

지역적 복구를 이용한 개선된 AODV 알고리즘

안태영⁰, 서주하
강원대학교 컴퓨터정보통신공학과
atylove@bcline.com⁰, jhseo@kangwon.ac.kr

An Improved AODV Algorithm Using Local Repair

An Tae young⁰, Seo Su Ha
Department of Computer Information and Communications Engineering Kangwon National University

요 약

이동성을 가진 다수의 노드들로 구성된 Ad-Hoc 무선 네트워크는 유선망이나 기지국이 존재하지 않는 환경에서 통신망을 구성하기 위한 목적으로 연구되어 왔다. Ad-Hoc 무선 네트워크에서 라우팅 프로토콜은 이동 노드들간의 연결을 위한 경로를 제공하며, 본 논문에서는 무선 Ad-Hoc 라우팅 프로토콜 중 AODV(Ad-Hoc On-Demand Distance Vector routing)의 개선된 알고리즘을 제안하고자 한다. AODV는 경로획득, 경로유지, 경로복구의 크게 3단계로 나누어져 있고, AODV에서의 경로복구는 전체 경로를 재설정하는 것으로 많은 오버헤드를 가지고 있다. 제안한 방법에서는 링크손실로 인한 경로복구의 과정을 링크 손실이 발생한 인접 지역내에서 행하게 함으로써 전체적인 성능 향상을 가져왔다.

1. 서 론

애드 혹(Ad Hoc)망은 이동성을 가진 다수의 노드들에 의해 구성되는 네트워크로서, 최근 홈 네트워크, 센서 네트워크, PAN(Personal Area Network) 등 다양한 응용 분야에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

애드 혹 무선 망에서는 기지국이나 유선망 등 하부구조가 존재하지 않고 이동성을 가진 노드들만으로 구성된 망을 통해서 멀티 홉으로 데이터 전송이 이루어지게 됨으로써, 이동성으로 말미암은 토폴로지의 변화에 적응할수 있는 라우팅이 필수적이다. 애드 혹 무선 망을 위한 라우팅 프로토콜[1]은 크게 2 가지로 분류될 수 있다.

Table-driven 방식은 모든 이동노드들이 항상 최신의 라우팅 정보를 유지하며, 라우팅 정보를 주기적으로 또는 네트워크 토폴로지 상의 변경이 있을 때마다 네트워크 전체로 전파시켜 각 노드들이 자신의 라우팅 정보를 변경하도록 하는 것이다. 이러한 방식은 데이터 전송시 지연 없이 항상 최적의 루트를 통해서 라우팅 할 수 있는 장점을 가지고 있으나 토폴로지의 변화가 심할 경우 라우팅 정보를 네트워크 전체로 전파하기 위한 제어 메시지의 오버헤드가 크다는 문제점을 가지고 있다.

이러한 Table-driven 방식의 단점을 해결하기 위해 On-demand 방식의 라우팅 프로토콜이 제안되었다. 이 방식은 필요시에만 라우팅 경로를 구성하는데, 리액티브(Reactive) 방식이라고도 한다. On-demand 방식은 데이터 전송의 요청이 있을 때만 경로를 생성하는 방법으로써 Table-driven 방식에 비해 제어 메시지의 오버헤드를 감소시킬 수 있다. 생성된 라우팅 정보는 경로 상의 각 노드에 저장되어 일정 기간 동안 해당 루트가 사용되지 않을 경우 노드로부터 삭제된다. 이러한 On-demand 방식은 데이터 전송의 요청이 있을 때 경로를 생

성하기 때문에 이로 인한 전송 지연이 발생하며, 이러한 추가적인 시간을 줄이기 위한 많은 연구가 진행되고 있다.

이 논문의 2장에서는 Ad-Hoc 무선네트워크에서 On-demand 방식을 사용하는 라우팅 알고리즘과 AODV의 메커니즘을 설명하고, 3장에서는 지역적 복구를 이용한 개선된 라우팅 알고리즘에 대하여 설명하였으며 4장에서는 결론에 대하여 서술하였다.

2. 관련연구

이 장에서는 On-demand 방식을 사용하는 라우팅 알고리즘의 종류와 AODV의 기본 메커니즘에 대해 서술한다.

2.1 On-demand 방식을 사용하는 라우팅 알고리즘

On-demand 방식을 사용하는 라우팅 알고리즘에는 AODV(Ad-hoc On-demand Distance Vector), DSR(Dynamic Source Routing), TORA(Temporally Ordered Routing Algorithm), ABR(Associativity-Based Routing) 프로토콜 등이 있다.

DSR 라우팅 프로토콜[2]은 소스 라우팅에 방식에 기초하고 있으며 모든 노드는 루트 캐쉬를 유지하고 있다. DSR는 데이터 발생시 목적 노드로의 루트 정보가 존재하지 않을 경우 루트 정보 획득을 위해 RREQ 메시지를 이웃 노드로 방송한다. RREQ 메시지를 수신한 중간 노드는 목적 노드로의 루트 정보를 루트 캐쉬에 가지고 있지 않을 경우 자신의 주소를 RREQ에 추가하여 이웃 노드로 다시 방송한다. RREQ 메시지를 수신한 노드가 목적 노드로의 루트 정보를 루트 캐쉬에 저장하고 있을 경우이거나 목적 노드인 경우, 목적 노드로의 루트 정보를 RREP 메시지에 추가하여 소스 노드로 전달한다. 루트 상의 오류 발생시 RERR 메시지를 생성하여 소스노드로 향해 전달하

고, RERR을 수신한 노드는 자신의 루트 캐쉬에서 해당 링크 손실이 발생한 루트의 정보를 삭제하며, 다른 경로가 있을 경우 이를 이용하여 데이터 전송을 계속 수행하며, 그렇지 않을 경우 RERR 메시지를 소스 노드로 전달하게 된다. 이러한 DSR 방식은 루트 캐쉬를 이용하여 경로 획득 시간을 줄일수는 있으나, 노드의 이동으로 인하여 잘못된 정보를 가질수 있고, 데이터 전송시 전체 경로를 실어 보내야하는 오버헤드가 있다.

AODV 라우팅 프로토콜[3,4]은 Table-driven 방식의 DSDV(Destination-Sequence Distance Vector)와 같이 목적지 순차 번호를 사용하여 라우팅 루트를 방지하며, DSR과 유사한 루트 탐색 절차를 사용한다. 단 AODV 라우팅 프로토콜은 DSR과 달리 패킷 헤더에 전체 경로를 포함하지 않는다. 경로 획득 과정에서 각각의 중간 노드는 목적지로 패킷을 전달할 수 있는 다음 노드에 대한 라우팅 테이블(routing table)을 유지하기만 하면 된다. 데이터 패킷은 각각의 중간 노드가 유지하고 있는 라우팅 테이블에 의해 전달되어진다.

ABR 라우팅 프로토콜[5]은 AT(Associativity Tick)을 이용하여 인접 노드의 이동성 정도를 파악하여 이동성이 적은 노드를 선택하여 경로를 설정하게 함으로써 링크 손실의 빈도를 줄이고자 하였다. ABR에서 사용하는 AT는 주변노드로부터 주기적으로 방송하는 일종의 비콘(beacon)신호를 카운트한 것으로 AT가 큰 노드는 주변에 있을 확률이 높고 이동성이 적은 노드로 판단을 하게 된다. 노드의 이동성 정도를 파악하기 위한 AT의 측정을 위해 주기적인 비콘 신호를 전송해야 하는데, 이는 네트워크의 자원을 낭비하게 되고, 노드들의 이동이 빈번한 도플러지에는 적합하지 않다.

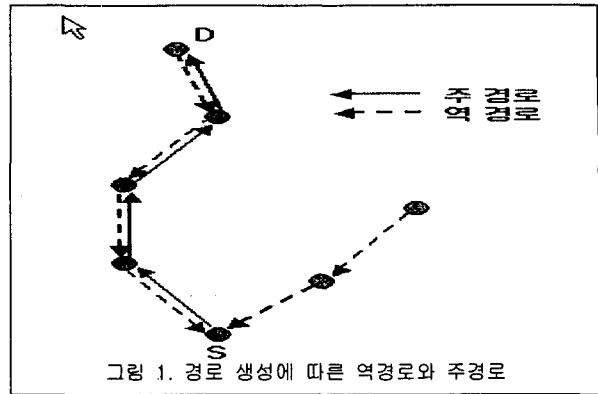
2.2 Ad-hoc On-demand Distance Vector 라우팅 프로토콜
이 장에서는 AODV에서의 경로 탐색, 경로 유지, 경로 복구를 단계적으로 나누어서 서술한다.

2.2.1 경로 탐색

AODV는 On-demand 방식으로 데이터 전송 요구가 있을 경우 경로 획득의 과정을 시작한다. 소스 노드가 목적지까지 데이터를 전달하고자 할 때, 소스 노드는 자신의 인접노드에게 경로 요구(RREQ:Route Request)메시지를 방송함으로써 경로 탐색과정을 수행하게 된다.

RREQ를 수신한 노드가 목적노드가 아니고 목적지에 대한 어떤 경로도 가지고 있지 않을 경우 RREQ를 수신한 노드는 스스로의 역방향 경로으로 설정하고, 자신에 인접한 노드에게 RREQ를 방송하게 된다.

하지만 RREQ를 수신한 노드가 목적지 노드이거나 중간 노드로써 목적지 노드까지의 경로를 가지고 있을 경우, RREQ를 더 이상 방송하지 않고, 라우팅 테이블 엔트리와 수신한 RREQ의 목적지 순서번호를 비교하여, RREQ의 목적지 순서번호가 작거나 같을 경우 소스 노드로 경로응답(RREP:Route Reply)메시지를 단방향으로 전송하게 된다.



이웃 노드로부터 RREP을 수신한 노드는 이웃 노드를 통한 목적지로의 경로 엔트리를 형성하고, 해당 엔트리에 대한 설정값들(타임아웃, 목적지 순서 번호 등)을 기록하게 되고, 소스노드가 RREP을 수신하면 데이터 전송을 시작하게 된다.

2.2.2 경로 유지

AODV는 데이터 전송을 위한 경로 엔트리의 유지 및 연결 상태를 확인하기 위하여 데이터 링크 계층의 RTS(Receive to Ready)와 CTS(Clear to Send) 메카니즘과 주기적인 Hello 메시지의 전송 두 가지 방법을 사용하게 된다.

Hello 메시지는 주 경로상의 노드가 주기적으로 송신하는 것으로 인접 노드는 해당 노드로부터의 Hello 메시지를 수신 받지 못했을 경우 링크 손실로 판단, 경로 복구의 과정을 거치게 된다.

그리고 RTS-CTS 메카니즘은 데이터 링크계층에서 송신 노드가 데이터를 보내기 전에 다른 노드로부터의 간섭을 방지하기 위하여 먼저 송신 노드에게 보낼 데이터가 있다는 것을 알리고 (RTS), 이를 받은 수신노드는 데이터를 보내도 된다는 허가의 형태로(CTS)를 보내게 되는데, 만약 RTS를 보냈는데 CTS의 응답이 오지 않을 경우, Hello 메시지의 경우와 마찬가지로 링크 손실로 판단, 경로 복구의 과정을 거치게 된다.

2.2.3 경로 복구

링크 손실을 감지한 링크의 상황 노드는 해당 경로 엔트리에서의 Precursor List에 있는 노드로 RERR 메시지를 단방향으로 전송하거나 방송하게 된다. RERR을 수신한 노드는 자신의 라우팅 테이블에서 해당 엔트리를 삭제하고 소스 노드가 아니거나, 해당 경로 엔트리에서의 Precursor List에 있는 노드로 RERR 메시지를 단방향으로 전송하거나 방송하게 된다.

소스 노드가 RERR을 수신할 경우 전송할 데이터가 있으면 경로 탐색 과정을 다시 수행하게 되고, 만약 전송할 데이터가 없으면 라우팅 테이블의 엔트리만을 삭제하게 된다.

3. 지역적 복구를 이용한 개선된 라우팅 알고리즘

AODV 프로토콜에서는 링크 손실(link fail)이 발생하고 여전히 전송할 데이터가 남아있을 때에는, 소스 노드가 다시 경로

획득 절차를 수행하기 위해 RREQ 메시지를 방송하게 된다. 도플러 변화가 크지 않고, 참여하는 노드의 이동으로 링크 손실이 발생했다면, 경로 재획득(route re-discovery)을 통해 얻어지는 새로운 경로도 처음에 얻어진 경로와 큰 차이를 보이지 않을 것이다. 즉 링크 손실을 경험한 노드의 주변에서만 새로운 경로를 확보할 수 있다면, 경로 재획득 과정에서 발생하는 오버헤드와 지연을 줄일 수 있다. 이 논문에서 이와 같은 단점을 개선하고자 지역적 복구를 이용한 AODV 프로토콜을 제안한다.

3.1 링크 손실에 따른 지역적 복구

AODV에서는 Hello 메시지와 데이터링크 계층에서의 RTS(Receive To Send), CTS(Clear To Send)를 이용하여 링크 손실을 판단한다. 이러한 방법에 의해서 그림2에서와 같이 링크 손실을 감지한 노드는 LFRREQ(Link Fail Route Request)를 방송하게 된다. 이때 제한적 지역복구를 위하여 IP Header의 TTL값을 2로 셋팅하여 전송함으로써 경로 획득의 범위를 축소시키게 된다.

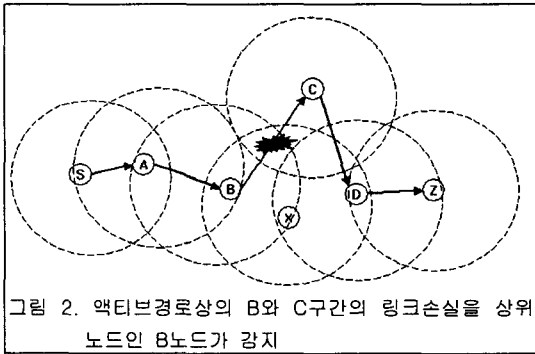


그림 2. 액티브경로상의 B와 C구간의 링크손실을 상위 노드인 B노드가 감지

제안하는 프로토콜의 원활한 수행을 위해서 링크손실 경로요청 메시지(Link Fail Route Request:LFRREQ)를 표1과 같이 정의하였다.

표1 Link Fail Route Request Format

Type	Reserved	Hop Count
Destination IP Address		
Destination Sequence Number		
Originator IP Address(Source IP address)		
Originator Sequence Number		

LFRREQ를 수신한 노드는 자신의 라우팅 테이블에 액티브 경로가 있는지를 확인하고 없을 경우에는 역경로를 생성하고 IP Header의 TTL값을 1감소시킨후 다시 방송하게 된다. 이때 그림2에서의 A, D와 같이 액티브 경로가 있지만 Hop 수가 큰 노드로부터의 응답을 막기 위하여 링크 손실을 감지한 노드는 목적노드까지의 Hop수를 LFRREQ 메시지에 포함시켜서 전송을 하게 된다.

라우팅 테이블에 액티브 경로가 존재하고, Hop Count 값이 LFRREQ의 Hop Count보다 작을 경우 역경로를 이용하여 RREQ를 전송하게 된다. 그림2의 경우에서 제한적 지역복구를

통하여 최종적으로 생성되는 결과는 그림3에서 보이고 있다.

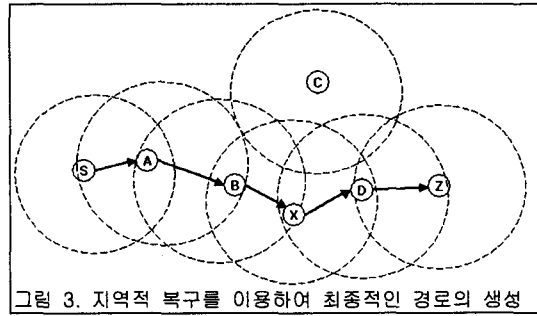


그림 3. 지역적 복구를 이용하여 최종적인 경로의 생성

제안하는 방법에서는 2hop의 범위안에서 경로 복구를 행하지 못할 경우 지역적 복구를 실패했다고 간주하고, 소스노드로부터의 전체경로에 대한 복구가 이루어지게 하였다.

4. 결론

기존의 AODV 라우팅 프로토콜에서의 경로 재획득 과정은 시간지연은 물론이거니와 경로 재획득 과정에서 발생하는 제어 메시지로 말미암아 무선 자원의 낭비와 링크 손실이 발생한 후 경로를 재획득하기 전까지 네트워크 상에 있는 데이터 패킷의 손실을 가져왔다. 제안한 방법에서는 링크 손실로 인한 경로 재획득 과정에서 경로를 복구시킬 범위를 최소로 함으로써, 빠른 경로 획득 과정을 수행하게 된다. 또한 제한된 범위에서의 제어는 네트워크 자원의 이용을 높일 수 있을 뿐만 아니라, 빠른 경로 획득으로 말미암아 링크 손실로 발생하는 데이터 패킷의 손실도 감소시킬 수 있다.

참고문헌

- [1] Elizabeth Royer, and C-K Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad-Hoc Mobile Wireless Networks", IEEE Personal Communications Magazine, April 1999, pp. 46-55.
- [2] Johnson, D., Maltz, D., "Dynamic Source Routing in Ad Hoc Wireless Networks," Mobile Computing, Chapter 5, pp. 153-181, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [3] Charles E. Perkins and Elizabeth M. Royer. "Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing," Proceedings of the 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, New Orleans, LA, February 1999, pp. 90-100.
- [4] Charles E. Perkins and Elizabeth M. Royer, "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing", Internet Draft, draft-ietf-manet-aodv-11.txt, Jun, 2002, Mobile Ad Hoc Networks Working Group.
- [5] C.-K. Toh. "Associativity based routing for ad hoc mobile networks." Wireless Personal Communications Journal, Special Issue on Mobile Networking and Computing Systems, 4(2):103--139, March 1997.