

경로별 신뢰도에 따른 선택적, 묵시적 응답을 사용하는 신뢰성있는 데이터 전송 방법

이가원, 김규진, 한승민, 허의남
경희대학교 컴퓨터공학과

e-mail:{gawon | imakez | han905 | johnhuh}@khu.ac.kr

Reliable Data Transmission using Path-Reliability with Selective, Implicit Acknowledgement

Ga-Won Lee, Seung-Min Han, Kyu-Jin Kim, Eui-Nam Huh
Dept of Computer Engineering, Kyung-Hee University

요 약

인간 생활의 질적인 향상을 위해, 각종 시스템이 연구되고 있다. 특히 작고 설치가 용이한 센서를 중심으로 Ubiquitous 분야가 발달하고 있으며, 센서 네트워크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 일반적인 생활에는 물론 의료, 노약자의 보호, 위험 감지 등의 중요한 분야에까지 센서 네트워크가 활용됨으로써 데이터 전송의 정확성과 신뢰성은 중요한 문제로 대두되었다. 이에 본 논문에서는, 센서의 특성과 무선 통신의 특징을 고려하여 에너지 효율성 및 데이터 전송의 신뢰성을 향상시키기 위한 방법을 제시하고자 한다. 특히 RSSI 신호와 채널 에너지를 함께 이용하여 각 노드 경로별 신뢰도를 계산하고, 이에 따라 선택적으로 Acknowledgement를 사용하며 오버헤어링 문제를 역으로 이용하여, 묵시적 Acknowledgement로 사용함으로써 에너지가 한정되어있는 무선 센서 네트워크에서 계속적인 ACK/NACK 사용으로 인한 에너지 소비 및 트래픽 낭비를 줄이고자 한다.

1. 서론

최근 과학은 인간 생활의 질적인 향상을 위해 발전하고 있다. 특히 IT 산업의 경쟁력을 강화하고 세계시장을 선도하기 위해 정부에서는 IT839 전략을 펴고 있으며, 첨단 유비쿼터스 기술을 도시생활에 접목해 지역의 삶의 질을 높이고 지역 경제를 활성화하기 위해서 각 지자체들도 u-city 건설사업에 주력하여 시민의 안전과 복지에 최종 목표를 두고 있으며, 보건복지 서비스와 방법 서비스가 대표적인 서비스로 꼽힌다. 이와 같은 유비쿼터스 사회 실현을 위해 센서 네트워크가 점차 다양한 응용 분야에서 활용되고, 그 중요성이 부각되고 있다.

센서 노드는 대부분 다른 사물에 내장되거나 그 자체가 매우 작고 배터리로 동작하면서 센싱, 통신하기 때문에 전력 소모를 줄여 센서 네트워크의 라이프타임을 최대화하여야 한다. 또한 외부 환경에의 변화에 적응할 수 있어야 한다는 특징을 가진다. 기존에는 센서 네트워크가 자연 환경의 변화 감지와 같은 단순한 데이터 센싱에 그쳤기 때문에 센서의 특징과 맞물려 주로 에너지 효율성에 대한 연구가 이루어졌다. 하지만 국내외 유비쿼터스 사회 실현을 위한 움직임에 따라 점차 QoS 요구사항이 증가하고 있으며, 범죄 단속과 예방을 위한 영상감시서비스 및 비상 호출 서비스를 갖춘 방법 서비스와 몸의 이상유무과 개인별 맞춤 서비스를 제공하는 복지 서비스 등에 있어 데이

터의 정확하고 신뢰성있는 전송이 중요한 문제로 대두되었다. 센서 노드로부터 화재, 발작, 이탈, 이상 감지와 같은 긴급 데이터가 들어왔을 경우 등은 손실에 매우 민감하기 때문에 데이터 전송의 신뢰성이 매우 중요하다. 그러나 신뢰성만을 고려하게 되면 센서 노드의 제한적인 에너지를 고려하지 못하게 되기 때문에 센서 네트워크의 라이프타임을 함께 고려해야 하는 것이다.

본 논문에서는 무선 센서 네트워크의 특성을 고려하면서도 신뢰성있는 전송을 보장하기 위한 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 RSSI 신호와 채널 에너지를 이용하여 각 노드 경로별 신뢰도를 계산하고, 이에 따라 선택적으로 응답을 사용하며 오버헤어링을 통한 묵시적 응답을 통해 신뢰성 있는 데이터 전송 및 에너지 효율도 함께 고려할 수 있도록 하고자 한다.

2. 관련연구

2-1. RSSI

RSSI (Received Signal Strength Indication)는 수신 신호 강도를 나타낸다. 수신기에 유입되는 전력이 얼마인지 그 신호 강도 수치를 말하는 것이다. 예로 휴대폰의 액정에 신호강도 표시기가 있다. 이를 RSSI Bar라고 부른다. 다만 이것은 수신기에 들어오는 신호전력을 의미하기 때문에 센서 내부의 손실 등은 고려하지 않는다. 일반적으

로 휴대폰에서 수신되는 전력은 -108dBm에서 -20dBm 사이에서 움직이게 된다. -100dBm 정도의 낮은 감도는 신호를 수신할 수는 있지만 이 영역에서 수신된 RSSI값은 편차가 심하다.

2-2. 오버헤어링 문제

무선 센서 네트워크에서의 오버헤어링 문제란, 노드 A-B-C가 같은 전송 범위에 있는 경우에 노드가 모두 그 신호를 함께 수신하기 때문에 같은 범위 안에 있을 경우 수신할 필요가 없는 노드임에도 다른 노드가 전송을 하였을 때 쓸데없는 패킷을 전송받을 수 있는 문제를 말한다. 일반적으로는 오버헤드 또는 필요 없는 중복전송으로 보이지만, 본 논문에서는 이 문제를 역이용하여 묵시적 Acknowledgement로 활용하고자 한다.

2-3. ACK/NACK 기법

ACK/NACK 기법은 일반적인 네트워크에서 신뢰도를 보장하기 위한 방법으로 주로 홉 간 또는 종단 간에 acknowledgment(ACK)를 사용하는 방법이다. 데이터 전송이 성공적으로 이루어졌으면 ACK메시지를 보내 전송이 제대로 이루어졌음을 알리고, 데이터가 누락되었을 경우에는 NACK메시지를 보내 누락된 데이터를 재요청 할 수 있게 하는 방식이다.

센서 네트워크는 높은 채널 에러율에서 운영되기 때문에 ACK/NACK를 사용하는 방법은 빈번한 재전송이 야기된다. 또한 중간 노드들은 저장 메모리가 필요하고, 싱크로부터 소스까지 ACK/NACK 메시지는 실질적으로 패킷의 재전송과는 관련 없는 불필요한 트래픽을 유발하여 네트워크에 추가 패킷 오버헤드를 일으킬 수 있다. 따라서 제한된 리소스와 에너지를 가진 센서 네트워크에 맞는 구조로 변화되어 적용되어야 할 것이다.

3. 제안기법

센서 노드 배치 후 각 센서 노드는 이웃 노드와 RSSI 값을 주고받고, 이 과정에서 RSSI값과 채널 에러율을 이용해 각 노드별 경로신뢰도를 계산하게 된다. 각 노드별 경로신뢰도는 변화되는 RSSI값과 현재의 채널에러율에 따라 유동적으로 변화하게 되며, 이전에 데이터 전송에 성공한 신뢰도가 해당 경로의 기준 신뢰도로 설정된다. 이후 데이터 전송 시 기준 신뢰도와 현재 신뢰도를 비교하여 기준보다 현재의 신뢰도가 낮으면 ACK를 요청하고, 기준보다 현재의 신뢰도가 높다면 ACK를 요청하지 않고 묵시적 ACK를 사용한다. 본 기법을 적용함으로써 ACK/NACK로 인한 불필요한 트래픽 및 오버헤드를 줄이고 홉간 에러 검출이 가능하므로 빠른 에러 복구가 가능하다. 또한 신뢰도 계산 과정에서 이전의 연구들과는 달리 각 노드별로 현재의 신뢰도를 계산할 수 있다는 장점이 있다.

3-1. 신뢰도 계산

이전의 연구들은 채널 에러율을 이용한 신뢰도 계산에 집중되었다. 하지만 채널 에러율은 단순히 노드 하나의 전체 채널에 대한 에러율만 고려할 뿐, 여러 이웃노드가 있을 때 각각의 노드에 대한 경로를 하나씩 고려할 수는 없다. 이에 본 논문에서는 RSSI신호값을 이용하여 각 노드 경로별 신뢰도를 계산하고자 한다.

센서 노드 배치가 끝난 후, 각 노드는 이웃 노드들과 서로 RSSI값을 주고받는다. 주고받은 RSSI값과 주고받을때의 채널에러율을 이용해 각 경로별 신뢰도를 계산하게 된다.

$$RSSI_{quan} = 1 - \left| \frac{RSSI}{MaxRSSI} \right| \dots\dots\dots (1)$$

RSSI값은 기본적으로 -값으로 들어오므로 이를 식 (1)과 같이 양자화 해준다.

신뢰도 =

$$(1 - \text{채널에러율}) \times \frac{\text{현재 경로 } RSSI_{quan}}{\sum \text{모든이웃노드 } RSSI_{quan}} \dots\dots\dots (2)$$

신뢰도는 한 노드의 전체 채널에러율에 각 이웃노드에서 받은 RSSI 신호값을 반영하여 각 경로별 신뢰도를 식 (2)와 같이 계산하게 된다. 한 노드에는 현재의 경로신뢰도를 반영하기 위한 이웃노드의 RSSI 신호값과 채널에러율, 계산된 경로 신뢰도와 이전에 데이터 전송에 성공했던 기준 신뢰도가 저장된다.

3-2. 기준 신뢰도 설정 및 데이터 전송

데이터 전송 알고리즘은 다음과 같다.

```

/* 경로 신뢰도 비교 알고리즘 */
//노드A가 보낼 데이터가 있을 때 비교 알고리즘 실행
If(RA-B > BRA-B)
// A-B 신뢰도가 기준신뢰도보다 높으면 ACK 요청
nonACKreq();
Else
// A-B 신뢰도가 기준신뢰도보다 낮거나 같으면 ACK 요청
ReqACK();
    
```

기준 신뢰도 변경 알고리즘은 다음과 같다.

```

/* 기준 신뢰도 변경 알고리즘 */
// A-B간 데이터 전송 성공여부로 기준 신뢰도 변경
If(RA-B > BRA-B) // 현재 경로품질 > 기준
if(B RecvData(A)) // 기준 신뢰도 유지
{
BRA-B = BRA-B;
ClearBuffer(A); // 성공이므로 버퍼초기화
}
    
```

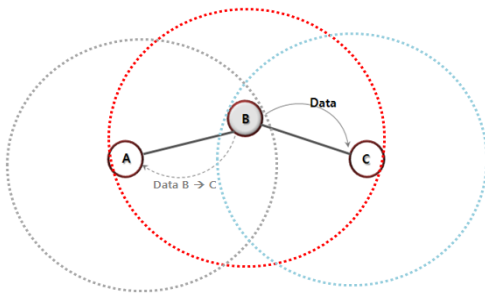
```

else // B가 A 데이터를 받지 못했으므로 기준 높임
    BRA-B = RA-B;

Else // RA-B ≤ BRA-B, 현재 경로 품질 ≤ 기준
if(B RecvData(A)) // 전송성공, 기준 신뢰도 낮춤
{
    BRA-B = RA-B;
    ClearBuffer(A); // 성공이므로 버퍼초기화
}
else // B가 A 데이터를 받지 못했으므로 기준 유지
    BRA-B = BRA-B;
    
```

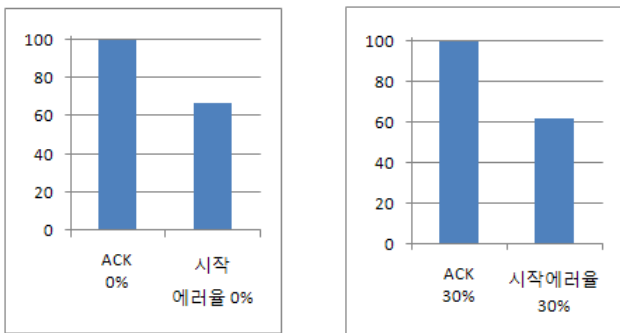
3-3. 오버헤어링을 이용한 묵시적 ACK

WSN에서 나타나는 오버헤어링 문제를 역으로 이용하여, 묵시적 ACK 응답으로 활용한다. 경로 품질이 기준치 이상인 경우의 데이터 전송은 성공할 확률이 높으므로 불필요한 ACK를 요청하지 않고 묵시적 ACK만 가지고 데이터 전송을 확인하는 방법이다. 경로 품질이 기준치 이하인 경우에는 묵시적 ACK가 전달되지 않을 수 있기 때문에 직접적인 ACK를 요청하고 전달함으로써 Hop-by-Hop의 빠른 오류복구를 가능하게 한다.



4. 평가

본 논문에서 제안하는 기법의 성능을 평가하기 위해 NS-2시뮬레이터를 사용하여 실험하였다. 시뮬레이션에 사용된 에너지 모델은 기본으로 제공되는 것을 사용하였다. 초기 에너지는 1J로 하여 ACK기법과 비교하였고, 다음 그림은 각 채널에러율(0%, 30%) ACK 기법의 에너지 소모율을 100%라 하였을 때 제안 기법의 에너지 소모량을 나타낸다.



ACK 기법만을 사용한것에 비해 에너지 소모율이 35% 이

상 줄어든 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는, 센서의 특성과 무선 통신의 특징을 고려하여 에너지 효율성 및 데이터 전송의 신뢰성을 향상시키기 위한 방법을 제시하였다. RSSI 신호와 채널 에러율을 함께 이용하여 각 노드 경로별 신뢰도를 계산하였으며, 이에 따라 기준과의 비교를 통해 Acknowledgement를 선택적으로 사용하도록 하였다. 또한 무선 센서 네트워크에서 문제로 지적되던 오버헤어링 문제를 역으로 이용하여, 묵시적 Acknowledgement로 사용함으로써 에러율이 높고 에너지가 한정되어있는 무선 센서 네트워크에서 지속적인 ACK/NACK 사용으로 인한 에너지 소비를 줄임을 보였다.

향후에는 선택적 ACK적용과 묵시적 ACK적용을 함께 하였을때의 성능을 평가하고, 신뢰성 및 정확성을 평가해 볼 예정이다.

ACKNOWLEDGEMENT

"본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음"
(IITA-2009-(C1090-0902-0002))

참고문헌

- [1] 류석상. "유비쿼터스 사회 실현을 위한 u-Korea 구축 전략", 『자치정보화조합 지역정보화지』 통권 제38호, 2006. pp.44-50
- [2] Chieh-Yih Wan, et al., "Pump-Slowly, Fetch-Quickly(PSFQ): A Reliable Transport Protocol for Sensor Networks" Proceedings of the Int'l Workshop on Sensor Networks and Arch(WSNA), September 2002.
- [3] 김현태, 주영훈, 나인호. "무선 센서 네트워크에서 신뢰성 있는 데이터 전송과 혼잡 제어를 위한 프로토콜", 『제어·자동화·시스템공학 논문지』 제13권 제3호, 2007. 3. pp.230-234.
- [4] Millennial Net "Maximizing Data Reliability in Wireless Sensor Networks," A Millennial Net White Paper, www.millennialnet.com, 2005.
- [5] 김성훈, 양현, 박창윤. "묵시적 응답 및 간접 복구를 이용한 무선센서 네트워크에서의 신뢰성 있는 멀티캐스팅", 『정보과학회 논문지』 제35권 제3호, 2008. 6. pp.215-226.
- [6] I. F. Akyildiz, et al., "A Survey on Sensor Networks," IEEE Communications Magazine, Vol. 40, No. 8, pp. 102-114, Aug. (2002)