

# Mobile Ad-hoc 환경에서 다중경로 라우팅을 위한 안정성 기반의 라우팅 경로 설정에 관한 연구

이재민, 정서현, 채강석, 정수환  
송실대학교 정보통신전자공학부

e-mail : {dlwoas, iseohyun, chaekhan, souhwanj}@ssu.ac.kr

## A Study on Multipath routing protocol considering the alternative path in Ad hoc Network

Jaemin Lee, Seohyun Jung, Kangsuk Chae, Souhwan Jung  
School of Electronic Engineering, Soongsil University

### 요 약

본 논문에서는 모바일 노드들의 움직임이 심한 MANET 환경에서의 데이터의 전송을 안정적이고 신뢰성있게 하기 위한 방법을 제시하고자 한다. 우회경로가 적은 경우보다 우회경로가 많이 확보되었을 때 상호간의 통신이 더욱 안정적이나, 기존 연구에서는 이러한 고려가 충분히 되어있지 않고, 경로 설정 당시 알고리즘에 의해 최적화된 경로라고 판단된 경로만 기억해 놓기때문에 경로 손실이 되었을 때에 우회경로가 존재 함에도 불구하고 패킷 전송을 실패하게 된다. 본 논문에서는 확률에 기반한 안정도를 측정하고 MANET 환경에서 패킷전달 가능성이 높은 다중경로 라우팅 프로토콜 아이디어를 제시한다.

### 1. 서론

모바일 애드 혹 네트워크(Mobile Ad-hoc Network: MANET)는 모바일 노드들로 구성되어 있는 무선 애드 혹 네트워크의 일종으로, 각 모바일 노드들은 기존의 유선 백본망이나 기지국에 의존하지 않고 동적으로 토폴로지를 구성하여 통신이 가능하다. MANET 환경의 모바일 노드들은 전력과 프로세싱, 메모리 자원에 제약이 있고 이동성이 높기 때문에 모바일 노드들은 동적으로 토폴로지범위 내에 들어와 네트워크를 구성하기도 하고, 네트워크 환경에서 빠져 토폴로지를 변화시키기도 하며 애플리케이션 및 환경에 따라 적절한 라우팅 프로토콜이 필요하다. 이러한 MANET 환경에서 모바일 노드간의 통신을 위해 상황에 따른 다양한 라우팅 프로토콜이 제안되어 있다

그러나 기존의 네트워크 환경에서 각 노드들은 경로 설정 당시에 기억해놓은 최적경로라고 판단된 경로만 기억하고 있으면서 토폴로지 구성을 변화시키지 않아, 경로설정 후 끊긴 링크에 대한 정보가 실시간으로 업데이트 되지 않는다. 그리고 우회경로가 많을수록 패킷 전달가능성이 높아짐에도 불구하고 우회경로를 많이 생성하지 않으며 이미 끊어진 경로를 통해 패킷을 전달 하는 과정에서 경로가 끊긴 것을 알고 다시 우회 노드를 찾는 과정이 발생하기 때문에 패킷 전송 시간이 많이 소모 되는 문제가 발생한다. 따라서 이와 같은 불안정성을 보완하기 위해 다중경로 라우팅이 개발되었다. 중래의 다중경로 라우팅은 주경

로를 선정한 후, 여러 개의 보조경로를 설정하는 방식이 연구되고 있으며, 보조경로를 설정하는 방식에는 끊어진 링크를 복구하는 방법과 찾을 수 없는 노드를 대체하는 다른 노드를 찾는 방법이였다. 대체경로의 개수에 의한 안정성이 고려되지 않았다. 그래서 종전의 기술은 보조 라우팅 경로가 확보되는 양에 대한 고려가 충분히 이루어지지 않았기 때문에, 해당 알고리즘이 고려하지 못하는 우회경로의 경우 알고리즘이 인지하지 못했기 때문에 사용하지 못하거나, 더 복잡한 경로를 통하여 라우팅이 되도록 설계되었다.

이를 해결 하기 위하여 본 논문은 MANET 환경에서 패킷 전달 가능성이 높은 다중경로 라우팅 프로토콜을 아이디어를 제시하고 확률에 기반한 안정도를 측정 방법을 제시한다.

### 2. 관련연구

AODV 는 애드 혹 네트워크의 ondemand 라우팅 프로토콜로서 각 노드들이 유지하고 있는 라우팅 테이블을 통해 홉 단위 통신을 기반으로 초기단계 다중경로 라우팅을 한다. 다중 경로 라우팅의 특징은 소스와 목적지 사이에 여러 경로를 찾는 프로토콜이 존재하는 것이다. 이런 소스와 목적지 간의 다양한 경로 설정은 MANET 환경에서 자주 변하고 부하 분배(load-balancing), 장애 복구(fault tolerance) 그리고 더 높은 대역폭을 제공한다. 기존 AODV 에 다중경로를 적용한

AOMDV(Ad hoc On-demand Multipath Distance Vect)<sup>[1]</sup> 는 기본인 AODV 기반의 다중경로 라우팅이다. AOMDV 는 다중경로를 찾기 위해 노드에서 여러 개의 RREQ 패킷을 받아서 처리하는데, RREQ 패킷의 처음 전송 경로를 구분하기 위해 RREQ 패킷에 first hop 이라는 필드를 두어 RREQ 패킷을 받은 제일 처음 노드를 저장한다. 중간 노드들은 모든 경로로 오는 RREQ 패킷을 받아서 패킷에 기록되어 있는 first hop 과 자신에게 저장되어 있는 first hop list 를 비교하여 중복되지 않는 RREQ 패킷을 사용한다. 해당 RREQ 패킷이 중복되지 않으면 라우팅 테이블에 있는 다음 홉(next hop)과 홉 카운트(hop count)를 갱신하는데, 서로 다른 경로로 온 RREQ 패킷에 대해서 모두 저장해야 하기 때문에 이를 리스트 형태로 저장한다. 목적지 노드는 서로 다른 노드로부터 자신에게 도착한 RREQ 패킷에 대해서 RREP 패킷을 보내고 이 RREP 패킷들은 중간의 노드들에 저장되어 있는 여러 개의 경로를 통해 소스 노드로 전송되어져 경로를 여러 개 생성한다.

### 3. 확률기반의 안정도를 측정한 다중경로 라우팅 LSMR(Link Stability based Multipath Routing) 알고리즘

본 논문에서는 MANET 환경을 배경으로 하고 있는데, 이 MANET 환경은 노드들이 임의로 움직이며 네트워크를 구성한다. 이러한 네트워크 환경에서는 데이터를 보내기 위해 설정된 경로가 노드의 움직임으로 인해 연결이 끊기게 되거나 경로 재설정으로 전송 시간이 지연되는 현상이 발생한다. 확률기반의 안정도를 측정한 다중경로 라우팅 LSMR 알고리즘은 이러한 문제를 해결하기 위해 소스 노드와 목적지 노드간에 안정도를 기반으로 한 다중경로를 설정함으로써 노드의 움직임으로 인해 최적 경로가 단절 되더라도 그 다음으로 우선시 되는 안전한 다른 경로를 통해 계속해서 데이터를 보낼 수 있게 된다

안정도(Stability, S)는 중계 노드가 소스 노드부터 목적지 노드 사이에 존재할 때 소스 노드가 전송한 패킷이 목적지 노드까지 중계 노드를 거쳐갈 때 얼마나 안전하게 전송될 수 있는 확률을 의미한다. 다중의 중계 노드가 소스 노드와 목적지 노드 사이에 존재할 수 있게 되는데, 각 경로 중간에 존재하는 중계 노드들은 현재 자기의 위치로부터 목적지 노드까지의 안정도를 계산 하여 가지게 된다. 각 노드들은 자신보다 가까운 노드로부터 안정성 값(S)를 얻고 각 경로가 갖는 위험부담률(p)를 가진다. 위험 부담률은 링크상태에 따라 추후 변경이 가능하다. 안정도 값(S)가 높은 노드는 기본적으로 목적지 노드까지 전송가능한 경로수가 많을수록 안정도가 높게 가진다. 경로

우리는 이 안정도를 기반으로 최단 경로를 통해 패킷을 전송할 경로를 정하게 되는데 최단 경로는 모든 가능한 경로 중 재전송을 요구하는 경우가 보다 작은 경로는 최단 경로로 설정 한다.

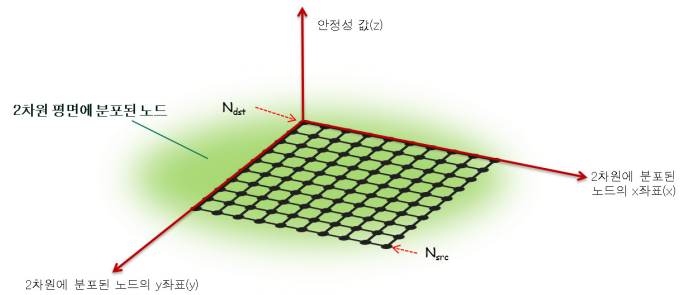
목적 노드에게 RREQ 를 보낸 후, RREP 를 응답받는 와중에 시작 노드와 목적 노드 사이에 존재하는 중계 노드가 자신의 안정도 및 홉 카운트를 계산하여 다음 중계 노드에게 전달한다. 하나의 중계 노드에서 자신에게 RREP 를 전달하는 중계 노드를 이전 노드로 정의하고 이전 노드와 자신과 3 각 라우팅이 가능한 노드를 삼각 노드라고 명명한다. 최초 홉 카운트와 안정도는 각각 0 과 1 로 시작한다. 하나의 중계 노드를 지나칠 때 홉 카운트는 1 이 증가하며 안정도는 링크 상태만큼 감소한다. 중계 노드는 삼각 노드로부터의 안정도를 결합하여 자신의 안정도를 구한다. 이렇게 구해진 안정도를 다음 노드에게 전달 한다.

우회경로를 충분히 고려하였기 때문에 라우팅 경로가 충분히 확보된 밀집 지역을 통하여 패킷이 전송되고 패킷 재전송 확률이 줄어 들고 보다 효율적인 라우팅이 가능해 진다.

### 4. 정방향 분포를 통한 성능입증

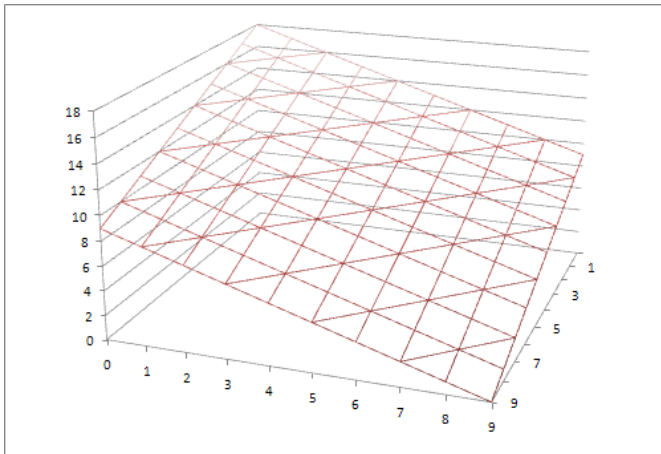
정방향 구조의 네트워크를 가정하고 각 노드의 우회 경로지수를 고려한다. 이동형 네트워크에서 정방향 분포는 무의미하지만 모든 경로가 동일한 hop 을 갖는 구조에서 우회경로를 어떻게 고려할 것인가에 대한 제안기법에 대한 검증모델이 될 수 있을 것이다.

아래 [그림 1]과 같이 2 차원 평면에 분포된 노드가 x, y 좌표로 분포하고 안정성 값에 대한 z 값을 3 차원으로 표현 한다.



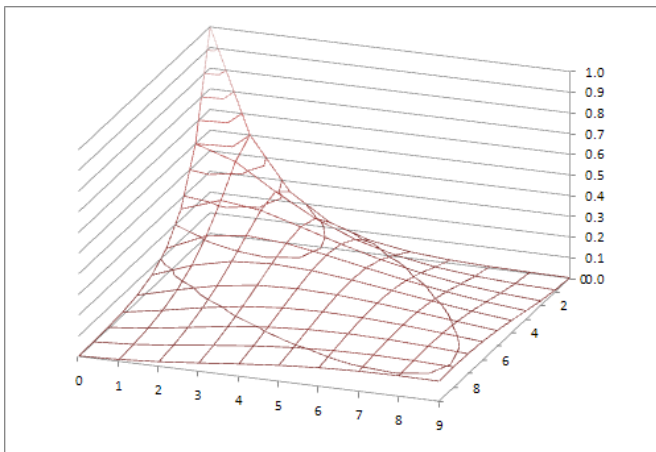
(그림 1) 정방향 분포

소스 노드 (0,0) 에서부터 목적지 노드 (9,9)까지로 노드가 정방향 분포로 중계 노드가 분포하고 있다고 했을때 최단경로만을 고려할 경우 임의의 경로를 통해 패킷이 전달되는 경우는 안정성이 고려되지 않고 Hop 수로만 최단 경로를 검색하기 때문에 [그림 2] 와 같이 모두 일정한 값을 가지어 중간 노드의 연결이 끊기는 경우 보조 라우팅 경로가 확보되는 양에 대한 고려가 충분히 이루어 지지 않았기 때문에, 알고리즘이 인지하지 못하는 경로에 대한 우회경로를 사용할 수 없게 되거나 더 복잡한 경로를 통하여 라우팅을 하게 되기 때문에 패킷 손실이 확률이 더 발생하게 되고 전송 딜레이가 생겨 전송 비용이 더 발생하게 된다.



(그림 2) 최단 경로만 고려한 경우

반면 제안기법 LSMR(Link Stability based Multipath Routing) 알고리즘을 적용하였을 경우 우회경로를 충분히 고려하였기 때문에 라우팅 경로가 충분히 확보된 경로를 통하여 패킷이 전송된다. [그림 3]과 같이 소스 노드부터 목적지 노드까지 전송확률이 비교적 높은 중계 노드만을 통해 패킷이 전송되고 재전송 확률이 줄어들고 보다 효율적인 라우팅이 가능해질 것이다 .



(그림 3) 제안기법

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원 사업(NIPA-2010-C6150-1001- 0004)의 연구 결과로 수행되었음

참고문헌

[1] Peng Yang, and Biao Huang, "Multi-path Routing Protocol for Mobile," Computer Science and Software Engineering, 2008. pp. 1024 - 1027  
 [2] Nasipuri, A. and Das S.R. "on-demand multipath routing for mobile ad hoc networks," Computer Communications and Networks proc. 1999, pp. 64 – 70.  
 [3] Zhongbang Yao, Junfeng Jiang, Pingyi Fan, Zhigang Cao, and Victor O.K. "A Neighbor-Table-Based Multipath

Routing in Ad Hoc Networks," Vehicular Technology Conference, 2003, pp. 1739 – 1743

[4] Xuefei Li, and Cuthbert L, "Stable node-disjoint multipath routing with low overhead in mobile ad hoc networks," MASCOTS proc. 2004. pp. 184 – 191.  
 [5] Shuo Wang, Qiao Li, Yule Jiang, and Huagang Xiong, "Stable On-demand Multipath Routing for mobile ad hoc networks," PACIIA proc. 2009. pp. 318-321  
 [6] Wenjing Yang, Xinyu Yang and Shunsen Yang, "A Stable Backup Routing Protocol Based on Link Lifetime in Mobile Ad Hoc Networks ," UBIComm '09, Dec. 2009, pp. 202 – 207  
 [7] Wei Kuang Lai, Sheng-Yu Hsiao, and Yuh-Chung Lin, "Adaptive backup routing for ad-hoc networks," Computer Communications archive, Vol.30, no.2 Jan. 2007. pp. 453 – 464  
 [8] Merlinda Drini, and Tarek Saadawi, "Modeling Wireless Channel for Ad-Hoc network Routing Protocol," ISCC '08, 2008. pp. 549 - 555