Journal of Korea Multimedia Society Vol. 16, No. 4, April 2013(pp. 464-471)
http://dx.doi.org/10.9717/kmms.2013.16.4.464

WMSN에서 엿듣기와 시간 지연을 이용한 패킷 전송에 관한 연구

하일규[†], 변석진[††], 안병철[†††]

요 약

무선 센서 네트워크 기술의 발전과 함께 멀티미디어 데이터를 전송하기 위한 WMSN(Wireless Multimedia Sensor Networks) 관련 연구가 활발히 진행되고 있다. 멀티미디어 데이터 전송을 위해 세 가지 패킷 전송 기술, 즉, 종단간 전송 방식(End-to-End), 홉간 전송 방식(Hop-by-Hop), 비신뢰성 기반 전송 방식의 성능을 모의실험을 통해 비교한다. 이 논문에서는 노드의 메시지를 엿듣는 방법과 시간지연을 이용한 새로운 패킷 전송방법을 제안한다. 제안된 방법은 홉간 전송방식보다 전송시간은 반으로 줄고 전송률은 22% 향상되었다. 그리고 제안된 방법의 성능을 PIGAB(Packet Interval Gap based on Adaptive Backoff)과 비교한다.

A Study on Packet Transmissions using overhearing and Time-Interval in WMSNs

IlKyu Ha[†], Seokjin Byeon[††], ByoungChul Ahn[†††]

ABSTRACT

With the advance of wireless sensor networks, WMSN(Wireless Multimedia Sensor Networks) researches to transfers multimedia data have been studied actively. First of all, three basic protocols, End-to-end, Hop-by-hop, and Unreliable transmission method, are compared to transfer multimedia data using simulations. This paper presents an efficient protocol to transfer multimedia data by overhearing messages of nodes and by transmitting next packets during the unused time interval. The proposed method is verified its performance by simulations and experiments. The results shows that the transmission rate of the proposed method 22% higher than that of End-to-end protocol with half of transmission time. Also the performance of the proposed method is compared with that of PIGAB(Packet Interval Gap based on Adaptive Backoff).

Key words: WMSN, End-to-end, Hop-by-hop, Overhearing(엿듣기), Time Interval(시간 지연)

1. 서 론

유비쿼터스 환경이 보편화되면서 저전력, 초소형 무선 센서 노드를 이용한 무선 센서 네트워크(WSN: Wireless Sensor Network)와 관련된 연구들이 활발히 진행이 되고 있다. 특히 저전력, 초소형의 MCU

※ 교신저자(Corresponding Author) : 안병철, 주소 : 경상북도 경산시 대동 214-1 영남대학교 IT관 영남대학교 컴퓨터공학과(712-749), 전화 : 053) 810-2556, FAX : 053) 810-4630, E-mail : b.ahn@yu.ac.kr
접수일 : 2012년 8월 27일, 수정일 : 2012년 12월 31일
완료일 : 2013년 2월 4일
[†] 정회원, 영남대학교 컴퓨터공학과
(E-mail : ilkyuha@ynu.ac.kr)
[††] 정회원, 영남대학교 컴퓨터공학과
(E-mail : myidsj@naver.com)
[†††] 정회원, 영남대학교 컴퓨터공학과
※ 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2011년도 산학연공동기술개발사업(No. 00045039)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

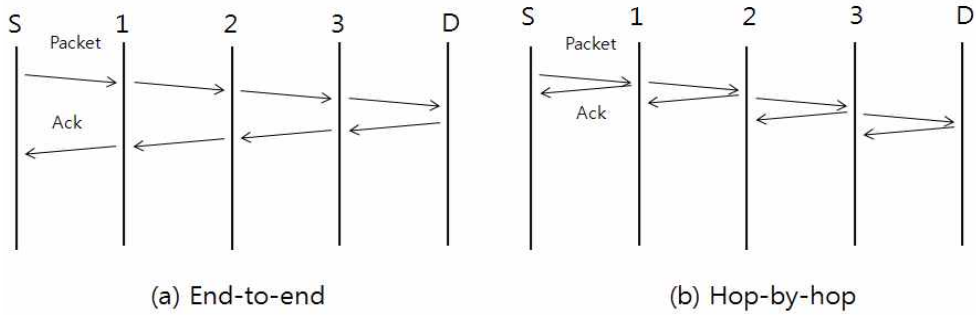


그림 1. 종단간 전송 방식(a)과 홉간 전송 방식(b)

(Micro Control Unit)와 CMOS 이미지 센서를 이용한 초소형 카메라의 고성능화로 인해 이를 결합한 WMSN(Wireless Multimedia Sensor Network)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1-2]. 특히 비디오 데이터는 압축을 하여도 초당 수 Kbyte에서 수백 Kbyte의 데이터가 발생한다. 그러므로 이러한 비디오 데이터를 WMSN에서 전송하기 위해서는 상당히 많은 패킷을 짧은 시간에 전송해야만 한다. 그러나 기존의 전송 프로토콜들은 이런 상황을 고려하고 있지 않아 많은 패킷을 전송하기에는 효과적이지 않다. 또한 많은 패킷이 네트워크에서 전송이 되는 상황을 고려한 WMSN을 위한 새로운 전송 프로토콜의 연구가 필요하다[3-4].

따라서 본 연구에서는 멀티미디어 데이터와 같은 다양한 정보 데이터들이 네트워크상에서 송수신되는 WMSN에서 많은 데이터의 송수신으로 인해 발생할 수 있는 다양한 문제들을 해결하기 유용한 프로토콜을 제안한다.

2. 무선 센서 네트워크의 데이터 전송 프로토콜

TCP와 같은 신뢰성이 있는 데이터 송수신 방식은 무선 센터 네트워크의 특성상 종단간 전송(End-to-End) 방식과 홉간 전송(Hop-by-Hop) 방식과 같은 2가지 방식으로 나눌 수 있다[5-6]. 종단간 전송 방식은 그림 1의 (a)와 같이 패킷이 전송하고자 하는 목적 노드에 전송이 된 경우에 ACK 메시지를 다시 송신 노드로 전송하는 방식이다[7]. 홉간 전송 방식은 그림 1의 (b)와 같이 송신 노드와 목적 노드 사이에 존재하는 노드들 간에 서로 ACK 메시지를 주고받으며 신뢰성을 확보하는 방식이다[8]. 단순히 패킷 전송만을 목적으로 하는 두 번째 전송방식은 인터넷에서 사용하는 UDP(User Datagram Protocol)와 같이 전송 신뢰성과는 상관없이 단순히 연속적으로 패킷을 전송하는 방식이다[9].

이 세 가지의 대표적인 패킷 전송 방식을 이용하여 무선 센서 네트워크에서 영상 이미지를 전송할 경우 어떠한 성능을 얻을 수 있는지를 알아보기 위해 NS-2를 이용하여 각각의 전송 방식에 대한 성능을 시뮬레이션 하였다.

실험을 위하여 그림 2와 같이 소스 노드와 목적 노드 간의 거리를 100m로 정하였고, 그 사이에 각 25m 간격으로 3개의 전달 노드를 두어 일렬로 배치되게 토폴로지를 구성하였다. 이러한 구성을 선택한 이유는 연속으로 패킷을 전송할 경우 발생할 수 있는 문제들에 대한 규명과 본 논문에서 제안하는 패킷 전송 알고리즘을 상호 비교하기 위한 좋은 조건이기 때문이다. 시뮬레이션 조건 및 환경은 표 1과 같다.

첫번째 시뮬레이션은 앞에서 설명한 시뮬레이션

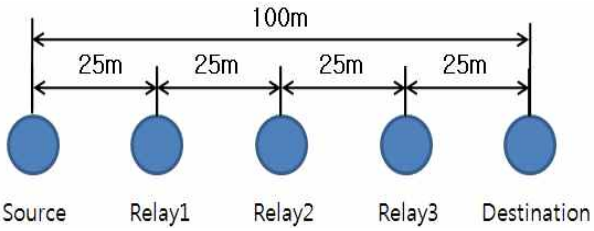


그림 2. 시뮬레이션 토폴로지 구성

표 1. 시뮬레이션 설정

	종단간 전송 방식	홉간 전송 방식	비신뢰성 기반 전송 방식
라우팅 프로토콜	AODV		
MAC and PHY	IEEE 802.15.4		
패킷 크기	127		
수행 시간	5 sec		

설정을 이용하여 종단간 전송 방식, 홉간 전송 방식과 비신뢰성 기반 전송 방식을 기반으로 5초 동안 각각의 전송 방식에 최적이라고 판단되는 조건을 조사하여 그것에 맞도록 트래픽을 설정한 후 패킷을 전송하였다. 시뮬레이션을 수행하여 얻은 결과를 분석한 내용을 표 2에 정리하였다.

조사한 사실들을 토대로 다음과 같은 두 번째 시뮬레이션을 수행하였다. 영상 이미지 압축이 가능한 CMOS 카메라에서 얻은 JPEG 영상 이미지를 사용하여 전송 성능을 평가하였다. 우선 영상 이미지의 크기는 128×96, 320×240, 640×480로 정하고, 영상 이미지의 크기는 128×96의 경우 2KB정도로, 320×240은 8KB, 640×480은 16KB 정도로 정하였다. 이 영상 이미지를 각각의 전송 방식 별로 전송하였을 경우에 대한 소요시간을 측정하였다. 표 3은 두 번째 시뮬레이션 결과를 정리한 것이다.

표 3에서와 같이 각각의 전송 방식들을 이용하여 영상 이미지를 전송할 경우 소요되는 전송 시간을 알 수 있었다. 종단간 전송 방식의 경우 가장 작은 크기의 영상 이미지도 1.8초 정도의 시간을 소비해야 전송이 가능하므로 WMSN에서 이를 사용하여 영상 이미지를 전송하면 시간 지연이 너무 길다. 홉간 전송 방식과 비신뢰성 기반 전송 방식의 경우 2 Kbyte 크기의 영상 이미지를 전송하는데 걸린 시간이 각각 0.437초와 0.399초가 소모되었다. 그림 3은 패킷 전송 방식별 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 이러한 시뮬레이션 결과에서 WMSN 상에서 영상 전송은 홉간 전송 방식이나 비신뢰성 기반 전송 방식을 사용하여야 한다는 것을 알 수 있다.

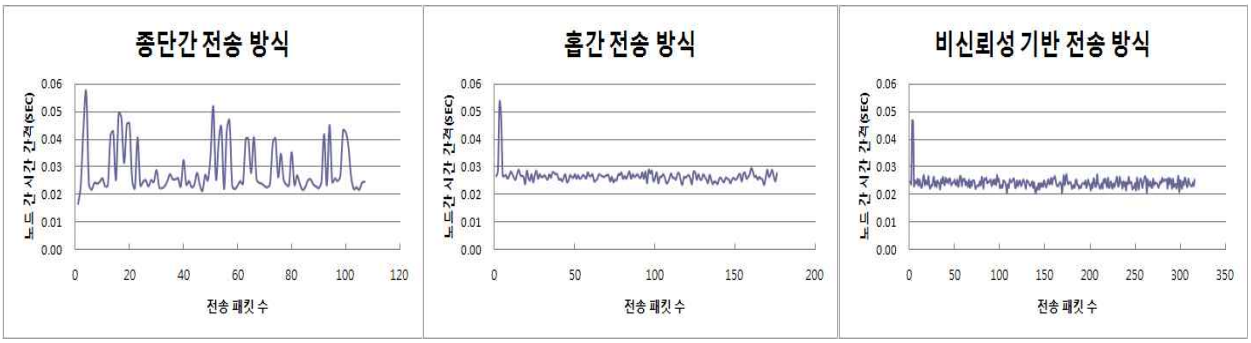
위 결과를 토대로 비신뢰성 기반 전송 방식이 다른 두 패킷 전송 방식 보다 더 나은 효율로 영상 이미지를 전송할 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 비신뢰성 기반 전송 방식 시뮬레이션의 경우 최적의 시간 지연(Interval Time)을 적용하여 패킷 전송의 신뢰

표 2. 시뮬레이션 결과

	종단간 전송 방식	홉간 전송 방식	비신뢰성 기반 전송 방식
전송 시간 지연	none	23 msec	21 msec
전송 패킷 수	52개	218개	237개
전송실패(drop)패킷수	14개	0개	2개
평균 전송 시간	28.083872 msec	26.155471 msec	24.19543 msec
전송 지연 시간	96.153846 msec	22.93578 msec	21.097046 msec

표 3. 영상 이미지 크기 별 전송 성능

	종단간 전송 방식	홉간 전송 방식	비신뢰성 기반 전송 방식
2KB (19)	1.824 sec	0.437 sec	0.399 sec
8KB (75)	7.2 sec	1.725 sec	1.575 sec
16KB (149)	14.304 sec	3.427 sec	3.129 sec



(a) 종단간 전송 방식 (b) 홉간 전송 방식 (c)비신뢰성 기반 전송 방식

그림 3. 패킷 전송 방식 별 시뮬레이션 결과

성이 다른 두 패킷 전송 방식 보다 높게 나온 결과이므로 실제 환경에서는 이러한 결과를 얻기란 힘들 것이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 엿듣기(Overhearing)와 시간 지연(Interval Time)을 이용하여 패킷 전송 신뢰성을 확보하는 동시에 최적의 전송 속도를 얻을 수 있는 알고리즘에 대하여 연구하였다.

3. 제안 전송 방식에 대한 알고리즘

3장에서 시뮬레이션을 통해 다량의 패킷을 연속해서 보낼 경우 가장 좋은 결과를 얻을 수 있는 패킷 전송 방식이 비신뢰성 기반 전송 방식임을 알 수 있었다. 비신뢰성 기반 전송 방식의 경우 패킷 전송을 위한 최적의 시간 지연을 구할 수 있으면 다른 패킷 전송 방식보다 높은 신뢰성과 전송 속도를 얻을 수 있다. 본 연구에서는 비신뢰성 기반 전송방식을 이용하여 다양한 환경에서 멀티미디어 데이터와 같은 다량의 패킷을 짧은 시간에 전송해야할 응용 분야를 위한 안정적이고 효율적인 전송 지연 시간을 획득할 수 있는 알고리즘과 추가적인 메시지의 전송 없이 패킷 전송 신뢰성을 확보할 수 있는 방안에 대해 제안한다.

3.1 전송 신뢰성 확보 방안

비신뢰성 기반 전송 방식의 경우 패킷이 성공적으로 전송이 되었는지를 파악할 대안을 갖고 있지 않다. 이를 해결하고자 본 연구에서는 전송 지연 시간을 얻기 위해 수신하는 엿듣기 패킷을 이용하는 방법을 제안한다. 그림 4에서 S에서 패킷을 R1으로 전송한 후 R1에서 다시 R2로 패킷을 전송하면 S가 그 패킷을 엿듣기하여 결국 S가 R1으로 전송한 패킷을 다시 받을 수 있으므로 S는 자신이 전송한 패킷이 R1으로 정상적으로 전송이 되었는지 알 수 있게 되는 것이다. 결국 패킷 전송 신뢰성 확보를 위한 방안으로 대체가 가능한 것이다.

이러한 방법을 적용하기 위해서는 기본적으로 모든 센서 노드가 목적노드의 ID와 자신의 ID가 같이 않아도 패킷을 수신하여 처리할 수 있어야 한다. 그리고 Ack신호를 처리하는 루틴 대신에 엿듣기 신호를 처리할 루틴도 필요할 것이다. 또한 패킷이 목적노드에 도착을 하게 되면 엿듣기가 발생하지 않으므로 이를 대체할 수 있도록 목적 노드는 Ack 메시지를 송신하여 알고리즘의 단점을 해결해야 한다.

4.2 전송 지연 시간 획득 방안

엿듣기는 노드 간에 패킷을 전송할 경우 목적한 노드만 그 패킷을 수신하는 것이 아니라 주변의 다른 노드들도 같이 패킷을 수신하기 때문에 그림 5와 같이 다음 패킷을 전송하는데 에러를 발생시키거나 그림 6과 같이 수신을 방해하는 요인이 될 수 있다. 그림 6은 구간 3에서는 노드 R2가 노드 R3으로 패킷을 전송하면서 발생하는 엿듣기에 의해 노드 R1이 노드 S에서 전송하는 패킷을 받을 수 없는 것을 “ambiguous collision problem”이다. 이러한 오류 요인이 있음에도 불구하고 이 엿듣기를 이용하면 송신 노드와 수신 노드 간의 전송 시간을 파악하는데 사용할 수 있으므로 두 노드 간에 필요한 전송 지연 시간을 알 수 있게 된다. 그림 7은 어떻게 엿듣기를 이용하여 두 노드 간에 필요한 전송 지연 시간을 알 수 있는지에 대하여 나타낸 것이다.

그림 7에서와 같이 S에서 R1으로 t1이란 시간 동안 하나의 패킷을 전송하면 R1은 α라는 시간 동안 패킷이 자신을 목적지로 하는지를 파악하고 아니라면 다음 노드로 t2동안 전송을 하게 된다. R2도 마찬가지로 α동안 패킷을 파악하고 자신이 목적지 노드가 아니면 t3동안 R3로 전송한다. 그림 5와 그림 6에서 언급한 엿듣기에 의한 패킷 전송 실패를 피하기

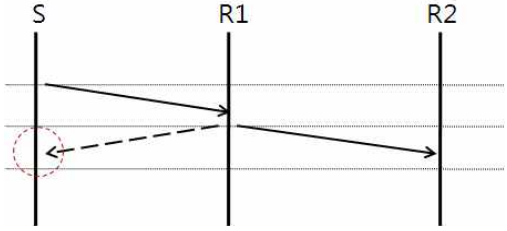


그림 4. R1의 패킷 전달에 의한 엿듣기

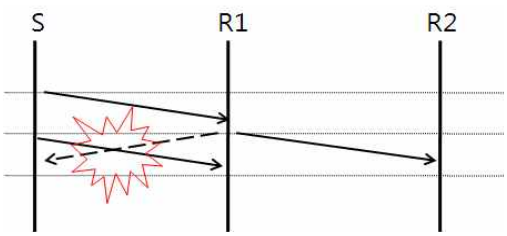


그림 5. 엿듣기에 의한 패킷 에러

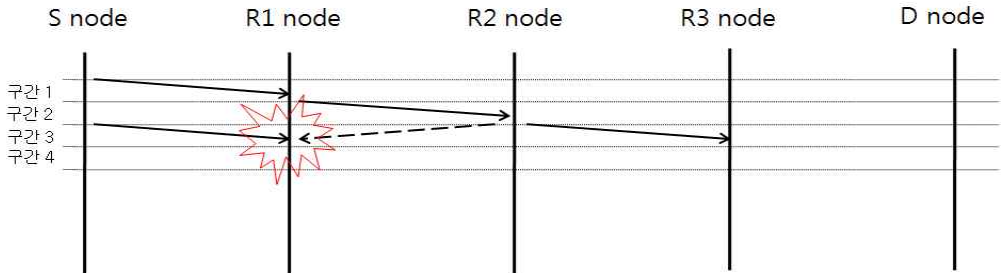


그림 6. “Ambiguous collision Problem”에 의한 전송 에러

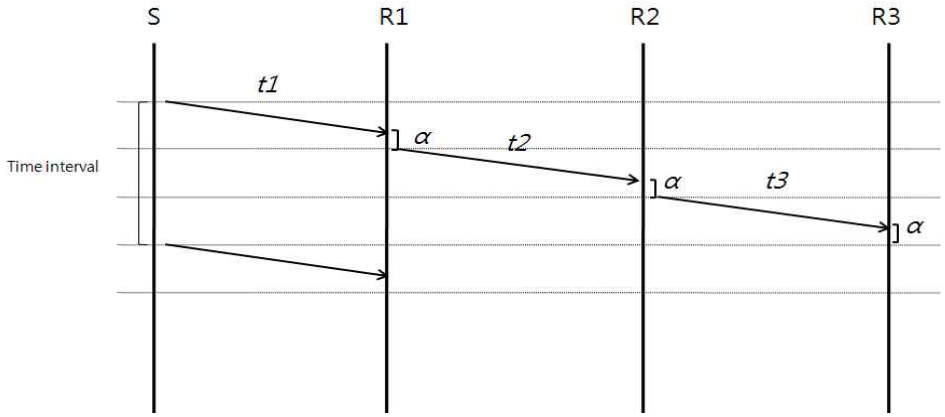


그림 7. 각 구간 값을 구하기 위한 값의 정의

위해서는 그림 7 형태로 패킷을 전송해야 안전하게 패킷을 전송할 수 있게 된다. 따라서 시간 지연(interval time) Ti를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$Ti = t1+\alpha+t2+\alpha+t3+\alpha = t1+t2+t3+3\alpha \quad (1)$$

식) 1에서 t1과 t2, t3의 경우 그 차이가 극히 미약하므로 이 값을 모두 t라고 한다면 결국 식) 1은 아래의 식과 같아진다.

$$Ti = 3t+3\alpha \quad (2)$$

결국 식) 2와 그림 7을 참고로 하면 S에서 패킷을 R1으로 전송한 후 약 3t+3α의 시간 후 다음 패킷을 전송한다면 엿듣기에 의한 전송 실패에서 안전할 수 있음을 알 수 있다.

식) 2를 일반화하면 식) 3과 같이 나타낼 수 있다.

$$Ti = nt+n\alpha \quad (3)$$

즉, 소스 노드에서 출발하여 목적 노드에 이르기 위한 노드의 개수가 n일 때 소스 노드 S는 하나의 패킷을 전송한 후 nt+na 시간 후에 다음 패킷을 전송할 수 있다. S 노드는 전송 초기에 패킷을 전송하여 수신 노드가 목적 노드인가를 판단하여 n의 값을 알 수 있다.

4.3 제안 알고리즘

이상에서 본 논문에서 제안하고자 하는 패킷 전송 방식은 그림 8과 같은 전체 구조를 나타낸다. 패킷 전송 알고리즘은 송신과 수신 부로 나뉘어 구성되어 있다. 이는 다시 각 노드의 현재 역할에 따라 달리하여 구성되어 있다. 그리고 제안 패킷 전송 알고리즘은 시간 지연을 구하기 위해 타이머를 사용하므로 이 타이머에 대한 정확성이 높아야 한다.

4. 제안 알고리즘의 구현 및 평가

제안 방식을 구현하기 위해 센서 노드는 휴인스의 USS-2400을 이용하였고, 패킷 전송 알고리즘의 구현을 위해 TinyOS를 제안 알고리즘에 맞게 수정하였다. 특히 엿듣기를 위한 수정 작업과 정확한 타이머를 위한 수정 작업을 진행하여 1msec 간격으로 정확하게 시간이 측정되도록 하였다. 시험 환경으로 센서 노드 5개를 일렬로 나열한 후, 좌측 끝 노드를 송신 노드, 우측 끝 노드를 목적 노드로 설정하여 100개

```
( 송신 )
if ( 소스 노드일 경우 ) {
    if( 영상 정보의 전송을 알리는 메시지 전송 ) 영상 정보를
    패킷 크기로 분할;
    for(분할된 영상 정보의 수만큼 반복) {
        타이머 구동;
        패킷 전송;
        수신 상태로 전환;
    }
}
else if ( 전달 노드일 경우 ) {
    수신 패킷을 다음 노드에 전송;
    수신 상태로 전환;
}
( 수신 )
패킷 수신;
if ( 소스 노드가 아닐 경우 ) {
    if ( 영상 정보의 전송을 알리는 메시지 수신 ) {
        메시지 전달 노드 카운트로 현재 노드의 경로 상의
        위치 파악;
        if( 목적 노드가 아닐 경우 ) {
              메시지 전달 노드 카운트 증가;
              메시지를 다음 노드에 전송;
        }
    }
    if ( 목적 노드일 경우 ) {
        Ack 전송;
    }
    else {
        패킷 송신으로 전환;
    }
}
else if ( 소스 노드일 경우 ) {
        if ( 엿듣기 신호를 수신하면 ) {
            타이머 중지;
            구간 시간을 계산;
            송신 상태로 전환;
        }
        else {
            재전송;
        }
}
```

그림 8. 패킷 전송 방식의 전체 알고리즘

의 패킷을 연속으로 전송하여 시간 지연이 어떻게 변화되는지를 조사하였다. 또한 기존의 패킷 전송 방식의 지연 시간에 대해서도 조사하여 서로 비교하였다.

4.1 기존 패킷 전송방식과 비교

3장에서 얻은 시뮬레이션의 결과를 보면 비신뢰성 기반 전송 방식을 이용하여 패킷을 전송하는데 가장 좋은 결과를 얻은 시간 지연이 약 22msec이다. 그러나 실제 센서 노드에선 초기 시간 지연을 100 msec로 지정하고, 식 2)에서 a는 3msec로 지정한 후 100개의 패킷을 연속으로 전송하는 테스트를 진행하였다. 테스트 수행 결과 그림 9와 같은 패킷 간 수신 시간 지연의 변화를 볼 수가 있었다. 몇 몇의 패킷 외에는 대부분의 패킷이 48msec 정도의 시간을 시간

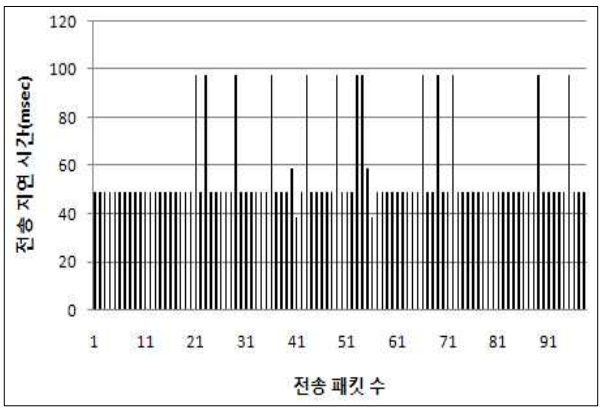


그림 9. 제안 알고리즘의 적용 결과 (4홉일 경우)

지연으로 사용한 것으로 나타났다. 결과로 미루어 본 논문에서 제안하고 있는 패킷 전송 알고리즘의 성능이 비신뢰성 기반 전송 방식의 시뮬레이션 결과에 비해 약 2배의 시간 차이를 보인다. 그러나 시뮬레이션의 경우 여러 번의 실험 중 최고의 전송효율을 나타낸 결과이며 실제 환경에서 적용할 수 없는 결과이다. 반면 제안 방법은 실제 환경을 고려한 실험결과로서 패킷 전송 시간과 지연시간이 비교적 높게 나타났지만 패킷 전송 성공률면에서 최적의 비신뢰성 기반 전송 방식과 유사하다. 이상적인 비신뢰성 기반 전송 방식과의 지연 시간 차이는 엿듣기와 “ambiguous collision problem”을 고려하여 신뢰성을 확보하기 위한 상쇄(trade off) 요인으로 해석된다.

제안한 알고리즘에 대한 패킷의 전송신뢰성 테스트를 위하여 100개의 패킷을 한번에 연속으로 전송하는 테스트를 50회 수행하여 최종 목적 노드에 도착한 패킷의 개수를 측정하였다. 그림 10과 같이 최종 노드에 전송된 패킷의 수는 50회 테스트에서 90개 이상인 것으로 나타나고 있다. 즉, 50회를 테스트한 결과의 평균은 약 93.78%의 패킷 전송 성공률을 보였다. 표 4는 기존 패킷 전송방식과 제안방법을 비교한 것이다.

4.2 PIGAB 방식과 비교

제안한 방식의 성능비교를 위해 엿듣기를 이용하는 기존의 패킷 전송 방식인 PIGAB방식의 성능과 어떠한 차이를 보이는지 비교하였다. 제안 방식에 대한 실험의 진행이 4홉으로 구성된 토폴로지이었으므로 PIGAB도 같은 4홉 상에서의 성능결과[10]와 비교하였다. 두 가지 방식에 대한 비교 결과 표 5와 같

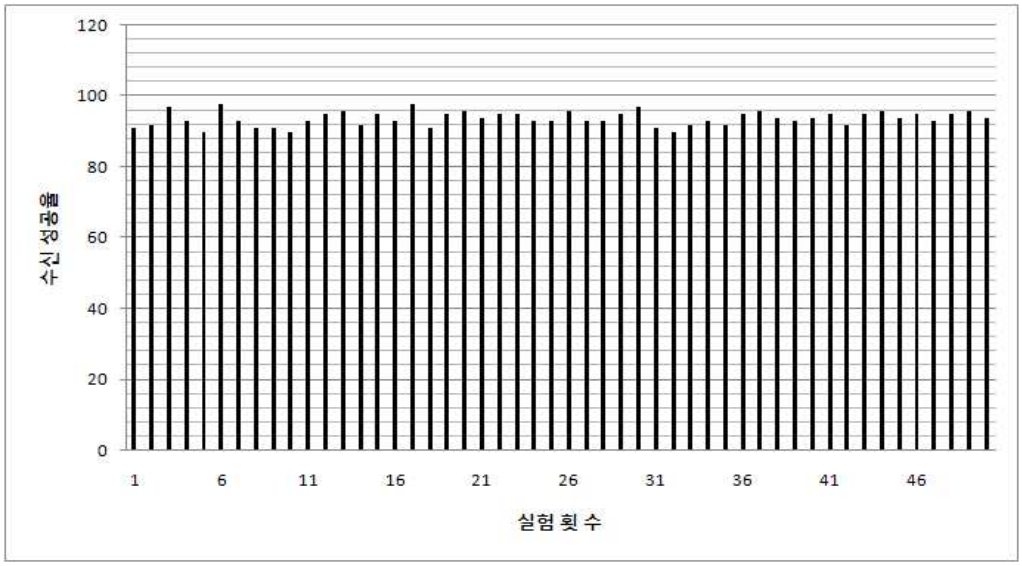


그림 10. 최종으로 전송된 패킷의 수 (4홉일 경우)

표 4. 기존 패킷전송방식과 제안방법의 비교

	종단간 전송 방식 (최적상태)	비신뢰성 기반 전송 방식 (최적상태)	제안방법
전송방식 특징	ACK	비신뢰성	비신뢰성 기반+엿듣기
패킷 전송성공률	73%	99.15%	93.78%
전송 지연 시간	96 msec	21 msec	48 msec

표 5 PIGAB와 제안 알고리즘의 비교 평가 결과

	PIGAB(4홉)	제안 방법(4홉)
패킷 수신율	93%	93.78%
전송 지연	42.75	48

이 패킷 수신율은 제안 방법과 PIGAB방식이 모두 약 93%로 유사하였다. 그러나 패킷 전송 시간의 경우 제안 방식이 약 5msec 정도 길었다. 이는 PIGAB의 경우 제안 방법과 같이 엿듣기 방식을 이용하지만 4.2절에서 언급한 “ambiguous collision problem”을 제안 방식에서 고려하였으므로 시간지연이 조금 더 긴 것으로 해석된다.

5. 결 론

무선 센서 네트워크에서 멀티미디어와 같이 다량의 패킷을 전송하기 위해 비신뢰성 기반 전송 방식에서 제공되지 않던 패킷 전송에 대한 신뢰성을 확보하고, 다량의 멀티미디어 데이터를 안정하게 전송하기 위한 최적 지연 시간을 고려한 새로운 패킷 전송방법을 제안하였다. 제안한 방법의 성능 실험을 통해 기존의 패킷전송 방식과 비교하였다. 실험 결과 패킷 전송 성공률과 전송지연시간이 표 2의 최적의 이상적인 비신뢰성 기반 전송 방식의 실험결과와 약간의 차이가 있기는 하지만, 엿듣기를 통해 이상적인 비신뢰성 기반 전송 방식에서는 제공할 수 없는 신뢰성을 확보할 수 있다는 점에 제안 방법의 의의가 있을 수 있다. 또한 기존에 엿듣기 방식을 사용하고 있는 PIGAB 방식과도 비교하여 유사한 성능을 보였음을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] I. Almalkawi, M. Zapata, J. Al-Karaki, and J. Morillo-Pozo, “Wireless Multimedia Sensor Networks: Current Trends and Future Directions,” *Sensors*, Vol. 10, No. 7, pp. 6662-6717, 2010.

[2] A. Sharif, V. Pordar, and E. Chang, “Wireless

Multimedia Sensor Network Technology: A Survey," *Proc. of INDIN 2009*, pp. 606-613, 2009.

[3] I. Akyildiz, T. Melodia, and K. Chowdhury, "Wireless Multimedia Sensor Networks: Applications and Testbeds," *Proc. IEEE,* Vol. 96, No. 10, pp. 1588-1605, 2008.

[4] L. Shu, Y. Zhang, Z. Zhou, M. Hauswirthh, Z. Yu, and G. Hynes, "Transmitting and Gathering Streaming Data in Wireless Multimedia Sensor Networks Within Expected Network Lifetime," *Mobile Networks and Applications,* Vol. 13, No. 3-4, pp. 306-322, 2008.

[5] D. Raymond, M. Brownfield, and S. Midkiff, "Effects of Denial-of-Sleep Attacks on Wireless Sensor Network MAC Protocols," *IEEE Transactions on Vehicular Technology,* Vol. 58, No. 1, pp. 367-380, 2009.

[6] S. Ghosh, P. Veeraraghavan, S. Singh, and L. Zhang, "Performance of a Wireless Sensor Network MAC Protocol with a Global Sleep Schedule," *Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering,* Vol. 4, No. 2, pp. 99-114, 2009.

[7] K. Winstein and H. Balakrichnan, "End-to-End Transmission Control by Modeling Uncertainty about the Network State," *Proc. of the 10th ACM Workshop on Hot Topics in Networks*, pp. 1-6, 2011.

[8] R. Yadav, S. Varma, and N. Malaviya, "A Survey of MAC Protocols for Wireless Sensor Networks," *UbiCC Journal,* Vol. 4, No. 3, pp. 827-833, 2009.

[9] 김병국, 홍원길, "센서네트워크를 위한 K-NN 기반의 위치 추정 시스템," 한국멀티미디어학회 논문지, v.15, no.1, pp.1112-1125, 9. 2012

[10] 노태호, 정광수, "멀티홉 무선 센서 네트워크에서 버스트 데이터의 효율적인 전송을 위한 프로토콜에 관한 연구," 정보과학회논문지: 정보통신, 제35권, 제3호, pp. 192-206, 2008.

하 일 규

1992년 영남대학교 전산공학과 학사
2001년 영남대학교 정보처리 교육전공 석사
2003년 영남대학교 컴퓨터 공학과 박사

1992년~1995년 증권감독원 전산업무실
2001년~현재 영남대학교 컴퓨터공학과 강사
관심분야 : 센스네트워크, 인터넷응용, 멀티미디어처리, 소프트웨어공학

변 석 진

2002년 경성대학교 전기전자공학과 학사
2009년 영남대학교 컴퓨터공학 석사
2010년~2011년 인펙비전 개발3팀 과장

2012년~현재 (주)아이티즌 전임강사
관심분야 : 센스네트워크, 임베디드시스템, 실시간운영체제, 멀티미디어처리

안 병 철

1976년 영남대학교 전자공학과 학사
1986년 오레곤주립대 전기 및 컴퓨터공학 석사
1989년 오레곤주립대 전기 및 컴퓨터공학 박사

1976년~1984년 국방과학연구소연구원
1989년~1992년 삼성전자 수석연구원
1992년~현재 영남대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 센스네트워크, 임베디드시스템, 실시간운영체제, 멀티미디어처리