

무선 멀티미디어 센서 네트워크에서 경로간 간섭회피를 위한 부분 다중경로 라우팅 기법

이강건¹ · 박형근^{2*}

Partial Multipath Routing Scheme to avoid interpath interference in Wireless Multimedia Sensor Networks

Kang-Gun Lee¹ · Hyung-Kun Park^{2*}

^{1,2*}School of Electric Electronic and Communication Engineering, KOREATECH, Cheonan 330-240, Korea

요 약

무선 센서 네트워크에서 멀리떨어진 목적노드까지 정보를 전달하기 위해서는 멀티홉전송을 통한 효율적인 라우팅 기법이 필요로 된다. 멀티홉전송에 있어서 다중경로 라우팅 기법을 사용하게 되면 특정 경로가 사용 불능 상태가 되거나 트래픽이 크게 증가하는 경우에도 다중경로를 활용한 안정적 데이터 전송이 가능하게 된다. 본 논문에서는 경로 전체에 대해 다중경로를 사용하는 기존 다중경로 라우팅 기법을 개선하여 일부 열악한 링크 구간만을 다중경로로 전송하는 부분 다중경로 라우팅 방식을 제안함으로써 안전하고 빠른 데이터 전송을 보장함과 동시에 불필요하게 전송에 참여하는 노드의 수를 최소화함으로써 노드의 전력소모를 최소화하고 네트워크를 효율적으로 사용할 수 있도록 하였다.

ABSTRACT

Efficient routing algorithm is required to transmit data from source to destination by multi-hop transmission in wireless sensor networks. In the multi-hop transmission, multipath routing can be one of the solutions to cope with the traffic congestion and unstable link condition. In this paper, we propose partial multipath routing which does not establish a secondary full routing path but a partial multipath to complement some poor links, and it can enable stable data transmission and reduce the number of nodes in routing path and the required total power compared with conventional multipath routing.

키워드 : 부분 다중경로 라우팅, 센서 네트워크, 멀티홉 라우팅, AODV

Key word : partial multipath routing, sensor networks, multi-hop routing, AODV

Received 07 May 2015, Revised 27 May 2015, Accepted 10 June 2015

* Corresponding Author Hyung-Kun Park (E-mail: hkparke@koreatech.ac.kr, Tel: +82-41-560-1176)

Department of Electrical, Electronic & Communication Engineering, KOREATECH, Chunan 330-708, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.8.1917>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

무선 센서 네트워크(WSN: Wireless Sensor Network)는 온도, 압력, 습도와 같은 다양한 정보를 모니터링하고, 센싱하여, 싱크 노드로 전달하는 센서 노드들로 구성된 네트워크이다. 이런 무선 센서 네트워크를 이용하여 산불이나, 지진 등이 일어나, 유선 기반의 네트워크가 동작을 할 수 없을 때에도 무선센스 간의 데이터 전송을 통해 네트워크를 형성할 수 있다. 그렇기 때문에 유선 네트워크를 형성하기 힘든 상황에서도 교통관리, 산불이나 지진상황감시, 전쟁 상황감시 등에 이용할 수 있다는 장점이 있다. 최근에는 카메라와 마이크의 발달로 비디오와 오디오와 같은 멀티미디어 데이터를 전송할 수 있는 무선 멀티 미디어 센서 네트워크의 개발의 필요성이 커지고 있다[1].

이런 네트워크를 형성을 할 때, 중요한 것은 얼마나 효율적으로 적은 배터리를 사용하면서, 빠른 데이터 전송을 할 수 있느냐가 중요하기 때문에 전송경로를 설정하는 라우팅프로토콜이 중요한 요소기술이 된다.

센서네트워크와 같은 에드혹 네트워크를 위한 대표적인 프로토콜로써 OLSR (Optimized Link State Routing) [2], DSDV(Destination Sequenced Distance Vector routing) [3], DSR(Dynamic Source Routing)[4], AODV(Ad hoc On-demand Distance Vector)[5]가 있다. 그 중에서도 AODV는 에드혹 네트워크에서의 대표적 라우팅기법으로 최소 홉 카운트 기반으로써 소스노드에서 목적지노드까지 홉 카운트를 최소화하는 경로를 설정하는 프로토콜이다. 이런 AODV는 최소 홉 카운트를 기반으로 동작을 하기 때문에 간단하면서도 최소의 노드로 경로 설정을 할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 구간별 전송 속도가 모두 일정하지 않기 때문에 최소 홉 카운트로 구성된 경로에 느린 구간이 포함되어 있다면 실제로는 전송 속도가 느려질 수 있다는 문제점이 발생하게 된다.

또 AODV는 속도가 충분히 나와야 하는 실시간 감시 네트워크상황에서는 적합하지 못하다. 이런 단점을 극복하고자 AODVM이라는 프로토콜이 나왔다[6]. 이런 AODVM은 최소 홉 카운트 기반이라는 점에서는 AODV와 같지만, 전송경로를 다중 경로로 설정을 할 수 있다는 점에서 AODV보다 빠르고 안전한 전송을 할 수 있다. 하지만 AODV나, AODVM모두 최소 홉 카운

트 기반으로 동작하는 문제점을 갖고 있다. 또한 다중 경로 라우팅 방식은 다중경로 전송으로 인한 경로간 간섭이 발생 할 수 있는 문제점이 있다[7]. 경로가 하나만 존재한다면 이런 간섭 문제는 발생하지 않게 된다. 하지만 경로가 2개 이상 설정이 되기 때문에 간섭문제가 생길 수 있으며 이 경우 자칫 단일경로 전송방식에 비해 성능이 더 떨어질 수 있게 된다. 다중경로 라우팅의 또 다른 문제점으로는 소스 노드에서부터 목적지 노드까지 링크의 상태에 상관없이 다중경로가 설정된다는 점이다. 이 경우 링크상태가 우수한 경로의 경우에도 다중경로를 사용하게 되므로 데이터 전송을 위한 노드의 수가 증가하게 되고 이는 노드의 불필요한 전력소모로 이어진다.

본 논문에서는 경로 전체에 대해 다중경로를 사용하는 기존 다중경로 라우팅 기법을 개선하여 일부 열악한 링크 구간만을 다중경로로 전송하는 부분 다중 경로라우팅 방식을 제안함으로써 안전하고 빠른 데이터 전송을 보장함과 동시에 불필요하게 전송에 참여하는 노드의 수를 최소화함으로써 노드의 전력소모를 최소화하고 네트워크를 효율적으로 사용할 수 있도록 하였다.

II. 다중경로라우팅

2.1. 전송률기반 경로설정

기존의 센서네트워크는 단일 전송률에 기반한 저속 전송의 네트워크 특성을 갖고 있었으나 멀티미디어 센서네트워크는 고속의 데이터 전송을 지원하기 위해 다중 전송률에 기반한 전송방식을 주로 고려하고 있다.

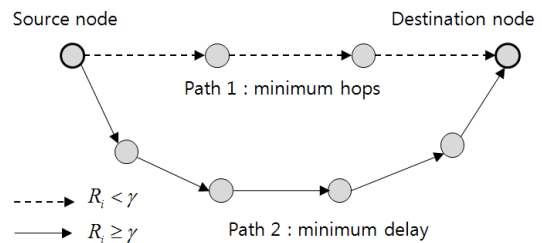


그림 1. 다중전송률을 갖는 네트워크에서의 경로설정
Fig. 1 Path selection in the multi-rate based networks

본 논문에서는 다중 전송률을 지원하는 IEEE 802.11b 기반의 전송방식을 사용한다고 가정한다. IEEE 802.11b 인 경우에는 1Mbps, 2Mbps, 5.5Mbps, 11Mbps를 지원하고 있다. 기존의 AODV와 같은 경로설정 방식은 최소 홉 카운트에 기반하여 경로를 설정하므로 다중전송률을 지원하는 멀티미디어 센서네트워크에는 적합하지 못한 라우팅방식이다.

예를 들어 그림1처럼 링크 구간마다의 속도의 차이가 있음에도 불구하고, AODV의 방식에서는 최소 홉 카운트가 최소가 되는 S-1-D를 전송경로로 선택할 것이다. 경로 k에 대한 전송시간은 각 링크의 전송률, R에 대한 역수의 합이 되므로 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$D_k = \sum_{i=1}^{N_k} \frac{P_{size}}{R_{k,i}} + T_{MAC}N_k \quad (1)$$

이때 N_k 는 경로 k에 대한 홉수가 된다. 그림1에서 기존의 AODV경로설정에 의하면 경로1의 경우 홉수가 2가 되어 홉수가 3인 S-2-3-D인 경로 2에 비해 작은 홉수를 갖게 되어 경로 1 을 선택하게 된다. 그러나 경로 1의 경우는 링크 전송률이 낮아 실질적인 전송시간을 계산해보면 경로 2가 더 작은 전송시간을 갖게 되어 최소 홉 카운트에 비해 빠른 전송경로가 된다.

기존의 홉 수에 기반한 방식인 경우에는 최소 홉 수를 갖는 경로를 우선적으로 선택하기 생각하기 때문에 구간별 속도가 느리더라도, 그림 1과 같이 전송지연이 큰 경로를 선택하는 경우가 발생한다. 본 논문에서는 최소 홉 카운트 기반이 아니라 이러한 해당 채널마다의 다중 전송률을 고려하여 해서 경로를 설정하는 방식을 고려한다.

2.2. 다중경로 라우팅기법

센서네트워크는 다수의 노드가 네트워크를 이루고 있다. 데이터 전송을 위한 경로가 이미 설정되었다 하더라도 예기치 못한 상황에서 특정 링크가 열화되거나 특정 노드의 전력이 소모되어 설정된 경로로 더 이상 통신이 불가능한 상황이 발생할 수 있다. 이와같은 상황에 대비하기 위해 다중경로를 사용하게 되면 특정 경로가 사용 불능 상태가 되거나 트래픽이 크게 증가하는 경우에도 다중경로를 활용한 안정적 데이터 전송이 가

능하게 된다. 또한 다중경로 라우팅 기법을 사용하게 되면 트래픽을 서로 다른 경로로 분산시켜 전송함으로써 전송의 안정성과 시스템의 수율을 크게 증가시킬 수 있다.

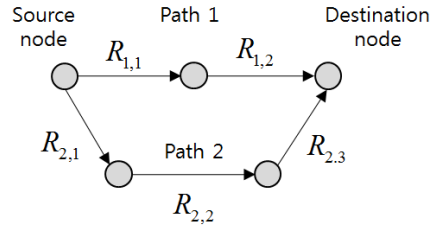


그림 2. 다중경로 라우팅기법의 예시
Fig. 2 Example of Multi-path routing

그림2와 같이 모든 링크가 1Mbps의 용량을 갖는 센서네트워크에서 경로1과 경로2의 다중경로로 구성된 네트워크를 고려해보면 경로1 으로부터 전송할 때 소스에서 목적지 노드까지 전송률은 약 1Mbps/3이 된다. 이때 경로 2를 활용한 다중경로전송을 하게되면 전체 처리량은 2배로 증가하며 이에 따라 전체적인 전송률은 2Mbps/3 로 증가하게 된다. 이처럼 다중경로 라우팅에 의한 전송기법은 단일 경로에 비해 시스템 전송률을 크게 증가시킬 수 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 만약 경로 1을 구성하는 노드들 중 특정 노드의 배터리가 소모되었을 경우 또는 다른 문제들로 인해 특정 노드가 전송에 참여할 수 없게 되는 경우, 기존 단일 경로 전송에서는 다시 처음부터 경로를 설정해야하지만 다중경로라우팅에 의한 전송을 이용할 경우 나머지 하나의 경로로 데이터를 전송을 할 수 있기 때문에 이와 같은 문제를 해결하여 신뢰성이 더욱 향상시킬 수 있다.

2.3. 부분 다중경로 라우팅기법

다중경로라우팅을 이용한 데이터 전송의 경우 단일 경로 라우팅에 비해 보다 많은 노드들이 전송에 참여하게 된다. 이때 링크성능이 우수한 경로의 경우는 다중경로라우팅으로 인한 성능개선효과가 크지 않으며 다중경로 라우팅을 사용할 경우 불필요하게 많은 노드들이 전송에 참여하게 되어 노드의 전력소모를 야기하는 단점을 갖게 된다. 따라서 모든 경우에서 다중경로라우팅을 사용하는 것은 네트워크 성능을 오히려 악화시킬 수 있다.

따라서 본 논문에서는 특정 링크의 채널환경이 열악할 경우 그 특정 구간에서만 다중경로라우팅을 이용하는 부분 다중경로 라우팅기법을 제안한다. 본 문에서 제시하는 부분 다중경로 라우팅기법은 소스 노드에서부터 목적지 노드까지 독립된 다중경로를 설정하는 것이 아니라, 채널 상태가 안좋은 특정 부분의 링크에 대해서만 다중경로를 설정을 한다. 이와 같이 채널 상태가 열악한 특정 링크에 대해서만 다중경로를 설정함으로써 해당 링크의 성능을 개선하면서도 기존 다중경로 라우팅에서 불필요하게 많은 노드들이 전송에 참여하는 문제점을 해결할 수 있게 된다. 그리고 만약 주 경로의 설정에 있어서 모든 구간에서 링크상태가 열악하다면 기존 다중경로라우팅에서와 같이 전체적인 다중경로라우팅을 수행하게 된다.

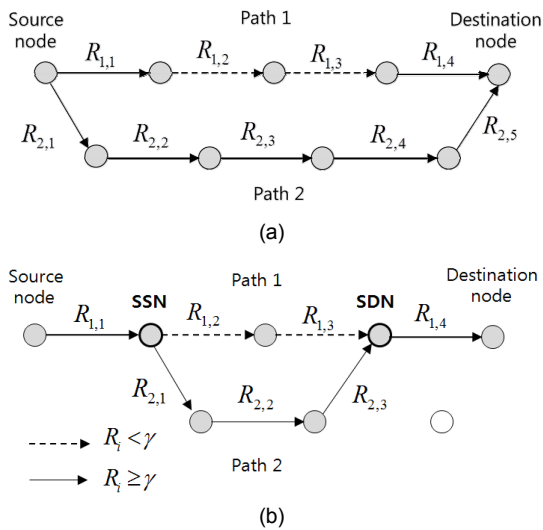


그림 3. (a) 기존 다중경로 라우팅 (b) 부분 다중경로 라우팅 기법
Fig. 3 (a) conventional Multi-path routing (b) partial multi-path routing

그림 3(a)는 기존의 다중경로 라우팅기법을 보여준다. 채널상태가 안 좋아 전송률이 임계치이하로 떨어지게 되면 다중경로를 설정하여 다중경로전송을 통해 전송률을 높게 된다. 그림3(a)에서는 주경로의 두번째와 세번째 링크의 전송률이 $R_{1,2}, R_{1,3} < R_{th}$ 임계전송률 이하로 떨어지게 되고 소스노드 부터 목적노드까지 독립된 이차경로를 설정하게 된다. 그러나 이 경우

채널환경이 나쁜 일부링크 구간을 위해 전체적으로 다중경로를 설정함으로써 필요이상의 노드들이 전송에 참여하게 되는 문제점을 갖게 된다. 그림3(b)는 본문에서 제시하는 부분 다중경로라우팅 기법을 보여준다. 그림에서 보듯이 주경로에서 채널상태가 나빠지기 시작하는 노드를 이차 소스 노드 (SSN: Secondary Source Node)로 설정하고 채널상태가 다시 회복되는 지점의 노드를 이차 목적노드 (SDN : Secondary Destination Node)로 설정한다. 이렇게 설정된 SSN와 SDN 사이에 2차 경로를 새롭게 설정하여 다중경로를 만들게 된다. 이렇게 함으로써 필요한 구간에 최소한의 다중경로 라우팅을 수행하게 된다. 부분 다중경로라우팅에서는 기존 다중경로 라우팅기법에 비해 더 적은 수의 노드를 사용하여 데이터를 전송함으로써 노드들의 전력소모를 최소화하면서도 전송성능을 크게 향상시킬 수 있게 된다.

III. 부분 다중경로라우팅 프로토콜

3.1. 주 경로 설정

주 경로 설정에 있어서는 기존의 AODV방식을 기반으로 하여 전송률을 고려하여 경로를 설정한다. 먼저 소스 노드에서는 목적지 노드를 찾기 위해 RREQ를 브로드 캐스트로 주변노드에게 송신을 한다. 이때 RREQ에 무변조신호인 파일럿 심볼을 추가하여 수신노드로 하여금 채널 상태를 파악하고 전송률을 결정할 수 있도록 한다. 이를 위해 RREQ패킷은 사전에 정해진 전력으로 송신하여 수신단말로 하여금 채널추정을 통한 전송률 결정이 가능하도록 한다. 추후 RREP를 보낼 때, 결정된 전송률 정보를 함께 전송함으로써 경로 설정 후 송신노드로 하여금 정해진 전송률로 전송할 수 있도록 한다. RREQ를 받는 노드는 전송률 $R_{k,i}$ 을 결정한 후 아래의 식에서와 같이 총 전송지연시간을 업데이트하고 다시 주변노드에 RREQ를 전송한다.

$$D_{k,i} = D_{k,i-1} + \frac{P_{size}}{R_{k,i}} + T_{MAC} \quad (2)$$

서로 다른 경로에서 RREQ를 받는 노드는 각 경로의 지연시간을 비교하여 지연시간이 작은 경로만을 선택

하고 다른 경로정보는 삭제한다. 이와 같이 지연시간을 계속 비교하며 목적지 노드까지 RREQ를 전송하고 나면 최종적으로 end-to-end지연시간 D_k 가 가장 작은 경로가 선택이 되고 RREP를 경로를 따라 소스노드까지 전송함으로써 주 경로의 설정이 완성된다.

3.2. 간섭을 고려한 부분다중경로 설정

A. 2차경로의 송신노드와 목적지 노드 결정

2차 경로를 설정하기 위해서는 2차경로의 소스노드(SSN)와 목적지노드(SDN)를 결정하여야 한다. 주 경로를 설정하기 위해 RREQ를 보내는 과정에서 중계노드들은 해당 링크의 전송률을 결정하게 되는데 이때 전송률의 기준치 이하로 떨어지게 되면 해당 송신노드의 ID 정보를 기록하고 이를 RREQ에 실어 다음 중계노드를 전송한다. 그 다음 RREQ 패킷을 릴레이로 전송받는 노드 중 전송률이 임계값 이상이 되면 해당 송신노드의 ID 정보를 SDN 필드에 기록한다. 만약 다음 중계노드 중 전송률이 임계치이하로 다시 떨어지는 경우가 발생한다면 SSN 필드를 확인하고 다른 노드 번호가 있을 경우 SDN 필드의 노드 ID를 삭제하고 채널이 다시 임계치 이상의 전송률로 회복되는 링크가 있을 때까지 기다려 해당 송신노드의 ID를 SDN필드에 기록한다. 만약 채널이 끝까지 회복되지 않는다면 목적지 노드가 SDN이 될 것이다. 그림 4에서는 이와 같은 방식으로 2번노드를 SSN으로 5번노드를 SDN으로 설정됨을 보이고 있다. 결정된 SSN과 SDN의 ID 정보를 RREP에 전송하여 경로내의 모든 노드들이 이를 인지할 수 있도록 한다.

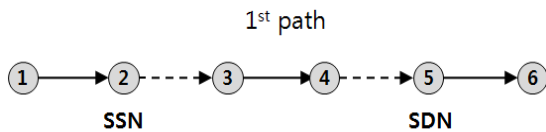


그림 4. 2차 라우팅 경로설정을 위한 SSN과 SDN
Fig. 4 SSN and SDN to establish the 2nd routing path

이와 같이 링크 상태가 열악한 구간에 대해 2차경로의 소스노드와 목적노드를 새롭게 지정함으로써 전 구간에 대해 다중경로를 설정하지 않고 다중경로 전송이 필요한 구간에서만 2차 경로설정이 되도록 하였다. 이를 통해 노드들의 불필요한 전송참여를 억제하고 최적

화된 다중경로를 설정할 수 있게 된다.

B. 다중경로라우팅에서 경로간 간섭회피

다중 경로를 설정할 경우 경로간의 간섭이 발생할 수 있으므로 다중 경로 설정시 경로간의 간섭을 고려한 경로설정이 이루어져야한다. 최초 설정된 주 경로와 간섭거리 미만으로 다중경로가 설정이 된다면, 설정이 된 경로들 사이에 간섭이 발생하여 단일 경로 전송보다도 열악한 성능을 나타낼 수도 있게 된다.

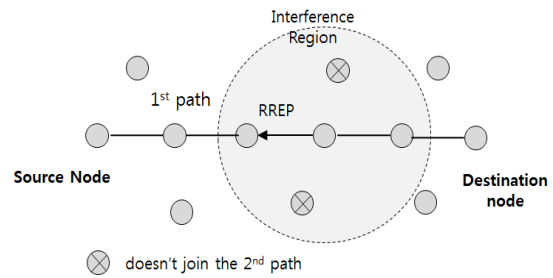


그림 5. RREP를 이용한 경로 간섭회피
Fig. 5 Avoidance of Inter path Interference using RREP

본 논문에서는 다중 경로간 간섭을 회피하기 위해 1차 경로설정시에 전송되는 RREP패킷을 이용하였다. RREP패킷의 전송범위가 간섭범위와 일치하도록 RREP의 송신전력을 조정하고 RREP를 수신한 인접노드들을 2차 경로설정에 참여하지 못하도록 하였다. 이와 같이 1차경로와 간섭을 일으킬 수 있는 노드들을 사전에 배제함으로써 경로간 간섭을 회피하도록 하였다.

C. 2차 경로설정

첫 번째 경로가 설정이 된 후, 경로의 일부구간의 채널환경이 열악하다면 앞서 설명한 바와 같이 이차 소스노드(SSN)와 2차 목적지노드(SDN)가 결정되고 RREP를 통해 해당노드에 알려지게 된다. 2차경로 설정을 위해서 소스노드가 아닌 2차 소스노드인 SSN은 RREQ를 다시 전송하게 된다. 다중경로설정을 위해 전송되는 RREQ에는 처음 설정된 주 경로를 구성하는 노드에 대한 정보를 포함하여 다중경로 설정을 위한 제어신호임을 알게 되고 다중경로 설정시 간섭을 회피할 수 있도록 한다. 만약 첫 번째에 주 경로를 구성하는 노드 중

SDN노드가 아닌 다른 노드가 두 번째 RREQ를 수신하게 된다면, 이 ‘두 번째 RREQ’를 폐기하고 2차경로설정에 참여하지 않게 된다. 2차 경로설정은 첫 번째 경로 설정과 동일한 과정을 거쳐, SDN노드가 두 번째 RREQ를 수신하게 되면, 이 RREQ가 두 번째 경로설정에 필요한 RREQ인지 아닌, 다른 노드로부터 온 외부의 RREQ인지 구별을 해야 하는데, 다중경로 설정을 위한 RREQ에는 첫 번째 경로설정으로 선정된 노드들의 정보가 있기 때문에 이 정보를 바탕으로하여 다중경로 설정을 위한 제어신호임을 확인할 수 있게 된다.

다중경로를 설정하는 과정에서 주경로와의 간섭을 고려해야하는데 1차 경로 설정시 RREP를 수신한 노드들은 RREQ를 수신하더라도 주 경로의 간섭영역에 들어있음을 알고 있으므로 경로설정에 참여하지 않는다.

IV. 시뮬레이션

본 장에서는 시뮬레이션을 통해 간섭을 고려한 부분 멀티패스의 성능을 분석하였다.

본 시뮬레이션에서는 패킷의 크기는 512kbyte로 가정을 하였으며 IEEE802.11b의 표준에 따라 데이터 전송률은 1Mbps, 2Mbps, 5.5Mbps, 11Mbps 로 다중 전송률을 고려하였다. 노드와 노드간의 최대 전송거리는 최대 110m로 구성되어 있으며 모든 노드들은 1000m×1000m 범위내에서 균일 하게 배치하였다. 노드들은 격자형태로 균일하게 배치하였으며 격자의 크기는 50m~90m까지 10m씩 증가시켜가며 노드를 배치하였다. 링크간의 데이터 전송에는 데이터의 전송시간 및 이를 위한 MAC지연시간이 필요한데 본 논문에서는 매 링크 마다 링크 설정을 위해 한 홉당 1.04ms의 MAC지연시간을 고려하였다[8].

본 성능분석에서는 기존의 다중전송률기반의 다중 경로 라우팅기법과 본 논문에서 제안한 간섭을 고려한 다중전송률을 기반 부분 다중경로 라우팅기법의 성능을 비교분석 하였다. 이를 위해 소스노드와 목적지노드의 거리와 노드간의 평균거리, d_{avg} 를 변화시켜가며 두 라우팅기법의 성능을 비교하였다.

그림 6,7은 각각 근접노드와의 평균거리가 90m일 때 다중경로 라우팅에 참여하는 노드의 수와 소스 목적지

간 평균 전송지연시간을 보여준다. 결과에서 보듯이 부분 다중경로라우팅은 기존의 다중경로라우팅 에 비해 end-to-end 지연시간은 거의 비슷한 반면 다중경로라우팅에 참여하는 노드의 수는 소스-목적지간 거리가 멀어질수록 그차가 크게 벌어지는 것을 알 수 있다. 이는 부분 다중경로 라우팅이 기존 방식에 비해 성능의 차이는 거의 없으면서도 라우팅에 참여하는 노드의 수를 줄여 불필요한 노드의 라우팅을 최소화하는 효과를 얻고 있음을 알 수 있다.

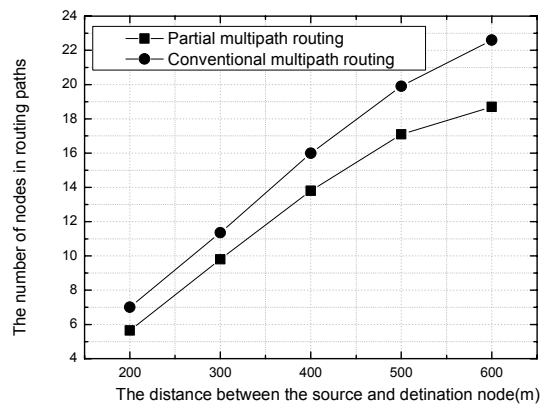


그림 6. 근접노드와의 평균거리가 $d_{avg} = 90m$ 일 때 경로당 참여하는 평균 노드의 수
 Fig. 6 Average number of nodes in a routing path, in case of $d_{avg} = 90m$

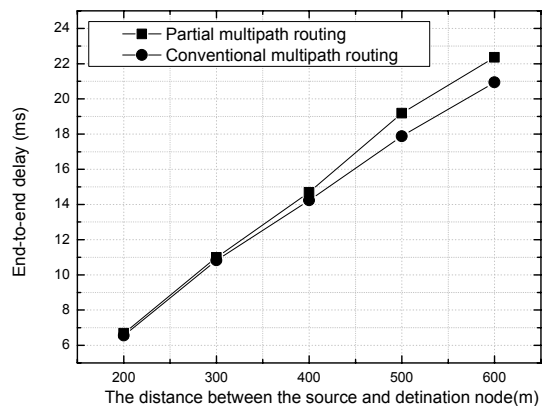


그림 7. 근접노드와의 평균거리가 90m일 때 소스-목적지간 평균 전송지연
 Fig. 7 Average end-to-end delay, in case of $d_{avg} = 90m$

그림 8, 9는 소스노드와 목적지노드사이의 거리가 $L_{SD} = 200m, 300m$ 일 때, 근접노드간의 평균 거리에 따른 참여노드의 수와 지연성능을 보여주고 있다. 근접노드간의 거리에 따른 end-to-end 지연성능은 큰 차이가 없으나 참여노드의 수는 차이가 크게 나타남을 알 수 있다.

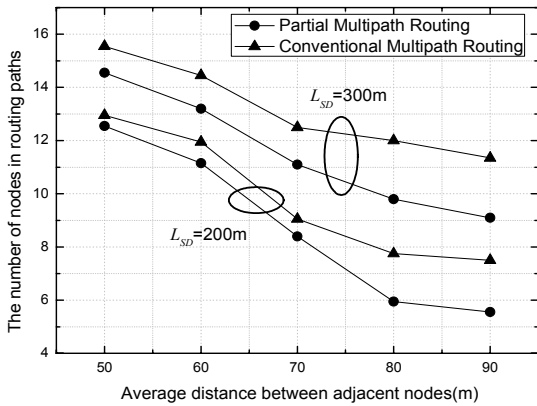


그림 8. $L_{SD} = 200m, 300m$ 일때 근접노드간 평균거리에 따른 경로당 평균 노드수

Fig. 8 Average end-to-end delay according to the average distance between nearest nodes for $L_{SD} = 200m, 300m$

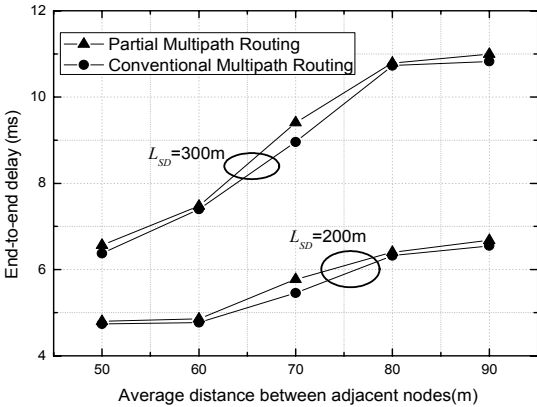


그림 9. $L_{SD} = 200m, 300m$ 일때 인접노드간 평균거리에 따른 소스-목적지간 평균 전송지연

Fig. 9 Average end-to-end delay according to the average distance between nearest nodes for $L_{SD} = 200m, 300m$

V. 결론

본 논문에서는 무선 멀티미디어 센서네트워크에서 라우팅 경로 설정시 흡수가 아닌 링크의 전송성능을 기반으로 하여 전송경로를 설정하여 채널상태에 따른 경로선택이 가능하도록 하였으며 다중경로의 설정에 있어서도 경로간 간섭을 회피할 수 있는 경로설정방식을 제시하였다. 또한 채널특성이 나쁜 구간만을 대상으로 하여 부분적으로 다중경로를 설정함으로써 불필요하게 전송에 참여하는 노드의 수를 최소화함으로써 노드의 전력소모를 최소화하고 네트워크를 효율적으로 사용할 수 있도록 하였으며 시뮬레이션을 통해 그 성능을 분석하였다.

REFERENCES

- [1] I. F. Akyildiz, T. Melodia and K. R. Chowdhury, "A survey on wireless multimedia sensor networks", *Computer Networks*, Volume 51, Issue 4, Pages 921-960, March 2007.
- [2] T. Clausen et al. "Optimized link state routing protocol (OLSR)." (2003).
- [3] C. E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (DSDV) for mobile computers." *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*. Vol. 24, No. 4, 1994.
- [4] D. B. Johnson, and D. A. Maltz, "Dynamic source routing in ad hoc wireless networks." *Kluwer International Series in Engineering and Computer Science*, Volume 353, pp 153-181, 1996.
- [5] C. E. Perkins and E. M. Royer, "Ad-hoc on-demand distance vector routing," in *Proceedings of Second IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, New Orleans, LA, pp.90,100, Feb 1999.
- [6] Z. Ye, S. V. Krishnamurthy and S. K. Tripathi, "A framework for reliable routing in mobile ad hoc networks," *Proceedings of IEEE INFOCOM 2003*, San Francisco, CA, USA, pp. 270 - 280, Apr. 2003.
- [7] K. Lee, H. Park, "Interference-avoidance based multipath routing protocol for mobile ad-hoc networks," in *Proceeding of ICFICE2014*, pp.435-438, 2014.
- [8] R. Ku R. Kumar, M. Misra, A. K. Sarje, "A simplified analytical model for end-to-end delay analysis in MANET," *international journal of computer applications*, Special Issue on MANETs, No.4, pp.195-199, 2010.



이강건(Kang-Gun Lee)

2008년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 정보통신공학과 학부생
※ 관심분야 : 위성통신, 마이크로파 회로해석 및 설계, 계측제어



박형근(Hyung-Kun Park)

1995년 2월 : 고려대학교 전자공학과 학사
1997년 2월 : 고려대학교 전자공학과 석사
2000년 8월 : 고려대학교 전자공학과 박사
2000년 9월 ~ 2001년 8월 : Univ. of Colorado at Colorado Springs, PostDoc.
2001년 9월 ~ 2004년 2월 : 현대시스콤 선임연구원
2010년 8월 ~ 2011년 7월 : Georgia Tech 방문교수
2004년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 부교수
※ 관심분야 : 인지무선통신, 무선자원관리, 센서네트워크