

다중전송률 지원 이동 Ad Hoc 네트워크를 위한 위치 정보 기반 라우팅 프로토콜*

황지나⁰, 고영배
아주대학교 정보통신전문대학원
zeenaa@ajou.ac.kr⁰, youngko@ajou.ac.kr

A Novel Geographical Routing Protocol for Multi-Rate Mobile Ad Hoc Networks

Jee-Na Hwang⁰, Young-Bae Ko
Graduate School of Information and Communication, Ajou University

요 약

이동 Ad Hoc 네트워크(MANET)에서 많은 영역에 걸쳐 다양한 라우팅 프로토콜들이 제안되어 왔다. 다중전송률은 현재 많은 무선 랜 카드에 의해 지원되고 있고, 그 효과에 관한 라우팅 프로토콜 알고리즘들이 연구되고 있다. 다중전송률에서의 high-rate을 이용한 데이터 전송은 일정한 시간 내에 더 많은 데이터를 전송할 수 있기 때문에 높은 throughput을 기대 할 수 있다. 그러나 high-rate을 이용한 데이터 전송의 경우 전송이 가능한 거리가 짧아져 목적노드까지 도달하는 데에 더 많은 홉을 거쳐야 한다. 그로 인해 패킷을 전달하는데 걸리는 시간이 늘어나 전체 네트워크의 성능을 저하시킬 수도 있다. 본 논문에서는 노드들의 이동으로 인한 네트워크의 토폴로지 변화나 채널의 상태에 따라 어떤 전송 속도로 데이터를 전송할 것인가를 결정하기 위해 다중전송률을 고려한 위치 정보 기반의 라우팅 프로토콜을 제안한다.

1. 서 론

이동 Ad Hoc 네트워크(MANET)환경에서는 무선 통신의 특성과 노드들의 이동성으로 인해 네트워크의 토폴로지가 빠르게 변하고 그 예측이 어렵다. 그로 인해 많은 영역에 걸쳐 다양한 라우팅 프로토콜들이 제안되어 왔다. 라우팅 프로토콜은 크게 AODV[1]나 DSR[2]같은 on-demand방식과 DSDV[3]과 같은 proactive방식으로 나누어 볼 수 있다. Proactive방식은 각 라우터들이 전체 네트워크의 토폴로지 정보를 유지하기 때문에 경로를 찾기 위한 절차가 필요하지 않지만, 주기적으로 라우팅 제어 패킷을 전체 네트워크에 플러딩 해주어야 한다. 반면 on-demand방식은 주기적인 라우팅 패킷 교환 과정이 필요 없으므로 대역폭 및 전력 손실 오버헤드를 줄일 수 있으나, 실제 데이터 통신 전에 경로를 확보하고 유지해야 한다는 단점이 있다.

한편 LAR[4], GPSR[5]과 같은 위치 정보 기반 라우팅 프로토콜들은 라우팅에 위치 정보를 이용하여 제어 패킷의 플러딩 범위를 줄이고[4], greedy 포워딩 알고리즘으로 다음 노드를 결정한다[5]. 따라서 proactive방식에서의 주기적인 라우팅 테이블 업데이트나 on-demand방식에서의 경로설정 및 유지 과정이 필요 없는 장점이 있다.

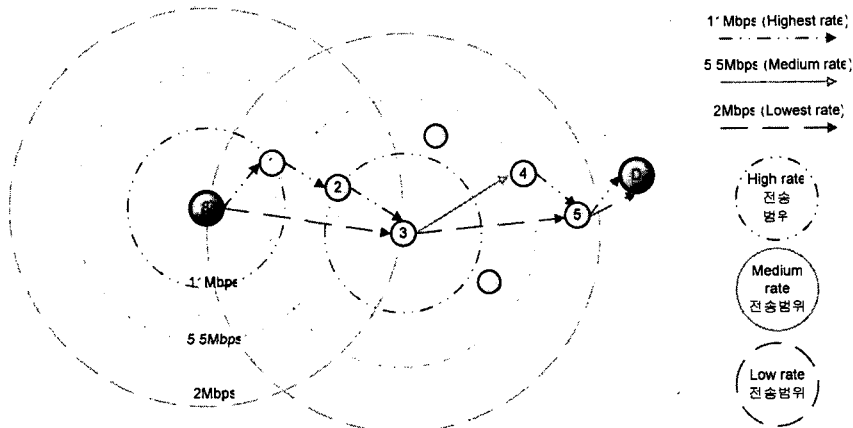
이러한 기존 라우팅 프로토콜들의 대부분은 단일 전송률

기반에서 최단경로를 찾는 알고리즘들에 기반을 두고 있다. 그러나, 현재 IEEE802.11a/b/g[6] 무선 네트워킹 표준들이 물리 계층에서의 코딩 방식에 따라 다중전송률을 지원하고 있고, 다중전송률을 고려한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 무선 네트워킹 표준 중의 하나인 IEEE 802.11b에서는 1, 2, 5.5, 11Mbps의 4가지 전송 속도를 정의 하고 있고, 각 랜 카드에서 지원하는 자동 전송률 적응기법을 사용하여 전송속도를 결정한다. 무선 통신에서는 전송속도가 빨라질수록 에러에 취약해져 [표 1]과 같이 데이터의 도달거리가 짧아지기 때문에 전송속도와 전송범위는 채널의 질을 결정하는 중요한 요소임에도 불구하고 동시에 만족 될 수 없다.

Range(meter)	11Mbps	5.5Mbps	2Mbps	1Mbps
Open	160m	270m	400m	550m
Semi-Open	50m	70m	90m	115m
Closed	25m	35m	40m	50m
Receiver Sensitivity	-82dBm	-87dBm	-91dBm	-94dBm

[표 1] ORINOCO 11b Client PC card Specifications[7]

* 본 연구는 정보통신부의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기반기술개발사업 및 한국 과학 재단의 특정 기초 연구 사업(R01-2006-000-10556-0)의 연구결과로 수행되었음



[그림 1] highest 및 lowest greedy 경로

단일 홉 관점에서 high-rate은 빠르게 데이터를 전송할 수 있기 때문에 low-rate보다 throughput이 높다. 그러나 low-rate보다 좁아진 전송범위 때문에 포워딩 홉 수가 증가한다. 무선 통신에서 홉 수의 증가는 throughput의 현저한 저하를 의미하므로 다중 홉 환경에서는 항상 high-rate으로 데이터를 전송하는 것은 바람직하지 않다. 따라서 본 논문에서는 이 점을 개선하기 위해 다중전송률을 고려한 위치 정보 기반의 라우팅 프로토콜에 전송속도에 따른 두 가지 경로를 제안한다. 그 경로들 중 네트워크의 밀도 및 데이터 트래픽의 양과 같은 다양한 환경에 따라 높은 성능을 가지는 경로를 선택하여 문제점을 해결하고자 한다.

2. 관련연구

다중전송률을 이동 Ad Hoc 네트워크(MANET)에서 채널의 상황에 맞게 이용하기 위해 다양한 자동 전송률 적응 알고리즘이 제안되었다. Auto Rate Fallback(ARF)[8]은 연속적인 전송이 성공했을 때 전송속도를 올리고, 실패하면 전송속도를 낮추는 방식이다. Receiver Based Auto Rate(RBAR)[9]에서는 수신노드가 송신 노드가 보낸 RTS 패킷을 받고 채널 상황을 분석하여 CTS 패킷에 적절한 전송 속도를 적어서 보내는 방식으로 다중전송률을 사용한다. 기존의 단일 전송률 기반의 라우팅 프로토콜들이 최단경로 메트릭을 갖는 것과 달리 다중전송률기반의 라우팅 프로토콜들은 Medium Time Metric(MTM)[10]으로 전체 전송시간이 적은 경로를 선택하거나, MAC 지연 시간을 고려한 MR2RP[11], 다중 홉 환경의 네트워크 토폴로지 제어[12] 등을 통해 다양한 방면에서 네트워크 성능을 높이는 제안을 하고 있다. 그러나 아직 위치정보를 이용한 라우팅 프로토콜에서 다중전송률을 고려한 연구는 미흡하다.

위치 정보를 이용하는 라우팅 프로토콜 중 하나인 GPSR은 현재노드에서 다음노드를 결정할 때 목적노드에 가장 가까운 노드를 선택하는 greedy 포워딩 알고리즘을 사용한다.

목적노드와의 거리가 가까운 노드는 곧 현재 노드로부터 가장 먼 노드이다. 현재 GPSR 프로토콜은 다중전송률을 고려하지 않고 있고 먼 거리까지 데이터 전송을 하기 위해서 낮은 전송속도를 사용해야 한다. 따라서 end-to-end throughput이 저하되고 end-to-end delay가 길어지는 문제가 있다.

3. 다중전송률을 고려한 위치 정보 기반 라우팅 프로토콜

각 노드들은 목적노드 위치를 안다고 가정한다. 그리고 위치 정보를 이용하기 위해 각각의 노드들은 자신과 한 홉 내의 이웃인 노드들과 hello 패킷을 교환한다. 각 노드들은 hello 패킷을 교환한 후 자신의 이웃노드테이블에 이웃노드의 아이디 및 이웃노드가 어떤 전송속도까지를 지원하는지를 구별하기 위한 수신 신호 세기 값을 저장한다.

Phase 1: 최적 전송률에 기반한 라우팅 경로를 결정하기 위한 단계

소스노드는 데이터 전송에 앞서 두 개의 probe 패킷을 각각 high-rate, low-rate의 전송속도로 목적노드에 전송한다. [그림 1]에는 highest, lowest rate에 따른 두 개의 greedy 경로가 있다. highest greedy 경로의 경우 소스노드는 자신의 이웃노드 테이블에서 11Mbps로 패킷을 받을 수 있고, 목적노드와의 거리가 가장 가까운 이웃노드를 선택해 포워딩 한다. 만약 11Mbps의 전송 범위 내에 목적노드에 가장 가까운 노드가 없으면 5.5Mbps의 속도로 패킷을 받을 수 있는 이웃노드 중 목적노드와의 거리가 가장 가까운 이웃노드를 선택한다. 5.5Mbps의 전송속도로도 가능한 이웃을 찾지 못하면 2Mbps의 전송속도로 전송범위를 넓혀 가능한 이웃노드를 찾는다. 즉, [그림 1]에서의 highest greedy 경로에서는 probe 패킷이 S-1-2-3-4-5-D 순서로 포워딩할 것이다. 한편 lowest greedy 경로에서는 2Mbps의 전송범위 내의 이웃노드들 중 목적노드와의 가장 가까운 노드를 선택해 probe 패킷을 포워딩

한다. 즉, [그림 1]에서의 lowest greedy 경로에서는 S-3-5-D노드 순서로 probe 패킷을 포워딩한다. 목적노드는 이 두 번의 probe 패킷을 각각 받았을 때마다 end-to-end delay를 측정하고 성능측정테이블에 저장한다. 이리하여 목적노드는 전송속도에 따른 두 경로의 성능을 유지 할 수 있게 된다. 두 경로들의 성능은 노드의 이동성, 네트워크의 이동, 데이터의 트래픽의 양, 채널의 상태에 따라 영향을 받을 것이다.

Phase 2: 선택된 최적 전송률 기반 라우팅 경로를 이용한 데이터 패킷의 전송 단계

목적노드는 성능측정테이블에서 end-to-end delay값이 적은 전송속도로 데이터 패킷을 전송 받을 것을 결정하고, 이를 제어 패킷에 실어 소스노드에게 알린다. 소스노드에게 제어 패킷이 돌아갈 때에는 probe 패킷이 온 방향과 반대로 소스노드를 목적지로 하여 선택된 전송속도 기반의 greedy 경로를 통해 전송한다. [그림 1]에서 제어 패킷은 만약 선택된 전송속도가 high-rate이었다면 D-5-4-3-2-1-S의 경로로, low-rate이었다면 D-5-3-S의 경로로 전달 될 것이다. 소스노드는 제어 패킷을 받고 결정된 전송속도로 데이터 패킷을 전송하기 시작한다. 목적노드는 데이터 패킷이 올 때마다 성능측정테이블에 end-to-end delay값을 저장한다.

Phase 3: 최적 전송률 기반 라우팅 경로 유지를 위한 성능 변화 모니터링 단계

목적 노드는 데이터가 도착할 때마다 테이블에 저장하고 있던 end-to-end delay와 현재 도착한 데이터의 end-to-end delay를 비교한다. 만약 테이블에 저장하고 있던 해당 전송속도의 end-to-end delay보다 더 긴 값이 측정되었다면 이는 성능이 감소했음을 의미한다. 이 때는 현재 도착한 데이터의 end-to-end delay값을 다른 전송속도 경로의 end-to-end delay값과 비교한다. 만약 그 값이 기존의 목적노드 테이블에 저장되어 있던 전송속도 경로의 end-to-end delay값보다는 커져 성능이 감소했지만, 다른 전송속도 경로의 end-to-end delay값보다는 작으면 계속해서 해당 전송속도의 greedy 경로를 유지한다. 그렇지 않다면 다른 전송속도로 다시 선택해야 한다. 이 때 목적노드는 소스노드에게 변경할 전송속도를 알리는 제어 패킷을 보낸다. 최초에는 probe 패킷을 사용하여 각 전송속도의 greedy 경로의 성능을 확인하였지만 그 이후부터는 직전에 도착한 데이터 패킷이 성능을 측정하는 probe 패킷의 역할을 한다.

4. 결론

IEEE 802.11 통신 프로토콜은 다중전송률을 지원하며, 각 전송속도에 따라 안정적으로 데이터를 주고 받을 수 있는 전송거리가 달라진다. 그러나 기존의 위치정보를 활용한 라우팅 프로토콜들은 다중전송률을 고려하지 않아 항상 멀리 있는 노드에게 낮은 전송속도를 사용하는 문제가 있다. 그렇다고 하여

항상 높은 전송속도만을 사용한다면, 목적지까지 전체 흐름 수가 늘어나게 된다. 이렇듯 적합한 전송속도의 선택은 전체 네트워크의 throughput과 delay를 결정하는 중요한 요소이다. 따라서, 본 논문에서는 가장 높은 전송속도를 사용하는 경로와 낮은 전송속도를 사용하는 경로를 찾고, 각각의 end-to-end delay에 따라 적응적으로 경로와 전송속도를 변경하는 프로토콜을 제안하였다. 향후 과제로서 시뮬레이션을 통해 본 제안 프로토콜의 성능을 검증할 것이다.

5. 참고 문헌

- [1] C. E. Perkins, E. M. Royer, and S. R. Das, "Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing" IETF Mobile Ad Hoc Networks Working Group, IETF RFC 3561.
- [2] D. B. Johnson, D. A. Maltz, and Y-C Hu., "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)", IETF Mobile Ad Hoc Networks Working Group, Internet Draft, work in progress, 24 February 2003
- [3] C. E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (DSDV)" for mobile computers. In Proceedings of the ACM Special Interest Group on Data Communications (SIGCOMM), August 1994, pages 234-244
- [5] B. Karp and H. T. Kung. "Gpsr: Greedy perimeter stateless routing for wireless networks". In IEEE/ACM, MobiCom, pages 243- 254, Boston, MA, 2000.
- [6] IEEE Computer Society. 802.11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, June 1997.
- [7] ORIiNOCO® 11b Client PC Card : www.proxim.com
- [8] A. Kamerman and L. Monteban. "WavelAN II: A high-performance wireless LAN for the unlicensed band", Bell Labs Technical Journal, Summer 1997, pp. 118-133.
- [9] G. Holland, N. Vaidya and P. Bahl, "A Rate-Adaptive MAC Protocol for Multi-Hop Wireless Networks", In Proc. ACM Mobicom' 01
- [10] B. Awerbuch, D. Holmer, and H. Rubens, "High throughput route selection in multi-rate ad hoc wireless networks," in Wireless On-Demand Network Systems (WONS), January 2004.
- [11] Shiann-Tsong Sheu, Yihjia Tsai, Jenhui Chen, "MR2RP: The Multi-Rate and Multi-Range Routing Protocol " for IEEE 802.11 Ad Hoc Wireless Networks. 165-177
- [12] Shihong Zou; Shiduan Cheng; Yu Lin "Multi-rate Aware Topology Control in Multi-hop Ad Hoc Networks", Page(s): 2207- 2212 Vol. 4 Digital Object Identifier 10.1109/WCNC.2005