

Multi-rate의 애드혹 네트워크에서 제어메시지 감소 기법

김민수⁰, 김성천
서강대학교 컴퓨터학과
{kms7878⁰, ksc}@arqlab1.sogang.ac.kr

Reduction of Control Messages in a Multi-rate Based Ad hoc Network

Minsu Kim⁰, SungChon Kim

요 약

애드혹 네트워크(ad hoc network)는 기존 유선 환경에서의 인프라가 없이도 각 무선 노드들이 필요한 상황에 맞게 동적으로 네트워크를 구성할 수 있는 무선 노드들의 집합을 말한다. 애드혹 네트워크는 제한된 파워 공급, 노드의 이동성으로 인한 잦은 경로 재설정 등으로 동적인 토폴로지 구조를 갖는다. 유선 네트워크와 다른 이러한 특징들 때문에 기존의 라우팅 알고리즘을 수정한 다양한 라우팅 알고리즘이 등장하였다. 그 중 multi-rate을 고려한 AODV 라우팅 기법은 기존의 single-rate을 이용하는 것보다 전송 연 시간의 감소, 패킷 처리를 증가와 같은 장점을 갖는다. 그러나 새로운 경로를 설정함에 있어서 네트워크 전반에 걸쳐 제어 메시지의 수가 증가하는 단점이 있다. 애드혹 네트워크에서 제어메시지는 데이터 패킷보다 전송시 우선 순위를 가지기 때문에 제어메시지의 증가는 전체적인 패킷 처리율을 감소시킨다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 논문에서는 경로 복구 매커니즘의 확장 링 검색(expanding ring search) 알고리즘에서 제어 메시지의 수를 효과적으로 줄일 수 있는 방법을 제안하였다. 기본 아이디어는 단절 이전의 정보를 이용하여 선택적으로 제어 메시지를 브로드캐스트하는 것이다. NS-2로 제안 알고리즘을 시뮬레이션 한 결과, 기존방법에 비해 20%이상 제어 메시지가 감소하였고, 패킷 전송 연에 대해서는 최대 10%의 감소율을 보여 기존 방법보다 좋은 성능을 보임을 확인할 수 있었다.

1. 서 론

애드혹 네트워크는 기존 유선 환경에서의 인프라가 없이도 각 무선 노드들이 필요한 상황에 맞게 동적으로 네트워크 망을 구성할 수 있는 무선 노드들의 집합을 말한다. 애드혹 라우팅 알고리즘은 크게 테이블기반(table-driven)과 요구기반(on-demand)로 분류할 수 있으며, 그 중 요구기반의 AODV 알고리즘이 가장 대표적인 라우팅 알고리즘이다[1]. 현재 이 AODV 알고리즘은 multi-rate을 고려할 수 있도록 계속 연구가 되고 있으며, 그 결과 single-rate기반의 AODV보다 전송 지연 시간의 감소하고, 패킷 처리율이 증가하게 되었다. Multi-rate을 고려한 라우팅 알고리즘 중 AODV기반의 가장 대표적인 연구는 MAS[2]이다.

그러나 MAS에서는 이미 설정된 경로 외에 효율이 좋은 다른 경로를 발견하였을 경우, 그 경로로 재설정하기 때문에 네트워크 전반에 걸쳐 제어 메시지 수를 증가시키는 단점이 있다. 또한 재설정 과정에 의해 홉 수가 늘어남에 따라 설정된 경로를 유지하기 위한 제어 메시지 수도 더욱 증가하게 된다. 불필요한 제어 메시지 수의 증가는 네트워크의 혼잡도를 가중시키게 되므로, 본 논문에서는 불필요한 제어 메시지를 최소화할 수 있는 방법을 제안한다.

2. 애드혹 네트워크 라우팅 알고리즘

애드혹 네트워크에서의 라우팅 경로 설정 알고리즘은 크게 세 가지로 분류될 수 있다. 첫 번째는 프로액티브(proactive) 또는 테이블기반 라우팅 알고리즘으로서 DSDV(Destination Sequenced Distance Vector), OLSR(Optimized Link State Routing), TBRPF(Topology Broadcast Based on Reverse-Path Forwarding) 등이 있다. 두 번째는 리액티브(reactive) 또는 요구기반 라우팅 알고리즘으로서 DSR(Dynamic Source Routing)[3], AODV(Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing)[4,5], TORA(Temporally Ordered Routing Algorithm) 등이 있다. 마지막 세 번째는 혼합형(hybrid) 알고리즘으로서 ZRP(Zone Routing protocol)이 그 대표적인 예이다. 그 중 Multi-rate를 고려한 AODV 라우팅 알고리즘으로서 본 논문에서 이용하고자 하는 것은 MAS이다.

MAS는 최소 홉 수로 이루어진 경로를 먼저 설정한 후에 전송 속도가 좋은 중간 노드를 발견한다면 그 경로로 재설정하는 것이다. MAS는 기존의 어떠한 라우팅 알고리즘을 사용할 지라도 IP 계층과 MAC 계층 사이에 sub layer 계층을 추가함으로써, 다중 속도의 특징을 이용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그렇지만 MAS는 일단 설정된 경로 이외에 다른 경로를 다시 설정한다는 단

점이 있다. 이에 따라 채널을 다시 설정함으로 생기는 오버헤드 즉 제어 메시지의 수의 수가 급격히 늘어 날수 있는 것이다. 이는 애드혹 네트워크와 같이 노드들의 이동성으로 인하여 망 자체가 불안정한 경우에는 상당한 문제가 아닐 수 없다. 애드혹 네트워크는 그 대역폭이 상당히 작은 단점이 있기 때문이다. 또한 MAS는 single-rate기반의 AODV의 알고리즘을 거의 그대로 이용하고 있다. 이는 지금까지 살펴본 MAS의 문제점을 크게 하며, 그 문제는 기존 AODV 알고리즘 중 경로 복구를 위한 확장 링 검색에서 나타난다.

3. 확장 링 검색

본 논문에서 제안하는 핵심 아이디어는 다음과 같다. 확장 링 검색 알고리즘에서 로컬리페어에 의해서 복구를 위한 RREQ메시지가 발생하였을 때, 링크가 깨어지지 않은 방향으로 더 이상 RREQ 메시지를 브로드 캐스트 하지 않는 것이다. 이는 각 노드들의 라우팅 정보에서 소스 노드와 목적지 노드까지의 홉 수를 가지고 비교한다.

기존의 확장 링 검색의 알고리즘은 불필요한 RREQ의 전송을 제한한다는 것을 목적으로 TTL을 제한하여 RREQ메시지를 브로드 캐스트하는 방법을 사용하였다. 그러나 주위 모든 노드에게 브로드 캐스트하는 것은 링크가 깨어지지 않은 방향까지 불필요한 RREQ를 확산시켜 네트워크의 혼잡을 가중시킨다.

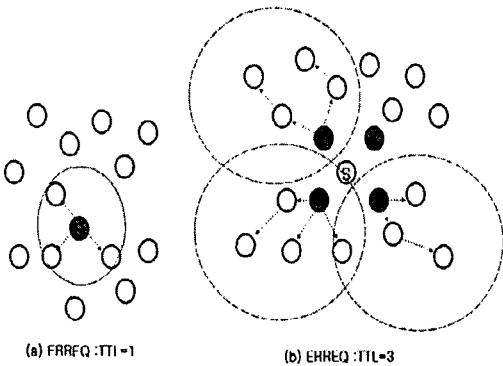


그림 1 제안 알고리즘 적용후의 결과

제안 기법은 기본적으로 로컬리페어의 확장 링 검색을 이용하되, 기존 방법과는 다르게 경로가 단절되기 이전의 연결 경로 정보를 이용하여 경로를 복구 한다. 여기서 노드들의 연결 정보란 자신의 라우팅 테이블에 경로가 단절되기 이전의 소스 노드와 목적지 노드에 대한 홉 수 정보를 의미한다. 그 정보를 이용하여 경로 단절을 발견한 단절 상위 노드를 중심으로 목적지노드 방향으로만 RREQ 메시지를 브로드 캐스트 하여 끊어진 단절 하위 노드들과 경로를 설정하도록 하자는 것이다. 즉 단절 상위 노드의 경로는 유효하기 때문에 단절 하위노드

의 경로만을 복구하자는 것이 주 알고리즘이다.

제안 알고리즘을 이용하여 초기에 그 수를 25%이상 줄인다면 홉 수가 증가할수록 감소하는 제어 메시지의 수는 점차로 증가하게 될 것이다. 제안 알고리즘을 적용한 후의 결과가 그림1이다. 그림 1을 보면 초기에는 단 한 노드의 감소지만 TTL값이 커질 수록 그 효과는 증가하는 것을 알 수 있다.

3.2 제안 알고리즘의 분석

본 논문에서는 MAS를 바탕으로 경로 복구시 발생하는 RREQ의 수를 효과적으로 줄이는 방안을 제안하였다. 제어 메시 는 항상 데이터 패킷 보다 전송시 우선 순위를 가 기 때문에 그 수가 조금만 많아져도 데이터 패킷 처리율에는 심각한 영향 줄 수 있다. 제안한 확장 링 검색은 단절 이전의 라우팅 정보를 바탕으로 브로드 캐스트되는 RREQ 제어메시 의 수를 줄임으로 전체적인 패킷 전송 연을 줄여 패킷 처리율을 높였다. 시뮬레이션 결과 우리는 효율면에서 제어메시 의 수는 20%이상, 전송 연 시간에서는 최대 10%이상 감소를 확인할 수 있었다. 또한 전송 연 시간의 감소로 인해 패킷 처리율의 증가도 더불어 확인할 수 있었다.

4. 시뮬레이션과 성능평가

4.1 시뮬레이션 모델

애드혹 환경하에서 기존의 패킷 스케줄링과 제안하는 스케줄링의 성능을 비교실험하기 위해 UC 버클리에서 개발한 network simulator-2를 사용하였다[8,9]. 이는 패킷 레벨 이벤트 스케줄러로서 CMU monarch project에 의해 개발된 애드혹 네트워크에 대한 시뮬레이션 모델이 포함되어 있다. 본 논문의 사용 버전은 NS-2.1b7a이다. 시뮬레이션의 환경으로 이동 단말의 개수는 모델에서는 25개이나, 최대 70개까지 확장가능하다. 이동 단말은 전부 이동성을 갖는 것이 아니라, 일부 단말만 이동성을 가지도록 하였다. 필요하다면 모든 단말들이 이동성을 갖도록 할 수 있으나, 애드혹 네트워크가 이동 단말로 이루어진 네트워크지만 일부 단말은 이동성을 안 가질 수 있기 때문에 모든 단말들의 이동성을 부여하지는 않았다.

본 논문에서의 시뮬레이션 목적은 동일한 토폴로 상황에서 MAS와 제안 알고리즘 두가 를 각각 적용하여 발생하는 제어 메시 의 수를 비교하고, 그에 따른 전송 연을 측정하고, 패킷 처리율의 증가 등을 비교하는 것을 목적으로 한다. 시뮬레이션은 보다 정확성을 위해 이동성을 달리한 두가 환경에서 적합성을 판단하였다. 두 환경을 구분하는 기준은 전체 노드 중 이동성을 가진 노드의 비율이며 20%인 경우와 75%인 경우를 기준으로 한다.

4.2 이동성에 따른 성능 평가

그림 2에서 나와 있듯이 제안 기법은 MAS보다 노드

수가 많을 경우 더 효율적으로 동작하고 완만한 증가 곡선을 보이는 것을 알 수 있다.

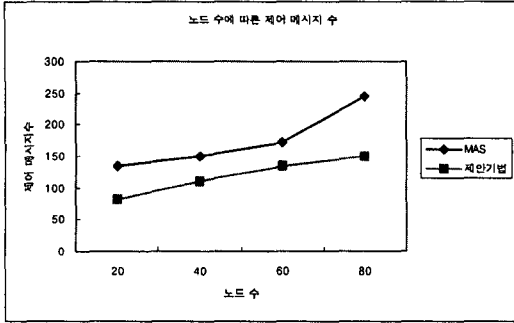


그림 2 노드 수에 따른 제어 메시지 수

따라서 제안 기법은 이동성이 있는 네트워크에서도 기존의 MAS보다 뛰어난 성능을 보였다는 것을 알 수 있다.

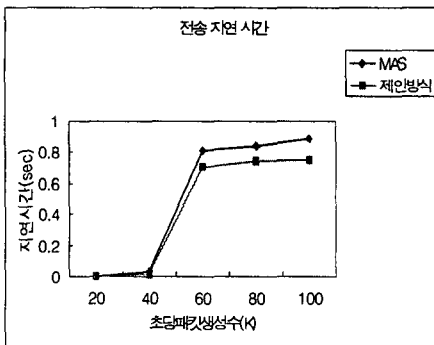


그림 3 패킷 전송 연의 비교

그림 3은 이동성을 75%로 하였을 경우 패킷 전송 연을 비교한 그래프이다. 앞의 이동성 20%인 경우와 비교하여 그 수치도 높게 나타났으며, 네트워크의 혼잡도도 빨리 나타난 것을 알 수 있다. 이는 전체 노드 중 이동 노드의 수가 증가한 것으로 나타난 결과임을 쉽게 짐작 할 수 있다.

위 그래프에서도 보였듯이 노드수가 증가 할수록 기존의 MAS보다 적은 제어메시지의 발생으로 중형이상의 네트워크에 적합함을 보였으며, 이동성이 클수록 그 효과가 뚜렷한 것으로 나타났다. 이러한 제어 메시지의 감소는 데이터 패킷들의 소통을 원활하게 하여 패킷 간 전송 지연 시간도 줄어 든 것을 볼 수 있었다. 또한 패킷 전송 지연 시간의 감소로 인해 패킷 처리율도 다소 증가하였다.

5. 결론

본 논문에서는 애드혹 네트워크에서의 multi-rate을

고려한 AODV 라우팅 알고리즘에서 제어 메시지를 줄이는 방안을 제시한다. 논문에서 주요점을 든 곳은 경로 복구 시의 제어 메시지 수의 감소이다.

본 논문에서는 기본 아이디어는 경로 복구시에 적용되는 확장 링 검색 알고리즘에서 RREQ 제어 메시지의 확산 범위를 기존의 라우팅 테이블 정보를 바탕으로 효과적으로 줄이는 방안을 제시하였다. 기존의 알고리즘은 단절된 상위 노드를 중심으로 모든 방향으로 RREQ를 브로드 캐스트한다. 이에 반해 제안 아이디어는 단절이 발생한 부분에서만 RREQ를 브로드 캐스트시켜 그 수를 평균 20% 줄이는 효과를 보였다. 이는 브로드 캐스트를 기반으로 하는 애드혹 네트워크에서는 초기의 하나의 노드도 커다란 오버헤드로 작용할 수 있기 때문에 나타난 결과라고 하겠다.

시뮬레이션을 위해 NS-2 시뮬레이터를 이용하였고, 환경 변수로 전체 노드에서 이동 노드가 차지하는 비율을 달리하였다. 즉 이동노드의 비율을 20%, 75%로 나누고, 각각 네트워크의 크기에 따른 제어 메시지의 수를 가지고 평가를 하였다. 시뮬레이션 결과 대규모 네트워크 일수록 기존의 방법과 제어 메시지 수의 차가 커져 효과적임을 알 수 있었으며, 이는 제안 기법으로 복구를 위한 제어 메시지의 확산을 초기에 20%이상 줄임으로써 발생한 결과라는 것을 알 수 있었다. 또한 기존 방법과 비교하여 제어 메시지 수의 증가에서도 비교적 완만한 증가율을 보여 결국에는 패킷 전송 지연 시간의 최대 10% 감소와 더불어 패킷 효율측면에서도 작게나마 증가를 보였다.

본 논문에서는 복구를 위한 제어 메시지의 확산만을 제어하였으나, 향후에는 경로 설정 시에도 효과적으로 제어 메시지 수를 줄이는 방안이 연구되어야 할 것이다.

6. 참고문헌

- [1] E. M. Royer and C.-K. Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad-Hoc Mobile Wireless Networks", IEEE Personal Communications, April 1998, pp.46-55.
- [2] Yongho Seok, Jaewoo Park and Yanghee Choi, "Multi-rate Aware Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks", IEEE Vehicular Technology Conference, 2003, pp.102-111.
- [3] D. B. Johnson, D. A. Maltz, Yih-Chun Hu and J. G. Jetcheva, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)", Internet Draft, IETF MANET Working Group, draft-ietf-manet-dsr-07.txt, February 2002.
- [4] C. E. Perkins, "Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing", Internet Draft, IETF MANET Working Group, draft-ietf-manet-aodv-12.txt, November 2002.
- [5] C. E. Perkins and E. 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.