
Ad hoc 네트워크에서 잔여전력량을 이용한 효율적인 클러스터 헤드 선출 기법

박혜란* · 김우완** · 장상동***

경남대학교

An Efficient Cluster header Election Scheme Using Remain Energy in Ad hoc network

Hyeran Park* · Wuwoan Kim** · Sangdong Jang***

Kyungnam Univ

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

요 약

클러스터 기반 라우팅 프로토콜(CBRP, Cluster-Based Routing Protocol)은 각 클러스터 내에 헤드를 선출하고 클러스터 헤드는 모든 이동 노드들을 관리, 운영하기 때문에 전력 소모가 심하게 일어나게 된다. 기존의 CBRP는 각 노드의 잔여전력량을 고려하지 않고 헤드를 임의로 선출하기 때문에 클러스터 헤드의 평균 수명이 짧아지고 빈번하게 다른 헤드를 선출해야 하는 문제점을 가지고 있다. 따라서, 본 논문에서는 클러스터 헤드를 선출할 때 클러스터 내 각 노드의 잔여전력량을 비교하여 잔여전력량이 가장 높은 노드를 클러스터 헤드로 선출하여 클러스터의 수명과 네트워크 전체의 수명을 연장시키면서 경로의 안정성을 높이는 개선된 프로토콜을 제안한다.

ABSTRACT

In the Cluster-Based Routing Protocol (CBRP), a cluster header in each cluster is selected. The cluster headers consume energy much more than other nodes because they manage and operate all of mobile nodes in their cluster. The traditional CBRP selects a cluster header without considering the remaining energy of each node. So, there exists problems that the cluster header has short average lifetime, and another cluster header should be selected frequently. In this paper, we propose the advanced protocol which prolongs the lifetime of the cluster header and enhances the stability of the path. In order to achieve this, when a cluster header is elected in a cluster, the remaining energies of all of nodes are compared with one another, and the node with the highest energy is selected as the cluster header.

키워드

Ad hoc, 클러스터 기반 라우팅 프로토콜, 전력, 경로 안정성

1. 서 론

최근 무선 네트워크 기술의 급속한 발전과 더불어 이동 무선 컴퓨팅에 대한 응용 범위와 빈도가 급격히 증가하고 있다. 이동 무선 네트워크는 기지국이나 AP(access point)와 같은 하부구조(in-

rastructure)를 가지는 네트워크와 하부구조가 없는 애드 혹 네트워크(Ad Hoc Network)로 분류된다.

애드 혹 네트워크의 특징은 고정된 하부구조가 없기 때문에 이동 노드들끼리 데이터를 전달할 수 있어야 하는데 이러한 이동 노드는 전파 도달 거리가 제한되어 중간 노드로서 데이터 전달 기능을 가지며 제한된 용량의 배터리를 에너지원으로 사용하므로 에너지 공급이 일정치 않은 특성을 갖는다. 물론 경우에 따라서 이동 노드가 차량

* 경남대학교 첨단공학과 석사과정

** 경남대학교 컴퓨터공학과 교수

*** 경남대학교 컴퓨터공학과 조교수

에 탑재되어 일시적으로 안정된 에너지 공급이 가능하거나, 또는 고정된 형태의 장치로서 지속적인 에너지 공급이 가능할 수도 있다. 그러나 일반적으로 노트북이나 PDA 또는 센서를 가진 이동장치 형태를 예상할 수 있는 이동 노드로서는 안정된 에너지의 공급이 어렵고, 이와 같은 에너지 제약은 라우팅 프로토콜 설계에도 큰 영향을 준다.

현재 에너지 수준이 낮은 노드가 많은 트래픽을 라우팅하게 되면 해당 노드의 배터리 잔여전력량이 점점 작아져서 끝내는 이 노드를 경유하는 모든 경로들을 사용할 수 없게 된다. 따라서 노드들의 에너지 상태를 고려하여 경로를 선택해야 안정적인 데이터 전송이 가능하다. 효율적인 에너지 사용 또는 에너지를 절약할 수 있는 메커니즘 등이 근본적인 문제와 함께 고려되어야 한다.

이런 무선 네트워크 환경에서 소비되는 에너지 양을 줄이기 위한 대표적인 방법 중 하나가 클러스터링이다. 클러스터링 방법에서는 이동 노드들을 클러스터로 나누고 각 클러스터 내에서 클러스터 헤드를 선출한 후 헤드가 클러스터 멤버들을 관리, 운영한다. 클러스터 헤드의 에너지가 고갈 될 경우 클러스터 내의 모든 이동 노드들은 새로운 헤드가 선출될 때까지 수행을 멈추게 되어 전체 네트워크의 성능을 저해하는 문제점을 가지고 있다[1][2][3].

II. 관련연구

2-1. 클러스터 기반 라우팅 알고리즘

CBRP[4]는 네트워크를 구성하는 이동 노드들의 분포에 따라 중복되거나 분리된 여러 개의 클러스터를 형성하고 클러스터 내에 헤드를 두어 클러스터 내의 모든 이동 노드들을 효과적으로 관리한다. 모든 노드들은 자신이 속한 클러스터 헤드와의 통신만으로 경로를 발견함으로써 트래픽의 양을 효과적으로 줄이며, 속도를 향상시킨다. 그러나 CBRP는 Ad Hoc의 다른 라우팅 알고리즘과는 달리 클러스터 헤드가 관리 운용함으로써 클러스터를 형성하고 유지하는 부담이 있다. 또한 헤드가 클러스터 밖으로 이동하거나 비정상적인 상태가 되어 더 이상 헤드의 역할을 수행하지 못할 경우 클러스터 내의 모든 이동 노드들은 새로운 헤드가 선출될 때까지 전체 네트워크의 성능을 저해한다[5].

2-2. 클러스터 헤드 선출 기법

현재 애드 hoc 네트워크를 위한 한-홉 클러스터 헤드 선출 기법에는 LID(Lowest ID)기법과 HD(Highest Degree) 기법 등이 있다. LID 기법은 노드의

ID를 사용하여 클러스터 헤드를 선출하는 기법으로 클러스터 헤드를 선출하기 위해 각 노드가 자신의 ID를 주기적으로 방송(broadcast)하며 가장 낮은 ID의 노드가 클러스터 헤드로 선출된다. 이를 주소 기반 클러스터링 기법이라고 부른다. HD 기법은 노드의 연결 상태를 고려하여 클러스터 헤드를 선출하기 때문에 연결 기반 클러스터링 기법으로 불린다. 각 노드는 자신의 이웃 노드 정보를 동일한 주기로 브로드캐스팅하며 가장 많은 이웃 노드(밀도)를 가지는 노드가 클러스터 헤드가 된다.

이와 같은 기존의 클러스터 헤드 선출 기법들은 노드의 전력량을 고려하지 않고 클러스터 헤드를 선출하기 때문에 클러스터 헤드의 평균 수명이 짧아지고 빈번한 헤드 선출로 인해 클러스터의 안정성이 저하된다[6].

따라서 본 논문에서는 클러스터를 형성함에 있어 노드들의 잔여전력량을 고려하여 잔여전력량이 가장 높은 노드를 클러스터 헤드로 선출함으로써 안정적인 클러스터를 형성할 수 있는 방법을 제안한다.

III. 제안 프로토콜

본 논문에서는 자신과 한 홉으로 연결된 이동 노드 중에서 잔여전력량이 가장 높은 이동 노드를 클러스터 헤드로 선출하는 알고리즘을 제안한다. 따라서 각 이동 노드들은 비컨 메시지로부터 얻은 이웃 노드들의 잔여전력량 정보를 이웃 테이블에 저장하여 가장 높은 잔여전력량을 가진 노드를 헤드로 선출한다.

이동 노드는 자신과 한 홉으로 연결된 이웃 노드들에게 자신의 잔여전력량을 포함한 비컨 메시지를 전송한다. 이 비컨 메시지를 수신한 노드는 자신의 이웃 테이블에 잔여전력량을 저장한다. 이웃 테이블에 저장된 잔여전력량과 자신의 잔여전력량을 비교하여 자신이 가장 높은 잔여전력량을 가진 노드일 경우 주위 이웃 노드들에게 자신이 클러스터 헤드임을 알리는 비컨 메시지를 전송한다. 이를 수신한 이웃 노드들은 헤드를 인식하여 클러스터를 형성하게 된다. 헤드가 선출된 후 부터 모든 패킷은 헤드를 통해 전송된다. 자신이 가장 높은 잔여전력량을 가진 노드가 아닌 경우는 헤드로 선출된 이웃 노드가 알리는 비컨 메시지를 기다린다.

이미 형성된 클러스터에 현재 헤드보다 높은 잔여전력량을 갖은 이동 노드가 추가되더라도 현재 클러스터 헤드를 교체하지 않는다.

그림 1과 같이 노드 D는 한 홉으로 연결된 이웃 노드 A, B, C, E, F에게 자신의 잔여전력량을 포함한 비컨 메시지를 전송하고 각 이웃 노드들로부터 잔여전력량이 포함된 비컨 메시지를 수신한다.

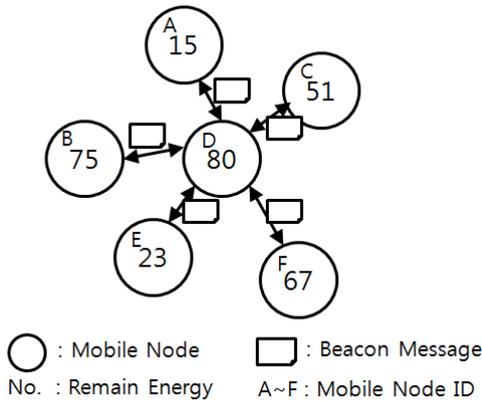


그림 1. 클러스터 헤드 선출 과정

이웃 노드로부터 수신한 비컨 메시지의 잔여전력량을 자신(노드D)의 이웃 테이블에 노드(이웃)ID와 잔여전력량을 추가한다. 그림 2는 노드 D의 이웃 테이블을 나타낸다. 그림2와 같이 이웃 테이블은 이웃을 식별하는 NodeID와 잔여전력량을 나타내는 RemainEnergy로 구성된다. 이웃들의 잔여전력량을 저장한 후 자신의 잔여전력량과 비교하여 잔여전력량이 가장 높은 노드를 식별한다. 가장 높은 잔여전력량을 가진 노드 D는 자신을 헤드로 인식하고 이웃 노드들에게 비컨 메시지로 자신이 클러스터 헤드임을 알린 후 헤드의 역할을 시작한다.

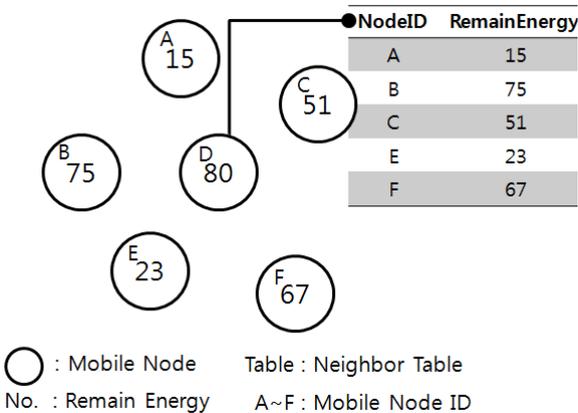


그림 2. 클러스터 헤드 선출

헤드 선출과정을 수행 후 그림 3과 같이 가장 높은 잔여전력량을 가진 노드D가 헤드로 선출되어 클러스터가 형성된다. 그림 3에서 음영 처리된 노드D는 클러스터 헤드를 나타낸다. 클러스터 선출 시 가장 높은 잔여전력량을 가진 노드가 두 개일 경우에는 기존의 클러스터 헤드 선출 기법인 LID를 사용하여 잔여전력량이 가장 높으면서 가장 낮은 ID를 가진 노드를 클러스터 헤드로 선출한다.

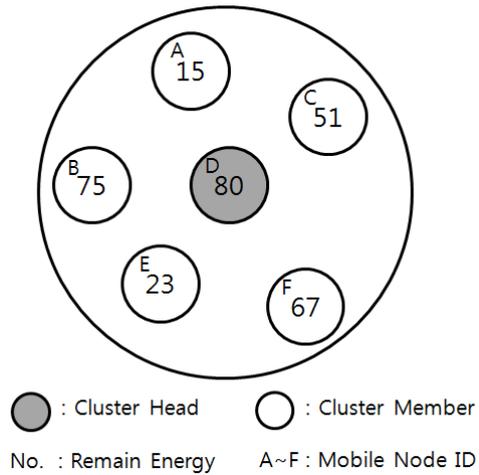


그림 3. 클러스터 형성

그림 4는 이웃 노드의 정보 수집 알고리즘이다. 이웃 노드로부터 수신한 비컨 메시지의 노드ID와 잔여전력량을 자신의 이웃 테이블에 엔트리를 추가하여 잔여전력량을 비교한다.

비컨 메시지 수신 시 자신의 이웃 테이블에 노드의 엔트리가 존재하지 않는 경우에는 노드ID와 잔여전력량을 엔트리에 추가한다. 추가 후 헤드 선출을 위해 그림 5의 클러스터 헤드 선출 알고리즘을 호출한다.

```

Beacon Arrived(){
    extract(beacon);
    neighbor_id = my_id;
    remain_energy = my_remain;

    if(!exist neighbor_id in Neighbor_Table){
        Neighbor_Table.add[neighbor] = neighbor_id;
        Neighbor_Table.add[remain] = remain_energy;
    }
    else{
        Nothing;
    }
    Cluster_header_Elect();
}
    
```

그림 4. 이웃 노드의 정보 수집

그림 5는 클러스터 헤드 선출 알고리즘이다. 클러스터 헤드 선출 시 자신의 잔여전력량과 이웃 테이블에 저장된 이웃 잔여전력량을 비교하여 가장 높은 잔여전력량을 가진 노드를 헤드로 선출한다. 이웃 노드와의 잔여전력량이 같으면 기존의

선출 기법 LID를 이용하여 낮은 ID를 가진 노드를 헤드로 선출한다. 즉, 가장 높은 잔여전력량을 가지면서 노드ID가 가장 낮은 노드를 헤드로 선출한다.

클러스터 헤드로 선출된 노드는 이웃들에게 자신이 클러스터 헤드임을 알린다. 조건에 만족하지 않은 노드는 이웃 노드의 클러스터 헤드 선출 소식을 기다린다.

```
Cluster_header_Elect(){
  for each remain in Neighbor_Table[remain]{
    if(remain ==< my_remain){
      if(remain == my_remain
        && neighbor_id < my_id){
        msg Waiting;
      }
    }
    else{
      set msg my_id + "cluster_header";
      broadcast neighbors;
    }
  }
  else{
    msg Waiting;
  }
}
```

그림 5. 클러스터 헤드 선출 알고리즘

IV. 결 론

본 논문에서는 각 노드가 자신과 한 홉으로 연결된 이웃들의 잔여전력량이 포함된 비컨 메시지의 수신을 통해 자신과 이웃들의 잔여전력량을 비교하여 가장 높은 잔여전력량을 가진 노드를 헤드로 선출한다.

따라서, 클러스터 헤드의 수명을 향상시키고 빈번하게 다른 헤드를 선출하는 문제점을 줄여 네트워크 전체 수명을 향상시켜 경로의 안정성을 높이는 방법으로 가장 높은 잔여전력량을 가진 노드를 클러스터 헤드로 선출하는 기법을 제안하였다.

참고문헌

- [1] 서재홍, 김기형, 서현곤, "AODV 기반 애드 혹 네트워크에서 헬로우 메시지를 이용한 효과적인 경로 유지 기법", 『정보과학회 논문지』 제31권 제3호, pp280-288, 2004.
- [2] 권혜연, 신재욱, 이병복, 최지혁, 남상우, 임선배, "이동 Ad Hoc 네트워크 기술 동향", 『전자통신동향분석』 제18권 제2호, pp11-24, 2003.
- [3] 김진수, 신승수, "계층적 불균형 클러스터링 기법을 이용한 에너지 소비 모델", 『한국산학기술학회논문지』 제12권 제6호, 2011.
- [4] PERKINS, Charles, "Ad Hoc Networking," Addison-Wesley, pp.75-138, 2000.
- [5] 허태성, "무선 Ad Hoc 네트워크에서 보조 헤드를 이용한 효율적 클러스터-기반 라우팅 프로토콜", 『인하대학교』, 2002.
- [6] 김혁수, 황준호, 유명식, "모바일 애드 혹 네트워크에서 이동성을 고려한 안정적인 클러스터링 기법", 『한국통신학회논문지』 Vol.34 No.5, 2009.