
MANET에서 상황인식 규칙기반에 따른 에너지 보존 클러스터링 기법에 관한 연구

지삼현* · 이강환**

A Study on the Context-Awareness Rule-Based Clustering technique for MANET

Samhyun Chi* · Kangwhan Lee*

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

요 약

에드혹 센서 네트워크에서 노드는 제한된 에너지를 가지며 에너지의 사용률은 토폴로지 구조나 센서 노드의 동작에 의존한다. 본 논문에서는 low power distributed MAC을 개량 하여, MANET(Mobile Ad hoc Networks)에서의 효율적인 에너지 절약을 위한 클러스터링 방법이 적용된 새로운 구조를 제안한다. 제안된 구조의 특징은 에드혹 네트워크에서 에너지에 관련된 배터리 파위나, 노드의 거리, 전송 전력 등의 정보를 활용한 상황 인식기법을 사용하였다. 에너지 속성의 상황 인식을 적용한 제안된 망의 구조는 클러스터링 형상과 메시지 전송의 성능 및 데이터의 도달 인식을 향상 시킨다. 또한 context aware computing을 이용함으로써, 상황과 정의된 규칙기반에 따라서 노드의 동작과 네트워크 라우팅의 상황에 적응하도록 노드를 조정 할 수 있는 구조이다.

ABSTRACT

One of the weaknesses of ad hoc network is that a route used between a source and a destination is to break during communication. To solve this problem, one approach consists of selecting routes whose nodes have the most stable link cost. In this paper proposes a new method for improving the low power distributed MAC. The method is rule-based on the context awareness of the each nodes energy in clustering. The proposed networks scheme could get better improve the awareness for data to achieve and performance on their clustering establishment and messages transmission.

키워드

에드혹 네트워크, 상황인식, 센서노드, 에너지 기반

Key word

Ad hoc networks, Context-aware, Sensor node, Energy, Rule based

* 한국기술교육대학교컴퓨터공학과 박사과정
** 한국기술교육대학교컴퓨터공학과 교수 (교신저자)

접수일자 : 2009. 09. 02
심사완료일자 : 2009. 09. 04

I. 서 론

Ad hoc 네트워크는 동적 토폴로지를 가지는 모바일 자체 구조망이다. 최근 정보화 사회의 환경이 다양한 무선 통신 기술의 발전과 함께 각 노드의 에너지 보존 네트워크 기술 연구가 새로운 국면을 맞이하게 되었다. 특히 이동성 에드혹 네트워크망은 기존의 고정된 유선 망과 전혀 다른 이동성을 가지며 기지국, AP 등 고정된 매체를 사용하지 않는 것이 특징으로 순수한 이동노드 또는 멀티노드 들로만 이루어져 통신되는 멀티홉 방식의 자율적인 네트워크로써의 기능을 가지는 자율 이동망의 멀티센서네트워크의 멀티홉 방식에 따른 보다 효율적인 비기간망 방식의 이동 무선 네트워크에 대한 노드의 에너지 기반 라우팅 적용기술 개발의 연구가 필요하다[1].

본 논문에서는 제한된 자원에서 보다 최적화된 패킷과 효율적 에너지 관리가 가능한 상황인식을 규칙 기반의 새로운 클러스터링 기법을 소개 하고자 한다.

일반적으로 에드혹 망의 구조는 동적 토폴로지를 가지는 모바일 자체 구조망으로 모든 노드는 라우터와 같은 역할을 할 수 있다. 에드혹 네트워크의 센서는 독립적인 배터리 전원을 가지며, 그 에너지는 제한적이다. 그러므로 노드의 수명을 늘리기 위해서는 가능한 에너지를 효율적으로 사용하는 것은 매우 중요한 과제이다. 또한 네트워크의 수명과 출력을 늘리기 위해서 노드의 에너지 소비와 라우팅 링크 비용을 줄일 필요가 있다. 그러므로 어떤 네트워크 구조와 어떤 라우팅 path를 선택하느냐가 Ad hoc 네트워크에서 매우 중요하다. 본 논문에서는 Energy conserving Context aware Clustering algorithm (ECC)는 클러스터 네트워크 구조와 라우팅 알고리즘인 Optimal Energy Routing Protocol (OERP) path를 사용한다[2].

에드혹 네트워크의 토폴로지에서는 노드의 잔여 에너지량과 에너지 소비 비율이 유동적으로 변하기 때문에 유동적인 다른 상황에 따른 즉각적인 반응을 연속적으로 보여야 한다. 본 논문에서는 cluster head 노드에서 상황 인식 컴퓨팅을 사용하여 망의 경로를 결정하는 방법의 하나로 새로운 ECC를 제안한다. 제안된 알고리즘은 전송 전력, 노드의 이동성 노드의 잔여 에너지량과 같은 여러 에너지 요소를 종합적으로 고려하여 최소한의 이웃 노드 N에 대한 낮은 전송 전력을 가지며, 잔여 에너

지량이 높고, 낮은 이동성을 가진 노드를 cluster head로 선택 할 수 있다.

기존의 MER (Minimum Energy Routing) Protocol, OMM (Online Max-Min Routing) Protocol[3] 등의 라우팅 에너지 알고리즘은 Ad hoc 네트워크를 적용하기에는 적합하지 않다. 그 이유는 MER은 오직 종합적인 에너지 소비만을 고려한 라우팅 path이고, OMM은 오직 노드의 잔여 에너지량만을 고려한 알고리즘이기 때문이다. 위 알고리즘은 오직 한가지 요소만을 고려하였다. 본 논문에서 제안하는 새로운 OERP는 라우팅 path의 에너지 소모, 노드의 잔여 에너지량, 노드의 소비 전력 등의 여러 요소를 사용한다. 위와 같은 요소들을 종합적으로 고려하여 네트워크의 수명을 향상 시키는 최선의 에너지 라우팅 경로를 선택한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서 MANET을 위한 상황 인지 구조를 기초한 상황인식 규칙을 보이며, 3장에서는 ECC에 대해 설명한다. 그리고 4장에서는 제안된 알고리즘의 성능을 분석하고 마지막으로 결론으로 구성된다.

II. MANET에서의 상황인식 규칙 기반 기술

본 논문에서 제안하는 상황 인지 구조를 기초로 한 규칙기반(Rule-based) 기술은 네트워크 클러스터링 형성 과 네트워크 라우팅 실현을 위해 설계 제안 되었다. 제안하는 상황 인지 구조는 ECA (Event-Condition-Action) rules[4]을 이용하며, 주 구조는 그림 1에서 보는 바와 같다. 이 상황 인지 구조는 communication unit, processing unit, black board로 이루어져 있다. 본 논문에서는 이 구조에 오직 energy elements와 masking part를 이용한다. Communication unit 은 외부 장치로부터 상황 정보 얻거나 컴퓨팅 된 결과를 보낼 때 사용된다. Processing unit은 rule에 따라 상황 정보를 처리한다. 이 프로세서에서는 Blackboard의 working 메모리와 상황 지식을 가지고 센서로부터 채집된 정보를 근간으로 판단 기준이 되는 임계값의 결정 등을 처리 하는 기능 구조로 되어 있다. 또한 새로운 상황 정보를 얻게 되면 즉시 업데이트 하는 유동적인 정보 구조를 가진다.

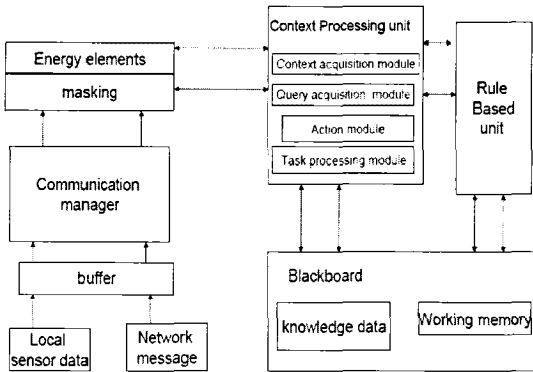


그림 1. 상황 인지 처리 구조
Fig 1. Context-aware process structure

일반적인 컴퓨터 시스템 실행은 사용자에게 의한 분명 한 어떤 입력 값에 의존하여 컴퓨터의 내부처리를 끝내 고 이의 입력 값에 상응하는 출력 값을 만들어 내게 된다. 일반적으로 입력 값이 같으면, 같은 결과의 값을 만들어 출력해야 하나, 상황인식의 응용에서는 사용자 입력에 대한 조건적 상황정보를 바탕으로 결과 값을 제공 하게 된다[5].

위에서 기술한 바와 같이 이러한 상황에 대한 정 의는 응용마다 다양하며 노드 및 사용자 ID, 전력, 위치, 온도, 심리적 변화까지 고려된 것을 상황정보로 처리 하게 된다. 이렇게 함으로써 네트워크의 응용영역에서 의 상황 조건에 따른 적응적 변수를 기반으로 서비스를 제공하게 된다. 이러한 상황의 변화에 대한 탐지와 센 싱은 각 노드 단말에서 이루어진다고 가정하고, 주어 진 노드 단말의 컴퓨터 자원을 최대한 활용할 수 있는 네트워크의 자원을 구축하고자 한다. 즉, 이러한 상황 인식이 이용될 수 있는 응용은 이동 단말을 가지고 다 니면서 컴퓨팅을 수행할 때 가능하다. 단말에 대한 상 황을 인식하고 수행을 위해 상황정보가 서버나 다른 단 말로 이동할 때 통신방식은 이동 ad-hoc방식을 취하며, 정보이동을 위해 동적라우팅 경로탐색 알고리즘이 연 구 적용된다. 본 논문에서 제안하고자 하는 상황인식 기반의 UoC 컴퓨팅 시스템에서는 유비쿼터스 네트워 킹을 위해 사용자가 처한 환경을 컴퓨터가 인식하는 것 으로 시작하여 사용자에게 대한 통신이나 응용을 지원할 수 있다. 이러한 사용자가 처한 환경에서 사용자의 현

재위치, 행동 및 작업, 감정상태 등을 객체로 나타낼 수 있으며, 사용자나 객체에 대한 정보 값과 그 정보들의 변화를 상황으로 표현할 수 있다. 이렇게 사용자의 환 경으로부터 상황정보를 얻어내는 과정을 상황인식이라 하고 이를 시스템에 적용한 것을 상황인식 시스템이라 한다.

본 논문은 클러스터링 구조 형성 및 유지보수와 에너 지 절약을 위한 라우팅의 경로 선택, 상황 규칙기반 설계를 위한 요소 정보를 고려해야 한다. 위의 고려사항은 다음 장에서 다루도록 한다.

III. 상황인식 기반 노드의 에너지 클러스터링(ECC) 기법

3.1. 상황인식 기반의 ECC 모델

상황인식기반의 Ubiquitous 컴퓨팅환경을 위해 본 논문이 제안하는 ECC와 이의 신호를 분석하고 상황인식에 따라 처리하기 위한 플랫폼 시스템을 포함하는 실시간 처리 프로세서 및 802.15.4의 Wi-Fi MAC에 적합한 그림 2의 UoC구조에 적용한다.

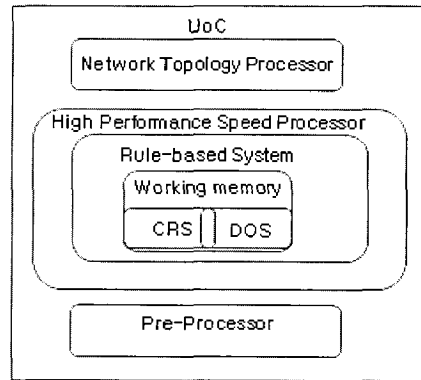


그림 2. 상황인식 기반의 제안된 UoC Architecture
Fig 2. UoC architecture of proposed of context-aware based

또한 본 논문에서 제안된 ECC를 위의 그림 2의 상황 인식 기반의 UoC구조에 적용하기 위한 인자 요소는 다음 표1과 같이 정의 된다.

표 1. ECC의 정의된 변수
Table 1. Defined variables of ECC

| 이름 | 설 명 |
|----------|--------------------------------------|
| i | 노드 ID |
| E_i | 노드 i 의 잔여 에너지량 |
| P_i | 노드 i 의 전송 전력 |
| D_{ij} | 노드 i 와 노드 j 의 거리 |
| V_i | 노드 i 의 속력 |
| N_i | 노드 i 의 이웃 노드의 수 |
| S_{ij} | 노드 i 부터 노드 j 까지의 신호 세기 |
| S_{th} | 미리 정의된 S_{ij} 의 threshold 값 |
| W_i | 노드 i 의 ECC Weighting value |
| W_{th} | W_i 의 threshold 값 |
| e_{ji} | 노드 j 부터 노드 i 까지의 전송 유닛의 소비 전력 정보 |
| Q_{ji} | 노드 j 부터 노드 i 까지의 전송률 정보 |
| R_i | 노드 i 의 에너지 소비 비율 |
| R_p | path p 의 에너지 소비 비율 |
| T_i | 노드 i 의 수명 |
| U_p | path p 의 OERP value |

3.1. 클러스터 모델

제안된 알고리즘은 보유 에너지가 많으며, 이동성이 적고, 낮은 전송 전력을 가진 노드를 cluster head로 선택한다. Table. 1은 이 알고리즘에서 사용된 변수의 정의이다. 속력(V_i)는 노드*i*와이웃노드간의신호세기를통하여 얻을수있다. 그리고 본 논문은 각 노드는 1~2hop의 이웃 노드를 갖는다고 가정한다.

3.3. ECC 알고리즘

제안된 ECC 알고리즘 네트워크의 각 노드들은 이웃 노드 리스트를 포함하고 있으며, 노드들 간의 메시지 교환을 이용하여 이웃 노드 리스트를 업데이트 시킨다.

식 (1)은 ECC weighting 값(W_i)의 정의다.

$$W_i = E_i \times P_i^{-1} \times V_i^{-1} \tag{1}$$

표 2. 부가값의 요소들
Table.2 factors of weighting value

| 상태 | E_i | P_i^{-1} | V_i^{-1} |
|----------------|-------|------------|------------|
| 평균값 V_i 매우낮음 | 1 | 1 | 0 |
| 평균값 V_i 높음 | 1 | 1 | 0.5 |
| 평균값 E_i 높음 | 0 | 1 | 1 |

여기서, E_i, P_i, V_i 는 일반적인 네트워크의 에너지 요소이다. 각각 노드의 잔여 에너지량, 전송 전력, 노드의 속력을 나타낸다. Table. 2는 각기 다른 상태에서의 E_i, P_i, V_i 가 다른 값을 갖는 것을 보여준다.

3.4. ECC algorithm rules

본 논문에서 제안된 ECC algorithm rule는 다음과 같은 순서를 따른다.

Step1. 각 노드*i*는 주변 노드 자신의 정보를 보내고, 수신 모드로 대기한다.

Step2. E_i, P_i, V_i 를 연산하여 ECC value W_i 를 얻는다.

Step3. W_i 를 연산하여, W_i 가 W_{th} 값들 중 가장 크다면, 노드 i 는 부모노드가 되어, 이웃 노드에게 부모 노드 선언 메시지를 보내고, cluster를 형성한다. 그 후 자식 노드의 정보를 수집하기 시작한다. 그러나 가장 큰 W 값을 가지지 않는다면 노드 i 는 수신 모드가 되어 부모 노드로부터 선언 메시지를 받을 준비를 한다. 선언 메시지를 받으며, 클러스터 ID를 설정하고 클러스터 멤버가 되어 주기적으로 부모 노드에게 자식 노드의 존재 여부를 보내게 된다.

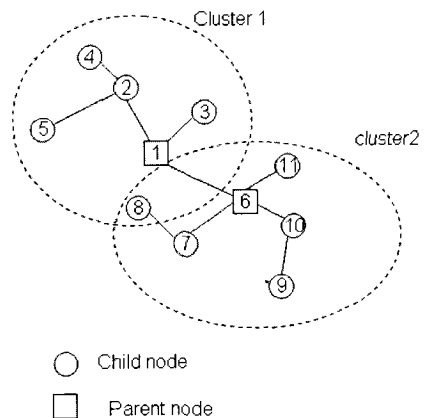


그림 3. 제안된 ECC 클러스터링 구조
Fig 3. Proposed ECC clustering architecture

본 논문에서 제시한 상황인식 구조는 각기 다른 요소에 고려하여 상황을 분류한다. 그 예로 Table.3은 6가지 요소에 고려한 상황 분류를 보여준다. 식 (1)에 따라, 얻

어진 ECC W_i 값을 고려하여, 각 노드의 상태가 cluster head인지 cluster member인지 결정 한다. Table.3을 기초로 한 이 네트워크 cluster구조는 그림 3에서와 같이 클러스터 1에 노드 1이 부모 노드가 되고, 노드 2,3,4,5가 자식 노드가 된다. 노드 6은 이웃 노드가 된다.

표 3. 상황 분류 형태
Table 3. Status category sheet

| Id | E_i | P_i | V_i | W_i | 상태 |
|----|-------|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 5 | 10 | 10 | 0.05 | 부모 헤드 |
| 2 | 4 | 20 | 20 | 0.01 | Child 노드 |
| 3 | 6 | 10 | 20 | 0.02 | Child 노드 |
| 4 | 4 | 20 | 10 | 0.02 | Child 노드 |
| 5 | 3 | 20 | 20 | 0.075 | Child 노드 |
| 6 | 6 | 10 | 15 | 0.4 | 이웃 노드 |

3.5. ECC 클러스터링 유지 보수

제안된 상황인식 기반의 ECC구조에서는 각 노드 및 사용자 및 주변 환경에 대한 정보를 Pre-processor를 통해 입력받고 처리하게 된다. 이때, 사용자 및 주변 환경 정보를 보다 정확히 판별하기 위해 각 노드의 특화된 정의 요소를 제공하고 있으며, 유동적인 판단 기준 규칙에 따라 Rule-based System을 통해 노드는 최적의 경로 선택 과정을 가지게 되어 망에서 각 노드의 Life Time을 향상 시키게 된다. 다음의 그림 4는 제안된 ECC 알고리즘에서의 클러스터링의 유지보수 단계의 흐름을 보여주고 있다.

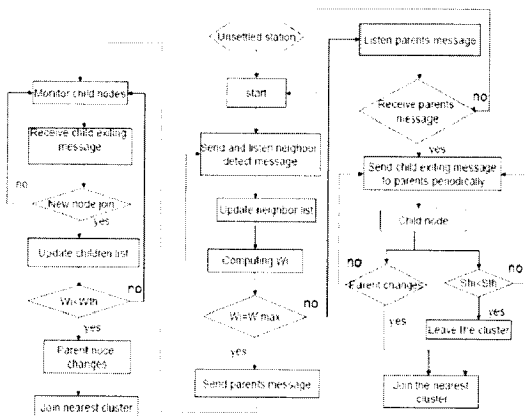


그림 4. ECC 알고리즘 흐름도
Fig 4. ECC algorithm flow chart

3.5.1. ECC 클러스터링의 부모노드 유지 보수

제안된 ECC알고리즘에서 만일 부모 노드 i 의 ECC weighting W_i 가 $W_i < W_{th}$ 라면, 부모 노드는 부모 노드의 변경 메시지를 자식 노드에게 보내고 부모 노드를 변경한다. 현 cluster에 부모 노드가 될 노드가 없으면, 그 자식 노드들은 가장 가까운 이웃 클러스터에 참가한다. 만일 부모 노드가 자식 노드로부터 존재 여부 메시지를 받지 못하면, 부모 노드는 자식 노드 리스트를 업데이트 시키고, 그 자식 노드의 정보를 제거한다.

여기서 W_{th} 는 아래의 식(2)처럼 정의되어 적용 한다.

$$W_{th} = avgW \times \beta (0 < \beta < 1) \quad (2)$$

3.5.2. ECC 클러스터링의 자식노드 유지 보수

자식 노드가 부모 노드로 부터 부모 노드 변경 메시지를 받았다면 부모 노드를 변경 한다. 만일 자식 노드가 부모 노드까지의 신호 세기가 미리 정의된 S_{th} 보다 적으면, 존재 여부 메시지를 보낼 수 없게 된다. 이 경우에는 근처의 새로운 cluster에 참여하게 된다. 위의 제시된 그림 4는 ECC 클러스터링의 형성과 유지 보수에 관련한 흐름도에서 이의 동작이 보다 자세히 설명되고 있다.

IV. ECC 알고리즘의 성능 분석

MANET에서는 모든 디바이스는 네트워크를 이루기 위해 자율적으로 망을 형성해야 한다. 이런 역할을 Network Topology Processor가 담당한다. 최초 시스템이 구동될 때, 통신에 필요한 초기 과정이 진행되고, Time Interval Clustering Control Unit을 통해 다른 노드들과 클러스터링을 형성한다. 이때, Multi State Device를 통해 시스템 고유의 속성을 스스로 인식한다. 이것이 Self State Detect 기능이다. 자신의 다양한 속성을 인지하면 Set Degree에서 CRS와 DOS를 기반으로 한 Statistic Process Unit을 통해 자신의 레벨을 정한다[6]. 위에 보이는 노드들의 현재 에너지 상태에 따라 고유 속성의 등급을 정하고 있다. 자신의 레벨이 정해지면, 다른 시스템과 이 정보를 교류하고 레벨에 따라 각각 상위 노드로써 혹은 하위 노드로써 이웃노드의 역할을 한다. 이때, 한정된 노드

에너지 자원으로 보다 오랫동안 망을 형성하고 유지하기 위해 많은 **Topology Algorithm**이 연구되고 있는데, 그중 계층적인 트리 구조를 가지며 효율적으로 클러스터를 형성하고, 그 **Connectivity**를 효과적으로 유지하는 **RODMRP**를 채택하여 **Network Topology**를 구현하였다 [7][8][9]. 다음의 그림은 **ECC**를 적용한 계층적 트리 구조를 갖는 **RODMRP**에서 클러스터가 형성된 결과를 보여주고 있다.

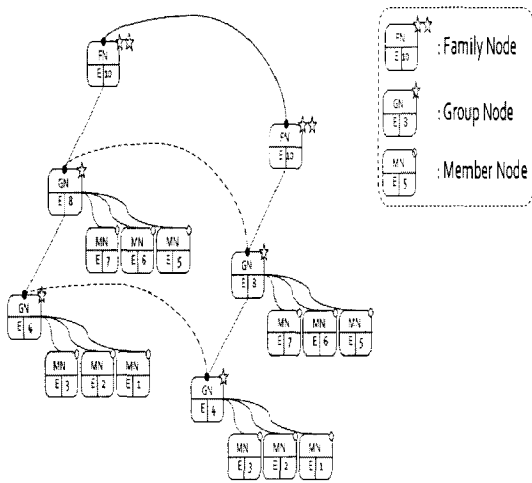


그림 5. ECC를 적용한 MANET에서의 RODMRP Topology Model
 Fig 5. RODMRP topology model for ECC of the MANET

ECC가 적용된 계층적 **RODMRP**에서 각 노드들 간의 현재 에너지 상태를 비교를 통해 최상의 에너지 컨디션을 갖는 노드가 최상위의 **Node**가 되어 다른 하위 노드를 관리하게 된다. 이렇게 **Network Topology**를 형성하는 과정에서 각 노드의 에너지 컨디션을 판단하기 위해 고정적인 기준을 사용한다면, 그 비교 과정에서 많은 연산을 필요로 한다. 하지만, **DOS**의 개념을 도입함으로써 최상위 노드가 되었던 노드는 주로 최상위 노드가 되도록 처리하고, 하위 노드가 되었던 노드는 주로 하위 노드가 되도록 처리하여, 그 비교 처리 과정에서 노드의 관리를 보다 효율적으로 처리할 수 있다[10].

일반적으로 계층적 노드 관리 기법상 상위(**Family** or **Cluster**) 노드와 하위(**Member**) 노드의 에너지 상태가 역전이 되면 그 역할을 바꾸게 된다. 여기서 많은 데이터를

주고받아야 하기 때문에 에너지 소비 또한 증가하게 된다. 그러므로 상위 노드와 하위 노드의 역할 교체를 최대한 줄여야 한다. 이를 위해 제안된 **ECC**를 활용하여, 처음 인식된 상위 노드는 큰 변화가 없을 때까지 지속적으로 상위 노드의 역할을 지정하고, 하위 노드 역시 큰 변화가 없을 때까지 지속적으로 하위 노드의 역할을 지정할 수 있다.

아래 그림 6 및 그림 7은 **ECC**의 개념을 도입함으로써, 상위 노드와 하위 노드의 관계를 교체하는 횟수가 줄어들어 네트워크를 구성유지 함에 있어 각 노드의 에너지가 보다 효율적으로 관리됨을 보여주고 있다. 이로써 전체적인 노드의 **Life Time**이 길어지는 것을 확인할 수 있겠다.

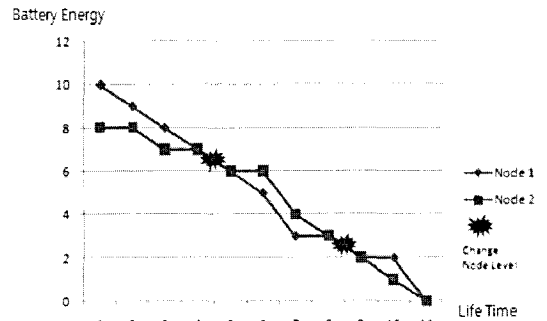


그림 6. Non-ECC MAC-Fi 개념
 Fig 6. concept of Non-ECC MAC-Fi

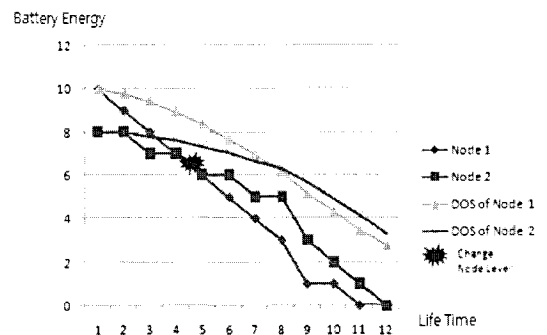


그림 7. ECC MAC-Fi 개념
 Fig 7. Concept of ECC MAC-Fi

V. 결론

본 논문에서 에드혹 네트워크를 위한 ECC를 제시했다. 제시된 ECC를 사용한 클러스터링 알고리즘은 에드혹 네트워크에서 에너지 소비를 줄이기 위해, 에너지 요소를 종합적으로 고려한 알고리즘이다.

제시된 ECC 알고리즘은 적용한 클러스터링 망구조와 노드의 잔여 에너지량을 알 필요가 있다. 이것은 모든 노드가 자신의 잔여 에너지량을 다른 노드에게 알려야 하므로, 거대한 네트워크에서는 적합하지 않다. 하지만 Ad hoc 네트워크와 같은 소규모 네트워크에서는 기존의 알고리즘보다 효율적인 에너지 관리를 통해 각 노드를 운영함으로써 보다 네트워크의 수명을 연장할 수 있다.

참고문헌

- [1] Doshi S, Brown TX, "Minimum Energy Routing Schemes for a Wireless Ad hoc Network," Proceedings of the Conference on Computer Communications (IEEE Infocom 2002) 2002.
- [2] kangwhan Lee, Yun Chen "An Energy Effective Protocol for Clustering Ad Hoc Network," KIMICS, vol.6,No.2,pp 117-121, 2008.
- [3] Li Q, Aslam J, Rus D, "Online Power-aware Routing in Wireless Ad-hoc Networks," Proceedings of Int'l Conf. on Mobile Computing and Networking (MobiCom'2001) 2001.
- [4] Laura Maria Daniele, "Towards Rule-based Approach for Context-Aware Applications".
- [5] Kyung-min Doo, "A study on the Context-Aware Architecture for Ubiquitous on Computing System," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences, 2007.
- [6] Sun-guk Kim, Kangwhan Lee "A study on Inference Network Based on the Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Protocol," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences, 2007.

- [7] Sunguk Kim, Kangwhan Lee, "A study on the advanced inference routing network scheme for RODMRP," IEEE Computer Society Proceedings of the Seventh International Conference on Advanced Language Processing and Web Information Technology, , Vol.7, July 2008, pp. 437-443
- [8] 김순국, 지삼현, 두경민, 이병재, 김영삼, 이강환, "RODMRP를 위한 진보된 추론 연결 망 구현," 대한전자공학회, Vol. 31, No. 1, 2008, pp. 313-314.
- [9] 이강환, 두경민, "유비쿼터스 컴퓨팅 시스템을 위한 상황인식 구조에 관한 연구," 한국해양정보통신학회, vol.11,No.1,pp 418-422, 2007.
- [10] 이강환,김순국, "A study on the Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Protocol," ICKIMICS2007, vol.1,pp 59-63, 2007.

저자소개



지삼현(Samhyun Chi)

2004 한밭대학교 정보통신공학과 학사
2006 한밭대학교 정보통신전문 대학원 석사

2006~ 한국기술교육대학교 컴퓨터공학과 박사과정
2007~케빗테크놀로지(주)대표이사 ceo@kbitech.com
RF motion sensor 생산전문기업, www.kbitech.com
※관심분야: USN, Ad-hoc network, 차세대이동통신 기술, Wireless SoC & SoP



이강환(Kangwhan Lee)

1983 한양대학교 전자공학과 학사
1989 중앙대학교 전자공학 석사
2002 중앙대학교 전자공학 박사
1989 한국전자통신연구원 선임연구원

2004 특허청 서기관
2005~ 한국기술교육대학교 정보기술공학부 교수
※관심분야: USN, Ad-hoc network, 차세대이동통신 기술, Wireless SoC