



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0111732
(43) 공개일자 2015년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 12/701 (2013.01) H04L 12/28 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0035470
(22) 출원일자 2014년03월26일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
박종준
대전광역시 서구 청사로 160 태산시그마빌 1312호
고정길
대전광역시 서구 둔산로 133 현대아이텔 1520호
(74) 대리인
특허법인이지

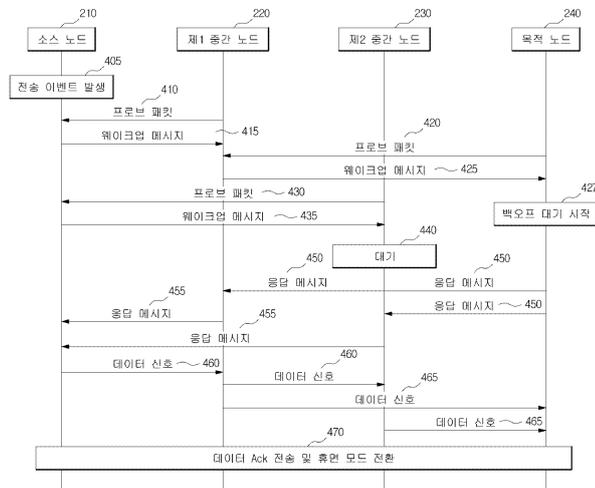
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **동시 전송을 이용한 데이터 통신 장치 및 방법**

(57) 요약

데이터 통신 방법은 하나 이상의 노드를 포함하는 데이터 통신 시스템이 데이터 신호를 전송하는 방법에 있어서, 소스 노드가 하나 이상의 타 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신하는 경우, 웨이크업 메시지를 발신하는 단계, 웨이크업 메시지를 수신한 하나 이상의 노드가 전달 노드인 경우, 전달 노드가 타 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신함에 따라 웨이크업 메시지를 발신하는 단계, 웨이크업 메시지를 수신한 노드가 목적 노드인 경우, 목적 노드가 웨이크업 메시지를 수신함에 따라 응답 메시지를 발신하는 단계, 전달 노드가 응답 메시지를 수신하는 경우, 응답 메시지를 발신하는 단계 및 소스 노드가 응답 메시지를 수신하는 경우, 전달 노드를 통해 목적 노드로 데이터 신호를 동시 전송하는 단계를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

정종수

대전광역시 중구 유등천동로 428 파라곤아파트 30
5동 1703호

전종암

대전광역시 유성구 어은로 57 한빛아파트 133동
404호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10035570

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업원천기술개발사업(ETRI 연구개발지원사업)

연구과제명 스마트&그린 빌딩용 자가충전 지능형 센서노드 플랫폼 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2010.03.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

하나 이상의 노드를 포함하는 데이터 통신 시스템이 데이터 신호를 전송하는 방법에 있어서,
소스 노드가 하나 이상의 타 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신하는 경우, 웨이크업 메시지를 발신하는 단계;
상기 웨이크업 메시지를 수신한 하나 이상의 노드가 전달 노드인 경우, 상기 전달 노드가 타 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신함에 따라 상기 웨이크업 메시지를 발신하는 단계;
상기 웨이크업 메시지를 수신한 노드가 목적 노드인 경우, 상기 목적 노드가 상기 웨이크업 메시지를 수신함에 따라 응답 메시지를 발신하는 단계;
상기 전달 노드가 상기 응답 메시지를 수신하는 경우, 상기 응답 메시지를 발신하는 단계; 및
상기 소스 노드가 상기 응답 메시지를 수신하는 경우, 상기 전달 노드를 통해 상기 목적 노드로 데이터 신호를
동시 전송하는 단계;
를 포함하는 데이터 통신 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,
상기 소스 노드가 상기 응답 메시지를 수신하는 경우, 상기 전달 노드를 통해 상기 목적 노드로 데이터 신호를
동시 전송하는 단계는,
상기 소스 노드가 상기 응답 메시지를 수신하는 단계; 및
상기 소스 노드가 상기 데이터 신호를 발신하는 단계;
상기 전달 노드가 상기 데이터 신호를 수신하는 경우, 상기 데이터 신호를 발신하는 단계; 및
상기 목적 노드가 상기 데이터 신호를 수신하는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,
상기 소스 노드가 상기 응답 메시지를 수신하는 경우, 상기 전달 노드를 통해 상기 목적 노드로 데이터 신호를
동시 전송하는 단계는,
상기 소스 노드가 상기 응답 메시지 수신 후, 전송 대기 시간 동안 대기하는 단계;
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,
상기 목적 노드가 상기 웨이크업 메시지를 수신함에 따라 응답 메시지를 발신하는 단계는,
상기 목적 노드가 상기 웨이크업 메시지를 수신하는 경우, 응답 메시지를 발신하는 단계; 및

상기 목적 노드가 백오프 대기 시간 동안 대기하는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
전달 노드 대기 시간 동안 데이터 전송이 수행되지 않는 경우, 상기 전달 노드가 휴면 상태로 전환하는 단계;
를 더 포함하는 데이터 통신 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,
상기 목적 노드가 상기 데이터의 전송이 완료되는 경우, 데이터 Ack를 상기 전달 노드를 통해 상기 소스 노드로 전송하는 단계; 및
상기 소스 노드, 상기 전달 노드 및 상기 목적 노드가 상기 데이터 Ack의 전송 또는 수신에 따라 휴면 상태로 전환하는 단계;
를 더 포함하는 데이터 통신 방법.

청구항 7

하나 이상의 노드와 연결되어 신호를 송수신하는 통신 인터페이스;
상기 통신 인터페이스를 통해 명령어에 따른 데이터 전송을 수행하는 프로세서; 및
상기 명령어를 적재하는 메모리;
를 포함하되,
상기 명령어는
전송 이벤트가 발생한 이후 하나 이상의 제1 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신하는 경우, 목적 노드의 주소를 포함하는 웨이크업 메시지를 발신하는 단계;
상기 제1 통신 노드로부터 응답 메시지를 수신하는 단계; 및
상기 응답 메시지에 따라 데이터 신호를 발신하는 단계;
를 수행하기 위한 명령어를 포함하는 데이터 통신 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,
상기 제1 통신 노드로부터 응답 메시지를 수신하는 단계는,
상기 제1 통신 노드로부터 응답 메시지를 수신하는 단계; 및
전송 대기 시간 동안 대기하는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 장치.

청구항 9

제7 항에 있어서,
상기 명령어는,
상기 제1 통신 노드로부터 메시지 Ack를 수신하는 경우, 휴면 모드로 전환하는 단계;
를 수행하기 위한 명령어를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 장치.

청구항 10

제7 항에 있어서,
상기 명령어는,
상기 전송 이벤트가 발생하기 이전에 미리 지정된 주기에 따라 프로브 패킷을 발신하는 단계;
하나 이상의 제2 통신 노드로부터 상기 웨이크업 메시지를 수신하고, 상기 웨이크업 메시지에 따라 활성 모드로 전환하는 단계;
상기 웨이크업 메시지에 포함된 목적 노드의 주소가 자 노드의 주소와 동일한 경우, 응답 메시지를 발신하는 단계; 및
상기 제2 통신 노드로부터 데이터 신호를 수신하는 단계;
를 수행하기 위한 명령어를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 장치.

청구항 11

제10 항에 있어서,
상기 웨이크업 메시지에 포함된 목적 노드의 주소가 자 노드의 주소와 동일한 경우, 응답 메시지를 발신하는 단계는,
상기 웨이크업 메시지의 수신 이후, 백오프 대기 시간 동안 대기하는 단계; 및
상기 백오프 대기 시간의 경과 후, 응답 메시지를 발신하는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 장치.

청구항 12

제10 항에 있어서,
상기 명령어는,
상기 제2 통신 노드로부터 상기 데이터 신호의 수신이 완료된 경우, 데이터 Ack를 발신하고, 휴면 상태로 전환하는 단계;
를 수행하기 위한 명령어를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 장치.

청구항 13

제10 항에 있어서,
상기 명령어는,
상기 웨이크업 메시지에 포함된 목적 노드의 주소가 자 노드의 주소와 동일하지 않은 경우, 하나 이상의 제3 통

신 노드로부터 프로브 패킷을 수신하는 단계;

상기 제3 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신함에 따라 상기 웨이크업 메시지를 발신하는 단계;

상기 제3 통신 노드로부터 응답 메시지를 수신하는 경우, 상기 응답 메시지를 발신하는 단계; 및

상기 제2 통신 노드로부터 데이터 신호를 수신하는 경우, 데이터 신호를 발신하는 단계;

를 수행하기 위한 명령어를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 장치.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 명령어는,

상기 제3 통신 노드로부터 데이터 Ack를 수신하는 경우, 데이터 Ack를 발신하고 휴면 모드로 전환하는 단계;

를 수행하기 위한 명령어를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 장치.

청구항 15

제13 항에 있어서,

상기 명령어는,

전달 노드 대기 시간 동안 데이터 전송이 수행되지 않는 경우, 휴면 상태로 전환하는 단계;

를 수행하기 위한 명령어를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 통신 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 데이터 전송 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크에서 동시 전송을 이용한 데이터를 전송하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기존 애드 혹 라우팅에서는 AODV(Ad hoc On-Demand Distance Vector) 라우팅과 같이 소스 노드(source node)에서 목적 노드(destination node)까지 브로드캐스트의 반복(broadcast relay)을 통해 경로를 찾는 reactive 라우팅과, 트리(tree) 네트워크와 같이 주기적으로 자신의 존재를 브로드캐스트하여 네트워크의 토폴로지를 형성하고 토폴로지 기반으로 데이터 신호를 전송하는 proactive 라우팅 기법이 있다. 하지만, 저전력 무선 네트워크에서 데이터 전송이 많지 않은 경우, 라우팅 테이블을 유지하는데 두 기법 모두 필요 이상의 에너지를 소모할 뿐만 아니라 네트워크의 트래픽(traffic)을 증가시켜 결국 네트워크의 통신 효율이 낮아진다.

[0003] 특히 무선 센서 네트워크와 같이 에너지 효율이 중요한 무선 애드 혹 네트워크에서 각 노드는 주기적으로 잠들었다가 통신이 필요한 경우 잠시 깨서 통신하는 duty-cycling을 주로 사용한다. 기존의 라우팅 기법은 라우팅 경로 설정 및 라우팅 테이블 업데이트를 위해 브로드캐스트가 필수인데, duty-cycling 기반 네트워크에서 브로드캐스트는 에너지 소모가 큰 비효율적인 통신이다. 따라서, 저전력 무선 네트워크에서 라우팅 테이블을 유지하는 것은 에너지 측면에서 비효율적이다.

[0004] 한편, 최근 연구에서는 서로 다른 두 노드가 통신 방식에 따른 최소 시간 이내에 시각 동기를 맞추어, 완전히 동일한 데이터 신호를 동시에 전송할 경우 두 패킷이 서로 간섭을 일으키지 않고 온전히 수신되는, 동시 전송(concurrent transmission) 기법이 제안되었다. 예를 들어 IEEE 802.15.4 표준의 2.4GHz OQPSK 변조레이션(modulation)의 경우, DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum) chip rate에 따라 $1/2\text{MHz} = 0.5\text{usec}$ 이내에 서로 다른 두 노드가 동시에 동일한 데이터 신호를 전송하면 수신 노드가 데이터 신호를 신뢰성 있게 수신할 수

있다. 동시 전송을 이용하여 데이터 신호를 전송하기 위해서는 네트워크의 모든 노드가 동일한 시간에 깨어있어야만 한다. 각 노드의 지역(local) 시간이 균일하지 않기 때문에, 기존의 기법에서는 모든 노드가 주기적으로 일어나서 동시 전송을 통해 시각 동기화(Time Synchronization)를 수행하였다. 하지만, 저전력 무선 네트워크에서 주기적인 통신은 결국 노드의 에너지를 필요 이상으로 소모하기 때문에 바람직하지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 라우팅 테이블을 사용하지 않고, 주기적인 시간 동기화를 수행하지 않는 데이터 통신 시스템을 구성하는 데이터 통신 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 하나 이상의 노드를 포함하는 데이터 통신 시스템이 데이터 신호를 전송하는 방법에 있어서, 소스 노드가 하나 이상의 타 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신하는 경우, 웨이크업 메시지를 발신하는 단계; 상기 웨이크업 메시지를 수신한 하나 이상의 노드가 전달 노드인 경우, 상기 전달 노드가 타 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신함에 따라 상기 웨이크업 메시지를 발신하는 단계; 상기 웨이크업 메시지를 수신한 노드가 목적 노드인 경우, 상기 목적 노드가 상기 웨이크업 메시지를 수신함에 따라 응답 메시지를 발신하는 단계; 상기 전달 노드가 상기 응답 메시지를 수신하는 경우, 상기 응답 메시지를 발신하는 단계; 및 상기 소스 노드가 상기 응답 메시지를 수신하는 경우, 상기 전달 노드를 통해 상기 목적 노드로 데이터 신호를 동시 전송하는 단계;를 포함하는 데이터 통신 방법이 제공된다.

[0007] 상기 소스 노드가 상기 응답 메시지를 수신하는 경우, 상기 전달 노드를 통해 상기 목적 노드로 데이터 신호를 동시 전송하는 단계는, 상기 소스 노드가 상기 응답 메시지를 수신하는 단계; 및 상기 소스 노드가 상기 데이터 신호를 발신하는 단계; 상기 전달 노드가 상기 데이터 신호를 수신하는 경우, 상기 데이터 신호를 발신하는 단계; 및 상기 목적 노드가 상기 데이터 신호를 수신하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 소스 노드가 상기 응답 메시지를 수신하는 경우, 상기 전달 노드를 통해 상기 목적 노드로 데이터 신호를 동시 전송하는 단계는, 상기 소스 노드가 상기 응답 메시지 수신 후, 전송 대기 시간 동안 대기하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0009] 상기 목적 노드가 상기 웨이크업 메시지를 수신함에 따라 응답 메시지를 발신하는 단계는, 상기 목적 노드가 상기 웨이크업 메시지를 수신하는 경우, 응답 메시지를 발신하는 단계; 및 상기 목적 노드가 백오프 대기 시간 동안 대기하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 데이터 통신 방법은 전달 노드 대기 시간 동안 데이터 전송이 수행되지 않는 경우, 상기 전달 노드가 휴면 상태로 전환하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 데이터 통신 방법은 상기 목적 노드가 상기 데이터의 전송이 완료되는 경우, 데이터 Ack를 상기 전달 노드를 통해 상기 소스 노드로 전송하는 단계; 및 상기 소스 노드, 상기 전달 노드 및 상기 목적 노드가 상기 데이터 Ack의 전송 또는 수신에 따라 휴면 상태로 전환하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 하나 이상의 노드와 연결되어 신호를 송수신하는 통신 인터페이스; 상기 통신 인터페이스를 통해 명령어에 따른 데이터 전송을 수행하는 프로세서; 및 상기 명령어를 적재하는 메모리;를 포함하되, 상기 명령어는 전송 이벤트가 발생한 이후 하나 이상의 제1 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신하는 경우, 목적 노드의 주소를 포함하는 웨이크업 메시지를 발신하는 단계; 상기 제1 통신 노드로부터 응답 메시지를 수신하는 단계; 및 상기 응답 메시지에 따라 데이터 신호를 발신하는 단계;를 수행하기 위한 명령어를 포함하는 데이터 통신 장치가 제공된다.

[0013] 상기 제1 통신 노드로부터 응답 메시지를 수신하는 단계는, 상기 제1 통신 노드로부터 응답 메시지를 수신하는 단계; 및 전송 대기 시간 동안 대기하는 단계;를 포함할 수 있다.

- [0014] 상기 명령어는, 상기 제1 통신 노드로부터 메시지 Ack를 수신하는 경우, 휴면 모드로 전환하는 단계; 를 수행하기 위한 명령어를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 명령어는, 상기 전송 이벤트가 발생하기 이전에 미리 지정된 주기에 따라 프로브 패킷을 발신하는 단계; 하나 이상의 제2 통신 노드로부터 상기 웨이크업 메시지를 수신하고, 상기 웨이크업 메시지에 따라 활성 모드로 전환하는 단계; 상기 웨이크업 메시지에 포함된 목적 노드의 주소가 자 노드의 주소와 동일한 경우, 응답 메시지를 발신하는 단계; 및 상기 제2 통신 노드로부터 데이터 신호를 수신하는 단계;를 수행하기 위한 명령어를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 웨이크업 메시지에 포함된 목적 노드의 주소가 자 노드의 주소와 동일한 경우, 응답 메시지를 발신하는 단계는, 상기 웨이크업 메시지의 수신 이후, 백오프 대기 시간 동안 대기하는 단계; 및 상기 백오프 대기 시간의 경과 후, 응답 메시지를 발신하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 명령어는, 상기 제2 통신 노드로부터 상기 데이터 신호의 수신이 완료된 경우, 데이터 Ack를 발신하고, 휴면 상태로 전환하는 단계; 를 수행하기 위한 명령어를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 명령어는, 상기 웨이크업 메시지에 포함된 목적 노드의 주소가 자 노드의 주소와 동일하지 않은 경우, 하나 이상의 제3 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신하는 단계; 상기 제3 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신함에 따라 상기 웨이크업 메시지를 발신하는 단계; 상기 제3 통신 노드로부터 응답 메시지를 수신하는 경우, 상기 응답 메시지를 발신하는 단계; 및 상기 제2 통신 노드로부터 데이터 신호를 수신하는 경우, 데이터 신호를 발신하는 단계; 를 수행하기 위한 명령어를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 명령어는, 상기 제3 통신 노드로부터 데이터 Ack를 수신하는 경우, 데이터 Ack를 발신하고 휴면 모드로 전환하는 단계; 를 수행하기 위한 명령어를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 명령어는, 전달 노드 대기 시간 동안 데이터 전송이 수행되지 않는 경우, 휴면 상태로 전환하는 단계; 를 수행하기 위한 명령어를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 라우팅 테이블을 사용하지 않고, 주기적인 시간 동기화를 수행하지 않도록 하여, 각 노드의 소모 에너지를 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 장치를 예시한 도면.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 장치가 데이터 신호를 전송하는 과정을 예시한 도면.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 데이터 통신 장치를 포함하는 데이터 통신 시스템을 예시한 블록도.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 데이터 통신 장치가 데이터 신호를 전송하는 과정을 예시한 흐름도.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 시스템에서 데이터 신호가 전송되는 것을 예시한 일 도면.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 시스템에서 데이터 신호가 전송되는 것을 예시한 다른 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세한 설명을 통해 상세히 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0024] 또한, 본 명세서에서, 일 구성요소가 다른 구성요소로 신호를 “전송한다” 로 언급된 때에는, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소와 직접 연결되어 신호를 전송할 수 있지만, 특별히 반대되는 기재가 존재하지 않는 이상, 중간에 또 다른 구성요소를 매개하여 신호를 전송할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 장치를 예시한 도면이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 지적재산권 분석 장치는 통신 인터페이스(110), 프로세서(120), 메모리(130) 및 스토리지(140)를 포함한다.
- [0027] 통신 인터페이스(110)는 타 통신 노드와 무선 통신 프로토콜을 통해 연결되어, 하나 이상의 무선 신호를 송수신한다. 예를 들어, 통신 인터페이스(110)는 타 통신 노드로부터 프로브(Probe) 패킷, 웨이크업 메시지, 응답 메시지, 데이터 신호, 데이터 Ack, 등의 무선 신호를 수신한다. 이 때, 프로브 패킷은 공지된 duty-cycling 기반 저전력 통신 기법에서 각 노드가 주기적으로 타 통신 노드로 전송하는 패킷이다. 응답 메시지는 데이터 신호를 수신할 최종 목적지인 목적 노드가 전달 노드를 통해 소스 노드로 데이터 수신 준비가 완료되었음을 알리는 메시지이다. 데이터 Ack는 목적 노드가 전달 노드를 통해 소스 노드로 데이터 수신 완료되었음을 알리는 Ack 신호이다. 또한, 통신 인터페이스(110)는 프로브(Probe) 패킷, 웨이크업 메시지, 응답 메시지, 데이터 신호, 데이터 Ack 등의 무선 신호를 타 통신 노드로 발신한다. 추후, 각 무선 신호를 통한 데이터 전송 과정을 상세히 설명하도록 한다.
- [0028] 프로세서(120)는 메모리(130)에 적재된 명령어에 따라 데이터 전송 과정을 수행한다.
- [0029] 메모리(130)는 데이터 전송을 위한 명령어를 스토리지(140)로부터 적재하고, 적재된 명령어를 프로세서(120)로 제공한다.
- [0030] 스토리지(140)는 데이터 전송을 위한 명령어를 저장한다.
- [0031] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 장치가 미리 지정된 명령어에 따라 데이터 신호를 전송하는 과정을 상세히 설명하도록 한다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 장치가 데이터 신호를 전송하는 과정을 예시한 도면이다. 이하 설명하는 데이터 통신 장치는 타 통신 노드와 연계하여 데이터 전송을 수행할 수 있다. 이 때, 데이터 통신 장치는 데이터 신호를 최초로 발신하는 소스 노드, 데이터가 최종적으로 전송될 목적 노드 및 소스 노드와 목적 노드 사이에서 데이터 전송을 중계하는 전달 노드 중 하나의 역할을 수행할 수 있다. 즉, 이하에서 설명하는 도 2의 순서도 흐름상 단계 205 내지 단계 235의 과정을 수행하는 경우, 데이터 통신 장치는 소스 노드로써 동작하는 것이다. 또한, 도 2의 순서도 흐름상 단계 205 내지 단계 275의 과정을 수행하는 경우, 데이터 통신 장치는 전달 노드로써 동작하는 것이다. 또한, 도 2의 순서도 흐름상 단계 205 내지 단계 295의 과정을 수행하는 경우, 데이터 통신 장치는 목적 노드로써 동작하는 것이다. 이하에서 설명하는 각 과정은 데이터 통신 장치의 각 기능부를 통해 수행되는 과정이나 발명의 간결하고 명확한 설명을 위해 주체를 데이터 통신 장치로 통칭하여 설명하도록 한다.
- [0033] 또한, 데이터 통신 장치는 활성(wakeup) 모드에서 데이터 통신을 수행하거나, 슬립(sleep) 모드로 전환되어 프로브 신호를 전송 및 웨이크업 신호를 수신하는 등의 동작만을 수행하여 에너지 소모를 줄일 수 있다.
- [0034] 이하, 도 2를 참조하여 데이터 통신 장치가 데이터 통신을 수행하는 각 과정을 상세히 설명하도록 한다.
- [0035] 단계 205에서 데이터 통신 장치는 전송 이벤트가 발생하였는지 판단한다. 이 때, 전송 이벤트는 단말 등의 외부 장치로부터 데이터 송신을 요청 받아 발생하는 이벤트, 당해 데이터 통신 장치에서 특정 데이터가 발생하여 데이터 전송이 이루어져야 하는 경우 발생하는 이벤트와 같이 데이터 전송에 대해 미리 지정된 이벤트일 수 있다.
- [0036] 단계 205에서 전송 이벤트가 발생한 경우, 단계 210에서 데이터 통신 장치는 프로브 패킷의 수신을 위해 대기 수행하고, 대기 중 타 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신한다.
- [0037] 단계 215에서 데이터 통신 장치는 웨이크업(Wake-up) 메시지를 발신한다. 이 때, 웨이크업 메시지는 목적 노드의 주소를 포함할 수 있다. 따라서, 단계 210에서 수신한 프로브 패킷을 전송한 타 통신 노드는 해당 웨이크업 메시지를 수신할 수 있다.
- [0038] 단계 220에서 데이터 통신 장치는 목적 노드로부터 하나 이상의 전달 노드를 통해 전송된 응답 메시지(suppress message)를 수신한다. 이 때, 데이터 통신 장치는 응답 대기 시간 동안 응답 메시지를 수신하지 못하는 경우, 단계 215부터의 과정을 반복 수행할 수 있다.

[0039] 이 때, 응답 대기 시간은 하기의 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

[0040]
$$TO_{wakeUp} = \alpha \times TO_{wakeUp} + (1 - \alpha) \times TO_{wakeUpRep}$$

[0041] 이 때, TO_{wakeUp} 은 네트워크의 최대 홉 수(H_{max}) x I_{wakeUp} 으로 초기화되어 있으며, α 는 wait factor로서 미리 지정된 상수이다. $TO_{wakeUpRep}$ 는 아래 수학적 식 2와 같이 결정된다.

수학적 식 2

[0042]
$$TO_{wakeUpRep} = H_{reported} \times I_{wakeUp}$$

[0043] 여기서, $H_{reported}$ 는 이전 한 번 이상 데이터 신호를 전송했을 때, 이전 데이터 전송에서 당해 데이터 통신 장치와 목적 노드까지의 홉 수이다. 해당 홉 수는 응답 메시지에 포함되며 각 데이터 통신 장치는 타 통신 노드로 응답 메시지를 전송할 때 $H_{reported}$ 를 1씩 증가시킬 수 있다. 따라서, 소스 노드인 데이터 통신 장치는 이전 데이터 전송을 위해 수신한 응답 메시지를 참조하여 $H_{reported}$ 를 확인할 수 있다. I_{wakeUp} 은 전송 대기 시간으로써 하기 수학적 식 3과 같이 정의된다.

[0044] 단계 225에서 데이터 통신 장치는 전송 대기 시간 동안 대기한다. 이 때, 데이터 통신 장치는 하기의 수학적식3과 같은 전송 대기 시간 동안 대기를 수행할 수 있다.

수학적 식 3

[0045]
$$I_{wakeUp} = 2 \times (\text{싱크 딜레이} + \text{패킷 전송 시간})$$

[0046] 이 때, 싱크 딜레이는 미리 지정된 상수일 수 있고, 패킷 전송 시간은 목적 노드로부터 소스 노드까지 응답 메시지의 전송에 소요된 시간이다. 이 때, 목적 노드는 응답 메시지를 발신한 시간을 응답 메시지에 포함시킬 수 있고, 데이터 통신 장치는 응답 메시지에 포함된 응답 메시지의 발신 시간과 해당 응답 메시지를 수신한 시간의 차를 통해 패킷 전송 시간을 산출할 수 있다.

[0047] 단계 230에서 데이터 통신 장치는 전송 대기 시간이 종료된 이후, 데이터 신호를 전송한다. 예를 들어, 단계 220에서 제1 전달 노드로부터 응답 메시지를 수신하고, 대기 시간 동안 제2 전달 노드로부터 응답 메시지를 수신한 경우, 데이터 통신 장치는 데이터 신호를 전송하여 제1 전달 노드 및 제2 전달 노드가 데이터 신호를 동시에 수신할 수 있도록 할 수 있다. 따라서, 데이터 통신 장치는 전송 대기 시간 동안 대기한 후 데이터 신호를 전송하도록 함으로써 아직 전송 중인 응답 메시지와 데이터 통신 장치가 전송하는 데이터 신호와의 충돌을 피하도록 할 수 있다.

[0048] 단계 235에서 데이터 통신 장치는 데이터 전송의 완료 후, 타 통신 노드(전달 노드)로부터 데이터 Ack를 수신하고, 데이터 Ack의 수신에 따라 휴면(Sleep) 모드로 전환한다.

[0049] 단계 205에서 전송 이벤트가 발생하지 않은 경우, 단계 240에서 데이터 통신 장치는 미리 지정된 주기에 따라 프로브 패킷을 발신한다.

[0050] 단계 245에서 데이터 통신 장치는 단계 240에서 발신한 프로브 패킷을 수신한 타 통신 노드로부터 웨이크업 메시지를 수신한다.

[0051] 단계 250에서 데이터 통신 장치는 웨이크업 메시지에 포함된 목적 노드의 주소와 자신의 주소를 비교하여 자신이 목적 노드인지 판단한다. 즉, 목적 노드의 주소와 자신의 주소가 동일한 경우, 데이터 통신 장치는 자신이 목적 노드임으로 판단한다. 반대로 목적 노드의 주소와 자신의 주소가 상이한 경우, 데이터 통신 장치는 자신이

목적 노드가 아닌 전달 노드임으로 판단한다.

- [0052] 단계 250에서 자신이 목적 노드가 아닌 경우, 단계 255에서 데이터 통신 장치는 타 통신 노드로부터 프로브 패킷을 수신한다. 즉, 데이터 통신 장치는 전달 노드로써 프로브 패킷을 수신한다.
- [0053] 단계 260에서 데이터 통신 장치는 단계 255에서 수신한 프로브 패킷에 따라 단계 245에서 수신한 웨이크업 메시지를 전송한다. 따라서, 단계 255에서 프로브 패킷을 전송한 타 통신 노드는 웨이크업 메시지를 수신하여 활성 (wakeup) 모드로 전환될 수 있다.
- [0054] 단계 265에서 데이터 통신 장치는 타 통신 노드로부터 응답 메시지를 수신하고, 해당 응답 메시지를 전송한다. 따라서, 당해 데이터 통신 장치의 전송 영역에 위치한 타 통신 노드들은 해당 응답 메시지를 수신할 수 있다. 이후, 데이터 통신 장치는 타 통신 노드로부터 동일 응답 메시지를 다시 수신하더라도 해당 응답 메시지를 전송하는 과정을 수행하지 않는다.
- [0055] 단계 270에서 데이터 통신 장치는 하나 이상의 타 통신 노드로부터 데이터 신호를 수신하고, 해당 데이터 신호를 전송한다. 이 때, 데이터 통신 장치는 하나 이상의 타 통신 노드로부터 동시에 동일 데이터 신호를 수신함에 따라 각 데이터 신호 간의 간섭 없이 데이터 신호를 수신할 수 있다. 즉, 데이터 통신 장치는 동시 전송 방식을 통해 데이터 신호를 수신할 수 있다.
- [0056] 단계 275에서 데이터 통신 장치는 타 통신 노드로부터 데이터 Ack를 수신하고, 해당 데이터 Ack를 전송하고, 휴면 모드로 전환한다. 따라서, 데이터 통신 장치의 전송 범위에 위치한 타 통신 노드는 데이터 Ack를 수신할 수 있다.
- [0057] 단계 250에서 자신이 목적 노드인 경우, 단계 280에서 데이터 통신 장치는 백오프 대기 시간 동안 대기한다. 이 때, 백오프 대기 시간은 미리 설정된 시간일 수 있다.
- [0058] 단계 285에서 데이터 통신 장치는 백오프 대기 시간의 경과 후, 타 통신 노드로 응답 메시지를 전송한다. 따라서, 데이터 통신 장치는 백오프 대기 시간 동안 전송되고 있는 웨이크업 메시지와 응답 메시지의 충돌을 방지할 수 있다.
- [0059] 단계 290에서 데이터 통신 장치는 단계 285에서 하나 이상의 타 통신 노드로부터 데이터 신호를 동시에 수신한다.
- [0060] 단계 295에서 데이터 통신 장치는 데이터 전송이 완료됨에 따라 데이터 Ack를 단계 285에서 응답 메시지가 전송된 하나 이상의 타 통신 노드로 동시 전송하고, 휴면 모드로 전환한다.
- [0061] 이 때, 소스 노드는 프로브 패킷, 웨이크업 메시지, 응답 메시지 및 데이터의 초기 전송 시에 CCA(Clear Channel Accessment)를 수행함으로써 보다 성공률을 높일 수 있다. 다만, 전달 노드는 정확한 시간 계산 및 동시 전송을 위해 CCA를 수행하지 않을 수 있다. 또한 데이터 통신 장치는 프로브 패킷 및 웨이크업 메시지보다 전송 세기를 5dBm 높게 하여 데이터 신호를 동시 전송함으로써 hidden terminal에서의 간섭이 있어도 캡처 효과 (capture effect)에 의해 전송이 되도록 할 수 있다.
- [0062] 도 2를 참조하여 상술한 데이터 통신 장치는 데이터 Ack의 전송 또는 수신에 따라 휴면 모드로 전환하는 것으로 설명하였으나, 구현 방법에 따라 데이터 Ack의 전송 과정이 생략되고, 각 상황에 따라 휴면 모드로 전환할 수 있다.
- [0063] 예를 들어, 단계 235에서 데이터 통신 장치는 데이터 전송의 완료 후, 바로 휴면 모드로 전환할 수 있다.
- [0064] 또한, 단계 270에서 데이터 통신 장치는 응답 메시지를 전송한 후, 전달 노드 대기 시간(TO_{TX}) 동안 데이터 신호를 전송이 이루어지지 않은 경우, 휴면 모드로 전환하고 데이터 전송 과정을 종료한다. 전달 노드 대기 시간은 하기의 수학식 4 또는 수학식 5와 같이 정의된다.

수학식 4

$$T_{O_{TX,h}} = (H_{total} \cdot C_{TX} + H_{total} - h) \times T_{SynchDelay} + T_{backoff} + (C_{TX} - 1) \cdot I_{C_{TX}} + \epsilon,$$

[0065]

수학식 5

$$T_{O_{TX,h}} = (h \cdot C_{TX}) \times T_{SynchDelay} + T_{backoff} + (C_{TX} - 1) \cdot I_{C_{TX}} + \epsilon.$$

[0066]

[0067]

C_{TX} 는 전달하고자 하는 데이터 패킷의 수를 의미하며 (데이터 전달은 하나의 패킷이 아닌 여러 개의 패킷일 수 있으며, 하나의 패킷만을 전달하는 경우 C_{TX} 는 1이다.), I 는 해당 수만큼 패킷을 전송하기 위한 시간, 그리고 ϵ 는 버퍼링을 위해 미리 지정된 시간(상수)이다. 또한, H_{total} 은 소스 노드 및 목적 노드 간의 홉 수이고, h 는 소스 노드와 당해 데이터 통신 장치 간의 홉 수이다. $T_{backoff}$ 는 백오프 대기 시간으로 미리 설정된 상수 일 수 있다. 또한, C_{TX} 는 각 데이터 패킷의 헤더 등에 포함되어 있고, H_{total} 및 h 는 웨이크업 메시지에 포함되어 수신될 수 있다.

[0068]

또한, 단계 295에서 데이터 통신 장치는 데이터 전송이 완료됨에 따라 휴면 모드로 전환할 수 있다.

[0069]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 데이터 통신 장치를 포함하는 데이터 통신 시스템을 예시한 블록도이다.

[0070]

도 3을 참조하면, 소스 노드(210)는 데이터 통신 장치 중 전송 이벤트가 발생하여 최초 데이터 신호를 전송하는 노드로써, 도 1 및 도 2를 참조하여 상술한 과정을 통해 제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)와 신호를 송수신한다. 즉, 소스 노드(210)의 전송 영역 내에 제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)가 위치한다. 이 때, 전송 영역은 각 노드가 발신하는 신호를 수신할 수 있는 영역을 의미한다.

[0071]

제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)는 소스 노드(210) 및 목적 노드(240)의 사이에 위치한다. 또한, 제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)의 전송 영역에는 소스 노드(210) 및 목적 노드(240)가 위치한다. 또한, 목적 노드(240)의 전송 영역에는 제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)가 위치한다.

[0072]

이하 도 4를 참조하여 각 노드의 데이터 전송 과정을 상세히 설명하도록 한다.

[0073]

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 데이터 통신 장치를 포함하는 데이터 통신 시스템이 데이터 신호를 전송하는 과정을 예시한 흐름도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 시스템에서 데이터 신호가 전송되는 것을 예시한 일 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 시스템에서 데이터 신호가 전송되는 것을 예시한 다른 도면이다.

[0074]

단계 405에서 소스 노드(210)는 미리 지정된 전송 이벤트가 발생함을 감지한다.

[0075]

단계 410에서 소스 노드(210)는 제1 전달 노드(220)로부터 프로브 패킷을 수신한다.

[0076]

단계 415에서 소스 노드(210)는 목적 노드(240)의 주소를 포함하는 웨이크업 메시지를 전송하여, 제1 전달 노드(220)가 웨이크업 메시지를 수신하고 활성 모드로 전환되도록 한다. 이 때, 제2 전달 노드(220)는 프로브 패킷을 전송한 상태가 아니기 때문에 웨이크업 메시지를 수신하지 않는다.

[0077]

단계 420에서 제1 전달 노드(220)는 웨이크업 메시지에 포함된 주소를 참조하여 당해 제1 전달 노드(220)의 목적 노드 여부를 확인한 후 대기하다가 목적 노드(240)로부터 프로브 패킷을 수신한다.

[0078]

단계 425에서 제1 전달 노드(220)는 웨이크업 메시지를 전송하여, 목적 노드(240)가 웨이크업 메시지를 수신하

고 활성 모드로 전환되도록 한다.

- [0079] 단계 427에서 목적 노드(240)는 백오프 대기 시간에 따른 대기를 수행한다. 이 때, 백오프 대기 시간은 단계 427부터 단계 445까지의 시간임을 가정하도록 한다.
- [0080] 단계 430에서 소스 노드(210)는 제2 전달 노드(230)로부터 프로브 패킷을 수신한다.
- [0081] 단계 435에서 소스 노드(210)는 목적 노드(240)의 주소를 포함하는 웨이크업 메시지를 전송하여, 제2 전달 노드(230)가 웨이크업 메시지를 수신함에 따라 활성 모드로 전환되도록 한다.
- [0082] 단계 440에서 제2 전달 노드(230)는 웨이크업 메시지에 포함된 주소를 참조하여 당해 제2 전달 노드(230)의 목적 노드 여부를 확인한 후 대기한다.
- [0083] 단계 450에서 목적 노드(240)는 백오프 대기 시간의 경과에 따라 응답 메시지를 전송하여 제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)가 수신하도록 한다. 따라서, 단계 435에서 전달되는 웨이크업 메시지와 응답 메시지의 충돌을 방지될 수 있다.
- [0084] 단계 455에서 제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)는 목적 노드(240)로부터 응답 메시지를 수신함에 따라 해당 응답 메시지를 동시에 전송한다.
- [0085] 단계 460에서 소스 노드(210)는 전송 대기 시간 동안 대기 후, 데이터 전송을 시작한다. 이 때, 제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)는 소스 노드(210)가 전송한 데이터 신호를 동시에 수신할 수 있다. 도 5를 참조하여 예를 들면, 소스 노드(210)는 데이터 신호를 전송함에 따라 당해 소스 노드(210)의 전송 영역(510) 내에 위치한 제1 중간 노드(220) 및 제2 중간 노드(230)는 데이터 신호를 동시에 수신할 수 있다.
- [0086] 단계 465에서 제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)는 데이터 신호를 수신함에 따라 데이터 신호를 동시에 전송한다. 따라서, 목적 노드(240)는 제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)로부터 데이터 신호를 동시에 수신할 수 있다. 도 6을 참조하여 예를 들면, 제1 전달 노드(220)에 위치한 목적 노드(240)는 제1 전달 노드(220)가 전송한 데이터 신호를 수신하는 동시에, 당해 목적 노드(240)가 제2 전달 노드(230)의 전송 영역(610, 620)에 위치함에 따라 제2 전달 노드(230)가 전송한 데이터 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 제1 중간 노드(220) 및 제2 중간 노드(230)에서 목적 노드(240)로의 동시 전송이 수행될 수 있다. 이 때, 소스 노드(210)는 이전 단계에서 전송한 데이터 신호를 수신하였기 때문에 별도의 동작을 수행하지 않는다.
- [0087] 단계 470에서 목적 노드(240)는 데이터의 전송 완료에 따라 데이터 Ack를 제1 전달 노드(220) 및 제2 전달 노드(230)를 통해 소스 노드(210)로 동시 전송한다. 이 때, 데이터 Ack를 전송 또는 수신한 노드는 휴면 모드로 전환될 수 있다. 또한, 단계 470은 구현 방법에 따라 생략되고, 각 노드는 데이터 전송이 더 이상 이루어지지 않는 지속 시간에 따라 휴면 모드로 전환되도록 변경될 수 있다. 이 때, 구현 방법에 따라 단계 470은 생략되고, 각 노드는 도 2를 참조하여 상술한 바와 같이 소스 노드(210) 및 목적 노드(240)는 데이터 전송 완료 후 바로 휴면 모드로 전환하고, 전달 노드(220, 230)는 전달 노드 대기 시간 동안 데이터 전송이 없는 경우, 휴면 모드로 전환할 수 있다.
- [0088] 또한, 도 4에서는 전달 노드(220, 230)만이 존재하는 것으로 설명하였으나, 소스 노드(210)와 목적 노드(240)간의 거리가 큰 경우, 전달 노드의 수는 증가할 수 있음은 자명하다.
- [0089] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 방법은 특정 노드에게만 데이터 전송을 지시하는 라우팅 방식을 이용하지 않고, 각 노드가 프로브 패킷의 수신에 따라 웨이크업 메시지를 전송하여 각 노드를 활성 모드로 전환시키고, 각 노드가 활성화 된 상태에서 데이터 신호를 수신 및 전송함으로써 특정 경로의 다수의 노드를 통해 데이터 신호를 전송하도록 한다. 하지만, 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 방법은 전달 노드가 데이터 신호를 동시 전송하도록 함으로써 각 데이터 신호의 상호 간섭으로 인해 타 통신 노드로 전달되지 못하는 경우가 발생하지 않는다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 방법은 소스 노드(210)로부터의 홑수 별 복수의 노드가 동시에 데이터 신호를 전송함으로써 인해 해당 데이터 신호를 동시에 수신하는 노드는 상호 간섭 없이 해당 데이터 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 방법은 라우팅 테이블을 이용하지 않고도 상호 간섭 문제 없이 데이터 전송을 할 수 있고, 이에 따라 라우팅 테이블을 생성하기 위해 소요되는 에너지, 네트워크 자원을 절감할 수 있다.
- [0090] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 통신 방법은 주기적인 시각 동기화를 수행하지 않으면서 동시 전송을

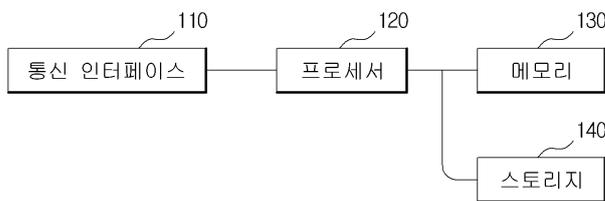
수행하기 때문에 시각 동기화를 위한 자원 소모를 절감할 수 있다.

[0091]

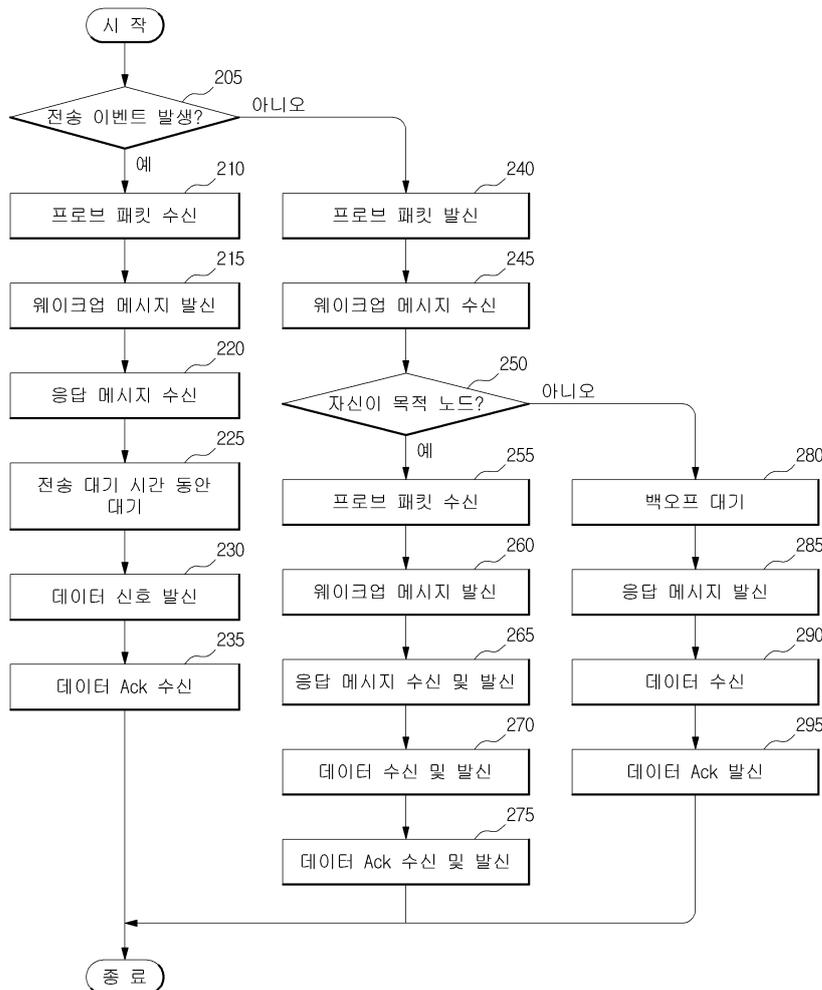
이제까지 본 발명에 대하여 그 실시 예를 중심으로 살펴보았다. 전술한 실시 예 외의 많은 실시 예들이 본 발명의 특허청구범위 내에 존재한다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예는 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

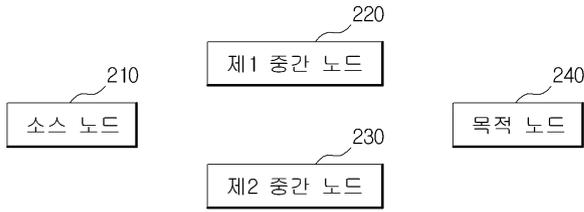
도면1



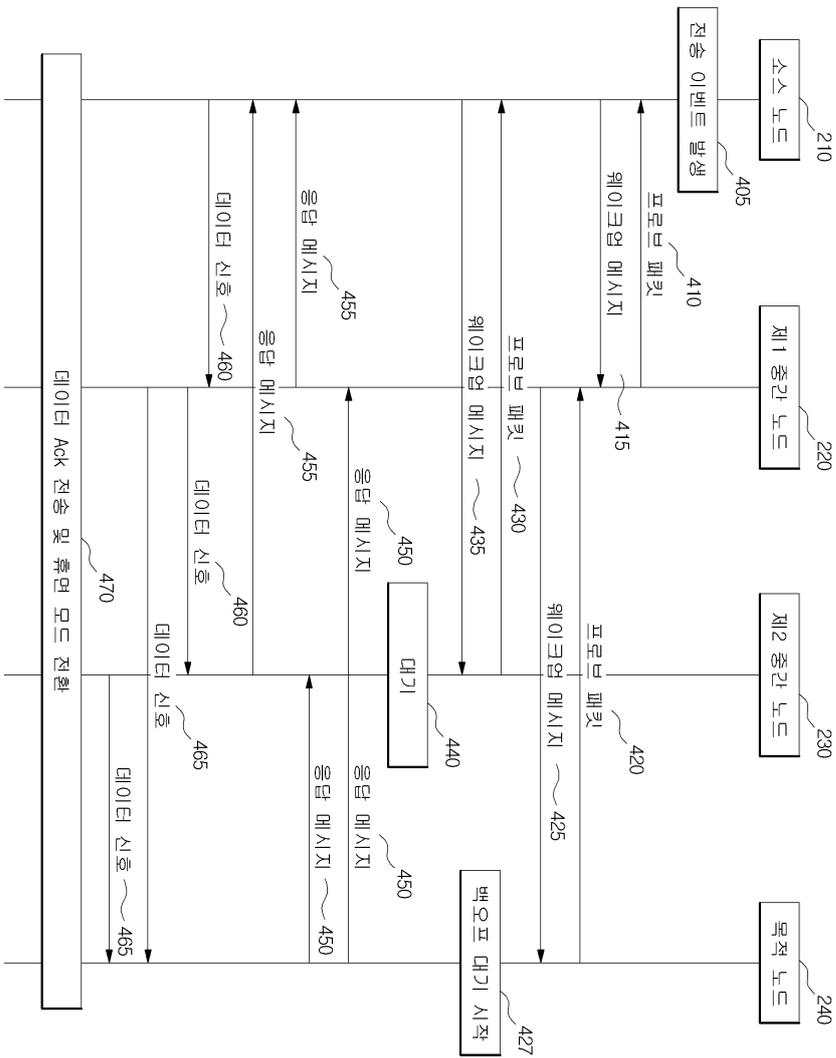
도면2



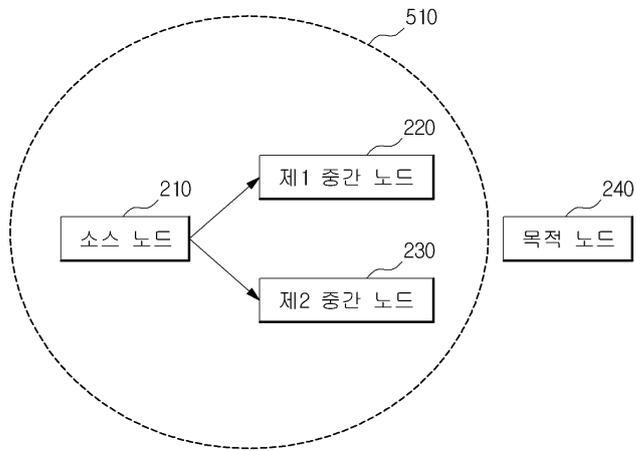
도면3



도면4



도면5



도면6

