

# 무선센서네트워크에서 에너지 효율적인 데이터 전송을 위한 재전송 횟수와 ACK 전송 경로 설정 기법

황보람, 손민한, 추현승  
성균관대학교 정보통신공학부  
e-mail : {boramhw, minari95, [choo](mailto:choo@skku.edu)}@skku.edu

## Retransmission Number and ACK Path Setting Scheme for Efficient Data Transmission In Wireless Sensor Network

Boram Hwang, Minhan Shon, Hyunseung Choo  
Dept. of Information and Communication Engineering Sung-Kyun-Kwan University

### 요 약

비 신뢰적이고 비 대칭적인 무선 링크를 갖는 무선센서네트워크에서 데이터전송이 성공했음에도 ACK 메시지 전송 실패로 발생하는 불필요한 데이터 재전송을 피해 에너지 효율을 높이는 전송기법들이 제안되었다. 이러한 전송기법의 하나인 Probability-based Data Forwarding(PDF)기법에서 기대 전송 횟수 임계치를 설정해 임계값만큼 데이터를 재전송 하였다면 더 이상 재전송하지 않음으로 불필요한 에너지 낭비를 줄인다. 하지만 PDF 는 데이터 전송 횟수만을 고려하므로, 여전히 ACK 메시지의 신뢰성 있는 전송을 보장하지 못한다. 따라서 본 논문은 에너지 효율적인 PDF 기법에 비 대칭적 무선 노드의 특성을 고려하여 ACK 메시지 전송 시 사용되는 역방향 링크의 신뢰성이 낮다면 높은 신뢰성의 역방향 링크를 갖는 노드들을 선택하여 멀티 홉으로 송신 노드에게 ACK 메시지를 전송하는 기법을 적용한다. 이를 통해 불필요한 데이터 전송을 줄여 에너지의 낭비를 줄이고 무선센서네트워크의 수명을 연장한다.

### 1. 서론

링크의 신뢰성이 떨어지는 무선센서네트워크에서 센서노드들은 성공적인 데이터전송을 위해 ACK 메시지가 수신되지 않으면 데이터재전송을 시도한다. 이로 인한 센서노드의 에너지 낭비를 줄이기 위해 임계값을 설정하여 데이터재전송 횟수를 제한시킨 Pure ACK-based 기법이 소개되었다. 하지만 본 기법은 임계값을 높게 설정 할 경우 데이터전송이 성공하였지만 ACK 메시지 실패로 많은 재전송이 일어난다. 이러한 문제점으로 인해 Probability-based Data Forwarding(PDF)기법[1]이 제안되었다. PDF 기법의 재전송 임계값은 순방향링크의 데이터전송 확률에 기반하여 정해진다.

본 논문은 기존의 PDF 기법에 신뢰성 있는 ACK 메시지 전송을 보내는 기법[2]을 적용한다. 실제 무선센서네트워크 환경에서 링크는 비 신뢰성과 비 대칭성을 가진다[3]. 역방향링크의 신뢰성이 낮다면 이웃 노드들 가운데 역방향링크의 신뢰성이 높은 노드를 선택해 멀티 홉으로 ACK 메시지를 전송한다. 이를 통해 데이터 전송 횟수를 최적화 시키고 신뢰성 있는 ACK 메시지 전송으로 불필요한 데이터재전송을 줄여

무선센서네트워크의 수명을 오래 유지한다.

### 2. 관련 연구

#### 1) Pure ACK-based 및 Probability-based Data Forwarding 기법

비 신뢰적인 링크를 갖는 무선센서네트워크에서 네트워크 수명을 연장하기 위해 신뢰성 있는 데이터재전송 기법들이 연구되었다. Pure ACK-based 기법은 임계값을 두어 ACK 메시지가 수신되지 않았을 경우 데이터재전송 횟수를 제한하였고, PDF 기법은 ceil 의 값을 구해 임계값을 설정한다. Ceil 이 구해지는 수식은 다음과 같다.

PDF 기법의 ceil 값:

$$\frac{1}{\text{순방향링크.데이터전송성공확률}}$$

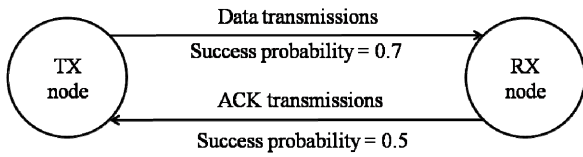
그림 1 에서 Pure ACK-based 기법의 임계값은 10 이며, 기대 재전송 횟수는 다음의 수식에 의해 3 번이다.

Pure ACK-based 기대 재전송 횟수:

$$\frac{1}{(\text{순방향링크.데이터전송성공확률}) * (\text{역방향링크.데이터전송성공확률})}$$

PDF 기법의 임계값 ceil 은 2 로 최대 재전송 횟수는

2 번이다.



(그림 1) 센서노드의 양방향링크 성공확률

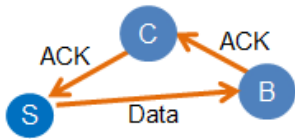
2) Greedy Forwarding 및 Blacklising 기법

본 논문은 이상적인 환경에서 매우 효율적인 greedy forwarding 기법을 사용하지만 실제 환경에서 무선링크의 신뢰성이 크게 떨어져 데이터 전송 성공률과 에너지 효율이 감소하는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해 Blacklisting 기법[4]을 사용한다. 이는 특정 거리 밖의 이웃노드들과 낮은 Packet Reception Rate 값을 가지는 이웃노드들을 blacklisting 하여 노드 선택시 제외하고 목적지에 가장 가까운 이웃노드를 선택하는 기법이다.

3. 제안 기법

본 논문은 PDF 기법을 사용하여 데이터재전송 임계값을 설정하지만, 링크가 비 신뢰성과 비 대칭성을 갖는 실제 환경에서[3] blacklisting 기법을 사용해 greedy forwarding 할 경우 역방향 링크 신뢰성을 고려하지 않아 ACK 메시지의 실패가 빈번히 일어나 불필요한 데이터재전송을 줄이기 위한 기법을 제시한다.

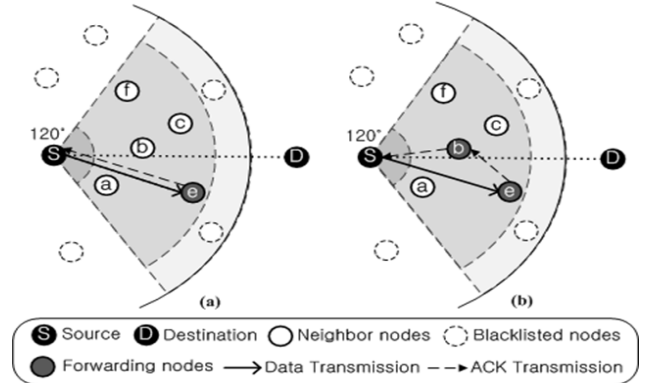
일반적으로, ACK 메시지는 데이터전송에 사용된 경로로 전송된다. 하지만 신뢰성을 갖는 ACK 메시지 전송을 위해 센서노드는 기대전송비용이 최소인 링크를 선택하여 ACK 메시지를 전송한다. 데이터전송에 사용된 링크가 역방향링크에서도 높은 신뢰성을 보인다면 동일한 경로를 사용하여 ACK 메시지를 전달하지만 더 높은 신뢰성을 갖는 링크가 있다면 그림 2 와 같이 멀티 홉으로 ACK 메시지를 전송한다. 이를 통해 ACK 메시지의 신뢰성 있는 전송을 보장함으로써 재전송으로 인한 에너지 소모를 줄인다[2].



(그림 2) ACK 메시지 전송과정

본 논문이 제안하는 기법은 다음과 같다. 그림 3 의 소스노드와 노드 e 의 양방향링크의 신뢰성이 각기 다르며 Pure ACK-based 기법에 의해 최대 데이터재전송의 값이 10 이라고 가정할 때, 데이터전송이 성공적으로 이루어 졌지만 역방향링크의 낮은 신뢰성으로 인해 ACK 메시지전송이 연속적으로 실패한다면 불필요한 데이터전송이 최대 10 번 더 이루어진다. 데이터전송 성공 후 ACK 메시지가 성공적으로 전송된다면 불필요한 데이터재전송을 발생시키지 않아 에너지 소모를 줄이고 네트워크의 수명을 길게 유지할 수 있다. 하지만 PDF 기법을 사용한다

면, 송신할 데이터를 가진 소스노드는 노드 e 에게 데이터를 전송하며 ACK 메시지가 수신되지 않을 경우에도 전송횟수가 임계값 2 를 넘었다면 더 이상 재전송하지 않는다. ACK 메시지는 데이터를 수신한 노드 e 가 최적의 역방향링크를 갖는 노드 b 를 선택하여 멀티 홉으로 소스노드까지 신뢰성 있는 ACK 메시지를 전송한다. 데이터재전송의 횟수를 제한하고 신뢰성 있는 ACK 메시지를 전송함으로써 에너지소비를 줄이며 네트워크 수명을 길게 한다.



(그림 3) 제안기법의 데이터전송

4. 결론 및 향후연구과제

실제 무선센서네트워크환경에서 센서노드들은 비대칭적인 링크를 갖는다[3]. 본 논문에서는 센서노드의 순방향링크와 역방향링크를 모두 고려하여 데이터 전송과 ACK 메시지 전송의 신뢰성을 높여 에너지 소모를 줄였다.

향후 연구로는 제안한 기법에 관해 시뮬레이션을 수행하여 제안기법의 우수성을 검증할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 지식경제부(정보통신산업진흥원)대학 ITRC 및 교육과학기술부(한국연구재단) 중점연구소지원사업의 일부지원으로 수행되었음(NIPA-2011-(C1090-1121-0008), 2010-0020210).

참고문헌

[1] Dang Tu Nyuyen, Wook Choi, and Hyunseung Choo, "A Novel Probability Data Forwarding Scheme in Lossy Wireless Sensor Networks," Reliable and Autonomous computational Science, Part2, pp 145-165, 2010

[2] Dongju Bae, Wook Choi, and Hyunseung Choo, "Multihop ACK-based greedy forwarding using expected transmission cost in wireless sensor networks," ICUI MC, 2011

[3] M. Z. Zamalloa, and B. Krishnamchari, "An Analysis of Unreliability and Asymmetry in Low-Power Wireless Links," ACM Transactions on Sensor Networks, vol. 3, issue. 2, no. 7, June 2007

[4] M. Z. Zamalloa, K. Seada, B. Krishnamchari, and A. Helmy, "Efficient Geographic Routing over Lossy Links in Wireless Sensor Networks," ACM Transactions on Sensor Networks, May 2008