개발·운용 중인 한림 지킴이 시스템(이하 시스템으로 지칭)은 "댁내 센싱 시스템"과 "중앙 서버 시스템"으로 구성되어 있다. 댁내 센싱 시스템은 개별 독거노인들의 집에 설치되며 전형적인 무선 센서 네트워크 시스템이다. 중앙 서버 시스템은 센서 신호들을 저장하는 "데이터베이스 시스템"과 저장된 자료를 가공하여 웹을 통해 수발 제공자에게 관련 정보를 표시하는 "웹 기반 모니터링 시스템"으로 구성되어 있다[9].

Fig. 1. Block diagram of monitoring system for elderly living alone

그림 1. 독거노인 모니터링 시스템 구성도

PIR 센서로 구성된 센서 모듈로부터 움직임 신호를 무선으로 홈게이트웨이에 보내지고, 홈게이트웨이는 수집된 센서 정보를 인터넷망을 통해서 서버로 보낸다. 서버는 DB서버와 웹서버로 구성되며 간호사나 복지사 등의 수발 담당자, 가족 들이 웹상에서 움직임과 활동량의 정보를 확인할 수 있다.

1. 하드웨어

독거노인 모니터링 시스템에 사용한 무선 센서 모듈은 그림 2와 같다. Kmote를 기반으로한 센서 노드로, PIR 센서를 포함하는 센서 보드와 연결되어 있다. Kmote는 TelosB 플랫폼을 기반으로 한 모델로, TI의 MSP430 마이크로컨트롤러와 CC2420 RF 칩을 사용한다. IEEE802.15.4와 호환되며, TinyOS 1.x와 2.x 버전을 지원한다[10-11].

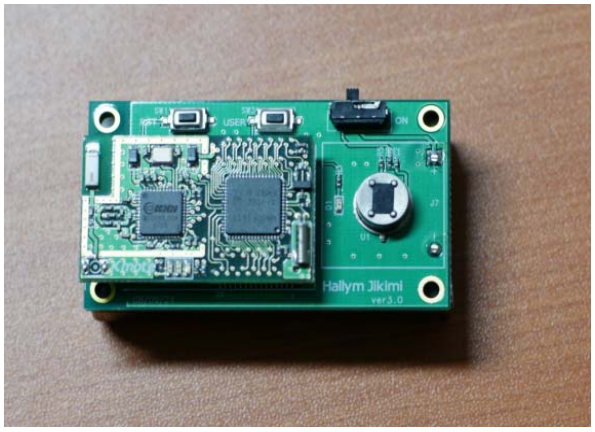


Fig. 2. Hallym Jikimi module
그림 2. 한림 지킴이 모듈

저전력 구동을 위해서 PIR 센서 보드를 별도로 설계하였다. PIR 센서 보드의 출력은 외부 인터럽트를 발생하여 MCU를 sleep & wakeup 시킨다. 그림 3은 개발한 PIR 센서 보드의 회로도이다. 센싱 모듈에 사용한 PIR 센서는 PerkinElmer Optoelectronics사의 LHi878을 사용하였다[11]. PIR 센서 70uA, OP-Amp 회로 80uA의 전류를 사용하는 회로이다.

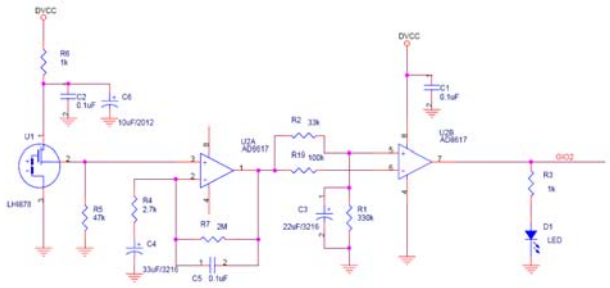


Fig. 3. Schematic of PIR sensing board
그림 3. PIR 센싱 보드 회로도

2. 소프트웨어

장착된 PIR 센서가 움직임을 감지하면 sleep 상태의 프로세서를 기동(wake-up)시킨 후 데이터 패킷을 만들어 무선으로 수신 모듈로 발송한다. 개발 사용한 패킷은 TinyOS 표준 패킷에 기초하여 다음 그림 4에 나타낸 바와 같은 데이터를 가지도록 설정하였다[12].

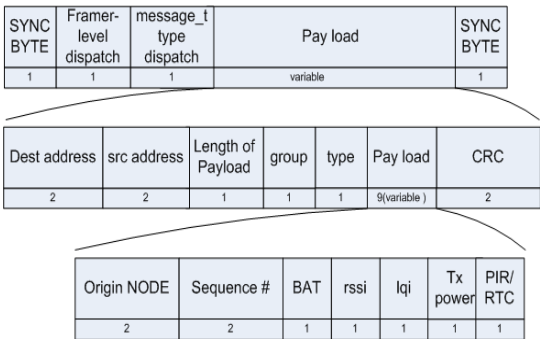


Fig. 4. Packet structure
그림 4. 패킷구조

그림 4의 각 필드 이름의 아래쪽 숫자는 byte 수를 나타낸다. 주요 정보는 payload 부분에 정의되어 있으며 간단히 정리하면 'Origin NODE' 필드는 개별 센싱 모듈의 ID를, 'Sequence number'는 각 센싱 모듈이 발송하는 패킷의 일련 번호를, 'BAT' 필드는 MSP430 내장 1.2V 고정 기준 전압을 ADC한 결과 값을, 'rssi' 필드는 received signal strength indicator로서 패킷을 수신 했을 때의 단순 수신 강도를, 'lqi' 필드는 link quality indicator 값을, 'Tx power' 필드는 송신 파워 레벨을, 마지막으로 'PIR/RTC' 필드는 PIR 센서 결과 혹은 진단 신호를 가진다. 이 중 배터리 필드의 값을 이용하여 현재 센싱 모듈의 배터리 잔량을 파악할 수 있다. 감지 원리는 시간이 지나면서 작아지는 전원 전압에 의해 ADC 결과 값은 점차 증가하는 결과를 이용한다. 또한 PIR/RTC 필드는 움직임 감지일 때는 1의 값을, 매 시간 발생하는 진단 신호에 대해서는 2의 값을 가진다.

전체 센서 네트워크의 망 형태는 별(star) 형으로 각 송신 모듈들과 수신 모듈이 1:1로 연결된다. 이와 같이 기존의 멀티 호핑 라우팅이 아닌 P-to-P 라우팅을 사용한 이유는 1차 단계 실험을 통해 대부분의 실제 현장에서 모든 송신기가 수신기와 직접 연결이 가능했기에 멀티 호핑 라우팅에 소모되는 개별 센싱 모듈의 자원을 절약하기 위해서다. 물론 별형 구조로 감당할 수 없다면 다양한 멀티 호핑 라우팅을 이용하면 된다.

MSP430은 sleep 상태에서 PIR 센서가 감지되면 wake-up을 하고, RF 기능을 켠다. RF 기능을 켠 후에 패킷을 전송하고 RF 기능을 끄고 sleep 상태로 돌아간다.

III 전류 소모 측정 실험

시스템에서 사용하는 센서 모듈의 전류 소모량 측정을 위해서 그림 5, 그림 6과 같은 실험 장치를 구성하였다. 전원 장치는 Agilent 66309B Mobile communication DC source를 이용하여 3.0V 정전압을 공급하고, USB용 HPIB 카드 82357A를 이용하여 PC와 연결한다. 전원 제어용 전용 소프트웨어인 Agilent의 Device Characterization Software로 전류를 측정한다[13].

Fig. 5. Experiment set-up
그림 5. 실험 장치

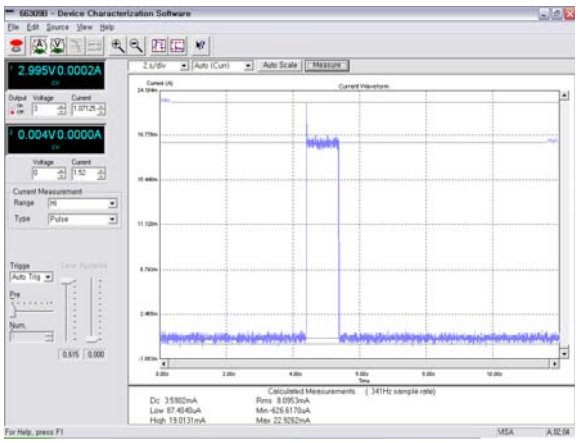
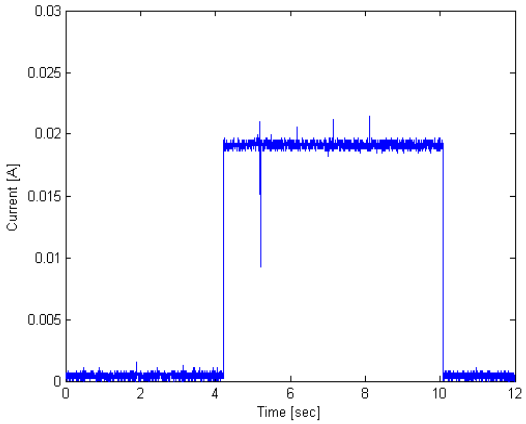
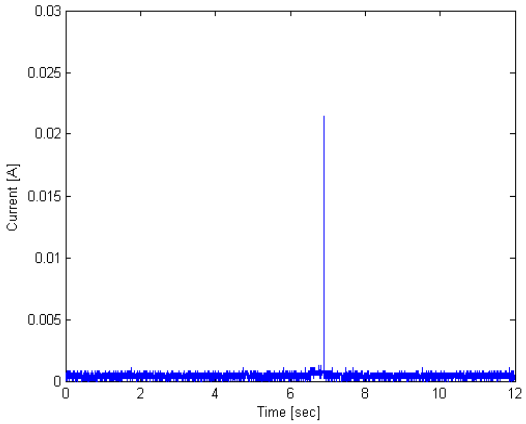


Fig. 6. Measurement program
그림 6. 측정 프로그램

1차년도와 2차년도 시스템에서는 RF을 켜고 끄는 시간을 그림 7(a)와 같이 약 5.9초 동안 동작시켰으나 3차년도에서는 그림 7(b)와 같이 프로그램을 최적화하여 약 0.005초의 간격으로 동작하도록 수정하였다. 이것은 CC2420이 무선 데이터를 전송하는데 필요한 시간을 보장하는 간격이다.



(a) 1, 2차년도 프로그램



(b) 3차 년도 프로그램

Fig. 7. Measurement program
그림 7. 측정 프로그램

센서 모듈은 Kmote와 센서 보드가 결합된 형태로 sleep 상태와 PIR 센서가 감지된 상태, 일정 시간마다 time stamp를 보내는 동작의 전류 소모를 살펴본다. Sleep 상태일 때의 전류 소모는 그림 8과 같고 전류 소모량은 평균값으로 0.49681mA이다.

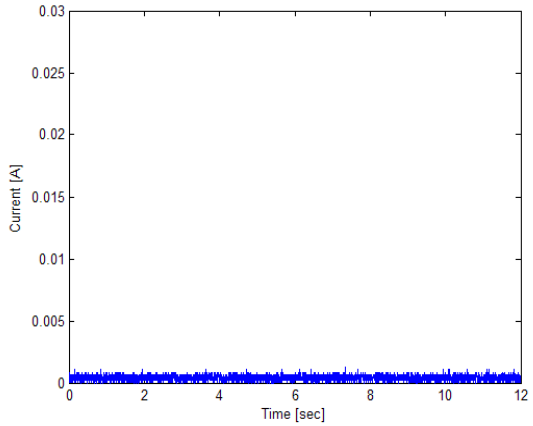


Fig. 8. Sleep state of sensor module
그림 8. 센서 모듈의 sleep 상태

PIR 센서가 감지되었을 때 동작하는 상태의 전류 소모는 그림 9와 같다. PIR 감지 표시용 LED는 0.5초 동안 켜지며, 0.6795mA가 사용된다.

일정 시간마다 센서 모듈의 상태를 보내는 경우는 그림 10과 같다. Tx일 경우 전류 소모량은 22.7415mA로 측정되었다.

무선 동작은 프로그램을 최적화하여 0.005초 동안 이루어지며 Tx는 0.003초 안에 처리되며 Tx 후 0.002초의 Rx 상태 후에 RF 기능을 OFF한다. Tx 구간의 전류 소모량은 22.8339mA이고, Rx 구간의 전류 소모량은 19.0127mA이다.

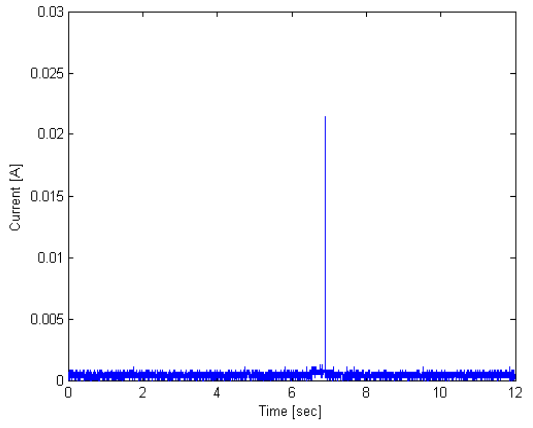


Fig. 9. PIR detect state sensor module
그림 9. 센서 모듈의 PIR 감지 상태

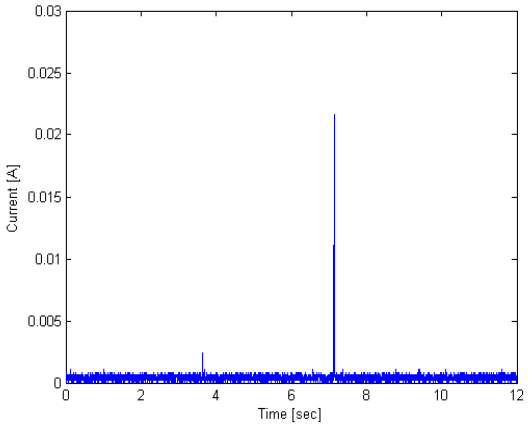


Fig. 10. Time stamp state sensor module
그림 10. 센서 모듈의 time Stamp 상태

Ⅳ 에너지 소모 모델

3장의 실험결과를 바탕으로 하여 센서 모듈의 동작 수명 예측을 위한 에너지 소모 모델을 구성한다. 3차년도에 설계한 한림 지킴이 시스템의 성능 평가를 위해서 2차년도 시스템과 비교하여 센서 모듈의 수명을 비교한다.

3장의 실험결과를 바탕으로 하여 표 1과 같이 센서 모듈의 동작 구간에 대한 에너지 소모량을 획득하였다.

Table 1. Current consumption
표 1. 전류 소모량

동작		전류 [mA]	시간 [sec]
2차	I_{PIR}	21.271	5.9
	I_{Time}	21.271	5.9
	I_{Sleep}	0.5519	-
3차	I_{PIR}	21.3054	0.005
	I_{LED}	0.6795	0.5
	I_{Time}	21.3054	0.005
	I_{Sleep}	0.4968	-

소모한 에너지 W는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있으며, 동작 전압 V는 3V이다.

$$W = VIt \ [J] \quad (1)$$

만약, 1시간 동안 N번의 움직임이 있었다면, 1시간

동안의 에너지 소모량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

2차 시스템:

$$W_{Total} = (N \cdot I_{PIR} \cdot 5.9\text{sec} + I_{Time} \cdot 5.9\text{sec} + I_{Sleep} \cdot (3600\text{sec} - (N+1) \cdot 5.9\text{sec})) \cdot 3V/(3600\text{sec}/h) \quad (2)$$

3차 시스템:

$$W_{Total} = (N \cdot I_{PIR} \cdot 0.005\text{sec} + N \cdot I_{LED} \cdot 0.5\text{sec} + I_{Time} \cdot 0.005\text{sec} + I_{Sleep} \cdot (3600\text{sec} - (N+1) \cdot 0.005\text{sec})) \cdot 3V/(3600\text{sec}/h) \quad (3)$$

여기서 I_{PIR}은 움직임이 감지되었을 경우의 전류 소모량이고, I_{Time}은 1시간마다 전송하는 time stamp의 전류 소모량이고, I_{Sleep}은 센서 모듈이 sleep 상태일 때의 전류소모량이고, I_{LED}는 PIR 감지 표시용 LED의 전류 소모량이다.

1.5V의 알카라인 건전지 2개를 사용할 경우 전체 전류 용량을 이용하여 다음과 같이 센서 모듈의 수명을 계산할 수 있다.

$$Life\,Time = (3V \cdot C_{Battery})/W_{Total} \quad (4)$$

1.5V의 알카라인 건전지 2개를 사용할 경우 보통 2500mAh의 용량을 갖고 있어서 1시간 20회 움직임을 감지한다면 센서 모듈의 수명은 다음과 같이 예측이 가능하다.

Table 2. Estimated lifetime
표 2. 예측 수명

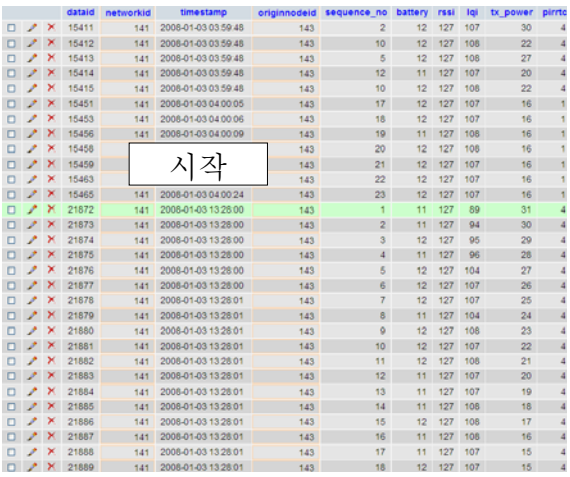
	시간당 에너지 소모 [mJ]	예측 수명 [개월]
2차 시스템	3.79495	2.7449
3차 시스템	1.49789	6.9542

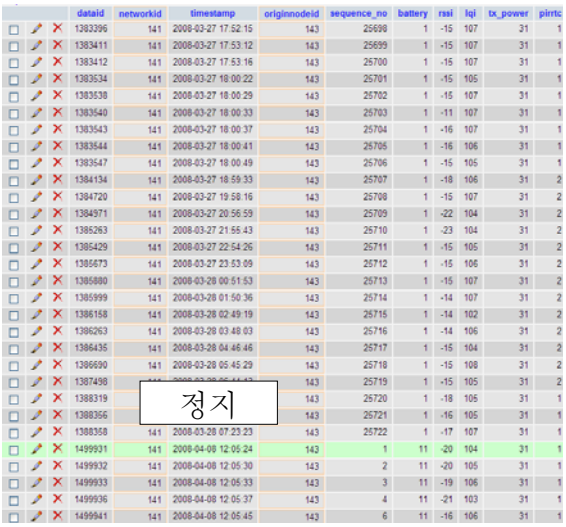
한림지킴이 시스템 내의 모니터링 서버는 그림 11과 같이 움직임 정보를 누적하여 운동량이나 활동성과 같은 추가 기능을 수발제공자에게 보여준다[14].

Fig. 11. Annual monitoring reports
그림 11. 연간 모니터링 결과

2차년도의 운영결과를 바탕으로 구한 실제 노인분들의 시간 당 평균 움직임 감지 회수는 35회로, 가구당 4개의 센서 모듈이 설치되어 있기 때문에, 센서 모듈은 시간 당 평균 약 9회의 움직임을 감지하였다. 2차년도 시스템의 경우에 배터리 소모를 예측하면 약 3.1개월의 수명을 예측할 수 있다.

2차년도 운영기간은 2008년 1월 초에서 2008년 4월 말까지로 데이터베이스에 저장된 센서 모듈의 내부 전압값(battery field)을 통해서 건전지 교체 시기를 확인한 결과 그림 12와 같이 2008년 1월 3일 센서 모듈을 동작시켜서 2008년 3월 28일에 센서 모듈이 정지하였고, 2008년 4월 8일에 건전지를 교체하였음을 확인하였다. 센싱 모듈의 동작 기간은 약 3개월로 에너지 소모를 통해 예측한 수명과 비슷함을 확인하였다.





	dataid	networkid	timestamp	originnodeid	sequence_no	battery	rssi	lqi	tx_power	pirrtc
	1383396	141	2008-03-27 17:52:15	143	25698	1	-15	107	31	1
	1383411	141	2008-03-27 17:53:12	143	25699	1	-15	107	31	1
	1383412	141	2008-03-27 17:53:16	143	25700	1	-15	107	31	1
	1383534	141	2008-03-27 18:00:22	143	25701	1	-15	105	31	1
	1383538	141	2008-03-27 18:00:29	143	25702	1	-15	107	31	1
	1383540	141	2008-03-27 18:00:33	143	25703	1	-11	107	31	1
	1383543	141	2008-03-27 18:00:37	143	25704	1	-16	107	31	1
	1383544	141	2008-03-27 18:00:41	143	25705	1	-16	106	31	1
	1383547	141	2008-03-27 18:00:49	143	25706	1	-15	105	31	1
	1384134	141	2008-03-27 18:59:33	143	25707	1	-18	106	31	2
	1384720	141	2008-03-27 19:58:16	143	25708	1	-15	107	31	2
	1384971	141	2008-03-27 20:56:59	143	25709	1	-22	104	31	2
	1385263	141	2008-03-27 21:55:43	143	25710	1	-23	104	31	2
	1385429	141	2008-03-27 22:54:26	143	25711	1	-15	105	31	2
	1385673	141	2008-03-27 23:53:09	143	25712	1	-15	106	31	2
	1385880	141	2008-03-28 00:51:53	143	25713	1	-15	107	31	2
	1385999	141	2008-03-28 01:50:36	143	25714	1	-14	107	31	2
	1386158	141	2008-03-28 02:49:19	143	25715	1	-14	102	31	2
	1386263	141	2008-03-28 03:48:03	143	25716	1	-14	106	31	2
	1386435	141	2008-03-28 04:46:46	143	25717	1	-15	104	31	2
	1386690	141	2008-03-28 05:45:29	143	25718	1	-15	108	31	2
	1387498			143	25719	1	-15	105	31	2
	1388319			143	25720	1	-18	105	31	1
	1388366			143	25721	1	-16	105	31	1
	1388368	141	2008-03-28 07:23:23	143	25722	1	-17	107	31	1
	1499931	141	2008-04-08 12:05:24	143	1	11	-20	104	31	1
	1499932	141	2008-04-08 12:05:30	143	2	11	-20	105	31	1
	1499933	141	2008-04-08 12:05:33	143	3	11	-19	106	31	1
	1499936	141	2008-04-08 12:05:37	143	4	11	-21	103	31	1
	1499941	141	2008-04-08 12:05:45	143	6	11	-16	106	31	1

Fig. 12. Lifetime of 2nd system
그림 12. 2차 시스템의 수명

실험을 통해 제안한 3차 시스템의 센서 모듈의 수명은 그림 13과 같이 약 6.8개월(2009-02-02~2009-08-26)로 측정되었다. 전류 소모량을 통해 예측한 것이 실제와 근사함을 확인할 수 있다.

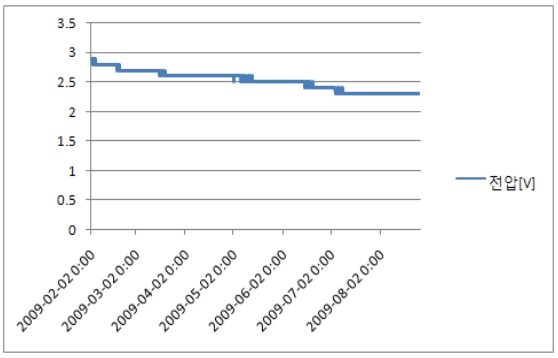


Fig. 13. Lifetime of 3rd system
그림 13. 3차 시스템의 수명

V 결론

본 논문에서는 독거노인 모니터링 시스템에 사용되는 무선 센서 모듈의 수명을 향상하기 위하여 하드웨어 설계와 소프트웨어 설계의 최적화 방식을 제안하였다. 또한 센서 모듈의 수명을 예측하기 위해서 센서 모듈의 전류 소모량 측정을 하고 에너지 소모 모델을 구성하였다. 동작 상태에 따른 센서 보드의 전류 소모량을 측정하였고, 에너지 소모 모델을 구성하여 건전지로 동작되는 센서 모듈의 수명을 예측하였다. 1.5V 2500mAh 용량의 알카라인 건전지 2개를 사용할 경우 1시간 동안 평균 20회 움직임을 감지한다면 제안한 3차 센서 모듈은 약 6.9개월로 수명을 예측할 수 있다. 2차년도 시스템에 비해서 약 4개월의 수명을 연장할 수 있어서 관리비용의 감소 효과를 얻을 수 있다.

향후 3차 시스템을 지역거주 독거노인 주택에 설치하여 운영을 하면서 예측 모델을 검증하고 보완해야 한다.

VI 참고문헌

[1] 지경용 외, “유비쿼터스 시대의 보건 의료”, 진한엠엔비, 2005.

[2] E. Dishman, "Inventing Wellness Systems for Aging in Place", IEEE Computer Magazine, pp.34-41, May 2004.

[3] E. D. Mynatt, A.-S. Melenhorst, A. D. Fisk and W. A. Rogers, "Aware Technologies for Aging in Place: Understanding User Needs and Attitudes", IEEE Pervasive Computing, pp. 36-41, April-June 2004.

[4] M.Ogawa et. al., "Long-term remote behavior monitoring of the elderly using sensors installed in domestic houses", in Proc. of the Second Joint EMBS/BMES Conference, pp.1853-1854, Oct. 2002.

[5] T.S. Barger, D. E. Brown, and M. Alwan, "Health-Status Monitoring Through Analysis of Behavioral Patterns," IEEE Trans. on Sys. Man and Cyb.-Part A, vol.35, no.1, pp.22-27, Jan. 2005.

[6] G. Virone, N. Noury, and J. Demongeot, "A System for Automatic Measurement of Circadian Activity Deviations in Telemedicine," IEEE Trans. Biomedical Engineering, vol.49, no.12, pp.1463-1469, Dec. 2002.

[7] M. Alwan et. al. "Impact of Monitoring Technology in Assisted Living: Outcome Pilot,"IEEE Trans. Information Tech. in Biomedicine, vol.10, no.1, pp.192-198, Jan. 2006.

[8] G. Virone, et. al., "Behavioral Patterns of Older Adults in Assisted Living," IEEE Trans. Info. Tech. in Biomedicine, vol.12, no.3, pp.387-398, May 2008.

[9] Seon-Woo Lee et. al. "A Remote Behavioral Monitoring System for Elders Living Alone,"

Int'l Conf. on Control, Auto., and Sys., pp.2725-2730, Seoul Korea Oct. 2007.
[10] Texas Instruments hompage, http://www.ti.com
[11] PerkinElmer Optoelectronics, http://optoelectronics.perkinelmer.com/
[12] TinyOS homepage, http://www.tinyos.net
[13] Agilent homapge, http://www.agilent.com
[14] 한림지킴이 homepage, http://jikimi.hallym.ac.kr

저 자 소 개

김 용 중 (정회원)

1996년 : 인하대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
1998년 : 인하대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
2005년 : 인하대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
2006년 4월~현재 : 한림대학교 전자공학과 전임강사
<주관심분야> 무선통신 시스템, 통신 프로토콜, 네트워크 프로그래밍, 센서 네트워크 응용

정 경 권 (정회원)

1998년 : 동국대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
2000년 : 동국대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
2003년 : 동국대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
2008년 3월~현재 : 한림대학교 전자공학과 전임강사
<주관심분야> 임베디드 시스템, 신경회로망, 센서 네트워크 응용