
MANET에서 노드 이동성 정보를 활용하여 경로의 안정성을 높인 향상된 AOMDV

박 란* · 김우완** · 장상동***

경남대학교

Improved AOMDV to Increase Path Stability by Utilizing The Node Mobility Information in MANET

Ran Park* · Wuwoan Kim** · Sangdong Jang***

Kyungnam University

b041620@naver.com · wukim@kyungnam.ac.kr · angong@kyungnam.ac.kr

요 약

MANET에서 경로를 구성하고 있는 노드들은 라우터로서 동작하고 각기 다른 이동성을 가지고 있다. 따라서 경로에 속해있는 노드 중 이동성이 높은 노드가 있다면 해당 노드는 속해있는 경로의 단절을 일으킬 확률이 높으므로 경로 선택에서 최대한 배제되어야 한다. 본 논문에서는 경로의 안정성을 증가시키기 위해 기존에 알려져 있는 다중경로 라우팅 프로토콜인 AOMDV(Ad-Hoc On-demand Multipath Distance Vector)를 확장하여 노드 이동성에 대한 정보를 기록 관리한다. 노드 이동성에 대한 정보 관리를 위해 MRecord 필드와 Relieve 필드를 추가하고, 그 정보를 실제 경로 설정에 반영하기 위해 RREP(Route Reply) 메시지에는 Mbl 필드를 추가하여 이동성이 높은 노드를 경로 구성에서 배제하여 보다 안정적인 경로를 구성할 수 있도록 하였다.

ABSTRACT

In MANET, the nodes, configuring a path, act as routers and they have various mobilities. If the path is broken by a node's moving, a new path has to be found again. For this reason, the node with high mobility should be excluded from configuring a path as far as possible. In this paper, we propose an algorithm which excludes nodes with high mobility from constructing a path by collecting and managing the information of mobility. As the result, the proposed algorithm provides more stable paths. In this algorithm, we append MRecord Field and Relieve Field in the routing table to collect and manage the mobility information by extending current AOMDV. In addition, we add Mbl Field to RREP (Route Reply) message to adapt the collected information to configure the real path.

키워드

MANET, 라우팅 프로토콜, AOMDV, 경로 안정성, 노드 이동성

1. 서 론

MANET(Mobile Ad-hoc Network)은 기지국이나 Access Point 등과 같은 중재자의 도움 없이

이동 노드들 각각 라우터로 동작하며 자체적 연결을 설정하는 네트워크이다[1]. 자유롭게 움직이는 노드들로 구성되어있어 노드들 간 연결성이나 전과상태 등에 따라 네트워크 토폴로지는 즉흥적으로 계속 변한다. 이러한 토폴로지의 잦은 변화는 네트워크의 구성과 유지를 어렵게 한다.

토폴로지 변화의 주된 원인은 노드들이 가진 이동성이다. 노드들은 자유롭게 이동할 수 있기

* 경남대학교 첨단공학과 석사과정

** 경남대학교 컴퓨터공학과 교수

*** 경남대학교 컴퓨터공학과 조교수

때문에 네트워크에 참여 및 탈퇴하는 것도 자유롭다. 이러한 노드 이동성과 관련된 문제는 계속 연구 진행 중이며, 노드 이동성과 더불어 자주 언급되는 문제는 경로 안정성이다[2]. 한 노드에서 다른 노드를 향해 데이터를 전송할 때, 소스 노드는 목적지 노드까지의 경로를 설정한 후 그 경로를 통해 목적지에게 데이터를 전송한다. 노드 이동성으로 인해 설정된 경로가 단절되면 경로 재설정으로 인한 제어패킷과 오버헤드가 발생하고 전송 중단으로 다른 문제가 발생할 수도 있다. 이런 문제점 해결을 위해 경로 설정 시 노드 이동성도 함께 고려해 경로 안정성을 높여야 한다[3].

MANET에서 노드 간 경로를 얻기 위해 사용하는 라우팅 기법은 Design philosophy나 Network structure 등이 있다. 이 중 가장 많이 쓰이는 Design philosophy에 의해 MANET 라우팅 기법은 Proactive와 Reactive, 둘을 합친 Hybrid로 나뉘며 이러한 방식의 프로토콜을 사용하여 소스는 자신과 목적지 사이 단일 경로를 획득한다[4].

Proactive는 주기적 또는 네트워크 토폴로지가 변화할 때마다 라우팅 정보를 브로드캐스팅 해줌으로써 네트워크 내의 모든 노드가 최신 라우팅 정보를 가지게 하는 기법으로, 토폴로지가 변화가 잦은 MANET의 특성 상 많은 오버헤드가 생기는 단점이 있으며, Reactive는 소스 노드가 목적지 노드로 향하는 경로가 필요할 때 주위 노드들을 향해 경로를 요청하여 탐색하는 라우팅 기법으로 Proactive에 비해 오버헤드가 적다. 마지막 Hybrid는 둘의 장점을 합쳐 인접 노드에 대해서는 Proactive, 떨어진 노드에 대해서는 Reactive로 라우팅 한다.

본 논문에서는 Reactive 프로토콜인 AODMV [5]기반에 경로의 노드 이동성 정보를 추가하여 경로 안정성과 전체 네트워크의 성능을 향상시키는 방법을 제안한다.

2장에서는 관련 연구에 대해 설명하고 3장에서는 제안 기법에 대해 상세히 설명한다. 마지막 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 설명한다.

II. 관련연구

2-1. AODV

AODV는 On-demand 프로토콜로 각 노드의 라우팅 테이블을 통해 홉 단위 통신을 한다. 경로 탐색은 소스가 목적지로 향하는 경로를 필요로 할 때 발생하는데, 우선 소스는 목적지로 향하는 경로의 탐색을 위해 RREQ 패킷을 브로드캐스팅 한다. RREQ를 수신한 노드들은 자신이 그 목적지인지 검사하여 목적지가 아니라면 RREQ를 재 브로드캐스팅하고, 목적지라면 RREP 패킷 생성 후 소스에게 전달한다. 소스가 RREP를 수신하면 소스로부터 목적지까지 경로가 설정된다. 전송 중 경로가 단절되었을 경우, 단절을 발견한 노드는 목적지가 일정 홉 이내에 있다면 지역 복구를 이

상 떨어져있다면 소스에게 RERR 패킷을 전송한다. RERR은 경로를 따라 전송되며, 수신 노드의 라우팅 테이블에서 해당 경로를 삭제하고 소스 노드가 RERR 패킷 수신 후, 목적지 노드까지의 경로가 계속 필요하다면 경로 탐색을 재실행한다.

2-2. AOMDV

AOMDV는 단일 경로 라우팅 프로토콜인 기존 AODV를 확장한 다중 경로 라우팅 프로토콜로 소스 노드에서 목적지 노드까지 Loop-free한 복수 경로를 탐색한다. 경로가 복수 개이기 때문에 리스트로 저장되고, 경로 구분을 위해 해당 경로의 Last-hop이 함께 저장된다[5].

경로탐색에서 AODV는 전과 다른 중간 노드를 경유해왔더라도 동일 RREQ 패킷이면 경로 정보를 저장하지 않고 버리지만, AOMDV는 해당 경로를 새 독립 경로로 간주하고 저장한다. 하지만 Link-disjoint를 위해 재 브로드캐스팅 하진 않는다. RREQ가 목적지에 도착하면 목적지 노드는 중간 노드와 마찬가지로 RREP 패킷을 전송한다. 목적지 노드는 여러 RREQ에 최대 k개의 RREP로 응답한다. 모든 RREQ에 응답 않고 k개까지 함으로써, 너무 많은 RREP로 인한 성능 저하를 막는다. 상수 k의 값은 AOMDV[6]에서 시행한 실험 결과를 바탕으로 3으로 설정되었다.

AOMDV는 기존 AODV의 장점인 적은 라우팅 오버헤드를 유지하며, 한 번의 경로 탐색에서 여러 Loop-free한 경로를 설정하여 기존 경로가 단절되었을 시 새로운 경로를 찾지 않고 찾아둔 다른 경로로 즉시 대체할 수 있게 한다. 이로 인해 경로 재설정으로 인한 오버헤드의 발생 없이 전송을 계속할 수 있게 된다.

III. 제안 기법

본 논문에서 제안하는 기법은 노드의 이동성을 특정 경로에 속해있는 한 노드가 자신이 속한 경로를 단절시키는 횟수로 판단하고, 그렇게 판단한 이동성 정보를 기반으로 경로 설정 시 경로 단절을 자주 유발한 노드를 포함한 경로를 회피하여 경로 안정성을 높여준다.

노드 이동성을 기록 관리하기 위해 기존 AOMDV 라우팅 테이블의 경로 리스트에 두 필드를 추가한다. 하나는 경로 단절 횟수를 기록하는 MRecord 필드이고 다른 하나는 MRecord 필드 값을 낮추기 위한 Relieve 필드이다. 이 정보를 소스 노드에게 전달하기 위해 RREP 패킷에 이동성 정도를 표시하는 Mbl 필드를 추가해 소스로 하여금 해당 경로의 안정성 정도를 파악케 한다.

3-1. 초기 경로 설정 방법

초기 경로 설정 시에는 MRecord 초기 값을 0으로 설정하여 경로 설정 과정에 아무런 영향을 끼치지 않고 기존 AOMDV와 동일하게 경로를

설정한다. 제안 기법은 경로를 단절시킨 홉수로 이동성을 판단하기 때문에 일정시간이 경과한 후 MRecord 값이 누적되어야 사용할 수 있다

3-2. 이동성 측정 방법

제안 기법에서는 노드의 이동성을 기록 및 관리하기 위해 기존 AOMDV 라우팅 테이블에 그림 1과 같이 MRecord, Relieve 필드를 추가한다

Dest.	Seq #	Advertised	Hop count ₁	Next hop ₁	MRecord ₁	Relieve ₁	Last hop ₁	Expiration timeout ₁
			Hop count _n	Next hop _n	MRecord _n	Relieve _n	Last hop _n	Expiration timeout _n

그림 1. 제안 기법의 라우팅 테이블 구조

MRecord 필드에는 소스 노드와 목적지 노드, 목적지 이전 노드를 제외한 중간 노드들이 자신의 다음 홉에 대한 이동성을 기록한다 초기 값은 0이고, 데이터 전송 도중 전송에 실패할 경우 문제를 발견한 노드가 자신의 라우팅 테이블의 다음 홉에 대한 MRecord 값을 1씩 증가시켜 다음 홉에 대한 이동성을 기록한다 기록한 MRecord 값은 추후 경로 재설정 시 Mbl 값을 정하는 기준이 되어 소스로 하여금 이동성이 낮음 즉 MRecord 값이 낮은 노드들로 구성된 경로를 우선 택하게 한다. 소스는 RREP를 전달하지 않아 MRecord 값이 필요 없고, 목적지는 다음 홉이 존재하지 않기 때문에 MRecord 값을 기록할 수 없다. 또한 목적지 이전 노드는 다음 홉이 목적지라 경로 단절 시 지역 복구로도 문제가 해결되기 때문에 MRecord 값을 사용할 필요가 없다 이렇게 소스와 목적지, 그리고 목적지 이전 노드를 제외한 나머지 중간 노드들만이 MRecord 값을 기록하게 되며, 그 값이 무한대로 커지는 것을 방지하기 위해 상한 값 Max를 두었다. MRecord 값이 증가되는 경우는 그림 2와 같다.

```

○ Count MRecord during trasmission :
if Transmission Success
do nothing;
else if Transmission Fail {
if (MRecord != Max)
MRecord += 1;
}
    
```

그림 2. 제안 기법에서의 MRecord 필드 사용

Relieve 필드는 MRecord 값을 감소시키기 위한 필드이다. 이 필드는 초반에 높은 이동성을 보여 이미 높은 MRecord 값을 가진 노드가 후에는 더 이상 경로를 단절시키지 않더라도 경로 설정 시 계속 배제되는 경우를 방지한다. 해당 노드는 자신의 다음 홉 노드로부터 Hello 패킷을 받게 되면 우선 MRecord 값이 최소 배제 기준인 mMR 이상인지 판별하여, mMR 이상이라면 Hello 패킷을 받게 될 때마다 Relieve 값을 1씩 증가시킨다. Relieve 값이 노드의 지속성을 판단할 수 있는 kep에 도달하면 MRecord 값을 1씩 감소시켜 MRecord 값을 조절한다. Relieve 값을 증가시

키던 중 Hello Timeout이 발생하면 Relieve 값은 0으로 초기화된다. Relieve는 MRecord 값의 감소를 위해 있기 때문에 역시 소스와 목적지 그리고 목적지 이전 노드를 제외한 나머지 중간 노드들만이 사용하게 된다. Relieve 값을 사용하는 경우는 그림 3과 같다.

```

○ Count Relieve :
recvHello (
:
if MRecord >= mMR
Relieve += 1;
if Relieve == kep {
MRecord -= 1;
Relieve = 0;
}
)
    
```

그림 3. 제안 기법에서의 Relieve 필드 사용

3-3. 이동성 반영

앞서 라우팅 테이블의 MRecord를 이용해 노드의 이동성 정보를 라우팅 테이블에 기록하였다 획득한 정보는 경로를 정하는 소스 노드에게 알려져야 한다. 제안 기법에서는 기존 AOMDV의 RREP 패킷 내 첫 Reserved 필드를 그림 4와 같이 Mbl 필드로 사용한다 기존 패킷에 덧붙인 것이 아니라 Reserved 필드를 사용하여 추가적 패킷 오버헤드는 발생하지 않는다.

Type	Mbl	Reserved	Hopcount
Destination IP Address			
Destination Sequence Number			
Originator IP Address			
Life Time			
Time Stamp			
RREP ID			
Firsthop			

그림 4. 제안 기법의 RREP 패킷 형식

목적지로부터 소스를 향해 RREP를 전달하는 중간 노드는, 패킷 내의 Mbl 값을 자신의 테이블에 기록해둔 MRecord 값으로 갱신한다.

중간 노드는 RREP 수신 후, 포워딩하기 전 자신의 테이블에 있는 MRecord 값과 수신 RREP의 Mbl 값을 비교한 후 자신의 값이 크다면 자신의 값으로 RREP의 Mbl을 갱신하고, 자신의 값이 더 작거나 같다면 갱신하지 않는다. 경로 상의 모든 노드는 위의 과정을 거쳐 소스에게 Mbl 값을 전달한다. 결국 소스에게 도착한 RREP의 Mbl 값은 해당 경로 상에서 가장 높은 이동성을 가진 노드의 Mbl 값이다. 경로 내 모든 노드가 단절을 유발하는 것이 아니라, 다른 모든 노드가 안정적이어도 이동성 높은 노드 하나가 경로를 단절시키기 때문에 경로구성 노드의 평균값이 아닌 최고값만을 가지게 한다

제안 기법에서도 기존 AOMDV와 같이 최대 RREP 수를 3개로 하였다. 소스는 수신 RREP의 Mbl 값을 기준으로 정렬 후 Mbl 값이 낮은 경로가 최우선이 되도록 경로를 기록한다 만약 Mbl 값이 동일한 경로가 있다면 홉 수를 비교하여 홉

수가 적은 경로를 우선으로 하도록 한다

3.4. 제안 기법의 동작 예시

그림 5에서처럼 소스 노드 S는 목적지 노드 D를 향한 경로를 얻기 위해 RREQ를 브로드캐스팅하고, D는 노드 C와 F, J로부터 RREQ를 전달받아 그에 대한 RREP를 S에게 전달한다.

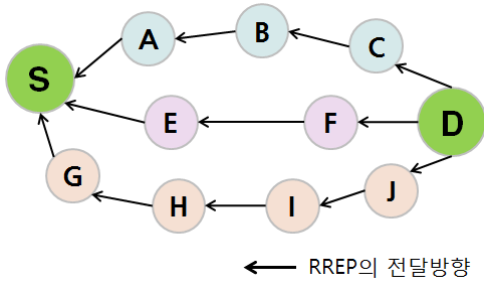


그림 5. 제안 프로토콜의 동작 예시

이 세 경로는 편의상 해당 경로의 마지막 노드 이름을 이용해서 경로 C, 경로 F, 경로 J라 하고, 노드들은 자신의 라우팅 테이블에 다음 홉에 대한 MRecord 값을 가지고 있다고 가정한다 각 노드의 라우팅 테이블의 Next hop과 MRecord 필드 값은 표 1과 같다.

표 1. 각 노드의 라우팅 테이블 (일부)

경로명	노드명	Routing Table			
		...	Next hop	MRecord	...
C	C	...	D	-	...
	B	...	C	10	...
	A	...	B	4	...
F	F	...	D	-	...
	E	...	F	15	...
J	J	...	D	-	...
	I	...	J	3	...
	H	...	I	9	...
	G	...	H	4	...

경로 C를 예로 들면, 목적지 D로부터 RREP를 받은 C는 다음 홉이 D이기 때문에 MRecord 값이 없어 B에게 그대로 전달한다. B는 C에 대해 MRecord 값 10을 가지고 있으므로 RREP의 Mbl 값을 10으로 갱신하고, A는 B에 대해 4라는 MRecord 값을 가지지만 수신한 RREP의 Mbl 값 10보다 크지 않기 때문에 갱신 없이 S에게 전달한다. 경로 F와 경로 J도 마찬가지로 과정을 거쳐 A, E, G는 S에게 경로 내 최고 Mbl 값을 전달한다.

S는 자신이 수신한 3개의 Mbl을 오름차순(J-C-F)으로 정렬 후 자신의 테이블에 기록한다

기존 AOMDV는 노드의 이동성에 대한 정보를 반영하지 않아 이동성이 높은 노드가 포함된 경로를 택하여 경로 단절이 발생할 가능성이 크다. 제안 기법에서는 노드의 이동성에 대한 정보를 반영한 경로 선택을 통해 경로 단절의 발생 가능성을 낮춘다.

IV. 결론 및 향후 연구

본 논문은 GPS와 같은 장비의 도움 없이 노드의 이동성에 대한 정보를 기록하고 소스 노드는 이동성이 낮은 노드들로 구성된 경로를 선택하여 경로의 안정성을 높이는 방법을 제안한다. 기존 다중경로 라우팅 기법인 AOMDV를 확장시켰으며, 이동성에 대한 판단은 특정 노드의 경로 단절 유발 횟수로 측정하였다. 잦은 단절을 유발시키는 노드는 이동성이 높다고 판단 경로 설정 시 상대적으로 낮은 우선권을 부여하는 방법으로 소스가 낮은 이동성을 가진 노드들로 구성된 즉 보다 안정적인 경로를 택할 수 있게 하였다.

향후에는 시뮬레이션을 통해 Max, mMR, kep 등의 상수에 적합한 값을 찾아 기존 AOMDV와 비교해야한다.

참고문헌

- [1] S. Corson, J. Macker, "Mobile Ad Hoc Networking(MANET) : Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations," IETF RFC 2501, Jan. 1999.
- [2] Piyush Gupta and P. R. Kumar, "A System and Traffic Dependent Adaptive Routing Algorithm for Ad Hoc Networks," Proceedings of the 36th IEEE Conference on Decision and Control, San Diego, pp.2375-2380, Dec. 1997.
- [3] H. Ehsan and Z.A. Uzmi, "Performance Comparison of Ad Hoc Wireless Network Routing Protocols," INMIC 2004, Multitopic Conference, Dec. 2004.
- [4] Nagham H. Saeed, Maysam F. Abbod, Hamed S. Al-Raweshidy, "MANET Routing Protocols Taxonomy," 2012 International Conference on Future Communication Networks (ICFCN), pp.128-128, April 2012.
- [5] Mahesh K. Marina, Samir R. Das, "Ad Hoc On-Demand Multipath Distance Vector Routing," Wireless Communication and Mobile Computing, Volume 6, Issue 7, pp.969-988, Nov. 2006.
- [6] A. Nasipuri, R. Castaneda, and S. R. Das, "Performance of Multipath Routing for On-Demand Protocols in Mobile Ad Hoc Network," ACM/Kluwer Mobile Networks and Applications(MONET), Volume 6, Issue 4, pp.339-349, Aug. 2001.