

ID 기반 무선 센서네트워크용 저전력 통신 시스템 기술 연구

황지훈*, 김중홍, 노형환*, 오하령*, 성영락*, 박준석*
국민대학교*

ID-based Ultra Low Power Communication System For Wireless Sensor Network

Ji-Hun Hwang*, Jong-Hong kim, Hyoung-Hwan Roh*, Ha Ryoung Oh*, Yeong Rak Seong*, Jun-Seok Park*
Kookmin University*

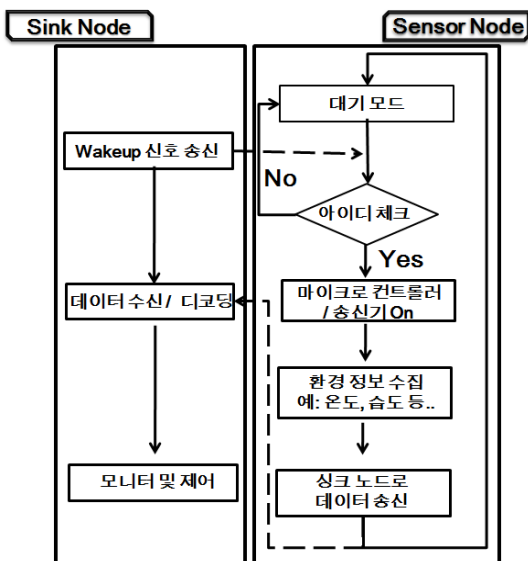
Abstract - 다양한 환경에서 WBAN/USN 시스템이 적용됨에 따라 해당 시스템의 효율적인 전력 운용 및 통신 방식이 중요해 지고 있다. 이에 본 논문은 센서 간 효율적인 운용 방식으로 ID 기반의 통신 시스템을 제안 하였다. 보다 효율적인 시스템 동작을 위해 센서 노드에 웨이크업 모듈과 자가 전원 차단 회로를 구현함으로써 센서 노드의 보다 효율적인 전력 사용이 가능하도록 하였다. 웨이크업 모듈 구현을 통해 싱크 노드가 원하는 센서 노드만 동작 가능하도록 하였으며, 일반적인 센서 노드와는 달리 센서 데이터 전송 후 시스템 전력을 차단하는 회로를 구현함으로써 시스템의 불용 전력을 최소화 하였다.
또한 제안한 시스템을 직접 제작하고 실제 ID 기반으로 통신이 가능한지 검증함으로써 다양한 WBAN/USN 시스템에 적용 가능함을 보였다.

1. 서 론

하나의 빌딩에서도 수 백, 수천 개의 센서가 운용되는 유비쿼터스 사회에서 사용되는 센서 각각들은 각각의 배터리 문제가 발생한다[1]. 배터리 문제를 해결하기 위한 방법 중에 하나로 센서의 수명만큼 긴 수명을 갖는 배터리를 사용하는 것은 그 크기나 가격 문제 때문에 적절하지 않다. 이러한 이유에서 새로운 개념의 전력 공급 장치와 이것으로 구동되는 센서 그리고 이 센서간의 효율적인 운용 및 통신방식이 요구되고 있다 [2]. 본 논문에서는 센서 간 효율적인 운용 방식 중에 하나로 ID 기반의 통신 시스템을 제안하고 구현하였다.

2. 본 론

효율적인 에너지 사용을 위해 본 논문에서는 ID 기반의 시스템과 더불어 웨이크업 모듈과 자가 전원 차단(Self-Power Off) 방식을 적용 및 구현하였다. 싱크노드에서 입력된 신호를 복조하여 해당 시스템이 필요할 경우에만 동작하도록 하는 웨이크업 모듈과 센서노드 동작 후 전체 시스템 전원을 자체적으로 차단할 수 있는 방식을 구현 및 검증하였다.

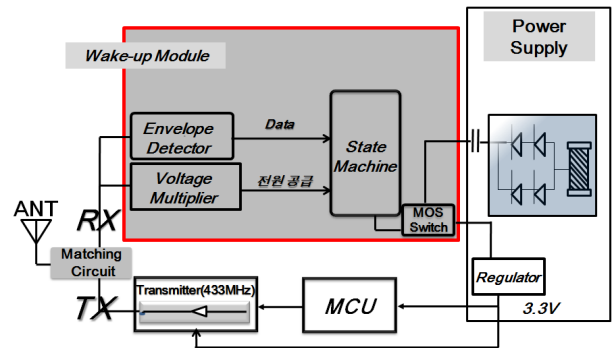


〈그림 1〉 ID 기반 통신 시스템 동작 흐름도

그림1에서는 ID 기반 통신 시스템 동작 흐름도를 나타내었다. 싱크노

드로부터 신호가 들어오면 센서노드에서는 그 신호를 분석하여 ID를 체크하고 해당 센서노드 ID일 경우 센서노드를 활성화 시킨다. 활성화된 센서노드는 환경 정보를 수집 후 다시 싱크노드로 데이터를 전송하고 대기 상태로 복귀하면서 센서노드의 전원을 차단한다.

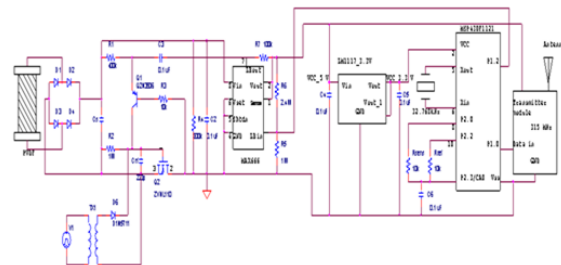
2.1 웨이크업 모듈



〈그림 2〉 센서노드 웨이크업 모듈 블록도

센서노드를 저전력으로 동작시키기 위한 중요한 모듈이다. 웨이크업 모듈은 크게 전압 채배기, 복조기, 상태기계(State-Machine)로 구성된다. 입력되는 RF 신호를 가지고 전압 채배기에서 상태 기계를 동작시키는 전압을 채배하고, 복조기에서는 상태 기계가 해당 ID 유무를 판단할 수 있도록 데이터를 복조한다. 상태 기계에서는 복조기로부터 들어온 데이터를 비교 및 분석하여 시스템의 활성화 여부를 결정하게 된다. 하나의 싱크노드에 다수의 센서노드가 접속되므로 에너지의 효율적인 사용과 송신 데이터의 충돌 방지를 위해 웨이크업 모듈을 사용하였다. 웨이크업 신호에 아이디 정보가 포함되어 있기 때문에 싱크 노드가 원하는 센서노드와 통신이 가능하다[3]. 상태 기계를 동작시킬 때 외부의 전원 공급 없이 자체적으로 공급하기 때문에 별도의 전원이 필요 없으며 또한 센서노드는 웨이크업 신호가 들어올 경우에만 동작을 수행하기 때문에 센서노드의 대기 전력 소모를 줄일 수 있는 장점이 있다.

2.2 자가 전원 차단 (Self-Power Off) 회로



〈그림 3〉 자가 전원 차단 모델링 등가회로도

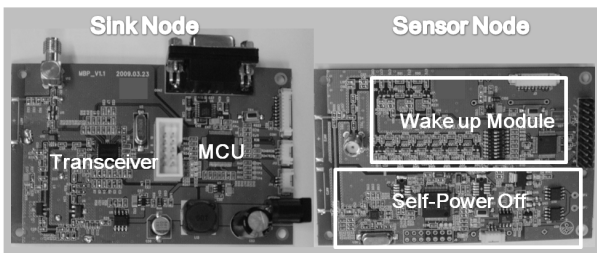
그림 3은 센서노드의 전원 관련 부분을 시뮬레이션 하기 위해 모델링된 등가회로도이다. 이 회로도는 MIT Media laboratory에서 진동 에너지 수확 기술을 적용한 회로도이다[4]. MIT에서 구현한 회로도를 바탕으로 해당 시스템에 적용하여 자가 전원 차단 회로를 구현하기 위해 다

시 모델링하여 구현하였다[5].

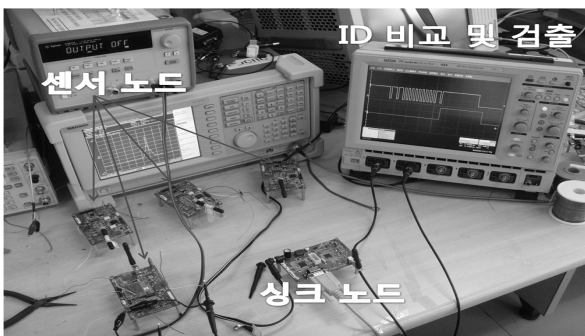
대기 전원을 사용하지 않는 상태로 있는 센서노드는 싱크노드로부터 웨이크업 신호가 들어오게 되면 웨이크업 모듈을 거쳐 아이디 데이터와 센서노드 아이디를 비교, 판단 후 MOS 스위치를 컨트롤 하여 시스템을 활성화 시킨다. MOS 스위치가 인가되면 전원부에서 센서노드가 동작할 수 있는 전원을 공급하게 되고, 해당 전원은 조절기(Regulator)를 거쳐 마이크로 컨트롤러와 송신기를 활성화 시키고, 활성화된 마이크로 컨트롤러는 센서를 이용하여 주변 정보를 센싱 후 송신기를 통해 데이터를 싱크노드로 전송 하게 된다. 전송이 완료되면 마이크로 컨트롤러에서 조절기를 끄면서 MOS 스위치가 단락되고, 스위치 단락 후 전원부와 송신부가 단락되어 다시 대기 상태로 돌아가게 되는 것이다.

2.3 시스템 구현 및 측정 결과

제안된 통신 방식을 검증하기 위해 각각의 싱크노드와 센서노드를 구현하여 실험 및 측정을 하였다.



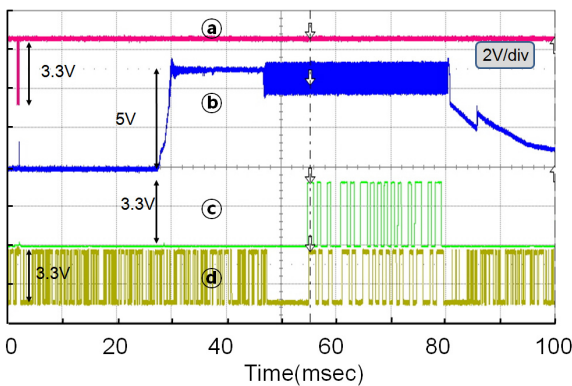
〈그림 4〉 구현된 싱크노드와 슬레이브 노드



〈그림 5〉 ID 기반 통신 테스트 검증을 위한 측정 환경

그림 4에서는 시스템 검증을 위한 Prototype 보드 사진을 나타내었고, 그림 5에서는 ID 기반 무선 센서네트워크용 저전력 통신 시스템 기술 연구 검증을 위한 측정 환경이다.

하나의 싱크 노드에 여러 개의 센서 노드와 통신이 되는지를 테스트를 통해 통신 시스템을 검증하였다.



〈그림 6〉 시스템 동작 파형

그림 5는 싱크노드와 센서노드의 동작 파형을 측정된 것이다. ㉑는 싱크노드에서 송신되는 ID를 나타낸 것이고 ㉒는 센서노드의 정전압기의 출력파형을 측정된 것이다. ㉓는 센서노드에서 측정된 데이터의 파형이고 ㉔는 싱크노드에서 수신된 데이터의 파형이다.

측정 결과에서 보이듯이 싱크노드의 송신 ID가 센서노드의 수신 ID와 일치하게 되면 시스템이 활성화되어 On 신호가 출력됨을 알 수 있다. 시스템 활성화 후 센서노드에서 주변 환경 정보를 센싱하여 싱크 노드로 데이터를 전송함을 알 수 있었다. 하나의 싱크 노드에 여러 개의 센서 노드가 연동되어도 각각의 ID가 센서노드에 부여되기 때문에 상호 통신 시 충돌이 없고 해당 센서노드는 웨이크업 신호가 들어올 경우에만 동작을 하기 때문에 시스템이 보다 저전력으로 동작 가능함을 알 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서 제안한 ID 기반의 통신 시스템을 Prototype으로 구현하고 검증하였다. 싱크 노드와 센서 노드간 ID로 서로 통신함을 측정결과로 알 수 있었고, 자가 전원 차단 회로 동작도 확인 할 수 있었다. 여러 개의 센서 노드가 있어도 ID 기반으로 통신하기 때문에 센서 노드간 충돌을 막을 수 있고, 웨이크업 모듈 구현으로 인해 싱크 노드가 원하는 센서 노드만 동작시킴으로써 일반적인 센서 노드가 동작하기 위해 항상 대기 전력을 소모하는 문제점을 해결하였다. 또한 전체적인 시스템을 저전력으로 동작시키기 위해 자가 전력 차단 회로를 구현함으로써 센서노드가 동작할 때만 전력을 소모하여 전체적인 전력 소모를 줄였다.

점차적으로 WBAN/USN 시스템이 여러 방면에서 활용되고 있는 시점에 각 센서 노드들의 전원 소모로 인한 배터리 문제가 문제점으로 부각되고 있는 지금 본 논문에서 제시한 ID 기반의 통신 방식의 적용은 센서 노드 전력의 효율적인 사용과 더불어 이를 고효율 컨버전스 과정을 거쳐 필요한 데이터를 모니터링 하는 데 활용할 수 있을 뿐만 아니라 다양한 WBAN/USN 응용분야에 적용 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 IT산업원천 기술개발사업의 일환으로 수행하였음.

[2008-F-050-02, 자기유지 WBAN/USN용 u-Scavenging 기술 개발]

[참 고 문 헌]

- [1] B.A. Warneke, et al., Smart Dust, "Communicating with a Cubic-Millimeter Computer," Computer Magazine, Jan 2001
- [2] E.M. Yeatman "Advances in Power Sources For Wireless Sensor Nodes," Proc. International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor, 2004. [Online] Available at: <http://www.doc.ic.ac.uk/~vip/bsn/textunderscore2004/program/papers/Eric%20Yeatman.pdf>
- [3] Stefan von der Mark, Georg Boeck, "Ultra low power wakeup detector for sensor networks," Digital Object Identifier 10.1109/IMOC.2007.4404394, Oct.29 2007-Nov. 1 2007 Page(s):865 - 868
- [4] Udo Karthaus, Martin Fischer, "Fully Integrated Passive UHF RFID Transponder IC With 16.7-W Minimum RF Input Power," IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, VOL.38, NO.10, Oct. 2003, pp.1602-1608
- [5] H.S. Kim, S.-M. Kang, K.-J. Park, C.-W. Baek and J.-S. Park "Power management circuit for wireless ubiquitous sensor nodes powered by scavenged energy" ELECTRONICS LETTERS 26th March 2009 Vol. 45 No. 7