



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0125486
(43) 공개일자 2024년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 4/08 (2009.01) H04W 4/38 (2018.01)
H04W 84/18 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 4/08 (2013.01)
H04W 4/38 (2020.05)
(21) 출원번호 10-2024-0104725(분할)
(22) 출원일자 2024년08월06일
심사청구일자 2024년08월06일
(62) 원출원 특허 10-2019-0144882
원출원일자 2019년11월13일
심사청구일자 2022년02월18일

(71) 출원인
한국전력공사
전라남도 나주시 전력로 55(빛가람동)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
유인태
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1871 106동 501호(하갈동, 청명호수마을신안인스빌1단지아파트)
장윤경
서울특별시 서초구 잠원로 37-48 206동 1307호(잠원동 신반포4차아파트)
(74) 대리인
특허법인아주

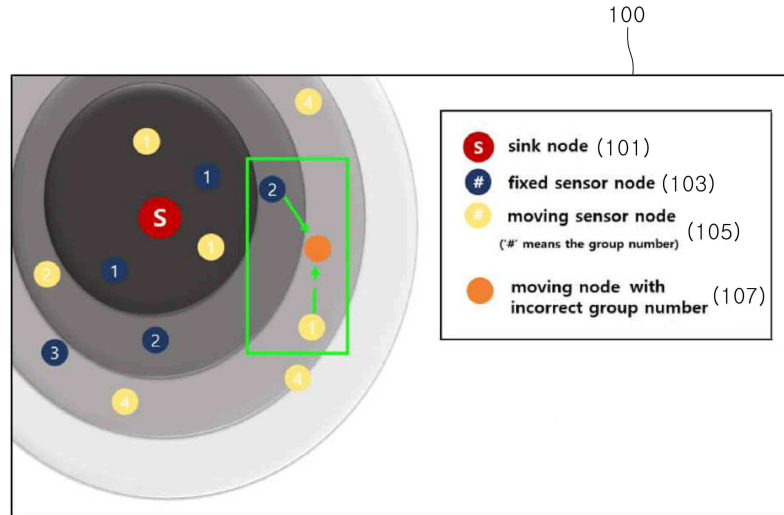
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 센서 노드 관리 방법

(57) 요약

본 발명의 다양한 실시 예들은, 무선 센서 네트워크 시스템 및 그 동작 방법에 관한 것으로서, 무선 센서 네트워크 시스템의 동작 방법은, 상기 무선 센서 네트워크에 포함된 복수의 센서 노드들 중 적어도 하나의 제1 센서 노드의 그룹 번호를 할당하는 단계 및 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드의 그룹 번호를 할당한 것에 응답하여, 상기 복수의 센서 노드들 중 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드를 제외한 적어도 하나의 제2 센서 노드의 그룹 번호를 할당하는 단계를 포함하고, 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드는, 이동성이 없는 적어도 하나의 고정 노드를 포함하고, 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드는, 이동성이 없는 적어도 하나의 고정 노드 및 이동성이 있는 적어도 하나의 이동 노드 중 적어도 일부를 포함할 수 있다. 다른 실시 예들도 가능하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04W 84/18 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 센서 네트워크에 포함된 복수의 센서 노드들 중 적어도 하나의 제1 센서 노드의 그룹 번호를 할당하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 제1 센서 노드의 그룹 번호가 할당된 것에 응답하여, 상기 복수의 센서 노드들 중 적어도 하나의 제2 센서 노드의 그룹 번호를 할당하는 단계를 포함하고,

상기 적어도 하나의 제1 센서 노드는, 이동성이 없는 적어도 하나의 고정 노드를 포함하고,

상기 적어도 하나의 제2 센서 노드는, 그룹 번호가 할당되지 않은 적어도 하나의 고정 노드 및 이동성이 있는 적어도 하나의 이동 노드 중 적어도 일부를 포함하고,

아래의 <수학식 1>을 이용하여 상기 복수의 센서 노드들 각각의 버퍼 임계값을 결정하는 단계를 더 포함하고,

<수학식 1>

$$B_X = 0.6 \times \frac{B_t}{(3 \times \log_2(X+1)) + 1}$$

<수학식 1>에서, X는 센서 노드의 그룹 번호를 나타내고, B_X 는 그룹 번호가 X인 센서 노드의 버퍼 임계값을 나타내고, B_t 는 센서 노드의 총 버퍼 크기를 나타내고,

상기 적어도 하나의 제1 센서 노드의 그룹 번호를 할당하는 단계는,

상기 적어도 하나의 제1 센서 노드가 광고 패킷을 수신하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 제1 센서 노드가 상기 광고 패킷의 그룹 번호에 기반하여 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드의 그룹 번호를 갱신하는 단계를 포함하고,

상기 적어도 하나의 제2 센서 노드의 그룹 번호를 할당하는 단계는,

상기 적어도 하나의 제2 센서 노드가 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드 또는 상기 무선 센서 네트워크에 포함된 싱크로부터 광고 패킷을 수신하는 단계;

상기 적어도 하나의 제2 센서 노드가 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드에 할당된 그룹 번호가 존재하는지 여부를 결정하는 단계;

상기 적어도 하나의 제2 센서 노드에 할당된 그룹 번호가 존재하는 경우, 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드가 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드에 할당된 그룹 번호와 상기 광고 패킷의 그룹 번호를 비교하는 단계;

상기 적어도 하나의 제2 센서 노드들에 할당된 그룹 번호가 상기 광고 패킷의 그룹 번호보다 큰 경우, 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드가 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드들의 그룹 번호를 상기 광고 패킷의 그룹 번호보다 큰 값으로 갱신한 후, 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드의 광고 패킷을 다른 고정 노드로 송신하는 단계; 및

상기 적어도 하나의 제2 센서 노드들에 할당된 그룹 번호가 상기 광고 패킷의 그룹 번호보다 크지 않은 경우, 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드가 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드들의 그룹 번호를 유지한 후, 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드의 광고 패킷을 다른 고정 노드로 송신하는 단계를 포함하는 센서 노드 관리 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명의 다양한 실시 예들은 무선 센서 네트워크에서 센서 노드의 버퍼 임계값을 할당하는 방법 및 고정 노드

[0001]

를 이용하여 그룹 번호를 할당하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 무선 센서 네트워크(wireless sensor network(WSN))는 자체적으로 주변의 정보를 감지하고 감지한 정보를 송신할 수 있는 복수의 센서 노드들(sensor nodes)과 감지한 정보를 수신하는 싱크(sink)로 구성될 수 있다. 무선 센서 네트워크에서 센서 노드들은 서로 연결되어 그리드 컴퓨팅(grid computing)과 같이 정보를 분산 처리하며, 한정된 인터페이스의 개인 컴퓨터와 달리 센서 노드의 종류가 다양하고 수가 많이 때문에 무선 센서 네트워크 유비쿼터스 환경에 가장 적합한 기술로 평가되고 있다.
- [0004] 무선 센서 네트워크는 싱크를 중심으로 방사형 형태로 확장되며, 스스로 네트워크를 형성할 수 있다. 무선 센서 네트워크에 포함된 각각의 센서 노드는 주변에 위치하는 복수의 센서 노드들로부터 데이터 패킷을 수신하거나 수신한 데이터 패킷을 다시 주변 센서 노드들을 통해 싱크로 송신할 수 있다.
- [0005] 본 발명의 배경기술은, 대한민국 공개특허 제2019-0079172호(2019.07.05. 공개, 무선 센서 네트워크 시스템 및 무선 센서 네트워크에서의 데이터 동시 전송 방법)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 무선 센서 네트워크에 포함된 센서 노드들은 요구되는 신뢰도와 송신 지연값으로 감지한 데이터를 싱크로 송신해야 하며, 한정된 에너지 자원으로 동작해야 한다. 따라서, 무선 센서 네트워크에 포함된 센서 노드들의 에너지 효율성을 보장하면서, 데이터 손실률을 줄일 수 있는 방안(solution)이 요구될 수 있다.
- [0008] 본 발명의 다양한 실시 예들은, 무선 센서 네트워크에 포함된 센서 노드들의 에너지 효율성을 보장하면서, 데이터 손실률을 줄일 수 있는 무선 센서 네트워크 시스템 및 그 동작 방법에 관하여 개시한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템의 동작 방법은, 무선 센서 네트워크에 포함된 복수의 센서 노드들 중 적어도 하나의 제1 센서 노드의 그룹 번호를 할당하는 단계 및 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드의 그룹 번호가 할당된 것에 응답하여, 상기 복수의 센서 노드들 중 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드를 제외한 적어도 하나의 제2 센서 노드의 그룹 번호를 할당하는 단계를 포함하고, 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드는, 이동성이 없는 적어도 하나의 고정 노드를 포함하고, 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드는, 이동성이 없는 적어도 하나의 고정 노드 및 이동성이 있는 적어도 하나의 이동 노드 중 적어도 일부를 포함할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템은, 싱크 및 복수의 센서 노드를 포함하고, 상기 복수의 센서 노드들 중 적어도 하나의 제1 센서 노드는, 상기 싱크 또는 상기 복수의 센서 노드들 중 적어도 일부로부터 수신된 광고 패킷에 기반하여 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드의 그룹 번호를 할당하고, 상기 복수의 센서 노드들 중 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드를 제외한 적어도 하나의 제2 센서 노드는, 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드의 그룹 번호가 할당된 것에 응답하여, 상기 싱크 또는 상기 복수의 센서 노드들 중 적어도 일부로부터 수신된 광고 패킷에 기반하여 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드의 그룹 번호를 할당하고, 상기 적어도 하나의 제1 센서 노드는, 이동성이 없는 적어도 하나의 고정 노드를 포함하고, 상기 적어도 하나의 제2 센서 노드는, 이동성이 없는 적어도 하나의 고정 노드 및 이동성이 있는 적어도 하나의 이동 노드 중 적어도 일부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명의 다양한 실시 예들은, 무선 센서 네트워크에 이동성이 없는 고정 센서 노드를 배치하여 각 센서 노드

의 그룹 번호를 할당하고 각 센서 노드의 최적의 버퍼 임계값을 제안함으로써 데이터 손실률이 전혀 없으면서도 에너지 효율성을 보장할 수 있는 무선 센서 네트워크를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015]

도 1은 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템을 도시하는 도면이다.

도 2는 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템에서 버퍼 임계값과 관련된 수식을 도출하기 위한 토폴로지이다.

도 3a는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 2>에서 변수 a 가 '0'일 때의 첫 번째 노드가 모든 에너지를 소진한 시점을 도시하는 도면이다.

도 3b는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 2>에서 변수 a 가 '0'일 때의 데이터 손실률을 도시하는 도면이다.

도 4a는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 2>에서 변수 a 가 '1'일 때의 첫 번째 노드가 모든 에너지를 소진한 시점을 도시하는 도면이다.

도 4b는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 2>에서 변수 a 가 '1'일 때의 데이터 손실률을 도시하는 도면이다.

도 5a는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 3>을 이용한 실험에서 첫 번째 노드가 모든 에너지를 소진한 시점을 도시하는 도면이다.

도 5b는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 3>을 이용한 실험에서 데이터 손실률을 도시하는 도면이다.

도 6은 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템에서 그룹 번호를 할당하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 7은 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템에서 제1 그룹 번호를 설정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 8은 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템에서 제2 그룹 번호를 설정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016]

이하, 첨부된 도면을 참조하여 무선 센서 네트워크 시스템 및 그 동작 방법을 설명한다.

[0017]

이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0018]

실시 예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제 1", "제 2", "첫째", 또는 "둘째" 등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 어떤(예: 제 1) 구성요소가 다른(예: 제 2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제 3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.

[0019]

본 문서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들어, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한", "~하는 능력을 가지는", "~하도록 변경된", "~하도록 만들어진", "~를 할 수 있는", 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다. 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다. 예를

들어, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

- [0021] 도 1은 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템을 도시하는 도면이다. 도 2는 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템에서 버퍼 임계값과 관련된 수식을 도출하기 위한 토폴로지이다. 도 3a는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 2>에서 변수 a가 '0'일 때의 첫 번째 노드가 모든 에너지를 소진한 시점을 도시하는 도면이다. 도 3b는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 2>에서 변수 a가 '0'일 때의 데이터 손실률을 도시하는 도면이다. 도 4a는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 2>에서 변수 a가 '1'일 때의 첫 번째 노드가 모든 에너지를 소진한 시점을 도시하는 도면이다. 도 4b는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 2>에서 변수 a가 '1'일 때의 데이터 손실률을 도시하는 도면이다. 도 5a는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 3>을 이용한 실험에서 첫 번째 노드가 모든 에너지를 소진한 시점을 도시하는 도면이다. 도 5b는 다양한 실시 예들에 따른 <수학식 3>을 이용한 실험에서 데이터 손실률을 도시하는 도면이다.
- [0022] 도 1 내지 도 5b를 참조하면, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 적어도 하나의 싱크(101) 및 복수의 센서 노드들(103, 105)을 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따르면, 복수의 센서 노드들(103, 105) 각각은 습도, 온도, 노이즈와 같이, 다양한 정보들을 수집하고, 수집된 정보들을 싱크(101)로 송신할 수 있다. 복수의 센서 노드들(103, 105)로부터 수집된 정보들은 사용자에게 유용하게 이용될 수 있는 정보로 가공된 후, 사용자에게 제공될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 복수의 센서 노드들(103, 105)은 이동성을 갖지 않는 적어도 하나의 고정 노드(103)와 이동성을 갖는 적어도 하나의 이동 노드(105)를 포함할 수 있다.
- [0023] 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 무선 센서 네트워크의 안정성을 높이기 위하여, 무선 센서 네트워크 시스템(100)에 포함된 복수의 센서 노드들(103, 105)에 그룹 번호를 할당할 수 있다. 예를 들어, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 싱크(101) 또는 적어도 하나의 고정 노드(103)를 통해 송신되는 광고 패킷에 기반하여 무선 센서 네트워크 시스템(100)에 포함된 복수의 센서 노드들(103, 105)에 그룹 번호를 할당할 수 있다.
- [0024] 일 실시 예에 따르면, 적어도 하나의 고정 노드(103)는 싱크(101) 또는 주변의 다른 고정 노드로부터 광고 패킷이 수신된 경우, 수신된 광고 패킷에 기반하여 자신에게 할당된 그룹 번호를 갱신할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 고정 노드(103)는 광고 패킷으로부터 광고 패킷의 그룹 번호를 식별하고, 자신에게 할당된 그룹 번호와 광고 패킷의 그룹 번호를 비교하고, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 큰 경우, 광고 패킷의 그룹 번호에 기반하여 자신에게 할당된 그룹 번호를 갱신할 수 있다. 여기서, 광고 패킷의 그룹 번호는, 광고 패킷을 송신한 싱크(101)의 그룹 번호 또는 광고 패킷을 송신한 다른 고정 노드의 그룹 번호를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 고정 노드(103)는 자신에게 할당된 그룹 번호가 갱신되는 경우, 자신의 광고 패킷을 주변의 고정 노드로 송신할 수 있다.
- [0025] 일 실시 예에 따르면, 적어도 하나의 이동 노드(105)는 싱크(101) 또는 주변의 다른 고정 노드로부터 광고 패킷이 수신된 경우, 수신된 광고 패킷에 기반하여 자신에게 할당된 그룹 번호를 갱신할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 이동 노드(105)는 광고 패킷으로부터 광고 패킷의 그룹 번호를 식별하고, 자신에게 할당된 그룹 번호와 광고 패킷의 그룹 번호를 비교하고, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 큰 경우, 광고 패킷의 그룹 번호에 기반하여 자신에게 할당된 그룹 번호를 갱신할 수 있다. 여기서, 광고 패킷의 그룹 번호는, 광고 패킷을 송신한 싱크(101)의 그룹 번호 또는 광고 패킷을 송신한 고정 노드의 그룹 번호를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 이동 노드(105)는 자신에게 할당된 그룹 번호가 갱신되거나 또는 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 크지 않은 경우, 자신의 광고 패킷을 주변의 다른 고정 노드로 광고 패킷을 송신할 수 있다.
- [0026] 다양한 실시 예들에 따르면, 적어도 하나의 이동 노드(105) 중 그룹 번호를 얻길 원하는 이동 노드(107)는 주변에 위치한 고정 노드 및/또는 이동 노드로부터 광고 패킷을 수신하고, 수신된 광고 패킷에 기반하여 자신의 그룹 번호를 갱신할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 그룹 번호를 얻길 원하는 이동 노드(107)는 주변에 위치한 고정 노드 및 이동 노드 모두로부터 광고 패킷을 수신한 경우, 고정 노드의 그룹 번호가 이동 노드의 그룹 번호보다 신뢰성이 높으므로, 고정 노드로부터 수신된 광고 패킷에 기반하여 자신의 그룹 번호를 갱신할 수 있다.
- [0027] 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 센서 네트워크 시스템(100)에 포함된 복수의 센서 노드들(103, 105) 각각은

복수의 센서 노드들 각각에 할당된 그룹 번호에 기반하여 데이터를 송신할 수 있다. 예를 들어, 복수의 센서 노드들(103, 105) 각각은 차상위 그룹의 노드(예: 자신의 그룹 번호보다 1이 작은 그룹 번호를 갖는 센서 노드 또는 싱크)로 데이터를 송신할 수 있다. 예를 들어, 그룹 번호가 '3'인 센서 노드는 그룹 번호가 '1'인 센서 노드로 데이터를 송신할 수 있다.

[0028] 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 복수의 센서 노드들(103, 105) 각각에 대하여 최적의 버퍼 임계값을 설정할 수 있다. 종래 기술(예: 3D GM-MAC)의 경우, <수학식 1>을 이용하여 버퍼 임계값을 도출하였으나, <수학식 1>을 사용하여 도출된 버퍼 임계값은 그룹 번호가 커짐에 따라 버퍼 임계값이 급격하게 감소하여 그룹 번호가 작은 노드로 데이터가 모일수록 병목 현상이 발생할 가능성이 높으며, 많은 양의 데이터 손실이 발생할 수 있다.

수학식 1

$$B_i = \beta \times \frac{B_t}{3 \times (i-1) \times i + 1}$$

[0029]

[0030] <수학식 1>에서, B_i 는 그룹 번호가 i 인 센서 노드의 버퍼 임계값을 나타내고, B_t 는 그룹 번호가 i 인 센서 노드의 총 버퍼의 크기를 나타내고, i 는 센서 노드의 그룹 번호를 나타내고, β 는 버퍼 사용률을 나타낼 수 있다. 또한, 종래 기술의 경우, 센서 노드의 그룹 번호에 대한 신뢰도가 낮음에 따라, 싱크로 데이터를 올바르게 전송할 수 없으며, 그룹 번호를 재설정하기 위해 에너지를 소모하게 된다. 따라서, 본 발명에서는, 복수의 센서 노드들(103, 105) 각각에 대하여 최적의 버퍼 임계값을 설정하는 방법을 제안한다. 본 발명에서 제안하는 방법은 아래의 <표 1>의 실험 환경 및 도 2의 토폴로지에 기반하여 도출될 수 있으며, 실험 환경에서 모든 노드들은 이동성이 없고, 2D 공간에 놓여 있는 것으로 가정한다.

표 1

components	descriptions
IoT system environment (physical space)	800 m * 800 m
number of sensor devices	1 sink, 100 sensor devices
battery capacity	3000 mW
Tx energy consumption	0.0145 mW
Rx energy consumption	0.0156 mW
maximum buffer size of sensor device	8192 Byte
maximum distance that the sensor device can communicate	application distance of ZIGBEE (about 90 m)
data generation	average 1 time/1 minute (a poisson process distribution)
number of experiments	100

[0032] <표 1> 및 도 2를 참조하면, 전체 공간의 크기는 가로 800m 및 세로 800m 이고, 싱크는 무선 센서 네트워크의 중앙에 위치하며, 센서 노드는 서로 균일하게 규칙적으로 배치되어 있다. 도 2에서 도시된 각 센서 노드에는 센서 노드의 ID(각 센서 노드의 상단에 기재된 숫자)와 그룹 번호(각 센서 노드의 하단에 기재된 숫자)가 기재되어 있다. 본 발명에서 제안하는 최적의 버퍼 임계값을 결정하기 위해, 아래와 같이, 다항 함수에 대한 실험을 위한 <수학식 2>와 로그 함수에 대한 실험을 위한 <수학식 3>을 이용하여 실험을 진행하였다.

수학식 2

$$B_x = \beta \times \frac{B_t}{aX^2 + bX + c}$$

수학식 3

$$B_X = \beta \times \frac{B_i}{(a \times \log_b(X+1)) + 1}$$

[0034]

[0035]

<수학식 2> 및 <수학식 3>에서, B_X 는 그룹 번호가 X 인 센서 노드의 버퍼 임계값을 나타내고, β 는 버퍼 사용률을 나타내고, B_i 는 그룹 번호가 i 인 센서 노드의 총 버퍼의 크기를 나타내고, X 는 센서 노드의 그룹 번호를 나타낼 수 있다. 진행된 실험은, <수학식 2> 및 <수학식 3>의 함수의 a , b , 및 c 에 대하여 가장 적합한 값을 찾기 위한 것이며, 버퍼 사용률 β 를 0.6으로 설정하였다. 도 3a를 참조하면, <수학식 2>에서 변수 a , 변수 b , 및 변수 c 가 각각 '0', '1', '0'일 때, 첫 번째 노드의 생존 기간은 2796일임을 확인할 수 있으며, 도 3b를 참조하면, 해당 변수에서 데이터 손실이 발생함을 확인할 수 있다. 여기서, 첫 번째 노드는 여러 센서 노드들 중 에너지를 모두 소진하여 도 이상 동작이 불가능한 최초의 센서 노드를 의미할 수 있다. 도 4a를 참조하면, <수학식 2>에서 변수 a , 변수 b , 및 변수 c 가 각각 '1', '1', '0'일 때, 첫 번째 노드의 생존 기간은 2780일임을 확인할 수 있으며, 도 4b를 참조하면, 해당 변수에서 데이터 손실이 없음을 확인할 수 있다. 도 5a를 참조하면, <수학식 3>에서 변수 a 및 변수 b 가 각각 '3' 및 '2'일 때, 첫 번째 노드의 생존 기간이 2790일임을 확인할 수 있으며, 도 5b를 참조하면, 해당 변수에서 데이터 손실이 발생하지 않음을 확인할 수 있다. 상술한 실험 결과를 종합해 보면, 버퍼 사용률 β 가 0.6일 때, 변수 a 및 변수 b 가 각각 '3', '2'인 <수학식 3>이 가장 적합한 버퍼 임계값임을 확인할 수 있다. 아래의 <수학식 4>는 실험 결과에 기반하여 도출한 버퍼 임계값을 결정하는 수학식이다.

수학식 4

$$B_X = 0.6 \times \frac{B_i}{(3 \times \log_2(X+1)) + 1}$$

[0036]

[0037]

따라서, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 위의 <수학식 4>를 이용하여 복수의 센서 노드들(103, 105) 각각에 대한 최적의 버퍼 임계값을 설정할 수 있다. 복수의 센서 노드들(103, 105) 각각은, 버퍼에 축적된 데이터의 양이 <수학식 4>에 기반하여 설정된 버퍼 임계값 이상인 경우, 버퍼에 저장된 데이터를 주변의 센서 노드 중 차상위 그룹의 노드로 송신할 수 있다. 아래의 <표 2>는 종래 기술을 이용하여 버퍼 임계값을 설정하는 경우와 본 발명에서 제안하는 방법을 이용하여 버퍼 임계값을 설정하는 경우의 에너지 효율, 데이터 손실률, 및 데이터 수집률을 비교한 결과를 나타낸다.

표 2

[0038]

	3D GM-MAC	본 발명
첫 번째 노드가 모든 에너지를 소진한 시간	2789일	2790일
데이터 손실률	9.4143%	0%
데이터 수집률	90.5851%	99.9991%

[0039]

<표 2>를 참조하면, 본 발명에서 제안하는 버퍼 임계값 설정 방법은, 기존의 3D GM-MAC 방법을 이용하는 경우와 비슷한 에너지 효율성을 제공하면서, 기존의 3D GM-MAC 방법을 이용하는 경우보다 데이터 손실률을 줄이고, 이와 동시에, 데이터 수집률을 높일 수 있다. 상술한 바와 같이, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 무선 센서 네트워크에 이동성이 없는 고정 센서 노드를 배치하여 각 센서 노드의 그룹 번호를 할당하고 각 센서 노드의 최적의 버퍼 임계값을 설정함으로써, 각 센서 노드의 데이터 손실률을 줄이고 에너지 효율성을 보장할 수 있다.

[0041]

도 6은 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템에서 그룹 번호를 할당하는 방법을 설명하기 위한

흐름도이다.

- [0042] 도 6을 참조하면, 동작 601에서, 무선 센서 네트워크 시스템(예: 도 1의 무선 센서 네트워크 시스템(100))은 제 1 센서 노드에 그룹 번호를 할당할 수 있다. 예를 들어, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 무선 센서 네트워크 시스템(100)에 포함된 복수의 고정 노드(103) 중 싱크(101) 또는 다른 고정 노드로부터 송신된 광고 패킷을 수신한 일부 고정 노드에 그룹 번호를 할당할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 광고 패킷을 수신한 일부 고정 노드는, 수신된 광고 패킷의 그룹 번호와 자신에게 할당된 그룹 번호에 기반하여 자신의 그룹 번호를 갱신하고, 이후 일정 거리(송신 범위) 이내에 위치하는 다른 고정 노드로 광고 패킷을 송신할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 싱크가 최초의 광고 패킷을 송신한 시점부터 지정된 시간이 경과할 때까지 제1 센서 노드에 그룹 번호를 할당하는 동작을 반복적으로 수행하거나 또는 광고 패킷을 수신할 수 있는 고정 노드가 존재하지 않을 때까지 제1 센서 노드에 그룹 번호를 할당하는 동작을 반복적으로 수행할 수 있다.
- [0043] 동작 603에서, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 제2 센서 노드에 그룹 번호를 할당할 수 있다. 예를 들어, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 그룹 번호가 할당되지 않은 이동 노드 및 고정 노드에 그룹 번호를 할당할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 그룹 번호가 할당되지 않은 이동 노드 및 고정 노드는, 싱크(101) 또는 그룹 번호가 할당된 고정 노드로부터 광고 패킷이 수신되면, 수신된 광고 패킷의 그룹 번호와 자신에게 할당된 그룹 번호에 기반하여 자신의 그룹 번호를 갱신하고, 이후 일정 거리(송신 범위) 이내에 위치하는 다른 고정 노드로 자신의 광고 패킷을 송신할 수 있다.
- [0044] 상술한 바와 같이, 무선 센서 네트워크 시스템(100)은 무선 센서 네트워크 시스템(100)에 포함된 복수의 고정 노드(103)와 이동 노드(105)에 그룹 번호를 할당함으로써, 무선 센서 네트워크 시스템의 안정성을 높일 수 있다.
- [0046] 도 7은 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템에서 제1 그룹 번호를 설정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 이하 설명은, 도 6의 동작 601에서, 제1 그룹 번호를 설정하는 동작의 상세 동작일 수 있다.
- [0047] 도 7을 참조하면, 동작 701에서, 무선 센서 네트워크 시스템(예: 도 1의 무선 센서 네트워크 시스템(100))의 고정 노드(예: 도 1의 고정 노드(103))는 광고 패킷(AD packet)을 수신할 수 있다. 예를 들어, 고정 노드(103)는 싱크(101)로부터 일정 거리(또는 신호의 전송 범위) 이내에 위치하는 경우, 싱크(101)로부터 광고 패킷을 수신할 수 있다. 다른 예를 들어, 고정 노드(103)는 싱크(101)로부터 광고 패킷을 수신한 다른 고정 노드로부터 광고 패킷을 수신할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 광고 패킷은 고정 노드(103)에만 전달되며, 이동 노드(105)로는 전달되지 않을 수 있다.
- [0048] 동작 703에서, 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 자신에게 할당(또는 부여 또는 설정 등)된 그룹 번호(group number(GN))가 존재하는지 여부를 결정할 수 있다. 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 자신에게 할당된 그룹 번호가 존재하는 경우, 동작 705를 수행하고, 자신에게 할당된 그룹 번호가 없는 경우, 동작 707을 수행할 수 있다.
- [0049] 동작 705에서, 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 자신에게 할당된 그룹 번호가 존재하는 경우, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 광고 패킷을 송신한 싱크(101) 또는 광고 패킷을 송신한 다른 고정 노드의 그룹 번호를 광고 패킷으로부터 식별함으로써, 광고 패킷의 그룹 번호를 식별하고, 자신에게 할당된 그룹 번호와 광고 패킷의 그룹 번호를 비교함으로써, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 큰 경우, 동작 707을 수행하고, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 크지 않은 경우, 본 알고리즘을 종료할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 크지 않은 경우, 수신된 광고 패킷을 무시(예: 광고 패킷의 수신에 따른 추가 동작을 수행하지 않음)할 수 도 있다.
- [0050] 동작 707에서, 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 크거나 또는 자신에게 할당된 그룹 번호가 존재하지 않는 경우, 자신에게 할당된 그룹 번호를 갱신할 수 있다. 예를 들어, 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 광고 패킷의 그룹 번호에 기반하여 자신에게 할당된 그룹 번호를 갱신할 수 있다. 구체적으로, 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 광고 패킷의 그룹 번호에 '1'을 더한 번호를 자신의 그룹 번호로 할당할 수 있다. 예를 들어, 싱크(101)로부터 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는

자신의 그룹 번호를 '1'로 할당할 수 있다.

- [0051] 동작 709에서, 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 자신에게 할당된 그룹 번호가 갱신된 것에 응답하여, 광고 패킷을 송신할 수 있다. 예를 들어, 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 송신 범위 내에 있는 다른 고정 노드로 광고 패킷을 송신할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 광고 패킷을 수신한 고정 노드(103)는 광고 패킷을 송신할 시, 자신에게 할당된 그룹 번호를 함께 다른 고정 노드로 송신할 수 있다.
- [0052] 상술한 바와 같이, 무선 센서 네트워크 시스템(100)에 포함된 복수의 고정 노드(103) 중 적어도 일부는, 도 3의 동작 701 내지 309를 수행함으로써, 그룹 번호를 할당받을 수 있다.
- [0054] 도 8은 다양한 실시 예들에 따른 무선 센서 네트워크 시스템에서 제2 그룹 번호를 설정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 이하 설명은, 도 6의 동작 603에서, 제2 그룹 번호를 설정하는 동작의 상세 동작일 수 있다.
- [0055] 도 8을 참조하면, 동작 801에서, 무선 센서 네트워크 시스템(100)의 싱크(101)는 광고 패킷을 송신할 수 있다. 예를 들어, 싱크(101)는 그룹 번호를 할당받지 못한 적어도 하나의 고정 노드(103) 및/또는 복수의 이동 노드(105)에도 그룹 번호가 할당될 수 있도록, 광고 패킷을 송신할 수 있다. 그룹 번호를 할당받은 고정 노드(103)는 싱크(101)로부터 송신되는 광고 패킷을 수신할 수 있다.
- [0056] 동작 803에서, 그룹 번호를 할당받은 고정 노드(103)는 싱크(101)로부터 광고 패킷이 수신된 것에 응답하여, 광고 패킷을 송신할 수 있다. 예를 들어, 그룹 번호를 할당받은 고정 노드(103)는 그룹 번호를 할당받은 고정 노드(103)로부터 일정 거리(또는 신호의 전송 범위) 내에 위치한 적어도 하나의 다른 고정 노드 또는 적어도 하나의 이동 노드로 광고 패킷을 송신(또는 전달)할 수 있다.
- [0057] 동작 805에서, 센서 노드는 광고 패킷을 수신할 수 있다. 예를 들어, 그룹 번호를 할당받지 못한 적어도 하나의 다른 고정 노드 및 이동 노드 중 적어도 일부는 이동 번호를 할당받은 고정 노드(103)로부터 광고 패킷을 수신할 수 있다. 다른 예를 들어, 그룹 번호를 할당받지 못한 적어도 하나의 다른 고정 노드 및 이동 노드 중 적어도 일부는 싱크(101)로부터 광고 패킷을 수신할 수 있다.
- [0058] 동작 807에서, 광고 패킷을 수신한 센서 노드는 자신에게 할당된 그룹 번호가 존재하는지 여부를 결정할 수 있다. 광고 패킷을 수신한 센서 노드는 자신에게 할당된 그룹 번호가 존재하는 경우, 동작 809를 수행하고, 자신에게 할당된 그룹 번호가 존재하지 않는 경우, 동작 811을 수행할 수 있다.
- [0059] 동작 809에서, 광고 패킷을 수신한 센서 노드는 자신에게 할당된 그룹 번호가 존재하는 경우, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 광고 패킷을 수신한 센서 노드는 광고 패킷을 송신한 싱크(101) 또는 고정 노드(103)의 그룹 번호를 광고 패킷으로부터 식별함으로써, 광고 패킷의 그룹 번호를 식별하고, 자신에게 할당된 그룹 번호와 광고 패킷의 그룹 번호를 비교함으로써, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 광고 패킷을 수신한 센서 노드는, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 큰 경우, 동작 811을 수행하고, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 크지 않은 경우, 동작 813을 수행할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 광고 패킷을 수신한 센서 노드는, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 크지 않은 경우, 광고 패킷을 무시(예: 광고 패킷의 수신에 따른 추가 동작을 수행하지 않음)할 수도 있다.
- [0060] 동작 811에서, 광고 패킷을 수신한 센서 노드는 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 크거나 또는 자신에게 할당된 그룹 번호가 존재하지 않는 경우, 자신에게 할당된 그룹 번호를 갱신할 수 있다. 예를 들어, 광고 패킷을 수신한 센서 노드는 광고 패킷의 그룹 번호에 기반하여 자신에게 할당된 그룹 번호를 갱신할 수 있다. 구체적으로, 광고 패킷을 수신한 센서 노드는 광고 패킷의 그룹 번호에 '1'을 더한 번호를 자신의 그룹 번호로 할당할 수 있다. 예를 들어, 그룹 번호가 할당되지 않은 고정 노드 또는 이동 노드가 싱크(101)로부터 광고 패킷을 수신한 경우, 그룹 번호가 할당되지 않은 고정 노드 또는 이동 노드는 자신의 그룹 번호를 '1'로 할당할 수 있다.
- [0061] 동작 813에서, 광고 패킷을 수신한 센서 노드는 광고 패킷을 다른 고정 노드로 송신할 수 있다. 예를 들어, 자신에게 할당된 그룹 번호가 광고 패킷의 그룹 번호보다 크지 않거나 또는 자신에게 할당된 그룹 번호를 갱신한 수신 노드는 광고 패킷을 다른 고정 노드로 송신할 수 있다.
- [0062] 상술한 바와 같이, 무선 센서 네트워크 시스템(100)에 포함된 복수의 고정 노드(103) 및 복수의 이동 노드(105) 중 그룹 번호를 할당받지 못한 고정 노드 및 복수의 이동 노드(105)는 도 4의 동작 805 내지 413을 수행함으로

써, 그룹 번호를 할당받을 수 있다.

[0064] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 집합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시 예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(Arithmetic Logic Unit), 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor), 마이크로 컴퓨터, FPA(Field Programmable array), PLU(Programmable Logic Unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(Operation System, OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(Processing Element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(Parallel Processor)와 같은, 다른 처리 구성(Processing Configuration)도 가능하다.

[0065] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(Computer Program), 코드(Code), 명령(Instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(Collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성 요소(Component), 물리적 장치, 가상 장치(Virtual Equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(Signal Wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(Embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0066] 실시 예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시 예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-optical Media), 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시 예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

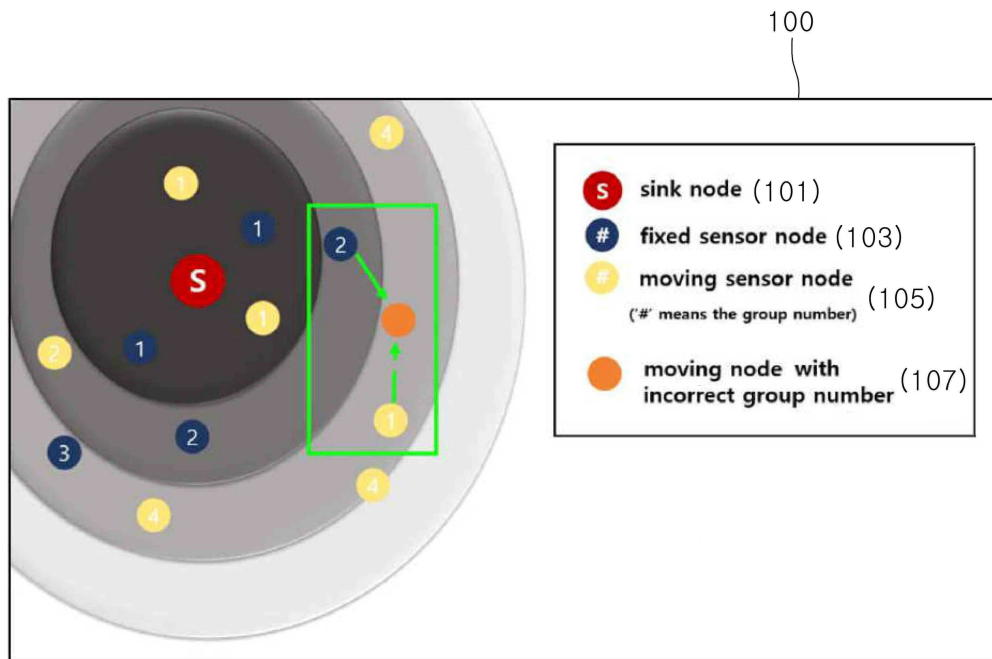
[0067] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

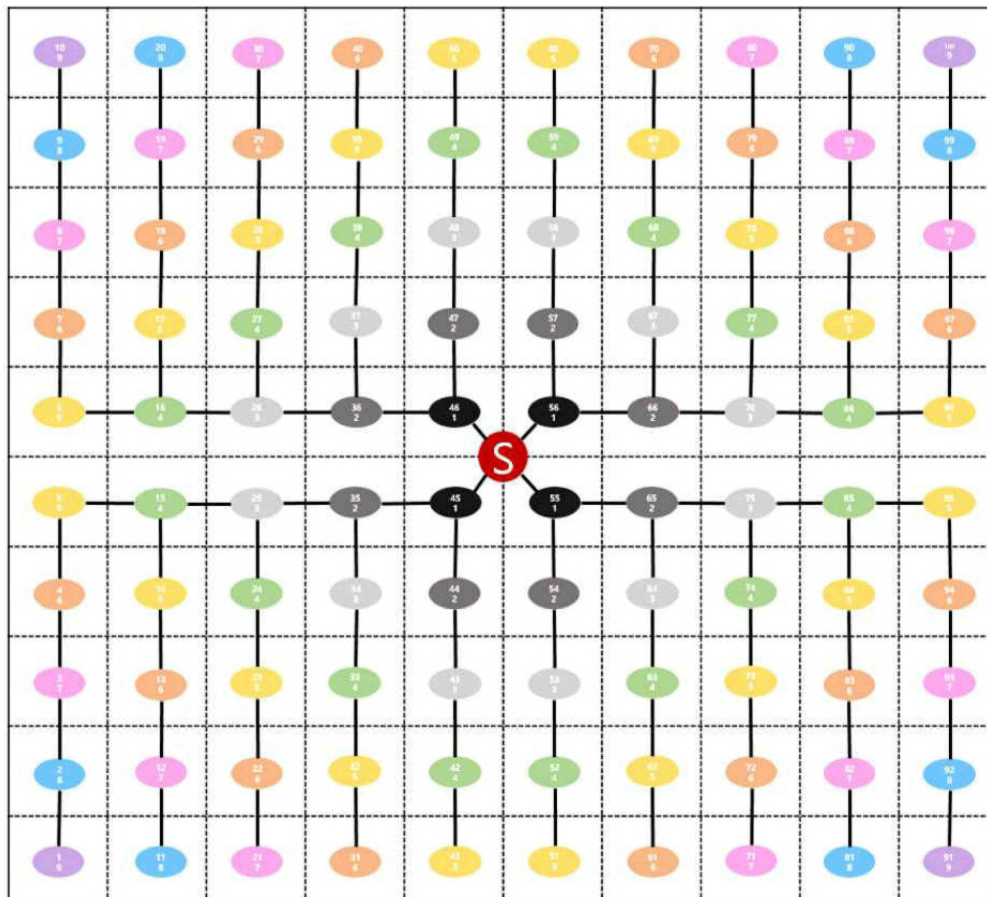
[0069] 100: 무선 센서 네트워크 시스템
101: 싱크
103: 고정 노드
105: 이동 노드

도면

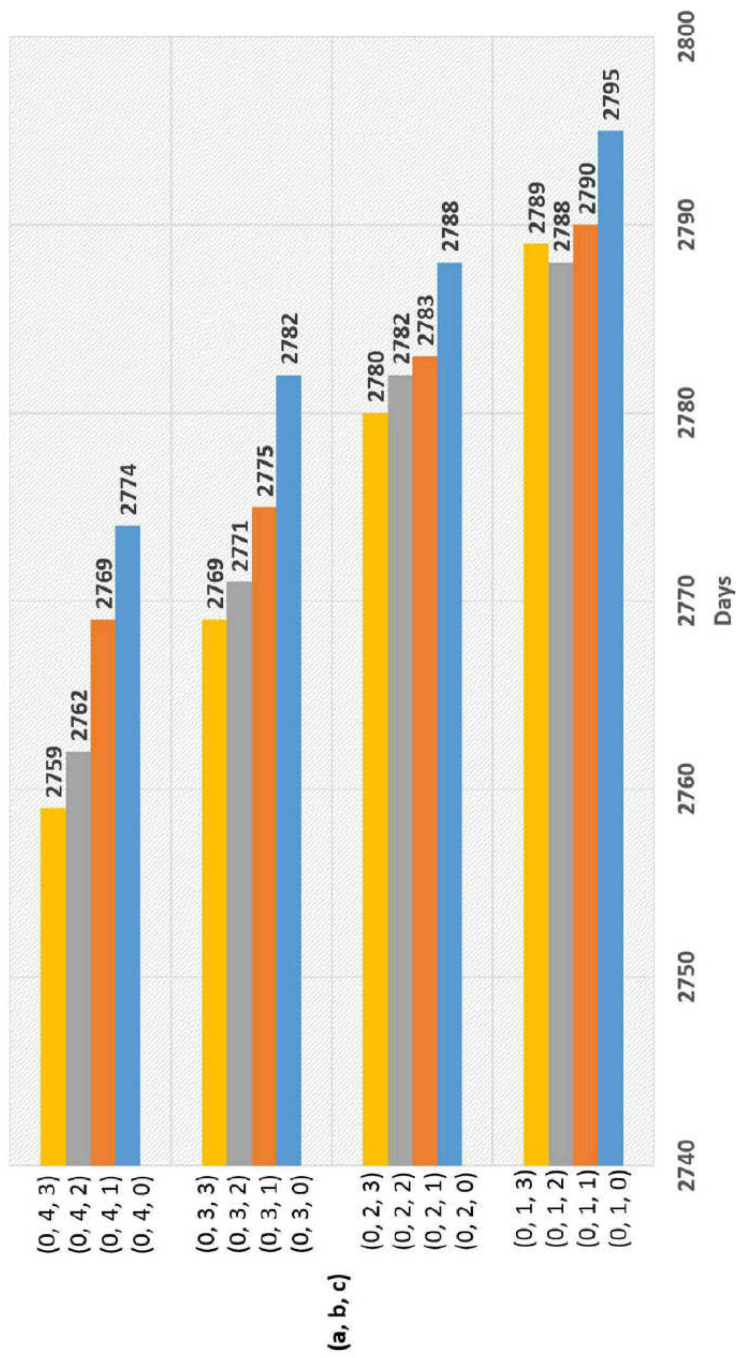
도면1



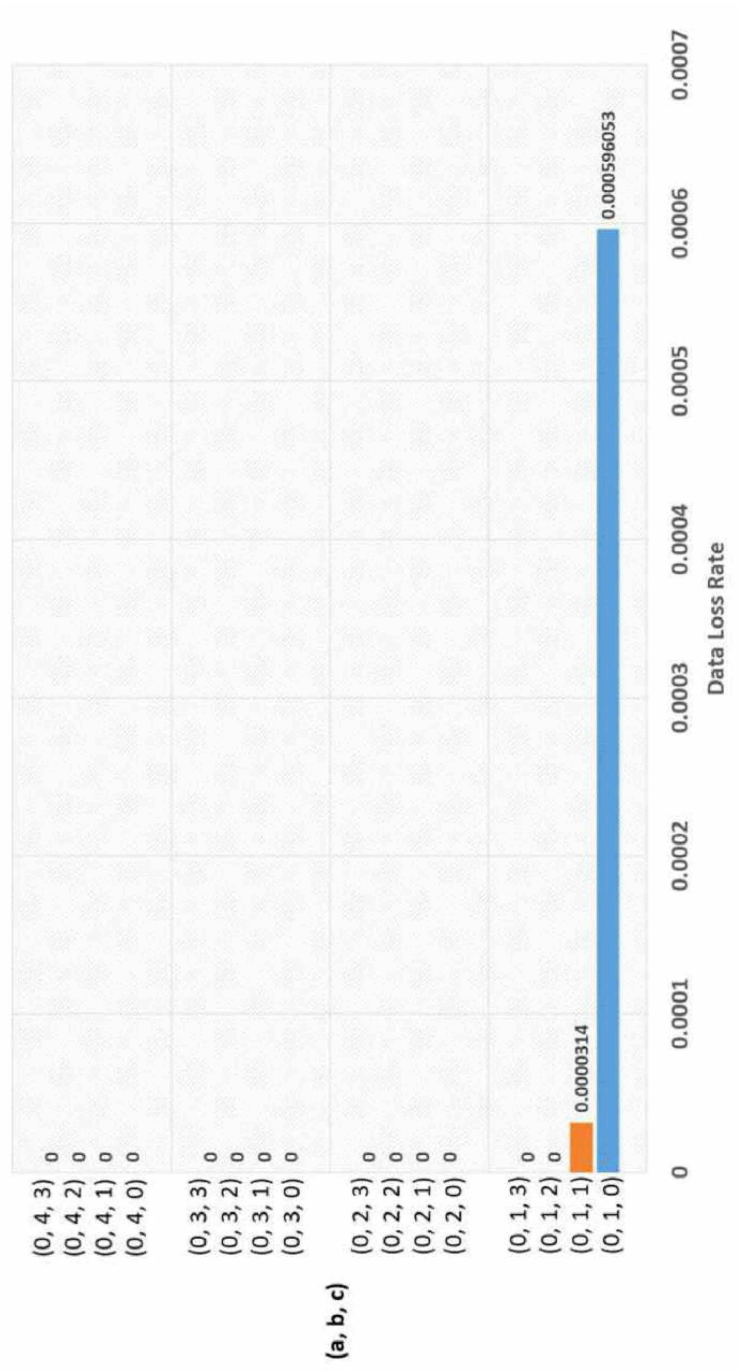
도면2



도면3a



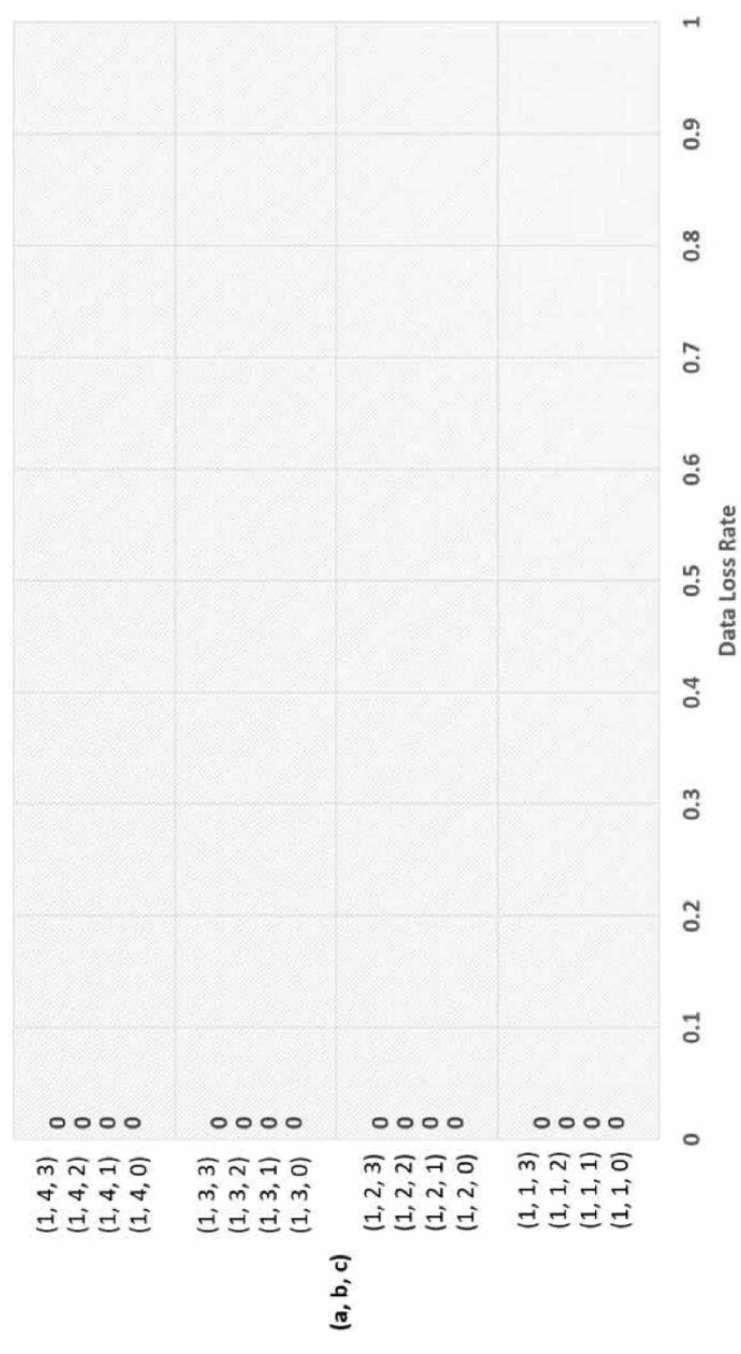
도면3b



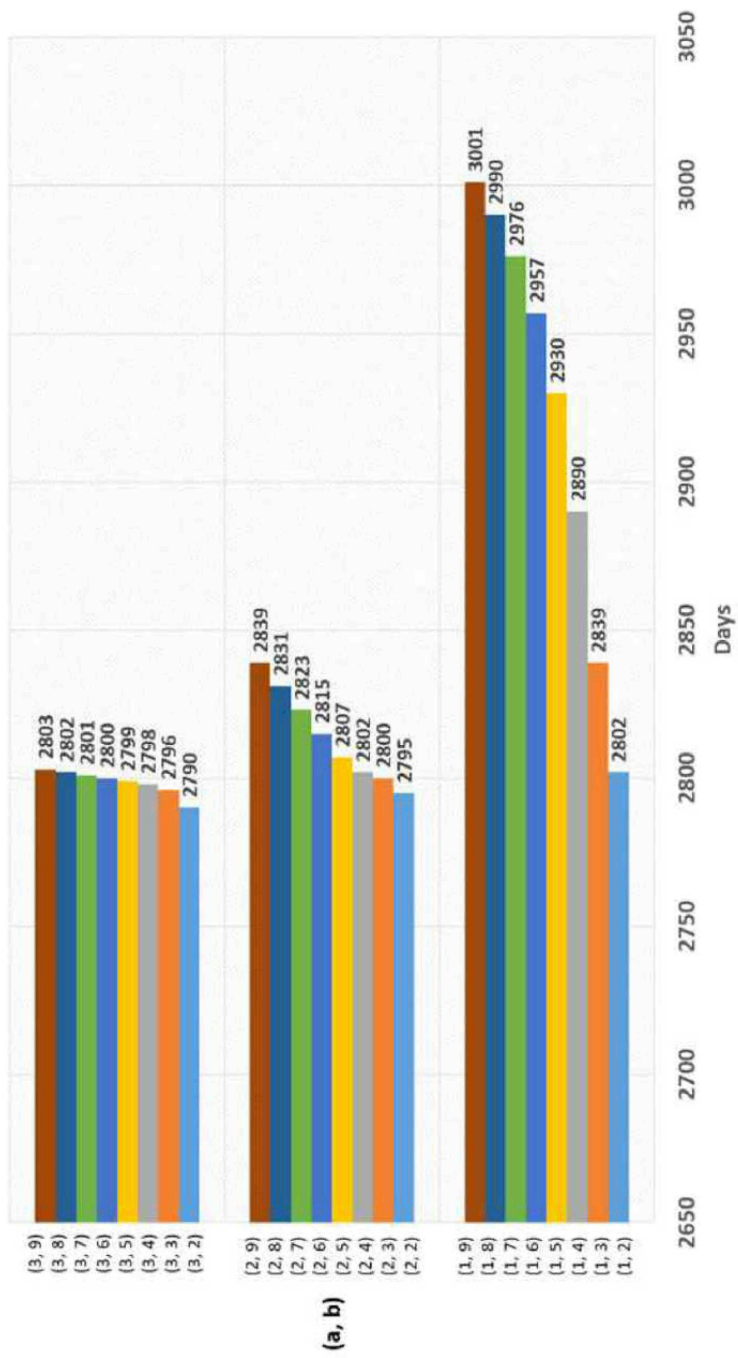
도면4a



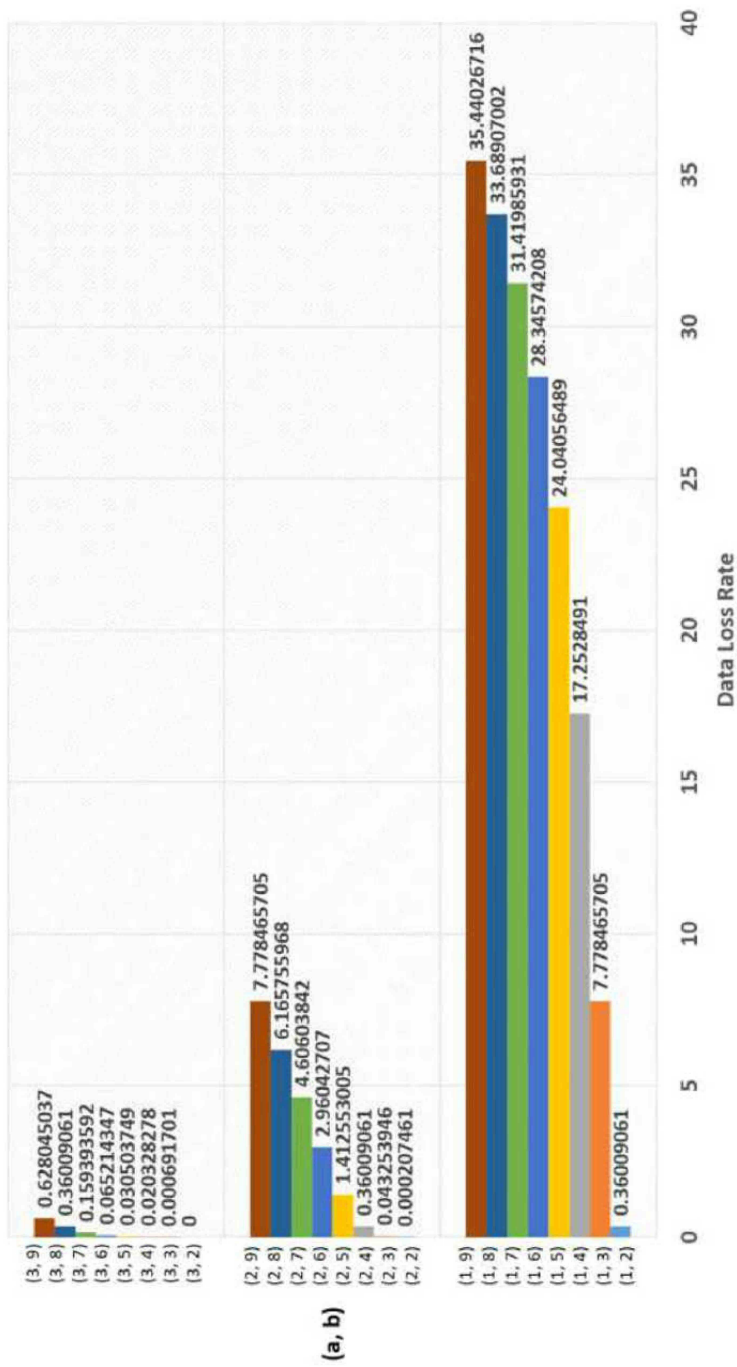
도면4b



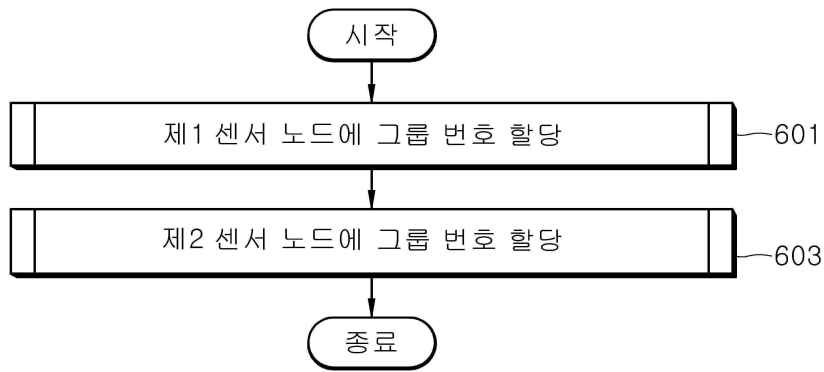
도면5a



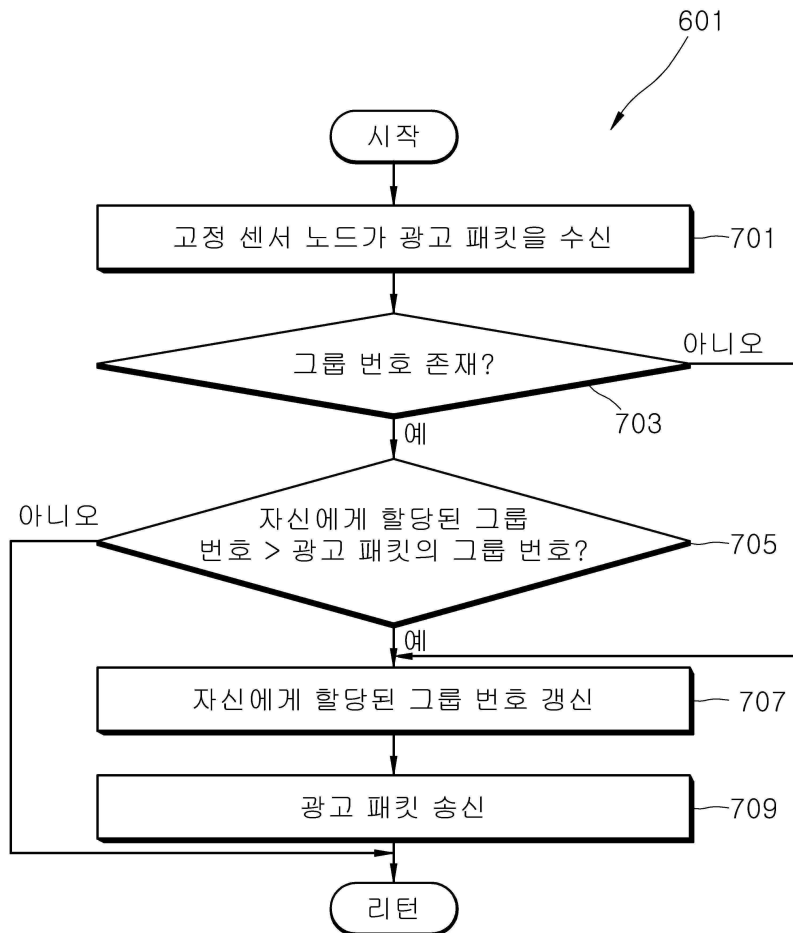
도면5b



도면6



도면7



도면8

