

Ad Hoc 환경에서 AODV 기반 다중 경로 설정 알고리즘 성능 분석

김민수, 권기진, 정민영
성균관대학교 정보통신공학부

Performance Analysis of a Multiple-Routes Selection Algorithm Based on AODV in Ad Hoc Environment

Min-Su Kim, Ki Jin Kwon and Min Young Chung
School of Electrical and Computer Engineering, SungKyunKwan University
E-mail : msu1119@ece.skku.ac.kr

Abstract

Ad hoc 네트워크는 고정된 기반구조 없이 이동 노드들로만 구성된 네트워크를 가리킨다. 노드들의 이동으로 인해 네트워크 토폴로지는 예측할 수 없게 자주 변할 수 있다. 그 결과로 기 설정되어 있는 경로의 단절이 발생할 수 있으며, 새로운 경로가 설정될 때까지 데이터가 손실될 수 있다. 존재하는 경로의 단절로 인해 손실되는 패킷의 수를 줄이기 위해, 본 논문은 multiple-reply Ad hoc On-demand Distance Vector (mrAODV) 방식을 제안한다. 본 논문의 알고리즘은 발신지와 수신지 사이에 다중 경로를 설정한다. ns-2 시뮬레이션을 사용하여 제안된 방식에 대한 성능을 평가한다.

I. 서론

Ad hoc 네트워크는 기지국이나 통신망 기반구조의 지원 없이 각 호스트간 통신이 가능하고, 배치의 용이성 때문에 최근 많은 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 구성 노드의 이동으로 인한 네트워크 토폴로지의 변화로 인하여 각 노드간 설정되었던 경로가 변화하거나 단절될 수 있다. 이러한 환경에서, 토폴로지 변화로 인해 서비스 중인 경로의 변경, 단절이 발생하게 되고, 경로를 재설정하기 위한 제어 메시지의 증가 및 서비스 품질 저하를 유발하게 되어 효율적인 Ad hoc 라우

팅 프로토콜에 대한 연구가 진행되어 왔다. 현재, Dynamic Source Routing (DSR) [1][2], Temporally Ordered Routing Algorithm (TORA) [1][2], Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV) [1]-[4] 같은 Ad hoc 라우팅 프로토콜들이 제안되어 왔다. 그 중, AODV 라우팅 프로토콜은 효과적으로 새로운 라우팅 정보를 결정하는, 동적인 네트워크에서는 매우 유용한 특성을 갖는다. 그러나, 경로가 단절되었을 때 이용할 수 있는 수신지로의 교체될 경로가 없기 때문에 새로운 경로가 설정될 때까지 끊어진 경로의 노드를 통해 전달되는 데이터 패킷은 네트워크 중계노드에서 손실되어 서비스의 품질 저하의 요인으로 작용한다 [8]. 따라서, 경로 단절로 인하여 손실되는 패킷을 최소화하기 위하여 연구가 요구된다.

본 논문은 AODV 프로토콜에 다수개의 경로를 설정하여 데이터 패킷이 전달되는 하나의 주 경로와 주 경로의 단절시 사용되는 다수개의 우회 경로를 사용하기 위한 방식을 제안하고 시뮬레이션 기법을 이용하여 제안된 방식에 대한 성능을 평가한다.

II. 경로 발견 및 유지

2.1 Ad hoc On-demand Distance Vector Routing

발신 노드에서 수신 노드로 데이터를 전송하기 위해서는 발신지는 경로 발견 과정을 시작한다. AODV

에서는 route request (RREQ), route reply (RREP) 패킷들을 사용하여 경로를 설정한다. 경로 발견 단계에서, 발신 노드는 모든 이웃 노드에 RREQ 패킷을 보낸다. RREQ 패킷을 받은 중계 노드는 먼저 RREQ의 전 흐름을 이용하여 발신지로의 역 경로를 설정한다. RREQ 패킷을 수신한 노드가 수신지 주소와 관련된 경로 정보를 가지고 있지 않다면, RREQ 패킷을 이웃 노드에 전달한다. 또한, RREQ 수신 노드는 RREQ 패킷내 수신지 시퀀스 번호에 따라 RREQ 패킷을 이웃 노드에 전달하거나 RREQ 패킷에 대한 응답으로 RREP 패킷을 해당 RREQ 송신 노드에 전달한다. RREQ 패킷의 중복된 사본은 폐기된다. 그러나, RREQ 패킷을 수신한 노드가 수신지 주소와 관련된 경로 정보를 가지고 있으면, RREQ 패킷에 대한 응답으로 한 번의 RREP 패킷을 발신 노드에 전달한다.

Route error (RERR) 패킷이 경로 유지에 사용된다. 설정된 모든 경로상의 노드는 경로 절단을 인지하면 RERR 패킷을 발신 노드에 보낸다. 발신 노드가 RERR를 받으면, 경로가 여전히 필요할 경우 새로운 경로 발견 과정을 시작한다.

2.2 Multiple-reply Ad hoc On-demand Distance Vector Routing

mrAODV에서의 주 요점은 경로 발견 과정에서 발신 노드와 수신 노드 사이에 다중 경로를 설정하는 것이다. mrAODV 방식은 경로 단절이 자주 발생하는 동적인 ad hoc 네트워크를 위해 설계되었다. Ad hoc 네트워크에서 하나의 경로만을 가지는 AODV 방식이 사용되면, 경로가 단절될 때마다 경로 발견 과정이 필요하며, 이것은 과도한 오버헤드와 지연 등으로 연결된다.

확장된 AODV 프로토콜에서는 수신 노드에 RREQ 패킷이 수신될 때마다 하나의 RREP 패킷을 발신 노드로 전달한다. mrAODV 방식에서, 최종 목적 노드는 수신되는 RREQ 패킷의 개수를 계산하기 위한 카운터를 가지고 있다. RREQ 패킷을 수신한 노드가 최종 목적 노드일 경우, 그 노드는 카운터를 하나씩 늘리면서, RREQ 패킷을 수신할 때마다 RREP 패킷을 생성한다. 그 결과로 다수의 경로가 생긴다. 다수의 경로 중 하나가 주 경로이고, 나머지 경로들은 우회 경로이다. RREP 패킷이 그 경로의 발신지에 도착이 되면 발신지와 수신지 사이의 주 경로는 설정이 되고 사용 준비를 한다. 주 경로와 우회 경로가 함께 설정된다.

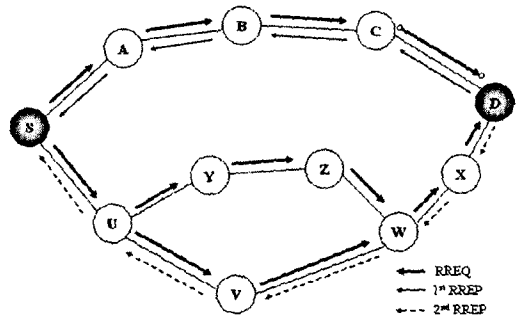


그림 1. mrAODV에서 두 개의 경로 설정 예

설정된 모든 경로상의 노드는 경로 단절을 인지하면 RERR 패킷을 발신 노드에 보낸다. 링크가 단절되어 주 경로의 사용이 가능하지 않으면, 하나의 우회 경로가 선택되어 경로 발견 과정 없이 선택된 경로로 데이터 패킷들은 즉시 전송된다. 우회 경로들은 오직 데이터 패킷이 주 경로를 통해 전달되지 못하는 경우에만 사용된다. 그림 1은 두 개의 경로가 발견되는 예를 나타내고 있다.

III. 시뮬레이션

본 논문은 넓은 이동 영역과 트래픽 시나리오 하에서 ns-2 시뮬레이터를 사용하여 기존의 AODV 방식과 mrAODV 방식의 성능을 평가한다.

3.1 시뮬레이션 환경

본 논문은 제안한 mrAODV 방식의 성능을 ns-2 시뮬레이터의 AODV 모듈을 확장하여 평가한다[7]. Monarch 연구 그룹에서 개발된 무선환경 및 이동성을 확장한 ns-2 네트워크 시뮬레이터는 IEEE 802.11 MAC과 PHY 계층에 대한 기능을 포함하여 무선 환경이 가능하다. 데이터 전송률과 영역은 각각 2.0Mbps와 250미터이다 [6].

AODV 라우팅을 위한 RREQ 패킷은 브로드캐스트 메시지로 취급되며, RREP 패킷은 응답 노드 사이에서 유니캐스트 메시지로 취급된다. 링크의 단절을 감지하기 위해 MAC 계층의 피드백 정보가 사용된다.

이동 모델로서 본 논문에서는 랜덤 웨이포인트 단말 이동성 방식으로 모델링하였다 [5]. 각 노드는 현재 위치에서 임의의 위치로 일정한 속도 v 로 이동하며,

새로운 위치로 이동할 때마다 이동 속도를 선택하게 된다. 이 때 이동 속도 v 는 $[0, \text{max_speed}]$ 의 균등 분포에 따라 결정되고, 노드가 목적지에 도달하면 t 시간 ($0 < t \leq \text{max_pause_time}$) 후에 새로운 임의의 지점으로 움직인다. 예를 들어 t 의 값이 0 일 경우는 노드들이 항상 움직이는 것을 의미한다.

각 노드에서 트래픽 소스는 CBR (constant bit rate) 을 사용한다. 중단 대 중단 트래픽 쌍의 개수와 각 쌍의 패킷 생성률의 수는 네트워크에서 트래픽 부하를 변화시키기 위해 변경한다.

3.2 시뮬레이션 결과

각 실험에서, 50 개의 이동 노드들이 1500m x 300m 넓이의 영역에서 위치한다고 가정한다. 노드들의 연속적인 이동을 생각하기 위해 정지시간을 0 으로 설정하고, 데이터 패킷은 512 바이트의 일정한 크기를 갖고, 0.1 초의 간격으로 전송된다. 시뮬레이션은 1000 초간 수행하였다.

패킷 전달의 신뢰성을 알아보기 위해, 이동 노드의 평균 이동 속도가 변화에 따른 패킷 전달비를 구해본다. 그림 2 는 이에 대한 결과를 보여준다. 제안한 mrAODV 방식이 기존의 AODV 방식보다 전달비가 개선된 것을 알 수 있다. 여기서 패킷 전달비의 다음과 같이 정의한다.

$$\text{패킷 전달비} = \frac{\text{수신한 프레임의 개수}}{\text{송신한 프레임의 개수}}$$

mrAODV 방식은 링크의 단절시 데이터의 전달을 위해 우회 경로를 사용하기 때문에 AODV 방식보다 더 많은 패킷을 수신지로 송신할 수 있다.

이동 노드 속도의 변화에 대한 라우팅 오버헤드 비에 대한 결과를 그림 3 에 나타내고 있다. mrAODV 방식이 더 적은 오버헤드가 사용됨을 알 수 있다. 여기서, 오버헤드는 제어 메시지의 개수로 정의하며, 다음과 같다.

$$\text{라우팅 오버헤드 비} = \frac{\text{mrAODV의 라우팅 오버헤드}}{\text{AODV의 라우팅 오버헤드}}$$

AODV 는 경로 발견 과정이 일어날 때마다 RREQ, RREP 의 제어 메시지를 생성한다. 따라서, 경로 발견 과정의 빈도가 높을수록 다수의 오버헤드가 생긴다. mrAODV 방식은 링크 단절시 우회 경로의 사용이 경로

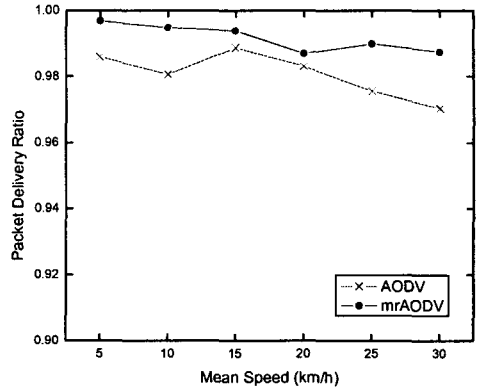


그림 2. 속도 변화에 따른 패킷 전달비

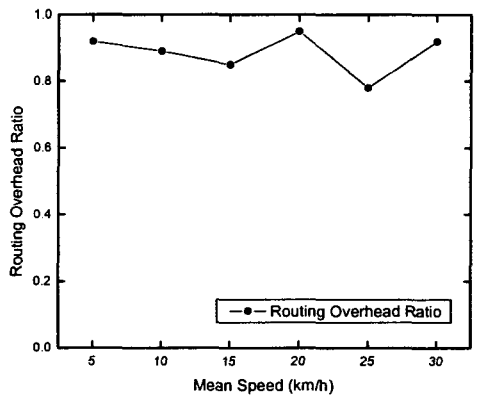


그림 3. 속도 변화에 따른 라우팅 오버헤드 비

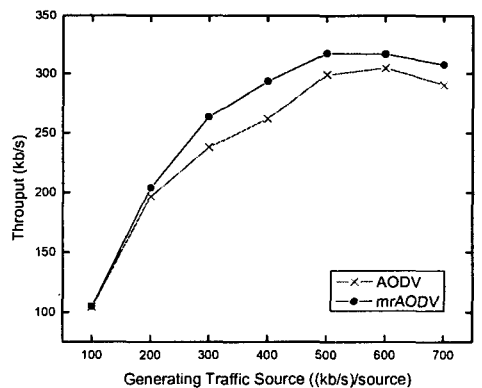


그림 4. 소스당 발신 트래픽량에 따른 수율 평가

발견 과정의 빈도를 줄여주기 때문에 mrAODV의 오버헤드가 AODV의 오버헤드보다 더 적게 나오는 것을 알 수 있다.

그림 4는 증가하는 소스당 발신 트래픽량에 대한 수율을 보인 것이다. 이동 노드의 평균 이동 속도는 15km/h로 설정하였고, 데이터 패킷의 크기를 늘려 발신 트래픽량을 증가시켰다. 발신 트래픽량이 늘어날 때 제안한 mrAODV 방식이 기존의 AODV 방식에 비하여 좋은 수율을 나타내는 것을 보여준다. 트래픽량이 크면 패킷의 충돌이 발생하여 수율이 감소되는 알 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 발신 노드와 수신 노드 사이에 다중 경로를 설정하기 위해 mrAODV라는 ad hoc 라우팅 프로토콜을 제안하였다. 제안한 mrAODV 방식은 링크의 단절시 우회 경로를 사용함으로써 패킷 전달의 신뢰성을 개선할 수 있고, 경로 발견 과정의 횟수를 줄임으로 오버헤드를 줄일 수 있다. 우회 경로는 데이터 패킷이 주 경로를 통해 전달될 수 없을 경우에만 사용한다. 속도 변화에 따른 패킷 전달비와 라우팅 오버헤드 비 등에 관해 AODV 방식과 제안한 mrAODV 방식의 성능을 비교하였다. 성능평가를 통하여, 제안한 방식이 수율과 패킷전송확률을 높였음을 확인할 수 있었다.

향후 경로 발견 과정에서 오버헤드의 증가 없이 신뢰성있는 경로를 찾는 방식에 대한 연구가 요구된다.

참고문헌

- [1] E. M. Royer and C. K. Toh, "A review of current routing protocols for ad hoc mobile wireless networks", IEEE Wireless Communications, vol. 6, no.2, pp.46-55, Apr 1999
- [2] J. Broch, D.A. Maltz, D. B. Johnson, Y. C. Hu and J. Jetcheva, "A performance comparison of multi-hop wireless ad hoc network routing protocols", In Proceeding of IEEE /ACM MOBICOM, pp.85-97, Oct 1998
- [3] C. E. Perkins and E. M. Royer, "Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing", In Proceeding of the IEEE WMCSA, pp90-100, Feb 1999
- [4] C. E. Perkins and E. M. Royer, "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing", draft-ietf-manet-aodv-13.txt. Feb 2003
- [5] C. E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly dynamic destination-sequenced distance vector (DSDV) for mobile computers", In Proceeding of ACM SIGCOMM, pp.234-244, Aug 1994
- [6] "Wireless and Mobility Extensions to ns-2", CMU, <http://www.monarch.cs.rice.edu/cmu-ns.html>
- [7] K. Fall and K. Varadhan, "The ns manual", 2003 <http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-documentation.html>
- [8] G. V. S. Raju, G. Hernandez and G. Q. Zou, "Quality of service routing in ad hoc networks", Wireless Communications and Networking Conference, vol. 1, pp.263-265, 2000