



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0162380
(43) 공개일자 2024년11월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 45/302 (2022.01) H04L 12/28 (2006.01)
H04L 45/02 (2022.01) H04L 45/12 (2022.01)
(52) CPC특허분류
H04L 45/302 (2022.05)
H04L 12/28 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2023-0059405
(22) 출원일자 2023년05월08일
심사청구일자 2023년05월08일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)
(72) 발명자
전광길
인천광역시 연수구 해송로 70, 209동 805호(송도동, 송도웰 카운티2단지)
(74) 대리인
특허법인충정

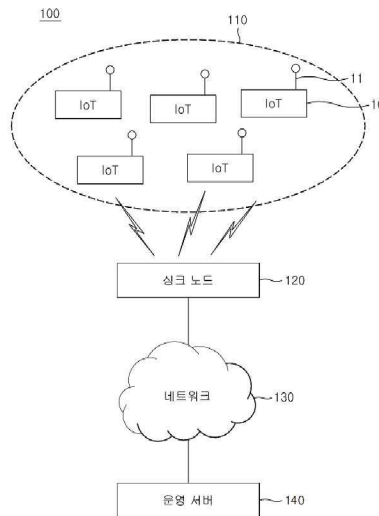
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 저전력 지능형 스마트 그리드 운영 방법

(57) 요약

본 발명은 지능형 스마트 그리드 운영 방법에 관한 것으로서, 본 발명의 스마트 그리드의 데이터 전송을 관리하기 위한 스마트 그리드 운영 방법은, 상기 스마트 그리드는, 네트워크 상의 운영 서버와 연동하는 싱크 노드 및, 상기 싱크 노드의 제어를 받으며 멀티홉 통신이 가능한 복수의 IoT 노드들을 포함하고, 각 IoT 노드는 센서로부터의 감지 신호에 응답하여 상기 싱크 노드를 목적지로서 데이터를 생성하며, 상기 각 IoT 노드에서, 상기 싱크 노드 방향으로 이웃하는 IoT 노드들 중 통신 가능한 아이들링 노드들을 탐색하는 단계, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 적합도를 산출하는 단계, 상기 적합도에 기초하여 상기 아이들링 노드들 중 최적 노드를 선택하는 단계, 및 상기 최적 노드로 상기 데이터를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04L 45/02 (2022.05)

H04L 45/12 (2022.05)

명세서

청구범위

청구항 1

스마트 그리드의 데이터 전송을 관리하기 위한 스마트 그리드 운영 방법에 있어서,

상기 스마트 그리드는, 네트워크 상의 운영 서버와 연동하는 싱크 노드 및, 상기 싱크 노드의 제어를 받으며 멀티홉 통신이 가능한 복수의 IoT 노드들을 포함하고, 각 IoT 노드는 센서로부터의 감지 신호에 응답하여 상기 싱크 노드를 목적지로서 데이터를 생성하며,

상기 각 IoT 노드에서, 상기 싱크 노드 방향으로 이웃하는 IoT 노드들 중 아이들링 노드들을 탐색하는 단계;

상기 아이들링 노드들 각각에 대한 적합도를 산출하는 단계;

상기 적합도에 기초하여 상기 아이들링 노드들 중 최적 노드를 선택하는 단계; 및

상기 최적 노드로 상기 데이터를 전송하는 단계

를 포함하는 스마트 그리드 운영 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 아이들링 노드들을 탐색하는 단계에서, 상기 싱크 노드와 통신 가능한 경우, 상기 각 IoT 노드는 상기 데이터를 상기 싱크 노드로 전송하는 스마트 그리드 운영 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 적합도를 산출하는 단계는,

상기 각 IoT 노드에서 메모리에 저장하고 있는 상기 복수의 IoT 노드들 각각의 위치 정보를 기초로, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 데이터의 전송 전력을 산출하는 단계;

상기 아이들링 노드들 각각에 소정의 메시지를 송신하고 응답을 수신하여 링크 소요 시간을 측정하는 단계;

상기 복수의 IoT 노드들 각각에 대하여 상기 데이터를 전송할 때의 이전의 각각의 데이터 전송 실패율을 저장하고 있는 상기 메모리를 참조하여, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 데이터 전송 실패율을 추정하는 단계; 및

상기 전송 전력, 상기 링크 소요 시간 및 상기 데이터 전송 실패율을 기초로 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 적합도를 산출하는 단계

를 포함하는 스마트 그리드 운영 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 위치 정보는 GPS(Global Positioning System) 정보를 포함하는 스마트 그리드 운영 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 적합도를 산출하는 단계에서 상기 전송 전력, 상기 링크 소요 시간 및 상기 데이터 전송 실패율에 대한 각각의 가중치를 적용하여 상기 적합도를 산출하고,

상기 최적 노드를 선택하는 단계에서 상기 적합도가 가장 작은 값을 갖는 노드를 상기 최적 노드로 선택하는 스

마트 그리드 운영 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 적합도를 산출하기 위한 복수의 파라미터들 각각에 대한 가중치의 산출 및 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 적합도에 따른 상기 최적 노드의 선택은, 기계 학습 모델을 수행하여 이루어지며,

상기 기계 학습 모델은, 상기 복수의 파라미터들 각각에 대한 가중치의 산출 및 상기 최적 노드의 선택 결과에 대해, 실제 그라운드 트루쓰 최적 노드를 참조하여 각각의 상기 가중치를 조정하도록 학습된 모델인 스마트 그리드 운영 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 최적 노드로 상기 데이터를 전송하는 단계는,

상기 각 IoT 노드에서, 마스터키를 이용해 암호화된, 세션키 암호화 메시지를 상기 싱크 노드로부터 수신하되, 공개키를 이용해 세션키를 암호화한 메시지를 상기 마스터키를 이용해 다시 암호화한 메시지를 포함하는 상기 세션키 암호화 메시지를 수신하는 단계;

상기 싱크 노드와 미리 공유된 상기 마스터키를 이용해 상기 세션키 암호화 메시지를 복호화하는 단계;

상기 싱크 노드와 미리 공유된 상기 공개키를 이용해 복호화된 상기 세션키 암호화 메시지를 복호화함으로써 상기 세션키를 획득하는 단계; 및

상기 데이터를 상기 세션키로 암호화하여 상기 최적 노드로 전송하는 단계

를 포함하는 스마트 그리드 운영 방법.

청구항 8

스마트 그리드의 데이터 전송을 관리하기 위한 컴퓨터에 의해 관독 가능한 기록매체에 있어서,

상기 스마트 그리드는, 네트워크 상의 운영 서버와 연동하는 싱크 노드 및, 상기 싱크 노드의 제어를 받으며 멀티홉 통신이 가능한 복수의 IoT 노드들을 포함하고, 각 IoT 노드는 센서로부터의 감지 신호에 응답하여 상기 싱크 노드를 목적지로하는 데이터를 생성하며,

상기 기록매체는,

상기 각 IoT 노드에서, 상기 싱크 노드 방향으로 이웃하는 IoT 노드들 중 아이들링 노드들을 탐색하는 기능;

상기 아이들링 노드들 각각에 대한 적합도를 산출하는 기능;

상기 적합도에 기초하여 상기 아이들링 노드들 중 최적 노드를 선택하는 기능; 및

상기 최적 노드로 상기 데이터를 전송하는 기능

을 수행하는 기록 매체.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 아이들링 노드들을 탐색하는 기능에서, 상기 싱크 노드와 통신 가능한 경우, 상기 각 IoT 노드는 상기 데이터를 상기 싱크 노드로 전송하는 기록 매체.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 적합도를 산출하는 기능은,

상기 각 IoT 노드에서 메모리에 저장하고 있는 상기 복수의 IoT 노드들 각각의 위치 정보를 기초로, 상기 아이

들링 노드들 각각에 대한 상기 데이터의 전송 전력을 산출하는 기능;

상기 아이들링 노드들 각각에 소정의 메시지를 송신하고 응답을 수신하여 링크 소요 시간을 측정하는 기능;

상기 복수의 IoT 노드들 각각에 대하여 상기 데이터를 전송할 때의 이전의 각각의 데이터 전송 실패율을 저장하고 있는 상기 메모리를 참조하여, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 데이터 전송 실패율을 추정하는 기능; 및

상기 전송 전력, 상기 링크 소요 시간 및 상기 데이터 전송 실패율을 기초로 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 적합도를 산출하는 기능

를 포함하는 기록 매체.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 위치 정보는 GPS(Global Positioning System) 정보를 포함하는 스마트 그리드 운영 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 적합도를 산출하는 기능에서 상기 전송 전력, 상기 링크 소요 시간 및 상기 데이터 전송 실패율에 대한 각각의 가중치를 적용하여 상기 적합도를 산출하고,

상기 최적 노드를 선택하는 기능에서 상기 적합도가 가장 작은 값을 갖는 노드를 상기 최적 노드로 선택하는 기록 매체.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 적합도를 산출하기 위한 복수의 파라미터들 각각에 대한 가중치의 산출 및 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 적합도에 따른 상기 최적 노드의 선택은, 기계 학습 모델을 수행하여 이루어지며,

상기 기계 학습 모델은, 상기 복수의 파라미터들 각각에 대한 가중치의 산출 및 상기 최적 노드의 선택 결과에 대해, 실제 그라운드 트루쓰 최적 노드를 참조하여 각각의 상기 가중치를 조정하도록 학습된 모델인 기록 매체.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 최적 노드로 상기 데이터를 전송하는 기능은,

상기 각 IoT 노드에서, 마스터키를 이용해 암호화된, 세션키 암호화 메시지를 상기 싱크 노드로부터 수신하되, 공개키를 이용해 세션키를 암호화한 메시지를 상기 마스터키를 이용해 다시 암호화한 메시지를 포함하는 상기 세션키 암호화 메시지를 수신하는 기능;

상기 싱크 노드와 미리 공유된 상기 마스터키를 이용해 상기 세션키 암호화 메시지를 복호화하는 기능;

상기 싱크 노드와 미리 공유된 상기 공개키를 이용해 복호화된 상기 세션키 암호화 메시지를 복호화함으로써 상기 세션키를 획득하는 기능; 및

상기 데이터를 상기 세션키로 암호화하여 상기 최적 노드로 전송하는 기능

를 포함하는 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 스마트 그리드에 관한 것으로서, 특히, 스마트 그리드 네트워크 상의 데이터 전송이 안전하고 에너지

[0001]

효율적인 저전력 지능형 스마트 그리드 운영 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] IoT(Internet of Things)는 무선 기술을 지원하여 언제 어디서나 인터넷, 이동 통신 등 모든 네트워크를 통해 사람과 사물을 연결할 수 있다. 스마트 그리드는 송전선, 배전 변전소 및 소비자로 구성된 네트워크를 포함하고, 상호 간의 데이터를 수집 및 관리하기 위하여 IoT 애플리케이션이 적용될 수 있다. 스마트 그리드는 상당한 양의 이와 같은 데이터를 처리하기 때문에 노드 상호 간에 안정적인 실시간 연결이 필요하다. 스마트 그리드는 많은 양의 데이터를 생성하며 각 노드에서 데이터의 크기와 속도가 다르기 때문에 데이터를 저장, 처리 및 분석하는 데 한계가 있을 수 있다. 스마트 그리드의 온도, 전력 이상 상태, 전력량 등 다양한 감지 센서를 구비한 각 노드는 상호 연동되어 감지한 데이터를 싱크 노드를 향해 멀티 홉 방식으로 전송하여 클라우드 스토리지에서 관리될 수 있도록 한다.

[0003] 스마트 그리드에서 최적의 데이터 전송 경로를 선택하기 위한 데이터 라우팅의 효과적인 관리를 위해 수많은 방법이 개발되어 왔다. 그러나, 각 노드에서 에너지 소비를 줄여 라우팅 문제를 해결하기 위한 많은 방안이 제시되고 있지만, 대부분의 기존 솔루션은 다중 경로의 트래픽을 효과적으로 제어하지 못하며 데이터 손상 없이 안정된 데이터 전송을 보장하지 못하고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 따라서, 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 스마트 그리드 환경에서 각 IoT 노드(에지 디바이스)가 네트워크 상의 스마트 그리드 운영 서버와 연동하는 싱크 노드로의 멀티 홉 데이터 전송에서 노드들 간의 상관관계 분석을 통해 안전하고 에너지 효율적인 스마트 그리드 운영 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 먼저, 본 발명의 특징을 요약하면, 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일면에 따른 스마트 그리드의 데이터 전송을 관리하기 위한 스마트 그리드 운영 방법은, 상기 스마트 그리드는, 네트워크 상의 운영 서버와 연동하는 싱크 노드 및, 상기 싱크 노드의 제어를 받으며 멀티홉 통신이 가능한 복수의 IoT 노드들을 포함하고, 각 IoT 노드는 센서로부터의 감지 신호에 응답하여 상기 싱크 노드를 목적지로하는 데이터를 생성하며, 상기 각 IoT 노드에서, 상기 싱크 노드 방향으로 이웃하는 IoT 노드들 중 아이들링 노드들을 탐색하는 단계; 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 적합도를 산출하는 단계; 상기 적합도에 기초하여 상기 아이들링 노드들 중 최적 노드를 선택하는 단계; 및 상기 최적 노드로 상기 데이터를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0006] 상기 아이들링 노드들을 탐색하는 단계에서, 상기 싱크 노드와 통신 가능한 경우, 상기 각 IoT 노드는 상기 데이터를 상기 싱크 노드로 전송할 수 있다.

[0007] 상기 적합도를 산출하는 단계는, 상기 각 IoT 노드에서 메모리에 저장하고 있는 상기 복수의 IoT 노드들 각각의 위치 정보를 기초로, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 데이터의 전송 전력을 산출하는 단계; 상기 아이들링 노드들 각각에 소정의 메시지를 송신하고 응답을 수신하여 링크 소요 시간을 측정하는 단계; 상기 복수의 IoT 노드들 각각에 대하여 상기 데이터를 전송할 때의 이전의 각각의 데이터 전송 실패율을 저장하고 있는 상기 메모리를 참조하여, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 데이터 전송 실패율을 추정하는 단계; 및 상기 전송 전력, 상기 링크 소요 시간 및 상기 데이터 전송 실패율을 기초로 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 적합도를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 위치 정보는 GPS(Global Positioning System) 정보를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 적합도를 산출하는 단계에서 상기 전송 전력, 상기 링크 소요 시간 및 상기 데이터 전송 실패율에 대한 각각의 가중치를 적용하여 상기 적합도를 산출하고, 상기 최적 노드를 선택하는 단계에서 상기 적합도가 가장 작은 값을 갖는 노드를 상기 최적 노드로 선택할 수 있다.

[0010] 상기 적합도를 산출하기 위한 복수의 파라미터들 각각에 대한 가중치의 산출 및 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 적합도에 따른 상기 최적 노드의 선택은, 기계 학습 모델을 수행하여 이루어지며, 상기 기계 학습 모델은, 상기 복수의 파라미터들 각각에 대한 가중치의 산출 및 상기 최적 노드의 선택 결과에 대해, 실제 그라운

드 트루쓰 최적 노드를 참조하여 각각의 상기 가중치를 조정하도록 학습된 모델일 수 있다.

[0011] 상기 최적 노드로 상기 데이터를 전송하는 단계는, 상기 각 IoT 노드에서, 마스터키를 이용해 암호화된, 세션키 암호화 메시지를 상기 싱크 노드로부터 수신하되, 공개키를 이용해 세션키를 암호화한 메시지를 상기 마스터키를 이용해 다시 암호화한 메시지를 포함하는 상기 세션키 암호화 메시지를 수신하는 단계; 상기 싱크 노드와 미리 공유된 상기 마스터키를 이용해 상기 세션키 암호화 메시지를 복호화하는 단계; 상기 싱크 노드와 미리 공유된 상기 공개키를 이용해 복호화된 상기 세션키 암호화 메시지를 복호화함으로써 상기 세션키를 획득하는 단계; 및 상기 데이터를 상기 세션키로 암호화하여 상기 최적 노드로 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 그리고, 본 발명의 다른 일면에 따른 스마트 그리드의 데이터 전송을 관리하기 위한 컴퓨터에 의해 관독 가능한 기록매체에 있어서, 상기 스마트 그리드는, 네트워크 상의 운영 서버와 연동하는 싱크 노드 및, 상기 싱크 노드의 제어를 받으며 멀티홉 통신이 가능한 복수의 IoT 노드들을 포함하고, 각 IoT 노드는 센서로부터의 감지 신호에 응답하여 상기 싱크 노드를 목적지로서의 데이터를 생성하며, 상기 기록매체는, 상기 각 IoT 노드에서, 상기 싱크 노드 방향으로 이웃하는 IoT 노드들 중 아이들링 노드들을 탐색하는 기능; 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 적합도를 산출하는 기능; 상기 적합도에 기초하여 상기 아이들링 노드들 중 최적 노드를 선택하는 기능; 및 상기 최적 노드로 상기 데이터를 전송하는 기능을 수행할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 스마트 그리드 운영 방법에 따르면, 각 IoT 노드에서 노드들 간의 상관관계 분석을 통해 에너지 효율적인 최소 비용 가치를 산출하여 네트워크 상의 스마트 그리드 운영 서버와 연동하는 싱크 노드로의 멀티홉 데이터 전송을 제어함으로써, 다중 경로의 트래픽을 효과적으로 제어하며 데이터 손상 없이 안정된 데이터의 전송을 보장하여, 안전하고 에너지 효율적인 스마트 그리드 관리가 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는 첨부도면은, 본 발명에 대한 실시예를 제공하고 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 그리드 운영 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 그리드 운영 시스템에서 각 IoT 노드의 데이터 전송을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 그리드 운영 시스템에서 각 IoT 노드의 데이터 암호화 및 전송을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 그리드 운영 시스템에서 스마트 그리드의 데이터 전송을 관리하기 위한 스마트 그리드 운영 방법을 처리하는 장치의 구현 방법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 대해서 자세히 설명한다. 이때, 각각의 도면에서 동일한 구성요소는 가능한 동일한 부호로 나타낸다. 또한, 이미 공지된 기능 및/또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 이하에 개시된 내용은, 다양한 실시 예에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분을 중점적으로 설명하며, 그 설명의 요지를 흐릴 수 있는 요소들에 대한 설명은 생략한다. 또한 도면의 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시될 수 있다. 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니며, 따라서 각각의 도면에 그려진 구성요소들의 상대적인 크기나 간격에 의해 여기에 기재되는 내용들이 제한되는 것은 아니다.

[0016] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시 예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된

것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.

- [0017] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되는 것은 아니며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0018] 본 발명에서, 스마트 그리드 (네트워크)는, 전기의 생산, 운반, 소비 과정에 정보통신기술을 접목하여 공급자와 소비자가 서로 상호작용함으로써 효율성을 높인 지능형 전력망시스템이다. 예를 들어, 상기 스마트 그리드는, 연동되는 전력 생산시스템(예, 화력/수력/원자력 발전 시스템)과 전력소비시스템(예, 가정/사무실/공장의 전기 설비들)을 포함하되, 전력소비시스템이 잉여 전력을 제공하는 양방향 송배전시스템(예, 태양발전, 풍력발전, 조력발전 등의 신재생에너지 발전설비들을 포함함)을 포함하는 마이크로그리드의 운영 설비들을 포함할 수도 있다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 그리드 운영 시스템(100)을 설명하기 위한 도면이다.
- [0020] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 그리드 운영 시스템(100)은, 스마트 그리드의 도처에 배치되어 멀티홉 통신이 가능한 멀티홉 네트워크(110) 상의 각각의 IoT 노드(10), 싱크 노드(120) 및 싱크 노드(120)와 유무선 인터넷 등 네트워크(130)를 통한 통신이 이루어지는 운영 서버(140)를 포함한다.
- [0021] 본 발명에서, 상기 스마트 그리드는, 유무선 인터넷 등 네트워크(130) 상의 운영 서버(140)와 연동하는 싱크 노드(120) 및 싱크 노드(120)의 제어를 받으며 무선 멀티홉 통신이 가능한 복수의 IoT 노드들(10)을 포함할 수 있다. 각 IoT 노드(10)는 데이터 송수신, 제어, 중계 등 하기하는 바와 같은 전반적인 동작을 수행하기 위한 에지 디바이스(edge device)를 포함할 수 있다. 상기 에지 디바이스는 도 4와 같이 반도체 프로세서와 같은 하드웨어, 응용 프로그램과 같은 소프트웨어, 또는 이들을 결합하여 구현될 수 있다.
- [0022] 각 IoT 노드(10)는 감지 센서(11)와 연결되어 감지 센서(11)로부터 발생된 감지 신호에 응답하여 싱크 노드(120)를 목적지로서는 (감지) 데이터를 생성할 수 있다. 감지 센서(11)는 상기 전력 생산시스템, 전력소비시스템 또는 양방향 송배전시스템 등이나 서로를 연결하는 송배전 선로에 설치될 수 있는 센서로서, 전력 이상 상태, 전력량, 온도, 습도 등 스마트 그리드 운영 상에서 모니터링하여 그에 대응한 필요한 제어가 이루어질 수 있도록 감지 신호를 발생시키는 다양한 감지 센서를 포함할 수 있다.
- [0023] IoT 노드들(10)은 WiFi, WiBro 등 무선 인터넷 통신, WCDMA, LTE, 5G 등 이동통신 등의 무선 통신 방식으로 무선 멀티홉 통신이 가능하다. 즉, IoT 노드들(10)은 자신을 발신지 노드로하고 다른 IoT 노드(10) 또는 싱크 노드(120)를 목적지 노드로하는 데이터(또는 신호)를 송신할 수 있으며, 이와 같은 데이터를 수신한 IoT 노드들(10)은 자신의 라우팅 알고리즘에 따라 하기하는 바와 같이 해당 데이터에 대한 적합도를 산출하여, 그에 따라 데이터가 목적지 노드로 전송되도록 다른 IoT 노드(10) 또는 싱크 노드(120)로 전송할 수 있다. 이를 위하여, IoT 노드들(10)은 무선 통신이 가능한 모뎀을 구비하고 싱크 노드(120)의 제어 및 중계를 받는 도 4와 같은 제어장치나 프로세서 및 사용자 인터페이스 등을 포함할 수 있다.
- [0024] IoT 노드(10)은 싱크 노드(120)와 무선 통신, 예를 들어, WiFi, WiBro 등 무선 인터넷 통신, WCDMA, LTE, 5G 등 이동통신 등의 무선 통신 방식으로 통신할 수 있다. IoT 노드(10)은 싱크 노드(120)의 제어 및 중계를 통해 위와 같은 무선 통신 방식으로 연결될 수 있다. 즉, 싱크 노드(120)는 상기와 같은 멀티홉 통신을 지원하기 위해 IoT 노드들(10) 사이 및 IoT 노드들(10)과 싱크 노드(120) 사이의 신호 중계를 수행할 수 있다. 싱크 노드(120)는 IoT 노드들(10)로부터 수집되는 감지 데이터를 메모리에 일시 저장하고, 실시간으로 또는 소정의 시간 동안 감지 데이터를 축적한 후, 유무선 인터넷 등 네트워크(130)으로 연결된 운영 서버(140)로 상기 감지 데이터를 전달할 수 있다.
- [0025] 운영 서버(140)는 싱크 노드(120)로부터 수집되는 감지 센서(11)의 감지 데이터를 모니터링하여 전력 이상 상태, 전력량, 온도, 습도 등에 대한 적절한 제어가 이루어지도록, 상기 전력 생산시스템, 전력소비시스템 또는 양방향 송배전시스템 등 스마트 그리드 상의 제어 설비들에 지령을 전송할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 스마트 그리드 운영 시스템(100)에서는, 이와 같은 각 IoT 노드(10)에서 하기하는 바와 같은 전송 전력, 링크 소모 시간 및 데이터 전송 실패율 등의 상관관계 분석을 통해 에너지 효율적인 최소 비용 가치를 산출하여 네트워크 상의 스마트 그리드 운영 서버(140)와 연동하는 싱크 노드(120)로의 멀티 홉 데이터 전송을 제어함으로써, 다중 경로의 트래픽을 효과적으로 제어하며 데이터 손상 없이 안정된 데이터의 전송을 보장하여, 안

전하고 에너지 효율적인 스마트 그리드 관리가 가능하도록 하였다.

- [0027] 이하, 도 2에서는 스마트 그리드 운영 시스템(100)에서 IoT 노드(10)의 데이터 전송 과정을 설명하고, 도 3에서는 IoT 노드(10)의 데이터 전송 전에 이루어지는 암호화 과정을 설명한다.
- [0028] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 그리드 운영 시스템(100)에서 각 IoT 노드(10)의 데이터 전송을 설명하기 위한 흐름도이다. 도 2의 흐름도에 따라 가급적 시계열적으로 순서에 따라 동작을 설명하지만, 하기의 설명에서 이에 한정되는 것은 아니며, 흐름도 상의 어느 동작은 다른 동작 보다 앞서거나 뒤에 이루어질 수도 있으며, 이는 도 3에서도 마찬가지이다.
- [0029] 도 2를 참조하면, 먼저, 각 IoT 노드(10)는 감지 센서(11)와 연결되어 감지 센서(11)로부터 발생된 감지 신호에 응답하여 싱크 노드(120)를 목적지로서 하는 (감지) 데이터(대상 데이터)를 생성할 수 있다(S110).
- [0030] 상기 데이터를 전송할 이웃 노드들의 탐색에서, 각 IoT 노드(10)는 싱크 노드(120)와 통신 가능한 경우, 각 IoT 노드(10)는 싱크 노드(120)로 전송할 대상 데이터를 싱크 노드(120)로 전송할 수 있다. 예를 들어, 각 IoT 노드(10)는 싱크 노드(120)로부터 충분히 가까운 거리에 배치된 경우, 무선 인터넷 통신, 이동통신 등 무선 통신 방식으로 싱크 노드(120)와 통신하여 대상 데이터를 전송할 수 있다.
- [0031] 그렇지 않다면, 각 IoT 노드(10)는 이웃한 IoT 노드의 라우팅 중계에 따라 멀티 홉 통신을 통해 다른 IoT 노드(들)을 거쳐 싱크 노드(120)로 대상 데이터를 전송할 수 있다(S120~S170).
- [0032] 이를 위하여, 각 IoT 노드(10)는 미리 메모리에 자신과 주위의 IoT 노드들 및 싱크 노드(120)에 대한 테이블 정보를 저장 및 관리할 수 있으며, 예를 들어, 상기 테이블 정보는, 자신과 주위의 IoT 노드들 각각의 고유 식별자에 대응된, 위치 정보로서 GPS(Global Positioning System) 정보를 포함할 수 있다.
- [0033] 먼저, 각 IoT 노드(10)는 이웃하는 IoT 노드들, 특히, 싱크 노드(120) 방향으로 이웃하는 IoT 노드들 중 통신 가능한 아이들링 노드들을 포함하는 유효 그룹을 탐색한다(S120). 각 IoT 노드(10)는 상기 테이블 정보를 참조하여 자신 보다 싱크 노드(120)에 더 가까운 이웃 IoT 노드들을 선택할 수 있고, 상기 고유 식별자와 함께 아이들링 여부를 확인하기 위한 메시지를 각각에 전송하여 응답 메시지를 수신함으로써, 싱크 노드(120) 방향으로 이웃하는 IoT 노드들 중 통신 가능한 아이들링 노드들을 포함하는 유효 그룹을 탐색할 수 있다. 상대 노드가 전송하는 상기 응답 메시지에는 자신이 데이터 전송 중인 비지 상태인지 또는 데이터 전송이 가능한 아이들링 상태인지 여부에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0034] 또한, 각 IoT 노드(10)는 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 적합도를 산출하며(S131), 상기 적합도에 기초하여 상기 아이들링 노드들 중 최적 노드를 선택하여(S132), 상기 최적 노드로 RREQ(route request, 라우트 요청) 메시지를 전송해 응답을 받으면(S140) 상기 대상 데이터를 상기 최적 노드로 전송할 수 있다(S150).
- [0035] 상기 적합도(fitness)를 산출하는 단계(S131)에서, 각 IoT 노드(10)는, (1) 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 대상 데이터의 전송 전력을 산출, (2) 링크 소요 시간을 측정, 및 (3) 데이터 전송 실패율을 추정을 수행하여, 이를 기초로 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 적합도를 산출할 수 있다(S131).
- [0036] (1)상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 대상 데이터의 전송 전력을 산출하는 것은, 각 IoT 노드(10)에서 메모리에 저장하고 있는 IoT 노드들(10) 각각의 위치 정보(예, GPS 정보)를 기초로, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 대상 데이터의 전송 전력을 산출하는 것이다. 예를 들어, 각 IoT 노드(10)는 상대 노드와의 거리를 변수로 하는 소정의 전송 전력 산출 함수를 이용하여 상기 대상 데이터를 전송하는데 필요한 상기 전송 전력을 산출할 수 있다.
- [0037] (2)상기 링크 소요 시간을 측정하는 것은, 각 IoT 노드(10)에서 상기 아이들링 노드들 각각에, 데이터 전송을 위해 연결 접속(링크)이 가능한지 여부를 확인하기 위한, 소정의 메시지를 송신하고 응답을 수신하여, 상기 메시지를 송신하고 상기 응답을 수신하기까지의 소요 시간, 즉, 상기 링크 소요 시간을 측정하는 것이다.
- [0038] (3)상기 데이터 전송 실패율을 추정하는 것은, 각 IoT 노드(10)에서 상기 메모리를 참조하여, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 데이터 전송 실패율(송신노드에서 데이터를 전송하여 성공적으로 수신노드로 수신되지 못할 확률)을 추정하는 것이다. 각 IoT 노드(10)는 상대 노드, 즉, IoT 노드들(10) 각각, 특히 상기 아이들링 노드들 각각으로 상기 대상 데이터를 전송할 때마다 데이터 전송 실패율을 산출하여 상기 메모리에 업데이트하여 저장 관리할 수 있으며, 각 IoT 노드(10)는 상기 메모리에 저장된 이전의 각각의 IoT 노드(10)에 대한 데이터 전송 실패율을 참조하여, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 데이터 전송 실패율을 추정할 수 있다. 상기 추정된 데이터 전송 실패율은, 상기 메모리에서 독출한 데이터 전송 실패율일 수도 있고, 이를 소정의 추정 함수에 적용

하여 산출한 추정값일 수도 있다.

[0039] 이와 같은 (1) 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 대상 데이터의 전송 전력을 산출, (2) 링크 소요 시간을 측정, 및 (3) 데이터 전송 실패율을 추정을 수행한 후, 각 IoT 노드(10)는, 이를 기초로 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 적합도를 산출할 수 있다(S131).

[0040] 예를 들어, 각 IoT 노드(10)는, 상기 (1) 전송 전력(e_i), (2) 링크 소요 시간(l_i) 및 (3) 데이터 전송 실패율(p_i)을 기초로, 상기 아이들링 노드들 각각에 대하여, [수학식1]과 같이 적합도 x_i 를 산출할 수 있다.

[0041] [수학식1]

$$x_i = \alpha e_i + \beta l_i + \gamma p_i$$

[0042]

[0043] 여기서, α, β, γ 는 각 파라미터에 대한 가중치이다. 즉, 각 IoT 노드(10)는, 상기 (1) 전송 전력(e_i), (2) 링크 소요 시간(l_i) 및 (3) 데이터 전송 실패율(p_i)에 대한 각각의 가중치(α, β, γ)를 적용하여 적합도 x_i 를 산출할 수 있고(S131), 상기 적합도 x_i 에 기초하여 상기 아이들링 노드들 중 최적 노드를 선택할 수 있다(S132). 예를 들어, 각 IoT 노드(10)는, (1) 전송 전력(e_i)와 (2) 링크 소요 시간(l_i)의 값들을 0과 1 사이의 값으로 정규화하고, 0과 1 사이의 값을 갖는 (3) 데이터 전송 실패율(p_i)와 함께, 각각에 대한 가중치(α, β, γ)를 적용함으로써, 상기 적합도가 가장 작은 값을 갖는 노드를 상기 최적 노드로 선택할 수 있다.

[0044] 각 IoT 노드(10)는, 상기 최적 노드로 RREQ(route request, 라우트 요청) 메시지를 전송해 응답을 받으면(S140) 상기 대상 데이터를 상기 최적 노드로 전송할 수 있다(S150).

[0045] 다만, 각 IoT 노드(10)는, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 적합도를 산출하는 과정(S131), 및 상기 적합도에 기초하여 상기 아이들링 노드들 중 최적 노드를 선택하는 과정(S132)을 수행하기 위하여, 소정의 CNN(Convolutional neural network) 신경망 등을 통한 딥러닝을 수행하여 학습된 기계 학습 모델을 이용할 수 있다.

[0046] 예를 들어, 상기 기계 학습 모델은, 상기 아이들링 노드들 각각에 대하여, 상기 (1) 전송 전력(e_i), (2) 링크 소요 시간(l_i) 및 (3) 데이터 전송 실패율(p_i)과 같은, 복수의 파라미터들 각각에 대한 가중치(α, β, γ)를 산출하고 그에 따라 적합도를 산출하며, 상기 최적 노드를 선택한 결과에 대해, 실제 그라운드 트루쓰(ground truth) 최적 노드를 참조하여 그것이 실질적으로 상기 최적 노드로 선택되도록 각각의 상기 가중치(α, β, γ)를 조정하도록 학습하는 모델일 수 있다.

[0047] 상기 학습된 기계 학습 모델을 이용하는 과정(S320)에서, 각 IoT 노드(10)는, 상기 기계 학습 모델을 이용하여, 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 적합도를 산출하기 위한, 상기 (1) 전송 전력(e_i), (2) 링크 소요 시간(l_i) 및 (3) 데이터 전송 실패율(p_i)과 같은, 복수의 파라미터들 각각에 대한 가중치(α, β, γ)를 산출할 수 있고, 이에 따라 상기 아이들링 노드들 각각에 대한 상기 적합도에 따른 상기 최적 노드를 선택할 수 있다.

[0048] 한편, 상기 최적 노드가 선택되어 상기 대상 데이터가 상기 최적 노드로 전송되면(S150), 상기 최적 노드는 위와 같은 방법으로 싱크 노드(120)로 전송하거나, 또는 다른 IoT 노드를 경유하여 상기 대상 데이터를 싱크 노드(120)로 전송되도록 제어할 수 있다. 싱크 노드(120)로 상기 대상 데이터를 전송하기 위한 IoT 노드는, 위와 같은 RREQ 메시지를 전송해 응답을 받으면(S160) 상기 대상 데이터를 싱크 노드(120)로 전송할 수 있다(S170).

[0049] 각 IoT 노드(10)가 상기 최적 노드가 선택되어 상기 대상 데이터를 상기 최적 노드로 전송하거나(S150), 싱크 노드(120)로 상기 대상 데이터를 전송하기 위한 IoT 노드가 상기 대상 데이터를 싱크 노드(120)로 전송하는 경우(S170), 도 3과 같은 데이터 암호화 과정을 거쳐 전송할 수 있다.

[0050] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 그리드 운영 시스템(100)에서 각 IoT 노드(10)의 데이터 암호화 및 전송을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0051] 도 3을 참조하면, 각 IoT 노드(10)가 다른 IoT 노드로 데이터를 전송하거나(S260) 싱크 노드(120)로 데이터를 전송하는 경우(S270), 다음과 같이 세션키(s_k)를 이용해 암호화 처리(S210~250)하여 전송할 수 있다.

[0052] 먼저, 각 IoT 노드(10), 싱크 노드(120) 및 운영 서버(140)는 미리 세션키(s_k) 복호화와 관련된 마스터키(m_k)를

공유하고 있다(S210). 이외에도 각 IoT 노드(10), 싱크 노드(120) 및 운영 서버(140)는 미리 소정의 공개키(u_i)를 공유하고 있다.

[0053] 싱크 노드(120)는 마스터키(m_k)를 이용해 암호화된, 세션키 암호화 메시지를 각 IoT 노드(10)로 전송할 수 있다(S220). 각 IoT 노드(10)는 세션키 암호화 메시지 $Em_k(Eu_i(s_k))$ 를 수신하며, 세션키 암호화 메시지는 공개키(u_i)를 이용해 세션키(s_k)를 암호화한 메시지 $Eu_i(s_k)$ 를 상기 마스터키(m_k)를 이용해 다시 암호화한 메시지 $Em_k(Eu_i(s_k))$ 를 포함한다.

[0054] 각 IoT 노드(10)는, 세션키 암호화 메시지 $Em_k(Eu_i(s_k))$ 를 수신하면, 마스터키(m_k)를 이용해 이를 복호화함으로써 공개키(u_i)를 이용해 세션키(s_k)를 암호화한 메시지 $Eu_i(s_k)$ 를 획득할 수 있다(S230).

[0055] 이후, 각 IoT 노드(10)는, 공개키(u_i)를 이용해 복호화된 세션키 암호화 메시지 $Eu_i(s_k)$ 를 복호화함으로써 세션키(s_k)를 획득할 수 있다(S240).

[0056] 이에 따라, 각 IoT 노드(10)가, 다른 IoT 노드로 데이터를 전송하거나(S260), 싱크 노드(120)로 대상 데이터를 전송하는 경우(S270), 상기 획득된 세션키(s_k)를 이용해 암호화하여(S250) 전송할 수 있다.

[0057] 싱크 노드(120)는 IoT 노드들(10)로부터 수집되는 암호화된 데이터, 즉, 감지 데이터를 실시간으로 또는 소정의 시간 동안 메모리에 감지 데이터를 축적한 후(S280), 유무선 인터넷 등 네트워크(130)으로 연결된 운영 서버(140)로 상기 감지 데이터를 전달할 수 있다(S290). 필요에 따라 싱크 노드(120)는 IoT 노드들(10)로부터 수집되는 암호화된 데이터를 세션키(s_k)를 이용해 복호화한 후, 복호화된 감지 데이터를 실시간으로 또는 소정의 시간 동안 메모리에 감지 데이터를 축적한 후(S280), 유무선 인터넷 등 네트워크(130)으로 연결된 운영 서버(140)로 상기 감지 데이터를 전달할 수도 있다(S290).

[0058] 운영 서버(140)는 싱크 노드(120)로부터 수집되는 감지 센서(11)의 감지 데이터(암호화된 데이터인 경우 세션키(s_k)를 이용해 복호화 가능)를 모니터링하여 전력 이상 상태, 전력량, 온도, 습도 등에 대한 적절한 제어가 이루어지도록, 상기 전력 생산시스템, 전력소비시스템 또는 양방향 송배전시스템 등 스마트 그리드 상의 제어 설비들에 지령을 전송할 수 있다(S300).

[0059] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 그리드 운영 시스템(100)에서 스마트 그리드의 데이터 전송을 관리하기 위한 스마트 그리드 운영 방법을 처리하는 장치의 구현 방법의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

[0060] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 그리드 운영 시스템(100)에서의 스마트 그리드 운영 방법을 처리하는 각 IoT 노드(10), 싱크 노드(120), 운영 서버(140)의 장치(또는 모듈)는, 하드웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 결합으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 스마트 그리드 운영 시스템(100)에서의 스마트 그리드 운영 방법을 처리하는 장치는, 위와 같은 기능/단계/과정들을 수행하기 위한 적어도 하나의 프로세서를 갖는 도 4와 같은 컴퓨팅 시스템(1000) 또는 인터넷 상의 서버 형태로 구현될 수 있다.

[0061] 컴퓨팅 시스템(1000)은 버스(1200)를 통해 연결되는 적어도 하나의 프로세서(1100), 메모리(1300), 사용자 인터페이스 입력 장치(1400), 사용자 인터페이스 출력 장치(1500), 스토리지(1600), 및 네트워크 인터페이스(1700)를 포함할 수 있다. 프로세서(1100)는 중앙 처리 장치(CPU) 또는 메모리(1300) 및/또는 스토리지(1600)에 저장된 명령어들에 대한 처리를 실행하는 반도체 장치일 수 있다. 메모리(1300) 및 스토리지(1600)는 다양한 종류의 휘발성 또는 불휘발성 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리(1300)는 ROM(Read Only Memory)(1310) 및 RAM(Random Access Memory)(1320)을 포함할 수 있다. 또한, 네트워크 인터페이스(1700)는 스마트폰, 노트북 PC, 데스크탑 PC 등 해당 장치에서의 유선 인터넷 통신이나 WiFi, WiBro 등 무선 인터넷 통신, WCDMA, LTE 등 이동통신을 지원하는 모뎀 등의 통신 모듈이나, 근거리 무선 통신 방식(예, 블루투스, 지그비, 와이파이 등)의 통신을 지원하는 모뎀 등의 통신모듈을 포함할 수 있다.

[0062] 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계는 프로세서(1100)에 의해 실행되는 하드웨어, 소프트웨어 모듈, 또는 그 2 개의 결합으로 직접 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터, 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM과 같이 컴퓨터 등 장치로 판독 가능한 저장/기록 매체(즉, 메모리(1300) 및/또는 스토리지(1600))에 상주할 수도 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서(1100)에 커플링되며, 그 프로세서(1100)는 저장 매체로부터 정

보(코드)를 판독할 수 있고 저장 매체에 정보(코드)를 기입할 수 있다. 다른 방법으로, 저장 매체는 프로세서(1100)와 일체형일 수도 있다. 프로세서 및 저장 매체는 주문형 집적회로(ASIC) 내에 상주할 수도 있다. ASIC는 사용자 단말기 내에 상주할 수도 있다. 다른 방법으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말기 내에 개별 컴포넌트로서 상주할 수도 있다.

[0063] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 스마트 그리드 운영 시스템(100)의 스마트 그리드 운영 방법에 따르면, 각 IoT 노드(10)에서 다수의 파라미터들을 통한 노드들 간의 상관관계 분석을 통해 에너지 효율적인 최소 비용 가치를 산출하여 네트워크 상의 스마트 그리드 운영 서버(140)와 연동하는 싱크 노드(120)로의 멀티 홉 데이터 전송을 제어함으로써, 다중 경로의 트래픽을 효과적으로 제어하며 데이터 손상 없이 안정된 데이터의 전송을 보장하여, 안전하고 에너지 효율적인 스마트 그리드 관리가 가능하다.

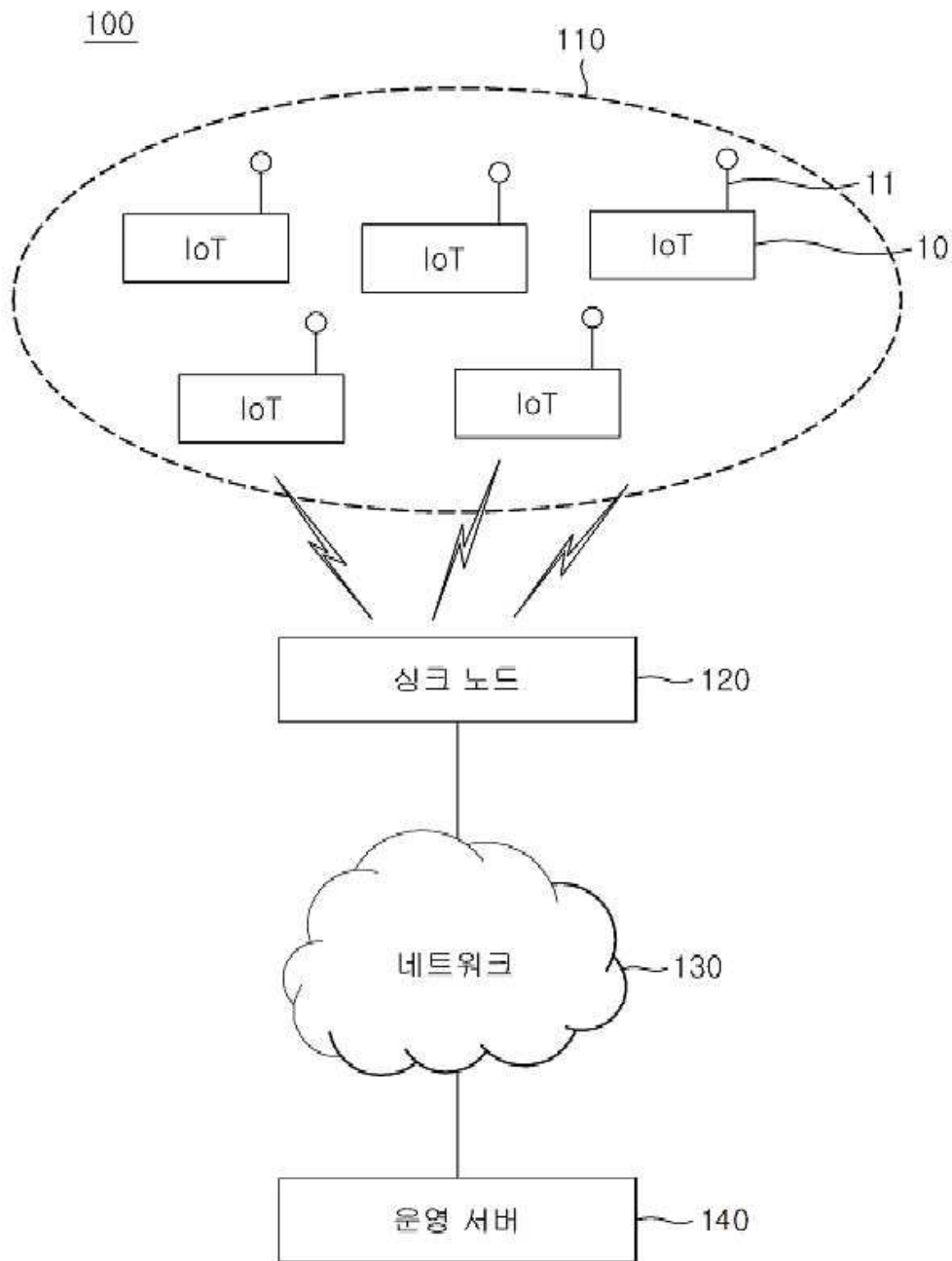
[0064] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

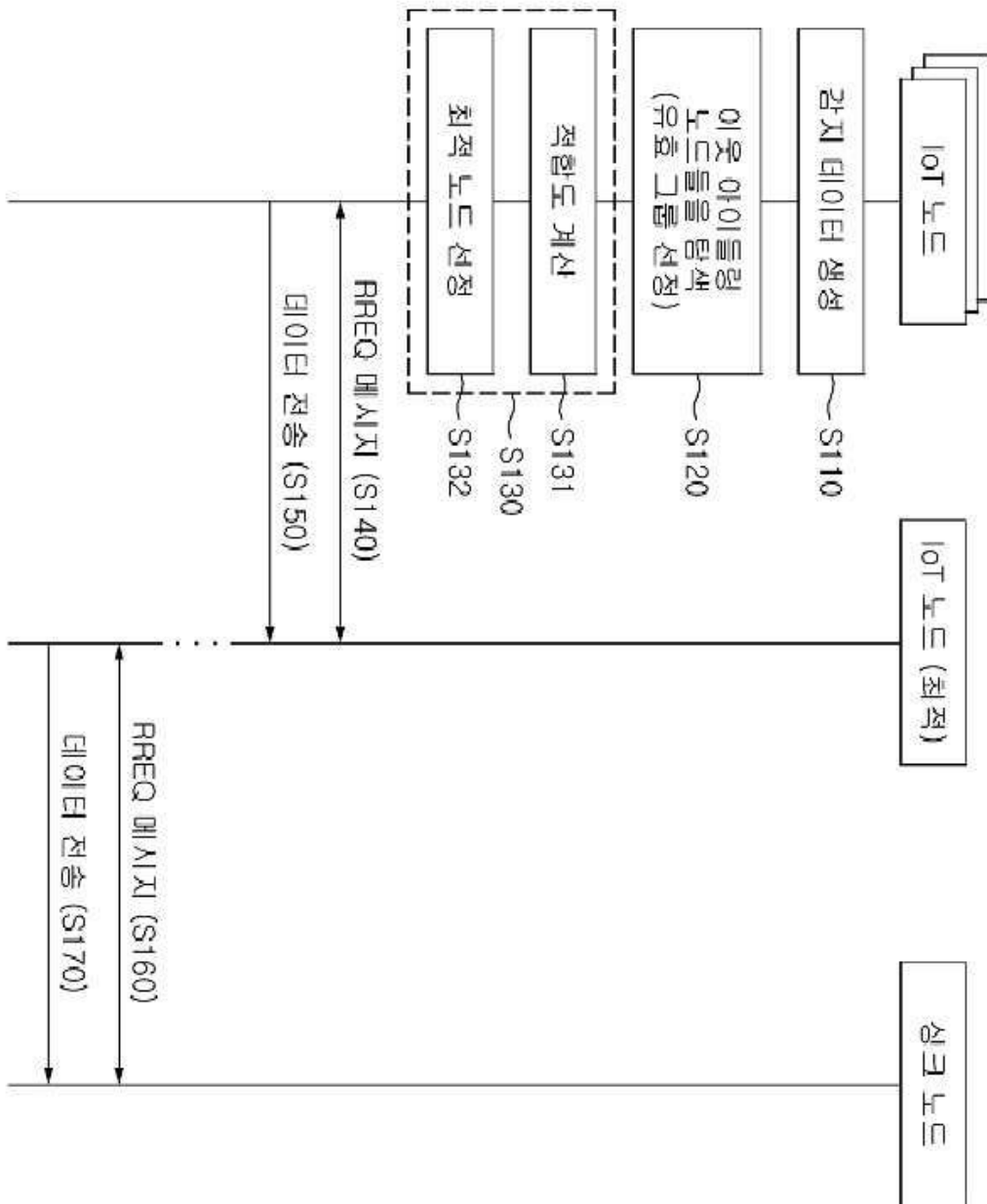
[0065] IoT 노드(10)
싱크 노드(120)
운영 서버(140)

도면

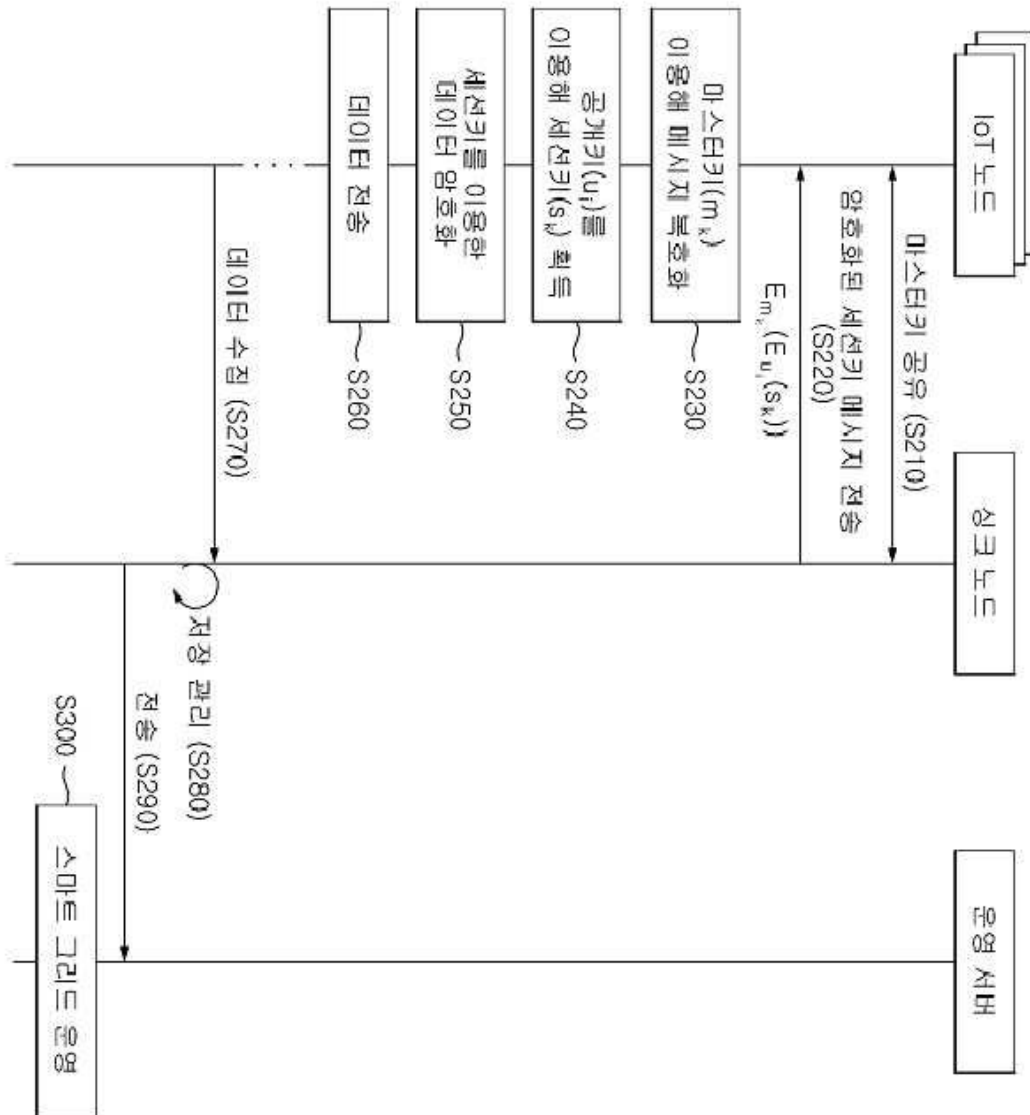
도면1



도면2



도면3



도면4

