

# Ad-hoc 네트워크상에 Hotspot Zone을 이용한 효율적인 데이터 집계 설계

(A Design of the efficient data aggregation using  
Hotspot Zone on Ad-hoc Networks)

김 주 용\*, 안 희 학\*\*, 이 병 관\*\*\*

(Ju-yung Kim, Heui-hak Ahn, and Byung-Kwan Lee)

**요 약** 애드혹 네트워크에서는 제한된 자원과 전력을 가지고 있기 때문에 에너지 효율적인 데이터 집계 연산이 필요하다. 현재 데이터 집계 연산에 대한 연구는 활발히 진행되고 있지만 기존의 연구에서는 노드의 밀집도를 고려하지 못하였다. 노드가 특정 영역에 밀집 되어 배치된 다면 그 영역에 배치된 센서 노드들이 센싱 하는 정보는 그 연관성이 아주 강하다고 판단할 수 있다. 이는 중복된 데이터를 수집하는 효과와 같다고 볼 수 있으며, 이 정보를 전송하는데 소모 되는 에너지는 낭비된다고 볼 수 있다. 제안하는 기법에서는 AMC알고리즘을 이용한 다중홉 클러스터링 환경에서 노드들이 밀집되어 있는 지역을 핫스팟 영역으로 지정하여 해당 지역에서 대표노드를 선정한다. 만약 데이터집계의되 메시지를 전송받으면, 주변의 노드를 대표하여 대표 노드가 해당 환경 정보를 관리자에게 제공하여 중복되는 센싱 정보를 줄여 네트워크 수명을 증가 시킬수 있도록 설계하였다.

**핵심주제어** : 핫스팟 영역, 클러스터 헤드, 클러스터 영역, 대표노드, 대기노드

**Abstract** As the resources and power on Ad-hoc networks are limited, new data aggregation techniques are required for energy efficiency. The current research on data aggregation techniques is actively in progress, but existing studies don't consider the density of nodes. If nodes are densely placed in a particular area, the information which the sensor nodes placed on those areas detect can be judged as very strong association. But, the energy spent transmitting this information is a waste of energy. In this paper the densely-concentrated node area is designated as Hotspot\_Zone in the multi-hop clustering environment using the AMC and a key node is selected in the area. If the request message of data aggregation is transmitted, the key node among the neighboring nodes sends its environmental information to a manager to avoid duplicate sensing information. Therefore, the life of networks can be prolonged due to this.

**Key Words** : Hotspot\_zone, Cluster\_Zone, Cluster\_head, Representative node, Stand-by Node

---

\* 관동대학교 전자계산공학과, 제 1저자

\*\* 관동대학교 컴퓨터학과, 제 2저자

\*\*\* 관동대학교 컴퓨터학과, 교신저자

## 1. 서론

에드혹 네트워크는 AP가 없이 흩어져 있는 무선으로 통신이 가능한 노드들끼리 서로 통신을 하는 네트워크 구조이다<sup>[1]</sup>. 이 구조에서는 중간에서 제어하는 노드가 없으므로 각 노드들은 자신이 가질 수가 있는 정보를 최대한 활용하여 네트워크에서 통신이 가능하도록 라우팅을 해야 한다<sup>[2-3]</sup>.

에드혹 네트워크의 응용분야는 기존의 기반 통신 시설을 배제하고 순수한 이동 에드혹 네트워크로만 구성이 가능한 서비스로 여러 응용 분야가 있으며, 그 중 고속도로나 도시의 혼잡지역에서의 교통량을 모니터링하기 위한 무선 교통 센서네트워크, 화학적, 생물학적, 방사선, 핵과 같은 공격이나 물질을 감지하기 위한 센서 네트워크 등이 있다. 현재 센서 네트워크에서는 데이터 집계 연산에 대한 연구는 활발히 진행되고 있다<sup>[4-7]</sup>.

하지만 기존의 연구에서는 노드의 밀집도를 고려하지 못하였다. 노드가 특정 영역에 밀집 되어 배치된다면 그 영역에 배치된 센서 노드들이 센싱 하는 정보는 그 연관성이 아주 강하다고 판단할 수 있다. 이는 중복된 데이터를 수집하는 효과와 같다고 볼 수 있으며, 이 정보를 전송하는데 소모되는 에너지는 낭비되고 있다고 볼 수 있다.

본 논문에서는 노드가 밀집된 에드혹 네트워크 환경에서의 에너지 효율적인 데이터 집계 기법을 제안한다. 제안하는 기법에서는 AMC(Adaptive Multi-hop Clustering)알고리즘<sup>[8]</sup>을 이용한 다중홉 클러스터링 환경에서 노드들이 밀집되어 있는 지역을 핫스팟 영역(Hatspot\_Zone)으로 지정하여 해당 지역에서 대표노드를 선정한다. 만약 데이터집계의뢰 메시지를 전송받으면, 주변의 노드를 대표하여 대표노드가 해당 환경 정보를 관리자에게 제공하여 중복되는 센싱 정보를 줄여 네트워크 수명을 증가 시킬수 있도록 설계하였다.

## 2. 관련 연구

에드혹 네트워크에서 임의로 배치된 노드들의 밀집도를 계산하는 방법은 크게 두 가지로 생각해 볼 수 있다. 첫째로 GPS(Global Positioning System)를 활용한 위치기반 라우팅 기술과 두 번째로는 에드혹 위치

측위 기술이 있다. GPS를 활용한 위치기반 라우팅 기술은 외부의 자원을 활용하여, 노드들의 실제 위치를 기반으로 하기 때문에 정확한 밀집도 파악이 가능하지만, 에드혹 네트워크에서는 외부의 자원을 활용하는 것이 제한적이기 때문에 본 논문에서는 두 번째 방법인 에드혹 위치측위 기술을 활용한다. 에드혹 위치측위 기술은 노드들이 자율적으로 자신 주변의 노드 밀집도를 계산하는 방법으로서, 노드들이 자신 주변의 노드들 간의 거리 정보만을 가지고 밀집도를 계산할 수 있다. 노드들의 정확한 위치를 확인하기는 어렵지만 GPS와 같은 추가 기능이 필요 없으며, 싱크까지 정보를 보낼 필요가 없으므로 추가 되는 비용이 없다는 장점이 있다. 하지만 노드 주변의 한정된 영역의 밀집도만 파악이 가능하기 때문에 네트워크 전반적인 밀집상황을 파악할 수 없다는 단점이 있다. 제안하는 논문에서는 노드의 정확한 위치파악을 확인하는 것보다 클러스터링 영역 내에 각각의 노드의 밀집 여부만을 확인하기 위해서 에드혹 위치측위 기술 방법을 기반으로 노드 밀집도를 계산 한다.

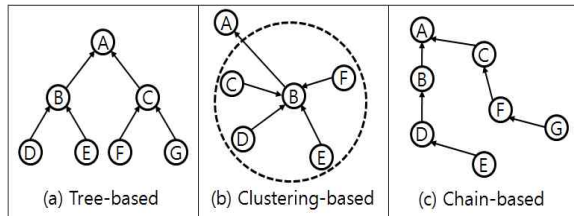
본 논문에서는 AMC(Adaptive Multihop Clustering) 알고리즘을 기반으로 클러스터링 형성하며, AMC알고리즘은 에드혹 네트워크의 클러스터 형성 시 멀티 홉을 지원하는 대표적인 방법이다. 각각의 노드를 5 개의 상태별로 분류하여 이 상태정보를 Hello 패킷에 담아 브로드캐스팅하는 방법으로 토폴로지를 유지하게 된다. AMC의 hello message Format을 나타내면 그림 1과 같다..

Node ID	CH ID	Hop count	State	Weight
---------	-------	-----------	-------	--------

<그림 1> hello Message Format

그림 1의 Node ID는 현재 노드의 ID값을 의미하며 CH ID는 현재 노드가 속해 있는 클러스터 헤드의 ID 값을 의미한다. Hop count는 현재 노드에서 클러스터 헤드까지의 홉 수를 의미하며 state는 노드의 상태, 그리고 Weight는 해당 노드의 연결 가중치를 의미한다. 센서 네트워크에서의 데이터 집계기법은 대표적으로 TAG(Tiny AGgregation)<sup>[9]</sup>, IWQE (Itinerary -based window Query Execution)<sup>[9]</sup>, q-digest (quantile-digest)<sup>[10]</sup>와 SMC(Secure Median Computation)<sup>[11]</sup>등이 있으며, 이러한 기법들은 라우팅 방법에 따라, 트리거

반 데이터 집계 기법, 클러스터링 기반 데이터 집계 방법, 체인기반 데이터 집계 기법이 존재한다. 각각의 데이터 집계 기법을 나타내면 그림 1과 같다.



<그림 2> 데이터 집계처리의 3가지 방법

그림 1-(a)는 트리 기반 데이터 집계 방법으로 각각의 센서 노드가 여러 개의 하위 노드에서 수집한 데이터를 집계하여, 부모 센서 노드로 전송하는 기법이다. 이를 위해, 각 센서 노드는 주변의 센서 노드들과 통신을 통하여 자신의 상위 센서 노드와 하위 센서 노드를 선택하여 라우팅을 구성한다. 아울러 구성된 라우팅 트리를 이용하여 수집된 데이터를 전송한다. 예를 들면, 집계 센서노드 B와 C는 각각 D, E와 F, G의 데이터를 집계하여 상위 센서노드 A에게 전송한다.

그림 1-(b)는 클러스터링 기반 데이터 집계 방법으로 센서 네트워크에서 센서 노드들을 지역적으로 구분하여 클러스터를 구성하고, 클러스터 내에서 데이터 집계를 위한 헤더를 선정한다. 클러스터 내에서 헤더를 제외한 센서 노드들은 자신이 측정한 데이터를 헤더로 전송하고, 클러스터 헤더는 데이터를 수집하여 싱크 노드로 전송한다. 예를 들면 클러스터 헤더 B는 C, D, E, F의 데이터를 집계하여 상위 센서 노드 A로 전송한다. 그림 1-(c)는 체인 기반 데이터 집계 방법으로 센서 네트워크 내에서 여러 개의 체인을 구성하여 각각의 센서 노드가 수집한 데이터를 집계하여 체인의 상위 노드로 전송하는 기법이다. 이 때, 각 체인을 구성하는 센서 노드는 하나의 부모 노드 및 하나의 자식 노드만을 지닌다. 예를 들어 2개의 체인 A-B-D-E와 A-C-F-G가 구성되어, 각 센서 노드는 체인으로 연결된 자신의 상위 센서노드로 데이터를 전송한다. 반면 에드혹 네트워크는 노드의 이동성이 많아 네트워크 토폴로지가 빈번하게 변형되기 때문에 트리기반과 체인기반을 이용한 데이터 집계 기법을 적용시키기 힘들다. 또한 기존 논문에서는 노드의 밀

집도를 고려하지 못하였다. 이것은 유사한 정보를 센싱 하여 클러스터 헤드에 집계 데이터를 전송하여, 노드의 에너지를 비효율적으로 사용한다는 것을 보여준다. 해당 논문에서는 클러스터링 기반 데이터 집계 기법을 이용하여 에드혹 네트워크상에 노드의 밀집도를 고려한 데이터 집계 기법을 설계한다.

### 3. 핫스팟 영역을 이용한 데이터 집계 설계

밀집도가 높은 영역에 위치한 노드는 주변의 노드들이 유사한 데이터를 센싱 하여, 클러스터 헤드로 전송할 가능성이 높으므로 클러스터 헤드에게 전송할 여부를 노드 주변의 노드 밀집도를 기반으로 하여 데이터 집계를 하는것이 효율적이다. 따라서 본 논문에서는 AMC알고리즘에서 추가적으로 노드가 집중 배치된 지역을 핫스팟 영역으로 설정하며, 핫스팟 영역에서 노드의 에너지 잔여량이 가장 높은 노드를 대표 노드로 선정한다. 대표노드를 제외한 핫스팟 영역 내에 모든 노드는 대기노드로 선정한다. 대기노드는 해당 노드에서의 데이터 전송은 가능하지만, 통신 경로에서 제외 하고 활동을 중단하는 노드이다. 이러한 대기노드에서는 차후 클러스터 헤드 재 선출 과정이나 긴급 선로를 설정할 때 사용하도록 한다. 제안하는 기법에서는 크게 3단계로 나눌 수 있다.

**[단계 1]** AMC알고리즘을 통해 클러스터 형성이 완료되면, 노드 밀집도 계산을 하여, 클러스터 영역의 평균크기와 평균 노드의 값을 확인하며, 이값을 이용하여, 핫스팟 영역의 설정범위를 계산후 핫스팟 영역의 평균 노드의 개수를 계산한다.

**[단계 2]** 단계 1에서 계산된 핫스팟 영역의 설정범위와 평균 노드의 개수를 이용하여, AMC알고리즘의 Hello message Format의 가중치값을 비교와 핫스팟 영역의 평균 노드의 개수를 비교하여 가중치 값이 크거나 같으면 해당 노드를 핫스팟 영역의 후보 노드로 선정한다. 해당 후보 노드들은 주변 탐색을 실시하며, 실제적으로 후보노드들의 핫스팟 영역 내에 탐색되는 노드의 개수가 핫스팟 영역의 평균 노드의 값을 넘을 경우 핫스팟 영역으로 설정하게 된다.

**[단계 3]** 단계 2에서 설정한 핫스팟 영역의 대표노드를 선정하는 단계로 각각의 노드들은 대표노드와 대기노드로 분할하게 된다. 그 후 대표 노드는 대기노드를 대표하여 전송경로 역할 및 데이터 집계시 핫스팟 영역의 대표자로 노드의 집계 데이터를 상위 노드에게 전송 역할을 한다.

### 3.1 핫스팟 영역 평균값 설정단계

기존 연구에서는 N개의 노드가 M×M 영역에 균등한 분포로 배치되어 있는 센서 네트워크에서 클러스터 헤드로 선정할 최적의 확률을 5%로 제시하고 있다. 따라서 이를 근거로 클러스터 헤드가 선정된다면,  $\frac{N}{CH}$  개 즉 k개의 클러스터가 형성된다. 즉 이때 클러스터 당 평균 영역을 반경 R인 원형의 영역으로 표현하면  $\pi R^2$ 로 표현이 가능하며, 전체 네트워크의 영역 대비 클러스터 당 평균영역은 아래 식 1로 표현 할 수 있다

$$M^2 : N = \pi R^2 : \frac{N}{k} \quad \text{식. 1}$$

위 식을 전개하여 R을 표현하면 아래의 식 2가 된다.

$$R = \sqrt{\frac{M^2}{\pi K}} \quad \text{식. 2}$$

위 식에서 M을 100m, N을 100개로 하고, k를 5개라고 가정 했을 때, R = 25를 얻는다. 이값은 100개의 노드들이 있는 10000m<sup>2</sup> 영역에 균등하게 분포된 네트워크에서 5개의 클러스터가 형성되었을 때, 클러스터들의 평균 반경으로 볼 수 있다. 따라서 식 2를 통하여 다중홉 클러스터링 영역의 평균 영역크기의 값은 25인 것을 확인할 수 있으며, 하나의 클러스터영역 평균 노드의 값은 20개 인 것을 확인할 수 있다.

### 3.2 핫스팟 영역 설정 단계

본 논문에서는 식1, 2를 기반으로 하나의 노드의 반경 내에 노드의 수를 구하여 밀집도를 판단하되, 모든

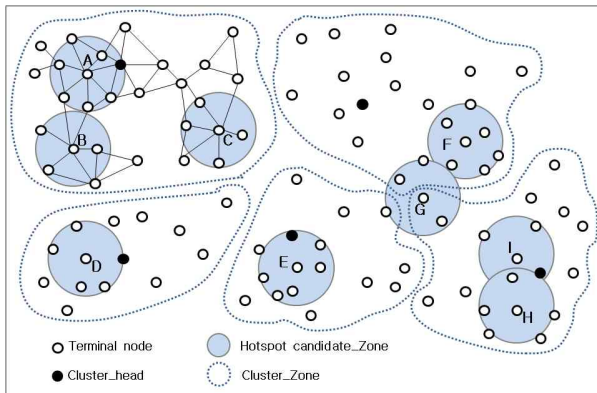
노드에 관해서 밀집도를 확인 하는 것이 아니라, Hello 메시지를 통해 가중치가 높은 노드에 한해서 평균 노드의 값을 구한다. 핫스팟 영역 설정 단계에서는 3단계로 구분한다.

**[단계 1]** 식. 2에서 k=5이고 N=100이면 한 클러스터 헤드에 속하는 노드의 평균값은  $\frac{N}{k}$ 이 되며 20인 것을 확인 할 수 있다. 클러스터 영역에 포함되는 평균 노드의 개수는 20인 것을 확인 할 수 있다. 하나의 노드의 가중치값은 R이 25로 지정하였을 경우  $\frac{1}{4}R$  은 대략 6m 이며, 6m이내에 평균 노드의 개수는 5인 것을 확인 할 수 있으며, 연결 가중치가 6이상인 노드를 핫스팟 영역 후보 노드로 선정한다.

**[단계 2]** 클러스터 헤드에서는 핫스팟 영역의 후보 노드 선정을 위하여 단계 1에서 구한 핫스팟 영역 후보 노드의 연결 가중치 값과 AMC알고리즘에서 다중홉 클러스터링 토폴로지를 유지하기 위한 Hello 메시지의 연결 가중치 값을 비교하여 해당 연결 가중치 값이 같거나 크다면 해당노드를 핫스팟 후보 노드로 선정한다.

**[단계 3]** 단계3에서는 단계 2에서 선정된 핫스팟 후보 노드들에 한하여 실제적인 주변 노드의 개수를 파악하는 단계이며, 해당 후보 노드는 발견 메시지를 브로드캐스트 하는 반경을 6m로 정하여, 연결 가중치 값과 실제 주변노드의 값을 확인한다. 만약 해당 밀집도 값 즉 주변노드의 개수가 6이상이면 해당 영역을 핫스팟 영역으로 선정하게 된다.

예를 들어 핫스팟 영역 선정과정을 나타내면 그림 4와 같으며, 해당 Hello 메시지의 연결가중치 값과 실제 영역의 노드의 수를 나타내면 표 1과 같다.



<그림 3> 핫스팟 영역 선정 과정

그림 2는 노드 100개중 클러스터 헤드의 수를 5개로 지정한 후 클러스터 헤드에서부터 시작하여 가중치가 6인 노드에 대하여 핫스팟 영역 후보 지역을 선정하여 반경 6m내에 밀집도를 확인 하는 과정이다. 이중 후보지역으로는 먼저 주변 노드의 연결 가중치 값을 이용하여 6이상인 노드는 클러스터 헤드를 제외한 A, B, C, D, E, F, G, H, I 노드 총 9개의 노드가 핫스팟 영역을 선정하기 위한 후보이며, 연결 가중치 값이 6인 노드들은 Hello 메시지를 통하여 확인할 수 있다. 이 9개의 노드중 밀집도 값을 확인하기 위하여, 6m 주변을 브로드캐스팅 하게 되면, A=7, F=6, E=6로 총 3개의 노드가 Density value이 6이상인 것을 확인할 수 있으며, A, F, E 지역을 핫스팟 영역으로 지정한다.

<표 1> Hello 메시지의 연결가중치 값과 실제 영역의 노드의 수량

Hotspot_Zone 후보 노드	노드의 연결 가중치	실제 영역 내에 노드의 수량
A	7	7
B	6	4
C	6	4
D	6	5
E	7	7
F	6	6
G	6	4
H	6	4
I	6	4

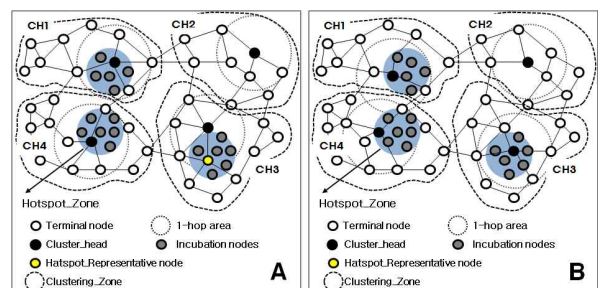
### 3.3 핫스팟 영역 대표노드 설정

핫스팟 영역에서의 대표노드는 노드의 잔여 에너지

량을 기준으로 대표노드로 선정하게 된다. 즉 핫스팟 영역 내에 있는 모든 노드들은 해당 에너지 잔여량을 정보를 확인한 후에 해당 클러스터 영역의 클러스터 헤드에게 자신의 에너지 정보량을 전송한다. 클러스터 헤드에서는 해당 에너지 정보를 통해 에너지값이 가장 큰 노드를 대표노드로 선정할 후, 대표노드를 제외한 모든 노드에 관해서는 통신경로에서 배제 시키며, 대표노드를 주경로로 설정하며, 차후 데이터 집계시 대표노드는 핫스팟 영역에 있는 모든 노드들의 대표하여, 데이터를 클러스터 헤드에게 전송하며, 대표노드를 제외한 나머지 노드는 대기중인 노드로 전환 시켜 후에 클러스터 헤드 재 선출 및 긴급 통신경로 구축 시에만 참여 하게 된다. AMC알고리즘은 클러스터 헤드의 에너지소모가 많기 때문에 주기적인 클러스터 헤드 재선출 과정을 가지게 되며, 클러스터 헤드 재선출 과정때, 핫스팟 영역 및 대표 노드 선정이 동시에 이루어 지게 된다.

한편 클러스터 영역을 대표하는 클러스터 헤드가 선출되는 경우는 노드가 밀집되어 배치된 곳에서 클러스터 헤드가 될 확률이 높다. 차후 클러스터 헤드의 변경이 있어도 이러한 클러스터 헤드 주변에 있는 대기 노드들이 클러스터 헤드로 선정될 가능성이 많다. 만약 대기노드가 클러스터 헤드로 선정되면, 클러스터링 영역을 유지하고 클러스터 헤드만을 변환하여 전체적인 클러스터링 영역의 변화를 막을 수 있으며, 클러스터링 영역의 변화를 최소화 시키는 것은 전체적인 네트워크 성능을 향상시킴과 동시에 노드의 에너지도 절약할 수 있다.

그림 3은 잠복기간을 가지는 노드와 클러스터 헤드를 나타낸 것이며, 또한 잠복기간을 가지는 노드가 클러스터 헤드로 선정되었을 시 클러스터링 영역의 변화를 나타낸 것이다.



<그림 4> 대기노드의 클러스터 헤드 선정 시 네트워크 토폴로지의 변화

그림 3-(A)를 살펴보면 초기 클러스터링 영역을 설정하고, 클러스터 헤드의 후보 노드들은 핫스팟 영역의 노드 중에 클러스터 헤드로 선출되는 경우가 많다. 이것은 노드의 가중치 즉 주변 노드의 연결성의 가중치 값과 현재 노드의 에너지 잔여량등 클러스터 헤드로 선출하는 공식에 의한 것이며, 실제 구현 시 핫스팟 영역의 노드들이 클러스터 헤드로 선정되는 경우가 자주 발생하였다. 핫스팟 영역 내에 클러스터 헤드가 포함되어 있다면 핫스팟 영역내의 대표노드 선정 없이 클러스터 헤드가 대표노드의 역할을 하게 되며, 핫스팟 영역내에 클러스터 헤드가 없다면 대표노드를 선정 과정을 통하여 핫스팟 영역의 노드를 관리하는 대표 노드로서 역할을 수행한다. 그림 3-(B)는 클러스터 헤드 재선출 과정을 통해 클러스터 헤드가 변경된 것을 말한다. 클러스터 헤드는 주기적으로 변하지만 헤드를 선출하는 공식에 의해 핫스팟의 대기노드가 헤드로 선출될 경우가 많기 때문에, 전체적인 네트워크 토폴로지가 재 선출 때마다 변경되지 않고 유지되는 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 성능평가

본 논문에서 제안하는 데이터 집계 처리의 효율성을 검증하기 위하여, 성능평가를 수행하였으며, 시뮬레이션 환경은 100m×100m의 네트워크상에 센서 노드들을 분포시키고, 각각의 노드들은 1J의 에너지를 보유하고 있다고 가정하였다. 노드는 네트워크상에 균등하게 배치되는 것이 아니라 네트워크 내에서 불규칙적으로 일부지역에 밀집되어 배치되는 것을 가정하고, 그 밀집도를 균등분포, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%로 변화시키면서 시뮬레이션을 수행하였다.

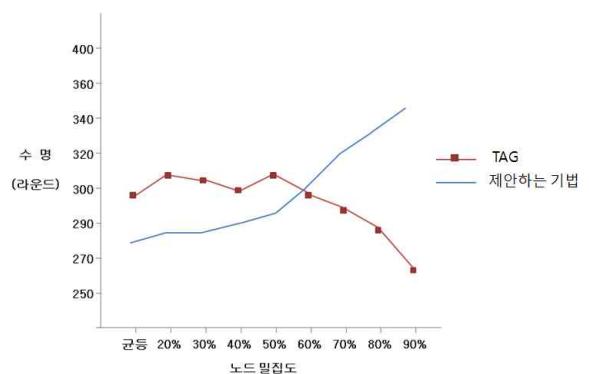
성능평가 대상은 제안하는 기법과 기존 연구의 에너지의 효율을 목적으로 한 TAG 알고리즘이다. 각각의 연구들은 TinyOS 1.1.5을 통해 구현 하였으며 구

<표 2> 구현 환경

CPU	Intel Core2 Duo CPU E 4500 2.20GHz
Ram	2G
Simulator	TOSSIM
Compiler	gcc Compiler

현환경은 표 2과 같다. 성능평가를 위하여 TinyOS에서 제공하는 시뮬레이터 TOSSIM을 이용하여 성능평가를 수행 한다.

먼저 노드들이 불균형적으로 분포된 상황에서, TAG 기법의 경우 밀집도 변화에 따른 네트워크의 수명 변화를 확인하기 위하여 시뮬레이션을 통해 노드들의 평균 수명을 확인하였으며, 이와 비교하기 위해 본 논문에서 제안하는 방법에서도 노드의 평균 수명을 측정하여 하였다. 노드 밀집도 변화에 따른 TAG 기법과 제안하는 기법에서의 노드 평균수명을 비교한 결과를 나타내면 그림 4와 같다.



<그림 5> 노드 평균 수명 비교

TAG기법에서는 노드들의 밀집도가 증가함에 따라 노드들의 평균 수명이 근소하게 감소하는 경향을 확인할 수 있었다. 제안하는 기법은 노드가 균등분포가 되어있었을 경우 TAG기법보다 노드의 평균 수명을 낮은걸 확인할 수 있는데 이것은 클러스터 헤드를 선정 시 핫스팟 영역을 설정하는 통신비용으로 인하여 평균수명이 더 낮은걸 확인할 수 있다. 하지만 노드의 밀집도가 증가함에 따라 노드의 평균 수명이 길어짐을 확인할 수 있었다. 밀집도가 점차적으로 증가되면서 TAG기법 보다 논문에서 제안하는 기법의 노드 평균수명이 더 증가 되는 것을 확인할 수 있다. 이것은 밀집된 지역에 분포되어 있는 대기 노드들의 에너지 소비를 감소 시켜 노드들의 평균 수명을 증가시키는 것을 확인할 수가 있다. 60% 이상부터 제안하는 기법의 효율성이 증가하고 90%이상 일때 30% 가량의 노드의 평균 수명이 증가 되는 것을 확인할 수 있다.

성능 평가 결과에서와 같이 노드의 균등 분포에서는 기존 TAG기법에 비하여 비효율적이지만, 노드의

밀집도가 높은 지역에서는 제안하는 논문에 더욱 효율적인 것을 확인 할 수 있다.

## 5. 결 론

에드혹 네트워크는 사물의 인식 정보 및 주변의 환경정보를 수집, 집계하여 사용자에게 실시간으로 제공 등 다양한 분야에서 활용되고 있지만, 제한된 에너지량과 메모리를 가지기 때문에 노드에서 에너지 효율성 및 네트워크의 수명 연장을 지원하는 다수의 데이터 집계 기법이 제안되었다.

기존의 연구에서는 노드의 밀집도를 고려하지 못하였으며, 노드가 특정 영역에 밀집 되어 배치된다면 그 영역에 배치된 센서 노드들이 센싱 하는 정보는 그 연관성이 아주 강하다고 판단할 수 있다. 이는 중복된 데이터를 수집하는 효과와 같다고 볼 수 있으며, 이 정보를 전송하는데 소모되는 에너지는 낭비된다고 볼 수 있다. 제안하는 기법에서는 AMC 알고리즘을 이용한 다중홉 클러스터링 환경에서 노드들이 밀집되어 있는 지역을 핫스팟 영역으로 지정하여 해당 지역에서 대표노드를 선정한다. 만약 데이터집계의뢰 메시지를 전송받으면, 주변의 노드를 대표하여 대표노드가 해당 환경 정보를 관리자에게 제공하여 중복되는 센싱 정보를 줄여 네트워크 수명을 증가 시킬수 있도록 설계하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] S. Corson and J.Macker. "Mobile 애드혹 networking(MANET):routing protocol performance issues and evaluation considerations." IETF, RFC2501, January 1999.
- [2] S. De, S. K. Das, H. Wu, and C. Qiao, "A Resource Efficient RT-QOS Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks." Proceedings of the 5th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications, pp.257-261, October 2002.
- [3] J. Li, D. Cordes, and J. Zhang, "Power-Aware Routing Protocols in Ad Hoc Wireless Networks," IEEE Wireless Communications, Vgol. 12, No. 6, pp. 69-81, December 2005.
- [4] S. Sager, "Security Fun with OCxmon and cflowd," Presentation at the Internet 2 Working Group, November 1998.
- [5] K. Du, J. Wu, and D. Zhou, "Chain-based Protocols for Data Broadcasting and Gathering in Sensor Networks," Int'l. Parallel and Distributed Processing Symp., 2003.
- [6] W. R. Heinzelman, "Application-Specific Protocol Architectures for Wireless Networks," Ph.D. thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2000.
- [7] C. Intanagonwiwat, R. Govindan, and D. Estrin, "Directed Diffusion: A Scalable and Robust Communication Paradigm for Sensor Networks," Proc. 6th Annual Int'l. Conf. Mobile Comp. and Net., 2000.
- [8] M. Jiang, J.Li, and Y.C. Tay, "Cluster Based Routing Protocol(CBRP)," Internet Draft draft-ietf-manet-cbrp-spec-01.txt, Aug. 1999,
- [9] W.B. He, X. Liu, H. Nguyen, K. Nahrstedt, T. Abdelzaher, "PDA: privacy-preserving data aggregation in wireless sensor networks," in Proceedings of the 26th IEEE Int'l. Conf. on Computer Communications, 2007, pp. 2045-2053.
- [10] M. Conti, L. Zhang, S. Roy, R. Di Pietro, S. Jajodia, and L. V. Mancini, "Privacypreserving robust data aggregation in wireless sensor networks," Security and Communication Networks, Vol. 2, pp. 195~213, 2009.
- [11] W. S. Zhang, C. Wang, T. M. Feng, "GP^2S: generic privacy-preservation solutions for approximate aggregation of sensor data,"IEEE Int'l. Conf. on Pervasive Computing and Communications, pp. 179~184, 2008.



**김 주 용** (Ju-Young Kim)

- 관동대학교 컴퓨터공학과 학사
- 관동대학교 전자계산공학과 석사
- 관동대학교 전자계산공학과 박사  
과정

• 관심분야: 네트워크보안, 센서 네트워크

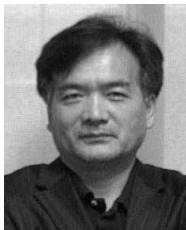


**안 희 학** (Heui-hak Ahn)

- 숭실대학교 전자계산공학과 학사
- 숭실대학교 전자계산공학과 석사
- 숭실대학교 시스템 소프트웨어  
박사

• 관동대학교 컴퓨터학과 교수

• 관심분야: 컴파일러, 오토마타, 프로그래밍언어



**이 병 관** (Byung-Kwan Lee)

- 부산대학교 기계설계학과 공학사
- 중앙대학교 전자계산공학과 공학  
석사
- 중앙대학교 전자계산학과 공학박사

• 관동대학교 컴퓨터학과 교수

• 관심분야: 네트워크 보안, 컴퓨터 네트워크, 전자상  
거래