

MANET 환경에서 노드 이동 감지를 이용한 신뢰적인 라우팅 기법

유현, 안상현
서울시립대학교 컴퓨터과학부
e-mail : finalyu@gmail.com, ahn@uos.ac.kr

A Reliable Routing Scheme using the Node Movement Detection in the MANET Environment

Hyun Yu, Sanghyun Ahn
School of Computer Science, University of Seoul

요 약

MANET 은 노드들의 이동으로 인해 네트워크 토폴로지가 지속적으로 변하고 배터리, 전송대역폭 등의 컴퓨터 자원에 있어 많은 제약 사항을 가지고 있다. 따라서 MANET 에서는 통신을 효율적으로 할 수 있는 프로토콜들이 필요하다. 본 논문에서는 노드 이동 감지를 이용하여 신뢰적인 경로를 설정할 수 있는 라우팅 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 NS-2 로 실험을 수행했으며, 그 결과 기존 방법보다 패킷 전송률과 라우팅 오버헤드 측면에서 우수한 성능 결과를 보였다.

1. 서론

MANET(Mobile Ad-hoc Network)은 무선 노드들 간에 자유롭게 서로 협력하여 다중-홉(multi-hop)으로 통신할 수 있도록 해주는 네트워크이다[1]. MANET 은 군용통신에서 사용할 목적으로 유선 기반망의 도움 없이 네트워크를 형성할 수 있도록 고려되었기 때문에 기존 네트워크 인프라를 설치할 수 없는 지역에 유용하다. 그러나 MANET 은 노드들의 이동으로 인해 네트워크 토폴로지가 불규칙하게 변하고 배터리, 전송대역폭 등의 컴퓨터 자원에 있어 많은 제약 사항을 가지고 있다. 따라서 MANET 에서는 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 프로토콜이 필요하다. 특히 라우팅 프로토콜은 일반적으로 다중-홉 통신을 하는 MANET 에서 성능을 좌우하는 중요한 프로토콜이다. MANET 의 대표적인 라우팅 프로토콜은 크게 세가지 방식으로 분류할 수 있다.

첫 번째로 proactive(table-driven) 방식의 라우팅 프로토콜에서는 모든 이동 노드가 도착 가능한 모든 라우팅 정보를 항상 유지한다. 두 번째로 reactive(on-demand) 방식의 라우팅 프로토콜은 데이터 전송에 대한 요구가 있을 때 경로를 탐색하는 방식이며, 마지막으로 hybrid 방식은 proactive 방식과 reactive 방식의 장점을 통합한 기법이다.

일반적으로 MANET 은 수많은 노드들로 구성되어 있기 때문에 라우팅 오버헤드가 큰 proactive 방식보

다는 reactive 방식의 라우팅 프로토콜이 보다 효율적이다. Reactive 방식의 라우팅에서는 소스 노드에서 목적지 노드까지 탐색된 경로로 패킷이 전달되다가 어떤 중간 노드에서 패킷 전송이 실패하게 되면 일반적으로 경로가 끊겼다고 판단한다. 그리고 소스 노드에게 이 정보를 알리고 소스 노드는 새로운 경로를 탐색하기 위해 경로 요청 메시지를 다시 브로드캐스팅한다. 기본적으로 목적지 노드까지의 홉 수가 가장 작은 경로를 선택하기 때문에 노드의 이동성이 높으면 경로 재탐색이 빈번하게 발생할 수도 있다.

본 논문에서는 위와 같은 문제를 해결하기 위해 reactive 방식의 라우팅 프로토콜에서 신뢰적인 경로를 설정하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 노드 이동 감지를 통해 노드 스스로 자신의 주변 상황을 예측해서 신뢰적인 경로를 설정할 수 있는 방법이다.

2. 신뢰적인 경로 설정 기법

2.1 노드 이동 감지

동적이면서 경로의 변화가 많은 MANET 환경에서는 경로를 효율적으로 관리하고 불필요한 라우팅 오버헤드를 줄여야 한다. 이를 위해 각 노드는 다음과 같은 동작을 통해 스스로 자신의 주변 상황을 예측한다[5]. 그리고 이 정보를 이용해서 신뢰적인 경로를 설정할 수 있도록 한다.

모든 노드는 이웃 노드들에게 주기적으로 HELLO 메시지를 1-홉 브로드캐스팅한다. 이 메시지를 수신한 노드는 이웃 노드 테이블 관리와 변화량 계산을 통해 자신의 주변 상황을 예측한다. <표 1>는 이웃 노드 데

"본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (NIPA-2010-C1090-1011-0010)

이들의 각 필드에 대해 보여주고 있다.

<표 1> 이웃 노드 테이블의 필드들

필드 명	설명
Neighbor Address	이웃 노드의 주소
Neighbor Entry Counter	HELLO 메시지를 수신하지 못한 횟수
Neighbor Table Timer	타이머

이웃 노드 테이블의 엔트리 수는 네트워크 상황에 따라 변한다. 즉, HELLO 메시지의 수신 여부에 따라 변하게 된다. 노드의 이동성이 높은 경우에는 엔트리 수는 급격하게 변할 것이고 이와 반대 상황에서는 엔트리 수가 천천히 변할 것이다. 이런 변화를 이용하여 노드는 이웃 노드 테이블의 변화량을 계산하고 이 값을 기반으로 주변 상황을 예측한다. 주기적으로 이웃 노드 테이블의 변화량인 V_n 과 이 값을 계산하기 위해 사용되는 테이블 수의 평균인 E_n 은 다음과 같이 정의된다.

$$E_n = \alpha \cdot e_n + (1 - \alpha) \cdot e_{n-1} \quad (1)$$

$$V_n = \beta \cdot (e_n - E_n)^2 + (1 - \beta) \cdot V_{n-1} \quad (2)$$

수식 (1)에서 e_n 은 현재 주기의 이웃 노드 테이블의 엔트리 수를 의미하고, α 는 각 주기의 가중치로 사용되며, e_{n-1} 은 이번 주기에 계산되었던 가중치의 평균이다. 수식 (2)에서 β 는 각 주기의 가중치로 사용되며, V_{n-1} 은 이전 주기에 계산되었던 이웃 노드 테이블의 변화량이다.

2.2 신뢰적인 경로 설정 기법

위와 같이 각 노드는 자신의 주변 상황을 예측하고 있다. 이것을 이용하여 본 논문에서는 신뢰적인 경로를 설정하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법에서 경로를 탐색하기 위해 경로 요청 메시지(RREQ)와 경로 응답 메시지(RREP)를 생성하는 동작은 AODV 와 같다. 그러나 중간 노드들이 RREQ 를 수신했을 때 소스 노드까지의 경로를 설정하고 목적지 노드까지 RREQ 를 포워딩하는 방법은 기존의 최단 거리 기반 방식과는 다르다. 제안하는 기법의 동작 과정에 대해서 설명하면 다음과 같다.

우선 신뢰적인 경로를 설정하기 위해 RREQ 메시지에 새로운 필드(PathVar)를 정의한다. PathVar 필드는 RREQ 가 거쳐가는 중간 노드의 V_n 들 중에서 가장 큰 V_n 을 넣기 위한 필드이다. 즉, 소스 노드까지의 경로 중에서 가장 안 좋은 상황에 놓여있는 노드의 상태를 파악하기 위해 정의된 필드이다. 또한, 라우팅 테이블에도 새로운 필드(Reliability)를 추가하며, <표 2>는 수정된 라우팅 테이블을 보여준다. Reliability 필드는 RREQ 의 PathVar 필드 값에 의해 비교되고 수정되는 필드이며 이 필드 값을 이용하여 중간 노드는 RREQ 를 수신했을 때 다음과 같이 동작한다.

<표 2> 수정된 라우팅 테이블

Destination IP Address	Sequence Number	Hop Count	Next Hop	Reliability
------------------------	-----------------	-----------	----------	-------------

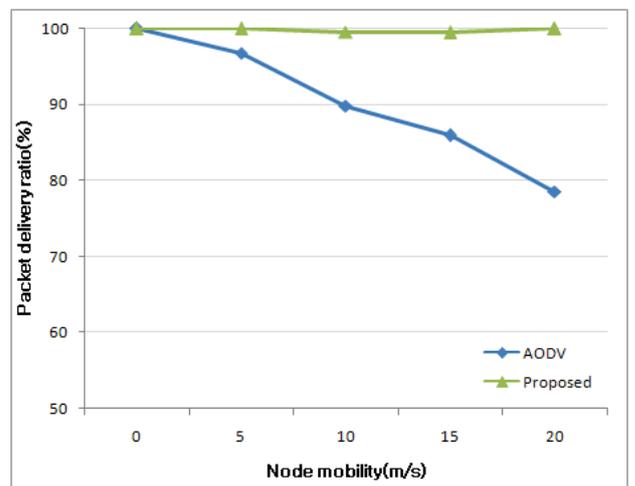
RREQ 의 소스 주소가 라우팅 테이블에 존재하고 Sequence Number 가 같으면, RREQ 의 PathVar 필드 값과 라우팅 테이블의 Reliability 필드 값을 비교한다. PathVar 필드 값이 Reliability 필드 값보다 작으면, 기존의 경로보다 안정적인 경로라고 판단하고 라우팅 테이블을 수정한다. 즉, Next Hop 필드, Reliability 필드, Hop Count 필드를 수정한다. 그리고 RREQ 를 브로드캐스팅한다. 그렇지 않으면, 기존 경로가 더 안정적인 경로라고 판단하고 라우팅 테이블의 수정 없이 RREQ 를 더 이상 포워딩하지 않는다.

목적지 노드가 처음으로 RREQ 를 수신하게 되면 바로 RREP 를 보내지 않고 일정시간 동안 대기한 후 RREP 를 보낸다. 만약 대기시간 안에 보다 안정된 경로로 RREQ 가 오면 목적지 노드는 그 이웃 노드에게 RREP 를 전송한다.

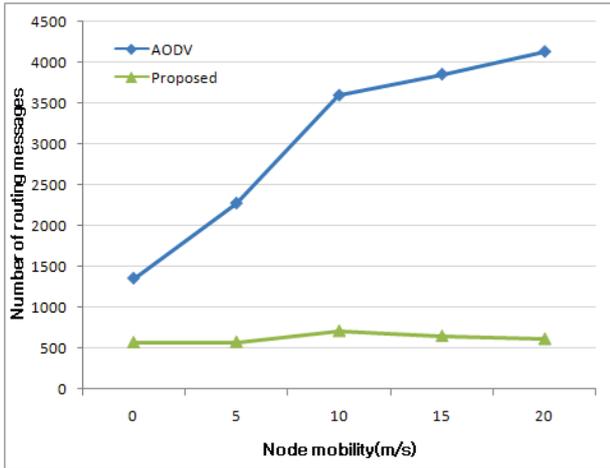
위와 같은 동작을 수행함으로써 신뢰적인 경로를 설정하여 경로 재탐색 과정을 줄이고 효율적으로 통신을 할 수 있게 한다.

3. 실험 및 분석

본 논문에서는 NS-2[6]를 이용하여 기존 AODV 와 본 논문에서 제안한 신뢰적인 라우팅 기법에 대한 성능 비교를 했다. 모든 실험에서 이동 노드의 전송 범위는 250m 로 하였고 간섭범위는 500m 로 설정했다. MAC 계층의 인터페이스는 IEEE 에서 규정한 802.11 을 사용하였고 2Mbps 의 데이터 전송 대역을 가지는 것으로 하였다. 전파의 전달 형식은 Two Ray Ground 이며 시뮬레이션을 위한 땅으로 100 개의 노드를 1000m x 1000m 망에 랜덤하게 배치했다. 그리고 CBR 을 사용하여 랜덤하게 소스 노드와 목적지 노드를 설정하고 트래픽을 발생시켰다. 전체 실험 시간은 200 초이다.



<그림 1> 패킷 전송률 비교



<그림 2> 라우팅 오버헤드 비교

그림 1 에서 보는 바와 같이 본 논문에서 제안한 라우팅 기법이 기본 기법에 비해 안정적인 노드들로 경로를 설정하기 때문에 패킷 전송률이 높음을 알 수 있다. 그리고 제안한 라우팅 기법은 경로 재탐색 횟수를 최대한 줄이기 때문에 제어 메시지의 오버헤드도 기존 기법에 비해 매우 낮음을 그림 2 에서 볼 수 있다.

4. 결론

MANET 은 노드들의 이동으로 인해 네트워크 토폴로지가 불규칙하게 변하고 배터리, 전송대역폭 등의 컴퓨터 자원에 있어 많은 제약을 가지고 있기 때문에 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 프로토콜들이 필요하다. 본 논문에서는 MANET 에서 노드 이동 감지를 이용한 신뢰적인 경로 설정을 통해 경로 재탐색을 줄임으로써 자원 소모를 줄이고 효율적으로 통신을 할 수 있도록 하는 라우팅 기법을 제안했다.

참고문헌

- [1] C. Perkins, Ad Hoc Networking, Addison Wesley, 2001.
- [2] C. Perkins and E. Royer, "Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV) Routing", Internet - RFC, July 2003.
- [3] T. Clausen and P. Jacquet, "Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)", RFC 3626, Oct. 2003.
- [4] David B.Johnson, David A.Maltz and Yih-Chun Hu, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)", Internet -RFC 4728, February 2007.
- [5] 유현, 안상현, "MANET 환경에서 지속적인 경로 유지를 위한 노드 이동 감지 기법", 한국정보처리학회 춘계학술대회, 2007년 5월.
- [6] K. Nahm, et al., "TCP over multihop 802.11 networks: issues and performance enhancement", ACM MobiHoc, May 2005.
- [7] The Network Simulator, NS-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.