

효율적인 지역복구를 위한 AODV 라우팅 프로토콜의 개선

안수길⁰, 천수자, 안상현
서울시립대학교 컴퓨터과학부
{skan95⁰, cheon, ahn}@venus.uos.ac.kr

Improvement of The AODV Routing Protocol for an Efficient Local Repair

Soogil Ahn⁰, Sooja Cheon, Sanghyun Ahn
School of Computer Science, University of Seoul

요 약

애드 혹 망은 유선 기반망 없이 무선 노드만으로 구성된 망을 말한다. 이러한 특징으로 인하여 빠른 망 구축을 가능하게 하지만, 망의 동적인 구조와 노드들의 이동성을 고려할 때 효율적인 데이터 전송을 위한 경로 유지는 중요한 문제로 대두된다. 본 논문에서는 애드 혹 라우팅 프로토콜 중의 하나인 AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector) 라우팅 프로토콜에서의 지역복구 (local repair) 시 경로설정 패킷의 플래딩 범위를 제한하는 범위 제한적(scoped) 플래딩을 이용한 효율적인 지역복구 기법을 제안한다. 이 방법의 경우 기존의 AODV 지역복구에 비해서 경로설정 오버헤드를 줄이고 데이터 전송률을 높일 수 있다.

1. 서 론

애드 혹 망은 고정된 네트워크 기반 없이 무선 이동 노드들만으로 이루어진 무선 기반의 인프라 구조이다. 이동 노드들간의 연결은 유선 기반망 없이 노드들 자체로서 모든 통신이 이루어져야 하므로 각 노드들은 중계기 기능을 수행하거나 때로는 멀티 홉 통신이 이루어져야 한다. 무선 환경의 특수성, 즉 무선 채널의 사용, 전송 거리와 전송 대역폭의 제약, 전파 간섭을 감안할 때 데이터 전송 경로를 결정하고 유지하는 라우팅 프로토콜이 기존 유선망에서의 라우팅 프로토콜과 상이함을 뜻한다[2].

현재 IETF의 MANET 워킹그룹에서 제안하는 애드 혹 라우팅 프로토콜은 크게 각 이동 노드가 무선망 내의 모든 경로의 정보를 유지하면서 변화 내용을 수시로 수정하는 Table-Driven 방식과 특정 목적지에 대한 경로를 요구하였을 때만 경로설정 과정을 수행하는 On-Demand 방식이 있다[3].

AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector)는 대표적인 On-demand 방식의 애드 혹 라우팅 프로토콜로서 경로 절단 시 중간 노드에서 지역복구를 하여 경로를 재설정하도록 하고 있다[1]. 하지만 이 경우 경로 설정 패킷은 플래딩 방법을 사용하여 전달되기 때문에 망에 많은 트래픽을 유발한다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 지역 복구 시 경로 설정 패킷을 제한적으로 플래딩하여 새로운 경로가 이전 경로보다 n (작은 값) 홉이 크더라도 지역 복구 성공으로 보는 범위 제한적 지역 복구 방식을 고려한 개선된 AODV를 제안한다.

2. AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector)

AODV는 애드 혹 망을 위해 설계된 On-demand 방식의 라우팅 프로토콜으로 크게 소스 노드에서 목적지 노드까지의 경로를 찾는 경로 발견(route discovery) 과정과 경로 발견 과정을 통해 얻어진 경로를 사용하여 패킷을 전송하는 동안 경로의 상태를 감시하여 경로의 에러를 감지 처리하기 위한 경로 유지(route maintenance) 과정으로 나뉜다.

2.1 경로 발견 과정

데이터 패킷의 목적지 노드(destination)를 향한 경로를 찾기 위하여 소스(source) 노드는 경로설정을 요구하는 Route Request(RREQ) 메시지를 플래딩하여 소스와 목적지 노드 사이의 경로를 설정하도록 요구한다. RREQ는 이 메시지를 받은 노드가 목적지 노드이거나 목적지 노드의 경로를 알고 있는 중간 노드에 도달할 때까지 계속 전달되고 동일한 소스 노드 주소와 RREQ 플래딩 ID를 가지는 메시지를 수신한 경우 무시한다. 이렇게 전달된 RREQ가 목적지 노드에 전달되면 패킷 안에 있는 송신자와 목적지 주소를 확인하고 다시 역방향으로 경로요구에 응답하는 RREP (Route Reply) 메시지 보낸다.

2.2 경로 유지 과정

데이터가 전달되는 경로 상에 있는 노드들은 자신의 이웃 노드들과의 연결성을 계속 확인한다. 이는 노드들 간

의 HELLO 패킷 전달을 통하여 이루어지며 만약 이웃 노드와의 연결성이 끊어졌을 경우 지역 복구 (local repair) 과정에 들어가게 된다. 지역 복구 과정에 들어 가게 되면 경로 절단을 탐지한 소스 노드 방향으로의 중간 노드는 일단 전달되고 있는 데이터를 버퍼링하고 해당 데이터의 목적지로의 경로 발견 과정을 재시도 한다. 절단된 경로의 지역 복구 시 경로설정을 위한 RREQ 패킷에 해당 목적지 노드의 순서번호보다 1이 큰 값으로 세팅하여 플러딩을 한다. 이 경우 해당 RREQ를 받은 중간 노드들은 목적지 노드에 대한 정보를 가지고 있고 RREQ에 들어 순서번호보다 큰 값을 가지고 있는 경우에만 RREP를 생성한다. 지역 복구를 하여 경로가 재설정되면 중간 노드는 버퍼링하고 있던 데이터의 전송을 재개한다. 그림 1은 지역 복구 과정을 나타낸 것이다.

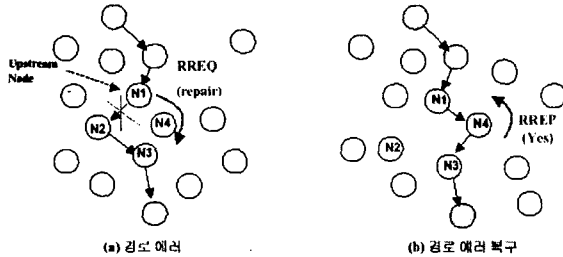


그림 1. 지역 복구 과정

3. 범위 제한적 지역 복구(Scoped Local Repair)

기존의 AODV에서는 지역 복구를 위한 RREQ를 받은 노드가 최신의 경로에 있지 않은 경우, 즉 자신이 가지고 있는 목적지 노드의 순서번호가 RREQ 패킷의 순서번호보다 작은 경우, RREQ를 플러딩한다.

이 논문에서 제안하는 지역 복구 방식은 경로 절단 상황에서의 이전 사용 경로도 최신의 경로로 보고 그 경로 상의 노드에서는 RREQ 플러딩을 제한시킨다. 또한 최신의 경로이면서 새 경로의 홉 수가 이전 경로보다 작거나 같은 경우는 RREP를 전송하지만 큰 경우는 경로 에러 발견 노드의 상위 노드이기 때문에 RREP를 전송하지 않고 RREQ도 플러딩 하지 않는다. 이 방식을 범위 제한적 플러딩(scoped flooding)이라고 명명하며, 그림 2에 범위 제한적 플러딩의 순서도를 보였다.

최신 경로의 요건을 완화하여 경로 절단 이전 경로에 대해서도 RREP를 생성하게 하며, 이 경우 새 경로의 홉 수가 이전 경로의 홉 수보다 작거나 같은 경우만 RREP를 생성하도록 제한시킨다. 홉 수가 큰 경우는 지역 복구 시도 노드보다 목적지 노드에서 더 멀리 떨어진 것이기 때문에 RREP도 생성하지 못하고 RREQ도 더 이상 플러딩 하지 못한다. 이를 위하여 RREQ의 예약(Reserved) 필드를 복구(Repair) 필드로 수정하였고 지역 복구 시도 노드는 자신이 가지고 있는 목적지 노드의 홉 수 정보를 삽입하여 플러딩하면 수신 노드에서는 이 값을 비교하여 RREP 생성 여부를 결정한다. 자신의 순서번호가 RREQ의 순서번호보다 큰 경우에는 기존의 AODV 방식대로 경

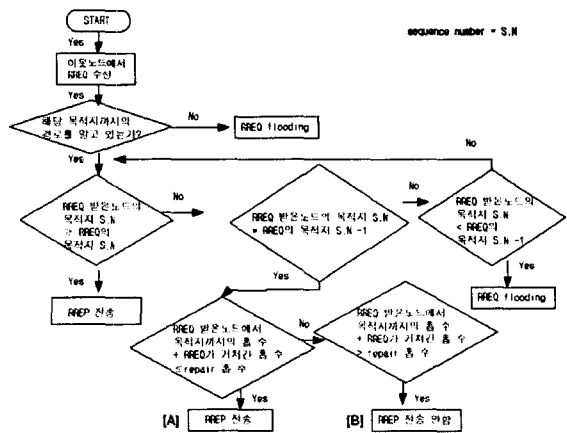


그림 2. 범위 제한적 플러딩의 순서도

로 발견 과정을 수행한다.

4. 실험 및 성능 평가

4.1 실험환경

제한한 프로토콜의 실험적 성능 평가를 위하여 Global Mobile Simulation(GloMoSim)을 사용하였다[4]. 망구조는 1000m X 1000m 공간에 노드 50개를 배치하여 20개의 노드가 패킷 전송에 참여한다. 노드의 전송 반경은 250m이며 채널 용량은 2Mbps로 설정하였다. 매체 접근 제어 프로토콜은 IEEE 802.11을 사용하며 소스와 목적지 노드는 무작위로 선택하고, 소스는 1초당 크기가 512bytes인 4개의 패킷을 일정한 간격으로 보낸다. 총 실험 시간은 2000초이며, 매 실험마다 소스와 목적지 노드를 바꿔가면서 측정치의 평균을 구하고, 각 노드들의 이동 속도는 0 ~ 10m/s로 하였으며 각 시나리오에 0초에서 800초까지 50초 간격으로 정지시간을 두었다.

4.2 성능평가 요소

본 논문에서는 기존의 AODV에서의 지역 복구 기법과 범위 제한적 지역 복구 기법, Improved AODV, 즉 범위 제한적 지역 복구 기법에서 RREQ의 Repair 필드에 들어 있는 값보다 1, 2, 3 홉이 큰 경우도 RREP를 생성하게 한 기법들, 마지막으로 기존 AODV에서 이전 경로와 새 경로를 비교할 때 이전 경로보다 1, 2, 3 홉이 큰 경우도 지역 복구 성공으로 보는 기법들에 대해서 성능 비교를 한다.

성능 비교를 위한 성능 평가 요소는 다음과 같다.

- 지역 복구 성공률 = (성공한 지역 복구 성공횟수 / 총 지역 복구 시도횟수)
- 데이터 패킷 전송률 = (수신된 총 데이터 패킷수 / 송신된 총 데이터 패킷수)
- 총 경로설정 오버헤드 = (RREQ 패킷수 + RREP 패킷수 + RERR 패킷수)

4.3 실험결과

4.3.1 노드 이동성에 따른 지역복구 성공률

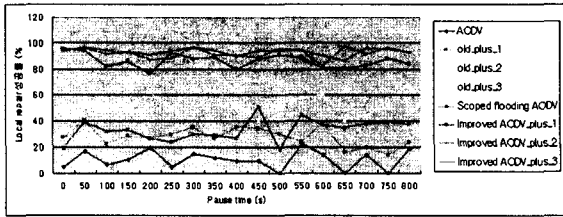


그림 3. 노드 이동성에 따른 지역 복구 성공률

그림 3은 지역 복구 시도횟수에서 성공한 지역 복구 시도 횟수가 얼마나 되는지 보여주며 지역 복구 성공이란 해당 기법에서 이전 경로보다 나은 경로를 찾은 경우를 말한다. 기존의 AODV는 20% 이하의 낮은 성공률을 보인다. 범위 제한적 플러딩은 20%~50% 사이의 비율을 보이며, 그 이유는 첫번째로 받은 RREP에서 경로설정 여부를 결정하게 되는 기존 AODV와는 달리 설정 시간내에 지역복구가 가능한 RREP를 받게 되는 범위 제한적 플러딩의 장점 때문이다. 그러므로 첫번째 RREP에서 경로에러를 결정하는 기존 AODV의 지역복구 기법을 개선하여 좀 더 높은 지역 복구 성공률을 보였다.

4.3.2 노드 이동성에 따른 데이터 패킷 전송률

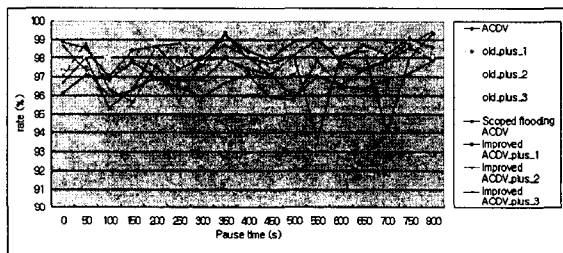


그림 4. 노드 이동성에 따른 데이터 패킷 전송률

그림 4는 소스 노드에서 목적지 노드로 전달된 데이터 패킷의 수신 정도를 보여준다. 범위 제한적 플러딩만을 사용한 경우에는 전체적으로 기존 AODV보다 낮은 데이터 전송률을 보인다. 이는 기존 AODV보다 높은 지역복구 성공률을 보이지만 RREQ를 발생한 노드에서 지역 복구 가능한 RREP만을 받는 것으로 인한 지연이 데이터 전송률에 영향을 주었기 때문이다. 하지만 Improved AODV에서는 비교적 짧은 시간 내에 손실된 경로를 국부적으로 재구성할 수 있기 때문에 98%~99%의 높은 데이터 전송률을 유지한다.

4.3.3 노드 이동성에 따른 경로설정 패킷수

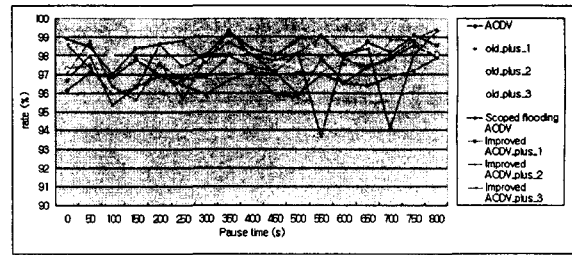


그림 5. 노드 이동성에 따른 경로 설정 패킷수

그림 5는 네트워크 전체에서 실험 시간동안 발생된 모든 제어 패킷 수의 합을 보여준다. 각각의 경우 모두 노드 이동이 커질수록 네트워크 토폴로지 변화 정도가 심하기 때문에 경로설정 패킷수가 증가한 것을 볼 수 있다. Improved AODV_plus_1이 기존 AODV보다 경로설정 오버헤드를 감소시킨 것을 볼 수 있다. 기존 AODV는 지역 복구 성공률이 낮고 실패 시 소스 노드가 새 경로를 찾기 때문에 경로설정 오버헤드의 발생을 크게 한다.

5. 결론

무선 에드 혹 망에서 경로 에러 발생 시 경로의 신속한 복구는 무선 환경에서 중요한 요소라고 할 수 있다.

범위 제한적 기법은 경로 에러 발생 시 효율적인 지역 복구를 위해 중간 노드에서 경로설정 패킷을 제한적으로 플러딩하고 새 경로와 이전 경로의 목적지까지의 홉 수를 비교해서 새 경로의 홉 수에 n홉을 더 둔 기법이다.

모의 실험을 통하여 기존의 AODV에서의 지역 복구 기법에 비해서, 범위 제한적 지역 복구 기법이 데이터 전송률을 향상시키며 경로 설정 패킷 오버헤드를 감소시켜 네트워크 망의 전체적인 효율을 높이는 것을 보였다.

참고문헌

- [1] Perkins, Charles E., Royer, Elizabeth M., and Das, Samir R., "Ad hoc on-demand distance vector (AODV) routing", IETF draft-ietf-manet-aodv-10.txt, January 2000.
- [2] Jacquet, Philippe, Viennot, Laurent, "Overhead in Mobile Ad-hoc Network Protocols", Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, Juin 2000.
- [3] Internet Engineering Task Force (IETF) Mobile Ad Hoc Network (MANET) Working Group Charter, <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>
- [4] UCLA Computer Science Department Parallel Computing Laboratory and Wireless Adaptive Mobility Laboratory, GloMoSim: A Scalable Simulation Environment for Wireless and Wired Network Systems.