
모바일 애드혹 네트워크에서 클러스터 헤드를 이용한 향상된 클러스터 기반 라우팅 프로토콜

김창진* · 김우완** · 장상동***

경남대학교

Improved cluster-based routing protocol using cluster header in Mobile ad hoc network

ChangJin Kim* · Wuwoan Kim** · Sangdong Jang***

Kyungnam Univ

kcjin00@naver.com · wukim@kyungnam.ac.kr · angong@kyungnam.ac.kr

요 약

모바일 애드혹 네트워크에서 노드들은 한정된 에너지 자원을 가지고 있기 때문에 에너지 효율적인 라우팅 기법을 통해 통신 에너지를 절약하는 것이 가장 중요하다. 기존의 클러스터 기반 라우팅 프로토콜은 클러스터 헤드가 통신의 대부분에 참여하게 된다. 따라서 클러스터 헤드의 수명이 줄어들고 효율적인 경로를 가지지 못하게 된다.

본 논문에서 제안하는 새로운 클러스터 기반 라우팅 프로토콜은 클러스터 헤드가 멤버 노드들에게 경로를 알려주는 제어 패킷을 전송한다. 따라서 클러스터 헤드의 통신 참여가 줄어들고, 멤버 노드들은 반드시 클러스터 헤드를 거쳐 통신하는 과정을 생략하게 되므로 클러스터 헤드의 수명이 연장되고 효율적인 경로를 가지게 된다. 본 논문에서 제안한 프로토콜은 기존 클러스터 기반 라우팅 프로토콜과 비교하여 클러스터의 수명, 라우팅의 효율성, 경로의 안정성이 향상 되었다.

ABSTRACT

In mobile ad-hoc networks, it should be the most important issue to reduce the power consumption of communications, because the resource of a node is limited in these networks. In existing cluster-based routing protocols, cluster headers participate in almost all communication processes. Therefore the lifetime of the cluster header is shortened and it does not have the effective route.

In the proposed cluster-based routing protocol, the cluster header transmits a control packet which gives the route information to member nodes. This makes that the cluster header decreases the number of participating in communications, and that node members do not have to communicate through the cluster header. This results in extending the lifetime of the cluster header, and having the effective route, data transmission rate and improved stability of routes.

키워드

클러스터 기반 라우팅 프로토콜, MANET, 클러스터 헤드

1. 서 론

* 경남대학교 첨단공학과 석사과정

** 경남대학교 컴퓨터공학과 교수

*** 경남대학교 컴퓨터공학과 조교수

최근 무선 네트워크의 급격한 발달로 모바일 애드혹 네트워크(Mobile Ad-Hoc Network : MANET)의 관심이 높아지고 있다. MANET은 중앙의 특별한 관리 체계 없이 기존의 유선 네트워크 또는 기지

국을 사용하지 않는 이동 노드들만으로 구성된 네트워크를 말한다. 따라서 MANET은 기존의 유선 네트워크의 도움 없이 필요시에 빠르게 구성될 수 있는 네트워크이다. 유선 네트워크를 구성하기 어려운 군사 통신이나 인명 구조시의 긴급 통신, 단기간 사용되는 사업장, 교육 통신 등을 위해 MANET이 사용될 수 있다. 그러나 MANET에서는 노드들의 잦은 이동으로 인한 네트워크 토폴로지(topology)의 변화와 가용 대역폭의 제약 그리고 노드들의 한정적인 전력량 때문에 신뢰성 있는 제어 메시지 및 정보의 전달이 어렵다. 이러한 특징 때문에 MANET은 노드간의 통신을 유지하고 네트워크의 변화를 효과적으로 대응할 수 있는 안정성이 우수한 라우팅 경로 설정 프로토콜이 필요하다.

애드 혹 네트워크에서의 라우팅 프로토콜은 Table-driven 방식과 On-demand 방식, 두 방식을 혼합한 방식으로 분류될 수 있다. Table-driven 방식은 주기적으로 또는 네트워크 토폴로지가 변화할 때 라우팅 정보를 브로드캐스팅 하여 모든 노드가 항상 최신의 라우팅 정보를 유지하는 방식으로 DSDV, WRP 등이 있다. On-demand 방식은 경로 설정을 요구하는 시점에서 경로를 탐색하는 방식이다. Table-driven 방식에 비해 제어 메시지 오버헤드 문제를 해결한다. AODV, DSR 등의 프로토콜이 여기에 속한다. 혼합 방식은 Table-driven 방식과 On-demand 방식의 혼합 형태로 각 노드가 사전에 임의의 홉 거리만큼 이웃 노드의 라우팅 정보를 유지하고 홉 거리를 넘어서는 호스트에 대해서만 경로 설정 절차를 요구하는 설정 방식을 말한다. 혼합 방식 라우팅 프로토콜로는 CBRP, ZRP 등이 있다[1].

본 논문에서는 경로 정보 패킷을 이용한 향상된 클러스터 기반 라우팅 프로토콜을 제안한다. 제안하는 기법은 클러스터 헤드노드가 클러스터 내에서 경로 요청을 하는 노드의 모든 패킷을 라우팅하지 않고 경로 정보 패킷을 경로 요청 노드에 전송한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 클러스터 기반 라우팅 프로토콜에 대해 살펴본다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 경로 정보 패킷을 이용한 경로 설정 기법을 설명한다. 4장에서는 결론 및 제안 프로토콜의 향후연구과제에 대하여 설명한다.

II. 관련 연구

2.1 Cluster based network protocol

본 논문에서는 MANET에서의 한계점을 극복하기 위해 이동 노드들을 그룹 단위로 나누어 관리함으로써 네트워크 자원을 효율적으로 사용할 수 있고 이동성 관리가 용이하며 제어 메시지의

오버헤드(overhead)를 줄일 수 있는 클러스터(cluster) 적용 기법이 사용되었다[2][3][4]. 클러스터 기반 라우팅 프로토콜은 거리 벡터 알고리즘의 장점과 DSR의 장점을 동시에 이용한 방법이다. 클러스터 기반 라우팅 프로토콜은 네트워크를 구성하는 노드들을 분포에 따라 중복되거나, 분리된 여러 개의 클러스터로 나누어 관리한다[5]. 그리고 하나의 클러스터에는 클러스터 헤드노드가 존재하여 클러스터에 속한 다른 노드들의 정보를 관리한다.

그림 1은 3개의 클러스터를 갖는 일반적인 클러스터 기반 라우팅 프로토콜의 예이다. 클러스터 A, B는 중첩되어 있으며, 클러스터 B, C는 분리된 형태의 클러스터이다. 클러스터 A에는 하나의 헤드노드(노드 1), 두 개의 멤버노드(노드 9, 12)와 하나의 게이트웨이 노드(노드 8)인 4개의 노드로 구성되어 있다. 클러스터 헤드노드는 클러스터 헤드 선정 기법인 Lowest Id 기법을 사용하여 클러스터의 모든 노드 중 노드 ID가 최소인 노드로 선출되며, 클러스터에 존재하는 노드들에 대한 모든 정보를 수집하여 클러스터를 관리한다. 두 개의 이상의 클러스터와 접하고 있는 노드를 게이트웨이 노드로 선출하고, 선출된 게이트웨이 노드는 인접 클러스터를 연결하는 역할을 한다.

클러스터 기반 라우팅 프로토콜은 노드들을 클러스터로 나누어 클러스터 내 헤드노드를 두고, 노드들을 관리 운영함으로써 다른 MANET의 라우팅 프로토콜에 비해 경로 설정 시 트래픽을 효과적으로 줄이고, 라우팅의 성능을 향상시키는 장점을 가지고 있으나, 모든 노드들의 관리 운영을 헤드노드에 의존함으로써 헤드노드가 클러스터 밖으로 이동하거나, 이상이 발생할 때 새로운 헤드노드를 선출하는데 많은 비용이 든다. 또한 클러스터 헤드가 클러스터 내의 모든 이동 노드의 라우팅을 함으로써 네트워크의 트래픽 문제를 발생시키기도 한다.

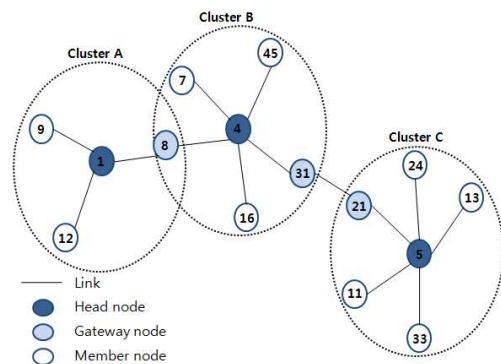


그림 1. 일반적인 클러스터 구조

III. 제안 프로토콜

본 논문에서 제안하는 프로토콜은 기존의 클러스터 기반 라우팅 프로토콜에서 헤드노드가 클러스터 내의 모든 노드의 데이터를 라우팅을 함으로써 발생하는 네트워크의 트래픽 증가와 헤드노드의 수명이 단축되는 현상을 개선하였다.

제안 프로토콜은 소스노드가 경로 요청 시 헤드노드는 목적지주소가 자신이 속한 클러스터에 가입 되어있는지를 확인한 후 소스노드에게 경로 정보패킷을 전송한다. 소스노드는 더 이상 헤드노드를 통한 패킷전송을 하지 않고, 전송받은 경로 정보패킷을 이용하여 목적지노드로 패킷을 전송한다. 목적지노드가 클러스터 외부에 존재하면 게이트웨이노드로, 클러스터 내부에 목적지 노드가 존재하면 목적지노드로 패킷을 바로 전송한다.

라우팅 방법은 소스노드와 목적지노드의 거리에 따라 크게 두 가지 경우로 나뉜다. 첫 번째는 소스노드와 목적지노드가 같은 클러스터에 있는 경우다. 클러스터 내의 모든 노드들은 최대 2홉 거리에 있으므로 최악의 경우 소스노드와 목적지노드는 2홉 거리에 있다. 이 경우에는 헤드노드로부터 경로정보패킷을 받은 소스노드가 헤드노드를 통해 목적지노드에게 전송하므로 기존의 클러스터 기반 라우팅 프로토콜과 동일한 비용을 가진다. 그러나 최적의 경우 소스노드와 목적지노드는 1홉 거리를 가지므로 헤드노드를 거치지 않아 더 적은 비용을 가지고 패킷을 전송할 수 있다. 두 번째는 소스노드와 목적지노드가 다른 클러스터에 있는 경우 이다. 소스노드는 헤드노드에게 받은 경로정보패킷을 통해 목적지노드가 다른 클러스터에 있는 것을 확인 한다. 소스노드는 인접 클러스터에 패킷을 전송하기 위해 게이트웨이노드로 패킷을 전송하게 된다. 이러한 경우에도 소스노드와 게이트웨이노드가 같은 클러스터에 있기 때문에 거리가 최대 2홉을 가진다. 따라서 소스노드와 게이트웨이노드가 2홉 거리인 경우 기존의 클러스터기반 라우팅 프로토콜과 동일하고, 1홉 거리인 경우 더 적은 비용을 가지고 패킷을 전송하기 때문에 효율적이다.

기존 클러스터 기반 라우팅 프로토콜과 제안한 프로토콜을 3가지 경우로 나누어 비교한다.

Case1(그림 2) : 기존 클러스터 기반 라우팅 프로토콜은 모든 패킷을 소스노드에서 헤드노드를 통하여 목적지노드로 전송한다. 따라서 소스노드는 n 번의 패킷 송신, 헤드노드는 n 번의 패킷 송신과 n 번의 패킷 수신, 목적지노드는 n 번의 패킷 수신을 하게 된다.

제안 프로토콜은 소스노드는 헤드노드에게 경로정보패킷을 요청한다. 소스노드는 헤드노드에게 경로정보패킷을 수신한 뒤 목적지노드에게 패킷을 전송한다. 따라서 소스노드는 $n+1$ 번의 패킷 송신과 1번의 패킷 수신을 하고 헤드노드는 1번

의 패킷 송신과 1번의 패킷 수신을 하고 목적지노드는 n 번의 패킷 수신을 하게 된다.

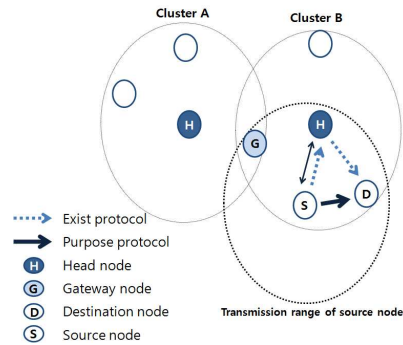


그림 2. Case1의 패킷 송수신 과정

Case2(그림 3) : 기존 클러스터 기반 라우팅 프로토콜은 소스노드가 헤드노드에게 패킷을 모두 전송하고 헤드노드는 목적지노드에게 모든 패킷을 라우팅 한다. 따라서 소스노드는 n 번의 패킷 송신, 헤드노드는 n 번의 패킷 송신과 n 번의 패킷 수신, 목적지노드는 n 번의 패킷 수신을 하게 된다.

제안 프로토콜의 경우 먼저 소스노드는 헤드노드에게 경로정보패킷을 요청한다. 다음으로 소스노드는 헤드노드를 통해서 목적지노드에게 n 개의 패킷을 전송하게 된다. 따라서 소스노드는 $n+1$ 번의 패킷 송신과 1번의 패킷 수신, 헤드노드는 $n+1$ 번의 패킷 송신과 $n+1$ 번의 패킷 수신, 목적지노드는 n 번의 패킷 수신을 하게 된다.

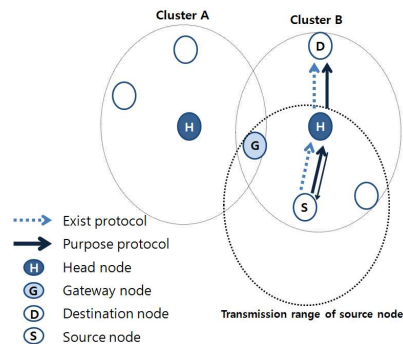


그림 3. Case2의 패킷 송수신 과정

Case3(그림 4) : 기존 클러스터 기반 라우팅 프로토콜은 소스노드가 클러스터B의 헤드노드에게 n 번의 패킷을 전송한다. 헤드노드는 자신의 클러스터에 목적지노드가 없으므로 게이트웨이노드에게 n 번의 패킷을 전송한다. 게이트웨이노드는 클러스터A의 헤드노드에게 n 번의 패킷을 전송하게 된다. 클러스터A의 헤드노드는 자신의 클러스터에 목적지노드가 있으므로 목적지노드에게 n 번의 패킷을 전송한다.

제안 프로토콜의 경우 먼저 소스노드는 클러스터B의 헤드노드에게 경로정보패킷을 요청한다. 다음으로 소스노드는 헤드노드에게 받은 경로정보패킷을 이용하여 게이트웨이노드에게 n번의 패킷을 전송한다. 게이트웨이노드는 인접한 클러스터A의 헤드노드에게 n번의 패킷을 전송한다. 클러스터A의 헤드노드는 목적지노드에게 n번의 패킷을 전송한다.

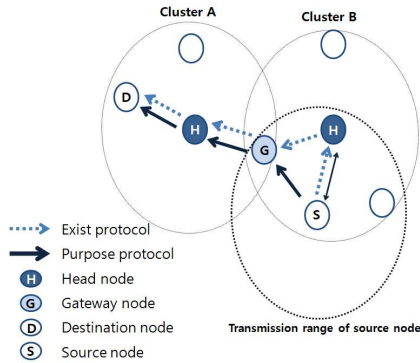


그림 4. Case3의 패킷 송수신 과정

기존 클러스터 기반 라우팅 프로토콜과 제안 프로토콜을 비교하면 표 1에서 Case1은 소스노드가 같은 목적지에 2개 이상의 패킷을 전송할 경우 패킷 수에 비례하여 성능이 향상되고, 특히 헤드노드의 송수신 패킷량에서 나타내고 있다.

표 1. Case1의 송수신 패킷량 비교

	기존 프로토콜		제안 프로토콜	
	송신	수신	송신	수신
소스노드	n	-	n+1	1
헤드노드	n	n	1	1
목적지노드	-	n	-	n
총 패킷 량	2n	2n	n+2	n+2

표2의 Case2는 최악의 경우로 경로정보패킷의 송수신만큼 제안 프로토콜의 성능이 기존의 방식과 유사함을 나타낸다.

표 2. Case2의 송수신 패킷량 비교

	기존 프로토콜		제안 프로토콜	
	송신	수신	송신	수신
소스노드	n	-	n+1	1
헤드노드	n	n	n+1	n+1
목적지노드	-	n	-	n
총 패킷 량	2n	2n	2n+2	2n+2

마지막으로 Case3은 클러스터 외부에 패킷을 전송하는 경우인데 Case1과 마찬가지로 패킷 량에 비례하여 성능이 향상됨을 나타낸다.

표 3. Case3의 송수신 패킷량 비교

	기존 프로토콜		제안 프로토콜	
	송신	수신	송신	수신
소스노드	n	-	n+1	1
헤드노드(B)	n	n	1	1
게이트웨이노드	n	n	n	n
헤드노드(A)	n	n	n	n
목적지노드	-	n	-	n
총 패킷 량	4n	4n	3n+2	3n+2

IV. 결론 및 향후연구과제

본 논문에서는 MANET 환경에서 경로정보패킷을 이용하여 헤드노드의 라우팅을 효율적으로 하는 클러스터링 기법을 제안하였다. 기존 클러스터 기반 라우팅 프로토콜은 클러스터의 모든 노드의 정보를 헤드노드가 가지고 있어 소스노드가 패킷 전송 시 항상 헤드노드에게 전송한다. 헤드노드가 모든 패킷을 라우팅 하게 되면, 클러스터의 트래픽이 발생하고, 헤드노드의 수명도 단축된다.

제안 프로토콜은 소스노드가 패킷을 전송 시 헤드노드에게 경로정보를 요청하여 소스노드의 1홉 거리인 경우에는 직접 전송하게 된다. 따라서 헤드노드의 라우팅 비용이 감소하게 되어 클러스터의 트래픽이 감소하고, 헤드의 수명 또한 연장될 것으로 기대된다.

향후 연구과제로 본 논문의 제안 프로토콜에서 소스노드와 목적지노드의 전송 중, 전송 상황을 특정한 주기로 헤드노드와의 통신을 통하여 라우팅 정보를 갱신하는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 전형국, 김문정, 엄영익, "무선 애드-혹 네트워크를 위한 다중-홉 클러스터 라우팅 프로토콜", 『정보과학회논문지』 제 28권 제 2호, pp. 184-185, 2001.
- [2] M. Chatterjee, S. K. Sas, D. Turqut, "An on - demand weighted clustering algorithm(WCA) for Ad Hoc Networks", In proc. of IEEE GLOBECOM, pp. 1697-1701, 2000.
- [3] M. Jiang, j.Li, Y.C Tay, "Cluster Based Routing Protocol(CBRP)", Internet Draft draft-ietf-manet-cbrp-spec-01.txt, aug. 1999.
- [4] D.Wei, H. A. Chan, "A Survey on Cluster Schemes in Ad Hoc Wireless Networks", In Proc. of IEEE Mobility Conference, pp. 1-8, Nov. 2005
- [5] Radia Perlman, Interconnections: Bridges, Routers, Switches and Internetworking Protocols, 2nd Ed., Addison-Wesley, 1999.