



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0054307
(43) 공개일자 2009년05월29일

(51) Int. Cl.

H04L 12/28 (2006.01) H04B 7/24 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0121100

(22) 출원일자 2007년11월26일

심사청구일자 2007년11월26일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

강릉원주대학교산학협력단

강릉시 강릉대화로 120

(72) 발명자

안순신

서울 성북구 안암동5가 고려대학교

강상욱

경기 성남시 분당구 분당동 셋별마을 402-1501

남홍우

서울 강북구 번1동 460-116

(74) 대리인

김인한, 김희곤

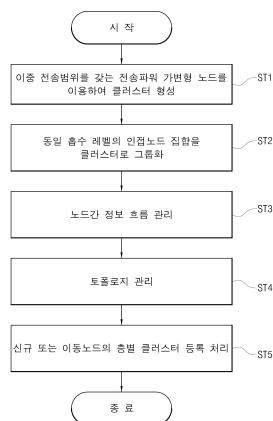
전체 청구항 수 : 총 35 항

(54) 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링토폴로지 관리 방법

(57) 요약

본 발명은 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법을 제공하기 위한 것으로, USN 환경에서의 센서 네트워크를 구성하는 방법에 있어서, 이중 전송범위를 갖는 전송과워 가변형 노드를 이용하여 클러스터를 형성시키는 제 1 단계와; 상기 제 1 단계 후 동일 홉수(Hop count) 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화시키는 제 2 단계;를 포함하여 구성함으로써, 2개의 전송범위를 갖는 노드를 중심으로 망을 구성하여 각 노드의 부하 감소와 전체 네트워크의 연결성을 유지하면서 에너지 효율을 향상시킬 수 있게 되는 것이다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

USN 환경에서의 센서 네트워크를 구성하는 방법에 있어서,

이중 전송범위를 갖는 전송파워 가변형 노드를 이용하여 클러스터를 형성시키는 제 1 단계와;

상기 제 1 단계 후 동일 흡수 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화시키는 제 2 단계;

를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법은,

상기 제 1 단계 후 노드간 정보 흐름을 관리하는 제 3 단계;

를 더욱 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법은,

상기 제 1 단계 후 토폴로지를 관리하는 제 4 단계;

를 더욱 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법은,

상기 제 1 단계 후 신규 또는 이동노드의 층별 클러스터 등록처리를 수행하는 제 5 단계;

를 더욱 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 5

USN 환경에서의 센서 네트워크를 구성하는 방법에 있어서,

이중 전송범위를 갖는 전송파워 가변형 노드를 이용하여 클러스터를 형성시키는 제 1 단계와;

상기 제 1 단계 후 동일 흡수 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화시키는 제 2 단계와;

상기 제 1 단계 후 노드간 정보 흐름을 관리하는 제 3 단계와;

상기 제 1 단계 후 토폴로지를 관리하는 제 4 단계와;

상기 제 1 단계 후 신규 또는 이동노드의 층별 클러스터 등록처리를 수행하는 제 5 단계;

를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,

상기 제 1 단계는,

시작노드인 중심노드를 기준으로 클러스터헤드 또는 전달노드간 전송범위를 고려한 1차 클러스터 망을 형성시키는 제 11 단계와;

상기 제 11 단계 후 클러스터헤드 노드 또는 전달노드를 기준으로 해당 일반노드간 전송범위를 고려한 2차 클러스터 망을 형성시키는 제 12 단계;

를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제 11 단계는,

일반노드 보다 전송범위가 2배 이상인 클러스터헤드 또는 전달노드를 대상으로 1차 클러스터 망을 형성시키는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 8

청구항 1 또는 청구항 5에 있어서,

상기 제 2 단계는,

전송범위의 크기가 같고 홉수가 동일한 레벨에 있는 노드는 최상위 노드로부터 논리적으로 트리 구조 형태를 갖도록 하고, 임의의 노드를 중심으로 클러스터를 구성할 때 인접 노드들과의 중복 현상이 발생되면 동일 홉수 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화시키는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제 2 단계는,

동일 홉수 레벨의 각 노드를 기준으로 인접노드에 대한 집합을 산출하고, 이 집합을 이용하여 클러스터를 형성하는 제 21 단계와;

상기 제 21 단계 후 중복 홉수 내 각 노드의 전송범위는 같도록 하고, 각각의 노드는 고유의 ID를 갖도록 하며, 이 ID는 논리적인 순차적 값을 갖도록 하는 제 22 단계와;

상기 제 22 단계 후 상위 노드는 하위 노드로부터 받은 정보를 이용하여 하위 노드간의 인접한 이웃 노드 및 이웃의 이웃 정보를 알 수 있도록 하고, 이 정보를 기반으로 인접 노드를 순차적으로 배열하는 제 23 단계와;

상기 제 23 단계 후 1차 클러스터는 순차적 마지막 집합의 중심노드를 중심(클러스터헤드)으로 클러스터를 형성하도록 하는 제 24 단계와;

상기 제 24 단계 후 동일 홉수 레벨의 2차 클러스터는 1차 클러스터의 집합의 마지막 원소를 초기 원소로 갖는 집합의 중심노드를 중심(클러스터헤드)으로 클러스터를 형성하도록 하는 제 25 단계;

를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 10

청구항 2 또는 청구항 5에 있어서,

상기 제 3 단계는,

상기 제 1 단계 후 기본 노드 정보의 획득처리를 수행하는 제 31 단계와;

상기 제 1 단계 후 차상위 노드의 중복시 상위 노드의 선택처리를 수행하는 제 32 단계와;

상기 제 1 단계 후 클러스터헤드 노드 또는 전달노드간 정보의 획득처리를 수행하는 제 33 단계와;
 상기 제 1 단계 후 클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보의 획득처리를 수행하는 제 34 단계;
 를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,
 상기 제 31 단계는,
 클러스터헤드 노드간 네트워크를 구성하기 위해 각 헤드 노드들은 전송범위가 큰 전송과위를 이용하여 하단 노드들의 정보를 수집하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 12

청구항 10에 있어서,
 상기 제 32 단계는,
 임의의 홉수 레벨에서 차상위 노드가 2개 이상 중복된 경우 해당 노드는 전체 시스템의 응용서비스 특성에 따라 미리 설정된 기준에 의해 차상위 노드를 선택하여 정보를 전송하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,
 상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은,
 보유 파워량이 큰 상위 노드를 선택하는 것임을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 14

청구항 12에 있어서,
 상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은,
 보유 클러스터 노드의 개수가 적은 노드를 선택하는 것임을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 15

청구항 12에 있어서,
 상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은,
 특정 QoS를 지정한 노드를 선택하는 것임을 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 16

청구항 12에 있어서,
 상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은,
 랜덤하게 상위 노드를 선택하는 것임을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 17

청구항 12에 있어서,

상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은,

순차적으로 순환하여 노드를 선택하는 것임을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 18

청구항 12에 있어서,

상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은,

상대적으로 높거나 낮은 ID를 보유한 노드를 선택하는 것임을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 19

청구항 10에 있어서,

상기 제 33 단계는,

상위 노드는 차하위 노드에 자신의 노드 ID 정보와 최상위 노드로부터의 누적 홉수 정보를 방송하며, 하위 노드는 상위 노드의 방송 정보를 취득한 후 자신의 ID를 상위 노드에 전달하도록 하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 20

청구항 10에 있어서,

상기 제 33 단계는,

차상위 노드는 하위 노드로부터 전달받은 노드 정보를 테이블로 관리하며, 테이블은 각 하위 노드의 홉수 정보와 ID 및 하위 노드의 인접 노드 정보를 갖도록 하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 21

청구항 10에 있어서,

상기 제 33 단계는,

하위 노드는 차상위 노드로부터 전달받은 홉수에 자신의 레벨 홉수인 1을 더하여 테이블에 저장하고, 차하위 노드를 발견하기 위해 이 정보를 방송하도록 하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 22

청구항 10에 있어서,

상기 제 33 단계는,

각 노드는 자신이 저장한 누적 홉수보다 낮은 홉수를 갖는 정보를 수신하였을 경우 수신된 정보 패킷을 무시하도록 하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 23

청구항 10에 있어서,

상기 제 33 단계는,

1 홉 레벨의 노드간 정보 내용에는 ID 정보, 누적 홉수 정보, 상위 노드 정보, 하위 노드 정보, 기능 정보, 데이터 팩터 정보, 보유 파워량 정보 중에서 하나 이상이 포함되도록 한 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 24

청구항 10에 있어서,

상기 제 34 단계는,

클러스터를 구성하는 일반노드는 상위의 클러스터헤드 노드로부터의 토폴로지 정보를 받아 지역적 클러스터를 형성하도록 하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 25

청구항 10에 있어서,

상기 제 34 단계는,

클러스터헤드 노드는 자신의 ID 정보를 포함한 초기 명령을 1차 구성된 클러스터헤드간 전송범위보다 작은 전송 범위를 갖는 전송파워를 이용하여 주변노드에 방송하도록 하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서 노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 26

청구항 10에 있어서,

상기 제 34 단계는,

일반노드들은 클러스터헤드가 방송한 명령패킷을 분석한 후 클러스터에 참여하기 위해 자신의 ID 및 인접노드에 대한 정보를 포함한 클러스터 참여 요청 명령을 보내도록 하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서 노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 27

청구항 10에 있어서,

상기 제 34 단계는,

클러스터헤드는 일반노드들의 참여 요청 패킷을 분석 및 정리한 후 자신의 클러스터에 포함되는 일반노드들의 비콘 주기와 듀티 시간을 할당하여 방송하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 28

청구항 10에 있어서,

상기 제 34 단계는,

지역적 클러스터의 일반노드들은 자신의 듀티 시간에 송수신 모드로 동작하고, 듀티 시간 외에는 슬립 상태로 대기하도록 하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 29

청구항 10에 있어서,

상기 제 34 단계는,

클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보 교환시, 클러스터헤드 노드는 일반노드로 정보를 전송할 때 ID 정보, 누적 흡수 정보, 상위 노드 정보, 인접 헤드 정보, 클러스터 노드 듀티 시간 정보, 기능 정보, 속성 정보, 데이터 팩터 정보, 보유 파워량 정보 중에서 하나 이상을 포함하여 전송하고, 일반노드는 클러스터 헤드 노드로 정보를 전송할 때 ID 정보, 누적 흡수 정보, 헤드 노드 정보, 인접 노드 정보, 노드 듀티 시간 정보, 기능 정보, 속성 정보, 데이터 팩터 정보, 보유 파워량 정보 중에서 하나 이상을 포함하여 전송하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 30

청구항 3 또는 청구항 5에 있어서,

상기 제 4 단계는,

센서들은 광역적으로 설치된 후 각각 자체 파워량을 계산하도록 하고, 클러스터헤드 및 전달노드 역할을 지정받거나 일반노드 역할을 결정하는 제 41 단계와;

상기 제 41 단계 후 각 노드는 상위 노드로부터 TP_INIT₁(토폴로지 초기화) 명령신호를 수신 대기하는 제 42 단계와;

상기 제 42 단계 후 각 노드는 TP_INIT₁(토폴로지 초기화) 명령신호를 2~3회 수신한 후 TP_REP₁(토폴로지 응답) 명령신호를 상위 노드에 전송하는 제 43 단계와;

상기 제 43 단계 후 TP_REP₁(토폴로지 응답) 명령신호를 받은 상위 노드는 TP_ADV₁(토폴로지 알림) 명령신호를 TP_REP₁(토폴로지 응답) 명령신호를 보낸 각 노드들에게 전송하는 제 44 단계와;

상기 제 44 단계 후 TP_ADV₁(토폴로지 알림) 명령신호를 받은 각각의 클러스터는 헤드를 중심으로 클러스터링을 확인한 후 상호가 데이터를 주고받는 제 45 단계와;

상기 제 45 단계 후 상위 노드로부터 클러스터링이 완료된 1차 클러스터들은 정상적인 통신을 주고 받으며, 상위 노드는 전송 파워값을 낮추어 전송범위를 축소하여 해당 범위 내의 일반 노드들에 대한 2차 클러스터링 구성을 시행하는 제 46 단계;

를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 31

청구항 30에 있어서,

상기 제 43 단계에서의 신호 데이터는,

IEEE 802.11 Mac에서의 전달방식을 준용하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 32

청구항 30에 있어서,

상기 제 44 단계에서 TP_ADV₁(토폴로지 알림) 명령신호 데이터에는,

해당 노드들의 클러스터 단위정보와 논리적 ID 및 해당 클러스터헤드의 정보가 포함된 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 33

청구항 30에 있어서,

상기 제 4 단계는,

상기 제 46 단계 후 TP_REP₂(토폴로지 응답) 명령신호는 하위 노드가 상위 노드로 전송하고, 상위 노드는 TP_ADV₂(토폴로지 알림) 명령신호 데이터를 사용하여 2차 클러스터 노드들에게 정보를 전송하는 제 47 단계;

를 더욱 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 34

청구항 33에 있어서,

상기 제 4 단계는,

상기 제 47 단계 후 각 계층에 따라 상위 노드는 TP_INIT_n(토폴로지 초기화)과 TP_REP_n(토폴로지 응답) 및 TP_ADV_n(토폴로지 알림) 명령신호를 사용하여 클러스터링을 구성하며, 일정 시간 후 TP_REP_n(토폴로지 응답) 명령신호가 발생하지 않으면 상위 노드는 최종적으로 TP_CONF(토폴로지 확정) 명령신호를 보내어 클러스터링 구성을 완료하는 제 48 단계;

를 더욱 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

청구항 35

청구항 4 또는 청구항 5에 있어서,

상기 제 5 단계는,

신규 또는 이동노드는 일정 시간 후 TP_REP(토폴로지 응답) 명령신호를 주기적으로 인접노드에 비컨 형태의 신호로 송신하는 제 51 단계와;

상기 제 51 단계 후 전송거리 내의 클러스터헤드 노드 또는 전달노드는 송신된 비컨 형태의 신호를 수신하여 신규등록 처리하는 제 52 단계와;

상기 제 52 단계 후 클러스터헤드는 신규등록 처리한 노드 정보를 지역적으로 처리하고, 상위노드로 토폴로지 정보를 전송할 때 추가된 신규노드 정보를 포함하여 전송하며, 비컨 주기 및 듀티 시간을 재조정하여 클러스터 내부 노드에 정보를 갱신하여 시간 스케줄링을 조정하는 제 53 단계;

를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 USN(Ubiquitous Sensor Network)에서의 센서 네트워크를 구성하는 기술에 관한 것으로, 특히 2개의 전송범위를 갖는 노드를 중심으로 망을 구성하여 각 노드의 부하 감소와 전체 네트워크의 연결성을 유지하면서 에너지 효율을 향상시키기에 적당하도록 한 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 일반적으로 USN(Ubiquitous Sensor Network, 유비쿼터스 센서 네트워크)은 센서 네트워크를 이용하여 유비쿼터스 환경을 구현하는 것을 목적으로 하는 기술이다. USN 환경은 최근에는 IP(Internet Protocol, 인터넷 프로토콜)를 사용하는 IP-USN으로 개발되고 있다. IP-USN은 ALL IP 네트워크를 지원하기 위한 기술이다.
- <3> 무선 유비쿼터스 환경에서 센서와 센서간 연결체인 센서 네트워크를 형성하는 다양한 방법이 제시되고 있다. 이러한 다양한 센서 네트워크 체계는 센서 네트워크를 지역적인 형태나 소규모로 구성하는 방법과 광역적인 형태로 전체 네트워크를 구성하는 방법이 주요 관점으로 연구되고 있으며, 무선 애드혹(Ad-hoc) 체계나 IP 망 체계의 방법이 부분적으로 적용되고 있다.
- <4> 제한된 기능과 한정적인 전력을 보유한 센서들을 망으로 결합하여 원하는 노드로 데이터를 보내는 방법에는 구조적 트리 형태가 보편화되고 있다. 이러한 구조적 트리 형태는 센서노드를 원하는 응용영역에 확산 배포하여 상위와 하위노드의 개수를 파악하고, 각각 중간노드들을 '부모-자식'간 링크를 설정하고, 각 '자식'은 다시 하위 '자식'과 링크되어 각각의 노드들에게 논리적 ID(Identification)를 부여하여 관리하는 형태가 있다. 그러한 예는 IEEE 802.15.4 표준안을 이용한 것으로서 부분적인 논리의 타당성을 가지고 있다고 볼 수 있다.
- <5> 그러나 이러한 종래의 구조적 트리 형태는 제한적인 영역이나 적은 수의 노드를 관리하는데 적당하며, 많은 수의 노드가 전방위로 배치된 경우에는 많은 노드간의 전송 충돌현상으로 상호간 ID 부여나 비컨(Beacon) 주기 및 듀티(Duty) 시간을 설정하기에 어려운 문제점이 있었다.

- <6> 기타 다른 방식으로 무선 유비쿼터스 망을 형성하는 방법으로는 피어투피어(Peer-to-peer) 방식과 스타(Star) 방식이 있다.
- <7> 센서들을 그룹으로 연결하여 하나의 클러스터 형태로 운영하는 방법 또한 많은 연구가 있다. 기본적으로 대부분의 클러스터는 내부적으로 클러스터헤드를 선출하여 클러스터헤드를 중심으로 클러스터 망이 운영되며, 클러스터헤드를 적절하게 선출하는 방법과 인접 클러스터 노드간 연결방법 및 중복 회피, 전송범위와 위치 관리 등에 대한 연구가 있다.
- <8> 그러나 이러한 종래의 방법은 지역적 범위에서 노드간 통신을 통해 클러스터를 형성하고 인접노드나 인접 클러스터에 자신이 정보를 전달하는 방법을 채택하고 있어 광역적이고 전방위적인 전체 관점에서는 논리적 클러스터의 배분과 각 노드간의 전송 충돌 회피 등의 논리적 관리가 어려운 현상이 나타나는 문제점이 있었다.
- <9> 또한 클러스터를 형성하는 노드의 전송과위를 여러 가지 형태로 운영하면, 전송과위를 가변시 에너지 효율이 감소하는 센서노드의 특성상 장시간 네트워크를 운영하기 어려운 단점이 발생하며, 이러한 현상을 적절히 관리하는 토폴로지 차원의 연구가 미흡한 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <10> 단위별 광역적 센서 네트워크를 구성하기 위해서는 데이터를 수집하고 관리하는 중심노드나 데이터를 모으는 싱크노드가 필요하며, 이러한 중심노드는 베이스스테이션이나 액세스포인트가 주로 그 역할을 수행한다. 센서 네트워크를 활성화하기 위해서는 중심노드 및 전달노드, 일반노드가 필요하며, 이들 각각은 데이터 센싱 및 네트워크 통신을 수행한다. 종래의 일부 방법들은 소규모 센서노드가 기본 전송범위 이외의 노드와 통신을 수행하기 위해 전송범위를 다양하게 가변하여 망을 형성하나, 이러한 기법은 전송범위를 임의로 가변하기 어려우며, 또한 다수의 통신 범위를 가변시킬 때 소모되는 전력량이 많아 센서노드에 무리가 따르는 문제점이 있게 된다.
- <11> 이에 본 발명은 상기와 같은 종래의 제반 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 2개의 전송 범위를 갖는 노드를 중심으로 망을 구성하여 각 노드의 부하 감소와 전체 네트워크의 연결성을 유지하면서 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법을 제공하는데 있다.
- <12> 또한 본 발명의 다른 목적은 무선 센서 네트워크 환경에서 효율적 토폴로지 형성 및 관리방법을 제시하고, 인접 노드 정보를 이용한 논리적 클러스터를 관리하며, 지역 클러스터 내의 상호 충돌을 최소화하고, 클러스터 및 구성 일반노드의 에너지 관리를 통한 노드의 활동시간을 향상시키며, 광역적 네트워크의 연결성을 확보하는 데 있다.

과제 해결수단

- <13> 도 1은 일반적인 USN 환경에서의 센서 네트워크의 구성을 보인 개념도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법을 보인 흐름도이다.
- <14> 이에 도시된 바와 같이, USN 환경에서의 센서 네트워크를 구성하는 방법에 있어서, 이중 전송범위를 갖는 전송과위 가변형 노드를 이용하여 클러스터를 형성시키는 제 1 단계(ST1)와; 상기 제 1 단계 후 동일 홉수(Hop count) 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화시키는 제 2 단계(ST2);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <15> 상기 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법은, 상기 제 1 단계 후 노드간 정보 흐름을 관리하는 제 3 단계(ST3);를 더욱 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <16> 상기 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법은, 상기 제 1 단계 후 토폴로지를 관리하는 제 4 단계(ST4);를 더욱 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <17> 상기 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법은, 상기 제 1 단계 후 신규 또는 이동노드의 증별 클러스터 등록처리를 수행하는 제 5 단계(ST5);를 더욱 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <18> 본 발명의 일 실시예에 의한 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법은, 도 2

에 도시된 바와 같이, USN 환경에서의 센서 네트워크를 구성하는 방법에 있어서, 이중 전송범위를 갖는 전송과 위 가변형 노드를 이용하여 클러스터를 형성시키는 제 1 단계(ST1)와; 상기 제 1 단계 후 동일 흡수 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화시키는 제 2 단계(ST2)와; 상기 제 1 단계 후 노드간 정보 흐름을 관리하는 제 3 단계(ST3)와; 상기 제 1 단계 후 토폴로지를 관리하는 제 4 단계(ST4)와; 상기 제 1 단계 후 신규 또는 이동노드의 층별 클러스터 등록처리를 수행하는 제 5 단계(ST5);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.

- <19> 도 3은 도 2에서 이중 전송범위를 갖는 전송과 위 가변형 노드를 이용하여 클러스터를 형성하는 제 1 단계의 상세흐름도이고, 도 4는 도 3에서 1차 클러스터 망을 형성하는 예를 보인 개념도이며, 도 5는 도 3에서 2차 클러스터 망을 형성하는 예를 보인 개념도이다.
- <20> 이에 도시된 바와 같이, 상기 제 1 단계는, 시작노드인 중심노드를 기준으로 클러스터헤드 또는 전달노드간 전송범위를 고려한 1차 클러스터 망을 형성시키는 제 11 단계(ST11)와; 상기 제 11 단계 후 클러스터헤드 노드 또는 전달노드를 기준으로 해당 일반노드간 전송범위를 고려한 2차 클러스터 망을 형성시키는 제 12 단계(ST12);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <21> 상기 제 11 단계는, 일반노드 보다 전송범위가 2배 이상인 클러스터헤드 또는 전달노드를 대상으로 1차 클러스터 망을 형성시키는 것을 특징으로 한다.
- <22> 상기 제 2 단계는, 전송범위의 크기가 같고 흡수가 동일한 레벨에 있는 노드는 최상위 노드로부터 논리적으로 트리 구조 형태를 갖도록 하고, 임의의 노드를 중심으로 클러스터를 구성할 때 인접 노드들과의 중복 현상이 발생되면 동일 흡수 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화시키는 것을 특징으로 한다.
- <23> 도 6은 도 2에서 동일 흡수 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화하는 제 2 단계의 상세흐름도이다.
- <24> 이에 도시된 바와 같이, 상기 제 2 단계는, 동일 흡수 레벨의 각 노드를 기준으로 인접노드에 대한 집합을 산출하고, 이 집합을 이용하여 클러스터를 형성하는 제 21 단계(ST21)와; 상기 제 21 단계 후 중복 흡수 내 각 노드의 전송범위는 같도록 하고, 각각의 노드는 고유 ID를 갖도록 하며, 이 ID는 논리적인 순차적 값을 갖도록 하는 제 22 단계(ST22)와; 상기 제 22 단계 후 상위 노드는 하위 노드로부터 받은 정보를 이용하여 하위 노드간의 인접한 이웃 노드 및 이웃의 이웃 정보를 알 수 있도록 하고, 이 정보를 기반으로 인접 노드를 순차적으로 배열하는 제 23 단계(ST23)와; 상기 제 23 단계 후 1차 클러스터는 순차적 마지막 집합의 중심노드를 중심(클러스터헤드)으로 클러스터를 형성하도록 하는 제 24 단계(ST24)와; 상기 제 24 단계 후 동일 흡수 레벨의 2차 클러스터는 1차 클러스터의 집합의 마지막 원소를 초기 원소로 갖는 집합의 중심노드를 중심(클러스터헤드)으로 클러스터를 형성하도록 하는 제 25 단계(ST25);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <25> 도 7은 도 2에서 노드간 정보흐름을 관리하는 제 3 단계의 상세흐름도이다.
- <26> 이에 도시된 바와 같이, 상기 제 3 단계는, 상기 제 1 단계 후 기본 노드 정보의 획득처리를 수행하는 제 31 단계(ST31)와; 상기 제 1 단계 후 차상위 노드의 중복시 상위 노드의 선택처리를 수행하는 제 32 단계(ST32)와; 상기 제 1 단계 후 클러스터헤드 노드 또는 전달노드간 정보의 획득처리를 수행하는 제 33 단계(ST33)와; 상기 제 1 단계 후 클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보의 획득처리를 수행하는 제 34 단계(ST34);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <27> 도 8은 도 7에서 기본노드 정보를 획득하여 처리하는 예를 설명하기 위한 개념도이다.
- <28> 이에 도시된 바와 같이, 상기 제 31 단계는, 클러스터헤드 노드간 네트워크를 구성하기 위해 각 헤드 노드들은 전송범위가 큰 전송과위를 이용하여 하단 노드들의 정보를 수집하는 것을 특징으로 한다.
- <29> 상기 제 32 단계는, 임의의 흡수 레벨에서 차상위 노드가 2개 이상 중복된 경우 해당 노드는 전체 시스템의 응용서비스 특성에 따라 미리 설정된 기준에 의해 차상위 노드를 선택하여 정보를 전송하는 것을 특징으로 한다.
- <30> 상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은, 보유 파워량이 큰 상위 노드를 선택하는 것임을 특징으로 한다.
- <31> 상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은, 보유 클러스터 노드의 개수가 적은 노드를 선택하는 것임을 특징으로 한다.
- <32> 상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은, 특정 QoS(Quality Of Service)를 지정한 노드를 선택하는 것임을 것을 특징으로 한다.
- <33> 상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은, 랜덤하게 상위 노드를 선택하는 것임을 특징으로 한다.

- <34> 상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은, 순차적으로 순환하여 노드를 선택하는 것임을 특징으로 한다.
- <35> 상기 제 32 단계에서 미리 설정된 기준은, 상대적으로 높거나 낮은 ID를 보유한 노드를 선택하는 것임을 특징으로 한다.
- <36> 상기 제 33 단계는, 상위 노드는 차하위 노드에 자신의 노드 ID 정보와 최상위 노드(초기 홉수는 0)로부터의 누적 홉(Hop)수 정보를 방송하며, 하위 노드는 상위 노드의 방송 정보를 취득한 후 자신의 ID를 상위 노드에 전달하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <37> 상기 제 33 단계는, 차상위 노드는 하위 노드로부터 전달받은 노드 정보를 테이블로 관리하며, 테이블은 각 하위 노드의 홉수 정보와 ID 및 하위 노드의 인접 노드 정보를 갖도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <38> 상기 제 33 단계는, 하위 노드는 차상위 노드로부터 전달받은 홉수에 자신의 레벨 홉수인 1을 더하여 테이블에 저장하고, 차하위 노드를 발견하기 위해 이 정보를 방송하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <39> 상기 제 33 단계는, 각 노드는 자신이 저장한 누적 홉수보다 낮은 홉수를 갖는 정보를 수신하였을 경우 수신된 정보 패킷을 무시하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <40> 도 9는 도 7에서 클러스터헤드 노드 또는 전달노드간 정보획득 처리시 노드간 정보교환 내용의 예를 보인 개념도이다.
- <41> 이에 도시된 바와 같이, 상기 제 33 단계는, 1 홉 레벨의 노드간 정보 내용에는 ID 정보, 누적 홉수 정보, 상위 노드 정보, 하위 노드 정보, 기능 정보, 데이터 팩터(Data Factor) 정보, 보유 파워량 정보 중에서 하나 이상이 포함되도록 한 것을 특징으로 한다.
- <42> 상기 제 34 단계는, 클러스터를 구성하는 일반노드는 상위의 클러스터헤드 노드로부터의 토폴로지 정보를 받아 지역적 클러스터를 형성하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <43> 상기 제 34 단계는, 클러스터헤드 노드는 자신의 ID 정보를 포함한 초기 명령을 1차 구성된 클러스터헤드간 전송범위보다 작은 전송범위를 갖는 전송과위를 이용하여 주변노드에 방송하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <44> 상기 제 34 단계는, 일반노드들은 클러스터헤드가 방송한 명령패킷을 분석한 후 클러스터에 참여하기 위해 자신의 ID 및 인접노드에 대한 정보를 포함한 클러스터 참여 요청 명령을 보내도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <45> 상기 제 34 단계는, 클러스터헤드는 일반노드들의 참여 요청 패킷을 분석 및 정리한 후 자신의 클러스터에 포함되는 일반노드들의 비콘 주기와 듀티 시간을 할당하여 방송하는 것을 특징으로 한다.
- <46> 상기 제 34 단계는, 지역적 클러스터의 일반노드들은 자신의 듀티 시간에 송수신 모드로 동작하고, 듀티 시간 외에는 슬립(Sleep) 상태로 대기하도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <47> 도 10은 도 7에서 클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보획득 처리시 정보교환 내용의 예를 보인 개념도이다.
- <48> 이에 도시된 바와 같이, 상기 제 34 단계는, 클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보 교환시, 클러스터헤드 노드는 일반노드로 정보를 전송할 때 ID 정보, 누적 홉수 정보, 상위 노드 정보, 인접 헤드 정보, 클러스터 노드 듀티 시간 정보, 기능 정보, 속성 정보, 데이터 팩터(Data Factor) 정보, 보유 파워량 정보 중에서 하나 이상을 포함하여 전송하고, 일반노드는 클러스터 헤드 노드로 정보를 전송할 때 ID 정보, 누적 홉수 정보, 헤드 노드 정보, 인접 노드 정보, 노드 듀티 시간 정보, 기능 정보, 속성 정보, 데이터 팩터(Data Factor) 정보, 보유 파워량 정보 중에서 하나 이상을 포함하여 전송하는 것을 특징으로 한다.
- <49> 도 11은 도 2에서 토폴로지를 관리하는 예를 보인 상세흐름도이고, 도 12는 도 11의 토폴로지 관리 단계를 보인 개념도이다.
- <50> 이에 도시된 바와 같이, 상기 제 4 단계는, 센서들은 광역적으로 설치된 후 각각 자체 파워량을 계산하도록 하고, 클러스터헤드 및 전달노드 역할을 지정받거나 일반노드 역할을 결정하는 제 41 단계(ST41)와; 상기 제 41 단계 후 각 노드는 상위 노드로부터 TP_INIT₁(토폴로지 초기화) 명령신호를 수신 대기하는 제 42 단계(ST42)와; 상기 제 42 단계 후 각 노드는 TP_INIT₁(토폴로지 초기화) 명령신호를 2~3회 수신한 후 TP_REP₁(토폴로지 응답) 명령신호를 상위 노드에 전송하는 제 43 단계(ST43)와; 상기 제 43 단계 후 TP_REP₁(토폴로지 응답) 명령신호를 받은 상위 노드는 TP_ADV₁(토폴로지 알림) 명령신호를 TP_REP₁(토폴로지 응답) 명령신호를 보낸 각 노드들에게 전송하는 제 44 단계(ST44)와; 상기 제 44 단계 후 TP_ADV₁(토폴로지 알림) 명령신호를 받은 각각의 클러스터는

헤드를 중심으로 클러스터링을 확인한 후 상호가 데이터를 주고받는 제 45 단계(ST45)와; 상기 제 45 단계 후 상위 노드로부터 클러스터링이 완료된 1차 클러스터들은 정상적인 통신을 주고 받으며, 상위 노드는 전송 파워 값을 낮추어 전송범위를 축소하여 해당 범위 내의 일반 노드들에 대한 2차 클러스터링 구성을 시행하는 제 46 단계(ST46);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.

<51> 상기 제 43 단계에서의 신호 데이터는, IEEE 802.11 Mac에서의 전달방식을 준용하는 것을 특징으로 한다.

<52> 상기 제 44 단계에서 TP_ADV₁(토폴로지 알림) 명령신호 데이터에는, 해당 노드들의 클러스터 단위정보와 논리적 ID 및 해당 클러스터헤드의 정보가 포함된 것을 특징으로 한다.

<53> 상기 제 4 단계는, 상기 제 46 단계 후 TP_REP₂(토폴로지 응답) 명령신호는 하위 노드가 상위 노드로 전송하고, 상위 노드는 TP_ADV₂(토폴로지 알림) 명령신호 데이터를 사용하여 2차 클러스터 노드들에게 정보를 전송하는 제 47 단계(ST47);를 더욱 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.

<54> 상기 제 4 단계는, 상기 제 47 단계 후 각 계층에 따라 상위 노드는 TP_INIT_n(토폴로지 초기화)과 TP_REP_n(토폴로지 응답) 및 TP_ADV_n(토폴로지 알림) 명령신호를 사용하여 클러스터링을 구성하며, 일정 시간 후 TP_REP_n(토폴로지 응답) 명령신호가 발생하지 않으면 상위 노드는 최종적으로 TP_CONF(토폴로지 확정) 명령신호를 보내어 클러스터링 구성을 완료하는 제 48 단계(ST48);를 더욱 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.

<55> 도 13은 도 2에서 신규 또는 이동노드의 층별 클러스터 등록처리를 수행하는 제 5 단계의 상세흐름도이다.

<56> 이에 도시된 바와 같이, 상기 제 5 단계는, 신규 또는 이동노드는 일정 시간 후 TP_REP(토폴로지 응답) 명령신호를 주기적으로 인접노드에 비컨 형태의 신호로 송신하는 제 51 단계(ST51)와; 상기 제 51 단계 후 전송거리 내의 클러스터헤드 노드 또는 전달노드는 송신된 비컨 형태의 신호를 수신하여 신규등록 처리하는 제 52 단계(ST52)와; 상기 제 52 단계 후 클러스터헤드는 신규등록 처리한 노드 정보를 지역적으로 처리하고, 상위노드로 토폴로지 정보를 전송할 때 추가된 신규노드 정보를 포함하여 전송하며, 비컨 주기 및 듀티 시간을 재조정하여 클러스터 내부 노드에 정보를 갱신하여 시간 스케줄링을 조정하는 제 53 단계(ST53);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.

효 과

<57> 본 발명에 의한 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법은 2개의 전송범위를 갖는 노드를 중심으로 망을 구성하여 각 노드의 부하 감소와 전체 네트워크의 연결성을 유지하면서 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 효과가 있게 된다.

<58> 또한 본 발명은 무선 센서 네트워크 환경에서 효율적 토폴로지 형성 및 관리방법을 제시하고, 인접노드 정보를 이용한 논리적 클러스터를 관리하며, 지역 클러스터 내의 상호 충돌을 최소화하고, 클러스터 및 구성 일반노드의 에너지 관리를 통한 노드의 활동시간을 향상시키며, 광역적 네트워크의 연결성을 확보할 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<59> 이와 같이 구성된 본 발명에 의한 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법의 바람직한 실시예를 첨부한 도면에 의거하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 판례 등에 따라 달라질 수 있으며, 이에 따라 각 용어의 의미는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 해석되어야 할 것이다.

<60> 먼저 본 발명은 2개의 전송범위를 갖는 노드를 중심으로 망을 구성하여 각 노드의 부하 감소와 전체 네트워크의 연결성을 유지하면서 에너지 효율을 향상시키고자 한 것이다.

<61> 또한 본 발명은 센서 네트워크를 구성하는 한 방법인 계층적 클러스터 구조에서 2가지 전송범위를 갖는 노드를 이용하여 클러스터를 형성하는 방법에 관한 내용이다. 일반노드와 클러스터 헤드 및 전달노드가 혼재되어 있는 센서 네트워크 환경에서, 일반노드의 전송거리를 결정하는 전송파워의 2배 이상의 값을 가지는 클러스터헤드 또는 전달노드 역할을 담당하는 노드의 전송파워를 이용하여, 첫 번째로 전달노드(또는 클러스터헤드) 기준의 1차

클러스터 망을 구성하고, 두 번째로 1차 구성된 전달노드(또는 클러스터헤드)를 중심으로 해당 전송범위에 있는 일반노드들간의 클러스터를 구성하여 센서 네트워크를 구성한다. 여기서 2가지 전송범위란 하나는 일반노드의 전송범위이고, 다른 하나는 일반노드의 전송거리를 결정하는 전송파워의 2배 이상의 값을 가지는 클러스터헤드 또는 전달노드의 전송범위를 말한다. 그래서 다단계 트리구조나 인접 노드와의 상호 협상을 통해 망을 형성하는 것보다 계층적 클러스터를 형성하여 관리하는 방법이 전체 망 구성 속도나 소모 에너지 효율 및 전체 망의 활동 기간(Life-time)을 향상시킬 수 있다.

<62> 그리고 본 발명에서 사용하는 용어들에 대해 그 의미를 먼저 정의하면 다음과 같다.

<63> - 네트워크 노드(Network Node) : 유무선 통신 기능 및 데이터 처리 기능을 갖는 네트워크에 연결된 장치로서, 이동통신 단말기(Mobiles Station, MS), PDA(Personal Digital Assistant), 센서노드, 싱크노드, 게이트웨이, 기지국(Base Station, BS) 등이 있다.

<64> - 센서노드(Sensor Node) : 물리적인 현상을 관측하고 감지하기 위한 센싱 기능과 통신 기능을 가지고 있는 장치로서, 센서 네트워크를 구성하는 기본 요소이다.

<65> - 싱크 노드(Sink Node) : 센서 네트워크를 구성하는 센서노드들 중에서 외부 망과 연동 기능을 수행하고 센서노드들을 관리하는 노드이다.

<66> - 클러스터(Cluster) : 클러스터헤드와 일반노드로 구성된 센서노드들의 소집단이다.

<67> - 클러스터헤드(Cluster head) 노드(node) : 클러스터 내 토폴로지와 데이터 통신을 담당하고, 인접 클러스터헤드간 통신을 수행하며, 자신의 위치 정보와 클러스터 내의 각 노드 ID와 전력 소모량을 관리하는 노드이다.

<68> - 전달노드 : 자신의 ID와 보유 파워량을 인식가능하고, 클러스터 내 헤드 선출방법에 따라 클러스터헤드 역할을 수행하고, 클러스터헤드와 인접한 지역에 위치하고, 클러스터간 통신을 위해 중간 전송 역할을 담당하는 노드이다.

<69> - 일반노드 : 센서 네트워크를 구성하는 일반적인 요소이고, 클러스터를 구성하는 하위 단계의 센서노드로써, 중간 전송 역할을 담당하는 인접한 전달노드(경계노드)에 의해 통신을 수행한다.

<70> - 최상위 노드 : 데이터 수집이나 전체 네트워크의 토폴로지를 관리하는 중심노드로서, 토폴로지 형성의 시작노드로 불리며, 토폴로지 형성을 위해 누적 홉수 값은 초기값으로 0의 값을 갖는다.

<71> - 차상위 노드 : 최상위 노드로부터의 누적 홉수를 기준으로, 임의의 노드 레벨보다 1 레벨 위에 위치한 노드이다.

<72> - 차하위 노드 : 최상위 노드로부터의 누적 홉수를 기준으로, 임의의 노드 레벨보다 1 레벨 아래에 위치한 노드이다.

<73> - TP_INITn(토폴로지 초기화) : 토폴로지를 구성하는 초기 단계에서 상위노드가 전송하는 토폴로지 초기 비컨(Beacon) 명령신호이다.

<74> - TP_REPn(토폴로지 응답) : TP_INIT 신호를 받은 각 노드가 자신의 ID, 인접한 동일 레벨의 노드 정보, 보유 파워량 등을 보내 토폴로지에 참여 요청하는 명령신호이다.

<75> - TP_ADVn(토폴로지 알림) : 토폴로지 응답을 받은 상위노드가 전체 토폴로지 형성의 일부 절차로 해당 노드에 게 토폴로지 부분 정보를 보내는 명령신호이다.

<76> - TP_REQn(토폴로지 요청) : 신규 또는 이동노드가 토폴로지에 참여하기 위한 요청 명령신호이다.

<77> - TP_CONFn(토폴로지 확정) : 각 단계별 클러스터 형성과 관련한 정보를 최종 통보하기 위한 명령신호로써, 각 노드는 TP_CONF 에 정하여진 주기와 방법으로 내부 클러스터링 및 전체 통신을 수행한다.

<78> 도 1은 본 발명이 적용되는 USN 환경에서의 센서 네트워크의 구성을 보인 개념도이다.

<79> 여기서 참조번호 100은 센서 네트워크이고, 110은 클러스터이며, 120은 센서노드이고, 200은 공중망이며, 300은 USN 서버이고, 400은 사용자 단말기이다.

<80> 센서 네트워크(100)는 물리 공간의 정보를 센싱하여 센싱 정보를 송신하는 다수의 센서노드(120)로 구성된다. 센서노드들 중에서 외부 망과 연동 기능을 수행하고 다른 센서노드들을 관리하는 노드를 싱크 노드라고 하고, 다른 센서노드의 센싱 정보를 싱크 노드로 전달하며 센싱을 수행하는 노드를 릴레이(Relay) 노드라고도 한다.

- <81> 공중망(200)은 인터넷망 또는 이동 통신망 등으로 구성되고 센서 네트워크(100)와 연결되어 다양한 공중망 서비스를 제공할 수 있도록 한다.
- <82> USN 서버(300)는 센서노드(120) 및 센싱 정보를 관리하고 사용자(400)에게 다양한 서비스를 제공한다. USN 서버(300)가 위치기반서비스를 제공하기 위해서는 방대한 양의 센싱 정보 및 위치 정보를 효율적으로 관리할 수 있어야 한다. 유무선 네트워크로 USN 서버(300)에 연결된 사용자(400)는 센싱 정보를 사용하는 대상으로서, USN 서버(300)를 통해서 사용자의 특성에 따라 다양한 서비스를 제공받는다.
- <83> 사용자(400)는 PC(Personal Computer), PDA(Personal Digital Assistant), 이동통신단말기 또는 특정 작업을 수행하는 응용 서버나 시스템의 형태일 수 있다.
- <84> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법을 보인 흐름도이다.
- <85> 그래서 제 1 단계(ST1)에서는 이중 전송범위를 갖는 전송파워 가변형 노드를 이용하여 클러스터를 형성시킨다.
- <86> 또한 제 2 단계(ST2)에서는 동일 홉수 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화시킨다.
- <87> 또한 제 3 단계(ST3)에서는 노드간 정보 흐름을 관리한다.
- <88> 또한 제 4 단계(ST4)에서는 토폴로지를 관리한다.
- <89> 또한 제 5 단계(ST5)에서는 신규 또는 이동노드의 층별 클러스터 등록처리를 수행한다.
- <90> 도 3은 도 2에서 이중 전송범위를 갖는 전송파워 가변형 노드를 이용하여 클러스터를 형성하는 제 1 단계의 상세흐름도이다.
- <91> 그래서 제 11 단계(ST11)에서는 시작노드인 중심노드를 기준으로 클러스터헤드 또는 전달노드간 전송범위를 고려한 1차 클러스터 망을 형성시킨다.
- <92> 도 4는 도 3에서 1차 클러스터 망을 형성하는 예를 보인 개념도이다.
- <93> 도 4에서 참조번호 111은 1차 클러스터이고, 121은 클러스터헤드 노드이다.
- <94> 그래서 일반노드 보다 전송범위가 2배 이상인 클러스터헤드 또는 전달노드를 대상으로 1차 클러스터 망을 형성시킨다.
- <95> 도 4에서 [Level 0, 1, 2, ...]는 시작노드로부터의 홉수를 나타내며, 편의상 홉수 레벨로 명명하고, 하단 레벨과 차하위 레벨간 홉수 차는 1이다.
- <96> 또한 제 12 단계(ST12)에서는 클러스터헤드 노드 또는 전달노드를 기준으로 해당 일반노드간 전송범위를 고려한 2차 클러스터 망을 형성시킨다.
- <97> 도 5는 도 3에서 2차 클러스터 망을 형성하는 예를 보인 개념도이다.
- <98> 여기서 참조번호 111은 1차 클러스터이고, 112는 2차 클러스터이며, 121은 클러스터헤드 노드이고, 122는 전달노드이고, 123은 일반노드이다.
- <99> 그래서 1차로 구성된 클러스터헤드 노드 또는 전달노드를 중심으로 해당 전송범위 내에 있는 일반노드들로 부분적 클러스터를 구성한다.
- <100> 도 5의 예는 레벨 1의 클러스터헤드 노드인 CH_{1,1}을 중심으로 지역적 클러스터를 형성한 형태를 보인 것이다.
- <101> 도 6은 도 2에서 동일 홉수 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화하는 제 2 단계의 상세흐름도이다.
- <102> 그래서 상위 노드로부터의 홉수가 동일한 레벨에 위치하고 있으며 전송범위가 중첩되는 노드들에 대한 클러스터 형성이 필요한 경우 다음의 규칙을 적용하여 클러스터를 구성한다.
- <103> - 전송범위의 크기가 같고 홉수가 동일한 레벨에 있는 노드는 최상위 노드로부터 논리적으로 트리 구조 형태를 갖도록 하고, 임의의 노드를 중심으로 클러스터를 구성할 때 인접 노드들과의 중복 현상이 발생되면 동일 홉수 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화시킨다.
- <104> - 동일 홉수 레벨의 각 노드를 기준으로 인접노드에 대한 집합을 산출하고, 이 집합을 이용하여 클러스터를 형

성한다(ST21).

- <105> - 중복 홉수 내 각 노드의 전송범위는 같도록 하고, 각각의 노드는 고유의 ID를 갖도록 하며, 이 ID는 논리적인 순차적 값을 갖도록 한다(ST22).
- <106> - 상위 노드는 하위 노드로부터 받은 정보를 이용하여 하위 노드간의 인접한 이웃 노드 및 이웃의 이웃 정보를 알 수 있도록 하고, 이 정보를 기반으로 인접 노드를 순차적으로 배열한다(ST23). 즉, 임의의 노드 n_i 를 중심으로 하는 인접노드 집합 $f(n_i)$ 는 다음과 같이 표현된다.
- <107> $f(n_i) = [n_0, n_1, n_2, n_3, \dots, n_e]$
- <108> 여기서 노드 n_0 은 해당 집합의 논리적 초기 원소(노드)이고, n_e 는 해당 집합의 논리적 마지막 원소(노드)이다.
- <109> - 1차 클러스터 $C1(n_i)$ 는 n_0 을 원소로 갖는 순차적 마지막 집합인 $f(n_i)$ 의 중심노드인 n_i 노드를 중심(클러스터헤드)으로 클러스터를 형성한다(ST24).
- <110> $C1(n_i) = [n_i | n_0$ 을 원소로 갖는 마지막 집합 $f(n_i)$ 의 중심노드]
- <111> - 동일 홉수 레벨의 2차 클러스터 $C2(n_j)$ 는 1차 클러스터 $C1(n_i)$ 의 집합인 $f(n_i)$ 의 마지막 원소 n_e 를 초기 원소로 갖는 집합인 $f(n_j)$ 의 중심노드인 n_j 노드를 중심(클러스터헤드)으로 클러스터를 형성한다(ST25).
- <112> $C2(n_j) = [n_j | n_e$ 를 초기 원소로 갖는 집합 $f(n_j)$ 의 중심노드]
- <113> - 동일 레벨의 3차 클러스터($C3(n_j)$) 이후의 클러스터 구성 방법들은 위의 제 2 클러스터 구성 방법과 동일하다.
- <114> 도 7은 도 2에서 노드간 정보흐름을 관리하는 제 3 단계의 상세흐름도이다.
- <115> 이는 기본 노드 정보의 획득처리를 수행하는 제 31 단계(ST31), 차상위 노드의 중복시 상위 노드의 선택처리를 수행하는 제 32 단계(ST32), 클러스터헤드 노드 또는 전달노드간 정보의 획득처리를 수행하는 제 33 단계(ST33), 클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보의 획득처리를 수행하는 제 34 단계(ST34)를 포함하여 수행하는 것이다.
- <116> 도 8은 도 7에서 기본노드 정보를 획득하여 처리하는 예를 설명하기 위한 개념도이다.
- <117> 그래서 클러스터헤드 노드간 네트워크를 구성하기 위해 각 헤드 노드들은 전송범위가 큰 전송 파워를 이용하여 도 8의 흐름 ①과 같은 방법으로 하단 노드들의 정보를 수집한다.
- <118> 또한 차상위 노드의 중복시 상위 노드 선택 방법은 다음과 같다.
- <119> 임의의 홉수 레벨에서 차상위 노드가 2개 이상 중복된 경우, 해당 노드는 전체 시스템의 응용서비스 특성에 따라 다음의 방식 중 하나를 기준으로 차상위 노드를 선택하여 정보를 전송한다.
- <120> - 보유 파워량이 큰 상위 노드를 선택
- <121> - 보유 클러스터 노드의 개수가 적은 노드를 선택
- <122> - 특정 QoS(Quality Of Service)를 지정한 노드를 선택
- <123> - 랜덤하게 상위 노드를 선택
- <124> - 순차적으로 순환하여 노드를 선택
- <125> - 상대적으로 높거나 낮은 ID를 보유한 노드를 선택
- <126> 또한 클러스터헤드 노드 또는 전달노드간 정보 획득 과정 및 내용은 다음과 같다.
- <127> - 상위 노드는 차하위 노드에 자신의 노드 ID 정보와 최상위 노드(초기 홉수는 0)로부터의 누적 홉(Hop)수 정보를 방송하며, 하위 노드는 상위 노드의 방송 정보를 취득한 후 자신의 ID를 상위 노드에 전달한다.
- <128> - 차상위 노드는 하위 노드로부터 전달받은 노드 정보를 테이블로 관리하며, 테이블은 각 하위 노드의 홉수 정보와 ID 및 하위 노드의 인접 노드 정보를 갖도록 한다.

- <129> - 하위 노드는 차상위 노드로부터 전달받은 홑수에 자신의 레벨 홑수인 1을 더하여 테이블에 저장하고, 차하위 노드를 발견하기 위해 이 정보를 방송하도록 한다.
- <130> - 각 노드는 자신이 저장한 누적 홑수보다 낮은 홑수를 갖는 정보를 수신하였을 경우 수신된 정보 패킷을 무시한다.
- <131> 도 9는 도 7에서 클러스터헤드 노드 또는 전달노드간 정보획득 처리시 노드간 정보교환 내용의 예를 보인 개념도이다.
- <132> 1홑 레벨의 노드간 주요 정보 내용은 도 9와 같다. 그래서 1 홑 레벨의 노드간 정보 내용에는 ID 정보, 누적 홑수 정보, 상위 노드 정보, 하위 노드 정보, 기능 정보, 데이터 팩터(Data Factor) 정보, 보유 파워량 정보 중에서 하나 이상이 포함되도록 한다.
- <133> 또한 클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보 획득 과정 및 내용은 다음과 같다.
- <134> - 클러스터를 구성하는 일반노드는 상위의 클러스터헤드 노드로부터의 토폴로지 정보를 받아 지역적 클러스터를 형성하도록 한다.
- <135> - 클러스터헤드 노드는 자신의 ID 정보를 포함한 초기 명령을 1차 구성된 클러스터헤드간 전송범위보다 작은 전송범위를 갖는 전송파워를 이용하여 주변노드에 방송하도록 한다.
- <136> - 일반노드들은 클러스터헤드가 방송한 명령패킷을 분석한 후 클러스터에 참여하기 위해 자신의 ID 및 인접노드에 대한 정보를 포함한 클러스터 참여 요청 명령을 보내도록 한다.
- <137> - 클러스터헤드는 일반노드들의 참여 요청 패킷을 분석 및 정리한 후 자신의 클러스터에 포함되는 일반노드들의 비콘 주기와 듀티 시간을 할당하여 방송한다.
- <138> - 지역적 클러스터의 일반노드들은 자신의 듀티 시간에 송수신 모드로 동작하고, 듀티 시간 외에는 슬립(Sleep) 상태로 대기한다.
- <139> 도 10은 도 7에서 클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보획득 처리시 정보교환 내용의 예를 보인 개념도이다.
- <140> 그래서 클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보 교환시, 클러스터헤드 노드는 일반노드로 정보를 전송할 때 ID 정보, 누적 홑수 정보, 상위 노드 정보, 인접 헤드 정보, 클러스터 노드 듀티 시간 정보, 기능 정보, 속성 정보, 데이터 팩터(Data Factor) 정보, 보유 파워량 정보 중에서 하나 이상을 포함하여 전송하고, 일반노드는 클러스터 헤드 노드로 정보를 전송할 때 ID 정보, 누적 홑수 정보, 헤드 노드 정보, 인접 노드 정보, 노드 듀티 시간 정보, 기능 정보, 속성 정보, 데이터 팩터(Data Factor) 정보, 보유 파워량 정보 중에서 하나 이상을 포함하여 전송한다.
- <141> 또한 클러스터 토폴로지를 관리하기 위한 주요 명령 절차 및 방법을 설명하면 다음과 같다.
- <142> 도 11은 도 2에서 토폴로지를 관리하는 예를 보인 상세흐름도이고, 도 12는 도 11의 토폴로지 관리 단계를 보인 개념도이다. 그래서 전송범위에 따른 계층별 클러스터링 구성 절차는 도 12와 같으며, 세부적인 단계와 내용은 도 11과 같다.
- <143> 그래서 센서들은 광역적으로 설치된 후 각각 자체 파워량을 계산하도록 하고, 클러스터헤드 및 전달노드 역할을 지정받거나 일반노드 역할을 결정한다(ST41).
- <144> 각 노드는 상위 노드로부터 TP_INIT₁(토폴로지 초기화) 명령신호를 수신 대기한다(ST42).
- <145> 각 노드는 TP_INIT₁(토폴로지 초기화) 명령신호를 2~3회 수신한 후 TP_REP₁(토폴로지 응답) 명령신호를 상위 노드에 전송한다(ST43). 이 신호 데이터는 IEEE 802.11 Mac에서의 전달방식을 준용한다.
- <146> TP_REP₁(토폴로지 응답) 명령신호를 받은 상위 노드는 TP_ADV₁(토폴로지 알림) 명령신호를 TP_REP₁(토폴로지 응답) 명령신호를 보낸 각 노드들에게 전송한다(ST44). 이러한 TP_ADV₁(토폴로지 알림) 명령신호 데이터에는 해당 노드들의 클러스터 단위정보와 논리적 ID 및 해당 클러스터헤드의 정보가 포함된다.
- <147> TP_ADV₁(토폴로지 알림) 명령신호를 받은 각각의 클러스터는 헤드를 중심으로 클러스터링을 확인한 후 상호가 데이터를 주고받는다(ST45).

- <148> 상위 노드로부터 클러스터링이 완료된 1차 클러스터들은 정상적인 통신을 주고 받으며, 상위 노드는 전송 파워 값을 낮추어 전송범위를 축소하여 해당 범위 내의 일반 노드들에 대한 2차 클러스터링 구성을 시행한다(ST46).
- <149> 2차 클러스터링 구성은 위의 ST43의 항목과 유사하게 이루어지며, TP_REP₂(토폴로지 응답) 명령신호는 하위 노드가 상위 노드로 전송하고, 상위 노드는 TP_ADV₂(토폴로지 알림) 명령신호 데이터를 사용하여 2차 클러스터 노드들에게 정보를 전송한다(ST47).
- <150> 각 계층에 따라 상위 노드는 TP_INIT_n(토폴로지 초기화)과 TP_REP_n(토폴로지 응답) 및 TP_ADV_n(토폴로지 알림) 명령신호를 사용하여 클러스터링을 구성하며, 일정 시간 후 TP_REP_n(토폴로지 응답) 명령신호가 발생하지 않으면 상위 노드는 최종적으로 TP_CONF(토폴로지 확정) 명령신호를 보내어 클러스터링 구성을 완료한다(ST48).
- <151> 도 13은 도 2에서 신규 또는 이동노드의 중복 클러스터 등록처리를 수행하는 제 5 단계의 상세흐름도이다.
- <152> 일반적으로 개방된 환경에서의 클러스터링 토폴로지를 형성하기 위해 TP_INIT와 TP_REP 및 TP_ADV 명령신호를 사용하여 클러스터링을 구성하나, 부분적으로 노드간 충돌 또는 지형적 전파 방해 등의 이유로 토폴로지 형성과 관련된 명령신호를 수신하지 못하거나 부분적 오류로 클러스터링에 참여하지 못한 노드가 발생할 수 있다.
- <153> 마찬가지로 신규노드 역시 기존의 토폴로지 내의 클러스터에 곧바로 진입하지 못한다.
- <154> 이러한 신규 또는 이동노드는 일정 시간 후 TP_REP(토폴로지 응답) 명령신호를 주기적으로 인접노드에 비컨 형태의 신호로 송신한다(ST51).
- <155> 그리고 전송거리 내의 클러스터헤드 노드 또는 전달노드는 송신된 비컨 형태의 신호를 수신하여 신규등록 처리한다(ST52).
- <156> 또한 신규노드로 인식한 클러스터헤드는 신규등록 처리한 노드 정보를 지역적으로 처리하고, 상위노드로 토폴로지 정보를 전송할 때 추가된 신규노드 정보를 포함하여 전송한다. 또한 비컨 주기 및 듀티 시간을 재조정하여 클러스터 내부 노드에 정보를 갱신하여 시간 스케줄링을 조정한다(ST53).
- <157> 이처럼 본 발명은 2개의 전송범위를 갖는 노드를 중심으로 망을 구성하여 각 노드의 부하 감소와 전체 네트워크의 연결성을 유지하면서 에너지 효율을 향상시키게 되는 것이다.
- <158> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 한정하여 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다양한 변화와 변경 및 균등물을 사용할 수 있다. 따라서 본 발명은 상기 실시예를 적절히 변형하여 응용할 수 있고, 이러한 응용도 하기 특허청구범위에 기재된 기술적 사상을 바탕으로 하는 한 본 발명의 권리범위에 속하게 됨은 당연하다 할 것이다.

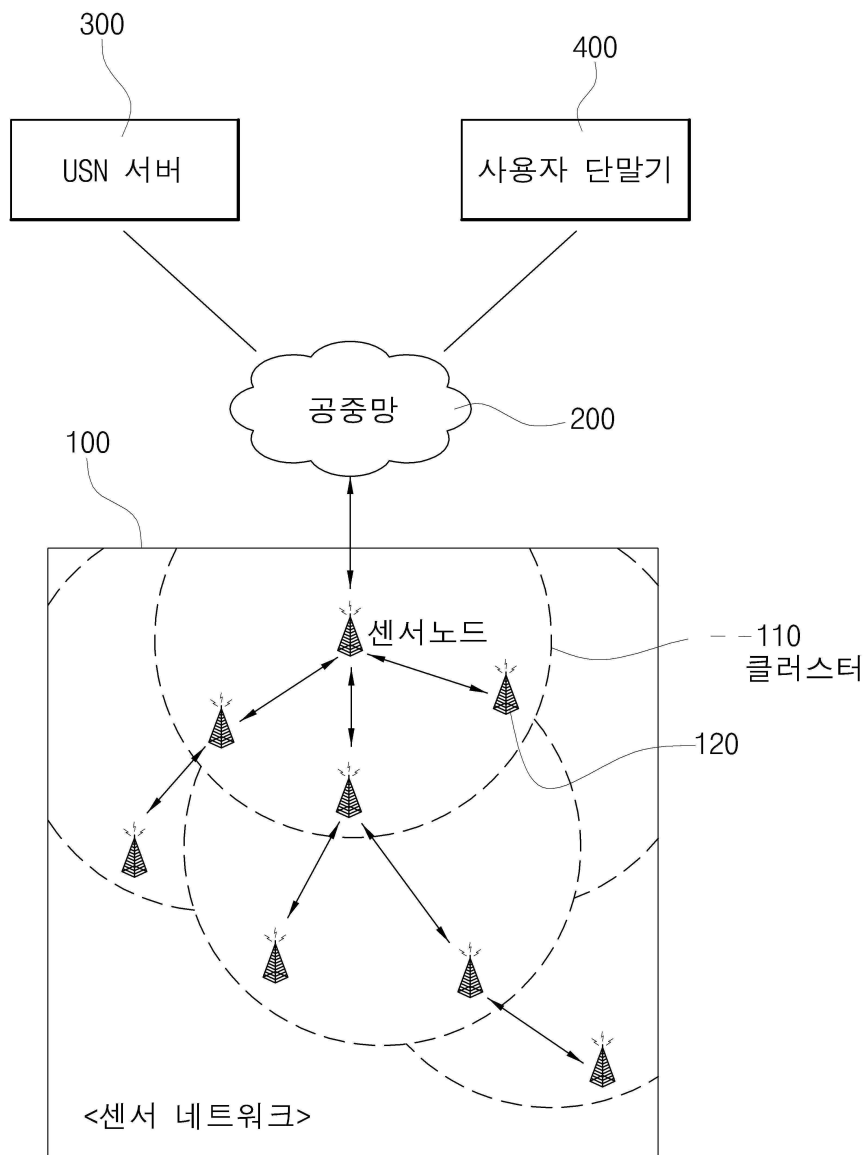
도면의 간단한 설명

- <159> 도 1은 본 발명이 적용되는 USN 환경에서의 센서 네트워크의 구성을 보인 개념도이다.
- <160> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 이중 전송범위를 갖는 센서노드들의 센서 클러스터링 토폴로지 관리 방법을 보인 흐름도이다.
- <161> 도 3은 도 2에서 이중 전송범위를 갖는 전송과워 가변형 노드를 이용하여 클러스터를 형성하는 제 1 단계의 상세흐름도이다.
- <162> 도 4는 도 3에서 1차 클러스터 망을 형성하는 예를 보인 개념도이다.
- <163> 도 5는 도 3에서 2차 클러스터 망을 형성하는 예를 보인 개념도이다.
- <164> 도 6은 도 2에서 동일 흡수 레벨의 인접 노드 집합을 클러스터로 그룹화하는 제 2 단계의 상세흐름도이다.
- <165> 도 7은 도 2에서 노드간 정보흐름을 관리하는 제 3 단계의 상세흐름도이다.
- <166> 도 8은 도 7에서 기본노드 정보를 획득하여 처리하는 예를 설명하기 위한 개념도이다.
- <167> 도 9는 도 7에서 클러스터헤드 노드 또는 전달노드간 정보획득 처리시 노드간 정보교환 내용의 예를 보인 개념도이다.
- <168> 도 10은 도 7에서 클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보획득 처리시 정보교환 내용의 예를 보인 개념도이다.

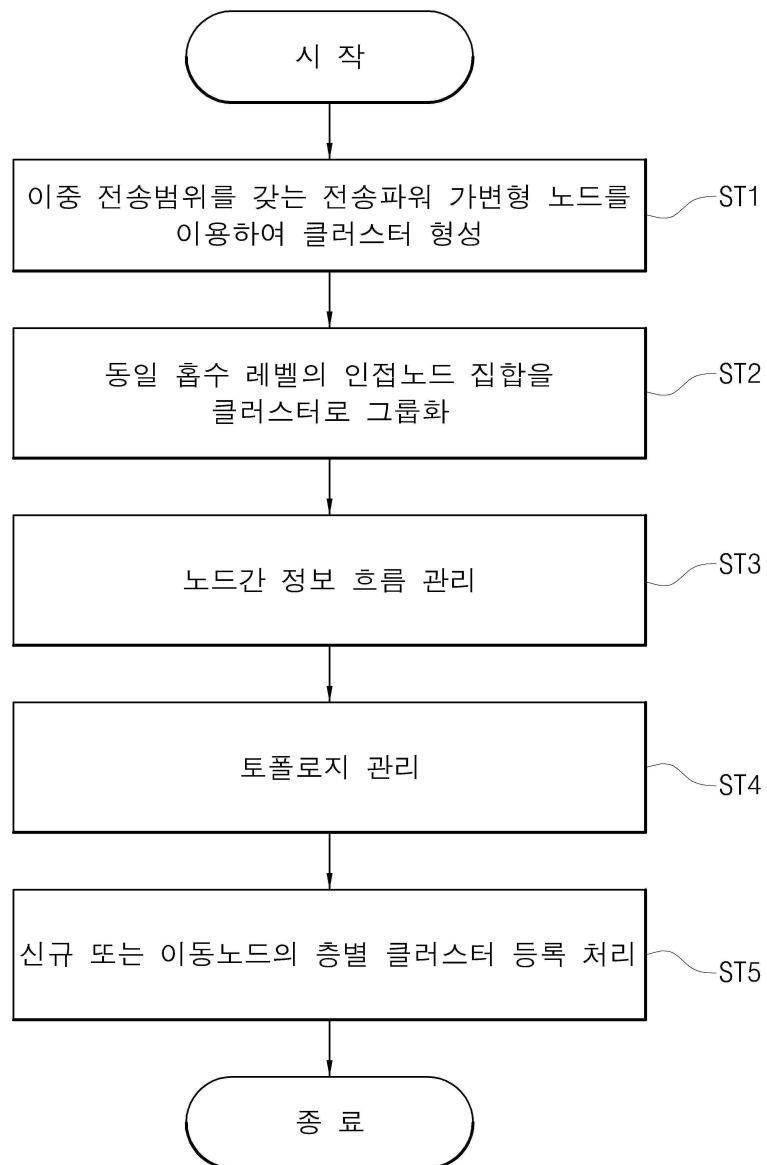
- <169> 도 11은 도 2에서 토폴로지를 관리하는 예를 보인 상세흐름도이다.
- <170> 도 12는 도 11의 토폴로지 관리 단계를 보인 개념도이다.
- <171> 도 13은 도 2에서 신규 또는 이동노드의 층별 클러스터 등록처리를 수행하는 제 5 단계의 상세흐름도이다.
- <172> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *
- <173> 100 : 센서 네트워크
- <174> 110 : 클러스터
- <175> 111 : 1차 클러스터
- <176> 112 : 2차 클러스터
- <177> 120 : 센서노드
- <178> 121 : 클러스터헤드 노드
- <179> 122 : 전달노드
- <180> 123 : 일반노드
- <181> 200 : 공중망
- <182> 300 : USN 서버
- <183> 400 : 사용자 단말기

도면

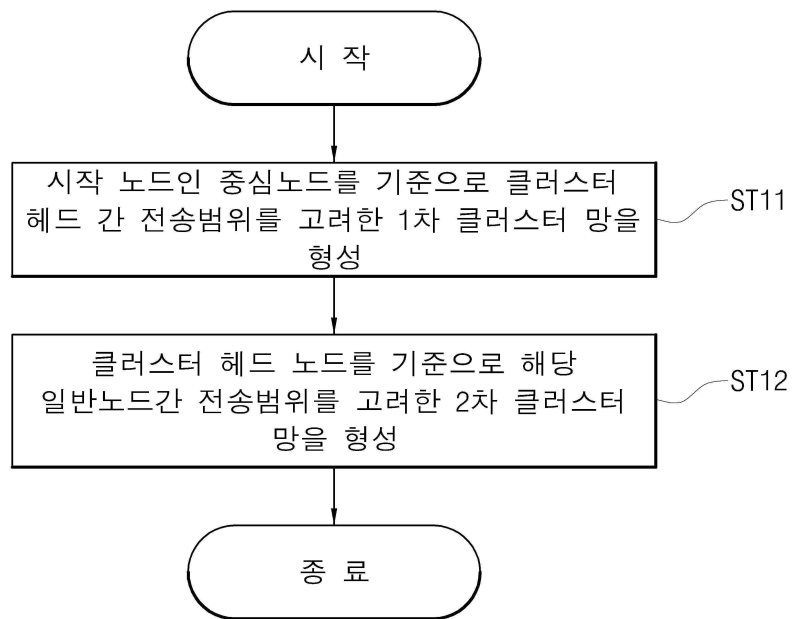
도면1



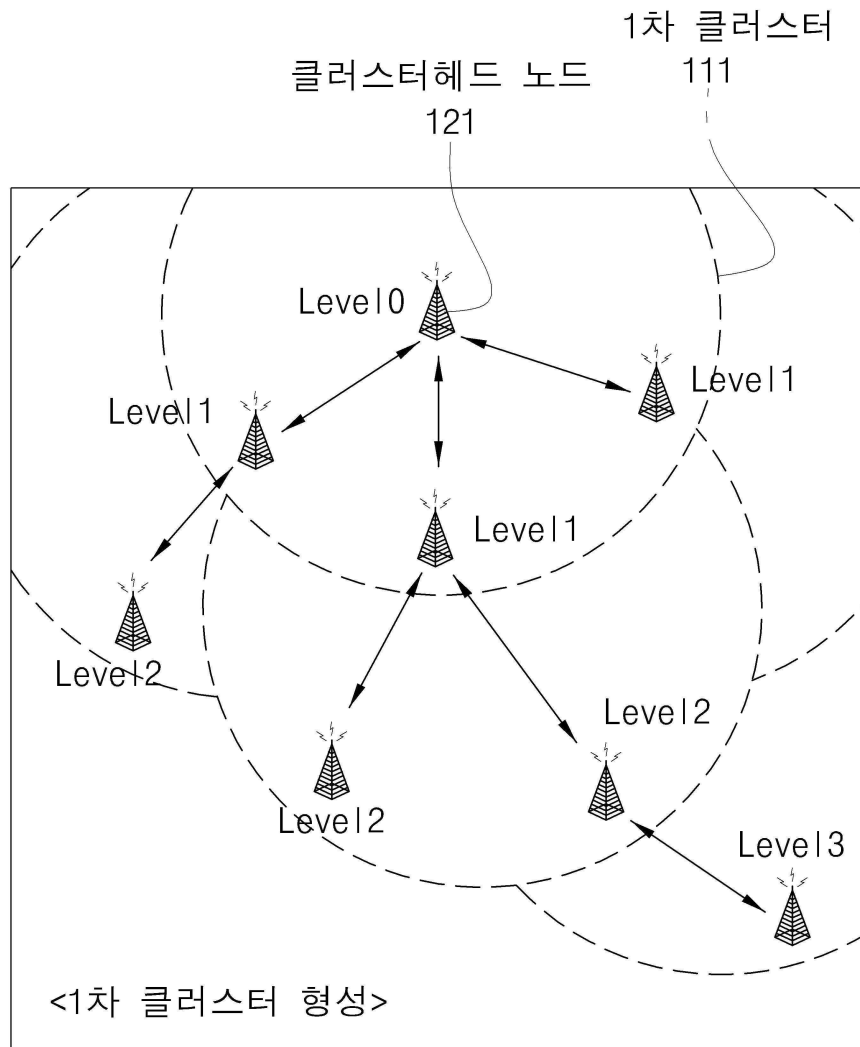
도면2



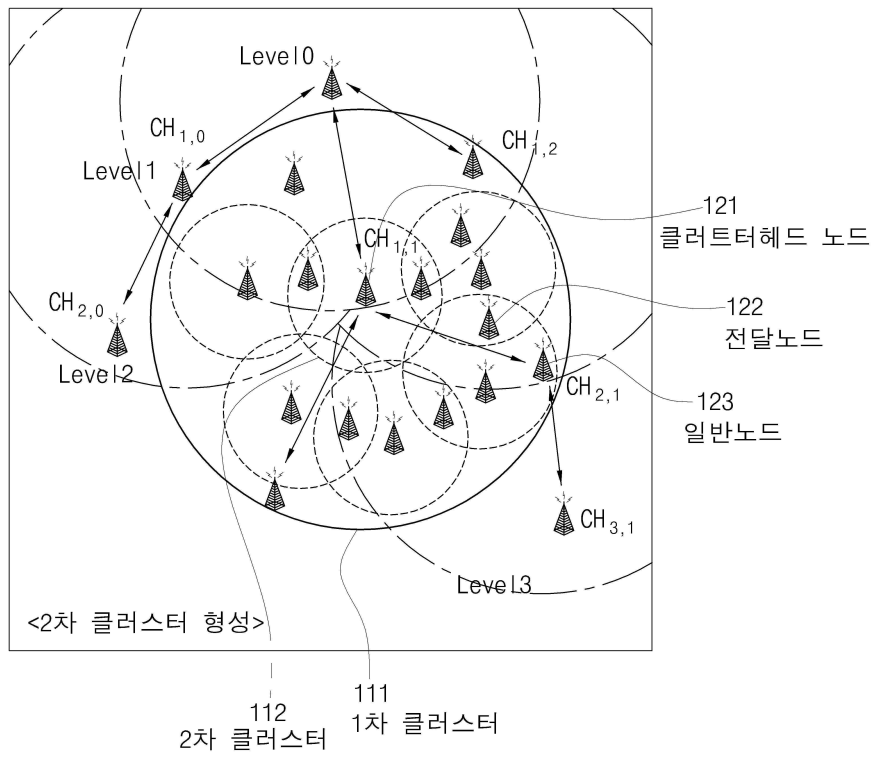
도면3



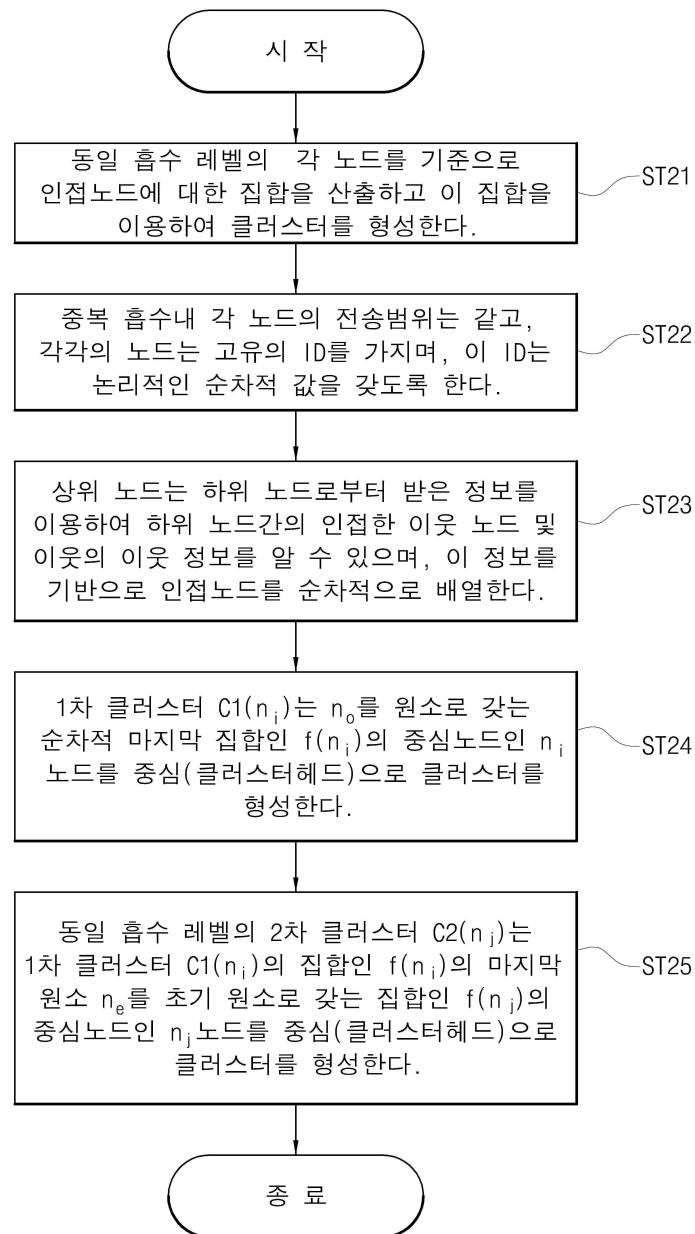
도면4



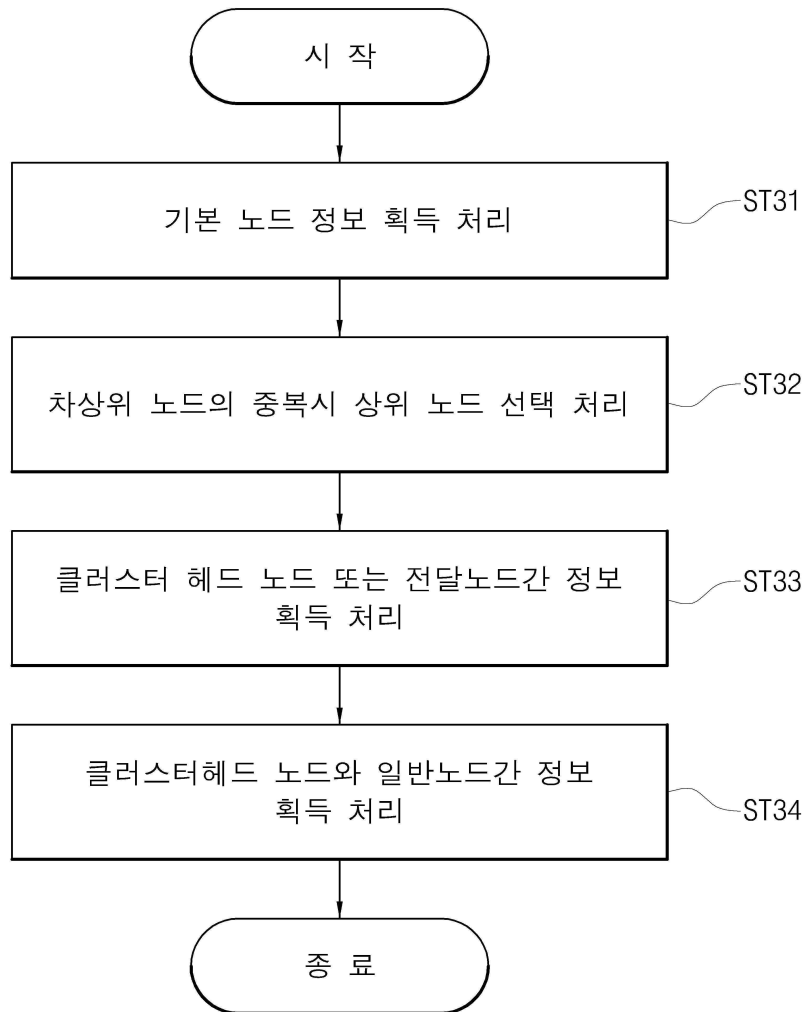
도면5



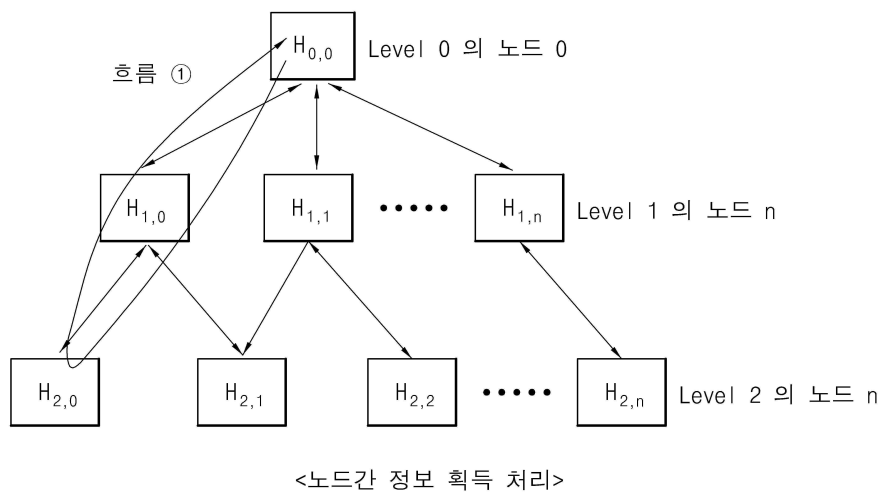
도면6



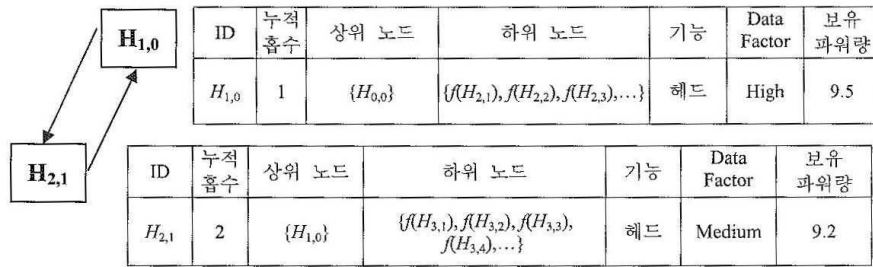
도면7



도면8

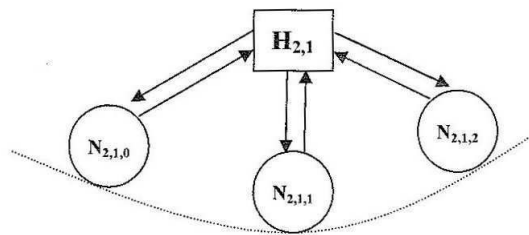


도면9



노드간 정보 교환 내용

도면10



<클러스터 헤드 => 일반 노드>

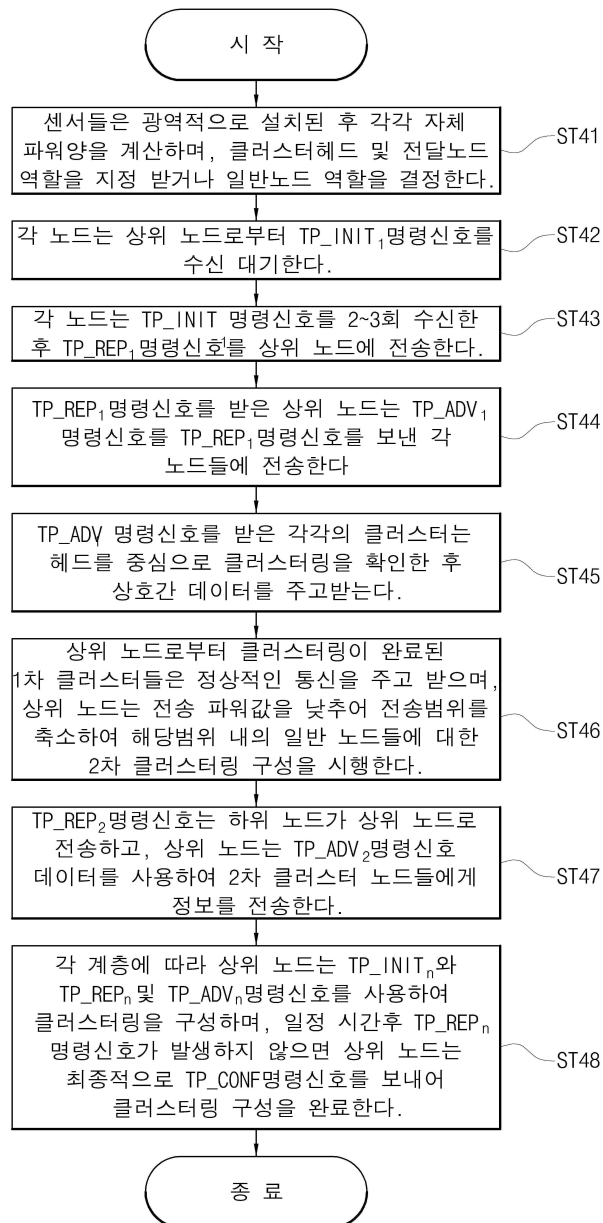
ID	누적 홉수	상위 노드	인접 헤드	클러스터 노드 듀티 시간	기능	속성	Data Factor	보유 파워량
$H_{2,1}$	2	$\{H_{1,0}\}$	$\{H_{2,0}, H_{2,2}, H_{2,3}, \dots\}$	$\{DT(N_{2,1,0}), DT(N_{2,1,1}), DT(N_{2,1,2}), \dots\}$	헤드	온도	High	9.1

<일반 노드 => 클러스터 헤드>

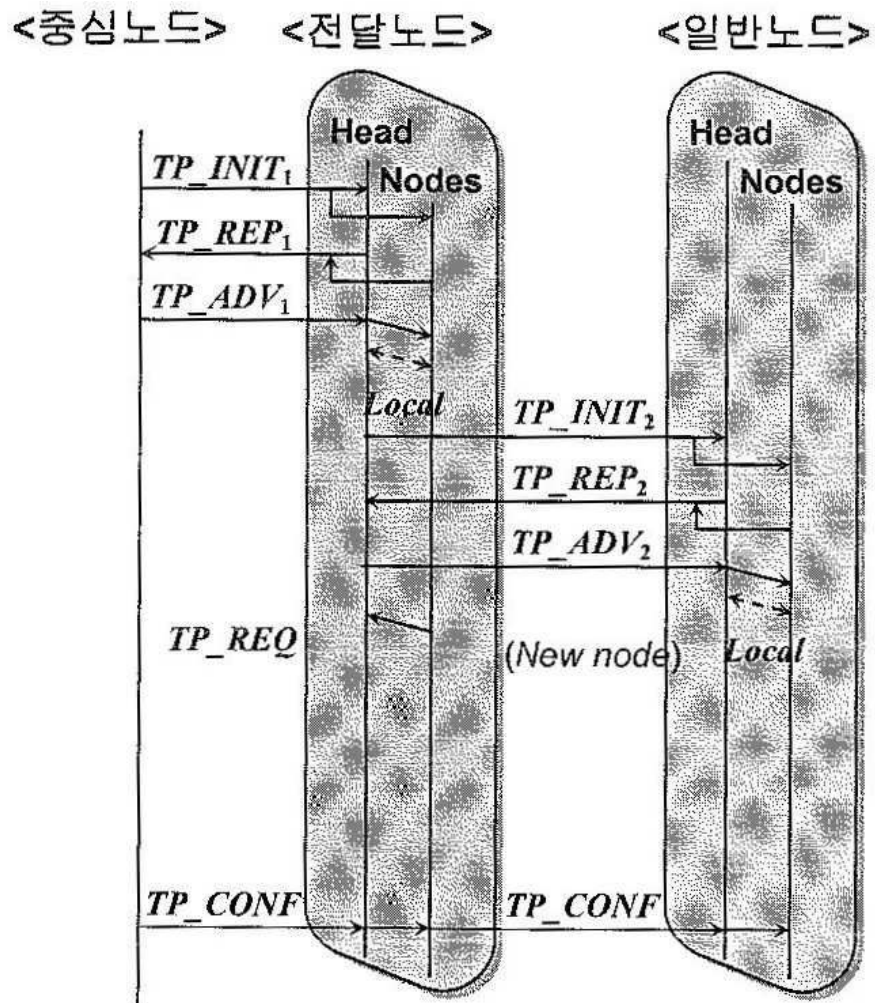
ID	누적 홉수	헤드 노드	인접 노드	노드 듀티 시간	기능	속성	Data Factor	보유 파워량
$N_{2,1,1}$	3	$\{H_{2,1}\}$	$\{N_{2,1,0}, N_{2,1,2}, N_{3,1,2}, \dots\}$	$DT(N_{2,1,1})$	일반	온도	Low	9.6

<클러스터헤드 노드와 일반노드간 정보 교환 내용>

도면11



도면12



도면13

