Single hop Wireless Sensor Network의 저전력 구성

김민철* · 이창원* · 박종렬* · 정경권** · 엄기환*

*동국대학교 · **전자부품연구원

Single hop Wireless Sensor Network for Low Power Configuration

Min Chul Kim* · Chang Won Lee* · Chong Ryol Park* · Kyung Kwon Jung** · Ki Hwan Eom*

*Dongguk University · **Korea Electronics Technology Institute

E-mail : kihawnum@dongguk.edu

요 약

본 논문은 Single hop으로 구성된 WSN(Wireless Sensor Network)의 저전력 구성방식을 제안한다. WSN 시스템 동작 시 각 Tag간 RF통신이 이루어 질 때 가장 많은 전력을 소모한다. 그렇기 때문에 해당 RF통신 모듈을 주기적으로 on/off를 하여 Network를 구성한다면 상대적으로 Toggle하지 않고 항시 해당 모듈을 동작시키는 것 보다 많은 전력 소모를 방지 할 수 있다. 하지만 RF통신 모듈이 off인 상태에서는 외부적인 어떠한 통신 신호도 받을 수 없기에 Tag와 Base station사이 서로 간 송수신 통신이 이루어질시 일부분 Data누락이 일어날 수 있다. 이에 본 논문에서는 RF통신 모듈을 내부 명령어를 통해 시스템적으로 Toggle함과 동시에 Tag와 Base station간 송수신 통신이 이루어질시 누락되는 Data없이 적절한 통신이 이루어지게끔 구성된 알고리즘을 제안한다.

ABSTRACT

This paper proposed the Low power configuration of Single hop WSN(Wireless Sensor Network) system. When the RF communication is done each tag node during the WSN systems operating, power consumption is greatest. There for, if you configure the Network with the RF communication module turn on/off periodically, power consumption less then operating the module all the time without it toggles. However, some data omissions may occur in which transmission and receipt is done. So this paper proposed the algorithm for low power system without data omissions.

키워드

WSN, 저전력알고리즘, RF모듈 토글, Data 누락, 전력소모

Ⅰ. 서 론

WSN(Wireless Sensor Network)에서 사용되는 센서노드들은 응용분야에서 적당한 수준의 컴퓨팅 파워와 작은 크기 그리고 긴 수명(동작 시간) 요구된다[1]. 소형배터리를 통해 전원을 공급받는 Sensor Tag가 이와 같은 요구 조건을 만족하기 위해서는 전원을 공급하는 배터리가 고용량이거나 Sensor Tag 동작 시 소모하는 전력을 최소화하는 방향으로 설계되어야 한다[2]. 하지만 배터리의 경우 고용량이면서 동시에 크기를 소형화시키기에는 현재 기술에 한계가 있다. 그러므로 WSN에 사용되는 Sensor Tag의 전력 소모를 최소화시킬 수 있는 방향으로 기술이 개발되어야 한다[3].

Sensor Tag의 시스템 동작 시 Tag간 RF통신이 이루어질 때 가장 많은 전력을 소모한다. 그러므로 RF 통신 모듈을 주기적으로 on/off를 한다면 전력 소모를 줄일 수 있다. 하지만 RF모듈이 off 되어 있는 상황에서는 외부에서 어떠한 통신신호도 받을 수 없다. 이런 경우 Sensor Tag의 Tag와 Base station사이 송수신 통신이 이루어 질 때

Data 누락이 발생할 수 있다. 이에 본 논문에서는 RF모듈을 Toggle하여 전력 소모를 최소화함과 동시에 RF모듈이 off되어 있는 동안 Data누락이 발생하지 않도록 Tag와 Base station간 통신 상태에 따라 Tag의 동작모드를 두 가지로 나누어 구성하였다.

II. 제안한 시스템

본 논문의 Sensor Tag는 MCU와 RF 모듈로 CC2420 칩을 사용하였다. 표 1은 CC2420 칩의 동작별 전력 소모를 보여준다[4].

표 1. CC2420칩 동작별 전력 소모[4]

동작	전력소모(mW)
Active power (MCU active)	3
Sleep power (MCU sleep)	0.015
RX power (MCU-RF module active)	38
TX power (MCU-RF module active)	35

표 1을 살펴보면 CC2420칩 동작에서 RX(Receiver X-tal)와 TX(Transmitter X-tal) 동작을 할 때 가장 만은 전력을 소모함을 알 수 있다. 이 두 가지 동작모드는 Tag간 RF통신이 이루어질 때 이루어지는 동작으로써 MCU와 RF 통신 모듈 두 가지가 함께 동작을 한다. 이에 본 논문은 그림 1과 같이 일반적으로 항상 on되어있는 RF모듈을 주기적으로 Toggle하여 off되어 있는 만큼 전력 소모를 감소할 수 있는 새로운 시스템을 제안 하고 있다.

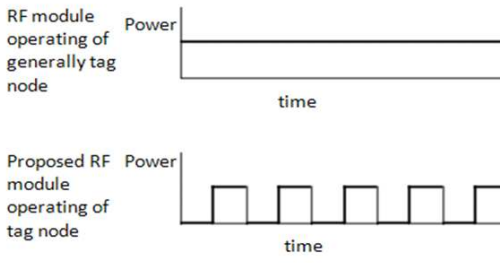

그림 1. RF모듈 동작 비교

RF모듈의 토글은 0.5초 간격으로 이루어지며 RF 모듈이 on되었을 때 Tag의 Data가 한번 Base station으로 전달된다. 하지만 이와 같이 시스템이 구성될 경우 일방적으로 Tag에서 Base station으로 Data를 송신할 경우에는 문제가 없지만 양측에서 서로 Data를 송수신할 경우에는 일부 Data가 누락되는 문제가 발생할 수 있다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 이를 방지하기 위해 두 가지 방법을 제시한다. 첫 번째로 카운터동기화 이다. 카운터 동기화는 각 여러 Tag노드들 내부에서 동작하는 카운터들을 송수신 통신을 이루는 Base station 카운터에 동기화 시켜 각 RF 통신을 동기화된 카운터 주기에 맞춤으로써 통신 Data의 누락 확률을 줄인다. 카운터 동기화를 위해서 각 Tag와 Base station에서는 별도의 16비트의 카운터 bit를 두고 이에 맞추어 내부 명령 동작 및 RF 송수신 통신을 이룬다. 카운터 동기화는 Tag노드가 초기 동작을 이룰 때 처음으로 진행되며 Tag와 Base station간 송수신 통신이 이루어 질 때 마다 동기화 시킨다.

두 번째로 제안하는 방법으로는 Tag와 Base station간 송수신이 이루어 질 경우 Base station에 적용되는 알고리즘이다. 해당 알고리즘은 두 가지의 별도 bit(Mode bit, Check bit)를 사용한다. 두 별도 bit는 모두 16bit로 이루어지며 Mode bit는 Base station에서 사용되는 bit로 표2와 같은 동작을 하며 Check bit는 Tag에서 사용되는 bit로 표3과 같은 상태를 의미한다.

표 2. Mode bit에 따른 동작

Mode bit	동작
0	수신 모드
1	송수신 모드
2	과도기 모드

표 3. Check bit에 따른 상태

Check bit	상태
0	일반적 상태
1	Base station의 Data 수신 완료상태

위 두 가지 bit를 이용하여 Data누락을 방지함과 동시에 전력 소모감소를 위해서 그림 2와 같은 알고리즘을 구성하였다.

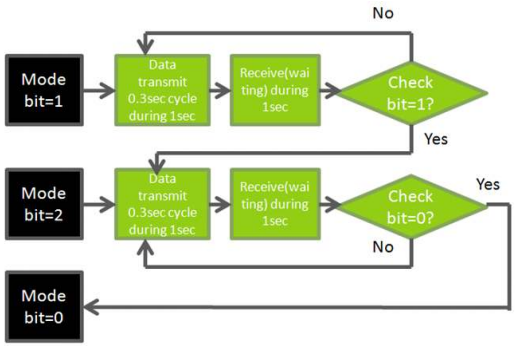

그림 2. Base station 알고리즘 Flowchart

Mode bit와 Check bit를 이용하여 Base station과 Tag가 Data를 송수신할 경우 그림 2와 같이 알고리즘을 구성하였다. 해당 알고리즘은 Base station에서 Tag로 Data를 송신해야 할 경우 동작하며 Mode bit의 상태에 따라 표 2처럼 3가지 동작 모드로 구분된다. 이 동작 모드의 구분은 표 3의 Check bit 값의 따라 변하며 Check bit의 값은 Tag에 수신되는 Base station의 Data 유무에 따라 변화한다. 이와 같은 별도 알고리즘 구성과 카운터 동기화를 통해 전력소모 감소를 위한 RF 모듈을 Toggle때문에 발생하는 Data누락을 방지할 수 있다.

Ⅲ. 실험 및 검토

본 전력감소 알고리즘이 적용된 시스템의 특성을 알아보기 위해서 가장 먼저 각 세부 알고리즘들이 제대로 동작하는 살펴볼 필요성이 있다. 그러므로 가장먼저 Tag의 내부 카운터가 Base node 카운터에 동기화되는지 먼저 실험을 진행하였다.

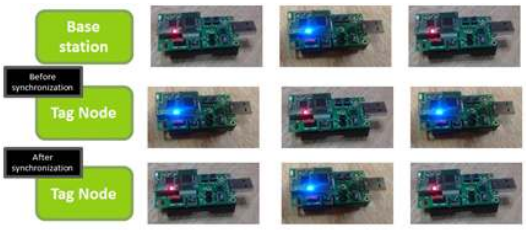

그림 3. 카운터 동기화 실험

카운터 동기화가 제대로 이루어졌는지 육안으로 쉽게 확인하기위해 Tag와 Base station에 부착된 LED를 사용하였다. 빨간색과 파란색 LED를 이용하여 순차적으로 Toggle되게 알고리즘을 구성하여 서로 제각기 다르게 Toggle되는 LED들이 동기화시 맞추어 동작하는지 확인하는 동시에 JAVA의 Listen을 이용하여 내부 카운터 bit를 확인하였다. 표 4는 거리를 바꾸어가며 각각 40번씩 동기화 실험을 진행하여 성공률을 나타낸 표이다.

표 4. 카운터 동기화실험 성공률

Tag와 Base station간 거리	성공률
5m	100%
10m	100%
15m	100%

위 실험을 통해 Base station과 Tag간 송수신시 카운터 주기가 어긋나 Data 누락이 발생되지 않음을 알 수 있다.

다음 실험은 Base station과 Tag간 송수신 Data가 있을 경우 본 논문에서 새로이 적용된 송수신 알고리즘의 송수신 모드에서 소요되는 총 지연시간에 관한 실험이다. 본 논문의 알고리즘은 단순히 Data 송수신시 서로 간 Data를 주고받는 것으로 끝나는 것이 아니라 각 상태별 지연시간이 존재하기 때문에 총 송수신에 걸리는 시간에도 영향을 미친다. 표 5는 본 실험의 결과로 30회 진행된 실험 결과를 평균 내었으며 각 Tag의 숫자를 바꾸어가며 진행하였다. 각 Tag들과 Base station사이 거리는 10m로 고정되어 있다.

표 5. 적용된 알고리즘의 지연시간

Tag의 개수	지연시간
1	5.2초
2	5.1초
3	5.2초
4	5.5초
5	6초

지연시간 실험을 통해 통신을 이루는 Tag의 수가 늘어날수록 지연시간이 경미하게 증가됨을 알 수 있다.

마지막으로 진행된 실험은 RF모듈을 Toggle했을 시 감소되는 전력소모에 관한 실험이다. 본 실험은 Tag의 전원부에 100Ω의 저항을 부착하여 3V의 전원을 인가하여 진행하였다. 이와 같이 전원을 인가하고 오실로스코프를 이용하여 저항 양단에 걸린 전압을 측정을 하였더니 그림 4와 같은 전압 그래프를 나타냈다.

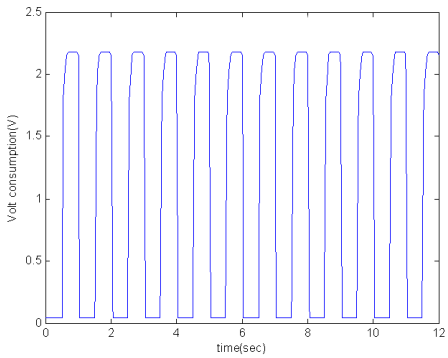

그림 4. RF모듈 Toggle에 따른 전압그래프

그림 4의 그래프를 살펴보면 주기적으로 RF모듈이 Toggle될 때마다 Tag내에서 소모하는 전압이 달라짐을 확인 할 수 있다. 이를 통해 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 적용할 시 그 마만큼 전력소모를 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

Ⅳ. 결 론

현재, WNS기술의 사용되는 Sensor Tag들은 각 여러 응용들에 적용될 때 오랜 기간 동안 동작(긴 수명)을 할 수 있어야한다. 그러기 위해서 Sensor Tag 자체의 전력소모가 최소화 될 수 있도록 시스템을 구성해야할 필요성이 있다. 본 논문에서는 이를 위해 가장 많은 전력을 소모하는 RF통신 동작 시 전력 소모 감소를 위해 해당 RF 모듈의 전원 on/off할 것을 제안함과 동시에 RF 모듈의 전원이 off되어 있는 동안 발생하는 Data 누락을 방지하기위해 카운터 동기화와 별도의 송수신 알고리즘을 제안하였다. 실험 결과 RF통신 모듈을 Toggle할 경우 거의 대략 2배의 시스템 수명 연장이 기대되었으며 송수신시 Data누락 또한 발생하지 않고 적정한 시간 내에 Tag와 Base station간 상호 통신이 이루어짐을 확인 할 수 있었다. 본 논문의 알고리즘을 WSN기술에 적용 시 Data누락 없이 시스템 동작 수명이 연장될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 중소기업청에서 지원하는 산학연공동기술개발사업(No. 00041668-1)의 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

참고문헌

[1] Sokwoo Rhee, Deva Seetharam, Sheng Liu, 'Techiques for minimizing power consumption in low data-rate wireless sensor networks', Wireless Communications and Networking Conference, 2004. WCNC. 2004 IEEE, Volume 3, 1727-1731, 2004

[2] 연윤모, 이동규, 강순주, '다중 임계 구조를 적용한 저전력 센서 노드 설계', 한국정보과학회, 2008 추계할술발표회, 35권 2(B)호, 340-344, 2008

[3] 송창영, 김성일, 원영진, 정용진, '클러스터 기반 WSN에서 에너지 효율적인 라우팅 기법', 대한전자공학회, 전자공학회지, 47권 3호, 182-187, 2010

[4] 엄홍식, '전송전력 최적화를 통한 센서네트워크의 효율적인 에너지 관리에 대한 연구', 동국대학교, 학위논문(석사), 2008