(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0100449
(43) 공개일자 2012년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 84/18 (2009.01) *H04W 52/02* (2009.01)
H04L 12/28 (2006.01) *H04W 40/02* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2011-0019353
(22) 출원일자 2011년03월04일
심사청구일자 2011년03월04일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교)
(72) 발명자
이강환
대전광역시 서구 월평선사로 11, 101동 206호 (월평동, 무지개아파트)
(74) 대리인
정회환

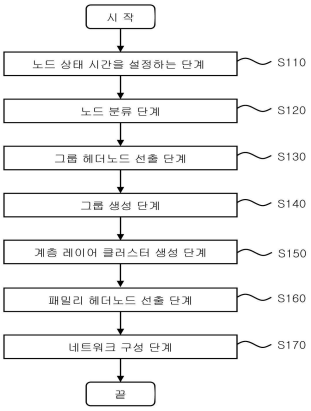
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **계층적 클러스터 구조의 생성 방법**

(57) 요 약

본 발명은 계층적 클러스터 구조의 생성 및 유지 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 이동 애드혹 네트워크(MANET: Mobile Ad-hoc Network) 환경에 적합한 에너지 효율적인 적응적 시간차 노드 관리기법(ATICC : Adaptive Time for Interval Clustering Control)을 이용한 계층적 클러스터 구조의 생성 및 유지 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

이동 애드혹 네트워크(MANET: Mobile Ad-hoc Network) 환경에 적합한 에너지 효율적인 적응적 시간차 노드 관리를 이용한 계층적 클러스터(cluster) 구조의 생성방법에 있어서,

노드(node)의 속성정보를 기준으로 노드 상태 시간을 설정하는 단계와;

상기 노드 상태 시간을 고려하여 1 내지 n 계층으로 분류하는 노드 분류 단계와;

각 계층별 상기 분류 내 속성정보를 토대로 한 상태 에너지가 높은 노드를 그룹 헤더노드(header node)로 적어도 하나 이상 선출하는 그룹 헤더노드 선출 단계와;

선출된 상기 그룹 헤더노드에서 같은 계층의 분류 내 노드를 멤버노드로 수집하여 라우팅(routing)하는 그룹 생성 단계와;

상기 그룹 헤더노드가 인접한 하위 그룹 헤더노드를 수집하여 계층 레이어 클러스터를 구성하는 계층 레이어 클러스터 구성단계와;

상기 계층 레이어 클러스터 내 상태 에너지가 높은 그룹 헤더노드를 패밀리 헤더노드로 선출하는 패밀리 헤더노드 선출 단계; 및

상기 계층 레이어 클러스터에서 선출된 패밀리 헤더노드들을 라우팅(routing)하여 네트워크를 구성하는 네트워크 구성 단계;로 이루어지는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 생성방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 노드의 속성정보는 상태 에너지인 노드의 ID(identity)와, 그룹 헤더노드의 ID 및 수식에 의해 연산된 상태에너지 레벨과 안테나의 수신감도 정보값(RF(RSSI))을 기록하는 테이블인 MGH_LIST(Member to Group Header_LIST)와, 그룹 헤더노드가 멤버 노드의 ID 및 에너지 레벨 그리고 수신감도 정보값을 기록하는 테이블인 GHM_LIST(Group Header to Member_LIST)와, 상위 그룹 헤더노드가 하위 그룹 헤더노드를 수집하기 위한 ADV_GH(ADV_Group Header) 메시지와, ADV_GH 메시지를 기록하는 테이블인 LTHGH_LIST(Low to High Group Header_LIST)을 포함하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 생성방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 노드 상태 시간을 설정하는 단계는 노드의 에너지 상태를 고려하여 TA(Time for Active), TS(Time for Sleep), TI(Time for Interval) 및 TSD(Time of Data Send)를 설정하는데, 노드의 상태에너지가 높을수록 TA 시간을 길게 가지고, 노드의 상태에너지가 낮을수록 TS 시간을 길게 가지며, 노드의 에너지 상태에 따라 동작 과정 중 데이터 전송 간격인 TI 시간을 달리 가지고, TSD는 모든 구간에서 데이터의 전송량에 따라 비례하게 주어지며, 이때 TA는 하기 수학식 1을 통해 TS는 하기 수학식 2를 통해 연산하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 생성방법.

[수학식 1]

$$TA_{(n+1)} = TA_{(n)} \times \left(\frac{E_{Level} + E_{Residual}}{N_T}\right)k$$

[수학식 2]

$$TS_{(n+1)} = TS_{(n)} \times (\frac{N_T}{E_{Level} + E_{Residual}})k$$

?E_{Level} = 노드의 에너지 레벨(energy level of node)

?$E_{Residual}$ = 노드의 에너지 잔여량(Residual energy)

?N_T = 네트워크 트래픽 상태값(state value of network traffic)

?k = 비례상수 값(proportional constant)

?n = 부정수(負整數)

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 TI 시간은 노드의 상태에너지가 높을수록 많을수록 TI 동작시간을 짧게 가지고, 노드의 상태에너지가 낮을수록 TI 동작시간을 길게 가지며, 이때 TI는 하기 수학식 3을 통해 연산하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 생성방법.

[수학식 3]

$$TI_{(n+1)} = TI_{(n)} \times (\frac{1}{T_{XE} + R_{XE}})k$$

?T_{XE} = TX 상태의 이벤트 발생여부(Tx event decision constant)

?R_{XE} = RX 상태의 이벤트 발생여부(Rx event decision constant)

?k = 비례상수 값(proportional constant)

?n = 부정수(負整數)

청구항 5

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

상기 TA, TS, TI를 이용한 에너지 레벨에서 요구되는 현재(t)에서 노드(i)의 상태 에너지 총 소모량(E_{Total} : Total of Energy Consumption)은 하기 수학식 4를 통해 연산하되,

[수학식 4]

$$E_{Total}(t) = [E_i(t)_{TX}(m,d) + E_i(t)_{RX}(m,d)]TSD \times [\left(\frac{TA_i(t)}{TS_i(t) + TI_i(t)}\right)k]$$

상기 수학식 4에서 k는 비례상수 값(proportional constant)이고, E_{Tx} 및 E_{Rx}는 전송(E_{Tx}) 및 수신(E_{Rx})에서 데이터의 비트 전송량(m) 및 전송거리(d)에 따라 소모되는 에너지 모델링 파라미터로 에너지 레벨에 따른 모든 구간의 TSD(Time of Data Send)에 비례하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 생성방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 노드 분류 단계는 노드 상태 시간(TA, TS, TI) 및 상태에너지를 고려하여 같은 상태에너지 레벨의 노드를 묶어 1 내지 n 계층으로 분류하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 생성방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 그룹 생성 단계는 그룹 헤더노드가 같은 계층 레이어 클러스터 내 노드로 브로드캐스트(ADV_MB, ADV_GH) 메시지를 전송하며, 브로드캐스트 메시지를 수신한 노느는 소속요청(REQ_JOIN) 메시지를 그룹 헤더노드로 전송하여 멤버노드로 소속을 요청 후 멤버노드 소속 요청 메시지를 수신한 그룹 헤더노드는 소속승인(RREQ_JOIN) 메시지를 노드로 전송하여 멤버노드 소속을 승인하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 생성방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 네트워크 구성 단계는 각 계층 레이어 클러스터의 패밀리 헤더노드 간 ADV_FH(브로드캐스트), REQ_JOIN(소속요청), RREQ_JOIN(소속승인) 메시지를 교환하여 네트워크를 구성하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조 생성방법.

청구항 9

계층적 클러스터 구조의 유지방법에 있어서,

그룹에서 그룹 헤더노드의 상태에너지의 임계치(threshold)값과 같거나 작아지면 같은 계층의 다른 멤버노드로 그룹 헤더노드를 교체하는 그룹 헤더노드 교체 단계와;

상기 그룹 헤더노드 소속 멤버노드의 상태에너지의 값이 이 소속 그룹의 상태에너지 레벨보다 낮아 졌을 때 하위 상태에너지 레벨 그룹으로 편입시키는 그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계; 및

상기 그룹 내 멤버노드의 이동, 노드의 상태에너지의 변화 또는 기능상의 문제로 인해 멤버노드로의 역할을 할 수 없는 노드를 검출하여 그룹에서 삭제시키는 그룹 관리 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 유지방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 그룹 헤더노드 교체 단계는 노드의 상태에너지 값이 임계치값과 같거나 작아지진 그룹 헤더노드가 같은 계층의 다른 멤버노드로 그룹 헤더노드 교체 요청 메시지(REQ_GHCG)를 전송하며, 그룹 헤더노드 교체 요청 메시지를 수신한 멤버노드는 그룹 헤더노드 교체 요청에 관한 응답 메시지(RREQ_GHCG)를 그룹 헤더노드로 전송하여 그룹 헤더노드를 교체하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 유지방법.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계는 노드의 상태에너지 값 변화에 따라 멤버노드가 TI 시간을 고려하여 같은 상태에너지 레벨의 그룹 헤더노드와 소속 요청(REQ_JOIN) 및 소속 승인(RREQ_JOIN) 메시지 교환을 통해 그룹 멤버를 재 생성하는 단계와,

각 그룹 내 그룹 헤더노드에서 멤버노드의 관리, 진입 노드 및 이탈 노드 검출을 위해 메시지(ADV_NM)를 TI 시간을 고려한 일정 주기로 전송하는 ADV_NM 메시지 전송 단계, 및

상기 ADV_NM 메시지를 수신한 진입 노드와 그룹 헤더노드간 소속 요청(REQ_JOIN) 및 소속 승인(RREQ_JOIN) 메시지 교환을 통해 그룹 멤버를 추가하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 유지방법.

청구항 12

제 9항에 있어서,

상기 그룹 관리 단계는 각 그룹 내 그룹 헤더노드에서 멤버노드의 관리, 진입 노드 및 이탈 노드 검출을 위해 ADV_NM 메시지를 TI 시간을 고려한 일정 주기로 전송한 후 ADV_NM 메시지를 전송받은 멤버노드로부터 응답 메시

지가 없을 경우 이탈 노드로 판정하여 그룹에서 삭제시키는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 유지방법.

청구항 13

제 9항에 있어서,

상기 노드의 상태에너지 값 변화를 결정하기 위한 수단으로 제공하는 상태 에너지 레벨(E_{Level})의 연산은 하기 [수학식 5](잔여 에너지에 비례하고 최대에너지에 반비례 및 상태에너지 레벨에 비례하는 역수 관계의 식)을 통해 연산하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 유지방법.

[수학식 5]

$$E_{Level} = \frac{1}{\frac{E_{Residual}}{E_{Max}} \times N_{Level}} \quad , \; N_{Level} \ni \{1,2,3,4...n\}$$

?E_{Level} : 에너지 레벨

?E_{Max} : 노드가 보유할 수 있는 최대한의 에너지 양(배터리 값)

?$E_{Residual}$: 노드의 현재 시점의 에너지 잔량

?N_{Level} : 분류할 최대 에너지 레벨 계층의 개수

청구항 14

제 9항에 있어서,

상기 그룹 헤더노드를 선출하기 위한 연산은 하기 [수학식 6]를 통해 연산하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 유지방법.

[수학식 6]

$$GH_{prob} = G_{prob} \times \left(\frac{E_{Residual}}{E_{Max}} \times N_{Level} \right)$$

?GH_{prob} : 그룹 헤더노드 선출 값

?G_{prob} : 전체 노드 중 그룹 헤더로 선출 확률

?E_{Max} : 노드가 보유할 수 있는 최대한의 에너지 양(배터리 값)

?$E_{Residual}$: 노드의 현재 시점의 에너지 잔량

?N_{Level} : 분류할 최대 에너지 레벨 계층의 개수

청구항 15

제 8항에 있어서,

상기 그룹 헤더노드 교체 단계에서 그룹 헤더노드의 상태에너지 값이 임계치 값과 같거나 작을 경우 그룹 헤더노드 교체에 관한 우선순위 연산은 하기 [수학식 7](노드의 환경에 따라 변화할 수 있는 인자에 의한 가중치(α)를 두어 그룹 헤더노드 교체에 관한 우선순위를 결정하는 관계식)을 통해 연산하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 유지방법.

[수학식 7]

$$GH_{Priority} = (E_{Residual} \times \alpha) + (RF_{RSSI} \times (1-\alpha)), \quad 0 \le \alpha \le 1$$

?$GH_{Priority}$: 교체 대상 그룹 헤더노드의 우선순위 값

?$E_{Residual}$: 노드의 에너지 잔량

?RF_{RSSI} : 그룹 헤더노드와 멤버노드 사이의 거리를 나타내는 패킷의 수신감도(세기)

? α : 가중치

청구항 16

제 8항에 있어서,

상기 그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계에서 그룹의 상태에너지 레벨의 연산은 하기 [수학식 8](노드의 상태 주기를 적응적으로 변화하기 위해 가중치 (β)를 두어 노드의 TI(Time for Interval)를 적응적으로 제어하는 관계식)로 연산하는 것을 특징으로 하는 계층적 클러스터 구조의 유지방법.

[수학식 8]

$$TI_{L(next)} = TI_{L(previous)} \times \beta + TI_{L(present)} \times (1-\beta), \quad 0 \le \beta \le 1$$

?TI_L(next) : Time for Interval-Next

?TI_L(previous) : Time for Interval-Previous

?TI_L(present) : Time for Interval-Present

? β : 가중치

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 계층적 클러스터 구조의 생성 및 유지 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 이동 애드혹 네트워크(MANET: Mobile Ad-hoc Network) 환경에 적합한 에너지 효율적인 적응적 시간차 노드 관리기법(ATICC : Adaptive Time for Interval Clustering Control)을 이용한 계층적 클러스터 구조의 생성 및 유지 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 계층적 클러스터구조의 이동 애드혹 네트워크를 구성하는 노드들은 자유로운 이동성을 갖는 이동노드이기 때문에 각 노드는 제한된 환경 및 자원으로 운용되고 있다.

[0003] 이러한 제한된 자원 중 이동노드의 제한된 배터리 에너지 용량은 이동노드와 계층적 클러스터구조의 이동 애드혹 네트워크의 작동시간을 연장하는 것에 많은 어려움을 야기 시킨다. 특히 많은 양의 패킷을 이동노드들이 라우팅 할 경우 이동노드의 에너지 소모는 더욱 많아지고, 계층적 클러스터구조의 이동 애드혹 네트워크의 작동시간은 더욱 짧아진다. 따라서 이동 노드의 빠른 에너지 소모로 인하여 작동을 할 수 없을 경우 전체 네트워크의 구조가 깨져버려 패킷 전송에 큰 악영향을 미치게 되는 문제가 있었다.

[0004] 이러한, 이동노드 에너지 자원의 문제를 보완하기 위하여, 계층적인 구조의 클러스터 내에서 노드의 동작상태를 활성과 휴면으로 분류하고 주기적으로 상태를 변성하여 휴면 상태일 때 에너지 소비를 줄이는 노드관리 기법, 이동 애드혹 네트워크의 계층적 클러스터링을 사용한 라우팅 기법, 에너지 효율적인 네트워크 모델 등이 제안되었다.

[0005] 그러나, 위와 같은 기존의 기법들은 노드 및 네트워크의 상태 변화에 따른 에너지 효율성을 고려하지 않는 문제

점이 있었다.

[0006] 그리고, 모바일 애드혹 네트워크에서 계층 레이어 클러스터로 구성된 망은 주로 헤더노드에 집중된 트래픽 부하로 인한 빈번한 헤더노드 교체 및 경로 재설정 과정을 통해 에너지 낭비의 문제점이 발생하고, 새로운 진입 노드와 이탈 노드의 검출 및 관리를 위한 컨트롤 패킷의 과도한 발생 역시 에너지 낭비 문제의 주요인이었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기한 종래 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 노드의 속성정보와 네트워크의 상태를 고려하여 시간차 컨트롤 알고리즘을 이용함으로써 노드의 동작상태를 설정하거나 패킷을 전송하는 과정에 있어 에너지 소비를 최소화하고 평균화함으로써 이동노드들의 작동시간과 이동 애드혹 네트워크의 작동시간을 증가 시킬 수 있는 계층적 클러스터(cluster) 구조의 생성방법을 제공하는데 있다.

[0008] 본 발명의 또 다른 목적은 배터리 잔량 및 노드의 TI 시간을 고려하여 계층 레이어 그룹 헤더노드 교체, 계층 멤버의 재성성 및 추가 그리고 이탈 노드의 검출 및 관리할 수 있는 계층적 클러스터(cluster) 구조의 유지방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 종래 문제점을 해결하고 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법은 이동 애드혹 네트워크(MANET: Mobile Ad-hoc Network) 환경에 적합한 에너지 효율적인 적응적 시간차 노드 관리를 이용한 계층적 클러스터(cluster) 구조의 생성방법에 있어서, 노드(node)의 속성정보를 기준으로 노드 상태 시간을 설정하는 단계와; 상기 노드 상태 시간을 고려하여 1 내지 n 계층으로 분류하는 노드 분류 단계와; 각 계층별 상기 분류 내 속성정보를 토대로 한 상태 에너지가 높은 노드를 그룹 헤더노드(header node)로 적어도 하나 이상 선출하는 그룹 헤더노드 선출 단계와; 선출된 상기 그룹 헤더노드에서 같은 계층의 분류 내 노드를 멤버노드로 수집하여 라우팅(routing)하는 그룹 생성 단계와; 상기 그룹 헤더노드가 인접한 하위 그룹 헤더노드를 수집하여 계층 레이어 클러스터를 구성하는 계층 레이어 클러스터 구성단계와; 상기 계층 레이어 클러스터 내 상태 에너지가 높은 그룹 헤더노드를 패밀리 헤더노드로 선출하는 패밀리 헤더노드 선출 단계; 및 상기 계층 레이어 클러스터에서 선출된 패밀리 헤더노드들을 라우팅(routing)하여 네트워크를 구성하는 네트워크 구성 단계;로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법에 있어서, 상기 노드의 속성정보는 상태 에너지인 노드의 ID(identity)와, 그룹 헤더노드의 ID 및 수식에 의해 연산된 상태에너지 레벨과 안테나의 수신감도 정보값(RF(RSSI))을 기록하는 테이블인 MGH_LIST(Member to Group Header_LIST)와, 그룹 헤더노드가 멤버 노드의 ID 및 에너지 레벨 그리고 수신감도 정보값을 기록하는 테이블인 GHM_LIST(Group Header to Member_LIST)와, 상위 그룹 헤더노드가 하위 그룹 헤더노드를 수집하기 위한 ADV_GH(ADV_Group Header) 메시지와, ADV_GH 메시지를 기록하는 테이블인 LTHGH_LIST(Low to High Group Header_LIST)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법에 있어서, 상기 노드 상태 시간을 설정하는 단계는 노드의 에너지 상태를 고려하여 TA(Time for Active), TS(Time for Sleep), TI(Time for Interval) 및 TSD(Time of Data Send)를 설정하는데, 노드의 상태에너지가 높을수록 TA 시간을 길게 가지고, 노드의 상태에너지가 낮을수록 TS 시간을 길게 가지며, 노드의 에너지 상태에 따라 동작 과정 중 데이터 전송 간격인 TI 시간을 달리 가지고, TSD는 모든 구간에서 데이터의 전송량에 따라 비례하게 주어지며, 이때 TA는 하기 수학식 1을 통해 TS는 하기 수학식 2를 통해 연산하는 것을 특징으로 한다.

[0012] [수학식 1]

[0013]
$$TA_{(n+1)} = TA_{(n)} \times \left(\frac{E_{Level} + E_{Residual}}{N_T}\right)k$$

[0014] [수학식 2]

$$TS_{(n+1)} = TS_{(n)} \times \left(\frac{N_T}{E_{Level} + E_{Residual}}\right)k$$

[0015]

[0016] ?E_{Level} = 노드의 에너지 레벨(energy level of node)

[0017] ?$E_{Residual}$ = 노드의 에너지 잔여량(Residual energy)

[0018] ?N_T = 네트워크 트래픽 상태값(state value of network traffic)

[0019] ?k = 비례상수 값(proportional constant)

[0020] ?n = 부정수(負整數)

[0021] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법에 있어서, 상기 TI 시간은 노드의 상태에너지가 높을수록 많을수록 TI 동작시간을 짧게 가지고, 노드의 상태에너지가 낮을수록 TI 동작시간을 길게 가지며, 이때 TI는 하기 수학식 3을 통해 연산하는 것을 특징으로 한다.

[0022] [수학식 3]

$$TI_{(n+1)} = TI_{(n)} \times \left(\frac{1}{T_{XE} + R_{XE}}\right)k$$

[0023]

[0024] ?T_{XE} = TX 상태의 이벤트 발생여부(Tx event decision constant)

[0025] ?R_{XE} = RX 상태의 이벤트 발생여부(Rx event decision constant)

[0026] ?k = 비례상수 값(proportional constant)

[0027] ?n = 부정수(負整數)

[0028] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법에 있어서, 상기 TA, TS, TI를 이용한 에너지 레벨에서 요구되는 현재(t)에서 노드(i)의 상태 에너지 총 소모량(E_{Total} : Total of Energy Consumption)은 하기 수학식 4를 통해 연산하되,

[0029] [수학식 4]

$$E_{Total}(t) = [E_i(t)_{TX}(m,d) + E_i(t)_{RX}(m,d)]TSD \times \left[\left(\frac{TA_i(t)}{TS_i(t) + TI_i(t)}\right)k\right]$$

[0030]

[0031] 상기 수학식 4에서 k는 비례상수 값(proportional constant)이고, E_{Tx} 및 E_{Rx}는 전송(E_{Tx}) 및 수신(E_{Rx})에서 데이터의 비트 전송량(m) 및 전송거리(d)에 따라 소모되는 에너지 모델링 파라미터로 에너지 레벨에 따른 모든 구간의 TSD(Time of Data Send)에 비례하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법에 있어서, 상기 노드 분류 단계는 노드 상태 시간(TA, TS, TI) 및 상태에너지를 고려하여 같은 상태에너지 레벨의 노드를 묶어 1 내지 n 계층으로 분류하는 것을 특징으로 한다.

[0033] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법에 있어서, 상기 그룹 생성 단계는 그룹 헤더노드가 같은 계층 레이어 클러스터 내 노드로 브로드캐스트(ADV_MB, ADV_GH) 메시지를 전송하며, 브로드캐스트 메시지를 수신한 노느는 소속요청(REQ_JOIN) 메시지를 그룹 헤더노드로 전송하여 멤버노드로 소속을 요청 후 멤버노드 소속 요청 메시지를 수신한 그룹 헤더노드는 소속승인(RREQ_JOIN) 메시지를 노드로 전송하여 멤버노드 소속을 승인하는 것을 특징으로 한다.

[0034] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법에 있어서, 상기 네트워크 구성 단계는 각 계층 레이어 클러스터의 패밀리 헤더노드 간 ADV_FH(브로드캐스트), REQ_JOIN(소속요청), RREQ_JOIN(소속승인) 메시지를 교환하여 네트워크를 구성하는 것을 특징으로 한다.

[0035] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법은 그룹에서 그룹 헤더노드의 상태에너지의 임계치(threshold)값과 같거나 작아지면 같은 계층의 다른 멤버노드로 그룹 헤더노드를 교체하는 그룹 헤더노드 교체 단계와; 상기 그룹 헤더노드 소속 멤버노드의 상태에너지의 값이 이 소속 그룹의 상태에너지 레벨보다 낮아졌을 때 하위 상태에너지 레벨 그룹으로 편입시키는 그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계; 및 상기 그룹 내 멤버노드의 이동, 노드의 상태에너지의 변화 또는 기능상의 문제로 인해 멤버노드로의 역할을 할 수 없는 노드를 검출하여 그룹에서 삭제시키는 그룹 관리 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0036] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법에 있어서, 상기 그룹 헤더노드 교체 단계는 노드의 상태에너지 값이 임계치값과 같거나 작아지진 그룹 헤더노드가 같은 계층의 다른 멤버노드로 그룹 헤더노드 교체 요청 메시지(REQ_GHCG)를 전송하며, 그룹 헤더노드 교체 요청 메시지를 수신한 멤버노드는 그룹 헤더노드 교체 요청에 관한 응답 메시지(RREQ_GHCG)를 그룹 헤더노드로 전송하여 그룹 헤더노드를 교체하는 것을 특징으로 한다.

[0037] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법에 있어서, 상기 그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계는 노드의 상태에너지 값 변화에 따라 멤버노드가 TI 시간을 고려하여 같은 상태에너지 레벨의 그룹 헤더노드와 소속 요청(REQ_JOIN) 및 소속 승인(RREQ_JOIN) 메시지 교환을 통해 그룹 멤버를 재 생성하는 단계와, 각 그룹 내 그룹 헤더노드에서 멤버노드의 관리, 진입 노드 및 이탈 노드 검출을 위해 메시지(ADV_NM)를 TI 시간을 고려한 일정 주기로 전송하는 ADV_NM 메시지 전송 단계, 및 상기 ADV_NM 메시지를 수신한 진입 노드와 그룹 헤더노드간 소속 요청(REQ_JOIN) 및 소속 승인(RREQ_JOIN) 메시지 교환을 통해 그룹 멤버를 추가하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0038] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법에 있어서, 상기 그룹 관리 단계는 각 그룹 내 그룹 헤더노드에서 멤버노드의 관리, 진입 노드 및 이탈 노드 검출을 위해 ADV_NM 메시지를 TI 시간을 고려한 일정 주기로 전송한 후 ADV_NM 메시지를 전송 받은 멤버노드로부터 응답 메시지가 없을 경우 이탈 노드로 판정하여 그룹에서 삭제시키는 것을 특징으로 한다.

[0039] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법에 있어서, 상기 노드의 상태에너지 값 변화를 결정하기 위한 수단으로 제공하는 상태 에너지 레벨(E_{Level})의 연산은 하기 [수학식 5](잔여 에너지에 비례하고 최대에너지에 반비례 및 상태에너지 레벨에 비례하는 역수 관계의 식)을 통해 연산하는 것을 특징으로 한다.

[0040] [수학식 5]

$$E_{Level} = \frac{1}{\frac{E_{Residual}}{E_{Max}} \times N_{Level}} \quad , \; N_{Level} \ni \{1,2,3,4...n\}$$

[0041]

[0042] ?E_{Level} : 에너지 레벨

[0043] ?E_{Max} : 노드가 보유할 수 있는 최대한의 에너지 양(배터리 값)

[0044] ?$E_{Residual}$: 노드의 현재 시점의 에너지 잔량

[0045] ?N_{Level} : 분류할 최대 에너지 레벨 계층의 개수

[0046] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법에 있어서, 상기 그룹 헤더노드를 선출하기 위한 연산은 하기 [수학식 6]를 통해 연산하는 것을 특징으로 한다.

[0047] [수학식 6]

$$GH_{prob} = G_{prob} \times \left(\frac{E_{Residual}}{E_{Max}} \times N_{Level} \right)$$

[0048]

[0049] ?GH_{prob} : 그룹 헤더노드 선출 값

[0050] ?G_{prob} : 전체 노드 중 그룹 헤더로 선출 확률

[0051] ?E_{Max} : 노드가 보유할 수 있는 최대한의 에너지 양(배터리 값)

[0052] ?$E_{Residual}$: 노드의 현재 시점의 에너지 잔량

[0053] ?N_{Level} : 분류할 최대 에너지 레벨 계층의 개수

[0054] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법에 있어서, 상기 그룹 헤더노드 교체 단계에서 그룹 헤더노드의 상태에너지 값이 임계치 값과 같거나 작을 경우 그룹 헤더노드 교체에 관한 우선순위 연산은 하기 [수학식 7](노드의 환경에 따라 변화할 수 있는 인자에 의한 가중치(α)를 두어 그룹 헤더노드 교체에 관한 우선순위를 결정하는 관계식)을 통해 연산하는 것을 특징으로 한다.

[0055] [수학식 7]

[0056] $$GH_{Priority} = (E_{Residual} \times \alpha) + \left(RF_{RSSI} \times (1-\alpha)\right), \quad 0 \le \alpha \le 1$$

[0057] ?$GH_{Priority}$: 교체 대상 그룹 헤더노드의 우선순위 값

[0058] ?$E_{Residual}$: 노드의 에너지 잔량

[0059] ?RF_{RSSI} : 그룹 헤더노드와 멤버노드 사이의 거리를 나타내는 패킷의 수신감도(세기)

[0060] ? α : 가중치

[0061] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법에 있어서, 상기 그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계에서 그룹의 상태에너지 레벨의 연산은 하기 [수학식 8](노드의 상태 주기를 적응적으로 변화하기 위해 가중치 (β)를 두어 노드의 TI(Time for Interval)를 적응적으로 제어하는 관계식)로 연산하는 것을 특징으로 한다.

[0062] [수학식 8]

[0063] $$TI_{L(next)} = TI_{L(previous)} \times \beta + TI_{L(present)} \times (1-\beta), \quad 0 \le \beta \le 1$$

[0064] ?TI_L(next) : Time for Interval-Next

[0065] ?TI_L(previous) : Time for Interval-Previous

[0066] ?TI_L(present) : Time for Interval-Present

[0067] ? β : 가중치

발명의 효과

[0068] 상기한 바와 같이, 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법은 노드의 속성정보와 네트워크의 상태를 고려하여 시간차 컨트롤 알고리즘을 이용함으로써 노드의 동작상태를 설정하거나 패킷을 전송하는 과정에 있어 에너지 소비를 최소화하고 평균화함으로써 이동노드들의 작동시간과 이동 애드혹 네트워크의 작동시간을 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

[0069] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법은 배터리 잔량 및 노드의 TI 시간을 고려하여 계층 레이어 그룹 헤더노드 교체, 계층 멤버의 재생성 및 추가 그리고 이탈 노드의 검출 및 관리함으로써 노드의 작동시간과 이동 애드혹 네트워크의 작동시간을 증가시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0070] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조 생성방법의 순서도이다.

도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법의 순서도이다.

도 3은 속성정보를 지닌 라우팅망에서의 제안한 계층적 클러스터의 물리적 구조도이다.

도 4는 속성정보를 지닌 라우팅망에서 제안한 계층적 클러스터의 논리적 구조도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 클러스터 생성을 위한 그룹 헤더노드의 ADV_MB 메시지 송출을 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 노드의 상태시간 개념을 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그룹 헤더노드 선출 단계 및 그후의 그룹 생성 단계를 상세하게 나타낸 순서도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그룹 헤더노드의 멤버 노드 수집 과정을 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층 레이어 클러스터 구성단계를 상세하게 나타낸 순서도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 상의 그룹 헤더노드의 하위 그룹 헤더노드 수집 과정을 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 네트워크 구성 단계를 상세하게 나타낸 순서도이다.

도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 패밀리 헤더노드의 수집과 네트워크 구성과정을 나타낸 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그룹 헤더노드 교체를 위한 메시지 교환 과정을 나타낸 도면이다.

도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따른 그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계를 상세하게 나타낸 순서도이다.

도 15는 본 발명의 일 실시 예에 따른 새로운 진입 노드 처리 과정을 나타낸 도면이다.

도 16은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그룹 관리 단계를 상세하게 나타낸 순서도이다.

도 17은 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층 멤버의 이탈 검출 및 관리 과정을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0071] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 구체적인 실시 예를 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0072] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조 생성방법의 순서도이다.

[0073] 도 1에 도시한 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법은 노드(node)의 속성정보를 기준으로 노드 상태 시간을 설정하는 단계(S110)와, 노드 상태 시간을 고려하여 1 내지 n 계층으로 분류하는 노드 분류 단계(S120)와, 각 계층별 분류 내 노드의 속성 정보의 일례로 배터리 잔량(상태 에너지 레벨)이 높은 노드를 그룹 헤더노드(header node)로 적어도 하나 이상 선출하는 그룹 헤더노드 선출 단계(S130)와, 그룹 헤더노드에서 같은 계층의 클러스터 내 노드를 멤버노드로 수집하여 라우팅(routing)하는 그룹 생성 단계(S140)와, 그룹 헤더노드가 인접한 하위 그룹 헤더노드를 수집하여 계층 레이어 클러스터를 구성하는 계층 레이어 클러스터 구성단계(S150)와, 각 계층 레이어 클러스터 내 노드의 속성 정보의 일례로 배터리 잔량이 높은 그룹 헤더노드를 패밀리 헤더노드로 선출하는 패밀리 헤더노드 선출 단계(S160) 및 각 계층 레이어 클러스터에서 선출된 패밀리 헤더노드들을 라우팅(routing)하여 네트워크를 구성하는 네트워크 구성 단계(S170)로 이루어진다.

[0074] 여기에서, 노드 상태 시간을 설정하는 단계(S110)의 속성정보는 노드의 ID(identity)와 배터리 잔량을 일례로 하고 있으며 이는 노드의 환경에 따른 상태 에너지 정보를 포함한다.

[0075] 또한, 노드 상태 시간을 설정하는 단계(S110)는 노드의 배터리 잔량을 일례로 하고 있으며 노드의 환경에 따라 변화할 수 있는 인자와 가중치에 의한 [수학식 7] 고려하여 TA(Time for Active), TS(Time for Sleep), TI(Time for Interval) 및 TSD(Time of Send Data)를 설정하는데, 도 6을 참조하여 상세하게 설명하면 노드의 배터리 잔량이 많을수록 TA 시간을 길게 가지고, 노드의 속성에 따른 일례로 배터리 잔량이 적을수록 TS 시간을 길게 가지며, 노드의 배터리 잔량에 따라 노드의 전송 동작 과정 중 데이터 전송 간격인 TI 시간을 달리 가지며 주어진 TSD는 모든 구간에서 일정하다.

[0076] 여기서, TI 시간은 노드의 배터리 잔량이 많을수록 TI 시간을 짧게 가지게 되어 자주 전송을 하게 되며, 노드의 배터리 잔량이 적을수록 TI 시간을 길게 가지게 되어 전송 주기가 길게 되는 것이 바람직하다.

[0077] 이때, TA는 하기 수학식 1을 TS는 하기 수학식 2를 TI는 하기 수학식 3을 통해 연산한다.

[0078] [수학식 1]

$$TA_{(n+1)} = TA_{(n)} \times \left(\frac{E_{Level} + E_{Residual}}{N_T}\right)k$$

[0079]

[0080] [수학식 2]

$$TS_{(n+1)} = TS_{(n)} \times \left(\frac{N_T}{E_{Level} + E_{Residual}}\right)k$$

[0081]

[0082] [수학식 3]

$$TI_{(n+1)} = TI_{(n)} \times \left(\frac{1}{T_{XE} + R_{XE}}\right)k$$

[0083]

[0084] 수학식 1, 2, 3에서 E_{Level}은 노드의 에너지 레벨(energy level of node)이고, $E_{Residual}$은 노드의 에너지 잔여량(Residual energy)이며, N_T는 네트워크 트래픽 상태값(state value of network traffic)이고, k는 비례상수 값(proportional constant)이며, T_{XE}(Tx event decision constant) 및 R_{XE}(Rx event decision constant)는 CTS(clear to send) 및 RTS(request to send)에 따른 TX 및 RX 상태에서의 이벤트 발생여부를 나타낸다.

[0085] 또한, TA, TS, TI를 이용한 ATICC의 각 에너지 레벨에서 요구되는 현재(t)에서 노드(i)의 상태 에너지 총 소모량(E_{Total} : Total of Energy Consumption)은 하기 수학식 4를 통해 연산한다.

[0086] [수학식 4]

$$E_{Total}(t) = [E_i(t)_{TX}(m,d) + E_i(t)_{RX}(m,d)]TSD \times \left[\left(\frac{TA_i(t)}{TS_i(t) + TI_i(t)}\right)k\right]$$

[0087]

[0088] 수학식 4에서 k는 비례상수 값(proportional constant)이고, E_{Tx} 및 E_{Rx}는 전송(E_{Tx}) 및 수신(E_{Rx})에서 데이터의 비트전송량(m) 및 전송거리(d)에 따라 소모되는 에너지 모델링 파라미터로 에너지 레벨에 따른 모든 구간의 TSD(Time of Data Send)에 비례한다.

[0089] 그리고, 노드 분류 단계(S120)는 노드 상태 시간(TA, TS, TI) 및 배터리 잔량을 고려하여 같은 에너지 레벨의 노드를 묶어 1 내지 n 계층으로 분류한다.

[0090] 또한, 그룹 생성 단계(S140)는 그룹 헤더노드가 같은 계층의 분류 내 노드로 브로드캐스트(ADV_MB, ADV_GH) 메시지를 전송하며, 브로드캐스트 메시지를 수신한 노느는 소속요청(REQ_JOIN) 메시지를 그룹 헤더노드로 전송하여 멤버노드로 소속을 요청 후 멤버노드 소속 요청 메시지를 수신한 그룹 헤더노드는 소속승인(RREQ_JOIN) 메시지를 노드로 전송하여 멤버노드 소속을 승인한다.

[0091] 그리고, 네트워크 구성 단계(S170)는 각 계층별 클러스터의 패밀리 헤더노드 간 ADV_FH(브로드캐스트), REQ_JOIN(소속요청), RREQ_JOIN(소속승인) 메시지를 교환하여 네트워크를 구성한다.

[0092] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법의 순서도이다.

[0093] 도 2에 도시한 바와 같이 본 발명의 실시 예에 따라 생성된 계층적 클러스터(cluster) 구조의 유지방법은 그룹에서 그룹 헤더노드의 배터리 잔량이 임계치(threshold)값과 같거나 작아지면 같은 계층의 다른 멤버노드로 그룹 헤더노드를 교체하는 그룹 헤더노드 교체 단계(S210)와, 그룹 헤더노드 소속 멤버노드의 배터리 소모로 인하여 배터리 잔량이 소속 그룹의 에너지 레벨보다 낮아 졌을 때 하위 에너지 레벨 그룹으로 편입시키는 그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계(S220) 및 그룹 내 멤버노드의 이동, 배터리 소모 또는 기능상의 문제로 인해 멤버노드로의 역할을 할 수 없는 노드를 검출하여 그룹에서 삭제시키는 그룹 관리 단계(S230)를 포함한다.

[0094] 여기서, 그룹 헤더노드 교체 단계(S210)는 배터리 잔량이 임계치값과 같거나 작아지진 그룹 헤더노드가 같은 계

층의 다른 멤버노드로 그룹 헤더노드 교체 요청 메시지(REQ_GHCG)를 전송하며, 그룹 헤더노드 교체 요청 메시지를 수신한 멤버노드는 그룹 헤더노드 교체 요청에 관한 응답 메시지(RREQ_GHCG)를 그룹 헤더노드로 전송하여 그룹 헤더노드를 교체한다.

[0095] 또한, 그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계(S220)는 노드의 속성정보의 일례로 제시된 배터리 잔량이 낮아진 멤버노드가 TI 시간을 고려하여 같은 에너지 레벨의 그룹 헤더노드와 소속 요청(REQ_JOIN) 및 소속 승인(RREQ_JOIN) 메시지 교환을 통해 그룹 멤버를 재 생성하는 단계와, 각 그룹 내 그룹 헤더노드에서 멤버노드의 관리, 진입 노드 및 이탈 노드 검출을 위해 메시지(ADV_NM)를 TI 시간을 고려한 일정 주기로 전송하는 ADV_NM 메시지 전송 단계, 및 상기 ADV_NM 메시지를 수신한 진입 노드와 그룹 헤더노드간 소속 요청(REQ_JOIN) 및 소속 승인(RREQ_JOIN) 메시지 교환을 통해 그룹 멤버를 추가하는 단계로 이루어진다.

[0096] 그리고, 그룹 관리 단계(S230)는 각 그룹 내 그룹 헤더노드에서 멤버노드의 관리, 진입 노드 및 이탈 노드 검출을 위해 ADV_NM 메시지를 TI 시간을 고려한 일정 주기로 전송한 후 ADV_NM 메시지를 전송받은 멤버노드로부터 응답 메시지가 없을 경우 이탈 노드로 판정하여 그룹에서 삭제시킨다.

[0097] 상기한 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법은 노드의 속성정보와 네트워크의 상태를 고려하여 시간차 망 제어 알고리즘을 이용함으로써 노드의 동작상태를 설정하거나 패킷을 전송하는 과정에 있어 에너지 소비를 최소화하고 평균화함으로써 이동노드들의 작동시간과 이동 애드혹 네트워크의 작동시간을 증가 시킬 수 있는 효과가 있다.

[0098] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법은 노드의 속성정보의 일례로 제시된 배터리 잔량 및 노드의 TI 시간을 고려하여 계층 레이어 그룹 헤더노드 교체, 계층 멤버의 재성성 및 추가 그리고 이탈 노드의 검출 및 관리할 수 있는 효과가 있다.

[0099] 이하, 본 발명을 일 실시 예 도면 또는 표를 통하여 상세히 설명한다.

[0100] 단, 하기 일 실시 예는 본 발명을 구체적으로 예시하는 것이며, 본 발명의 내용이 실시 예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0101] 본 명세서에서 사용하는 주요 용어들의 정의는 다음과 같다.

[0102] 이동노드(Mobile Node)는 이동 애드혹 네트워크를 구성하는 노드들로서, 무선통신 장치를 갖춘 소형의 정보처리 단말기를 말한다. 이동노드는 일반적으로 제한된 에너지원인 배터리를 사용한다.

[0103] 멤버노드(Member Node)는 이동 애드혹 네트워크의 말단에 위치하는 노드로서, 환경정보의 수집 센서로부터의 센싱 데이터를 수집하는 노드를 말한다.

[0104] 그룹헤드 노드(Group Header Node)는 이동 노드들의 속성에 의해 분류된 계층별 멤버 노드들로부터 데이터를 취합하는 1차적 헤더노드를 말한다.

[0105] 클러스터 헤더노드(Cluster Header Node)는 그룹 헤더노드들로부터 데이터를 취합하는 2차적 헤더노드를 말한다.

[0106] ADV_MB 메시지는 “Advertise to Member”의 약자로서, 그룹 헤더노드가 하위 멤버 노드를 소집하기 위한 요청 메시지이다.

[0107] ADV_GH 메시지는 “Advertise to Group Header”의 약자로서, 상위 그룹 헤더노드가 하위 그룹 헤더노드를 수집하기 위한 요청 메시지이다.

[0108] ADV_CH 메시지는 “Advertise to Cluster Header”의 약자로서, 최상위 클러스터 헤더노드가 타 클러스터의 최상위 클러스터 헤더노드를 수집하기 위한 요청 메시지이다.

[0109] 도 3는 속성정보를 지닌 라우팅망에서 제안한 계층적 클러스터의 물리적 구조도이고, 도 4는 속성정보를 지닌 라우팅망에서 제안한 계층적 클러스터의 논리적 구조도이며, 도 5은 본 발명의 일 실시 예에 따른 클러스터 생성을 위한 그룹 헤더노드의 ADV_MB 메시지 송출을 나타낸 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 노드의 상태시간 개념을 나타낸 도면이며, 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그룹 헤더노드 선출 단계 및 그후의 그룹 생성 단계를 상세하게 나타낸 순서도이고, 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그룹 헤더노드의 멤버 노드 수집 과정을 나타낸 도면이며, 도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층 레이어 클러스터 구성단계를 상세하게 나타낸 순서도이고, 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 따른 상의 그룹 헤더노드의 하위 그룹 헤더노드 수집

과정을 나타낸 도면이며, 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 네트워크 구성 단계를 상세하게 나타낸 순서도이고, 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 따른 패밀리 헤더노드의 수집과 네트워크 구성과정을 나타낸 도면이다.

[0110] 먼저, 도 1 및 도 3 내지 도 12에 도시한 바와 같이 본 발명에 따른 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 생성방법을 설명하면 다음과 같다.

[0111] 본 발명의 일 실시 예에 따른 적응적 시간차 노드 관리기법(이하, ATICC)은 계층적 클러스터를 구성 및 유지하는 노드관리 기법이다. 특히 속성 정보를 지닌 멀티캐스팅 라우팅의 계층적 클러스터 구조를 따르고 있으며, ATICC(시간차 노드 관리기법)에서 제공하는 패밀리 헤더노드, 그룹 헤더노드, 멤버 노드로 구성되어짐을 특징으로 한다. 클러스터를 구성하는 패밀리 헤더노드 이하의 노드들은 트리 기반의 Peer to Peer의 데이터 전송 구조를 따르며, 패밀리 헤더노드 사이의 데이터 전송은 메쉬 기반의 구조를 따른다. 클러스터가 생성된 이후 전체 데이터 전송은 하부의 멤버 노드에서 그룹 헤더노드 그리고 패밀리 헤더노드 순으로 전송되며 패밀리 헤더노드는 이웃한 클러스터의 패밀리 헤더노드와 데이터 전송이 이루어진다. 도 3과 도 4는 속성 정보를 지닌 멀티캐스팅 라우팅에서 제안한 계층적 클러스터의 물리적 구조도와 논리적 구조도를 보여준다.

[0112] 여기서, 노드 분류 단계(S120) 및 그룹 헤더노드 선출 단계(S130)를 설명하면 다음과 같다.

[0113] 본 발명의 일 실시 예에서 네트워크 초기 상태는 특정 영역 안에 노드의 속성정보의 일례로 제시된 각 노드의 상태 에너지 값이 다른 노드들이 무작위로 배치되어 있다고 가정한다. 노드의 속성을 고려한 계층적 클러스터 구조의 망을 생성하기 위해 초기에 노드를 수집하여 데이터 전송이 가능한 경로 설정 및 연결을 위한 그룹 헤더노드를 선출하여야 한다.

[0114] 그룹 헤더노드 선출 단계(S130)는 초기 모든 노드들은 노드의 속성정보의 일례로 제시된 배터리 저전압 임계치 설정 레지스터와 배터리 저전압 확인 레지스터로부터 자신의 배터리 잔량을 확인하고, 하기 수학식 5를 이용한 연산에 의해 노드의 상태 에너지 레벨(State Energy of Node)을 분류하고 설정한다. 이때, 분류된 상태 에너지 레벨(E_{Level})은 높은 순에서 낮은 순으로 0, 1, 2, 3... 상태 에너지 레벨(E_{Level}), 내지는 Strong, Middle, Weak 등의 레벨로 분류 정의한다. 이때, 노드의 상태 에너지 레벨(E_{Level})을 하기 수학식 5을 통해 연산한다.

[0115] [수학식 5]

$$E_{Level} = \frac{1}{\frac{E_{Residual}}{E_{Max}} \times N_{Level}} \quad , \; N_{Level} \ni \{1,2,3,4...n\}$$

[0116]

[0117] 위 식에서 E_{Max}는 노드가 초기에 보유할 수 있는 최대한의 상태에너지 양, $E_{Residual}$은 노드의 현재 시점의 상태에너지 잔량, N_{Level}은 분류할 최대 상태에너지 레벨 계층의 개수, E_{Level}은 상태에너지 레벨을 나타낸다.

[0118] 노드의 상태에너지 레벨이 분류 및 설정된 이후 전체 노드의 개수에 따른 계층별 그룹 헤더노드 개수의 비율과 노드의 상태에너지 잔량에 따른 노드의 상태에너지 레벨을 고려하여 자체적으로 헤더노드 선출 과정 및 연산을 진행한다. 하기 수학식 6는 노드의 잔여 상태에너지를 이용한 클러스터 헤더노드 선정 식에 기반한 그룹 헤더노드 선출에 관한 수학식이다.

[0119] [수학식 6]

$$GH_{prob} = G_{prob} \times \left(\frac{E_{Residual}}{E_{Max}} \times N_{Level} \right)$$

[0120]

[0121] 위 수학식6에서 GH_{prob}는 그룹 헤더노드 선출 값이고, G_{prob}는 전체 노드 중에서 그룹 헤더노드로의 선출 확률이며, E_{Max}는 노드가 초기에 보유할 수 있는 최대한의 상태에너지 양, $E_{Residual}$은 노드의 현재 시점의 상태에너지 잔량, N_{Level}은 분류할 최대 상태에너지 레벨 계층의 개수를 나타낸다. 수학식 6를 이용하여 초기 계산된 GH_{prob}의 값이 1이 될 때까지 GH_{prob}를 2배씩 증가시켜 각 에너지 레벨의 노드 중 먼저 1이 되는 노드가 그룹 헤더노드의 비율을 고려하여 각 계층별 그룹 헤더노드가 된다. 즉 100개의 노드 중 그룹 헤더노드가 될 확률을 5%로

가정한다면 GH_{prob}의 값이 1이 되기 전에 같은 상태에너지 레벨의 타 노드로부터 그룹 헤더노드가 되기 위한 5개의 브로드캐스트 메시지를 수신 받은 이후 그룹 헤더노드가 되기 위한 브로드캐스트 메시지를 발생할 수 없다.

[0122] 여기에서, 그룹 헤더노드 선출 단계(S130) 및 이후의 그룹생성 단계(S140)는 다음과 같다.

[0123] 수학식 5을 통해 각 노드의 속성정보의 일례로 제시된 배터리 잔량에 따라 상태에너지 레벨이 분류가 되면 정해진 상태에너지 레벨을 기준으로 초기 TI_B(Time for Interval of Base), TI_L(Time for Interval of Level)를 하기의 표 1과 같이 설정된다. TI_B는 TI_L를 위한 상태 에너지의 기준값, TI_L는 TI_B와 노드의 상태에너지 레벨에 따른 계층 그룹별 초기 설정되는 TI(Time for Interval)값을 나타낸다.

[0124] [표 1]

노드의 속성 범위	에너지 레벨	TI_B (TI of Base)	TI_L (TI of Level)
$E_{Max} \times \frac{2}{3}$ <B<= E_{Max}	Strong(0)	Δt	$TI_B^{E_{Level}}$
$E_{Max} \times \frac{1}{3}$ <B<= $E_{Max} \times \frac{2}{3}$	Middle(1)		
B <= $E_{Max} \times \frac{1}{3}$	Weak(2)		

[0125]

[0126] 위의 표 1은 상태 에너지 레벨의 분류 기준인 노드의 속성 중 노드의 속성정보의 일례로 제시된 배터리 값을 일례의 기준으로 100을 최대값으로 가정하였을 때 분류된 상태에너지 레벨에 따른 초기 TI_L설정에 관한 예를 보여준다. TI_L는 노드의 메시지 전송 후 다음 전송까지의 Back-off 시간을 의미 한다.

[0127] 수학식 6에 의한 그룹 헤더노드 선출 단계(S130) 및 이후의 그룹 생성 단계(S140)의 진행 과정에 대해 도 7을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0128] 선출된 각 계층의 그룹 헤더노드는 같은 상태에너지 레벨의 멤버 노드를 수집하기 위해 그룹 헤더노드의 ID와 에너지 레벨이 포함된 ADV_MB (ADV_MemBer) 메시지를 브로드캐스트 한다. ADV_MB 메시지는 멤버 노드 수집에 대한 상황이 종료될 때까지 그룹 헤더노드의 상태에너지 레벨에 따른 TI_L만큼의 시간차를 두고 재전송 된다. 상황 종료는 ADV_MB 메시지를 일정 횟수 재전송하는 동안 어떠한 응답도 없을 때 진행한다. 도 5는 TI_L만큼의 시간차를 두고 전송되는 ADV_MB 메시지의 예를 나타낸 도면이다.

[0129] 먼저, ADV_MB 메시지를 수신한 그룹에 소속되지 않은 멤버 노드는 ADV_MB 메시지로부터 그룹 헤더노드의 ID, 상태에너지 레벨과 수신 안테나의 수신감도 정보 값을 포함한 요소로 S110단계에서 MGH_LIST (Member to Group Header_LIST)를 계산하여 기록한다. MGH_LIST는 멤버 노드가 그룹 헤더노드의 ID, 수식에 의해 연산된 상태에너지 레벨과 안테나의 수신감도 정보 값을 기록하는 테이블이다. MGH_LIST에 첫 번째 그룹 헤더노드의 정보가 기록된 이후 TI_L 시간을 고려한 일정 횟수 동안 타 그룹 헤더노드로부터 ADV_MB가 수신되지 않으면 계층클러스터 구성을 위한 그룹 헤더노드의 정보 수집 과정을 마친다.(S140-1)

[0130] 수집된 MGH_LIST 정보를 기반으로 멤버 노드와 상태에너지 레벨이 동일하면 안테나의 수신감도 정보 값을 통해 가장 가까운 그룹 헤더노드를 자신의 그룹 헤더노드로 임시 선택한다. 그 후 임시 선택한 그룹 헤더노드로 멤버 노드의 ID와 에너지 레벨이 포함된 REQ_JOIN 메시지를 보내어 그룹 소속을 요청한다.(S140-2)

[0131] 여기서, REQ_JOIN 메시지를 받은 그룹 헤더노드는 REQ_JOIN 메시지로부터 멤버 노드의 ID, 상태에너지 레벨, 수신감도 정보RF 값을 확인하여 상태에너지 레벨이 동일하고 제한되어 있는 메모리용량 및 메시지 요청이 TI_L시간을 초과하지 않았을 경우 GHM_LIST(Group Header to Member_LIST)에 기록한다. 이때 GHM_LIST는 그룹 헤더노드가 멤버 노드의 ID, 에너지 레벨 그리고 수신감도 정보RF(RSSI) 값을 기록하는 테이블이다. REQ_JOIN 메시지에 의해 멤버 노드를 등록하였다면 RREQ_JOIN 메시지로 멤버 노드에게 응답한다.(S140-3)

[0132] 그룹 헤더노드를 임시 선택하고 있던 멤버 노드가 그룹 헤더노드로부터 RREQ_JOIN 메시지를 수신하면 그룹 헤더노드와 멤버 노드간의 등록 과정이 끝난다. 반대로 RREQ_JOIN 메시지를 TI_L 시간 동안 수신 받지 못하면

MGH_LIST에 등록되어 있는 차 순위의 그룹 헤더노드에게 REQ_JOIN 메시지를 보내고 (S140-2)의 과정을 반복한다.(S140-4) 도 8은 그룹 헤더노드가 멤버 노드를 수집하는 과정을 보여준다.

[0133] 이하, 도 9를 참조하여 그룹 생성 단계(S140) 이후의 계층 레이어 클러스터 생성 단계(S150)의 진행 과정을 설명하면 다음과 같다.

[0134] 그룹 헤더노드와 멤버 노드간의 등록과정이 완료 되면 상태에너지 레벨이 상위인 그룹 헤더노드가 하위의 그룹 헤더노드를 수집하기 위해 그룹 헤더노드의 ID와 상태에너지 레벨이 포함된 ADV_GH(ADV_Group Header) 메시지를 브로드 캐스트 한다.(S150-1) 이때, ADV_GH 메시지는 하위 그룹 헤더노드 수집에 대한 상황이 종료될 때까지 그룹 헤더노드의 에너지 레벨에 따른 TI_L만큼의 시간차를 두고 재전송 된다.

[0135] 이때, ADV_GH 메시지를 수신한 클러스터에 소속되지 않은 그룹 헤더노드는 (S140-2)의 과정과 동일한 방식으로 TI_L 시간 동안의 ADV_GH 메시지 수신 검출 방법을 통해 메시지를 분석하여 LTHGH_LIST(Low to High Group Header_LIST)에 기록 및 등록한다. 특징적으로 수집된 정보를 기반으로 자신보다 한 단계 상위의 상태에너지 레벨이면서 가장 가까운 거리에 위치한 그룹 헤더노드를 자신의 상위 그룹 헤더노드로 임시 선택한다. 그리고, REQ_JOIN 메시지를 보내어 계층 소속을 요청한다.(S150-2)

[0136] 또한, REQ_JOIN 메시지를 받은 상위 그룹 헤더노드는 (S140-3)의 과정과 동일한 방식으로 REQ_JOIN 메시지를 분석하여 상태에너지 레벨이 한 단계 하위이고 가장 인접한 하나의 그룹 헤더노드를 선택하여 LTHGH_LIST에 기록(등록)하고 RREQ_JOIN 메시지로 하위 그룹 헤더노드에게 응답한다.(S150-3)

[0137] 상위 그룹 헤더노드를 임시 선택하고 있던 하위 그룹 헤더노드가 RREQ_JOIN 메시지를 수신하면 등록 과정이 끝난다. 이후의 과정은 (S150-2)의 과정과 동일한 방식으로 동작한다. 지금까지의 과정을 각각의 에너지 레벨의 그룹 헤더노드 및 멤버 노드가 동일하게 수행함으로서 에너지 레벨에 기반한 트리구조의 계층 레이어 클러스터가 형성이 된다.(S150-4) 도 10은 상위 그룹 헤더노드가 하위 그룹 헤더노드를 수집하는 계층 레이어 클러스터 생성 과정을 보여준다.

[0138] 이하, 도 11을 참조하여 계층 레이어 클러스터 생성 단계(S150) 이후 패밀리 헤더노드 선출(S160) 및 네트워크 구성 단계(S170)의 진행 과정을 설명하면 다음과 같다.

[0139] 계층 레이어 클러스터 사이의 통신은 메쉬망을 구성하는 패밀리 헤더노드에 의해서만 이루어지며 이를 위해 상위 그룹 헤더노드가 패밀리 헤더노드로 선출되어 이를 수행한다.(S160) 패밀리 헤더노드는 이웃한 패밀리 헤더노드의 정보를 수집하기 위한 ADV_FH(ADV_Cluster header) 메시지를 브로드캐스트 한다.(S170-1) ADV_FH 메시지는 클러스터 헤더노드 수집에 대한 상황이 종료될 때까지 클러스터 헤더노드의 에너지 레벨에 따른 TI_L만큼의 시간차를 두고 재전송 된다.

[0140] 타 패밀리 헤더노드로부터 중복되지 않은 ADV_FH 메시지를 수신한 클러스터 헤더노드는 (S140-2)의 과정과 동일한 방식으로 메시지를 분석하여 FH_LIST(Family Header_LIST)에 이웃한 패밀리 헤더노드 정보를 기록 및 등록한다. 특징적으로 에너지 레벨에 상관없이 FH_LIST에 기록된 모든 패밀리 헤더노드에게 REQ_JOIN 메시지를 보내어 등록을 요청한다.(S170-2)

[0141] REQ_JOIN 메시지를 받은 패밀리 헤더노드는 (S140-3)의 과정과 동일한 방식으로 REQ_JOIN 메시지를 분석하여 FH_LIST에 기록하고 RREQ_JOIN 메시지로 응답한다.(S170-3)

[0142] 타 패밀리 헤더노드를 임시로 등록하고 있던 패밀리 헤더노드가 RREQ_JOIN 메시지를 수신시 패밀리 헤더노드 사이의 등록과정이 끝난다. 이후 상황은 (S170-2)의 과정과 동일한 방식을 사용한다.(S170-4) 도 12는 계층적 클러스터 구조의 생성방법의 마지막 패밀리 헤더노드의 선출 및 네트워크 구성 과정을 보여준다.

[0143] 도 13은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그룹 헤더노드 교체를 위한 메시지 교환 과정을 나타낸 도면이고, 도 14는 본 발명의 일 실시 예에 따른 그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계를 상세하게 나타낸 순서도이며, 도 15는 본 발명의 일 실시 예에 따른 새로운 진입 노드 처리 과정을 나타낸 도면이고, 도 16은 본 발명의 일 실시 예에 따른 그룹 관리 단계를 상세하게 나타낸 순서도이며, 도 17은 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층 멤버의 이탈 검출 및 관리 과정을 나타낸 도면이다.

[0144] 이하, 도 2 및 도 13 내지 도 17에 도시한 바와 같이 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법을 설명하면 다음과 같다.

[0145] 본 발명의 일 실시 예에 따른 계층적 클러스터 구조의 유지방법에 있어서, 그룹 헤더노드 단계(S210)는 각각의

그룹 헤더노드는 소속 멤버 노드에 대한 정보를 GHM_LIST로 알 수 있으며 이를 이용하여 그룹 헤더노드 교체 작업이 이루어진다. GHM_LIST의 정보는 그룹 헤더노드와 멤버 노드 사이의 메시지 교환 및 데이터 전송과정을 통해 수시로 업데이트 된다. 하기 표 2는 0 Level 그룹 헤더노드의 GHM_LIST를 보여준다.

[0146] [표 2]

Member_ID (Hex)	E_{Level}	$E_{Residual}$	RSSI (dbm)
01	0	95	-43
02	0	90	-60
03	0	85	-51

[0147]

[0148] 그룹 헤더노드의 상태에너지 잔량이 정해놓은 임계치(Threshold) 값과 같거나 작을 경우 ($E_{Residual} \leq E_{Threshold}$) 헤더노드 교체 작업이 이루어지게 된다. 이때 그룹 헤더노드의 GHM_LIST내의 멤버 노드의 정보 중 에너지 잔량과 수신감도 정보RF값을 상황에 따라 가중치를 두고 판단하여 교체 할 그룹 헤더노드를 선출한다. 이때, 하기 수학식 7을 통해 헤더노드 교체에 관한 우선순위를 결정한다.

[0149] [수학식 7]

[0150] $$GH_{Priority} = (E_{Residual} \times \alpha) + \left(RF_{RSSI} \times (1-\alpha)\right), \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

[0151] 위의 수학식 7에서 $GH_{Priority}$는 교체 대상 그룹 헤더노드로의 우선순위, $E_{Residual}$는 노드의 상태에너지 잔량, 수신감도 정보RF(RSSI)는 그룹 헤더노드와 멤버 노드 사이의 거리를 나타내는 패킷의 수신 세기 그리고 α는 상황에 따른 가중치를 나타낸다. 우선순위에 의해 대상이 선정되면 도 13에 도시한 바와 같이 TI_L을 고려한 메시지 및 데이터 교환 과정에 의해 그룹 헤더노드가 교체 된다.

[0152] 도 13에서 REQ_GHCG는 그룹 헤더노드교체 요청 메시지, RREQ_GHCG는 그룹 헤더노드 교체 요청에 관한 응답 메시지, ACK_GHCG는 그룹 헤더노드의 최종 확인 메시지이다. TI_L을 고려한 메시지 교환 과정 중 현재 그룹 헤더노드가 교체 그룹 헤더노드로 임시 선정된 멤버 노드로부터 최종 확인 메시지인 ACK_GHCG메시지를 수신 받은 순간 두 노드의 ID가 교체 변경됨으로써 그룹 헤더노드 교체 과정이 종료된다. 그룹 헤더노드 교체과정에 참여하지 않은 멤버 노드는 별도의 컨트롤 패킷의 전송 없이 기존의 방법에 따라 메시지 및 데이터를 전송할 수 있다.

[0153] 이하, 그룹 헤더노드 교체(S210) 이후의 그룹 멤버의 재생성 및 추가 단계(S220)의 진행은 다음과 같다.

[0154] 그룹 헤더노드와 멤버 노드의 데이터 전송 과정에서 멤버 노드의 에너지 소모로 인해 소속되어 있던 그룹의 에너지 레벨보다 낮아졌을 때($ME_{Level} < GE_{Level}$) 하위 에너지 레벨의 그룹에 편입하기 위한 과정을 수행하게 된다. 이때 상황에 직면한 멤버 노드는 그룹 생성 단계에서 그룹 헤더노드의 정보를 수집하여 기록한 MGH_LIST에서 에너지 레벨과 수신감도 정보RF(RSSI) 값을 분석하여 하향 조정된 멤버 노드의 에너지 레벨과 동일하고 가장 가까운 그룹 헤더노드를 자신의 다음 그룹 헤더노드로 임시 선택한 후 그룹 생성 단계에서의 그룹 헤더노드와 멤버 노드 사이의 메시지 교환 방식과 동일하게 소속될 그룹의 에너지 레벨의 TI_L을 고려한 REQ_JOIN/RREQ_JOIN의 메시지 교환 방법에 의해 편입과정을 수행한다. 하기의 표 3은 MGH_LIST의 예를 보여준다. 이때 TI_L은 이전 값과 다음 값을 고려하여 변하는 것을 특징으로 하여 상황에 적응적으로 반응함으로써 에너지 효율성을 높일 수 있도록 한다. 하기 수학식 8은 각 노드의 상태 주기를 적응적으로 변화하기 위해 가중치 (β)를 사용한 TI_L에 관한 수식이다.

[0155] [표 3]

Group Header_ID (Hex)	E_{Level}	$E_{Residual}$	RSSI (dbm)
00	0	95	-43
01	1	80	-60
02	2	55	-51
10	0	90	-45
11	1	75	-65
12	2	55	-70

[0156]

[0157] [수학식 8]

[0158]
$$TI_{L(next)} = TI_{L(previous)} \times \beta + TI_{L(present)} \times (1-\beta), \quad 0 \le \beta \le 1$$

[0159] 이때, 수학식 4에서 TI_L(next)은 Time for Interval-Next이고, TI_L(previous)은 Time for Interval-Previous이며, TI_L(present)은 Time for Interval-Present이고, β는 가중치로 최대값이 1에 대한 사용자의 설정값이다.

[0160] 다음 상태에 대한 주기 설정값 TI_L(next)값은 이전 상태 주기 설정값 TI_L(previous)에 대한 가중치 β의 곱과 현재값 TI_L(present)에 대한 나머지 가중치 β의 곱에 대한 합으로 설정하게 된다.(예를 들면, 가중치 β값이 0.5로 주어 졌다면 다음 상태 주기값 TI_L(next)은 이전 주기(예를 들어 10초)와 현재주기(10초로 가정)에 의해 다음 주기도 10초로 모두 동일하게 된다.)

[0161] 기존의 계층 클러스터에 새로운 이동성 노드가 출연하였을 때의 처리 과정(S220)은 도 14를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0162] 클러스터 및 그룹에 소속되지 않은 새롭게 출연한 진입 노드는 그룹 헤더노드가 그룹 헤더노드 선출 및 클러스터 생성과 동일한 방식으로 클러스터를 생성하기 위한 ADV_MB 메시지를 TI_L 만큼의 시간차를 두고 전송하여 멤버 노드의 정보 수집과정을 수행한다.(S220-1) 하지만 클러스터 및 그룹에 이미 소속되어 있는 노드들은 ADV_MB 메시지에 응답을 하지 않게 된다. 그리고 멤버 노드 수집에 대한 상황을 종료하게 된다.

[0163] 멤버 노드로 수집되지 못한 진입 노드는 기존의 클러스터 및 그룹에 소속되기 위한 대기 모드로 진입한다.(S220-2) 이때, 기존 클러스터의 그룹 헤더노드는 자신의 에너지 레벨 및 수신감도 정보RF(RSSI) 등의 속성 정보를 포함한 소속 멤버 노드와 진입 노드 그리고 이탈 노드를 검출하기 위한 ADV_NM(ADV_Node Management)메시지를 TI_L을 고려한 일정 주기로 브로드캐스트 한다.

[0164] 대기 모드에 있던 진입 노드가 기존 클러스터의 그룹 헤더노드로부터 ADV_NM 메시지를 수신하면 진입 노드의 MGH_LIST에 이를 기록한다. 클러스터 생성과정과 동일하게 첫 번째 그룹 헤더노드의 정보가 기록된 이후 TI_L 시간을 고려한 일정 횟수 동안 타 그룹 헤더노드로부터 ADV_NM 메시지가 수신되지 않으면 기존 그룹 헤더노드의 정보 수집 과정을 마친다.(S220-3)

[0165] 기존 그룹 헤더노드에 대한 정보 수집 과정이 종료되면 에너지 레벨과 수신감도 정보RF(RSSI) 값을 고려하여 그룹 헤더노드를 선택하고 REQ_JOIN/RREQ_JOIN 메시지 교환 방식에 의해 기존 그룹에 소속 된다.(S220-4) 기존 그룹 헤더노드는 GHM_LIST에 진입 노드를 등록하고 관리한다. 도 15는 위의 기존의 계층 클러스터에 새로운 이동성 노드가 출연하였을 때의 처리 과정을 나타낸다.

[0166] 이하, 그룹 멤버의 재생성 및 추가 단계(S220) 이후의 그룹 관리 단계(S230)의 진행은 도 16을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0167] 먼저, 멤버 노드의 이동, 에너지 소모 또는 기능상의 문제로 인해 멤버 노드로의 역할을 할 수 없을 때 이를 검출하는 과정은 다음과 같다.

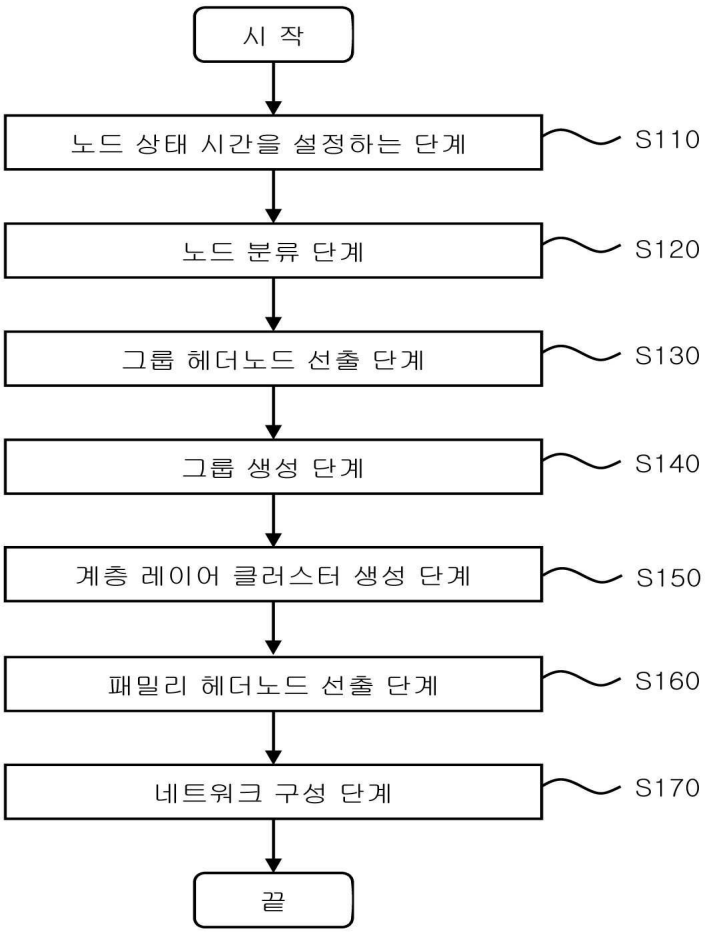
[0168] 각 그룹의 헤더노드는 멤버 노드의 관리, 진입 노드 및 이탈 노드 검출을 위해 ADV_NM 메시지를 TI_L을 고려한 일정 주기로 브로드캐스트 하여 각 노드의 정보 수집과정을 수행한다.(S230-1)

[0169] 멤버 노드는 자신이 소속된 그룹 헤더노드로부터 ADV_NM 메시지를 받고 응답할 의무가 있으며, 그룹 헤더노드는 ADV_NM 메시지를 일정 횟수 동안 재전송한 이후 응답이 없을 경우 이탈 노드로 판정하고 GHM_LIST에서 응답이 없는 멤버 노드의 정보를 삭제한다.(S230-2) 도 17은 상기한 계층 멤버의 이탈 검출 및 관리 과정(S230)을 나타낸다.

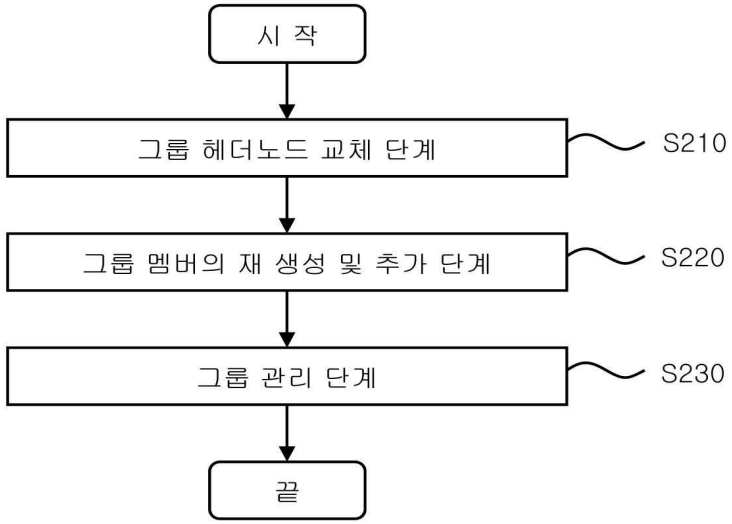
[0170] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시 예에 관하여 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 따라서 본 발명의 권리 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라, 이와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

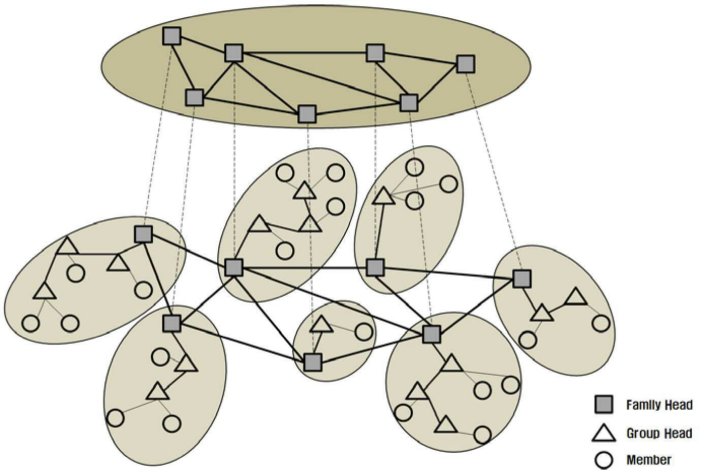
도면1



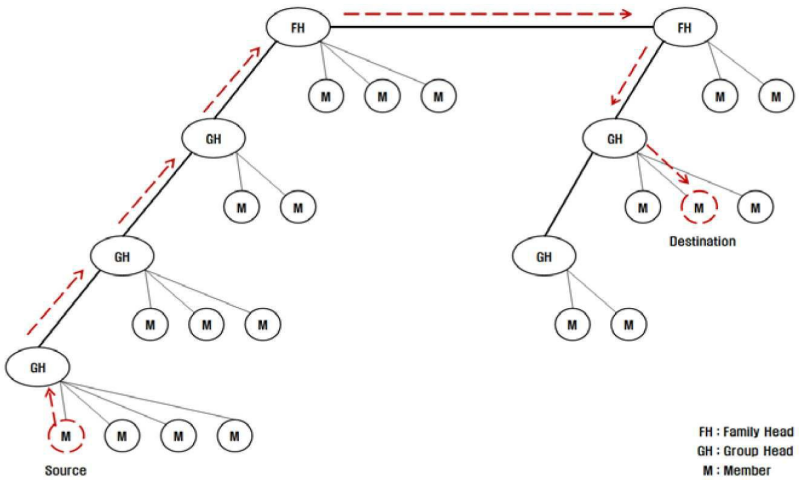
도면2


시 작
그룹 헤더노드 교체 단계
S210
그룹 멤버의 재 생성 및 추가 단계
S220
그룹 관리 단계
S230
끝

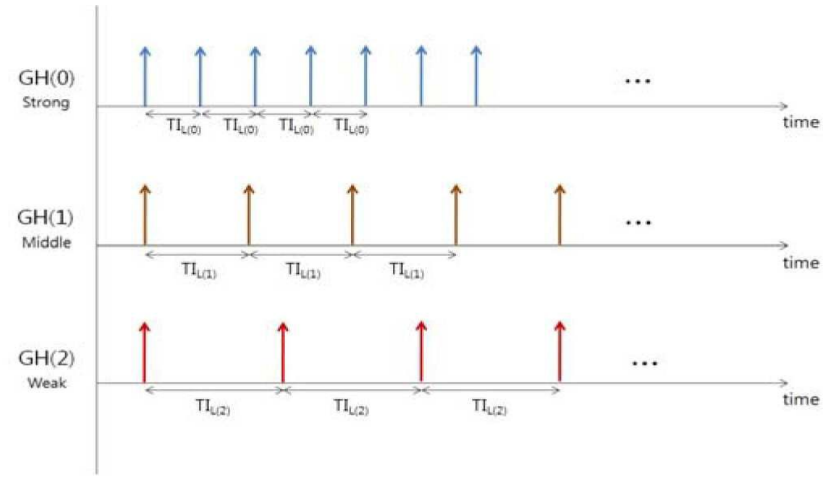
도면3


Family Head
Group Head
Member

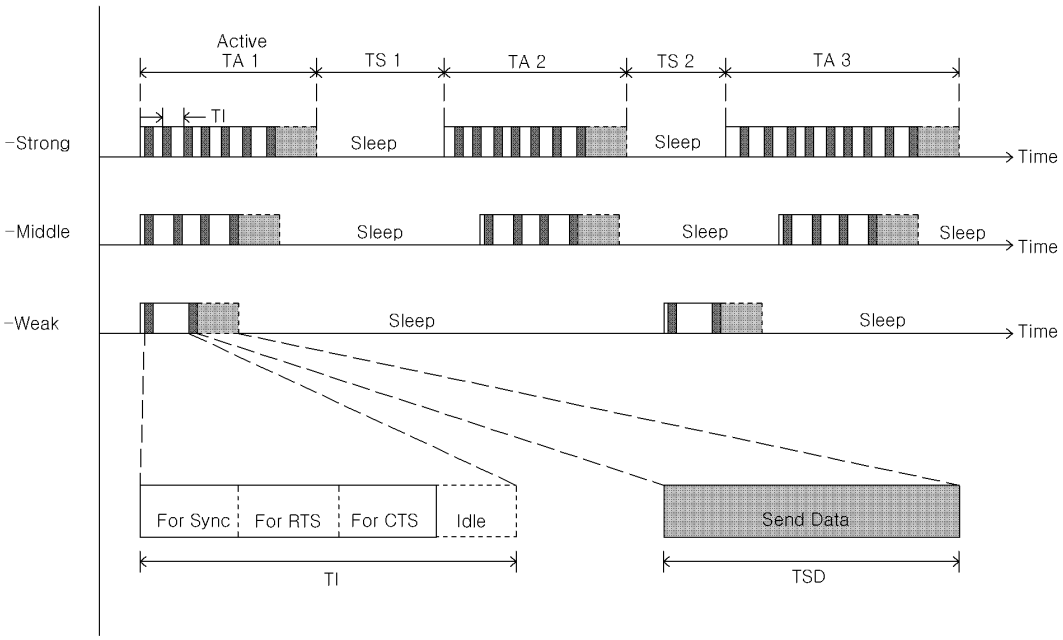
도면4


FH
FH
GH
GH
GH
GH
M
Destination
Source
FH : Family Head
GH : Group Head
M : Member

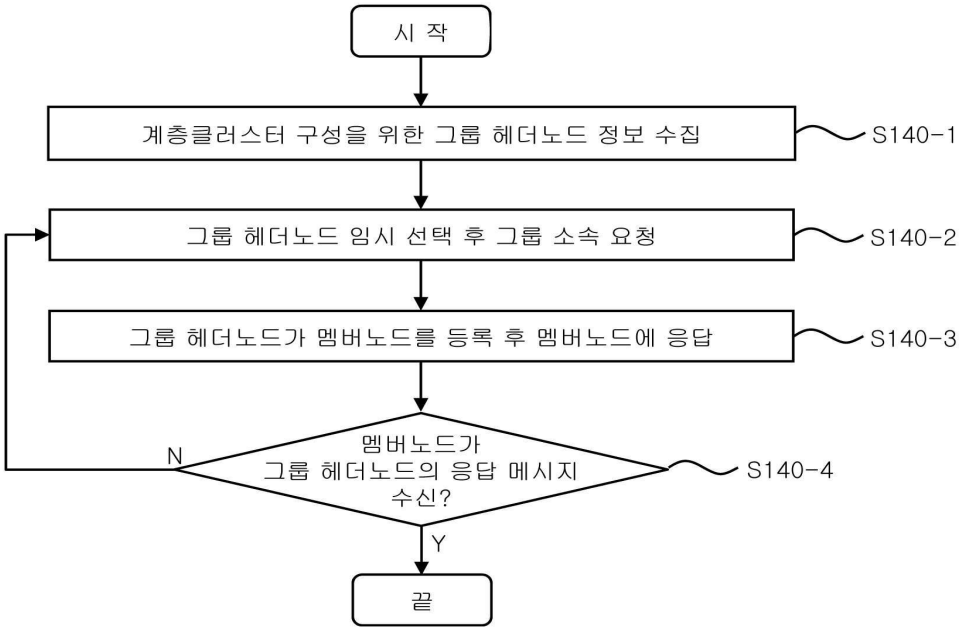
도면5


GH(0)
Strong
time
GH(1)
Middle
time
GH(2)
Weak
time

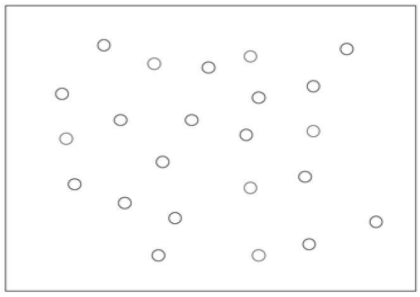
도면6


Active
TA 1
TS 1
TA 2
TS 2
TA 3
TI
Strong
Sleep
Sleep
Time
Middle
Sleep
Sleep
Sleep
Time
Weak
Sleep
Sleep
Time
For Sync
For RTS
For CTS
Idle
Send Data
TI
TSD

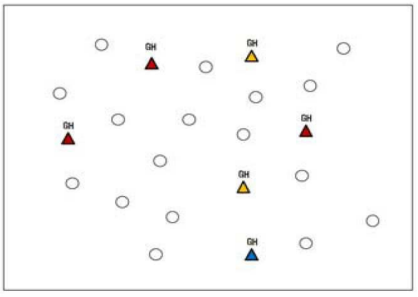
도면7


시 작
계층클러스터 구성을 위한 그룹 헤더노드 정보 수집
S140-1
그룹 헤더노드 임시 선택 후 그룹 소속 요청
S140-2
그룹 헤더노드가 멤버노드를 등록 후 멤버노드에 응답
S140-3
멤버노드가
그룹 헤더노드의 응답 메시지
수신?
S140-4
N
Y
끝

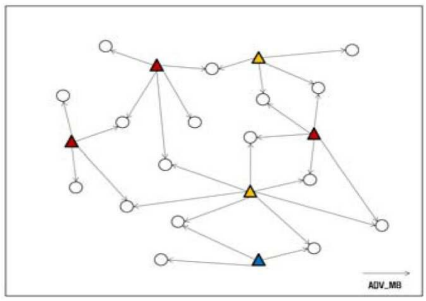
도면8



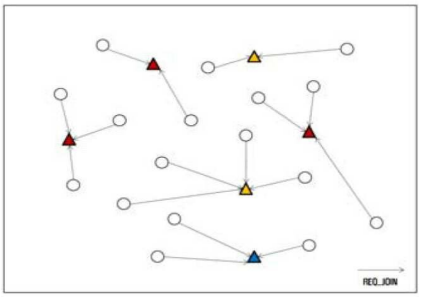
(a) 초기 노드 배치



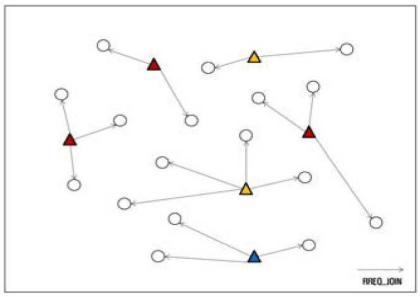
(b) 배터리 잔량에 의한 3계층 헤더 선출
(빨강 : 상, 노랑 : 중, 파랑 : 하)



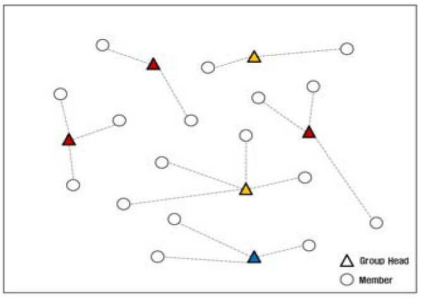
(c) 멤버 노드 수집 메시지 송신



(d) 그룹 생성 요청 메시지 송신

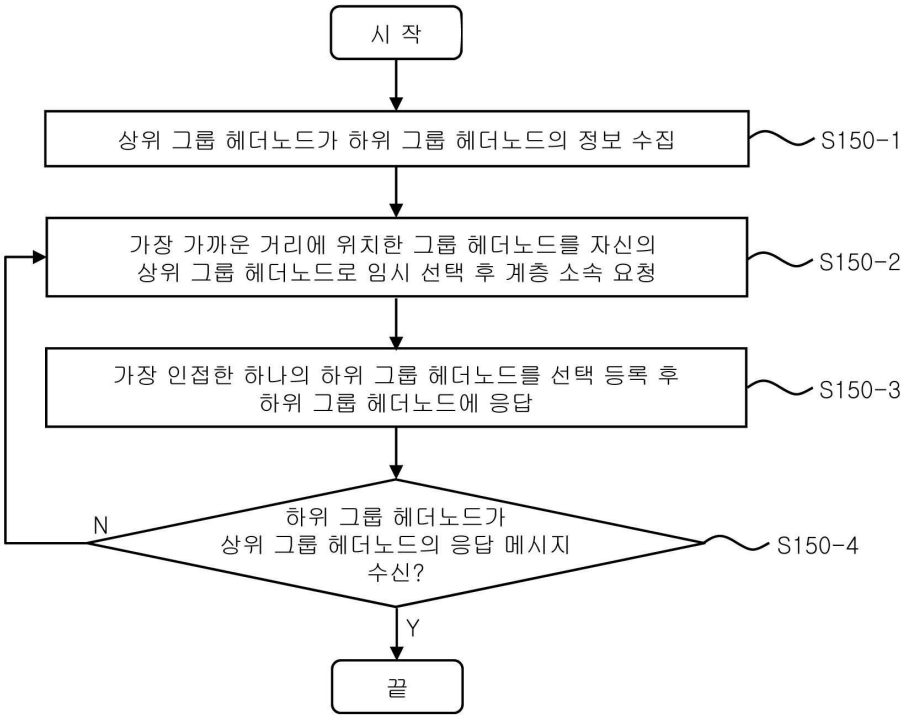


(e) 그룹 생성 승인 메시지 송신

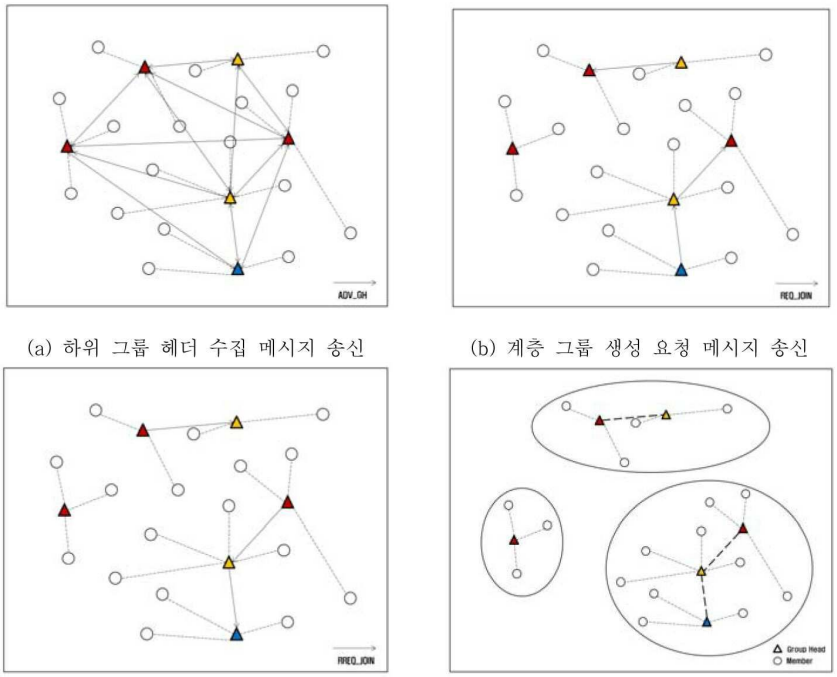


(f) 그룹 생성 완료

도면9



도면10



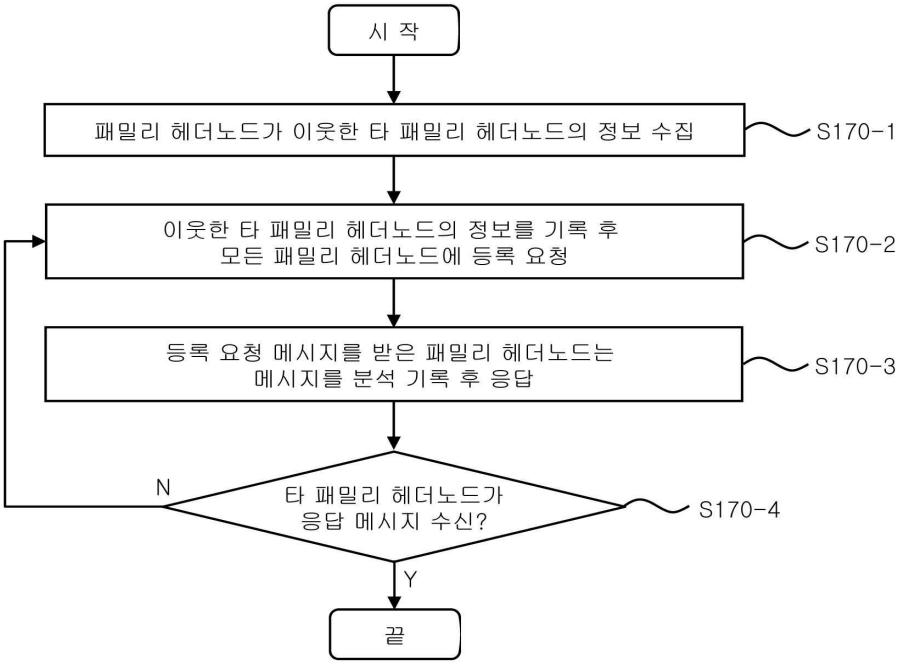
(a) 하위 그룹 헤더 수집 메시지 송신

(b) 계층 그룹 생성 요청 메시지 송신

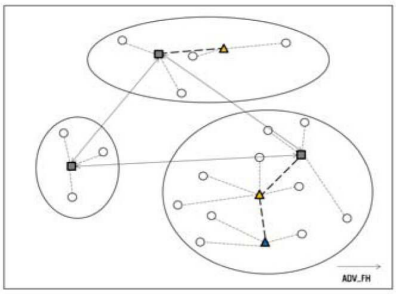
(c) 계층 그룹 생성 승인 메시지 송신

(d) 계층 레이어 클러스터 생성 완료

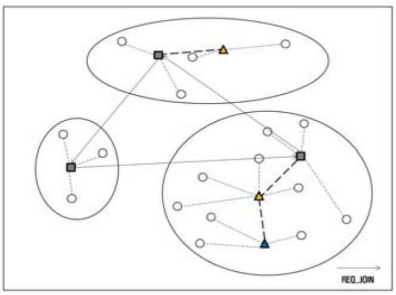
도면11



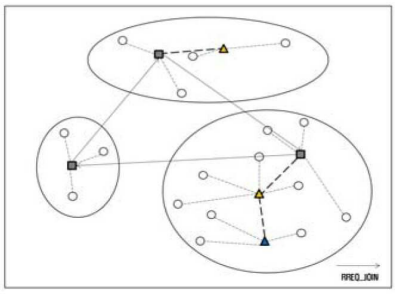
도면12



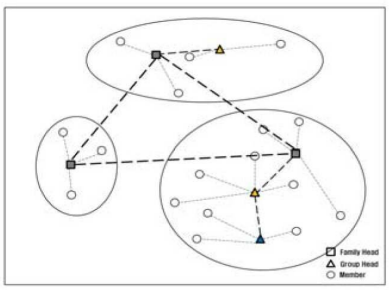
(a) 패밀리 헤더 수집 메시지 송신



(b) 네트워크 구성 요청 메시지 송신

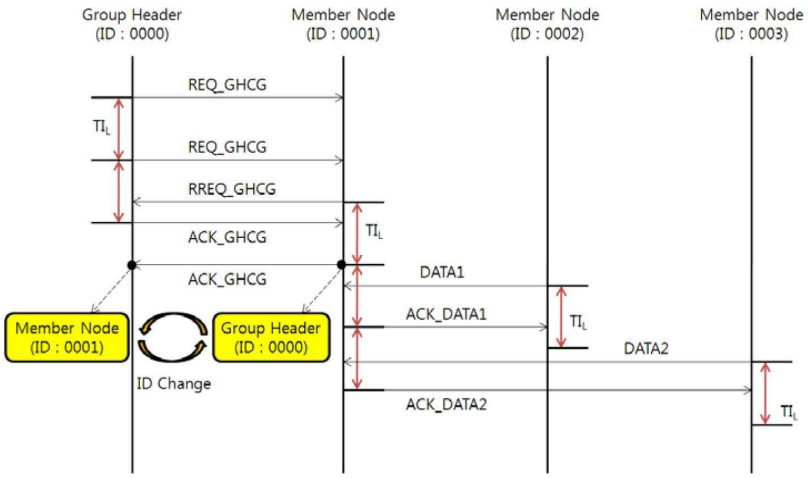


(c) 네트워크 구성 승인 메시지 송신

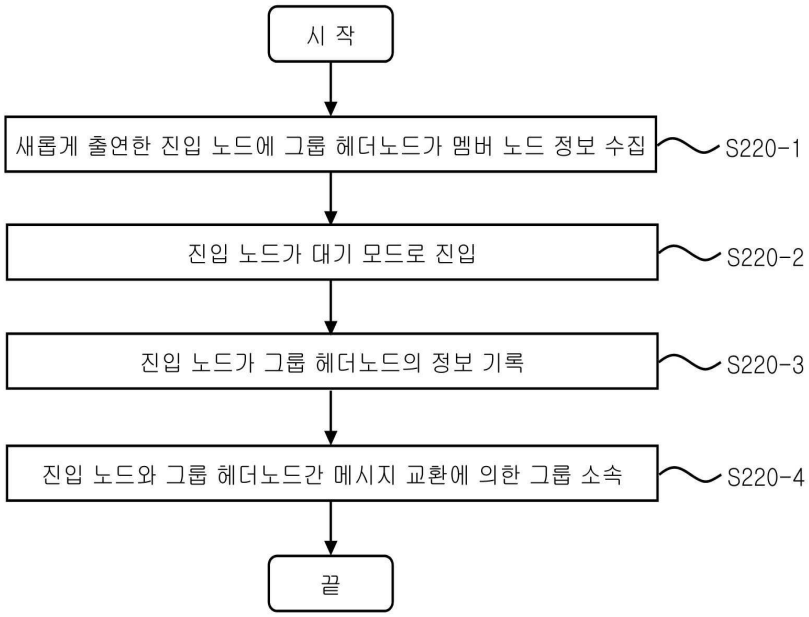


(d) 계층적 클러스터 구조의 네트워크 구성 완료

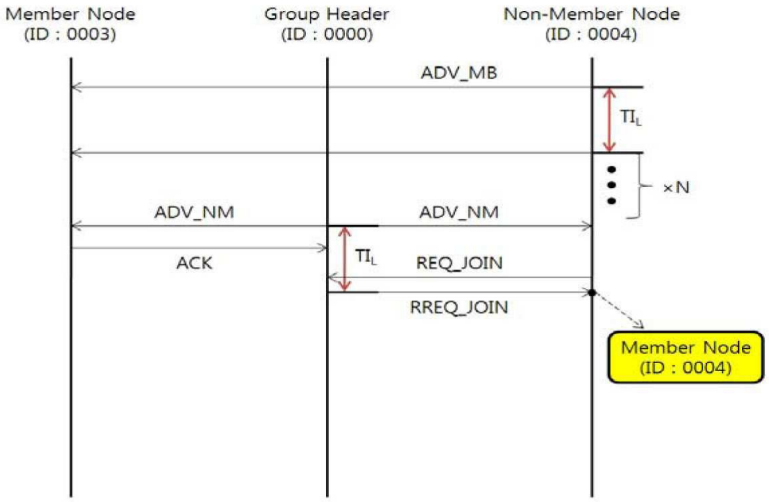
도면13


Group Header
(ID : 0000)
Member Node
(ID : 0001)
Member Node
(ID : 0002)
Member Node
(ID : 0003)
REQ_GHCG
REQ_GHCG
RREQ_GHCG
ACK_GHCG
ACK_GHCG
DATA1
ACK_DATA1
DATA2
ACK_DATA2
Member Node
(ID : 0001)
Group Header
(ID : 0000)
ID Change

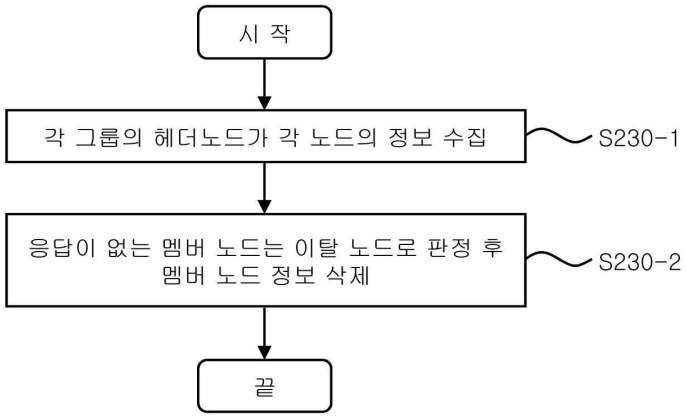
도면14


시 작
새롭게 출연한 진입 노드에 그룹 헤더노드가 멤버 노드 정보 수집
S220-1
진입 노드가 대기 모드로 진입
S220-2
진입 노드가 그룹 헤더노드의 정보 기록
S220-3
진입 노드와 그룹 헤더노드간 메시지 교환에 의한 그룹 소속
S220-4
끝

도면15



도면16



도면17

