모바일 에드학 망에서의 경로 장애복구 알고리즘 개선

박노열O 김상경 김창화
강릉대학교 컴퓨터공학과
{eagleO, skkim98, kch}@kangnung.ac.kr

Enhancement of Route Recovery Algorithms in Mobile Ad hoc Networks

Noyeol Park0, Sangkyung Kim, Changhwa Kim
Dept. of Computer Science & Engineering, Kangnung University

요 약

MANET(Mobile Ad hoc Network)은 기지국(Base Station)이나 AP(Access Point)와 같은 고정된 네트워크 인프라의 도움 없이 임시망을 구성하는 무선 단말 노드들의 집합이다. MANET의 단말들은 단말로서의 데이터 전송 역할 뿐만 아니라 라우터, 서버로서의 역할도 동시에 수행 하여야 한다. 또한 노드의 이동 패턴, 링크 품질, 잔존 배터리의 양 등에 따라 네트워크 토폴로지가 변할 수 있으므로, 모바일 노드들 간의 통신을 위한 경로 설정과 유지가 매우 어렵다. 따라서 효과적으로 모바일 노드 간에 경로를 설정하고 유지하기 위한 라우팅 프로토콜에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 대표적인 On-demand 방식인 AODV 프로토콜을 개선하여 목적지 노드에서 경로 복구 절차를 시작함으로써 기존 설정된 경로를 최대한 이용하여 경로복구 과정에서 제어 트래픽 오버헤드 및 데이터 패킷의 손실을 최소화하기 위한 라우팅 프로토콜을 제안한다.

1. 서 론

모바일 애드혹 네트워크(MANET)[1]는 최초 군사적인 목적으로 개발되었으며, 기지국(Base Station)이나 AP(Access Point)와 같은 고정된 네트워크 인프라의 도움 없이 임시망을 구성하는 무선 단말 노드들의 집합이다. MANET의 단말들은 단말로서의 데이터 전송 역할 뿐만 아니라 라우터, 서버로서의 역할도 동시에 수행 하여야 한다. 또한 노드의 이동 패턴, 링크 품질, 잔존 배터리의 양 등에 따라 네트워크 토폴로지가 가변적이므로, 모바일 노드들 간의 통신을 위한 경로 설정과 유지가 매우 어렵다. 따라서 효과적으로 모바일 노드 간에 경로를 설정하고 유지하기 위한 라우팅 프로토콜에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다.

라우팅 프로토콜은 프로액티브(proactive)방식의 테이블 기반(table-driven) 프로토콜과 리액티브(reactive) 방식의 on-demand 프로토콜로 크게 두 범주로 나눈다[2].

테이블 기반(table-driven) 방식은 네트워크내의 각 노드에 대한 라우팅 정보를 라우팅 테이블에 유지하는 방식으로 DSDV(Destination Sequenced Distance Vector routing)[3]와 CGSR(Clusterhead Gateway Switch Routing)[4]가 테이블 기반 라우팅 프로토콜의 대표적인 예이다.

on-demand 방식은 경로 요청시만 새로운 경로 설정 절차를 수행하는 방식으로 DSR(Dynamic Source Routing)[5]과 AODV(Ad hoc On-demand Distance Vcetor Routing)[6]는 On-demand 라우팅 프로토콜의 대표적인 예이다. 특히 AODV는 전 세계적으로 가장 많은 연구가 이루어지고 있다. AODV 라우팅 프로토콜은 노드의 이동이나 장애로 인해 데이터 전송 경로가 손실되는 경우 발신지 노드에서 새로운 경로탐색 절차를 시작하여, 새로운 전송 경로를 설정하여 데이터 패킷을 전송한다. 이때 새로운 경로 탐색 절차를 수행하는 동안 제어 트래픽 오버헤드와 데이터 패킷의 손실이 발생해 데이터 전송에 좋지 않은 영향을 미친다. 이를 개선하기위해 AODV에 local repair 알고리즘을 적용하였으나, 크게 성능이 개선되지는 않았다. 따라서 본 논문에서는 대표적인 on-demand 방식인 AODV 라우팅 프로토콜을 개선하여 목적지 노드에서 경로복구 절차를 시작함으로써 기존 설정된 경로를 최대한 이용하여 경로복구 과정에서 제어 트래픽 오버헤드 및 데이터 패킷의 손실을 최소화하기 위한 라우팅 프로토콜을 제안한다. 제2장에서는 AODV에서의 경로 복구 알고리즘에 대하여 살펴보고, 제3장에서는 제안하는 경로 장애 복구 개선방안을 설명하고, 제4장에서 성능분석 결과를 설명 하고, 끝으로 제5장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

2. AODV에서의 경로 복구 알고리즘

AODV 프로토콜에서는 설정된 경로를 통하여 데이터 패킷 전송 중 노드의 이동이나, 장애 등의 원인으로 목적지 노드로 데이터 패킷을 전송할 수 없게 되면, 경로 복구를 위해 2가지의 알고리즘이 적용되는데, 첫 번째 알고리즘은 발신지 노드에서 경로복구 절차를 시작하는 방법으로 RERR(Route ERRor) 메시지를 수신한 발신지 노드에서 새로운 경로 설정 과정을 위에서 설명한 절차를 통해 수행하는 방법이고, 두 번째 알고리즘은 장애노드의 위치에 따라 (조건 1)일 때 local repair 알고리즘을

※ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원 사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2005-C1090-0501-0010)

적용하는 방법이며, 장애를 인지한 중간 노드에서 경로 복구 절차를 시작하는 방법으로 RREQ(Route REQuest) 메시지를 목적지 노드를 향해 Flooding 하고 목적지 노드로부터 수신한 RREP(Route REPly) 메시지를 수신함으로서 데이터 패킷 전송을 위한 경로 복구 절차가 완료되며, 복구된 경로를 통하여 데이터 패킷을 전송한다.

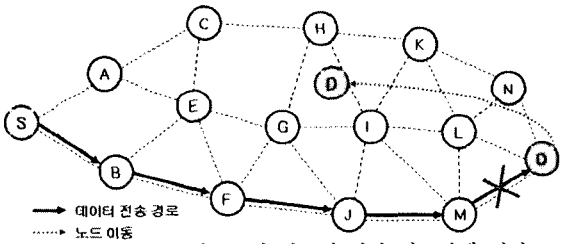
이후 각 노드에서 사용하지 않는 경로는 타이머를 이용하여 삭제된다.

if (발신지까지의 홉수>목적지까지의 홉수) (조건 1)

3. 경로 장애 복구 개선방안

본 논문에서 제안하는 프로토콜의 핵심 아이디어는 노드들이 경로 장애 발생시 목적지 노드에서 경로복구 과정을 시작하면 기존 설정된 라우팅 정보를 이용하여 경로복구 과정을 효과적으로 수행할 수 있다는 것이다.

설정된 경로를 통하여 데이터 패킷 전송을 수행 중 (그림 1)과 같이 목적지노드가 이동하거나, 전송 링크가 끊어지면 본 논문에서 제안하는 프로토콜에서는 다음과 같은 절차를 거쳐 전송경로 복구를 수행한다.



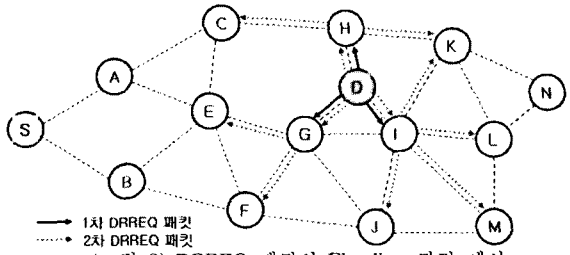
(그림 1) 목적지노드의 이동에 의한 링크장애 예시

3.1 RERR 패킷전송

노드간에 Hello 패킷을 이용하여 링크의 연결 상태를 감시 하며, Hello 패킷 전송에 대한 응답이 없을 경우 장애를 감지한 노드에서 발신지 노드를 향해 RERR 패킷을 전송하여 더 이상 데이터 패킷이 전송되지 않도록 route table의 flag를 수정한다.

3.2 DRREQ을 이용한 경로복구 절차 수행

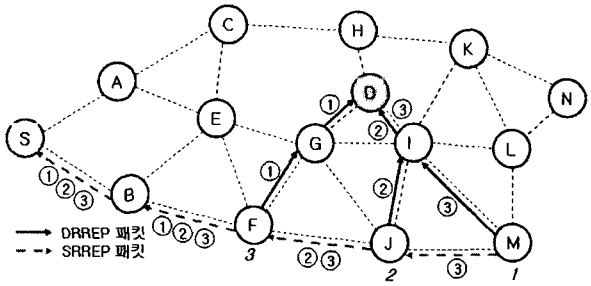
링크 장애를 감지하면, 전송경로 복구를 위해 목적지 노드에서 DRREQ (Destination RREQ)패킷을 생성하여 (그림 2)과 같이 이웃노드로 Flooding 하며, 이때 제어 패킷으로 인한 오버헤드를 줄이기 위해 DRREQ 패킷의 전달범위를 1홉씩 증가 하여 전송한다



(그림 2) DRREQ 패킷의 Flooding 과정 예시

3.3 경로복구응답 과정

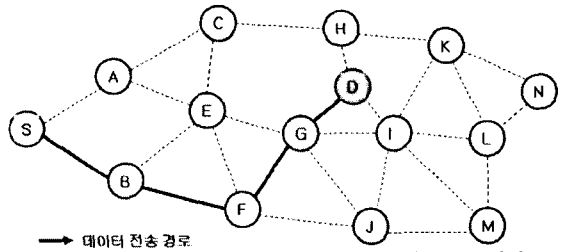
경로복구에 대한 응답은 DRREQ 패킷을 수신한 노드들 중 목적지노드에 대한 경로 정보를 알고 있는 노드에서 DRREP(Destination RREP) 패킷과 SRREP(Source RREP) 패킷을 전송하면서 시작된다. 패킷들은 (그림 3)과 같이 전달된다.



(그림 3) 경로복구 응답 과정

3.4 최종경로복구 과정

경로복구과정은 SRREP 패킷이 발신지노드에 도착하면 수신된 SRREP 전송경로 중 발신지 노드와 가장 가까운 경로를 최종 전송경로로 선택함으로써 경로복구과정을 완료하게 되며, (그림 4)과 같이 전송경로가 복구된다.



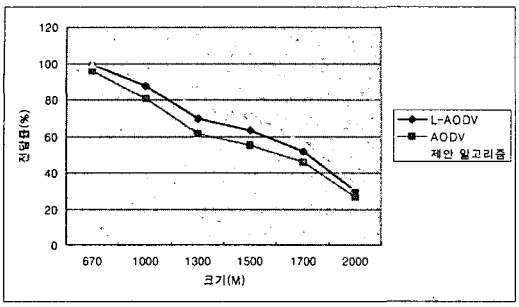
(그림 4) 경로복구 과정수행 후 새로운 경로 예시

4. 성능분석

본 논문에서는 성능분석을 위해 NS-2를 이용하여 AODV 및 local repair AODV 라우팅 프로토콜과 비교 분석하였다. 시뮬레이션 환경은 CBR(Constant Bit Rate)을 이용하여 시나리오를 생성하였고, 트래픽의 페이로드 크기는 512바이트, 데이터 전달속도는 4패킷/초이며, 노드의 이동은 Random Waypoint 모델을 따르도록 설정하였고, 다양한 환경에서의 실험을 위하여 네트워크의 크기변화, 노드의 이동속도, 노드의 수 등의 조건을 변화시키면서 성능분석을 실시하였다. 성능 평가 척도는 모바일 에드혹 네트워크에서 라우팅 프로토콜을 측정하는데 광범위하게 사용되고 있는 패킷 전달율, 종단간 평균지연시간, 라우팅 오버헤드 등을 이용하였다.

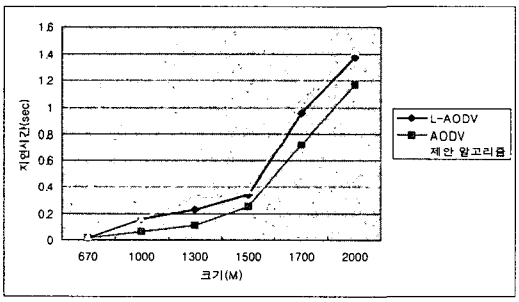
(그림 5)는 네트워크 크기에 따른 전달률을 보여준다. 전반적으로 다른 2개의 프로토콜보다 높은 전달률을 보였으며, 네트워크 크기가 아주 작거나 큰 경우 AODV나 L-AODV 프로토콜과 전달률에 큰 차이가 없었고, 중간

크기의 네트워크 크기에서 많은 성능개선을 보였으며, 전체적으로 AODV에 비해 약 19.54%, L-AODV에 비해 약 7.64%의 전달률 개선효과를 보였다.



(그림 5) 네트워크 크기에 따른 전달률

(그림 6)는 네트워크크기 변화에 따른 데이터 패킷의 종단간 지연을 나타낸다. 3개의 프로토콜 모두 네트워크의 크기가 증가함에 따라 지연시간이 급격히 증가하는 것으로 나타났으며, 비록 지연시간은 길어지지만 (그림 5)와 (그림 7)에서 나타난 것과 같이 다른 성능 평가 측도인 전달률 및 제어 트래픽 오버헤드는 줄어들어 전체적인 성능이 개선되는 것으로 나타났다.

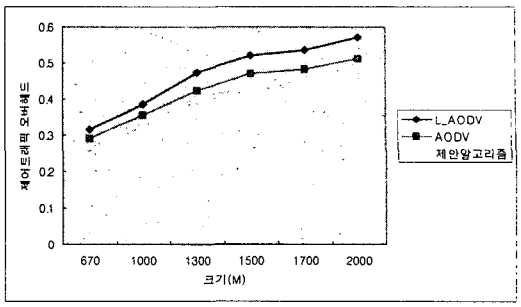


(그림 6) 네트워크 크기에 따른 지연시간

(그림 7)은 각 라우팅 프로토콜의 제어 트래픽 오버헤드를 나타낸다. 네트워크의 크기가 작은 경우 노드가 밀집되어 있어 경로 재설정 기회가 적어 트래픽 오버헤드가 적게 발생하는 것으로 판단되며, 네트워크 크기가 커지면서, 노드가 네트워크 내에 고르게 분포하여 노드 밀집도가 줄어들어 노드 이동에 따른 경로 재설정 횟수가 증가하며, 따라서 경로 재설정에 의한 제어 트래픽 오버헤드가 증가하는 것으로 나타났다. 본 시뮬레이션에서는 전체 네트워크 크기에서 평균적으로 AODV에 비해 약 6.9%, L-AODV에 비해 약 15.6%의 큰 개선효과를 나타냈다.

5. 결 론

본 논문에서는 전송경로 장애 발생시 목적지 노드에서 경로복구 절차를 시작함으로써 기존에 기록된 라우팅 정보를 최대한 이용하여 경로 복구 과정에서 제어트래픽 오버헤드 및 데이터 패킷의 손실을 최소화하기 위한 새로운 요구형 에드학 라우팅 프로토콜을 제안하였다.



(그림 7) 네트워크 크기에 따른 제어트래픽 오버헤드

성능분석결과 제안한 프로토콜은 기존의 AODV 프로토콜과 local repair AODV 프로토콜에 비해 데이터 패킷 전달률과 제어 트래픽 오버헤드 측면에서 성능이 우수한 반면 종단간 패킷 지연시간은 조금 증가하는 경향을 나타냈으며, 제안한 프로토콜은 네트워크 크기가 1500 x 1500이고, 노드 수가 50 ~ 80개, 이동 속도가 15m/s ~ 20m/s 일 때 가장 좋은 성능 개선 효과를 나타냈다.

향후의 연구 과제는 본 논문에서 제안한 프로토콜의 종단간 지연시간을 줄이기 위한 연구와 보다 다양한 네트워크 환경에 적용하기 위한 연구를 수행할 계획이다.

참고문헌

[1] Internet Engineering Task Force (IETF) Mobile Ad Hoc Networks (MANET) Working Group Charter, http://www.ietf.org/html/charters/manet-chart.html, 2004

[2] E.M.Royer, C-K Toh, "A review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks" IEEE Personal Communication April 1999 p46-55

[3] C. E. Perkins and T. J. Watson, "Highly Dynamic Destination Sequenced Distance Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers," Proc. of Int. Conf. on Communications Architectures(ACMSIGCOMM'94), pp.234-244, Oct.1994.

[4] Ching-Chuan Chiang, Haiao-Kuang Wu, Winston Liu, Mario Gerla, "Routing in Clustered Multihop, Wireless Networks with Fading Channel," Proceedings of IEEE Singapore International Conference on Networks (SICON'97), 1997

[5] D. B. Johnson and D. A. Maltz, "Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks," in Mobile computing, T. Imielinski and H. Korth, Eds. Kluwer Academic Publishers, pp.153-181, 1996.

[6] C. Perkins, E. Belding-Royer, S. Das, "RFC 3561-Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV) Routing," 2003.