



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월28일

(11) 등록번호 10-2160769

(24) 등록일자 2020년09월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04W 40/24 (2009.01) H04W 84/18 (2009.01)	(73) 특허권자 연세대학교 산학협력단
(52) CPC특허분류 H04W 40/24 (2013.01) H04W 84/18 (2013.01)	서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(21) 출원번호 10-2019-0063065	(72) 발명자 이재용
(22) 출원일자 2019년05월29일 심사청구일자 2019년05월29일	서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 709호(신촌동, 연세대학교)
(65) 공개번호 10-2020-0063029	류석
(43) 공개일자 2020년06월04일	서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 709호(신촌동, 연세대학교)
(30) 우선권주장 1020180147995 2018년11월27일 대한민국(KR)	(74) 대리인 민영준
(56) 선행기술조사문헌 KR101580766 B1* (뒷면에 계속)	

전체 청구항 수 : 총 6 항

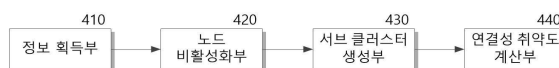
심사관 : 황운철

(54) 발명의 명칭 무선 센서 네트워크의 수명 연장을 위한 연결성 취약 노드 추정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 무선 센서 네트워크의 클러스터에서 선택 노드를 선택하고, 선택된 선택 노드의 에너지 잔량과 선택 노드에 따라 분할되는 서브 클러스터를 제외하여 소실되는 에너지와 커버리지의 비율로 선택 노드의 네트워크 연결성을 수치화함으로써, 다수의 노드 각각의 취약도를 수치화하여 추정할 수 있는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도4



(56) 선행기술조사문헌

KR1020110053934 A*

KR101620098 B1

KR1020130033181 A

KR100705537 B1

KR1020090090461 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 171107039

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 인터넷 인프라 시스템 기술 개발 및 전문 인력 양성

기 여 율 1/1

과제수행기관명 숭실대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

싱크 노드 및 다수의 센서 노드를 포함하는 무선 센서 네트워크의 클러스터에 대한 노드 정보와 채널 정보 및 클러스터 정보를 획득하는 정보 획득부;

상기 다수의 센서 노드에서 기지정된 방식으로 선택 노드를 선택하고, 상기 선택 노드를 중심으로 기지정된 홉 수의 센서 노드인 이웃 노드를 비활성화하는 노드 비활성화부;

상기 채널 정보를 기반으로 상기 비활성화된 센서 노드와 연결된 센서 노드 중 기 설정된 경계 노드에서부터의 연결성을 판단하고, 판단 결과에 따라 상기 클러스터로부터 분할된 적어도 하나 이상의 서브 클러스터를 생성하는 서브 클러스터 생성부; 및

상기 선택 노드의 잔여 에너지와 상기 클러스터에서 상기 서브 클러스터를 제외하여 획득되는 잔여 커버리지 영역에 기반하여 연결성 취약도를 계산하는 연결성 취약도 계산부; 를 포함하되,

상기 연결성 취약도 계산부는

수학식

$$w \left(\frac{E_{residual}}{E_{initial}} \right) + (1 - w) \left(\frac{Coverage_{group}}{Coverage_{total}} \right)$$

(여기서 w 는 취약도 가중치를 나타내며, $E_{initial}$ 은 현재 클러스터의 모든 센서 노드들의 잔여 에너지의 합을 나타내고, $E_{residual}$ 은 싱크 노드로의 센싱 데이터 전송 경로가 유지되는 노드들의 잔여 에너지의 합을 나타내며, $Coverage_{total}$ 은 클러스터의 전체 커버리지 영역, $Coverage_{group}$ 은 클러스터의 전체 커버리지 영역에서 서브 클러스터의 커버리지 영역을 제외한 잔여 커버리지 영역을 나타낸다.)

에 따라 연결성 취약도를 계산하는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 서브 클러스터 생성부는

상기 선택 노드와 상기 이웃 노드가 비활성화 되어 상기 클러스터의 다수의 센서 노드 중 상기 싱크 노드로의 센싱 데이터 전송 경로가 유지되는 노드 그룹과 차단되는 노드 그룹을 판별하고, 센싱 데이터 전송 경로가 차단된 노드 그룹을 서브 클러스터로 생성하는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서, 상기 연결성 취약도 계산부는

상기 서브 클러스터 생성부에서 상기 서브 클러스터가 생성되는 선택 노드를 연결성 취약 노드로 판별하고, 판별된 연결성 취약 노드에 대해 연결성 취약도를 계산하는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치.

청구항 5

싱크 노드 및 다수의 센서 노드를 포함하는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 방법에 있어서,

상기 다수의 센서 노드를 포함하는 클러스터의 노드 정보와 채널 정보 및 클러스터 정보를 획득하는 단계;

상기 다수의 센서 노드에서 기지정된 방식으로 선택 노드를 선택하는 단계;

상기 선택 노드를 중심으로 기지정된 함수의 센서 노드인 이웃 노드를 비활성화하는 단계;

상기 채널 정보를 기반으로 상기 비활성화된 센서 노드와 연결된 센서 노드 중 기 설정된 경계 노드에서부터의 연결성을 판단하고, 판단 결과에 따라 상기 클러스터로부터 분할된 적어도 하나 이상의 서브 클러스터를 생성하는 단계; 및

상기 선택 노드의 잔여 에너지와 상기 클러스터에서 상기 서브 클러스터를 제외하여 획득되는 잔여 커버리지 영역에 기반하여 연결성 취약도를 계산하는 단계; 를 포함하되,

상기 연결성 취약도를 계산하는 단계는

수학식

$$w \left(\frac{E_{residual}}{E_{initial}} \right) + (1 - w) \left(\frac{Coverage_{group}}{Coverage_{total}} \right)$$

(여기서 w 는 취약도 가중치를 나타내며, $E_{initial}$ 은 현재 클러스터의 모든 센서 노드들의 잔여 에너지의 합을 나타내고, $E_{residual}$ 은 싱크 노드로의 센싱 데이터 전송 경로가 유지되는 노드들의 잔여 에너지의 합을 나타내며, $Coverage_{total}$ 은 클러스터의 전체 커버리지 영역, $Coverage_{group}$ 은 클러스터의 전체 커버리지 영역에서 서브 클러스터의 커버리지 영역을 제외한 잔여 커버리지 영역을 나타낸다.)

에 따라 연결성 취약도를 계산하는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제5 항에 있어서, 상기 서브 클러스터를 생성하는 단계는

상기 선택 노드와 상기 이웃 노드가 비활성화 되어 상기 클러스터의 다수의 센서 노드 중 상기 싱크 노드로의 센싱 데이터 전송 경로가 유지되는 노드 그룹과 차단되는 노드 그룹을 판별하는 단계; 및

센싱 데이터 전송 경로가 차단된 노드 그룹을 서브 클러스터로 생성하는 단계; 를 포함하는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 연결성 취약도를 계산하는 단계는

상기 서브 클러스터로 생성하는 단계에서 상기 서브 클러스터가 생성되는 선택 노드를 연결성 취약 노드로 판별하는 단계; 및

판별된 연결성 취약 노드에 대해 연결성 취약도를 계산하는 무선 센서 네트워크의 연결성을 계산하는 단계; 를 포함하는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 IoT 네트워크의 수명 연장을 위한 연결성 취약 노드 추정 장치 및 방법에 관한 것으로, 수치화에 기반하는 IoT 네트워크의 수명 연장을 위한 연결성 취약 노드 추정 장치 및 방법을 위한 에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 무선 유비쿼터스 환경에서 센서 노드와 다른 센서 노드 간의 연결체인 센서 네트워크를 형성하는 다양한 방법들이 제시되고 있다. 이러한 다양한 센서 네트워크의 체계는 센서 네트워크를 지역적인 형태나 소규모로 구성하는 방법과 광역적인 형태로 전체 네트워크를 구성하는 방법이 주요 관점으로 연구되고 있다.
- [0003] 한편, 센서 노드의 한정된 에너지를 고려하여 네트워크 라이프타임(lifetime)을 최대화하기 위한 연구가 더욱 더 중요해지고 있다. 네트워크 라이프타임은 일정 수의 소스 노드가 데이터 전달 경로를 더 이상 찾지 못하는 시점까지로 정의되며 최악의 경우 전체 센서 네트워크의 서비스가 불가능한 시점까지로 정의될 수 있다. 일례로, 타겟 서비스 구역의 모든 정보가 전달되는 경우를 100%라고 할 때, 70%까지의 정보 전달이 유지되는 시점까지가 네트워크 라이프타임이 될 수 있다. 따라서 저전력 소모와 네트워크 라이프타임에 관한 연구는 무선 센서 네트워크에서 중요한 과제이다.
- [0004] 무선 센서 네트워크의 라이프타임이 증가시키기 위해서는, 임의의 센서 노드에서 감지된 정보가 정보를 취합하는 싱크 노드(sink node)까지 전달될 수 있어야 한다. 이것은 임의의 센서에 대한 네트워크 연결성이 보장된다는 것으로써 어떠한 센서도 고립되어지지 않고, 자신이 센싱한 데이터를 올바르게 싱크 노드까지 전송할 수 있음을 의미한다. 따라서 무선 센서 네트워크에서 연결성이 취약한 노드를 미리 추정하고 이에 대비한다면 무선 센서 네트워크의 라이프타임을 증가시킬 수 있다.
- [0005] 다만 무선 센서 네트워크에서 연결성이 취약한 노드는 다수로 존재할 수도 있으며, 취약 노드의 취약도는 서로 상이할 수 있다. 따라서 각 노드의 취약성을 수치화할 수 있다면, 더욱 효율적으로 무선 센서 네트워크의 라이프타임을 관리하여 증가시킬 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국 공개 특허 제10-2016-0088102호 (2016.07.25 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 목적은 무선 센서 네트워크에서 라이프 타임을 최대화하기 위한 다수의 노드 각각의 취약도를 수치화하여 추정할 수 있는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- [0008] 본 발명의 다른 목적은 무선 센서 네트워크의 클러스터에서 선택되는 선택 노드에 따라 분할되는 서브 클러스터를 생성하고, 선택 노드의 에너지 잔량과 생성되는 서브 클러스터를 제외함으로써 소실되는 커버리지를 기반으로 선택 노드의 네트워크 연결성을 수치화할 수 있는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치는 싱크 노드 및 다수의 센서 노드를 포함하는 무선 센서 네트워크의 클러스터에 대한 노드 정보와 채널 정보 및 클러스터 정보를 획득하는 정보 획득부; 상기 다수의 센서 노드에서 기 지정된 방식으로 선택 노드를 선택하고, 상기 선택 노드를 중심으로 기 지정된 홉수의 센서 노드인 이웃 노드를 비활성화하는 노드 비활성화부; 상기 채널 정보를 기반으로 상기 비활성화된 센서 노드와 연결된 센서 노드 중 기 설정된 경계 노드에서부터의 연결성을 판단하고, 판단 결과에 따라 상기 클러스터로부터 분할된 적어도 하나 이상의 서브 클러스터를 생성하는 서브 클러스터 생성부; 및 상기 선택 노드의 잔여 에너지와 상기 클러스터에서 상기 서브 클러스터를 제외하여 획득되는 잔여 커버리지 영역에 기반하여 연결성 취약도를 계산하는 연결성 취약도 계산부; 를 포함한다.

[0010] 상기 연결성 취약도 계산부는 수학식

$$w \left(\frac{E_{residual}}{E_{initial}} \right) + (1-w) \left(\frac{Coverage_{group}}{Coverage_{total}} \right)$$

[0011]

[0012] (여기서 $E_{initial}$ 은 현재 클러스터의 모든 센서 노드들의 잔여 에너지의 합을 나타내고, $E_{residual}$ 은 싱크 노드로의 센싱 데이터 전송 경로가 유지되는 노드들의 잔여 에너지의 합을 나타내며, $Coverage_{total}$ 은 클러스터의 전체 커버리지 영역, $Coverage_{group}$ 은 클러스터의 전체 커버리지 영역에서 서브 클러스터의 커버리지 영역을 제외한 잔여 커버리지 영역을 나타낸다.)에 따라 계산할 수 있다.

[0013] 상기 서브 클러스터 생성부는 상기 선택 노드와 상기 이웃 노드가 비활성화 되어 상기 클러스터의 다수의 센서 노드 중 상기 싱크 노드로의 센싱 데이터 전송 경로가 유지되는 노드 그룹과 차단되는 노드 그룹을 판별하고, 센싱 데이터 전송 경로가 차단된 노드 그룹을 서브 클러스터로 생성할 수 있다.

[0014] 상기 연결성 취약도 계산부는 상기 서브 클러스터 생성부에서 상기 서브 클러스터가 생성되는 선택 노드를 연결성 취약 노드로 판별하고, 판별된 연결성 취약 노드에 대해 연결성 취약도를 할 수 있다.

[0015] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 방법은 싱크 노드 및 다수의 센서 노드를 포함하는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 방법에 있어서, 상기 다수의 센서 노드를 포함하는 클러스터의 노드 정보와 채널 정보 및 클러스터 정보를 획득하는 단계; 상기 다수의 센서 노드에서 기지정된 방식으로 선택 노드를 선택하는 단계; 상기 선택 노드를 중심으로 기지정된 홉수의 센서 노드인 이웃 노드를 비활성화하는 단계; 상기 채널 정보를 기반으로 상기 비활성화된 센서 노드와 연결된 센서 노드 중 기 설정된 경계 노드에서부터의 연결성을 판단하고, 판단 결과에 따라 상기 클러스터로부터 분할된 적어도 하나 이상의 서브 클러스터를 생성하는 단계; 및 상기 선택 노드의 잔여 에너지와 상기 클러스터에서 상기 서브 클러스터를 제외하여 획득되는 잔여 커버리지 영역에 기반하여 연결성 취약도를 계산하는 단계;를 포함한다.

발명의 효과

[0016] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치 및 방법은 무선 센서 네트워크의 클러스터에서 선택 노드를 선택하고, 선택된 선택 노드의 에너지 잔량과 선택 노드에 따라 분할되는 서브 클러스터를 제외하여 소실되는 에너지와 커버리지의 비율로 선택 노드의 네트워크 연결성을 수치화함으로써, 다수의 노드 각각의 취약도를 수치화하여 추정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명이 적용되기 위한 무선 센서 네트워크의 일예를 나타낸다.

도 2 및 도 3은 무선 센서 네트워크에서 노드의 취약도를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치의 개략적 구조를 나타낸다.

도 5는 노드 식별 정보와 채널 식별 정보를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.

[0019] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0020] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다

른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

- [0021] 도 1은 본 발명이 적용되기 위한 무선 센서 네트워크의 일예를 나타내고, 도 2 및 도 3은 무선 센서 네트워크에서 노드의 취약도를 설명하기 위한 도면이다.
- [0022] 도 1에서는 다수의 센서 노드(130)와 하나의 싱크 노드(Sink node)(110)가 배치된 무선 센서 네트워크를 도시하였다. 다수의 센서 노드(130) 각각은 임의의 위치에 배치되어 기지정된 범위의 센싱 영역을 감지하여 센싱 데이터를 획득하고, 획득된 센싱 데이터를 싱크 노드(110)로 전달한다. 다수의 센서 노드(130) 각각은 싱크 노드(110) 또는 인접한 적어도 하나의 센서 노드(130)와 무선 통신을 수행하여 싱크 노드(110)로 센싱 데이터를 전송할 수 있다. 센서 노드(130)는 직접 센싱 데이터를 싱크 노드(110)로 전송할 수 있으나, 직접 전송할 수 없는 경우에는 다른 센서 노드(130)를 통해 싱크 노드(110)로 전송할 수 있다. 그리고 다수의 센서 노드(130) 각각은 자신의 에너지 잔량을 측정하고, 측정된 에너지 잔량을 싱크 노드(110)로 함께 전달할 수 있다.
- [0023] 다수의 센서 노드(130) 각각이 싱크 노드(110)와 무선 통신을 수행하기 위한 경로는 다수의 센서 노드(130) 각각의 배치 위치와 무선 통신 가능 거리 및 각 센서 노드(130)의 에너지 잔량 등을 고려하여 싱크 노드(110)에 의해 미리 설정될 수 있다.
- [0024] 본 실시예에서는 다수의 센서 노드(130) 중 무선 통신을 수행할 수 있는 센서 노드(130) 사이의 경로를 채널(140)이라 하며, 도 1에서는 두 개의 센서 노드(130)를 잇는 실선으로 표시하였다.
- [0025] 싱크 노드(110)(또는 센싱 서버 라고도 함)는 채널(140)에 의한 연결성에 기반하여 다수의 센서 노드(130)로 구성되는 무선 센서 네트워크의 클러스터를 설정하고, 설정된 클러스터 내의 다수의 센서 노드(130)로부터 센싱 데이터를 전달받아 센싱 정보를 획득한다. 도 1에서는 싱크 노드(110)가 무선 센서 네트워크의 클러스터(120)에 포함되지 않는 것으로 도시하였으나, 싱크 노드(110)는 클러스터(120)에 포함될 수도 있다.
- [0026] 싱크 노드(110)는 클러스터에 포함된 다수의 센서 노드(130) 중 하나의 센서 노드를 선택 노드로 선택하고, 선택 노드로부터 기 설정된 홉수 이내의 이웃 노드를 비활성화하여 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드를 추정한다.
- [0027] 도 2 및 도 3을 참조하면, 다수의 센서 노드(130) 중 특정 센서 노드(131, 132)는 클러스터에 포함된 다수의 센서 노드(130)를 서로 다른 노드 그룹((210, 220), (310, 320))으로 구분하고, 서로 다른 노드 그룹((210, 220), (310, 320))을 연결하는 연결 노드로 기능할 수 있다. 일례로 도 2에서 센서 노드(131)는 제1 노드 그룹(210)과 제2 노드 그룹(220)을 연결하는 연결 노드로 기능할 수 있으며, 도 3에서 센서 노드(132)는 제1 노드 그룹(310)과 제2 노드 그룹(320)을 연결하는 연결 노드로 기능할 수 있다. 따라서 센서 노드(131, 132)가 에너지 잔량 부족이나 다양한 이유로 비활성화되면, 해당 센서 노드(131, 132)뿐만 아니라 제2 노드 그룹(220, 320)에 포함된 모든 센서 노드(121)에서 획득된 센싱 데이터 또한 싱크 노드(110)로 전달될 수 없다. 즉 특정 센서 노드(131, 132)는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드라고 할 수 있다. 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 연결성 취약 지점은 하나 이상일 수 있다.
- [0028] 다만, 센서 노드(131, 132)는 모두 연결성 취약 노드이지만, 각 센서 노드가 연결성에 미치는 영향은 동일하지 않다. 도 2에서 센서 노드(131)가 비활성화됨으로써 센싱 데이터를 싱크 노드(110)로 전달할 수 없게 되는 제2 노드 그룹(220)에 포함된 센서 노드(121)의 개수는 8개인 반면, 도 3에서 센서 노드(132)가 비활성화됨으로써 센싱 데이터를 싱크 노드(110)로 전달할 수 없게 되는 제2 노드 그룹(320)에 포함된 센서 노드(121)의 개수는 19개이다. 즉 센서 노드(131)에 비해 센서 노드(132)에 의한 무선 센서 네트워크의 연결성 취약도가 훨씬 크다는 것을 알 수 있다.
- [0029] 따라서 단순히 채널에 기반한 연결성만을 고려하면, 실질적인 무선 센서 네트워크의 연결성 취약도를 정확하게 판별할 수 없으며, 이에 본 실시예에서는 무선 센서 네트워크의 연결성 취약도를 수치하여 계산함으로써, 연결성 취약 노드를 더욱 정확하게 추정한다.
- [0030] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치의 개략적 구조를 나타내고, 도 5는 노드 식별 정보와 채널 식별 정보를 설명하기 위한 도면이다.
- [0031] 도 4의 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 장치는 무선 센서 네트워크에 대한 정보를 저장하고 있는 싱크 노드(110) 서버, 또는 프로세서를 포함하는 단말 장치에 포함될 수 있으며, 여기서는 일례로 싱크 노드

(110)에 포함되는 것으로 가정하여 설명한다.

[0032] 도 4를 참조하면, 싱크 노드(110)는 정보 획득부(410), 노드 비활성화부(420), 서브 클러스터 생성부(430) 및 연결성 취약도 계산부(440)를 포함할 수 있다.

[0033] 정보 획득부(410)는 무선 센서 네트워크의 클러스터에 포함되는 다수의 센서 노드(130)와 채널(140) 및 클러스터(120)에 대한 정보를 획득한다.

[0034] 표 1은 노드 정보와 연결성 정보 및 클러스터 정보에 대한 일예이다. 표 1은 도 5를 기초하여 생성된 노드 정보와 연결성 정보 및 클러스터 정보의 일부를 나타내고, 도 5에서는 설명의 편의를 위하여 클러스터(120)의 다수의 센서 노드(130) 중 일부만을 별도로 도시하였다.

표 1

노드 정보(Node)	{A,(0,0)}, {B,(1,0)}, ..., {E,(2-1)}
채널 정보(CnT)	{e1,(A,B),e1}, {e2,(B,C),e1}, ..., {e5,(D,E),e1}
클러스터 정보(Cluster)	{e1,<e1,e2,e3,e4,e5>}

[0035]

[0036] 도 5와 표 1을 참조하면, 노드 정보(Node) 각각은 {센서 노드 식별자, 노드 좌표 정보}를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서 노드 좌표 정보는 센서 노드 식별자에 대응하는 센서 노드(130)가 배치된 위치를 나타낸다. 채널 정보(CnT)는 {채널 식별자, 연결 센서 노드, 대표 채널 식별자}를 포함하여 구성될 수 있다. 연결 센서 노드는 대응하는 채널(140)에 의해 연결되는 두 개의 센서 노드(130)의 센서 노드 식별자를 나타내고, 대표 채널 식별자는 해당 채널(140)의 연결성을 나타내는 대표 채널에 대한 식별자로서 싱크 노드(110)에 가장 가까운 노드에 연결된 채널에 대한 채널 식별자 또는 가장 작은 식별값을 갖는 채널 식별자로 설정될 수 있다.

[0037] 클러스터 정보(Cluster)는 {클러스터 식별자, <채널 식별자>}를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서 채널 식별자는 해당 클러스터에 포함된 적어도 하나의 채널의 채널 식별자를 나타낸다. 그리고 클러스터 식별자는 표 1에 서와 같이 별도로 지정될 수 있으나, 경우에 따라서는 해당 클러스터에 포함된 적어도 하나의 채널에 대한 채널 식별자 중 하나로 설정될 수 있으며, 이 경우, 클러스터 식별자는 채널 정보의 대표 채널 식별자와 마찬가지로 싱크 노드(110)에 가장 가까운 노드에 연결된 채널에 대한 채널 식별자 또는 가장 작은 식별값을 갖는 채널 식별자가 설정될 수 있다.

[0038] 일반적으로 싱크 노드(110)는 커버리지 영역을 정확하게 확인하기 위해 다수의 센서 노드(130) 각각의 노드 식별자와 배치 위치에 대한 좌표 정보를 포함하는 노드 정보를 획득하고, 획득된 노드 정보에 기초하여 무선 센서 네트워크의 클러스터(120)를 설정한다. 그러나 본 실시에서는 다수의 센서 노드(130)가 획득한 센싱 데이터를 싱크 노드(110)로 전달할 수 있도록 하는 경로의 존재를 나타내는 연결성을 더욱 중요하게 고려하며, 이에 싱크 노드(110)는 다수의 센서 노드(130) 사이의 무선 통신 경로를 나타내는 연결성 정보를 생성하고, 연결성 정보 기반하여 무선 센서 네트워크의 클러스터(120)를 설정하여 클러스터 정보를 획득한다.

[0039] 노드 비활성화부(420)는 다수의 센서 노드(130) 중 하나의 센서 노드를 선택 노드로 선택하고, 선택 노드로부터 기지정된 홉수 이내의 이웃 노드를 비활성화한다. 노드 비활성화부(420)는 다수의 센서 노드(130)에서 선택 노드를 랜덤하게 선택하거나 기지정된 순서로 순차적으로 선택할 수 있으며, 반복적으로 선택 노드를 선택하여 기지정된 홉수 이내의 이웃 노드를 비활성화할 수 있다.

[0040] 여기서 홉수는 0 또는 자연수로 설정될 수 있으며, 홉수가 0으로 선택되는 경우, 선택 노드만이 비활성화되고, 홉수가 0이 아닌 경우, 홉수만큼 채널로 연결된 이웃 센서 노드들이 함께 비활성화 된다. 일례로 도 5에서 C 센서 노드가 선택 노드로 선택되고 홉수가 1로 설정되어 있다면, 선택 노드인 B 센서 노드와 함께 B, E 및 D 센서 노드가 비활성화된다. 이때, 비활성화된 센서 노드에 연결되는 채널 또한 함께 비활성화된다.

[0041] 일례로 C 센서 노드가 선택 노드로 선택되고 홉수가 0로 설정되어 C 센서 노드만이 비활성화되더라도, C 센서 노드에 연결되는 채널(e2, e3, e4)가 비활성화된다.

[0042] 서브 클러스터 생성부(430)는 노드 비활성화부(420)에 의해 비활성화된 적어도 하나의 센서 노드에 연결되는 비활성화된 채널에 연결된 센서 노드들인 경계 노드들로부터의 연결성을 분석하여 서브 클러스터를 생성하고, 서

브 클러스터에 대한 클러스터 정보를 획득한다.

- [0043] 노드 비활성화부(420)에 의해 선택 노드 및 이웃 노드에 연결된 채널이 비활성화되면, 다수의 센서 노드(130)를 포함하는 클러스터(120)에서 일부 센서 노드에서 싱크 노드(110)으로의 센싱 데이터 전송 경로가 차단되어, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 다수의 노드 그룹((210, 220), (310, 320))으로 구분될 수 있다.
- [0044] 일례로 도 2 및 도 3에서 센서 노드(131, 132)가 비활성화되면, 제2 노드 그룹(220, 320)은 싱크 노드(110)으로의 센싱 데이터 전송 경로가 유지되는 반면, 제2 노드 그룹(220, 320)은 싱크 노드(110)으로의 센싱 데이터 전송 경로가 차단된다. 서브 클러스터 생성부(430)는 연결성 분석을 통해 센싱 데이터 전송 경로가 유지되는 노드 그룹과 차단되는 노드 그룹을 판별하고, 센싱 데이터 전송 경로가 차단된 노드 그룹을 서브 클러스터로 생성한다.
- [0045] 본 실시예에서 서브 클러스터 생성부(430)는 연결성 취약 노드를 용이하게 추정하기 위해 클러스터를 노드 정보 대신 채널 정보를 이용하여 생성함으로써, 경계 노드들로부터의 연결성을 분석하기 위한 연산량을 감소시킨다.
- [0046] 서브 클러스터 생성부(430)에서 서브 클러스터가 생성되는 선택 노드는 기본적으로 연결성 취약 센서 노드인 것으로 볼 수 있다.
- [0047] 연결성 취약도 계산부(440)는 서브 클러스터 생성부(430)에서 연결성 취약 센서 노드가 판별되면, 판별된 연결성 취약 센서 노드의 연결성 취약도를 수학적 식 1에 따라 계산한다.

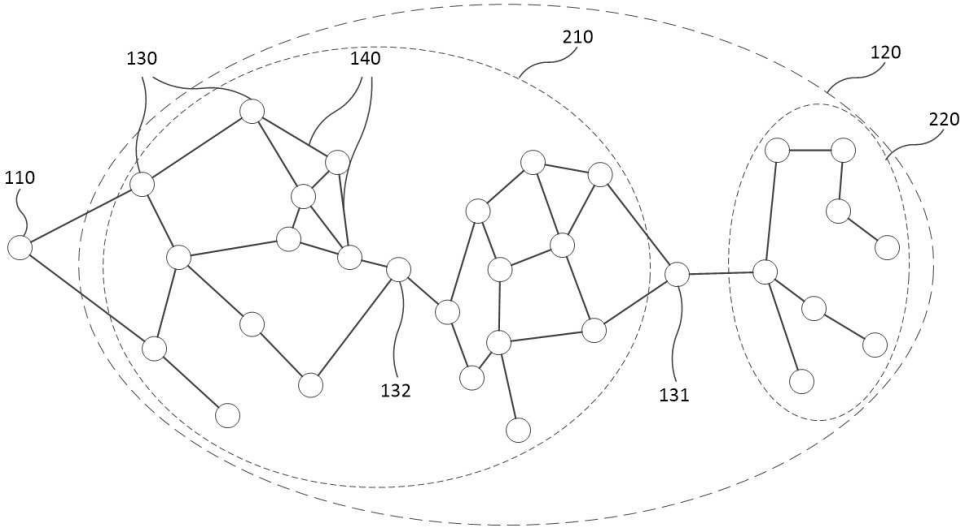
수학적 식 1

$$w \left(\frac{E_{residual}}{E_{initial}} \right) + (1 - w) \left(\frac{Coverage_{group}}{Coverage_{total}} \right)$$

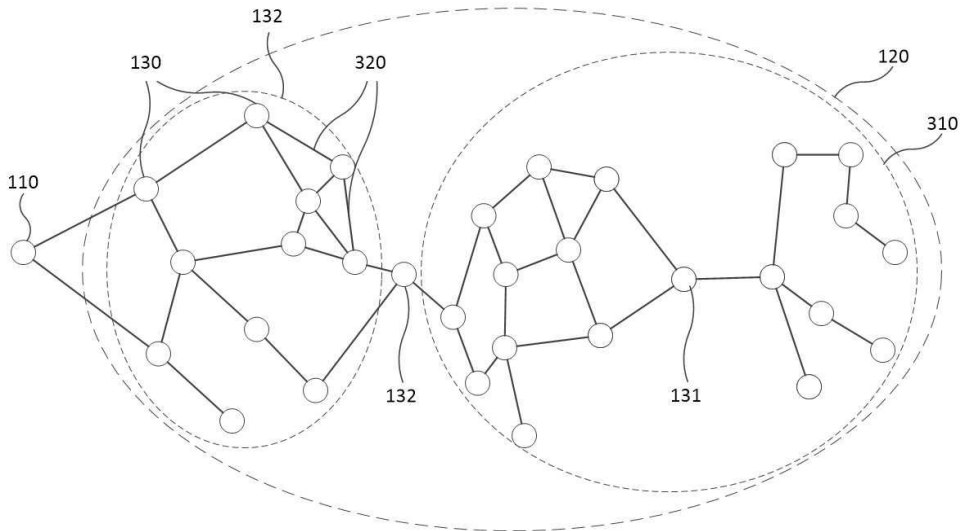
[0048]

- [0049] 수학적 식 1에서 w 는 취약도 가중치를 나타내고, $E_{initial}$ 은 현재 클러스터의 모든 센서 노드들의 잔여 에너지의 합을 나타내고, $E_{residual}$ 은 싱크 노드(110)로의 센싱 데이터 전송 경로가 유지되는 노드들, 즉 클러스터에서 센싱 데이터 전송 경로가 차단된 서브 클러스터를 제외한 나머지 센서 노드들의 잔여 에너지의 합을 나타내며, $Coverage_{total}$ 은 클러스터의 전체 커버리지 영역을 나타내고, $Coverage_{group}$ 은 클러스터의 전체 커버리지 영역($Coverage_{total}$)에서 서브 클러스터를 제외한 이후의 커버리지 영역을 나타낸다.
- [0050] 즉 연결성 취약도 계산부(440)는 서브 클러스터가 제외된 나머지 노드 그룹의 잔여 에너지와 서브 클러스터가 제외됨으로 인해 줄어드는 커버리지 영역에 따라 연결성 취약도를 계산한다.
- [0051] 수학적 식 1에서 에너지 잔량($E_{residual}$)과 잔여 커버리지 영역($Coverage_{group}$)은 센서 노드의 비활성화가 클러스터 전체에 미치는 영향을 고려하기 위한 항목이다.
- [0052] 무선 센서 네트워크의 라이프타임은 다수의 센서 노드(130) 각각이 임의의 위치에 배치되어 센싱을 시작한 시점으로부터, 센싱 데이터를 싱크 노드(110)까지 전달할 수 있는 센서 노드(130)들이 감지하는 센싱 영역에 의한 가용 커버리지 영역이 클러스터의 전체 커버리지 영역($Coverage_{total}$)에 대비하여 기지정된 비율(예를 들면 70%) 이하로 낮아질 때까지의 시간을 나타낸다.
- [0053] 그리고 연결성 취약도 계산부(440)는 계산된 연결성 취약도에 기초하여 무선 센서 네트워크에서 연결성이 취약한 센서 노드를 순차적으로 판별할 수 있다.
- [0054] 수학적 식 1과 같이, 연결성 취약도의 계산 시에 센서 노드 자체의 취약도와 특정 센서 노드의 비활성화로 인해 야기되는 커버리지 영역의 감소가 함께 고려되면, 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드를 매우 정확하게 판별할 수 있다.
- [0055] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 방법을 나타낸다.
- [0056] 도 1 내지 도 5를 참조하여, 도 6의 무선 센서 네트워크의 연결성 취약 노드 추정 방법을 설명하면, 우선 무선 센서 네트워크의 센서 노드와 채널 및 클러스터에 대한 정보를 획득한다(S11).

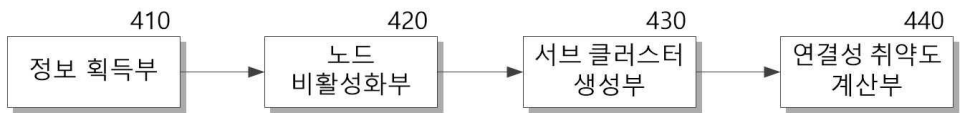
도면2



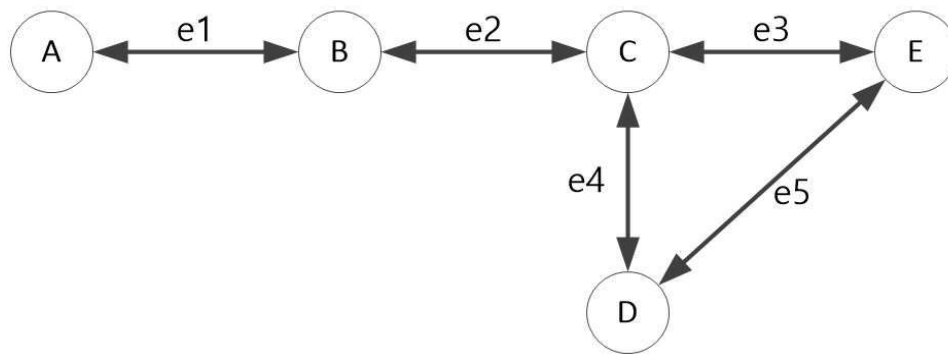
도면3



도면4



도면5



도면6

