

무선 센서 네트워크에서 센서 노드의 효율적 에너지 관리를 위한 ASIT

이종승, 두경민, 이강환

ASIT for Efficient energy management of Sensor node
In Wireless Sensor Networks

Jong Seung Lee, Kyoungmin Doo, Kangwhan Lee

Korea University of Technology and Education

Vheh4@kut.ac.kr

요약

무선 센서 네트워크(WSN)는 소규모, 저비용, 저전력 지능형의 센서 노드로 구성되고, 원격 환경 감시와 군사작전 및 재난 상황 등에 응용 될 수 있는 기술이다. 이러한 센서 네트워크에서 구성된 노드의 에너지 공급은 독립된 소형배터리를 통해 이루어진다. 따라서 각 노드에서의 에너지의 효율적인 관리가 무선 센서 네트워크의 최대 장점이 되고 있다.

본 논문에서는 이러한 노드의 제한된 배터리 자원을 보다 효율적으로 유지 관리하기 위한 방법으로 ASIT(Advanced Sensing Interval Time) 알고리즘을 제안한다. 제안된 ASIT란 입력된 센싱 값의 변화와 센서 노드의 에너지 잔여량에 따라 센싱 주기를 제어 관리하는 방법으로 이에 대한 모델링을 수립하고, 실제 노드 관리 결과와 모델링된 결과의 오차를 관찰하여 적중율을 향상하는 기법을 제안한 것이다.

제안된 ASIT의 알고리즘으로부터 센서 노드의 수명을 향상 시켜 궁극적으로는 무선 센서 네트워크 전체의 망 접속의 신뢰성과 노드 관리 수명을 연장 시키며, 망의 토폴로지 구성의 측면에서는 전체적인 영역의 커버리지를 향상시키는 동시에 제한된 배터리 자원을 효율적으로 관리 할 수 있는 결과를 얻게 된다.

키워드

무선 센서 네트워크, 비주기적 전송, 데이터 중심 모델링

1. 서론

최근 들어 유비쿼터스 사회 실현을 위한 무선 센서 네트워크의 중요도가 향상됨에 따라 그에 관련된 많은 연구가 활발히 진행되고 있다 [1][2]. 무선 센서 네트워크란 일정 지역에 센서 노드를 배치하고 각각의 구성된 노드들로부터 컨텍스트 정보 등을 수집하여 사용자가 가공할 수 있도록 하는 것이다. 기존의 기간망을 이용한 네트워크 구성이 용이하지 않은 환경에서 쉽게 망을 구성 할 수 있는 무선 센서 네트워크는 센서 노드의 특성상 여러 제약을 가지고 있다. 무선센서 네트워크 시스템의 구성에 있어 노드 속성에 대한 자원의 관리의 매우 중요하며, 특히 센서 노드의 소형화에 따른 배터리 제한으로 인한 노드의 수명이 단축된다는 문제는 매우 중요한 연구 분야 중 하나이다. 즉, 야지 등에서 무선 센서 네트워크 환경에서 배터리 충전

및 교체는 사실상 어렵기 때문에 센서 노드의 에너지 고갈은 망 전체의 성능에 커다란 영향을 미친다.

센서 노드는 물리공간에서 측정된 아날로그 데이터를 디지털 신호로 변환해 싱크 노드로 전송하게 된다. 일반적으로 센서 노드는 주기적으로 센서에서 데이터를 수집한 데이터를 값의 변동에 상관없이 싱크 노드로 전달하는데 이것은 별도의 데이터 연산의 과정이 없고, 네트워크 트래픽 양이 일정하다는 장점이 있다. 하지만 측정 주기보다 빠르게 변화하는 데이터에 오차가 생기게 되고, 측정치에 변화가 없을 때 중복해서 데이터를 보냄으로써 비효율적인 데이터 전송을 하게 되고 그로 인해 쓸데 없는 전력 소모를 하게 된다. 이와 같이 비효율적 에너지 소모를 줄이고 측정 주기보다 빠르게 변화하는 데이터의 신뢰도를 높이기 위해 본 논문에서는 센싱 데이터 변화율과 센서 노드의 에너지 잔량에 따라

센싱 주기를 적절하게 조절하는 ASIT (Advanced Sensing Interval Time) 을 제안한다.

본 논문은 구성은 다음과 같다. 2장에서는 센서 노드의 에너지 효율적 전송 방식에 관한 기존 연구들을 살펴보고, 3장에서는 제안하는 ASIT 알고리즘에 대해 설명하고 4장에서는 제안된 ASIT와 일반적인 주기적 전송방식과의 성능평가 결과를 기술하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

센싱 주기를 조절하여 에너지 효율성을 높이기 위한 연구는 이미 진행 되고 있다. 이에 대한 관련 연구를 살펴보기로 한다.

2.1 Adaptive Sampling for Sensor Networks

Kalman-Filter 예측기법을 사용하여 계산된 센싱 주기를 센서 노드에게 전달하여 주기를 조절하는 방법으로 주기 계산을 서버에서 하므로 주기 예측 과정에서의 에너지 소모가 적고 주기 설정의 신뢰도가 높은 장점이 있다. 그러나 만약 서버에 문제가 생기게 되면 노드들의 주기 조절을 할 수 없는 문제와 모든 노드가 자신의 주기 정보를 서버에 전달해야 하는 단점이 있다[3].

2.2 Data Centric Modeling of Environmental Sensor Networks

데이터 중심 모델링 방법에서는 센서 노드의 Wake up 상태에서는 현재 측정된 데이터와 바로 이전에 측정된 데이터를 비교하고 sleep 상태에서는 두 데이터의 차이가 크면 sleep시간을 이전 sleep시간의 반으로 줄이고 차이가 거의 없으면 sleep시간을 두 배로 늘이는 방법이다. 그림 1은 위 알고리즘을 설명한 센서 상태 다이어그램이다[4].

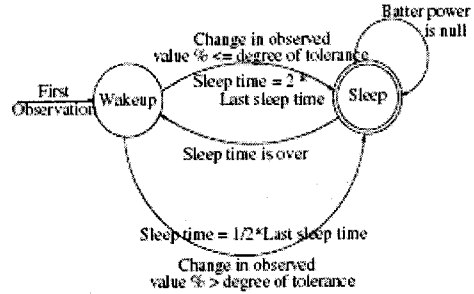


그림 1 데이터 중심 모델링 상태 천이도

제안된 방법은 에너지 소비를 크게 감소 시켰으나 sleep 주기가 급격히 늘어남에 따라 데이터 수집량이 현저히 줄어들어 데이터의 신뢰성이 없다.

2.3 비주기적 전송방식

비주기적 전송방식은 휴리스틱(heuristic)을 사용해 학습에 의하여 데이터의 변화가 큰 경우에는 센싱 주기를 짧게 하고 변화가 작은 경우에는 센싱 주기를 길게 하는 방식으로 측정된 데이터가 이전 측정치와 비교하여 값이 다른 경우에만 전송한다. 데이터가 급변하는 구간에서 다른 방법들 보다 정확한 데이터 측정을 할 수 있고, 데이터 변화가 없을 경우 전송하지 않음으로써 에너지 소모를 줄일 수 있으나, 전송하지 않은 시간이 기하 급수적으로 늘어나면서 데이터의 신뢰도가 떨어질 수 있다[5].

3. 제안하는 ASIT알고리즘

본 논문에서 제안하는 ASIT(Advanced Sensing Interval Time)는 센싱 주기를 데이터의 변화량과 노드의 에너지에 잔여량 따라 유동적으로 조절한다.

본 논문에서는 제안하는 ASIT의 센싱 주기는 다음 식과 같다.

$$\begin{aligned}
 Sit[n+1] &= \frac{k * Sit[n] * Sit[n]}{Er * (SD[n] - SD[n-1])} \\
 &= \frac{Sit[n]}{\Delta SD} * \frac{k * Sit[n]}{Er} \quad (1)
 \end{aligned}$$

여기서 $Sit[n+1]$ 는 조절된 센싱 주기를 의미하고,

$$SITmin < Sit[n+1] < SITmax \quad (2)$$

위와 같이 센싱 주기의 최소값과 최대값을 설정하여 주기가 무한정 늘어나는 것과 짧아지는 것을 방지한다. $Sit[n]$ 은 현재 실행된 센싱주기, K 는 비례 상수로 적절한 기울기 값을 설정하기 위해 사용한다. Er 은 현재 센서 노드의 에너지 잔여량을 의미 한다. Er 은 에너지량을 상,중,하로 나누고 각각에 대해 상수 값으로 대체 한다. $SD[n]$ 는 현재의 측정된 데이터 값이고, $SD[n-1]$ 은 이전의 측정된 데이터 값으로 메모리에 저장된 값이다. $\frac{Sit[n]}{\Delta SD}$ 는 기울기에 역수로 이 값에 의해 다음 주기가 설정된다. 기울기가 크면 짧은 시간에 데이터 변동 폭이 큼으로 데이터의 신뢰성 향상을 위해 센싱 주기를 줄이고, 기울기가 작으면 데이터 변동 폭이 적음으로 에너지 소모를 줄이기 위해 센싱 주기를 늘린다. 이처럼 기울기에 의해 기본적으로 센싱 주기를 조절하고 여기에 에너지 잔여량을 고려하여 다시 한번 센싱 주기를 조절한다. 잔여량이 많으면 센싱 주기를 줄여서, 보다 많은 정보를 획득하여 데이터의 신뢰도를 향상시키고 에너지 잔여량이 적으면 노드의 수명을 고려하여 센싱 주기를 보다 늘림으로써 정보 수집 능력은 떨어지나 에너지 소모를 최소화 하여 수명을 좀 더 늘리도록 한다.

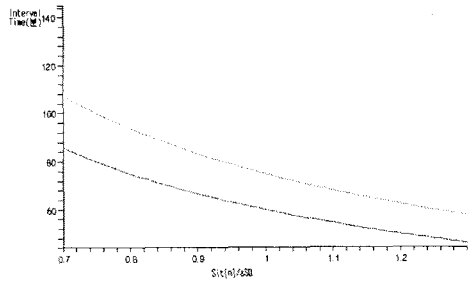


그림 2 기울기와 에너지량에 따른 센싱 주기

위 그림2는 수식 (1)에 의해 계산된 센싱 주기로 빨간색은 에너지량이 많을 때 기울기에 따른 기본 센싱 주기, 녹색은 에너지량이 중간 일 때, 노란색은 에너지량이 없을 때 주기를 나타낸다. 보는 바와 같이 기울기가 클수록 주기는 짧아지고, 작을수록 늘어난다.

4. 성능평가

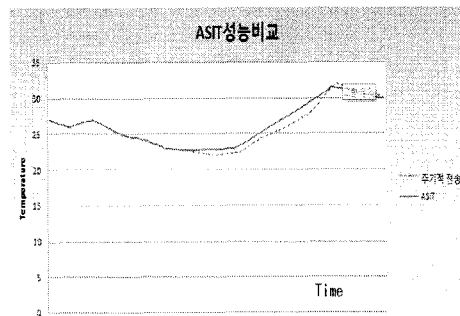


그림3. ASIT와 주기적 전송방식 비교

그림 3에서 데이터 변화량이 적을 때의 ASIT의 성능을 분석하기 위하여 14시간 동안의 온도 변화를 한 시간 단위로 측정한 주기적 전송방법과 14시간 동안 ASIT를 적용하여 온도변화를 측정한 결과이다. 주기적 전송 방법에서의 센싱 횟수는 총 14회였으나 ASIT를 적용한 경우는 보다 적은 9번의 센싱을 하였다.

무선 센서 네트워크의 센서 노드는 데이터 수집, 데이터 처리, 데이터 전송과정을 거치면서 전력을 소비하게 된다. 그 중에서도 데이터 전송 과정은 전체 전력 소모의 20~60% 차지한다. 따라서 전송 횟수를 줄임으로써 데이터 수집, 처리 전송 과정에서의 에너지 소모를 줄일 수 있다. 또한 위의 그래프처럼 주기적 전송 방법과 ASIT를 적용하여 비주기적으로 데이터를 수집한 방법과의 온도 변화 그래프가 거의 유사하게 나왔다. 따라서 ASIT는 데이터 신뢰도 측면에서도 믿을 수 있음을 보였다.

5. 결론

무선 센서 네트워크는 제한된 배터리 자원을 사용하여 망을 구성 하기 때문에 노드의 효율적 에너지 관리가 중요하다. 이에 본 논문에서는 센싱 주기를 데이터 변화량과 에너지 잔여량에 따라 유연하게 변화를 주는 ASIT를 제안하였다. 실험을 통하여 ASIT 알고리즘이 에너지 효율적이라는 것을 알 수 있었다. 궁극적으로 센서 노드의 수명을 향상 시켜 무선 센서 네트워크 전체의 망접속의 신뢰성과 노드 관리 수명을 연장시키며, 망의 토폴로지 구성의 측면에서는 전체적인 영역의 커버리지를 향상시키는 동시에 제한된 배터리 자원을 효율적으로 관리 할 수 있는 결과를 얻게 된다.

Acknowledgment

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술포인단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참고문헌

- [1] Youngsam Kim, "A Study on the Efficient TICC(Time Interval Clustering Control) Algorithm That Considering Attribute," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences, Vol.12, No.1, 2008
- [2] Kyoungmin Doo, "CRS and DOS based Context-Aware System architecture," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences, 2007.
- [3] A. D. Marbini and L. E Sacks, "Adaptive Sampling Mechanisms in Sensor Networks." , In London Communications Symposium, London UK, 2003.
- [4] Dantu, R., Abbas, K., O' Neil, M., II and Mikler, A., "Data centric modeling of environmental sensor networks", Global Telecommunications Conference Workshops, GlobeCom Workshops , 2004.
- [5] 임근수, 박정태, 고건, "무선 센서 네트워크를 위한 네트워크 환경에 적응하는 신뢰성 있는 전송 규약" , 한국정보과학회 2003추계학술대회, Vol.30 No.1. 2003.