

IEEE 802.11 PSM을 적용한 다중 홉 ad-hoc 네트워크에서 우회경로의 최소화

황도현^o 김성천

서강대학교

{dohyun76@dreamwiz.com^o, ksc@arqlab1.sogang.ac.kr

Route minimizing in multi-hop ad hoc network adopted IEEE 802.11 PSM

Dohyun Hwang^o Sungchun Kim
Sogang University

요 약

이동 ad-hoc 네트워크는 기반 망의 도움 없이 모바일 노드들로만 구성되어진 임시적인 네트워크이다. ad-hoc 네트워크를 구성한 모바일 노드들은 지속적인 전원공급이 힘들기 때문에 자신의 한정된 에너지에 의존한다. 이러한 모바일 노드의 에너지 소비를 줄이기 위해 IEEE 802.11 PSM를 적용한 다중 홉 ad-hoc 네트워크 모델에 대해서 최근 많은 연구가 이루어졌다. 다중 홉 ad-hoc 네트워크에 802.11 PSM을 적용하면 송수신에 참여하지 않는 모바일 노드들의 에너지소비를 절약하게 되어 네트워크 활동시간을 증가시키게 된다.

1. 서 론

무선 다중 홉 ad-hoc 네트워크는 기반 구조(infrastructure)없이 모바일 노드 사이의 통신을 가능하게 만드는 시스템이다. 기본적으로 무선 송수신기의 전파도달 범위에는 제한이 있으므로, 이러한 네트워크에서 무선 모바일 노드들 사이의 통신이 이루어지도록 하기 위해서는 반드시 이웃한 모바일 노드들의 자원을 이용해야 한다.

각 무선 모바일 노드들의 유희상태에서 소비하는 에너지를 줄이기 위해 IEEE 802.11 PSM을 다중 홉 ad-hoc 네트워크에 적용한 연구들을 살펴보면, 가상의 Back-Bone을 형성하여 Back-Bone역할을 하는 무선 모바일 노드들만 항상 통신에 참여한다. Back-Bone에 참여하지 않은 모바일 노드들은 표준안에서 제안한 전력관리 모드에서 자신의 에너지를 절약하게 된다[1]. 또 다른 접근 방법은 망에 존재하는 모든 노드들이 전력 관리 모드에 존재하며 필요에 의해 통신에 참여하게 되는 노드들만 Active상태에서 통신을 하게 된다[2]. 물론, 통신에 참여하지 않는 모바일 노드들은 전력 관리 모드 절차에 따라서 자신의 에너지를 절약하게 되는 것이다. 이러한 접근 방법을 사용함으로써 제한적인 에너지를 가지고 있는 무선 모바일 노드들의 송수신에 의한 전력소비를 줄일 수 있다. 하지만 IEEE 802.11에서 제안한 전력 관리 모드는 단일 홉 ad-hoc 네트워크만을 고려한 방법이기 때문에 다중 홉 ad-hoc에 적용하였을 경우 여러 가지 문

제가 발생하게 된다[3]. 이러한 문제점 중 경로 요청 메시지를 전송받지 못한 노드가 발생하게 되어, 우회하는 라우팅 경로를 통해 통신을 하게 된다는 것이다.

본 논문은 위에서 제시한 문제점인 우회하는 라우팅 경로의 발생 빈도를 실험을 통해서 살펴보고, 우회하는 라우팅 경로를 최단경로로 수정하기 위한 알고리즘을 제안하기로 한다.

2. 본 론

802.11 PSM을 다중 홉 ad-hoc 네트워크에 적용하였을 경우 우회하는 경로의 발생률은 최고 30%에 달한다는 것을 시뮬레이션을 통해 알 수 있다. 이러한 우회하는 경로를 최적의 경로로 수정하지 않는다면 불필요한 에너지소비와 end-to-end 전송지연은 커질 것이다.

2.1 제안 기법

802.11 PSM을 다중 홉 ad-hoc 네트워크에 적용하면 우회경로가 발생한다. 이를 해결하기 위해 오버헤더링을 통해 우회경로를 알고 있는 무선 모바일 노드가 경로를 최적으로 재설정하는 것이다. 자신을 거쳐 경로를 재설정하게 되었을 경우 홉 수를 줄일 수 있는 모바일 노드는 기존의 경로에 포함된 모바일 노드에게 이 사실을 알려 최적의 경로로 수정하게 된다.

기존에 존재하는 대부분의 라우팅 프로토콜은 현재의

경로가 최적일 아닐지라도 그것이 유효할 경우 새로운 경로를 찾지 않는다[12]. 그렇기 때문에 우회하는 경로를 다시 설정하기 위해서 어떠한 노력도 하지 않는다. 또한 경로를 새롭게 설정하기 위해서는 경로요청 메시지를 브로드캐스트해야 한다. 네트워크에 브로드캐스트되는 제어 메시지는 트래픽양을 증가시켜 전송지연을 유발하게 된다. 제안한 알고리즘은 경로를 재설정하기 위해서 제어메시지를 브로드캐스트하지 않는다. 그래서 제어메시지에 의한 전송지연을 유발시키지 않는다.

제안된 알고리즘에 대해서 구체적으로 살펴보면, 그림 9는 802.11 PSM에 의해 경로요청 메시지를 받지 못한 모바일 노드 I와 경로 설정 메시지의 전송을 늦게 받게 된 모바일 노드 H에 의해 경로가 A-B-C-D-E-F-G-H로 설정된 예를 보여준다.

그림 우회경로를 최단경로로 재설정하는 예

그림9 (a)에서 모바일 노드 I의 전파 도달범위는 모바일 노드 B와 F까지 이다. 모바일 노드 I는 자신의 전파 도달범위 안에 있는 모바일 노드 B와 F에 의해서 전송되는 데이터 패킷을 엿들을 수 있다. 모바일 노드 I는 자신을 경로에 포함시킬 경우 홉 수를 줄일 수 있다는 사실을 알 수 있다. 그래서 모바일 노드 I는 모바일 노드 B의 라우팅 테이블을 업데이트하기 위한 요청메시지를 유니캐스트 방식으로 전송하게 된다. 모바일 노드 B는 라우팅 테이블의 목적지 H에 대한 다음 홉을 모바일 노드 I로 재설정하게 된다.

그림 9 (b)는 현재의 경로에 포함된 모바일 노드 F의 전파 도달범위에 목적지 모바일 노드 H가 존재함에도 불구하고 모바일 노드 G를 거쳐 우회하는 경로가 설정되어있는 경우를 보여준다. H는 모바일 노드 F가 경로요청 메시지를 보낼 때 전력절감 모드에 있기 때문에 그것을 전송받지 못하고 있다가 모바일 노드 G의 경로요청메시지를 전송 받게 되어 우회하는 경로를 설정한다. 모바일 노드 F는 이웃한 노드 리스트 정보를 검색하여 목적지 모바일 노드가 자신의 이웃한 노드 리스트 테이블에 존재할 경우 자신의 라우팅 테이블을 업데이트한다. 그렇게 하여 모바일 노드 G를 거치지 않고 목적지 모바일 노드 H에게 바로 전송하게 됨으로써 최적의 경로를 설정하게 된다. 이렇게 재설정 된 경로는 A-B-I-F-H가 된다. 처음의 경로 A-B-C-D-E-F-G-H에서 우회하는 모바일 노드 4개를 경로에서 제외함으로써 3홉을 줄일 수 있다.

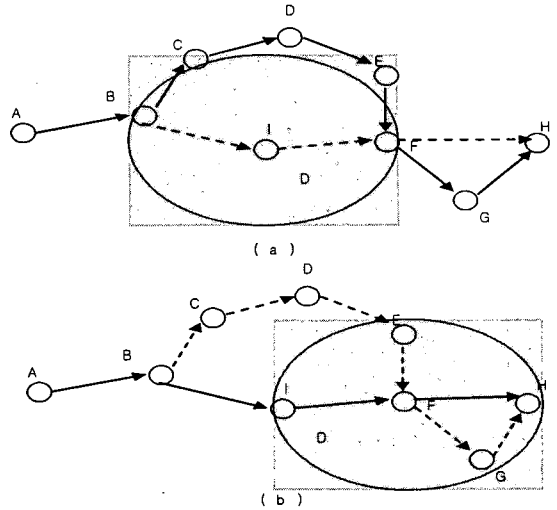


그림 1 우회경로를 최단경로로 재설정하는 예

2.2 제안 알고리즘의 장점과 오버헤드

다중 홉 ad-hoc 네트워크의 기술은 앞으로 다가올 유비쿼터스 환경에 대한 기초적인 인프라가 될 수 있다. 유비쿼터스 환경과 같은 거대한 무선 네트워크 망이 형성될 경우 본 논문에서 제시한 알고리즘은 보다 효율적인 성능을 발휘할 수 있다. 본 논문의 시뮬레이션 결과에 의해 알 수 있듯이 무선 네트워크의 망이 커질수록 제안한 알고리즘의 성능이 좋아진다는 것을 알 수 있다. 시뮬레이션을 통해 무선 네트워크 망에 존재하는 모바일 노드수가 증가 할수록 우회하는 경로를 통해 통신하는 경우가 많아진다는 것을 알 수 있다. 네트워크가 커지고 네트워크에 존재하는 모바일 노드의 수가 증가하면 우회 경로를 검색하기 위한 오버헤드가 커진다. 하지만 우회 경로를 통해 데이터를 전송하게 될 경우에 발생하는 end-to-end 전송지연과 불필요한 에너지의 소비를 줄일 수 있다는 장점이 있다. 이것은 우회경로를 찾기 위한 비용을 줄일 수 있게 해주기 때문에 효율적인 통신이라는 관점에서 본 논문의 제안 알고리즘은 큰 의의를 가진다.

3. 시뮬레이션

본 논문에서 제안한 알고리즘을 평가하기 위해서 NS-2(Network Simulator)시뮬레이터를 사용한다[13]. 네트워크 모델은 IEEE 802.11 PSM을 적용한 On-demand Power Management framework를 사용하였다. 본 논문

에서 사용한 시뮬레이터의 버전은 NS-2.1b1이다. 현재 NS-2시뮬레이터는 NS-2.27 버전이 나와 있다. 제안한 아이디어를 평가하기 위해서 우선 802.11 PSM을 다중 홉 ad-hoc 네트워크에 적용하였을 경우 발생하게 되는 우회경로를 시뮬레이션을 통해서 살펴 볼 것이다. 그리고 우회경로를 최적의 경로로 재설정함에 따라 발생하는 결과 값들을 본 장에서 비교 분석 할 것이다.

3.1 시뮬레이션 결과 분석

그림 13은 노드 수에 따른 우회경로 발생률을 보여주고 있다. 우회경로의 발생률은 노드의 수가 증가함에 따라 증가하게 된다. IEEE 802.11 PSM을 적용한 경우와 그렇지 않은 경우를 그림13에서 보여 주고 있다. 발생률은 평균 우회경로 발생수를 전체 링크의 수로 나눈 값이다. 링크는 (출발지 노드, 목적지 노드)로 표현 되었다. 802.11 PSM을 적용하지 않은 경우에도 노드의 수가 증가함에 따라서 우회하는 경로가 발생한다는 것을 그림 13을 통해서 알 수 있다. 노드의 수가 100개 일 경우에

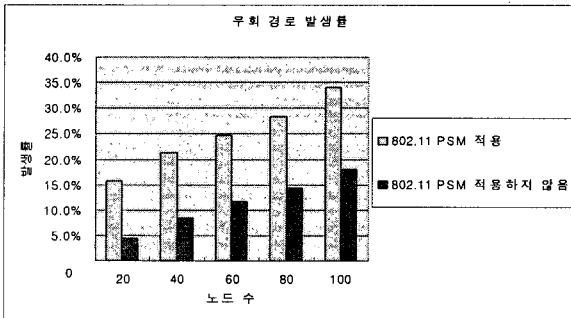


그림 13 노드 수에 따른 우회경로 발생률은 우회하는 경로의 발생률이 평균 30%를 넘는다. 위의 결과에서도 알 수 있듯이 우회경로의 발생은 802.11 PSM을 다중 홉 ad-hoc 네트워크에 적용 했을 경우에만 발생하는 것이 아니라는 것 또한 알 수 있다. 따라서 제안한 아이디어는 우회경로의 발생률이 높은 노드밀집도가 큰 네트워크 모델에서 효율적인 성능을 발휘 할 수 있다.

그림15에서 보여주는 평균 전송 지연시간은 단순히 홉 카운트의 증가에 따른 전송 지연시간을 보여준다. 제안한 아이디어를 적용한 경우 평균 홉 카운트의 수가 감소하기 때문에 end-to-end 전송 지연 또한 감소하게 된다.

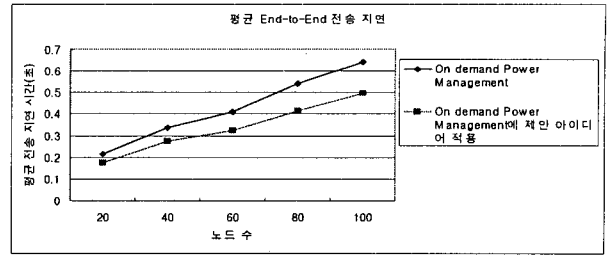


그림 15 평균 end-to-end 전송 지연 시간

4. 결과

제안한 알고리즘을 평가하기 위해 NS-2 시뮬레이터를 사용하였으며 이를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 다중 홉 ad-hoc 네트워크에 IEEE 802.11 PSM을 적용할 경우 네트워크의 크기와 모바일 노드의 수에 따라 다르지만 평균 25%의 우회경로가 발생함을 알 수 있었다. 둘째, 제안한 알고리즘을 적용하였을 경우 평균 0.6홉을 감소할 수 있음을 보였다. 홉 감소율은 무선 ad-hoc 네트워크에 존재하는 모바일 노드의 수가 증가함에 따라 커짐을 알 수 있었다. 셋째, 제안한 알고리즘은 우회경로를 재설정하기 위해 제어메시지의 증가를 최소화 하였다. 우회경로를 재설정하기 위해 평균 0.1%의 제어 메시지가 증가한다는 것을 알 수 있었다. 마지막으로 우회경로를 발견하여 최단경로로 재설정함으로써 평균 홉 카운트수를 감소시켜 end-to-end 전송지연시간을 감소시켰다. 전송지연시간은 네트워크의 트래픽이 증가할 경우 더 큰 감소를 얻을 수 있었다. 초당 50개의 트래픽이 발생하는 네트워크에서 21.6%의 전송지연시간의 감소를 보였다.

5. 참고 문헌

- [1] B.Chen,K and Janieson, "SPAN: An energy-efficient coordination algorithm for topology maintenance in ad hoc wireless networks" in Proc. Of ACM/IEEE 7th Int'l Conf. On MobiCom 2001. pp. 85-96
- [2] Rong Zheng and Robin Kravets, "On-demand power Management for Ad hoc Networks" INFOCOM 2003. IEEE , Volume: 1 , 30 March-3 April 2003 pp. 481 - 491
- [3] Yu-Chee Tseng and Chih-Shum Hsu, "Power-Saving Protocols for IEEE 802.11-Based Multi-Hop Ad Hoc Networks" INFOCOM 2002. IEEE , Volume: 1 , 23-27 June 2002 pp. 200-209