



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월22일
(11) 등록번호 10-2390060
(24) 등록일자 2022년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 65/40 (2022.01)

(52) CPC특허분류

H04L 67/2828 (2013.01)

H04L 67/1089 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0179709

(22) 출원일자 2020년12월21일

심사청구일자 2020년12월21일

(56) 선행기술조사문헌

Joonsuu Park et al., A Lightweight Blockchain Scheme for a Secure Smart Dust IoT Environment, www.mdpi.com/journal/applsci, applied sciences 2020.12.14*

Joonsuu Park et al., A Two-Class Data Transmission Method Using a Lightweight Blockchain Structure for Secure Smart Dust IoT Environments, www.mdpi.com/journal/sensors, Sensors 2020.10.26*

KR102150210 B1

KR102152537 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

계명대학교 산학협력단

대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교 산학협력관 201호(신당동)

(72) 발명자

박기현

대구광역시 달서구 도원로 45(도원동, 대곡강산타운)

박준수

대구광역시 달서구 와룡로 112-13, 202호(본리동)

(74) 대리인

특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 20 항

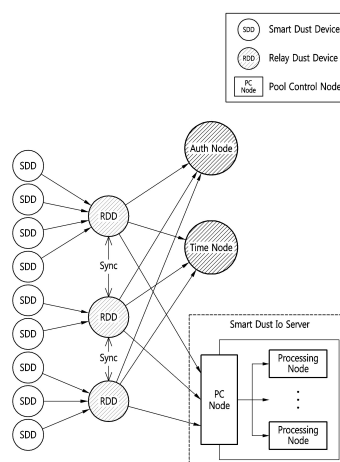
심사관 : 이준석

(54) 발명의 명칭 긴급한 데이터 전송을 위한 경량화 블록체인 제공 방법 및 장치

(57) 요약

긴급한 데이터 전송을 위한 경량화 블록체인 제공 방법 및 장치가 개시된다. 스마트 더스트(Smart Dust) 시스템의 제1 중계 더스트 장치(Relay Dust Device, RDD)가 수행하는 데이터 전송 방법은 트랜잭션이 발생하여 스마트 더스트 장치(Smart Dust Device, SDD)로부터 센싱 정보가 수신된 경우, 수신된 센싱 정보의 지연 허용 여부를 식별하는 단계; 및 상기 식별된 센싱 정보의 지연 허용 여부에 따라 서로 다른 블록체인을 통해 서버로 센싱 정보를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04L 67/1095 (2013.01)

H04L 67/12 (2013.01)

H04L 67/2885 (2013.01)

H04L 67/325 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345317632
과제번호	2018R1D1A1B07043982
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기본연구
연구과제명	접근이 어려운 열악한 환경에서의 사물인터넷 시스템 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	계명대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28
공지예외적용	: 있음

명세서

청구범위

청구항 1

스마트 더스트(Smart Dust) 시스템의 제1 중계 더스트 장치(Relay Dust Device, RDD)가 수행하는 데이터 전송 방법에 있어서,

트랜잭션이 발생하여 스마트 더스트 장치(Smart Dust Device, SDD)로부터 센싱 정보가 수신된 경우, 수신된 센싱 정보의 지연 허용 여부를 식별하는 단계; 및

상기 식별된 센싱 정보의 지연 허용 여부에 따라 서로 다른 블록체인을 통해 서버로 센싱 정보를 전송하는 단계를 포함하는 데이터 전송 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전송하는 단계는,

상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 경량화 블록체인을 통해 센싱 정보를 블록 단위로 저장하고, 임계치 이상의 신규 블록들이 누적되면 일정 기준을 만족하는 센싱 정보만 포함하는 신규 블록들을 추출하여 상기 서버로 전송하는 데이터 전송 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전송하는 단계는,

상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하지 않는 것으로 식별된 경우, 일반 블록체인을 통해 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송하는 데이터 전송 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전송하는 단계는,

상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 경량화 블록체인을 통해 신규 블록을 생성한 후 센싱 정보를 기록하는 단계;

상기 신규 블록을 다른 제2 RDD들과 동기화하여 관리하기 위해 타임 노드에 커밋 타임(Commit time)을 요청하여 기록하는 단계;

상기 신규 블록을 다른 제2 RDD들로 전송한 후 대기 원장에 기록하였다가 상기 커밋 타임에 다른 RDD들과 동시에 상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록하는 단계; 및

상기 커밋 원장에 임계치 이상의 신규 블록들이 누적되면 일정 기준을 만족하는 센싱 정보만 포함하는 신규 블록들을 추출하여 상기 서버로 전송하는 단계

를 포함하는 데이터 전송 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 다른 제2 RDD들은,

상기 제1 RDD로부터 수신된 신규 블록을 대기 원장에 기록하였다가 상기 신규 블록에 기록된 커밋 타임에 상기

신규 블록을 커밋 원장에 기록하는 데이터 전송 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전송하는 단계는,

상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하지 않는 것으로 식별된 경우, 상기 수신된 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송하는 단계;

일반 블록체인을 통해 신규 블록을 생성한 후 센싱 정보를 기록하는 단계;

상기 센싱 정보가 기록된 신규 블록을 하위 RDD로 전송하는 단계; 및

상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록하는 단계

를 포함하는 데이터 전송 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 수신된 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송하는 단계는,

상기 수신된 센싱 정보에 대응하는 트랜잭션을 식별하기 위한 고유 정보를 추가하는 데이터 전송 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 SDD에서 수집된 센싱 정보를 상기 서버로 전송하기 위하여 하위 노드에 대응하는 제2 RDD들에 원장 검증을 요청하는 단계

를 더 포함하는 데이터 전송 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 원장 검증은,

상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 상기 제1 RDD 및 제2 RDD들이 바이너리 트리 구조의 형태로 검증이 수행되는 데이터 전송 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 원장 검증은,

원장 검증을 요청한 제1 RDD의 바이너리 트리 구조 최하위 노드에 루트(Root) RDD로의 오버레이 패스(Overlay path)를 임시로 연결하는 데이터 전송 방법.

청구항 11

스마트 더스트(Smart Dust) 시스템의 제1 중계 더스트 장치(Relay Dust Device, RDD)에 대응하는 데이터 전송 장치에 있어서,

프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

트랜잭션이 발생하여 스마트 더스트 장치(Smart Dust Device, SDD)로부터 센싱 정보가 수신된 경우, 수신된 센싱 정보의 지연 허용 여부를 식별하고, 상기 식별된 센싱 정보의 지연 허용 여부에 따라 서로 다른 블록체인을 통해 서버로 센싱 정보를 전송하는 데이터 전송 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 경량화 블록체인을 통해 센싱 정보를 블록 단위로 저장하고, 임계치 이상의 신규 블록들이 누적되면 일정 기준을 만족하는 센싱 정보만 포함하는 신규 블록들을 추출하여 상기 서버로 전송하는 데이터 전송 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하지 않는 것으로 식별된 경우, 일반 블록체인을 통해 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송하는 데이터 전송 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 경량화 블록체인을 통해 신규 블록을 생성한 후 센싱 정보를 기록하고, 상기 신규 블록을 다른 제2 RDD들과 동기화하여 관리하기 위해 타임 노드에 커밋 타임(Commit time)을 요청하여 기록하며, 상기 신규 블록을 다른 제2 RDD들로 전송한 후 대기 원장에 기록하였다가 상기 커밋 타임에 다른 RDD들과 동시에 상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록하고, 상기 커밋 원장에 임계치 이상의 신규 블록들이 누적되면 일정 기준을 만족하는 센싱 정보만 포함하는 신규 블록들을 추출하여 상기 서버로 전송하는 데이터 전송 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 다른 제2 RDD들은,

상기 제1 RDD로부터 수신된 신규 블록을 대기 원장에 기록하였다가 상기 신규 블록에 기록된 커밋 타임에 상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록하는 데이터 전송 장치.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 전송하는 단계는,

상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하지 않는 것으로 식별된 경우, 상기 수신된 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송하고, 일반 블록체인을 통해 신규 블록을 생성한 후 센싱 정보를 기록하며, 상기 센싱 정보가 기록된 신규 블록을 하위 RDD로 전송하고, 상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록하는 데이터 전송 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 수신된 센싱 정보에 대응하는 트랜잭션을 식별하기 위한 고유 정보를 추가하여 상기 수신된 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송하는 데이터 전송 장치.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 SDD에서 수집된 센싱 정보를 상기 서버로 전송하기 위하여 하위 노드에 대응하는 제2 RDD들에 원장 검증을 요청하는 데이터 전송 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 원장 검증은,

상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 상기 제1 RDD 및 제2 RDD들이 바이너리 트리 구조의 형태로 검증이 수행되는 데이터 전송 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 프로세서는,

원장 검증을 요청한 제1 RDD의 바이너리 트리 구조 최하위 노드에 루트(Root) RDD로의 오버레이 패스(Overlay path)를 임시로 연결하는 데이터 전송 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 긴급한 데이터 전송을 위한 경량화 블록체인 제공 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 트랜잭션을 지연을 다소 허용하는 트랜잭션과 지연을 허용하지 않는 트랜잭션으로 구분하여 서로 다른 블록체인을 통해 전송하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 블록체인은 분산 컴퓨팅 기술 기반의 데이터 위변조 방지 기술과 P2P(Peer-to-Peer) 기반 소규모 데이터들이 체인 형태로 연결되어 형성된 '블록'이라는 분산 데이터 저장 환경에 관리 대상 데이터를 저장함으로써 누구도 임의로 수정할 수 없고 누구나 변경의 결과를 열람할 수 있게끔 만드는 기술이다.

[0003] 블록체인은 데이터 위변조를 효과적으로 막을 수 있지만 유효성 검증에 참여하는 노드의 수가 증가할수록 선형적인 검증 절차로 인해 처리 속도가 크게 감소한다. 노드 수가 아주 많은 환경에서 긴급한 데이터 전송이 필요한 경우, 블록체인의 트랜잭션은 많은 시간(e.g. 비트코인의 경우 약 1시간에 3 트랜잭션 처리)을 대기해야 한다. 이는 긴급한 전송이 필요한 데이터의 무결성을 검증하기 힘들도록 하는 요인이 되며, 심각한 문제를 야기할 수 있다. 예를 들어 개인건강기기의 산소포화도가 제때 검증될 수 없다면 환자의 생명은 크게 위협받을 수 있다.

[0004] 따라서, 블록체인에서 이와 같은 긴급한 전송이 필요한 데이터를 처리할 수 있는 방법이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 두 종류의 트랜잭션을 처리할 수 있는 서로 다른 두 블록체인을 구성하고, 지연을 다소 허용하는 트랜잭션을 저장 후 통합하여 전송함으로써 긴급한 데이터의 전송을 원활히 하는 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 더스트(Smart Dust) 시스템의 제1 중계 더스트 장치(Relay Dust Device, RDD)가 수행하는 데이터 전송 방법은 트랜잭션이 발생하여 스마트 더스트 장치(Smart Dust Device, SDD)로부터 센싱 정보가 수신된 경우, 수신된 센싱 정보의 지연 허용 여부를 식별하는 단계; 및 상기 식별된 센싱 정보의

지연 허용 여부에 따라 서로 다른 블록체인을 통해 서버로 센싱 정보를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0007] 상기 전송하는 단계는 상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 경량화 블록체인을 통해 센싱 정보를 블록 단위로 저장하고, 임계치 이상의 신규 블록들이 누적되면 일정 기준을 만족하는 센싱 정보만 포함하는 신규 블록들을 추출하여 상기 서버로 전송할 수 있다.
- [0008] 상기 전송하는 단계는 상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하지 않는 것으로 식별된 경우, 일반 블록체인을 통해 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송할 수 있다.
- [0009] 상기 전송하는 단계는 상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 경량화 블록체인을 통해 신규 블록을 생성한 후 센싱 정보를 기록하는 단계; 상기 신규 블록을 다른 제2 RDD들과 동기화하여 관리하기 위해 타임 노드에 커밋 타임(Commit time)을 요청하여 기록하는 단계; 상기 신규 블록을 다른 제2 RDD들로 전송한 후 대기 원장에 기록하였다가 상기 커밋 타임에 다른 RDD들과 동시에 상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록하는 단계; 및 상기 커밋 원장에 임계치 이상의 신규 블록들이 누적되면 일정 기준을 만족하는 센싱 정보만 포함하는 신규 블록들을 추출하여 상기 서버로 전송하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 다른 제2 RDD들은 상기 제1 RDD로부터 수신된 신규 블록을 대기 원장에 기록하였다가 상기 신규 블록에 기록된 커밋 타임에 상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록할 수 있다.
- [0011] 상기 전송하는 단계는 상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하지 않는 것으로 식별된 경우, 상기 수신된 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송하는 단계; 상기 일반 블록체인을 통해 신규 블록을 생성한 후 센싱 정보를 기록하는 단계; 상기 센싱 정보가 기록된 신규 블록을 하위 RDD로 전송하는 단계; 및 상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 수신된 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송하는 단계는 상기 수신된 센싱 정보에 대응하는 트랜잭션을 식별하기 위한 고유 정보를 부가할 수 있다.
- [0013] 상기 SDD에서 수집된 센싱 정보를 상기 서버로 전송하기 위하여 하위 노드에 대응하는 제2 RDD들에 원장 검증을 요청하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 원장 검증은 상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 상기 제1 RDD 및 제2 RDD들이 바이너리 트리 구조의 형태로 검증이 수행될 수 있다.
- [0015] 상기 원장 검증은 원장 검증을 요청한 제1 RDD의 바이너리 트리 구조 최하위 노드에 루트(Root) RDD로의 오버레이 패스(Overlay path)를 임시로 연결할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 더스트(Smart Dust) 시스템의 제1 중계 더스트 장치(Relay Dust Device, RDD)에 대응하는 데이터 전송 장치는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 트랜잭션이 발생하여 스마트 더스트 장치(Smart Dust Device, SDD)로부터 센싱 정보가 수신된 경우, 수신된 센싱 정보의 지연 허용 여부를 식별하고, 상기 식별된 센싱 정보의 지연 허용 여부에 따라 서로 다른 블록체인을 통해 서버로 센싱 정보를 전송할 수 있다.
- [0017] 상기 프로세서는 상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 경량화 블록체인을 통해 센싱 정보를 블록 단위로 저장하고, 임계치 이상의 신규 블록들이 누적되면 일정 기준을 만족하는 센싱 정보만 포함하는 신규 블록들을 추출하여 상기 서버로 전송할 수 있다.
- [0018] 상기 프로세서는 상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하지 않는 것으로 식별된 경우, 일반 블록체인을 통해 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송할 수 있다.
- [0019] 상기 프로세서는 상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 경량화 블록체인을 통해 신규 블록을 생성한 후 센싱 정보를 기록하고, 상기 신규 블록을 다른 제2 RDD들과 동기화하여 관리하기 위해 타임 노드에 커밋 타임(Commit time)을 요청하여 기록하며, 상기 신규 블록을 다른 제2 RDD들로 전송한 후 대기 원장에 기록하였다가 상기 커밋 타임에 다른 RDD들과 동시에 상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록하고, 상기 커밋 원장에 임계치 이상의 신규 블록들이 누적되면 일정 기준을 만족하는 센싱 정보만 포함하는 신규 블록들을 추출하여 상기 서버로 전송할 수 있다.
- [0020] 상기 다른 제2 RDD들은 상기 제1 RDD로부터 수신된 신규 블록을 대기 원장에 기록하였다가 상기 신규 블록에 기록된 커밋 타임에 상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록할 수 있다.

- [0021] 상기 전송하는 단계는 상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하지 않는 것으로 식별된 경우, 상기 수신된 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송하고, 상기 일반 블록체인을 통해 신규 블록을 생성한 후 센싱 정보를 기록하며, 상기 센싱 정보가 기록된 신규 블록을 하위 RDD로 전송하고, 상기 신규 블록을 커밋 원장에 기록할 수 있다.
- [0022] 상기 프로세서는 상기 수신된 센싱 정보에 대응하는 트랜잭션을 식별하기 위한 고유 정보를 추가하여 상기 수신된 센싱 정보를 즉시 상기 서버로 전송할 수 있다.
- [0023] 상기 프로세서는 상기 SDD에서 수집된 센싱 정보를 상기 서버로 전송하기 위하여 하위 노드에 대응하는 제2 RDD들에 원장 검증을 요청할 수 있다.
- [0024] 상기 원장 검증은 상기 트랜잭션을 통해 수신된 센싱 정보가 지연을 허용하는 것으로 식별된 경우, 상기 제1 RDD 및 제2 RDD들이 바이너리 트리 구조의 형태로 검증이 수행될 수 있다.
- [0025] 상기 프로세서는 원장 검증을 요청한 제1 RDD의 바이너리 트리 구조 최하위 노드에 루트(Root) RDD로의 오버레이 패스(Overlay path)를 임시로 연결할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명은 두 종류의 트랜잭션을 처리할 수 있는 서로 다른 두 블록체인을 구성하고, 지연을 다소 허용하는 트랜잭션을 저장 후 통합하여 전송함으로써 긴급한 데이터의 전송을 원활히 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 경량 블록체인을 사용하는 스마트 더스트 IoT 환경의 물리적 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 지연을 허용하는 일반 센싱 데이터를 처리하기 위한 경량화 블록체인의 처리 절차를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 더스트 IoT 시스템에서 제공하는 경량화 블록체인의 블록 예를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 지연을 허용하지 않는 긴급 센싱 데이터를 처리하기 위한 일반 블록체인의 처리 절차를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 더스트 IoT 시스템에서 제공하는 일반 블록체인의 블록 예를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 더스트 IoT 시스템을 구성하는 장치들의 소프트웨어 모듈 구성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 경량 블록체인을 사용하는 스마트 더스트 IoT 환경의 물리적 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0030] 도 1을 참고하면, 스마트 더스트 IoT 시스템(100)은 다층 형태로 구성될 수 있다. 도 1의 SDD는 데이터를 수집하는 센싱 디바이스인 스마트 더스트 장치를 의미하며, 앞서 설명한 스마트 더스트 장치의 모든 특징을 가질 수 있다. RDD는 SDD를 통해 수집된 데이터를 릴레이 하고, 블록체인을 구성하는 중계 더스트 장치를 의미하며, 병목현상을 제거하기 위해 데이터를 통합하거나 변환, 압축하는 역할 혹은 버퍼의 역할을 수행함으로써 방대한 수의 SDDs/RDDs로부터 발생하는 부하를 분산하는 역할을 수행할 수 있다. Auth Node는 인증을 수행하는 인증 노드를 의미하고, Time Node는 RDD들의 동기화를 위한 커밋 타임(commit time)을 지정하는 타임 노드를 미할 수 있다. 그리고, 스마트 더스트 IoT 서버의 Processing Node는 수집된 데이터를 처리하는 노드로써 일반적인 IoT의 시각에서 어플리케이션 엔티티(Application Entities)에 매핑될 수 있으며, PC Node는 Processing Node를 관리하는 노드로서 동적 분할 알고리즘에 따라 처리 부하를 여러 Processing Node에 효율적으로 분배하는 노드이다.
- [0031] 스마트 더스트 IoT 시스템(100)에서 인증 정보와 센싱 데이터의 전송은 모두 트랜잭션으로 처리될 수 있다. 스

마트 더스트 IoT 시스템(100)은 스마트 더스트 IoT 환경에서 발생하는 방대한 양의 데이터를 줄이기 위해 원장 기반 데이터 전송 방식을 적용할 수 있다. 즉, 각 RDD에서 수집된 모든 센싱 데이터를 스마트 더스트 IoT 서버로 전송하는 대신 선택된 특정 RDD만이 모든 RDD에서 전파되는 모든 원장 정보를 파싱하여 스마트 더스트 IoT 서버를 전송할 수 있다.

- [0032] 스마트 더스트 IoT 시스템(100)에 블록 체인을 적용하여 원장을 처리할 때 원장에서 지연을 허용하지 않는 긴급 센싱 데이터를 처리하는 동안 약간의 지연이 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 스마트 더스트 IoT 시스템(100)은 두 가지 종류의 데이터(긴급 센싱 데이터와 일반 센싱 데이터)를 관리하는 두 가지 종류의 원장을 만들어 별도로 처리할 수 있다. 즉, 스마트 더스트 IoT 시스템(100)은 두 개의 블록 체인, 즉, 일반 센싱 데이터를 처리하기 위한 경량화 블록 체인과 긴급 센싱 데이터를 처리하기 위한 일반 블록 체인이 사용될 수 있다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 지연을 허용하는 일반 센싱 데이터를 처리하기 위한 경량화 블록체인의 처리 절차를 나타낸 도면이다.
- [0035] 일반 센싱 데이터는 긴급하게 전송이 필요하지 않으므로 네트워크 대역폭이 충분하지 않은 경우 즉각적인 전송이 필요하지 않을 수 있다. 따라서, RDD는 일반 센싱 데이터를 수집하여 트랜잭션이 발생하는 경우, 이를 일반 데이터 원장에 기록하였다가 추후 통합하여 전송할 수 있다.
- [0036] 기존 블록 체인의 트랜잭션은 트랜잭션의 발생 순서에 관계없이 트랜잭션의 해시, mempool 등과 같은 정보로 고유하게 식별할 수 있다. 그러나 스마트 더스트 IoT 기기에서 기존 블록 체인을 유지하는 것은 기기의 컴퓨팅 성능 및 리소스가 매우 제한되어 있기 때문에 매우 어려울 수 있다. 스마트 더스트 IoT 시스템(100)을 위해 제안된 경량화 블록 체인은 트랜잭션을 고유하게 식별할 수 없으므로 트랜잭션 순서를 트랜잭션의 고유 식별 도구로 사용할 수 있다. 따라서, 스마트 더스트 IoT 시스템(100)은 경량화 블록체인을 통한 트랜잭션 순서를 보장하기 위해 대기 원장, 커밋 타임(commit time) 및 타임 노드의 개념을 제공할 수 있다.
- [0037] 대기 원장은 모든 RDD들의 동기화된 일반 데이터 원장인 커밋 원장에 등록되지 않은 신규 블록들을 기록하는 임시 원장일 수 있다. 이와 같이 임시 원장에 기록된 신규 블록들은 커밋 타임에 커밋 원장으로 병합될 수 있다. 타임 노드는 이러한 커밋 타임을 결정하기 위해 스케줄링 테이블을 사용하여 스케줄링을 수행할 수 있다. 스케줄링 테이블은 대기 원장을 커밋 원장에 병합하기에 충분한 시간 간격으로 나눈 매우 간단한 테이블이다.
- [0038] 먼저, 스마트 더스트 IoT 시스템(100)을 구성하는 RDD A는 단계(202)에서, SDD로부터 일반 센싱 데이터를 수신하고, 단계(204)에서, 수신된 일반 센싱 데이터에 기초하여 신규 블록 및 트랜잭션을 생성할 수 있다.
- [0039] 이후 단계(206)에서, RDD A는 생성된 신규 블록에 정보 입력을 시작할 수 있다. 보다 구체적으로 RDD A는 RDD A의 기기 정보를 도 3과 같은 신규 블록의 'to' 필드에 기록하고, 데이터를 수집한 SDD의 기기 정보를 신규 블록의 'from' 필드에 기록하며, SDD에서 수신된 정보를 신규 블록의 'data' 필드에 기록할 수 있다. 그리고, RDD A는 SDD의 기기 정보를 신규 블록의 'Device's Information' 필드에 기록하고, 이전 블록의 해시를 'Hash of previous block'에 기록할 수 있다.
- [0040] 이후 단계(208)에서, RDD A는 타임 노드에 커밋 타임을 요청하고, 단계(210)에서, 타임 노드는 RDD A의 요청에 기초하여 스케줄링 테이블에서 가장 빠른 시간을 커밋 타임으로 선택하여 스케줄링 테이블에 기록할 수 있다.
- [0041] 단계(212)에서, RDD A는 타임 노드로부터 커밋 타임을 회신 받아 단계(214)에서, 신규 블록의 'Sync Time' 필드에 기록한 후 현재의 신규 블록에 해시 알고리즘을 적용하여 도출된 해시값을 'Hash' 필드에 기록함으로써 신규 블록에 정보 입력을 완료할 수 있다.
- [0042] 단계(216)에서, RDD A가 정보 입력이 완료된 신규 블록을 다른 RDD들로 전파하면, 이를 수신한 다른 RDD들은 자신의 커밋 원장에 신규 블록을 기록하는 것이 아니라, 대기 원장에 신규 블록을 기록할 수 있다. 이때 대기 원장은 인증은 수행됐지만 인증 여부에 대한 동기화가 이루어지기 전의 신규 블록들이 기록된 원장을 의미하고, 커밋 원장은 모든 RDD들에 동기화된 블록들이 기록된 원장을 의미할 수 있다. 그리고, 신규 블록을 전파한 RDD A 역시 자신의 대기 원장에 신규 블록을 기록할 수 있다.
- [0043] 이후 commit time T가 되면 단계(218)에서, Time Node는 스마트 더스트 IoT 시스템(100)의 모든 RDD들로 commit time T가 되었음을 통지하며, 이를 수신한 RDD들은 단계(220)에서, 대기 원장에 기록된 신규 블록을 자신의 커밋 원장에 기록함으로써 커밋 원장을 업데이트할 수 있다.
- [0044] 이후 복수의 RDD들 중 선택된 어느 하나의 RDD, 일례로 RDD B는 단계(222)에서, 2단계 데이터 축소 방식을 이용

하여 스마트 더스트 IoT 시스템(100)의 전송 효율을 증가시킬 수 있다. 보다 구체적으로 RDD B는 커밋 원장에 대한 구문 분석을 수행하여 이전 일반 센싱 데이터 대비 임계 값을 초과하는 일반 센싱 데이터를 추출(1단계)하고, 추출된 일반 센싱 데이터들에서 중복되는 정보(e.g. SDD의 ID, 통신 프로토콜의 헤더 등)를 통합(2단계)할 수 있다.

[0045] 이와 같이 RDD B는 추출 및 통합 과정을 통해 크기가 감소된 일반 센싱 데이터를 단계(224)와 같이 서버로 전송함으로써 스마트 더스트 IoT 시스템(100)의 전송 효율을 증가시킬 수 있다.

[0047] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 지연을 허용하지 않는 긴급 센싱 데이터를 처리하기 위한 일반 블록체인의 처리 절차를 나타낸 도면이다.

[0048] 지연을 허용하는 일반 센싱 데이터는 지연 전송이 가능하지만 지연을 허용하지 않는 긴급 센싱 데이터는 그렇지 않아 긴급 센싱 데이터를 전송하기 위한 일반 블록 체인에는 대기 원장, 커밋 타임, 타임 노드 및 2 단계 데이터 축소 방식을 적용할 수 없다. 따라서 긴급 데이터 원장을 통해 긴급 센싱 데이터를 전송하기 위한 일반 블록 체인을 관리할 수 있다.

[0049] 스마트 더스트 IoT 시스템(100)을 구성하는 RDD A는 먼저 단계(402)에서, SDD로부터 긴급 센싱 데이터를 수신할 수 있다. 이때 RDD A는 SDD로부터 수신된 긴급 센싱 데이터의 헤더를 확인함으로써 해당 데이터가 긴급하게 전송이 필요한 데이터인지의 여부를 식별할 수 있다.

[0050] 긴급 센싱 데이터는 지연이 허용되지 않으므로 단계(404)에서, RDD A는 수신된 긴급 센싱 데이터를 즉시 스마트 더스트 IoT 서버로 전송한 후 단계(406)에서, 전송된 긴급 센싱 데이터에 기초하여 신규 블록 및 트랜잭션을 생성할 수 있다.

[0051] 단계(408)에서, RDD A는 생성된 신규 블록에 대한 정보 입력을 수행할 수 있는데 이러한 정보 입력의 과정은 일반 센싱 데이터의 신규 블록 생성 과정과 유사할 수 있다. 다만, 유일한 차이점은 RDD가 신규 블록의 'Transaction' 필드에 트랜잭션을 모두 기록한 후 도 5와 같이 'Transaction' 필드에 기록된 트랜잭션에 해시 알고리즘을 적용하여 도출된 해시값을 'Hash of previous transaction' 필드에 기록한다는 점이다. 이와 같이 스마트 더스트 IoT 시스템(100)은 긴급 센싱 데이터에 대한 트랜잭션이 순서에 상관없이 혼합된 상태에서도 'Hash of previous transaction' 필드에 기록된 해시값을 통해 각각의 트랜잭션을 구별할 수 있다.

[0052] 단계(410)에서, RDD는 정보 입력이 완료된 신규 블록을 하위 RDD들로 전파할 수 있으며, 단계(412)에서, 하위 RDD들은 전파된 신규 블록을 수신하면, 데이터 무결성을 위해 긴급 센싱 데이터에 대응하는 신규 블록들을 순차적으로 자신의 커밋 원장에 업데이트할 수 있다.

[0054] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 스마트 더스트 IoT 시스템을 구성하는 장치들의 소프트웨어 모듈 구성을 나타낸 도면이다.

[0055] 본 발명에서 제공하는 스마트 더스트 IoT 시스템(100)은 SDD, RDD, Time Node 및 Server Node 등과 같이 크게 4개의 물리적 장치로 구분될 수 있다. 이와 같은 4가지 물리적 장치의 소프트웨어 중 공통적으로 탑재되는 모듈은 Init Module, Session Module, Sending Module 및 Receiving Module이다. 먼저, Init Module은 각 장치의 역할에 맞는 초기화를 수행하는 모듈이고, Session Module은 자신과 연결된 장치에 대한 연결을 유지하고 관리하는 모듈이며, Sending Module은 장치로부터 발생되거나 가공한 데이터를 다른 장치로 송신하는 모듈이고, Receiving Module은 다른 장치로부터 데이터를 수신하는 모듈이다.

[0056] 이에 더불어 SDD는 Sensing Module을 더 포함할 수 있으며, 이때, Sensing Module은 외부로부터 데이터를 감지 및 수집하는 모듈이다.

[0057] 그리고, RDD는 BlockMng Module, TransMng Module 및 Broadcast Module을 더 포함할 수 있으며, 이때, BlockMng Module은 블록을 생성, 관리하는 모듈이고, TransMng Module은 인증, 데이터 수집 등의 트랜잭션을 블록에 기록하는 모듈이며, Broadcast Module은 블록을 다른 RDD로 전파하는 모듈이다.

[0058] 마지막으로 Time Node는 TaskRegister Module, TimeCheck Module 및 Notification Module을 더 포함할 수 있으며, 이때, TaskRegister Module은 작업을 스케줄에 등록하는 모듈이고, TimeCheck Module은 동기화를 위한 작업 시간을 결정하는 모듈이며, Notification Module은 작업 시간에 도달했을 때, 동기화를 통지하는 모듈이다.

[0060] 한편, 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성되어 마그네틱 저장매체, 광학적 판독매체, 디지털 저장매체 등 다양한 기록 매체로도 구현될 수 있다.

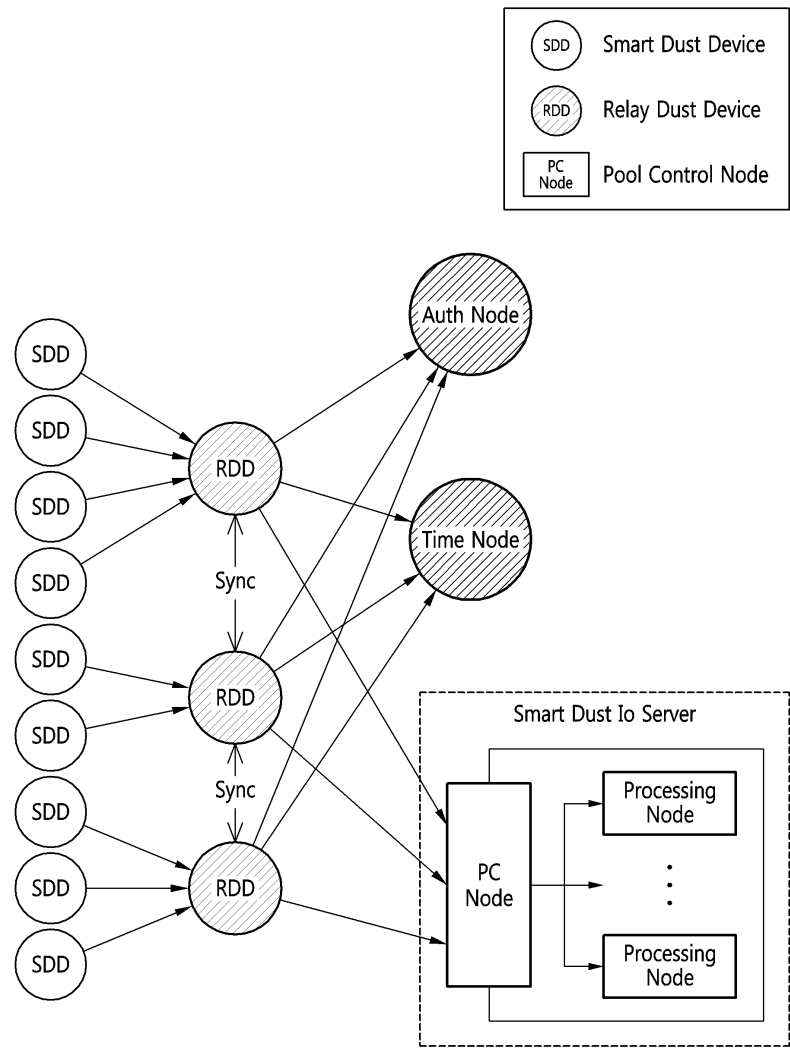
- [0061] 본 명세서에 설명된 각종 기술들의 구현들은 디지털 전자 회로조직으로, 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어로, 또는 그들의 조합들로 구현될 수 있다. 구현들은 데이터 처리 장치, 예를 들어 프로그램가능 프로세서, 컴퓨터, 또는 다수의 컴퓨터들의 동작에 의한 처리를 위해, 또는 이 동작을 제어하기 위해, 컴퓨터 프로그램 제품, 즉 정보 캐리어, 예를 들어 기계 판독가능 저장 장치(컴퓨터 판독가능 매체) 또는 전파 신호에서 유형적으로 구체화된 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수 있다. 상술한 컴퓨터 프로그램(들)과 같은 컴퓨터 프로그램은 컴파일된 또는 인터프리트된 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 기록될 수 있고, 독립형 프로그램으로서 또는 모듈, 구성요소, 서브루틴, 또는 컴퓨팅 환경에서의 사용에 적절한 다른 유닛으로서 포함하는 임의의 형태로 전개될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 사이트에서 하나의 컴퓨터 또는 다수의 컴퓨터들 상에서 처리되도록 또는 다수의 사이트들에 걸쳐 분배되고 통신 네트워크에 의해 상호 연결되도록 전개될 수 있다.
- [0062] 컴퓨터 프로그램의 처리에 적절한 프로세서들은 예로서, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서들 둘 다, 및 임의의 종류의 디지털 컴퓨터의 임의의 하나 이상의 프로세서들을 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 판독 전용 메모리 또는 랜덤 액세스 메모리 또는 둘 다로부터 명령어들 및 데이터를 수신할 것이다. 컴퓨터의 요소들은 명령어들을 실행하는 적어도 하나의 프로세서 및 명령어들과 데이터를 저장하는 하나 이상의 메모리 장치들을 포함할 수 있다. 일반적으로, 컴퓨터는 데이터를 저장하는 하나 이상의 대량 저장 장치들, 예를 들어 자기, 자기-광 디스크들, 또는 광 디스크들을 포함할 수 있거나, 이것들로부터 데이터를 수신하거나 이것들에 데이터를 송신하거나 또는 양쪽으로 되도록 결합될 수도 있다. 컴퓨터 프로그램 명령어들과 데이터를 구체화하는데 적절한 정보 캐리어들은 예로서 반도체 메모리 장치들, 예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory), DVD(Digital Video Disk)와 같은 광 기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-Optical Media), 롬(ROM, Read Only Memory), 램(RAM, Random Access Memory), 플래시 메모리, EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 등을 포함한다. 프로세서 및 메모리는 특수 목적 논리 회로조직에 의해 보충되거나, 이에 포함될 수 있다.
- [0063] 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용매체일 수 있고, 컴퓨터 저장매체 및 전송매체를 모두 포함할 수 있다.
- [0064] 본 명세서는 다수의 특정한 구현물의 세부사항들을 포함하지만, 이들은 어떠한 발명이나 청구 가능한 것의 범위에 대해서도 제한적인 것으로서 이해되어서는 안되며, 오히려 특정한 발명의 특정한 실시형태에 특유할 수 있는 특징들에 대한 설명으로서 이해되어야 한다. 개별적인 실시형태의 문맥에서 본 명세서에 기술된 특정한 특징들은 단일 실시형태에서 조합하여 구현될 수도 있다. 반대로, 단일 실시형태의 문맥에서 기술한 다양한 특징들 역시 개별적으로 혹은 어떠한 적절한 하위 조합으로도 복수의 실시형태에서 구현 가능하다. 나아가, 특징들이 특정한 조합으로 동작하고 초기에 그와 같이 청구된 바와 같이 묘사될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우에 그 조합으로부터 배제될 수 있으며, 그 청구된 조합은 하위 조합이나 하위 조합의 변형물로 변경될 수 있다.
- [0065] 마찬가지로, 특정한 순서로 도면에서 동작들을 묘사하고 있지만, 이는 바람직한 결과를 얻기 위하여 도시된 그 특정한 순서나 순차적인 순서대로 그러한 동작들을 수행하여야 한다거나 모든 도시된 동작들이 수행되어야 하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정한 경우, 멀티태스킹과 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 상술한 실시형태의 다양한 장치 컴포넌트의 분리는 그러한 분리를 모든 실시형태에서 요구하는 것으로 이해되어서는 안되며, 설명한 프로그램 컴포넌트와 장치들은 일반적으로 단일의 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다중 소프트웨어 제품에 패키징 될 수 있다는 점을 이해하여야 한다.
- [0066] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

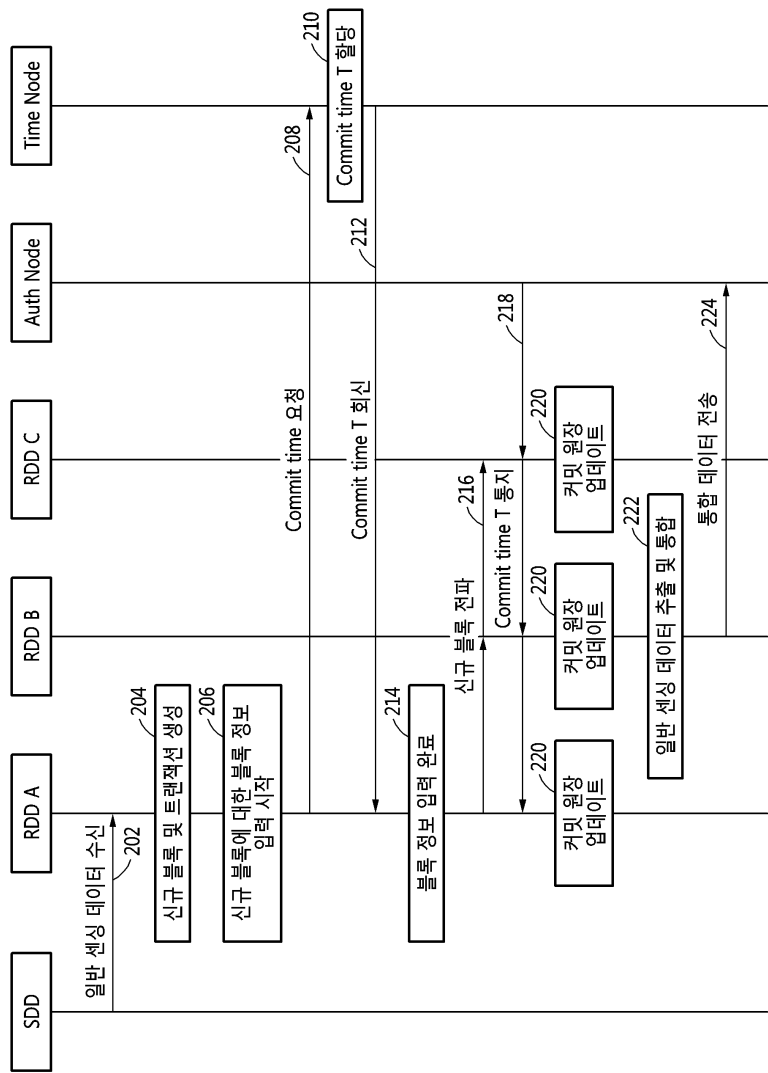
- [0067] 100 : 스마트 더스트 IoT 시스템

도면

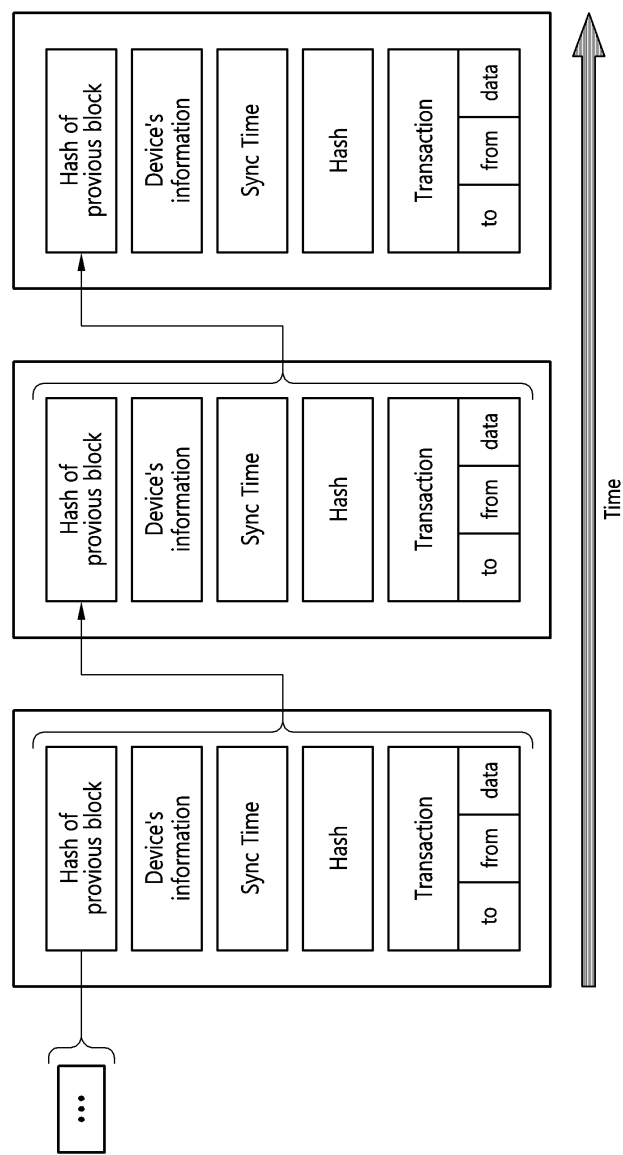
도면1



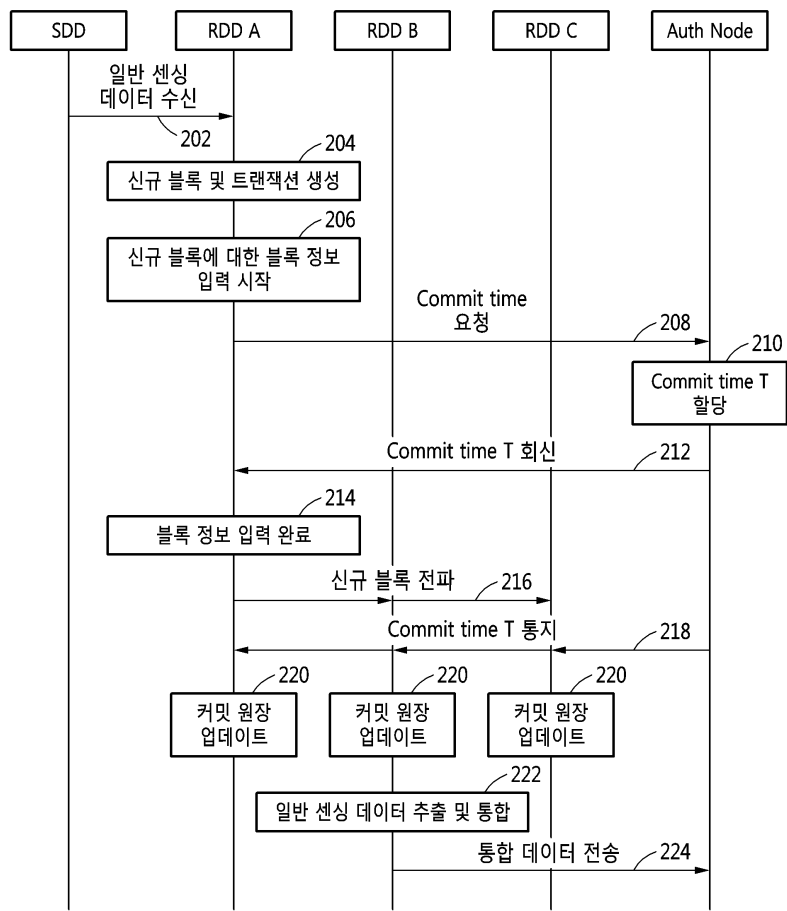
도면2



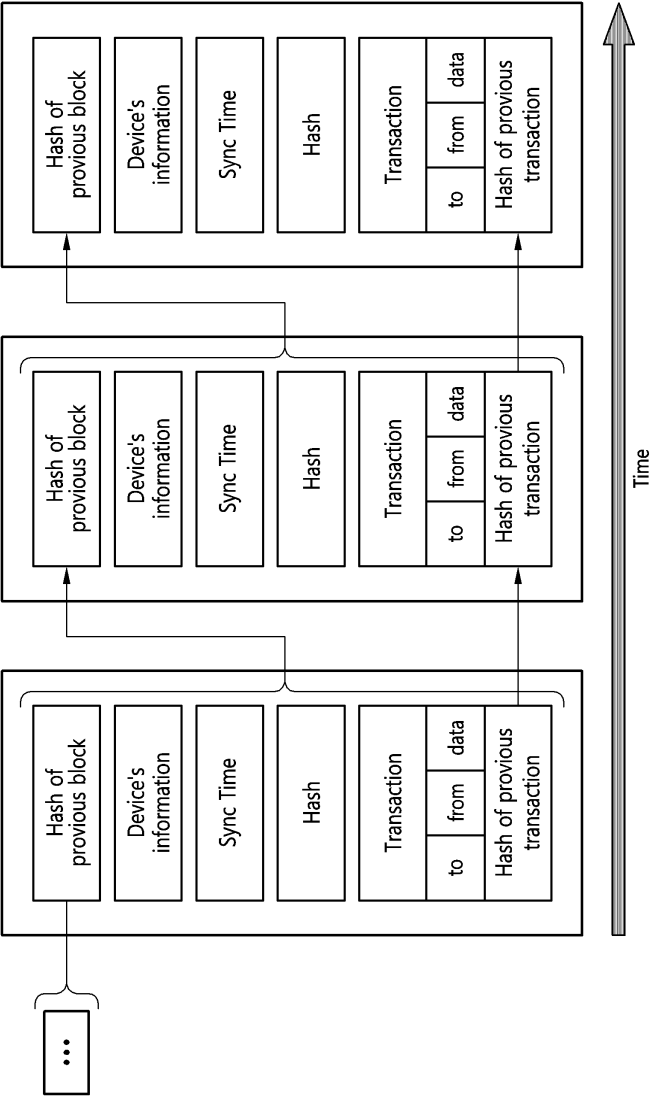
도면3



도면4



도면5



도면6

