

자기유지지원을 위한 노드 전원 관리 모니터링 시스템 설계

이상신*, 류민우*, 송민환*, 안일엽*, 원광호*, 조국현**

*전자부품연구원 U-임베디드 융합 연구 센터

**광운대학교 컴퓨터 과학과

{sslee, minu, mhsong, iyahn, khwon}@keti.re.kr

**chokh@kw.ac.kr

A Design of Node Power Management Monitoring System for Self-sustianability

Sang-Sin Lee*, Min-Woo Ryu*, Min-Hwan Song*, Il-Yeup Ahn*,
Kwan-Ho Won*, Kuk-Hyun Cho**

*U-Embedded Convergence Research Center, KETI

**Dept of Computer Science, Kwangwoon University

요 약

무선센서네트워크 (WSN, Wireless Sensor Network) 시스템의 활용분야가 다양해짐에 따라 기존 WSN의 문제점을 개선하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 한정된 배터리 자원 문제는 반드시 해결해야 하는 주요한 과제이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 원격에서 무선 전송 기술을 통하여 에너지를 전송하는 자기유지 지원 기술이 주목받고 있다. 자기유지 지원 기술은 센서 노드의 배터리 교체 및 에너지가 열악한 환경에서 동작 가능한 에너지를 전송하는 기술로서 건물상태 모니터링, 진장 감시 등과 같은 다양한 분야에서 활용되고 있다. 이러한 자기유지 지원 기술은 WSN을 구성하는 센서 노드들의 전원 상태를 확인하는 것이 매우 중요하며, 이에 따라 에너지를 공급해야 한다. 따라서 본 논문에서는 자기유지지원을 위한 노드 전원 관리 모니터링 시스템을 설계 한다.

1. 서론

무선센서네트워크 (WSN, Wireless Sensor Network) 기술은 유비쿼터스 기술이 발달함에 따라 하드웨어, 통신 프로토콜 등 다양한 분야에서 많은 발전을 해오고 있다. 하지만 무선 센서 네트워크는 배터리와 같은 한정된 전원으로 구동되기 때문에 저 전력으로 동작하는 시스템 구성에는 한계를 가지는 문제점이 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 최근 무선 전송 기술을 통해 에너지를 전송하여 WSN을 이루고 있는 노드들의 자기유지성 (Self-sustainability)를 보장하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다[1][2].

자기유지 지원 기술은 외부의 진동 및 열 등을 이용한 에너지 하베스팅 (Energy Harvesting)[3][4]와 무선에서 에너지를 직접 공급하는 기술 등으로 나뉘며 WSN을 이루는 센서노드에게 에너지를 공급하여 기

존 한정된 배터리 문제를 해결함과 동시에 센서노드들의 지속가능하게 사용할 수 있도록 하는 기술을 말한다. 따라서 건물상태를 모니터링 하기위한 시스템, 지하 배설 감지 시스템, 진장 상황 감지 시스템 등과 같이 센서 노드의 배터리 교체가 용이하지 않은 분야에서 좋은 대안으로 제시되고 있다.

본 논문은 이러한 자기유지 지원 기술을 WSN에 적용하기 위하여 RF (Radio Frequency) 방식을 이용하여 무선 기반 전력 전송 환경에서 노드들의 전원 관리를 위한 모니터링 시스템 설계를 제안한다.

본 논문은 구성은 2장에서는 자기유지 지원 기술에 대한 기존 연구들에 대하여 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 노드 전원 관리를 위한 모니터링 시스템을 제안한다. 그리고 4장에서는 결론 및 향후 과제를 기술한다.

2. 관련연구

2.1. 자기유지 지원 기술

자기유지 지원 기술은 외부의 진동 및 열 등을 이용

※ 본 연구는 지식경제부의 산업원천기술개발사업 일환으로 수행되었습니다 (과제번호, 10033869). 연구비 지원에 감사드립니다.

하는 에너지 수확 기술과 무선을 기반으로 노드에게 에너지를 직접 공급하는 원격 에너지 무선 전력 기술로 나뉜다.

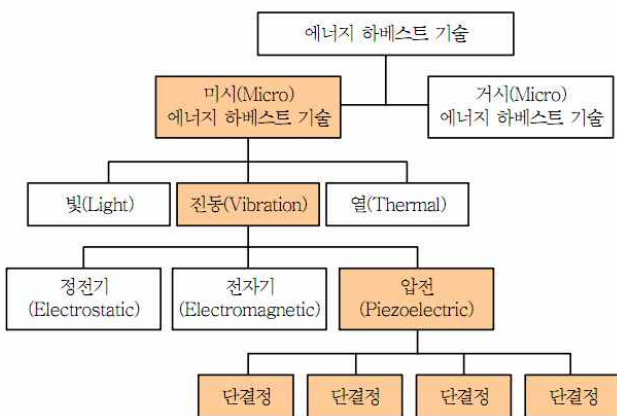
2.1.1 에너지 하비스팅 (Energy Harvesting)

에너지 하비스팅[5]은 센서 노드의 한정된 배터리 문제를 해결하기 위하여 기존의 배터리 방식을 사용하지 않고 사람 및 동물의 생체 에너지나 운동 에너지 등과 같은 주변 환경에서 산재해 있는 빛, 열, 진동 등의 자연 에너지로부터 센서노드를 포함한 다양한 시스템을 구동시킬 전력을 얻는 것을 말한다.



[그림 1] 에너지 하베스팅 기술의 개념도

에너지 하비스팅 기술은 단일 기술이 아니라 온도, 빛의 세기, 자기장, 진동에너지를 사용하는 여러 가지 에너지의 종류에 따라 구분되는 각 기술들을 포함하는 기술이다. 이러한 에너지 하비스팅 기술은 매크로 에너지 하비스팅과 마이크로 에너지 하비스팅으로 분류되며 매크로 에너지 하비스팅의 경우 현재 산업 환경에서 사용되고 있다[6].

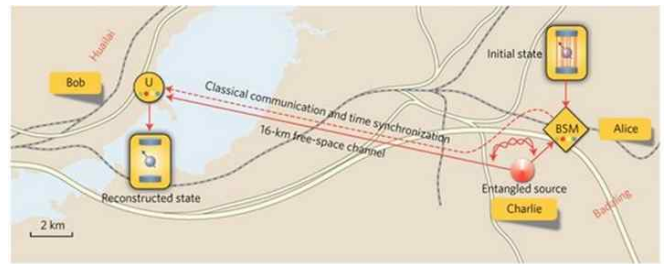


[그림 2] 에너지 하베스팅 기술의 분류

2.1.2 무선 원격 에너지 공급 기술

무선 원격 에너지 공급 기술[7]은 센서 노드의 한정

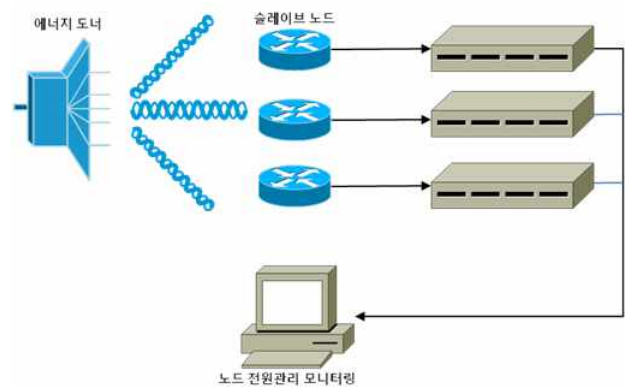
된 배터리 자원 문제를 해결하기 위하여 원격지에서 무선 통신을 이용하여 센서 노드에게 에너지를 직접적으로 공급하는 기술을 말한다. 무선 원격 에너지 공급기술은 최근까지 국내 많은 연구기관에서 활발하게 연구되어 오고 있으며, 원격 에너지 공급을 위한 SoC 기술, 무선 전송을 위한 MAC 프로토콜 개발과 네트워크 프로토콜 개발 등으로 구성된다.



[그림 3] 무선 원격 에너지 공급 기술

3. 원격 에너지 공급을 위한 노드 전원 관리 모니터링 시스템 설계

WSN을 구성하는 센서 노드들은 데이터를 전송할 경우 전송 거리, 주변 환경, 전송 지연으로 인한 재전송 등으로 인하여 서로 다른 에너지를 사용하기 때문에 노드의 전원 관리는 매우 중요하다. 따라서 본 절에서는 서로 다른 에너지를 사용하는 노드들의 전원 관리를 위한 모니터링 시스템을 설계 한다. 제안하는 모니터링 시스템은 무선 통신을 기반으로 원격지에서 에너지를 공급하기 위하여 사용되며 각 노드들의 에너지 상태를 실시간으로 확인할 수 있다. 다음 그림 4는 무선 통신을 기반으로 원격지에서 에너지를 공급하기 위한 시스템의 개념도를 나타낸 것이다.

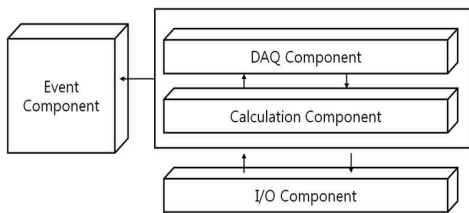


[그림 4] 원격 에너지 공급 시스템 개념도

그림 4에서 무선통신 기반의 원격 시스템은 무선으로 에너지를 공급하는 에너지 도너 (Energy Donor), 에너지 도너의 출력을 제어하는 마스터 노드 (Master Node), 전송된 에너지를 수급하여 동작하는 슬레이브 노드 (Slave Node)로 구성되며 각 노드에 송신 및 수신되는 에너지에 양에 따라 노드의 전원 관리를 하는 노드 전원 관리 모니터링 시스템으로 구성된다.

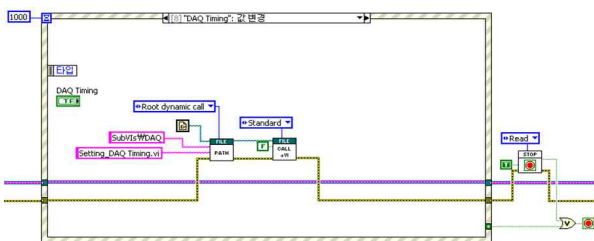
노드 전원관리 모니터링 시스템은 슬레이브 노드로부터 현재 에너지 도너로부터 받은 에너지 상태를 주기적으로 확인하기 위하여 Ethernet 기반의 DAQ (Data Acquisition) 장치를 통해 전원 전압과 저장되는 에너지의 양을 확인한다. 그리고 확인된 전원 전압과 저장되는 에너지의 양을 모니터로 출력함으로써 각 노드의 전원관리를 위한 모니터링을 가능하게 한다.

노드 전원관리 모니터링 시스템은 그림 5와 같이 각 노드의 전원 전압과 저장되는 에너지의 양을 확인하기 위하여 DAQ 컴포넌트 (DAQ Component)와 노드 전원관리를 모니터링하기 위한 옵션을 설정하는 이벤트 컴포넌트 (Event Component), 그리고 전원 상태를 계산하고 이를 출력 데이터로 만드는 데이터 계산을 위한 컴포넌트 (Calculation Component), 마지막으로 최종적으로 모니터로 입력값 및 결과값을 입출력하기 위한 I/O 컴포넌트로 (I/O Component) 구성된다.



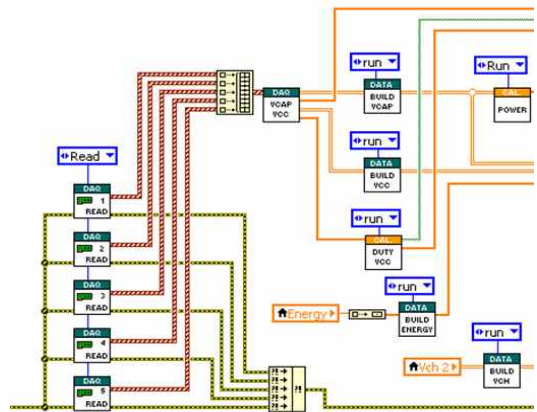
[그림 5] 노드 전원관리 모니터링 시스템의 구성

이벤트 컴포넌트는 노드 전원관리 모니터링 시스템에서 환경설정 및 변수 설정 등과 같은 이벤트 발생 시 값을 입력하기 위한 컴포넌트이다. 이벤트의 입력 값은 시간 설정, 노드의 채널 설정, 에너지의 기준 값 등이다. 그림 6은 이벤트 컴포넌트의 설계도를 나타낸 것이다.



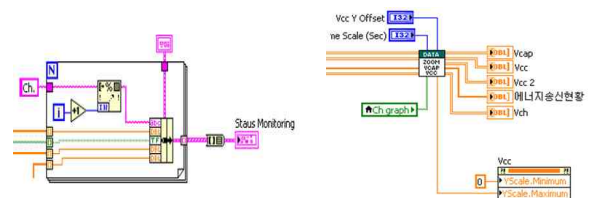
[그림 6] 이벤트 컴포넌트 설계도

그리고 DAQ 컴포넌트는 슬레이브 노드로부터 전압 전원 및 에너지를 입력받아 이벤트 컴포넌트의 환경 변수 및 변수 설정 값에 따라 값을 처리한 후 이를 계산하기 위한 Calculation 컴포넌트에 전달한다. 이때, DAQ 컴포넌트는 슬레이브 노드로부터 전압 전원 및 에너지의 양을 지속적으로 받아 DAQ 컴포넌트의 Dqueue에 저장하여 차등적으로 데이터를 처리한다. 그림 7은 DAQ 컴포넌트의 설계도를 나타낸 것이다.



[그림 7] DAQ 컴포넌트 설계도

그리고 Calculation 컴포넌트는 DAQ 컴포넌트로부터 받은 데이터를 통하여 노드의 전원 전원 및 에너지의 양을 계산하며, 계산된 값을 통하여 최종적으로 I/O 컴포넌트로 전송하게 된다. Calculation 컴포넌트에서는 DAQ 컴포넌트로부터 입력 받은 슬레이브 노드의 전원 전원 및 에너지의 양에 따라 에너지 도너를 통하여 에너지를 공급할 것인지에 대한 결정을 하게 되며, 또한 매 주기마다 슬레이브 노드들의 에너지 자원 상태를 I/O 컴포넌트로 전송하여 사용자가 확인할 수 있게 한다.



(a) Calculation 컴포넌트

(b) I/O 컴포넌트

[그림 8] Calculation 컴포넌트와 I/O 컴포넌트

또한 I/O 컴포넌트에서는 DAQ 컴포넌트로부터 받은 데이터를 사용자가 확인할 수 있도록 그래프를 통하여 나타내게 된다. 그래프는 각 슬레이브 노드의 상태를 나타내는 그래프와 해당 노드의 전압 전원, 그리고 에너지의

상태를 나타내는 그래프로 나뉘며, 초당 10개의 샘플 (Sample)를 통하여 사용자가 정확한 데이터를 확인할 수 있도록 한다. 그림 8의 (a)는 Calculation 컴포넌트의 설계를 나타낸 것이며 (b)는 I/O 컴포넌트의 설계를 나타낸 것이다.

4. 결론

본 논문에서는 자기유지 지원을 위한 노드 전원 관리 시스템의 설계를 제안하였다. 제안된 설계는 WSN을 구성하는 각 노드들의 개별적인 에너지 상태를 확인 및 공급하기 위하여 총 4개의 컴포넌트로 구성하여 이를 가능하게 하였다. 이러한 모니터링 시스템은 자기유지 지원을 위한 시스템 설계 및 구현 시 매우 유용하게 사용될 수 있다고 판단된다.

참고문헌

- [1] A. Kansal, J. Hsu, S. Zahedi, and M. B. Srivastava, "Power management in energy harvesting sensor networks," ACM Transactions on Embedded Computing Systems, 2006.
- [2] A. Kansal and M. Srivastava, "An environmental energy harvesting framework for sensor networks," in ACM Joint International Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems (SIGMETRICS), 2003.
- [3] S. P. Beeby et al. "Energy Harvesting Vibration Sources for Microsystems Applications," in Meas. Sci. Technol. 2006
- [4] Z. L. Wang et al. "Piezoelectric Nanogenerators Based on Zinc Oxide Nanowire Arrays," in Science, 2006
- [5] Sung Q Lee, et al. "PMN-PT SINGLE CRYSTAL PIEZO-ELECTRIC ACOUSTIC TRANSDUCERS," MRS, 2007.
- [6] 이영기, 이성규, 박강호, 강만구, 김종대. "에너지 하베스트 기술과 IT용 디바이스 응용," 정보통신연구진흥원
- [7] 정기욱, "USN 환경을 위한 무선 에너지 기술," 정보통신연구진흥원