

---

# CACHE:상황인식 기반의 계층적 클러스터링

## 알고리즘에 관한 연구

문창민\* · 이강환\*\*

\*한국기술교육대학교

CACHE:Context-aware Clustering Hierarchy and Energy efficient for MANET

Chang-min Mun\* · Kang-Hwan Lee\*\*

\*Korea University of Technology and Education

E-mail : heroant@kut.ac.kr, kwlee@kut.ac.kr

### 요 약

이동 애드혹 네트워크(MANET)는 무선네트워크에서 노드들이 제한적인 에너지를 가지고 있기 때문에 보다 효율적인 노드의 관리가 요구 된다. 이러한 MANET에서는 정적인 네트워크에 비해 토폴로지가 자주 변하므로 이동성을 고려한 에너지 효율적인 라우팅 프로토콜이 요구된다. 기존에 제안된 CACH(Context-aware Adaptive Clustering Hierarchy)[1]는 하이브리드 라우팅 방식을 분산 클러스터링 기반으로 구성하여 네트워크 수명을 연장하고 지연시간을 감소하였다. 하지만 노드의 밀도증가를 효율적으로 알고리즘에 적용하지 못한 문제점이 있다. 이를 보완하기 위해 본 논문에서는, CACHE(Context-aware Adaptive Clustering Hierarchy and Energy efficient)를 제안한다. CACHE는 노드 밀도 변경에 대해 적응적으로 알고리즘을 적용할 수 있도록 클러스터 구성을 수정하여, CACH가 갖는 노드 밀도 문제를 개선하였다.

### ABSTRACT

Mobile Ad-hoc Network(MANET) needs efficient node management because the wireless network has energy constraints. Mobility of MANET would require the topology change frequently compared with a static network. To improve the routing protocol in MANET, energy efficient routing protocol would be required as well as considering the mobility would be needed. Previously proposed a hybrid routing CACH prolong the network lifetime and decrease latency. However the algorithm has a problem when node density is increase. In this paper, we propose a new method that the CACHE(Context-aware Clustering Hierarchy and Energy efficient) algorithm. The proposed analysis could not only help in defining the optimum depth of hierarchy architecture CACH utilize, but also improve the problem about node density.

### 키워드

MANET, Routing Protocol, Hierarchy, Distributed Clustering

### 1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅, 퍼베이시브 컴퓨팅(Pervasive Computing) 등 좀 더 진보된 형태의 네트워크가 출현하면서 어느 곳에서든지 네트워크에 접속할 수 있는 환경이 요구되고 있으며, 이러한 환경에 적합한 무선 기술들이 현재 연구되고 있다. 이동

애드혹네트워크(mobile ad-hoc network-MANET)는 기반 네트워크 없이도 구성이 가능한 차세대 네트워크 기술로서 주목 받는 기술이다. 하지만 MANET은 일반 적으로 대역폭과 에너지 측면에서 제약이 따르며 토폴로지가 급격하게 변하는 특성을 갖고 있어 잦은 경로 재설정을 유발하여 패킷오버헤드를 발생시키는 문제점이 있다[2].

따라서 MANET에서는 환경 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 라우팅 프로토콜에 대한 연구가 요구되며, 본 논문에서는 상황인식을 기반으로 한 계층적 클러스터링 기법(CACH)을 제안한다. CACH에서는 적응적 계층 클러스터링을 이용하여 노드들의 에너지 효율적인 성능을 이끌어냄으로써 네트워크의 수명과 지연속도 면에서 좋은 성능을 발휘한다.

### II. 기존연구

적응적 라우팅과 비적응적 라우팅을 융합한 하이브리드 라우팅 프로토콜은 경로설정 시에 발생하는 패킷 오버헤드를 감소시켜 네트워크의 확장을 용이하게 한다. 패킷 오버헤드의 감소가 가능한 것은 인접한 노드들 간에는 현재의 경로를 유지하고, 원거리의 노드들 간에만 적응적으로 경로를 재설정하는 전략을 이용하기 때문이다. 이러한 패킷 오버헤드의 감소는 확장을 용이하게 해줄 뿐만 아니라 에너지 소모를 줄여 네트워크의 수명 또한 연장시켜 주는 장점이 있으며, 더 효율적인 프로토콜을 위한 연구도 진행되어 왔다.

### III. CACH 프로토콜 구조

본 논문에서는 계층적 클러스터 구조에서 계층의 깊이 변화에 따라 클러스터 내 전체 패킷 전송 비용을 예측하여, 에너지 효율적인 클러스터를 구성하는 라우팅 프로토콜을 제안하고자 한다.

#### 1. 네트워크모델

FTEP[3]에서는 2계층의 클러스터를 가정한 네트워크 모델을 예로 들고, 각 노드는 두 가지 모드 즉, 고전력 전송모드와 저전력전송 모드를 사용하는 것으로 가정하고 있다. CACH에서는 클러스터 내에 포함 된 센서노드의 수에 따라 클러스터 계층의 깊이를 가변적으로 운용하기 때문에 각 노드는 두 가지 전력 전송모드가 아닌 클러스터 계층의 깊이에 따라 다전력 전송 모드를 탄력적으로 사용한다.

#### 2. 센서의 에너지 모델

전형적인 센서 노드의 역할은 주로 신호 수집 및 변환, 디지털 신호 처리, 무선 연결로 이뤄진다. 다음은 각 센서노드들의 에너지 소비 모델에 대한 요약이다.[4]

이 모델에서 통신을 위한 핵심적인 에너지 인자들은 송신기에 의한 비트당 에너지 소모량 ( $\alpha_{trans}$ ), 송신단의 증폭기에 의한 에너지 소모량 ( $\alpha_{amp}$ ), 그리고 수신 측에 의한 비트당 에너지 소모량이다( $\alpha_{recv}$ ).  $1/d^4$ 를 거리에 따른 에너지 감

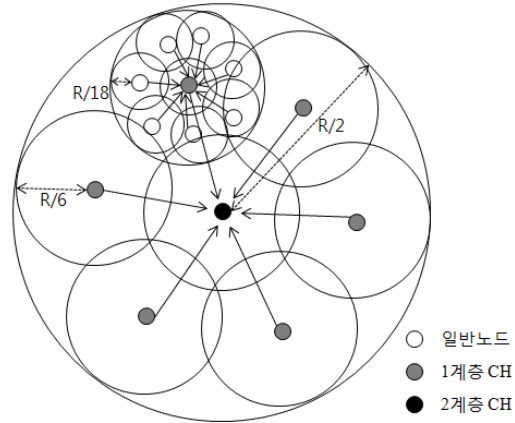


그림 1. 네트워크 모델.

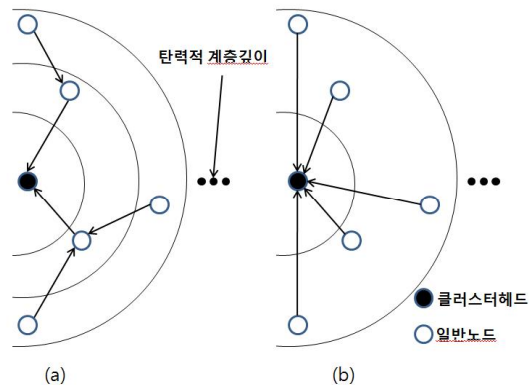


그림 2. (a) 3계층에서의 패킷 전송 경로, (b) 2계층에서의 패킷 전송 경로

쇠량 이라고 가정하면 에너지 소모량은,

$$E_{tx} = (\alpha_{trans} + \alpha_{amp} \times (d)^4) \times r \tag{1}$$

$$E_{rx} = \alpha_{recv} \times r \tag{2}$$

여기서  $E_{tx}$ 는 r비트를 보낼 때의 에너지 소비량이고,  $E_{rx}$ 는 r비트를 받을 때의 에너지 소비량이다.  $L_C$ 의 CH는  $R/2$ 의 값을 갖고, 그 이외의 CH는 다음과 같은 값을 갖는다.

$$R_{jCH} = R/3^j \tag{3}$$

표 1. 에너지 소비량을 계산하기 위한 기호.

기호	정의
$R_{jCH}$	j계층 CH의 통신범위
$E_{jCH}$	j계층 CH의 에너지 레벨
$P_{ij}$	j계층 클러스터에 속한 일반노드 i가 $R_{jCH}$ 내에서 분포 할 확률
$R_{ijCH}$	노드 i에서 j계층 클러스터헤드까지의 거리

$R_{ijCH}$ 는 다음과 같은 값을 갖는다.

$$R_{ijCH} = R_{jCH} \times P_{ij} \tag{4}$$

3. CACHE 알고리즘

CACHE algorithm is given below:

```

marked nodes = {∅}
for u = 1, 2, ..., n
{ Ds = Round( Rc/u + 0.5 )
  for v = 1, ..., u
  { S(v) = {a set of nodes within Ds*v}
    S(v) = S(v) - marked nodes
    marked nodes = marked nodes + S(v)
    if v ≠ 1 then
    { S(v) select nearest one of the S(v-1).
      as a father node.
    }
  }
}
Sum(u) = find energy consumption.
(equation(5))
if minsum > Sum(u) then
  minsum = Sum(u)
  bestdepth = u;
}
return bestdepth;
    
```

IV. CACHE 분석 및 시뮬레이션

한 클러스터 내에 포함 되어 있는 노드의 수에 따라 가장 에너지 효율적인 클러스터 계층의 깊이를 구하기 계층의 깊이에 따른 E<sub>tx</sub>를 구한다. 식(5)에서 k는 오차보정상수이며, 본 논문에서는 이상적인 경우를 가정하여 k값은 1로 고정한다.

$$E_{tx} = \left[ \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=1}^{L_c} (\alpha_{trans} + \alpha_{amp} \times (R_{ijCH})^4) \times r \right] \times k \quad (5)$$

$$E_{rx} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=1}^{L_c} (\alpha_{recv} \times r) \quad (6)$$

$$E_{total} = E_{tx} + E_{rx} \quad (7)$$

이러한 접근방법을 통해, 특정 클러스터 내에 포함된 노드수가 N이라고 가정하고, 클러스터 계층의 깊이를 변화시켜 가면서 식(7)의 E<sub>total</sub>이 최소가 될 때의 계층의 깊이를 찾을 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 계층적 클러스터 구조에서 계층의 깊이 변화에 따라 클러스터 내 전체 패킷 전송 비용을 예측하여, 에너지 효율적인 클러스터를 구

조에서 계층의 깊이 변화에 따라 클러스터 내 전

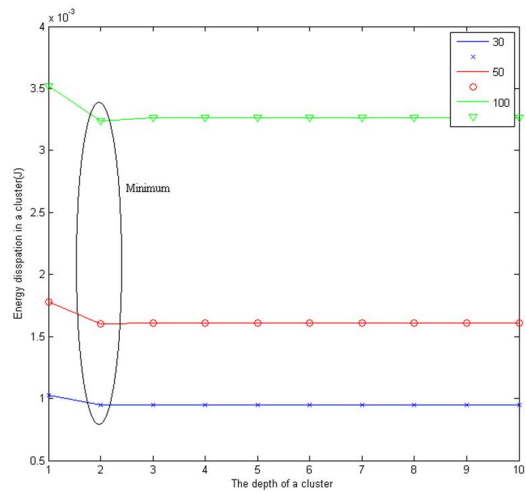


그림 3. 노드의 수가 30, 50, 100개 일 때의 클러스터 계층의 깊이에 따른 에너지 소비량 분석.

체 패킷 전송 비용을 예측하여, 에너지 효율적인 클러스터링 기법을 제안하였다. 이를 바탕으로 통신범위에 밀집된 노드들에 대해서는 단계적으로 클러스터링을 구성하는게 효율적임을 알 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

[1] Chang-min Mun, Kang-whan Lee, "Context-aware Based Distributed Clustering for MANET", KIMICS2009.  
 [2] Sirisha Medidi, Jiong Wang, "A Fault Resilient Routing Protocol for Mobile Ad-hoc Networks", Third IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob 2007).  
 [3] Nidhi Bansa\*, T. P. Sharma, Manoj Misra and R. C. Joshi, "FTEP: A Fault Tolerant Election Protocol for Multi-level Clustering in Homogeneous Wireless Sensor Networks", ICON 2008  
 [4] M. Bhardwaj, T. Garnett, A. P. Chandrakasan, "Upper Bounds on the Lifetime of Sensor Networks", In Proceedings of ICC 2001, vol. 3 pp. 785-790, June 2001.