

하이브리드 애드 혹 네트워크에서의 에너지 효율성을 고려한 라우팅 알고리즘

Energy-Efficient Routing Protocol for Hybrid Ad Hoc Networks

박혜미* 박광진** 추현승***
Hyemee Park Kwangjin Park Hyunseung Choo

요약

최근 언제 어디서나 고품질의 인터넷 서비스 이용에 대한 필요성이 증가함에 따라, 인터넷 또는 셀룰러 망과 같은 기반 망과 연동된 하이브리드 애드 혹 네트워크에 대한 연구가 중요해지고 있다. 이러한 통합 네트워크는 홈 네트워크, 텔레매틱스, 센서 네트워크 분야 등에서 사용자 요구에 부합하는 다양한 종류의 서비스 제공이 가능해진다. 그러나 무선 이동 네트워크에서 불안정한 링크에 의한 전송 거리와 전송 대역폭 및 이동 노드의 배터리 제약은 대용량의 실시간 데이터 처리를 요구하는 서비스의 원활한 제공을 어렵게 만든다. 따라서 본 논문에서는 기반 망에서 제공하는 인프라를 활용하여 에너지 효율성을 고려한 클러스터 기반의 계층적 라우팅 기법을 제안한다. 인덱스 기반의 브로드캐스팅 기법을 적용한 경로 전달 모델을 통해 노드가 필요한 정보만을 선택적으로 청취함으로써 불필요한 에너지 손실을 줄인다. 또한, 경로 탐색 및 유지비용과 경로 설정에 필요한 지연시간을 줄였다.

Abstract

Currently, as the requirement for high quality Internet access from anywhere at anytime is consistently increasing, the interconnection of pure ad hoc networks to fixed IP networks becomes increasingly important. Such integrated network, referred to as hybrid ad hoc networks, can be extended to many applications, including Sensor Networks, Home Networks, Telematics, and so on. We focus on some data communication problems of hybrid ad hoc networks, such as broadcasting and routing. In particular, power failure of mobile terminals is the most important factor since it affects the overall network lifetime. We propose an energy-efficient routing protocol based on clustering for hybrid ad hoc networks. By applying the index-based data broadcasting and selective tuning methods, the infra system performs the major operations related to clustering and routing on behalf of ad hoc nodes. The proposed scheme reduces power consumption as well as the cost of path discovery and maintenance, and the delay required to configure the route.

☞ keywords: Hybrid ad hoc network, energy-efficient routing, index-based data broadcasting, selective tuning, clustering

1. 서론

이동 애드 혹 네트워크는 이동 노드만으로 구성되는 자율적이며 즉흥적인 망으로서 독립적으로 구성이 가능하다. 그러나 독립적으로 구성된

네트워크에서는 대등한 노드들끼리의 정보 교환이나 수집은 가능하나 기존의 인터넷 등과 같은 기반 망에서 제공되는 다양한 콘텐츠나 서비스를 이용할 수가 없고, 분산 수집된 정보를 특정 서버 또는 데이터베이스로 가져와 이를 가공하거나 정보의 가치를 높이기 어렵다. 따라서 이동 애드 혹 네트워크와 인터넷 또는 이동통신망과 같은 다른 기반 망과의 연동을 고려할 수 있다.

하이브리드 애드 혹 네트워크라고 불리는 이러한 통합 네트워크는 홈 네트워크, 텔레매틱스, 센서 네트워크 분야의 다양한 유비쿼터스 플랫폼에

* 준회원 : 성균관대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사) hyemee@ece.skku.ac.kr

** 정회원 : 성균관대학교 지능형HCI융합연구센터 박사 후연구원 kwangjin.park@gmail.com

*** 중신회원 : 성균관대학교 정보통신공학부 부교수 choo@ece.skku.ac.kr

[2007/03/28 투고 - 2007/04/06 심사 - 2007/05/22 심사완료]

서 적용 가능하여, 중요한 연구 이슈로 부각되고 있다. 네트워크 기술의 발전과 함께 앞으로 사용자들이 요구하는 서비스의 종류는 다양해지고 있으며, 특히 이들은 대용량의 실시간 데이터 처리를 요구하고 있다. 그러나 무선 이동 네트워크 특성상의 제약으로 인해 원활한 서비스 제공이 어렵다. 따라서 불안정한 링크에 의한 전송 거리와 전송 대역폭, 이동 노드의 배터리 제약을 고려한 라우팅 프로토콜이 필요하며, 이를 통해 동적 네트워크 토폴로지의 변화로 인한 경로의 설정과 유지가 용이해야 한다.

기존 애드 혹 라우팅 방식을 적용하면 위와 같은 제약을 해결하지 못한다. proactive와 reactive 방식의 기존 라우팅 프로토콜은 경로 설정과 유지를 위한 오버헤드의 증가로 동적 네트워크 환경에 적합하지 않다. 또한 애드 혹 네트워크에서 에너지를 고려한 라우팅 연구가 많이 진행되고 있지만, 이러한 통합 환경에 부적절하다. 대부분의 방식은 에너지 소모량이 적은 경로를 설정하기 위해 각 링크에서 전송 시 필요한 에너지 양 또는 각 노드의 에너지 잔량 등의 부가적인 정보가 필요하다. 따라서 기존 연구를 적용하게 되면, 필요한 정보를 얻기 위한 오버헤드가 증가할 수밖에 없다.

본 논문에서는 인프라 지원을 통해 에너지 효율성을 고려한 클러스터 기반의 계층적 라우팅 기법을 제안한다. 각 노드의 위치 정보를 획득한 기지국 등의 인프라를 통해 인덱스 기반의 브로드캐스팅 기법을 적용한 경로 전달 모델을 제안한다. 이는 노드가 원하는 정보에 대한 선택적 청취가 가능해짐에 따라 불필요하게 낭비되었던 에너지 손실을 줄일 수 있다. 인프라의 정보를 활용함으로써 별도의 경로 탐색 및 유지비용이 불필요하며, 경로 설정에 필요한 지연시간을 감소시킬 수 있다. 또한 기존 클러스터링 방식에서의 문제점인 클러스터 생성과 유지 관련 오버헤드를 크게 줄임으로써 제한된 대역폭과 에너지를 좀 더 효율적으로 사용할 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구의 기반이 되는 클러스터링 기법과 기존 애드 혹 네트워크의 에너지를 고려한 라우팅 기법을 알아본다. 3장에서는 제안 알고리즘을 소개하며 4장은 시뮬레이션을 통해 제안 알고리즘의 성능을 분석해보며, 마지막으로 5장에서 논문을 마무리한다.

2. 관련연구

2.1 클러스터링 기반의 라우팅 기법

이동 애드 혹 네트워크에서 노드 간 데이터 전달을 위한 라우팅 방안으로 계층적 방식의 클러스터링 연구가 있다 [1]. 클러스터링 방식에서 네트워크는 여러 개의 그룹으로 나뉜다. 각 클러스터에는 하나의 헤드 노드와 게이트웨이, 멤버 노드로 구성되며, 이들은 다른 상태와 역할을 수행하게 된다. 클러스터 헤드는 클러스터 내의 로컬 컨트롤러로, 클러스터 내의 전송 조정 및 클러스터 간 트래픽 처리를 한다. 게이트웨이 노드는 다른 클러스터 링크와 연결되어 이웃하는 클러스터로 패킷을 전달해 주는 중개자 역할을 한다.

라우팅 정보를 클러스터 헤드와 게이트웨이 노드에게만 전달함에 따라 네트워크 전체로 뿌려지는 것을 피할 수 있으며, 이로 인해 reactive와 proactive 방식에 비해 제어 트래픽의 오버헤드를 크게 줄일 수 있다는 장점이 있다. 그러나 클러스터를 형성하고 유지하는 비용이 추가적으로 필요하다. 잦은 이동 환경에 따른 토폴로지의 변화는 정보 교환의 증가로 상당한 대역폭을 낭비하게 하며, 노드의 에너지를 크게 소모시킬 수 있다.

2.2 에너지 효율성 고려의 라우팅 기법

이동 애드 혹 네트워크에서 노드의 수행 시간이 가장 중요한 제한 요소로 작용하기 때문에 에너지 효율성을 고려한 라우팅 연구가 점점 더 중

요해지고 있다. 현재까지 이와 관련하여 많은 연구가 진행되었으며, 표 1과 같이 분류할 수 있다.

(표 1) 에너지 고려 라우팅 기법의 분류 (2)

Approach	Protocols
Transmission Power Control	<ul style="list-style-type: none"> • Flow Argumentation Routing (FAR) • Online Max-Min (OMM) • Power aware Localized routing (PLR) • Minimum Energy Routing (MER) • Smallest Common Power (COMPOW)
Load Distribution	<ul style="list-style-type: none"> • Localized Energy Aware Routing (LEAR) • Conditional Max-Min Battery Capacity Routing (CMBCR)
Sleep/Power-Down Mode	<ul style="list-style-type: none"> • SPAN • Geographic Adaptive Fidelity (GAF) • Prototype Embedded Network (PEN)

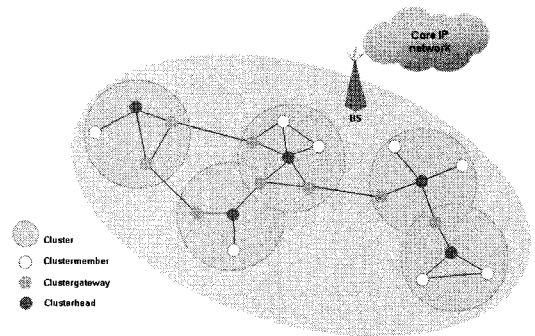
이들의 연구는 단말의 inactive 상태 뿐 아니라 active 상태에서 통신하는 동안 소모되는 에너지 사용량을 최소화 하는 것을 목표로 한다. transmission power control과 load distribution은 깨어있는 동안 통신 에너지를 최소화 하는 방식이며, sleep/power-down mode 는 inactive 상태의 에너지를 최소화하는 방식이다. 또한, 앞의 두 가지 방식은 에너지를 최소화하여 목적지까지 패킷을 라우팅 할 수 있는 경로를 찾는 연구이다. 이를 위해 transmission power control에서는 각 링크 사이의 에너지 비용을 계산하여 최소값을 갖는 경로를 찾게 된다. 이를 위해서는 노드가 모든 링크 사이의 비용을 알아야 하기 때문에, 오버헤드가 추가적으로 발생하게 된다. 반면에 load distribution은 노드들의 에너지 잔량을 파악하여 에너지 사용량을 분산시키는 연구이다. 다른 노드들의 에너지 량을 알고 있어야 하는 제약이 따른다. 마지막으로, sleep/power-down mode는 클러스터링 기법에서와 같이 대표 노드를 선정하여, 깨어있는 노드의 수를 최소한으로 줄이는 방식이다. 클러스터링 기법에서와 같이 주기적인 메시지 교환 등의 절차로 주변 정보를 얻어야 하며, 대표

노드를 선정하는 특정 규칙이 요구된다. 따라서 기존에 나와 있는 관련 연구의 접근 방식들은 대규모의 동적 네트워크 환경에 적합하지 않다.

3. 제안하는 알고리즘

3.1 시스템 모델

본 논문에서는 하이브리드 애드 혹 네트워크 환경에서의 에너지 효율성을 고려한 라우팅 기법을 제안한다. 애드 혹 네트워크는 기지국을 통해 셀룰러 또는 인터넷과 같은 기반 망과 연동되어 통신 가능한 환경이다. 본 논문에서는 이러한 환경에서 외부 또는 내부 노드간의 통신에 필요한 에너지 소모량을 최소화하여 시스템의 수명을 증가시키는 것을 목표로 하며, 이를 위해 제안하는 모델은 그림 1과 같다.



(그림 1) 제안 시스템의 모델

기지국은 인터넷 백본 망과 애드 혹 네트워크 사이에서 게이트웨이 역할을 하는 고성능의 시스템으로, 넓은 지역의 커버리지를 갖는다. 애드 혹 네트워크 내의 노드는 GPS (Global Positioning System) 장치로 자신의 위치 정보를 얻을 수 있다. 또한 노드의 네트워크 인터페이스는 active, idle의 에너지 상태를 갖는다. 노드는 기본적으로 idle 상태를 유지하며 다른 노드의 요청을 처리하기 위해 무선 채널을 청취한다. 요청이 발생하면,

active 상태로 전환하여 패킷을 받거나 다른 노드에게 전달해준다. 이 때, 각 노드는 메시지 송·수신에서 정해진 양의 에너지를 소모한다. 따라서 적은 양의 에너지를 소모하는 idle 상태를 최대한 유지고 메시지에 대한 처리 횟수를 최소화하여 개별 노드의 에너지 사용량을 줄임으로써 전체 시스템의 수명을 늘리고자 한다.

이에 따라 애드 혹 네트워크는 기존 라우팅 방식에 비해 오버헤드와 배터리 사용면에서 좀 더 효율적인 클러스터 기반의 라우팅 기법을 사용한다. 그림 1에서 보듯이 전형적인 클러스터 구조를 이룬다. 본 논문에서는 클러스터링 기법의 적용 및 개선을 통해 하이브리드 애드 혹 네트워크 환경에 적합한 에너지 효율적인 라우팅 프로토콜을 연구한다. 이를 위해 제안하는 시스템 모델의 가정 사항은 다음과 같다.

- 모든 노드의 배터리 에너지는 한정되어 있으며, 동일한 에너지를 소모한다.
- 노드 간의 무선 채널은 대칭형(symmetric)이다. 노드 A에서 B로 메시지를 보내기 위해 소모되는 에너지량은 B에서 A로 보낼 때와 같다.
- 네트워크 내 노드와 기지국의 무선 채널은 비대칭형(asymmetric)이다. 노드는 기지국으로부터 시그널을 수신할 수 있지만, 노드에서 기지국까지의 직접적인 전송은 보장되지 않는다.
- 노드와 기지국 사이의 시그널 브로드캐스팅을 위한 채널은 네트워크 내 노드 간의 통신 채널과 분리되어 서로 영향을 끼치지 않는다.

3.2 클러스터링 기법

본 논문에서는 3.1에서 소개한 시스템 모델을 활용한 새로운 클러스터링 구성 방법을 제안한다. 제한된 대역폭과 배터리를 좀 더 효율적으로 활용하기 위해 기존 방식에서 클러스터링 형성과 유지를 위해 발생하는 오버헤드를 줄이고자 한다.

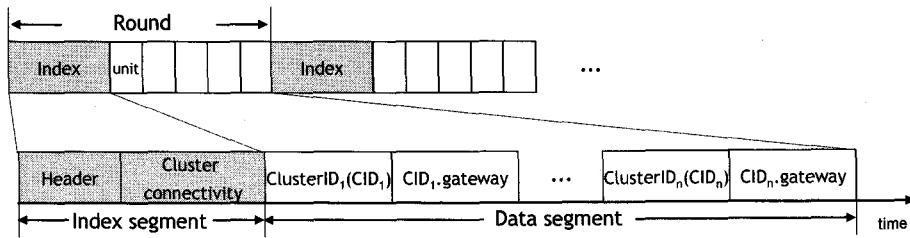
클러스터링 형성의 초기 단계에서 기지국의 위

치 좌표 값을 수신한 노드는 GPS로부터 얻은 자신의 위치 정보를 기지국으로 알린다. 초기 단계에서 노드들은 방향성 있는 라우팅을 사용하여 위치 정보를 전달해준다. 여러 개의 주변 노드들 중에서 기지국까지의 경로 상에 있다고 판단되는 노드를 선택하여 정보를 보낸다. 이 때, 각 노드는 다른 노드로부터 받은 위치 정보를 모아 같이 전달해준다. 이는 전체 네트워크로 불필요하게 브로드캐스팅 하는 것을 방지할 수 있다. 이러한 과정을 통해 기지국은 전체 네트워크의 토폴로지 정보를 얻게 되고, 토폴로지에 알맞게 헤드를 선정하여 그룹핑을 해줌으로써 클러스터를 형성해준다. 클러스터링 후, 클러스터 헤드로 선정된 노드에게 클러스터 ID, 클러스터에 속한 멤버 노드들의 ID 정보를 전송해주어, 헤드 역할을 수행하게 한다.

클러스터링을 형성한 후에는 각 클러스터 헤드가 주기적으로 멤버 노드들을 모니터링 한다. 노드의 이동함에 따라 클러스터링 정보가 변경되면 기지국에 알려 갱신해준다. 새로운 노드가 이동해 왔거나 기존의 멤버 노드가 이동해 나가 감지되지 않으면 갱신된 정보를 기지국에 보내 클러스터링을 재구성 할 수 있도록 한다. 따라서 제안하는 방식은 노드의 이동에 따른 동적 네트워크 변화에 별도의 경로 복구 절차 없이 빠르게 대응할 수 있다. 또한 초기 단계에서 위치 정보를 알려주면, 그 후 이벤트 발생에 대한 보고는 클러스터 헤드가 대신한다. 클러스터를 유지하기 위해 별도의 제어 메시지를 필요로 하지 않으며, 주기적인 메시지 교환이 일어나지 않아 오버헤드를 크게 줄일 수 있다.

3.3 라우팅 절차

본 절에서는 클러스터를 형성 후 기지국의 경로 전달 모델을 통한 노드의 라우팅 방안을 소개한다. 토폴로지 정보를 알고 있는 기지국로부터 라우팅 경로를 얻기 때문에 기존 클러스터링 기



- Header unit : (Node ID, Cluster ID) pairs, arrival time of CID data units
- Cluster connectivity unit : (CID_i-CID_j) connectivity table, arrival time of CID.gateway data units
- CID unit : cluster information
- CID.gateway unit : clustergateway information of each CID

(그림 2) 브로드캐스팅 데이터 포맷

법에서의 RREQ, RREP와 같은 제어 메시지 플루딩을 통한 경로 설정 절차가 없다. 각 노드는 데이터를 전송하고자 하는 시점에 깨어나, 기지국로부터 라우팅 경로를 얻어 전송할 수 있다. 따라서 기존 기법 보다 제한된 대역폭은 물론 배터리를 효율적으로 사용할 수 있다.

3.3.1 기지국의 경로전달모델

기지국은 라우팅 정보를 네트워크 전체에 주기적으로 브로드캐스팅 해준다. 각 노드의 전력 소모량을 최소화하기 위해 인덱스 기반의 브로드캐스팅 기법 [3] 을 적용한 경로전달모델을 제안한다. 전달 메시지는 각 라운드마다 다수의 데이터 집합과 하나의 인덱스로 구성된다. 인덱스는 뒤에 연이어 오는 브로드캐스팅 데이터의 정보와 도착 시간을 알려주며, 데이터는 클러스터링 정보가 포함되어 있다. 노드는 인덱스를 통해 깨어날 시점을 파악할 수 있다. 제안하는 방식의 전달 메시지 포맷은 그림 2와 같다.

전달 메시지는 인덱스 세그먼트와 데이터 세그먼트로 나뉘며, 인덱스 세그먼트는 다시 헤더와 클러스터 연결 정보 unit으로 나뉜다. 헤더에는 (노드의 ID, 노드의 소속 클러스터ID, 각 클러스터 unit의 도착 시간) 정보가 포함되어 있으며, 두 번째 unit에는 (클러스터 간의 연결 정보, 클러스터

터 게이트웨이 unit의 도착 시간)을 담고 있다. 인덱스 세그먼트는 각 주기마다 시작점에 위치하며, 뒤따르는 데이터 세그먼트에 대한 정보로 노드가 해당 데이터를 듣기 위해 항상 먼저 청취하는 세그먼트이다.

데이터 세그먼트는 클러스터의 정보를 담고 있는 unit과 그 해당 클러스터 내의 게이트웨이 정보를 담고 있는 unit으로 구성된다. 따라서 데이터 세그먼트는 총 클러스터 개수 2배만큼의 unit을 가지게 된다. 클러스터 unit에는 클러스터를 형성하고 있는 노드들의 정보(클러스터헤드, 게이트웨이, 멤버 노드)와 이들의 토폴로지 정보를 포함하고 있다. 클러스터 게이트웨이 unit은 해당 클러스터 ID에 속한 클러스터 게이트웨이와 이웃하는 클러스터들의 연결 정보를 나타내어 클러스터 간의 라우팅을 가능하게 해준다. 이 외에도 같은 클러스터 내에 속한 게이트웨이 간의 연결 정보를 나타내어 한 클러스터 내에 다수의 게이트웨이가 존재하는 경우 최단 경로를 얻을 수 있게 해주는 정보이다.

3.3.2 노드의 선택적 청취 기법

각 노드는 기지국의 브로드캐스팅 메시지를 청취하여 목적지까지의 라우팅 경로를 얻게 된다. 이 때, 노드의 배터리 사용량을 줄이기 위해 메시

지 전체를 듣지 않고 필요한 정보만을 선택적으로 청취한다. 선택적 청취 절차에 대한 의사코드는 다음과 같다.

```

알고리즘: 선택적 청취를 통한 경로 설정
1 Listen the header unit of index segment;
2 If ( source.CID = dest.CID)
3   wakeup (own CID unit of data segment); listen
4 Else
5   listen the following cluster connectivity unit;
6   wakeup (own CID unit);
7   listen; sleep;
8   wakeup (gateway units of intermediate CIDs);
9   listen; sleep;
10  wakeup (dest. CID unit); listen;
11  compute the optimal path;
12  Transmit the data using source routing;
    
```

출발지 노드는 인덱스 세그먼트를 통해 목적지 노드가 속해있는 클러스터 ID를 알아낸다. 자신과 같은 클러스터 내의 노드라면 잠들었다가 해당 클러스터가 오는 시간에 깨어나게 된다. 만약 다른 클러스터라면 클러스터 연결 세그먼트를 계속 듣고, 목적지까지 거쳐야 하는 클러스터 정보를 얻는다. 경로 상에 거쳐야 하는 중간 클러스터 ID 내의 게이트웨이 unit 도착 시간에 각각 깨어나 출발지부터 목적지까지 최적의 경로를 얻는다.

4. 성능평가

4.1 에너지 모델

본 절에서는 성능 평가를 위해 사용한 노드의 에너지 모델을 소개한다. 노드의 idle과 active 두 가지 상태(그림 3)에서 소모하는 에너지량을 측정한다.



(그림 3) 노드의 에너지 상태

출발지에서 목적지 노드까지 패킷을 전달할 때, 경로 상에 있는 노드들의 CPU, NIC(Network Interface Card), GPS 장치에서의 에너지 사용량을 측정한다. 각 노드는 에너지 상태 모드에 따라 소비되는 에너지량이 다르며, 장치별 시스템 종류에 따라 차이가 난다. 본 논문에서 성능 평가를 위해 사용한 에너지 모델 [4] 은 표 2와 같으며, 시뮬레이션에서 사용한 노드의 배터리는 IBM Thinkpad 600 노트북의 10.8V, 3.2AH 사양을 따른다.

(표 2) 에너지 모델 (단위: mW)

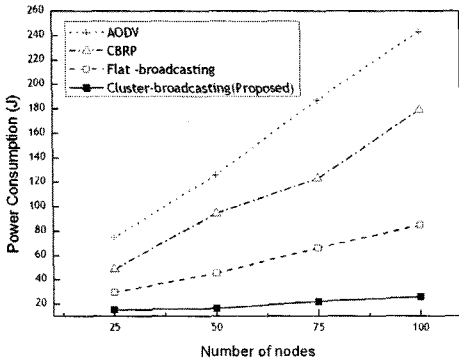
	Model	idle	active	
CPU	StrongARM SA-1100	0.16	400	
NIC	Digita 2 Mbps 802.11 Wireless LAN	750	receive	1,550
			transmit	1,900
GPS	u-blox GPS-MSIE	33	continuous	462
			power save (1s update)	165

4.2 시뮬레이션 환경

시뮬레이션은 C로 구현되었으며, 25~100개의 노드를 랜덤하게 발생시킨 무선 네트워크를 시뮬레이션 모델로 이용했다. 트래픽은 1 pkt/s로 일정하게 발생시켰으며, 출발지와 목적지 노드는 랜덤하게 분포되어 있다. 앞 절에서 소개한 에너지 모델을 사용하여 전체 시스템의 에너지 소모량을 측정한다. 각 프로토콜에서 수행하는 경로 설정 과정, 브로드캐스팅 메시지 청취 및 데이터 전달을 위해 출발지, 중간, 목적지 노드에서 소모하는 에너지를 측정한다.

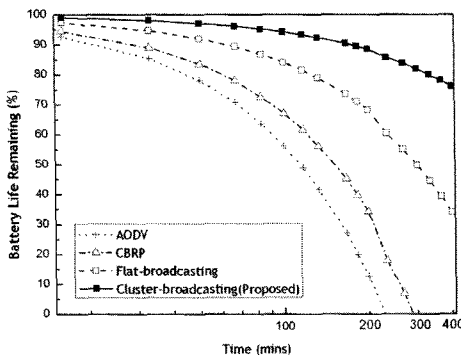
4.3 시뮬레이션 결과

본 논문에서는 reactive 방식의 AODV [5], 기존 클러스터링 방식의 CBRP [6], non-clustering 환경에서 인덱스 기반의 경로전달모델을 적용한 방식과 제안 방식의 성능 비교를 하였다. 그림 4는 각 프로토콜에서 네트워크 크기에 따른 전체 에너지 소모량을 보여준다.



(그림 4) 전체 시스템의 에너지 소모량

결과에서 보듯이, 제안 방식이 기존 방식에 비해 좋은 성능을 보임을 알 수 있다. AODV에서는 경로 설정을 위해 제어 메시지를 전체 네트워크로 브로드캐스트해주는 오버헤드로 인해 에너지 소모량이 많다. 이에 반해 CBRP는 이러한 브로드캐스팅이 특정 노드로 제한되기 때문에 AODV에 비해 소모하는 에너지가 적다. 세 번째 방식은 flat 네트워크 환경에 본 논문에서 제안한 경로전달모형을 적용한 것으로 제안 방식에 비해 성능이 떨어짐을 알 수 있다. 이는 클러스터링이 되지 않아 브로드캐스팅 메시지를 체계적으로 구성하지 못한다. 따라서 출발지 노드는 목적지 노드를 찾기 위해 메시지 전체를 청취해야하는 반면에, 제안 방식은 목적지 노드의 클러스터 정보만 청취하면 되기 때문에 나머지 시간의 에너지를 크게 절약할 수 있다.



(그림 5) 시스템 수명

이러한 노드의 에너지 소모는 전체 시스템의 수명에 영향을 끼친다. 그림 5는 수행 시간에 따라 전체 시스템에서 남아있는 배터리 에너지의 양을 측정하는 것이다. 결과에서 보듯이, 300분 후에 AODV, CBRP 시스템이 수명이 다한 것에 비해 제안 방식은 전체 노드의 70~80%가 아직 남아있는 것을 볼 수 있다. 제안 방식은 다른 방식에 비해 전체 시스템의 수명을 늘릴 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 인터넷 망과 연동된 하이브리드 애드 hoc 네트워크에서의 에너지 효율성을 고려한 클러스터링 라우팅 방안을 제안한다. 제안 방식에서는 무선 이동 네트워크의 제한된 대역폭과 배터리의 제약사항을 해결하기 위해, 고사양의 기지국과 같은 인프라를 활용한다. 인프라는 인덱스 기반의 브로드캐스팅 기법을 통한 경로전달모형을 적용하여 전체 네트워크에 효율적으로 정보를 전달할 수 있으며, 각 노드는 에너지를 절약하기 위해 원하는 정보에 대해 선택적으로 청취한다. 따라서 경로 탐색, 유지비용 및 경로 설정에 필요한 지연시간, 노드의 에너지 소모량을 감소시킬 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과(IITA-2007-(C1090-0701-0046)) 및 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구(KRF-2006-214-D00132)임.

교신저자 : 추현승

참 고 문 헌

- [1] J. Y. Yu, et al., "A Survey of Clustering Schemes for Mobile Ad Hoc Networks," IEEE Communications Surveys and Tutorials, vol. 7, no. 1, 2005.

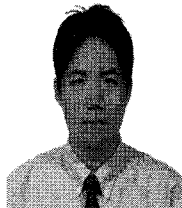
- [2] C. Yu, et al., "Energy Efficient Routing Protocols for Mobile Ad Hoc Networks," Wireless communications and mobile computing, Wiley, vol. 3, no. 8, 2003.
- [3] T. Imielinsk, et al., "Energy Efficient Indexing On Air," In Proc. of ACM SIGMOD, 1994.
- [4] O. Kasten, Energy consumption. ETH-Zurich, Swiss Federal Institute of Technology. Available at: http://www.inf.ethz.ch/~kasten/research/bathtub/energy_consumption.html.
- [5] C. E. Perkins, et al., "Ad hoc On-demand Distance Vector (AODV) routing," IETF, RFC 3561, 2003.
- [6] M. Jiang, et al., "Cluster Based Routing Protocol (CBRP)," Internet-draft, draft-ietf-manet-cbrp-spec-01.txt, 1999.

○ 저 자 소 개 ○



박 혜 미(Hyemee Park)

2005년 성균관대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
 2007년 성균관대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사)
 관심분야 : Mobile IP, Network Mobility(NEMO), Ad-hoc networks, etc.
 E-mail : hyemee@ece.skku.ac.kr



박 광 진(Kwangjin Park)

2000년 고려대학교 컴퓨터학과 졸업(학사)
 2002년 고려대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(석사)
 2006년 고려대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(박사)
 2007년 프랑스 국립 전산 및 자동화연구소 박사후연구원
 관심분야 : 데이터베이스 관리, 유/무선 통신, 이동 컴퓨팅.
 E-mail : kwangjin.park@gmail.com



추 현 승(Hyunseung Choo)

1988년 성균관대학교 수학과 졸업(학사)
 1990년 University of Texas 컴퓨터공학과 졸업(석사)
 1996년 University of Texas 컴퓨터공학과 졸업(박사)
 1997년 특허청 심사4국 컴퓨터심사담당관실(사무관)
 1998년 ~ 현재 성균관대학교 정보통신공학부 부교수
 2001년 ~ 현재 한국인터넷정보학회/한국시뮬레이션학회 이사
 2004년 3월 ~ 2006년 8월 대통령직속 교육혁신위원회 전문위원
 2004년 8월 ~ 현재 한국인터넷정보학회 논문지편집위원장
 2005년 1월 ~ 현재 한국 건강보험심사평가원 전문위원
 2005년 10월 ~ 현재 정보통신부ITRC 지능형HCI융합연구센터장, 정보통신공학부 컨버전스 연구소장
 관심분야 : 유/무선/광 네트워크, 모바일컴퓨팅, 임베디드S/W, 그리드컴퓨팅
 E-mail : choo@ece.skku.ac.kr