



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0141576
(43) 공개일자 2019년12월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 5/02 (2006.01) H04L 12/18 (2006.01)
H04L 29/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06N 5/025 (2019.01)
H04L 12/1854 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0055831
(22) 출원일자 2019년05월13일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
201811022338 2018년06월14일 인도(IN)

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
보스 란잔
인도 뉴델리 110016 하우스 카스 텔리(IIT-델리)
인도 인스티튜트 오브 테크놀로지 전기공학부
제인 아눙
인도 우타르 프라데시 201303 노이다 섹터 126 플
롯 넘버 2A c/o 삼성 알앤디 인스티튜트 인도-텔
리(SRI-델리) 2A
나라시마 고쿨
인도 우타르 프라데시 201303 노이다 섹터 126 플
롯 넘버 2A c/o 삼성 알앤디 인스티튜트 인도-텔
리(SRI-델리) 2A
(74) 대리인
리앤목특허법인

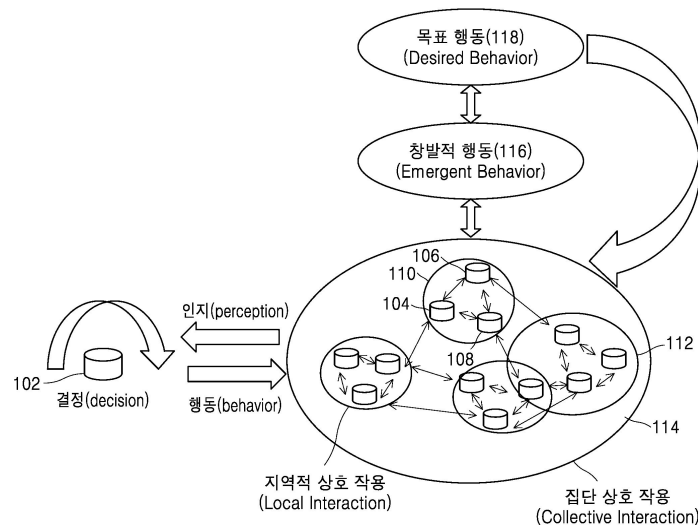
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 동적 규칙 기반의 블록 체인을 이용하는 군집 제어 장치 및 방법

(57) 요약

본 개시는 군집 제어 장치 및 그의 동작 방법에 관한 것이다. 구체적으로, 군집 제어 장치가 수행하는 군집 제어 방법은 복수의 노드들 중 적어도 하나의 노드들의 특성에 기초하여 상기 군집에 관한 제1 규칙을 생성하는 동작; 상기 생성된 제1 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들과 공유하는 동작; 상기 공유된 제1 규칙에 기초하여 상기 적어도 하나의 노드들을 포함하는 상기 군집을 형성하는 동작; 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들에 대한 변화를 검출하는 동작; 및 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 제2 규칙으로 변경하는 동작; 을 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류
H04L 67/1059 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

블록 체인을 이용하는 군집 제어 장치가 군집을 제어하는 방법에 있어서,
 복수의 노드들 중 적어도 하나의 노드들의 특성에 기초하여 상기 군집에 관한 제1 규칙을 생성하는 동작;
 상기 생성된 제1 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들과 공유하는 동작;
 상기 공유된 제1 규칙에 기초하여 상기 적어도 하나의 노드들을 포함하는 상기 군집을 형성하는 동작;
 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들에 대한 변화를 검출하는 동작; 및
 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 제2 규칙으로 변경하는 동작; 을 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 제2 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들과 공유하는 동작; 및
 상기 공유된 제2 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 변화를 검출하는 동작; 을 더 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 제2 규칙에 기초하여 검출된 변화에 기초하여, 상기 군집 내 상기 제2 규칙에 대응되지 않는 동작을 나타내는 이상(anomaly) 노드를 검출하는 동작; 을 더 포함하는 것인, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 규칙을 생성하는 동작은
 상기 적어도 하나의 노드들의 특성(attribute), 성질(property), 현재 상태(current state)에 관한 데이터 및 상기 특성, 성질 및 현재 상태에 관한 데이터를 입력으로 하는 커널(kernel) 함수에 기초하여 상기 제1 규칙을 생성하는 동작; 을 포함하는 것인, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 규칙을 공유하는 동작은
 상기 생성된 제1 규칙을 상기 제1 규칙을 생성한 노드의 무작위로 선택된 적어도 하나의 피어(peer) 노드에 브로드캐스팅(broadcasting) 하는 동작;
 상기 제1 규칙이 상기 군집 내 모든 노드들에 브로드캐스팅되면, 상기 제1 규칙에 기초하여 선출된 상기 군집 내 적어도 하나의 노드가 상기 제1 규칙을 기록한 블록을 생성하는 동작;
 상기 블록을 생성한 노드가 무작위로 선택된 피어(peer) 노드들에 생성된 블록을 브로드캐스팅(broadcasting)하는 동작;
 상기 제1 규칙에 기초하여, 상기 브로드캐스팅된 블록을 검증하는 동작; 및
 상기 검증된 블록을 블록체인에 연결하는 동작; 을 포함하는 것인, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 변화를 검출하는 동작은

상기 제1 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화를 검출하는 동작; 및

상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화에 기초하여 상기 군집의 변화를 검출하는 동작; 을 포함하는 것인, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 변경하는 동작은

상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 갱신하는 동작;

상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 수정하는 동작;

상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙의 경계 조건을 재설정하는 동작; 및

상기 갱신된 제1 규칙, 상기 수정된 제1 규칙 및 상기 재설정된 경계 조건을 포함하는 제1 규칙 중 적어도 하나를 이용하여 상기 제2 규칙을 생성하는 동작; 을 포함하는, 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 군집은 동종(Homogeneous)노드 또는 이종(Heterogeneous)노드 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 제1 규칙 및 상기 제2 규칙 중 적어도 하나에 기초하여 동작하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 형성된 군집 내의 모든 노드들은 상기 제1 규칙, 상기 제2 규칙 및 상기 군집 내 모든 노드들의 동작 이력에 관한 트랜잭션들(transactions) 및 상기 트랜잭션들이 기록된 적어도 하나의 블록이 체인 형태로 연결한 블록 체인을 공유하는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제1 규칙 및 제2 규칙은

상기 군집의 형성, 상기 블록을 생성하기 위한 노드의 선출, 상기 블록의 검증 및 상기 블록 체인의 합의 중 적어도 하나에 대한 규칙을 포함하는 것인, 방법.

청구항 11

블록 체인을 이용하는 군집 제어 장치에 있어서,

상기 군집 내 적어도 하나의 노드들과 통신하기 위한 통신 인터페이스;

하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및

상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 프로세서; 를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

복수의 노드들 중 적어도 하나의 노드들의 특성에 기초하여 상기 군집에 관한 제1 규칙을 생성하고;

상기 생성된 제1 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들에 공유하고;

상기 공유된 제1 규칙에 기초하여 상기 적어도 하나의 노드들을 포함하는 상기 군집을 형성하고;

상기 군집 내 적어도 하나의 노드들에 대한 변화를 검출하고;

상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 제2 규칙으로 변경하는 군집 제어 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 제2 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들과 공유하고;

상기 공유된 제2 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 변화를 검출하는 것을 특징으로 하는 군집 제어 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 제2 규칙에 기초하여 검출된 변화에 기초하여, 상기 군집 내 상기 제2 규칙에 대응되지 않는 동작을 나타내는 이상(anomaly) 노드를 검출하는 것을 특징으로 하는 군집 제어 장치.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써

상기 적어도 하나의 노드들의 특성(attribute), 성질(property), 현재 상태(current state)에 관한 데이터 및 상기 특성, 성질 및 현재 상태에 관한 데이터를 입력으로 하는 커널(kernel) 함수에 기초하여 상기 제1 규칙을 생성하는 것을 특징으로 하는 군집 제어 장치.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 생성된 제1 규칙을 상기 제1 규칙을 생성한 노드의 무작위로 선택된 피어(peer) 노드에 브로드캐스팅(broadcasting) 하고;

상기 제1 규칙이 상기 군집 내 모든 노드들에 브로드캐스팅되면, 상기 제1 규칙에 기초하여 선출된 상기 군집 내 적어도 하나의 노드가 상기 제1 규칙을 기록한 블록을 생성하고;

상기 블록을 생성한 노드가 무작위로 선택된 적어도 하나의 피어(peer) 노드에 생성된 블록을 브로드캐스팅(broadcasting)하고;

상기 제1 규칙에 기초하여, 상기 브로드캐스팅된 블록을 검증하고;

상기 검증된 블록을 블록체인에 연결하는 것을 특징으로 하는 군집 제어 장치.

청구항 16

제11항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 제1 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화를 검출하고;

상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화에 기초하여 상기 군집의 변화를 검출하는 것을 특징으로 하는 군집 제어 장치.

청구항 17

제11항에 있어서, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 갱신하고;

상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 수정하고;

상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙의 경계 조건을 재설정하고;

상기 갱신된 제1 규칙, 상기 수정된 제1 규칙 및 상기 재설정된 경계 조건을 포함하는 제1 규칙 중 적어도 하나를 이용하여 상기 제2 규칙을 생성하는 것을 특징으로 하는 군집 제어 장치.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 군집은 동종(Homogeneous)노드 또는 이종(Heterogeneous)노드 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 제1 규칙 및 상기 제2 규칙 중 적어도 하나에 기초하여 동작하는 것을 특징으로 하는, 군집 제어 장치.

청구항 19

제11항에 있어서,

상기 형성된 군집 내의 모든 노드들은 상기 제1 규칙, 상기 제2 규칙 및 상기 군집 내 모든 노드들의 동작 이력에 관한 트랜잭션들(transactions) 및 상기 트랜잭션들이 기록된 적어도 하나의 블록이 체인 형태로 연결한 블록 체인을 공유하는 것을 특징으로 하는, 군집 제어 장치.

청구항 20

복수의 노드들 중 적어도 하나의 노드들의 특성에 기초하여 군집에 관한 제1 규칙을 생성하는 동작;

상기 생성된 제1 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들과 공유하는 동작;

상기 공유된 제1 규칙에 기초하여 상기 적어도 하나의 노드들을 포함하는 상기 군집을 형성하는 동작;

상기 군집 내 적어도 하나의 노드들에 대한 변화를 검출하는 동작; 및

상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 제2 규칙으로 변경하는 동작을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 기록매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 군집(Swarm)을 형성하는 디바이스들을 제어하기 위한 장치 및 그의 동작 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 동종(Homogeneous) 및/또는 이종(Heterogeneous) 디바이스들을 포함하는 군집을 제어하기 위한 장치 및 그의 동작 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 시스템은 인간 수준의 지능을 구현하는 컴퓨터 시스템이며, 기존 규칙 기반 스마트 시스템과 달리 기계가 스스로 학습하고 판단하며 똑똑해지는 시스템이다. 인공지능 시스템은 사용할수록 인식이 향상되고 사용자 취향을 보다 정확하게 이해할 수 있게 되어, 기존 규칙 기반 스마트 시스템은 점차 딥러닝 기반 인공지능 시스템으로 대체되고 있다. 인공지능 기술은 기계학습(딥러닝) 및 기계학습을 활용한 요소 기술들로 구성된다.

[0003] 최근 인공 지능은 단일 개념이 아닌 군집 지능(Swarm Intelligence)이라는 분산된 집단적 행동과 자기 조직 시스템을 기초로 하는 인공 지능으로 발전되고 있다. 군집(Swarm)은 개미, 벌, 새 등과 같이 떼를 지어 행동하는 개체들의 집합을 의미한다. 군집 내 각 개체들은, 각 개체의 행동을 지시하는 중앙 통제 구조가 없음에도 불구하고, 아주 간단한 규칙에 따라 행동하며, 각 개체가 전체 규칙을 이해하지 못하더라도, 부분적으로는 개체간 무작위한 상호 작용을 통해 동작함으로써, 지능적으로 보이는 전체(global)행동을 나타낼 수 있다. 군집(Swarm)은 공통된 집단 특성(Collective Characteristics)을 공유하는 노드들의 하위 부분 집합(sub-set)이고, 집단 결정(Collective Decision)을 내릴 수 있다.

[0004] 블록 체인(Block chain)은 새로운 블록들을 검증하기 위한 규약을 집단적으로 준수하는 P2P(peer to peer)네트워크에 의해 생성되고 관리되는 위변조가 불가능한 분산 저장소로써, 트랜잭션(쌍방간의 쪼갬 수 없는 단위 작업)으로 생성된 데이터 블록들을 체인(chain)형태로 잇따라 연결한 모음을 의미한다. 블록 체인의 대표적인 응용사례는 암호화폐의 거래 과정을 기록하는 분산화된 전자 화폐인 비트코인이 있다. 블록체인에는 일정 시간 동안 사용자들 간에 발생되는 확정된 거래 내역들이 저장될 수 있고, 많은 사용자들은 블록 체인 사본을 가지며, 거래 내역은 모두에게 공개될 수 있다.

[0005] 블록 체인의 규칙은 변경가능 하지 않으나, 군집의 집단 특성(collective property)은 시간이 지남에 따라 변경될 수 있다. 따라서, 군집(swarm)을 형성하는 디바이스들에 사용될 유연한(flexible) 블록 체인 기술 개발이 요구된다.

[0006] 또한, 대부분의 블록 체인 및 군집(swarm) 기술들은 동형(homogeneous) 디바이스들의 유사한(similar) 타입에 한정되고, 서로 다른 유형의 디바이스들이 네트워크를 이루는 사물인터넷(Internet of Things, IOT)과 같은 분야에서, 이형(heterogeneous) 디바이스들을 위한 블록체인 및 군집(swarm)기술은 개발되어 있지 않다.

[0007] 따라서, 군집의 기존 성질(property) 및 현재 상태가 블록 체인의 규칙에 대한 경계 조건(boundary condition)을 제어하거나 설정할 수 있는 군집(swarm) 제어 알고리즘 개발이 요구되고 있으며, 동종(homogeneous) 및 이종(heterogeneous) 디바이스를 포함하는 군집 모두에 적용할 수 있는 블록 체인 알고리즘 기반 군집 지능 생성을 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 개시된 실시 예에 따르면, 복수의 노드들을 포함하는 군집(Swarm)으로부터 진화하는 규칙에 기초하여, 블록 체인을 위한 적응적 규칙을 유도하기 위한 시스템 및 방법이 제공될 수 있다.

[0009] 일 실시 예에 의하면, 하나의 군집 내 노드들의 특성의 변화에 기초하여, 런타임 규칙을 진화하고 발전시키기 위한 시스템 및 방법이 제공될 수 있다.

[0010] 일 실시 예에 의하면, 블록 체인의 진화 규칙에 기초하여, 새로운 노드들을 검증하기 위한 시스템 및 방법이 제공될 수 있다.

[0011] 일 실시 예에 의하면, 군집 내 이상을 검출하기 위한 시스템 및 방법이 제공될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 일 실시 예에 따라, 블록 체인을 이용하는 군집 제어 장치가 군집을 제어하는 방법은 네트워크에 포함된 복수의 노드들 중 적어도 하나의 노드들의 특성에 기초하여 상기 군집에 관한 제1 규칙을 생성하는 동작; 상기 생성된 제1 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들과 공유하는 동작; 상기 공유된 제1 규칙에 기초하여 상기 적어도 하나의 노드들을 포함하는 상기 군집을 형성하는 동작; 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들에 대한 변화를 검출하는 동작; 및 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 제2 규칙으로 변경하는 동작; 을 포함할 수 있다.

[0013] 일 실시 예에 의하면, 상기 군집 제어 방법은 상기 제2 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들과 공유하는 동작; 및 상기 공유된 제2 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 변화를 검출하는 동작; 을 더 포함할 수 있다.

[0014] 일 실시 예에 의하면, 상기 군집 제어 방법은 상기 제2 규칙에 기초하여 검출된 변화에 기초하여, 상기 군집 내 상기 제2 규칙에 대응되지 않는 동작을 나타내는 이상(anomaly) 노드를 검출하는 동작; 을 더 포함할 수 있다.

[0015] 일 실시 예에 의하면, 상기 제1 규칙을 생성하는 동작은 상기 적어도 하나의 노드들의 특성(attribute), 성질(property), 현재 상태(current state)에 관한 데이터 및 상기 특성, 성질 및 현재 상태에 관한 데이터를 입력으로 하는 커널(kernel) 함수에 기초하여 상기 제1 규칙을 생성하는 동작; 을 포함할 수 있다.

[0016] 일 실시 예에 의하면, 상기 제1 규칙을 공유하는 동작은 상기 생성된 제1 규칙을 상기 제1 규칙을 생성한 노드의 무작위로 선택된 적어도 하나의 피어(peer) 노드에 브로드캐스팅(broadcasting) 하는 동작; 상기 제1 규칙이 상기 군집 내 모든 노드들에 브로드캐스팅되면, 상기 제1 규칙에 기초하여 선출된 상기 군집 내 적어도 하나의 노드가 상기 제1 규칙을 기록한 블록을 생성하는 동작; 상기 블록을 생성한 노드가 무작위로 선택된 피어(peer) 노드들에 생성된 블록을 브로드캐스팅(broadcasting)하는 동작; 상기 제1 규칙에 기초하여, 상기 브로드캐스팅된 블록을 검증하는 동작; 및 상기 검증된 블록을 블록체인에 연결하는 동작; 을 포함할 수 있다.

[0017] 일 실시 예에 의하면, 상기 변화를 검출하는 동작은 상기 제1 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화를 검출하는 동작; 및 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화에 기초하여 상기 군집의 변화를 검출하는 동작; 을 포함할 수 있다.

[0018] 일 실시 예에 의하면, 상기 변경하는 동작은 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 갱신하는 동작; 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 수정하는 동작; 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙의 경계 조건을 재설정하는 동작; 및 상기 갱신된 제1 규칙, 상기 수정된 제1 규칙 및 상기 재설정된 경계 조건을 포

합하는 제1 규칙 중 적어도 하나를 이용하여 상기 제2 규칙을 생성하는 동작; 을 포함할 수 있다.

- [0019] 일 실시 예에 의하면, 상기 군집은 동종(Homogeneous)노드 또는 이종(Heterogeneous)노드 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 제1 규칙 및 상기 제2 규칙 중 적어도 하나에 기초하여 동작할 수 있다.
- [0020] 일 실시 예에 의하면, 상기 형성된 군집 내의 모든 노드들은 상기 제1 규칙, 상기 제2 규칙 및 상기 군집 내 모든 노드들의 동작 이력에 관한 트랜잭션들(transactions) 및 상기 트랜잭션들이 기록된 적어도 하나의 블록이 체인 형태로 연결한 블록 체인을 공유할 수 있다.
- [0021] 일 실시 예에 의하면, 상기 제1 규칙 및 제2 규칙은 상기 군집의 형성, 상기 블록을 생성하기 위한 노드의 선출, 상기 블록의 검증 및 상기 블록 체인의 합의 중 적어도 하나에 대한 규칙을 포함할 수 있다.
- [0022] 본 개시의 또 다른 실시 예에 의하면, 블록 체인을 이용하는 군집 제어 장치는 네트워크 내 복수의 노드들 중 적어도 하나의 노드들과 통신하기 위한 통신 인터페이스; 하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 프로세서; 를 포함하고, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 네트워크에 포함된 복수의 노드들 중 적어도 하나의 노드들의 특성에 기초하여 상기 군집에 관한 제1 규칙을 생성하고; 상기 생성된 제1 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들에 공유하고; 상기 공유된 제1 규칙에 기초하여 상기 적어도 하나의 노드들을 포함하는 상기 군집을 형성하고; 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들에 대한 변화를 검출하고; 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 제2 규칙으로 변경할 수 있다.
- [0023] 일 실시 예에 의하면, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 제2 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들과 공유하고; 상기 공유된 제2 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 변화를 검출할 수 있다.
- [0024] 일 실시 예에 의하면, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 제2 규칙에 기초하여 검출된 변화에 기초하여, 상기 군집 내 상기 제2 규칙에 대응되지 않는 동작을 나타내는 이상(anomaly) 노드를 검출할 수 있다.
- [0025] 일 실시 예에 의하면, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써 상기 적어도 하나의 노드들의 특성(attribute), 성질(property), 현재 상태(current state)에 관한 데이터 및 상기 특성, 성질 및 현재 상태에 관한 데이터를 입력으로 하는 커널(kernel) 함수에 기초하여 상기 제1 규칙을 생성할 수 있다.
- [0026] 일 실시 예에 의하면, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 생성된 제1 규칙을 상기 제1 규칙을 생성한 노드의 무작위로 선택된 피어(peer) 노드에 브로드캐스팅(broadcasting) 하고; 상기 제1 규칙이 상기 군집 내 모든 노드들에 브로드캐스팅되면, 상기 제1 규칙에 기초하여 선출된 상기 군집 내 적어도 하나의 노드가 상기 제1 규칙을 기록한 블록을 생성하고; 상기 블록을 생성한 노드가 무작위로 선택된 적어도 하나의 피어(peer) 노드에 생성된 블록을 브로드캐스팅(broadcasting)하고; 상기 제1 규칙에 기초하여, 상기 브로드캐스팅된 블록을 검증하고; 상기 검증된 블록을 블록체인에 연결할 수 있다.
- [0027] 일 실시 예에 의하면, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 제1 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화를 검출하고; 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화에 기초하여 상기 군집의 변화를 검출할 수 있다.
- [0028] 일 실시 예에 의하면, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 갱신하고; 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 수정하고; 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙의 경계 조건을 재설정하고; 상기 갱신된 제1 규칙, 상기 수정된 제1 규칙 및 상기 재설정된 경계 조건을 포함하는 제1 규칙 중 적어도 하나를 이용하여 상기 제2 규칙을 생성할 수 있다.
- [0029] 일 실시 예에 의하면, 상기 군집은 동종(Homogeneous)노드 또는 이종(Heterogeneous)노드 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 제1 규칙 및 상기 제2 규칙 중 적어도 하나에 기초하여 동작할 수 있다.
- [0030] 일 실시 예에 의하면, 상기 형성된 군집 내의 모든 노드들은 상기 제1 규칙, 상기 제2 규칙 및 상기 군집 내 모든 노드들의 동작 이력에 관한 트랜잭션들(transactions) 및 상기 트랜잭션들이 기록된 적어도 하나의 블록이 체인 형태로 연결한 블록 체인을 공유할 수 있다.
- [0031] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 개시의 또 다른 실시 예에 따라, 군집 기반 시스템은 동종 및/또는 이종 노드들의 특성, 성질, 행동 및 현재 상태 중 적어도 하나에 기초하여 적어도 하나의 런타임 합의 규칙을 생성하는 합의 기반 규칙 유닛; 상기 동종 및/또는 노드들의 군집을 형성하는 런타임 합의 규칙 기반 군집 형성

유닛; 상기 군집의 특성, 성질, 합의 규칙들, 행동 및 현재 상태 중 적어도 하나의 변화를 검출하는 검출 유닛; 및 상기 검출에 기초하여 블록 체인 내 규칙들 및 상기 군집을 갱신하는 블록 체인 내 적응 규칙 유닛을 포함할 수 있다.

- [0032] 일 실시 예에 의하면, 상기 동종 및/또는 이종 노드들의 상기 군집 형성은 상기 규칙 유닛 내 적어도 하나의 규칙에 기초할 수 있다.
- [0033] 일 실시 예에 의하면, 상기 군집의 특성, 성질, 행동 및 현재 상태는 raw values 또는 상기 raw values의 함수에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0034] 일 실시 예에 의하면, 군집 내 적어도 하나의 노드는 스스로 블록 체인 원장에 등록되고, 수정된 원장은 다음 노드로 전달될 수 있다.
- [0035] 일 실시 예에 의하면, 상기 성질, 상기 특성, 상기 행동, 상기 현재 상태, 상기 합의 규칙들, 상기 적응 규칙들 및 거래들 중 적어도 하나는 블록 체인 원장에 입력될 수 있다.
- [0036] 일 실시 예에 의하면, 상기 적응 규칙 유닛에 의한 상기 블록 체인 내 규칙들을 갱신하는 것은, 새로운 규칙들을 생성하는 것, 기존의 규칙들을 수정하는 것 및 기존의 규칙들을 위한 경계 조건을 설정하는 것 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0037] 일 실시 예에 의하면, 상기 군집 내 런타임 합의 규칙은 상기 적응 규칙 유닛에 의해 갱신된 규칙들에 기초하여 갱신될 수 있다.
- [0038] 일 실시 예에 의하면, 이상(anomaly)은 수정된 기존 규칙들, 새로운 규칙들 및 기존 규칙들의 경계 조건들 중 적어도 하나에 기초하여 검출될 수 있다.
- [0039] 일 실시 예에 의하면, 새로운 규칙들, 수정된 기존 규칙들 또는 기존 규칙들의 경계 조건 중 적어도 하나에 대한 정보가 상기 군집에 제공될 수 있다.
- [0040] 일 실시 예에 의하면, 상기 블록체인 원장은 새로운 규칙, 갱신된 규칙 및 기존의 규칙들의 경계 조건 중 적어도 하나에 기초하여 갱신될 수 있다.
- [0041] 일 실시 예에 의하면, 상기 적어도 하나의 노드가 상기 노드에서의 상기 이상의 검출 이후에 차단될 수 있다.
- [0042] 본 발명의 또 다른 실시 예에 의하면, 군집 기반 방법은 동종 및/또는 이종 노드들의 특성, 성질, 행동 및 현재 상태 중 적어도 하나에 기초하여 적어도 하나의 런타임 합의 규칙을 생성하는 단계; 상기 생성된 런타임 합의 규칙에 기초하여, 동종 및/또는 노드들의 군집을 형성하는 단계; 상기 군집의 특성, 성질, 합의 규칙들, 행동 및 현재 상태 중 적어도 하나의 변화를 검출하는 단계; 및 상기 변화의 검출 이후에, 블록 체인 내 적응 규칙 유닛의 규칙들을 갱신하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0043] 일 실시 예에 의하면, 상기 군집을 형성하는 단계는 상기 규칙 내 적어도 하나의 규칙에 기초할 수 있다.
- [0044] 일 실시 예에 의하면, 상기 군집의 속성, 성질, 행동 및 현재 상태는 raw values 또는 상기 raw values의 함수에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0045] 일 실시 예에 의하면, 상기 군집 내 적어도 하나의 노드는 스스로 블록 체인 원장에 등록되고, 수정된 원장은 다음 노드로 전달될 수 있다.
- [0046] 일 실시 예에 의하면, 상기 각각의 블록 체인 원장은 상기 군집에서 상기 노드들 사이의 적어도 하나의 성질, 특성, 행동 특성, 상기 군집의 현재 상태, 합의 규칙 및 거래들 중 적어도 하나의 항목(entry)을 저장할 수 있다.
- [0047] 일 실시 예에 의하면, 상기 갱신하는 단계는 상기 적응 규칙 유닛에 의해, 새로운 규칙을 생성하고, 기존의 규칙들을 수정하며, 상기 기존의 규칙들에 대한 경계 조건을 설정할 수 있다.
- [0048] 일 실시 예에 의하면, 새로운 규칙들, 수정된 기존 규칙들 또는 기존 규칙들의 경계 조건 중 적어도 하나에 대한 정보가 상기 군집에 제공될 수 있다.
- [0049] 일 실시 예에 의하면, 상기 군집 내 런타임 합의 규칙은 상기 적응 규칙 유닛에 의해 갱신되는 규칙들에 기초하여 갱신될 수 있다.
- [0050] 일 실시 예에 의하면, 상기 검출하는 단계는 상기 군집 내 블록체인의 갱신된 규칙들에 기초하여 군집 내 이상

을 검출할 수 있다.

[0051] 일 실시 예에 의하면, 블록 체인 원장은 새로운 규칙, 수정된 기존 규칙, 상기 기존 규칙의 경계 조건들 중 적어도 하나에 기초하여 갱신될 수 있다.

[0052] 일 실시 예에 의하면, 상기 적어도 하나의 노드가, 상기 노드에서의 상기 이상의 검출 이후 차단될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0053] 도 1은 일 실시 예에 따른, 일반적인 기술에 따른 군집 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 2a는 일반적인 군집 시스템에서, 군집의 형성 및 군집 내 이상의 검출을 설명하기 위한 도면이다.

도 2b는 일반적인 군집 시스템에서 랜덤 복수 군집들의 형성 및 군집 내 이상을 검출을 설명하기 위한 도면이다.

도 2c는 일반적인 군집 시스템에서 랜덤 복수 군집들의 형성 및 군집 내 이상을 검출을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 일반적인 블록 체인 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 4a는 일 실시 예에 따른, 이종(heterogeneous) 장치들의 네트워크를 나타내는 도면이다.

도 4b는 이종 디바이스들을 포함하는 군집의 성질 및 특성에 기초하여 군집의 규칙 및 규칙의 경계 조건을 설정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4c는 새로운 디바이스들이 군집에 추가됨에 따라 군집의 성질 및 특성이 변하고, 변경된 성질 및 특성에 따라 군집의 규칙 및 경계조건이 갱신되는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 4d는 일 실시 예에 따른, 이종 디바이스들 사이에서 형성되는 군집(swarm)을 설명하기 위한 도면이다.

도 4e는 일 실시 예에 따른, 이종 디바이스들 사이에서 형성되는 군집(swarm)을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일 실시 예에 따른 군집 환경(swarm environment)을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 일 실시 예에 따른, 블록 체인 서비스를 포함하는 군집 지능 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 7a는 일 실시 예에 따른 군집 지능 코어 엔진을 설명하기 위한 도면이다.

도 7b는 일 실시 예에 따른 블록 체인 내의 복수의 레이어들을 나타내는 도면이다.

도 7c는 일 실시 예에 따른 블록 체인 내의 트랜잭션의 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 일 실시 예에 따른 군집 제어 방법의 흐름도이다.

도 9는 일 실시 예에 따른 제1 규칙을 공유하는 동작을 세부적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 일 실시 예에 따른 제1 규칙을 제2 규칙으로 변경하는 동작을 세부적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 11a는 일 실시 예에 따른 복수의 드론들을 포함하는 군집을 설명하기 위한 도면이다.

도 11b는 일 실시 예에 따른 복수의 드론들을 포함하는 군집을 설명하기 위한 도면이다.

도 12a는 일 실시 예에 따른 악의적인 드론을 포함하는 군집을 설명하기 위한 도면이다.

도 12b는 일 실시 예에 따른 악의적인 드론을 포함하는 군집을 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 일 실시 예에 따른 제조 조립 공장 내 산업용 로봇들을 포함하는 군집을 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 일 실시 예에 따른 이상 검출 및 침입 식별 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 15a는 일 실시 예에 따른 스마트 계량기가 설치된 스마트 홈을 공격하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 15b는 일 실시 예에 따른 스마트 계량기가 설치된 스마트 홈을 공격하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 16은 주소결정 프로토콜을 이용하여 근거리 통신망 내 상대방의 데이터 패킷을 중간에서 가로채는 중간자 공격 기법을 설명하기 위한 도면이다.

도 17은 일 실시 예에 따른 군집 내 이상을 검출하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 18은 일 실시 예에 따라 교통 관리에 사용되는 군집 기반 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 19a는 일 실시 예에 따른 군집 형성 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 19b는 일 실시 예에 따른 군집 내 이상을 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 20은 일 실시 예에 따른 군집 제어 장치의 블록도이다.

도 21은 일 실시 예에 따른 군집 제어 방법을 수행하는 서버의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0054] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 개시에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0055] 본 개시에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0056] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0057] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 개시의 실시 예에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0058] 본 개시는 Core AI에 관련된 기술로, 적어도 하나의 디바이스들을 포함하는 군집 내에서 이상(Anomaly)을 검출하기 위한 방법을 제공할 수 있다. 본 개시는 군집 지능(Swarm Intelligence) 및 블록 체인(Block Chain)기술을 결합한 것으로, 군집 지능에 의하여 생성된 군집의 현재 상태 및 성질 등에 기초하여, 블록체인 규칙의 생성/변경을 다룰 수 있다. 군집의 현재 상태, 파라미터 및 성질 등에 기초하여 생성 및 변경되는 이러한 동적 규칙들(dynamic rules)은 적어도 하나의 디바이스들을 포함하는 군집 내 이상을 검출하는데 사용될 수 있다. 즉, 블록 체인의 동적 규칙들은 군집 내 지능을 야기할 수 있다.
- [0059] 종래, 군집 환경에서 블록 체인을 사용한 기술은 공개되지 않았으며, 군집의 집단 성질(collective properties)이 시간이 지남에 따라 변하므로, 군집 및 블록 체인의 본질은 반대 이기 때문에, 군집의 동적 속성들을 포함할 수 있는 군집 및 블록 체인을 활용할 수 있는 인텔리전스(intelligence) 시스템의 개발이 필요하다. 또한, 장래 다양한 스마트 디바이스들을 고려할 때, 동종 및 이종 군집의 성질을 모두 수용할 수 있는 인텔리전스 시스템의 개발 역시 요구되고 있다. 본 개시는, 군집의 현재 상태 및 성질에 의해 생성, 변경, 갱신 및 관리되는 블록 체인 규칙을 포함하는 지능 시스템에 부합될 수 있다.
- [0060] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 동종 군집(Homogeneous Swarm)은 유사한 행동 및 속성을 가진 유사한 유형의 디바이스들을 포함하는 군집을 의미할 수 있고, 이종 군집(Heterogeneous Swarm)은 서로 다른 이종의 행동 특성 및 성질을 가지는 서로 다른 유형의 디바이스들이 연결된 군집을 의미할 수 있다.
- [0061] 도 1은 군집(swarm) 지능(Intelligence)의 개념을 설명하기 위한 도면이다. 간단한 규칙(simple rule)을 따르는 분산된(distributed) 자기 조직화(self organized)된 에이전트/노드들은 지역적(locally)으로 인접한 노드들과 상호 작용함으로써, 집단적 행동(collective behavior)을 나타내고, 집단적 행동을 통해서 지능적으로 보이는 전체적(global) 행동을 창의적으로 나타낼 수 있다. 군집의 분산화된 자기 조직화된 에이전트 및/또는 노드들의 지역적 상호 작용을 미세하게 조절함으로써, 전체적으로는, 지능적으로 보이는 요구된(required) 행동을 수행하는 군집을 생성할 수 있다.
- [0062] 즉, 군집(swarm) 내 각 개체들 또는 각 개체들이 이루는 군집의 부분들은 전체 규칙을 이해하지 못하더라도, 간

단한 규칙(simple rule)에 따라 행동함으로써, 전체적(global)으로는 지능적으로 보이는, 신생(emergent) 행동을 나타낼 수 있고, 결과적으로 전체 군집에 필요한 행동을 나타낼 수 있다. 군집 지능은 집단 행동을 나타내는 분산화되고, 자기 조직화된 노드/에이전트들을 포함하는 시스템에 의해 생성될 수 있고, 군집 지능을 나타내는 노드 및/또는 에이전트들은 서로간의 상호작용이 우선시되는 임의의 무작위성을 가질 수 있다.

[0063] 도 2a는 복수의 노드들을 포함하는 네트워크에서 군집(swarm)의 형성 및 이상(anomaly)을 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0064] 네트워크는 복수의 노드들을 포함할 수 있고, 네트워크는 자동 서브 네트워킹(sub-networking) 알고리즘을 이용하여 전체 네트워크에서 적어도 일부 노드들을 포함하는 서브 네트워킹을 생성할 수 있다. 자동 서브 네트워킹 알고리즘은 서로 다른 서브 네트워킹의 각 노드에 고유한(unique) 정의를 제공할 수 있다. 본 개시에 따른 네트워크는 자동 서브 네트워킹 알고리즘을 이용하여 적어도 하나의 노드들을 포함하는 군집을 형성하고 이상(anomaly)을 검출할 수 있다. 본 개시에 따른 네트워크는 전체 노드 또는 노드들의 부분 집합에 대응될 수 있고, 노드는 유선 또는 무선 통신이 가능한 전자 장치들에 대응될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집(swarm)은 네트워크 내 모든 노드들을 포함할 수도 있고, 네트워크 내 적어도 일부의 노드들을 포함할 수도 있다. 본 개시에 따른 군집(swarm)은 간단한 규칙(simple rule)에 따라 행동하는 적어도 하나의 노드들의 지역적(local) 상호 작용에 기초하여, 군집 전체적(global)으로는 지능적으로 보이는 신생(emergent) 행동을 나타내는 노드들의 집단을 의미할 수 있다.

[0065] 도 2a를 참조하면, 각 노드에는 1에서 M까지의 시리얼 번호가 부여될 수 있다. 여기에서, M은 군집 내 전체 노드수를 의미할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, M개의 노드들은 슈퍼 집합을 이루는 K개 노드들이 구성하는 슈퍼 집합의 공통 특성 및 성질에 따라 그룹화 될 수 있다. ($1 < M < K$)

[0066] 이러한 K개 노드들이 구성하는 슈퍼 집합의 특성 및 성질은 시간이 지남에 따라 학습되고, K개 노드들은 학습에 기초하여 M개 노드들의 군집(Swarm)을 형성할 수 있다. 상기 형성된 군집(Swarm)은 동일한 시스템 내에서 슈퍼 집합의 공통 특성 및 성질을 나타내고, 군집(Swarm)은 다른 군집(Swarm)들과 지역적(locally) 및 독립적(independently)으로 상호 작용함으로써, 중앙 통제에 의해 동작하는 것이 아니라, 분산화되어, 자기 조직화될 수 있다. 군집(swarm)들은 도출된 집단 합의(collective consensus)를 기초로 집단적 의사 결정(collective decision)을 할 수 있다.

[0067] 도 2b는 복수의 노드들을 포함하는 네트워크에서 서로 다른 서브 군집(swarm)의 형성 및 이상(anomaly)을 검출하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0068] 군집(Swarm)은 도 2b에 도시된 바와 같이, 순환 방식(circular fashion)으로 정렬될 수 있다. 도 2b를 참조하면, M개 노드들을 포함하는 군집은 n(예컨대 3)개 노드를 포함하는 서브 군집(sub-swarm)을 형성할 수 있고, 서브 군집들은 인접한 서브 군집들과 공통의 노드를 포함할 수 있다. 즉, 하나의 서브 군집 내 특정 노드는 서브 군집에 이웃하는 다른 서브 군집의 노드일 수 있다. 도 2b에 도시된 서브 군집들을 기초로, M개 노드들을 포함하는 군집 내 공격이나 이상들을 쉽게 검출할 수 있다. 군집 내 공격 또는 이상의 검출은 다음과 같이 크게 2가지 예로 설명될 수 있다.

[0069] 예를 들어, 군집 내의 오직 하나의 서브 군집에 대한 공격만이 탐지되는 경우, 서브 군집 내의 유니크 노드(unique node, 예컨대, N5)가 손상된(compromised)되거나 공격을 받은 것으로 간주될 수 있다. 즉, 노드 N4, N5 및 N6을 포함하는 서브 군집 네트워크만이 오류를 포함하는 경우, 노드 N5에 이상(anomaly)이 발생한 것으로 생각할 수 있다.

[0070] 또 다른 실시 예로, 두 개의 인접한 서브 군집(Swarm) 네트워크에 대한 공격이 검출되는 경우, 공격이 검출된 서브 군집 네트워크들이 공유하는 공통 노드가 손상된 것으로 볼 수 있다. 즉, 노드 N6, N7 및 N8을 포함하는 서브 군집 네트워크 및 N4, N5 및 N6을 포함하는 서브 군집 네트워크에 대한 공격이 검출되는 경우, 노드 N6에 이상이 발생한 것으로 볼 수 있다. 마찬가지로 모든 노드들은 서브 군집(swarm)들에 의해 고유하게 정의될 수 있다. 전술한 실시 예들은 모든 짝수 M개 노드들에서, 각 서브 군집이 n=3개의 노드들을 포함하는 경우 적용될 수 있다. 일반적으로, 각 서브 군집의 노드들은 3 이상이고, 하기의 수학적 식 1에 의해 표현될 수 있다.

수학식 1

$$n = \text{factor}(M) + I$$

[0071]

[0072]

여기에서 n은 서브 군집에 포함된 노드 수, M은 서브 군집들을 포함하는 전체 군집의 노드 수를 의미할 수 있다. 일반적으로, 각 서브 군집 내의 노드들의 수는 3이상이지만, 상기 수학식 1과 같이 표시될 수 있다. 상기 수학식 1이 적용되는 경우, 주(primary) 서브 군집(sub-swarm)들로부터 중첩되지 않은 노드들을 수집하는 일부 보조(secondary) 서브 군집들이 형성되어야 한다.

[0073]

도 2c는 주(primary) 서브 군집들로부터 오버랩되지 않는 각 노드들을 수집함으로써 소정의 보조(secondary) 서브 군집들이 형성되는 과정을 나타내는 도면이다.

수학식 2

$$S_1 = M/(n - 1)$$

$$S_2 = (n - 3)$$

[0074]

[0075]

여기에서, S1은 주요 서브 군집의 수(number of Primary Sub-swarms), S2는 보조(secondary) 서브 군집의 수(number of Secondary Sub-swarms)를 나타낸다. 예를 들어, M=10이고, n=3인 경우, 주요 서브 군집의 수 S1은 5이고, 보조(secondary) 서브 군집의 수 S2는 0이다. 또한, M=10이고, n=4인 경우, 주요 서브 군집의 수 S1은 3이고, 보조(secondary) 서브 군집의 수는 1(예컨대, 도 2c의 삼각 모양으로 연결된 군집)이다. 이러한 방식으로 n이 증가할 수록, 주(primary) 서브 군집들의 수 S1은 감소하지만, 2차 서브 군집들의 수는 증가하게 된다.

[0076]

따라서, 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 계산 복잡성을 줄이는 최적의(optimal) 서브 군집 수 n값이 존재하고, 최적의 n값으로 서브 군집들을 형성하고, 형성된 서브 군집 내에서 이상을 검출하며, 알고리즘이 각 노드를 정확하게 정의할 때, 군집 내 문제가 발생한 노드를 정확하게 검색할 수 있다.

[0077]

일반적으로, 군집에서 이상(anomaly)을 검출하기 위한 방법들은, 복수의 노드에서 이상이 발생한 경우에 이상을 정확하게 탐지하기 어렵고, 다수의 노드를 포함하는 대형 군집에서는 이상 검출을 위해 많은 계산이 요구되는 문제가 있었다. 또한, 일반적으로 군집에서 이상을 검출하는 방법들은, 하나 이상의 노드가 손상되거나 문제를 일으킨 경우 잘못된 결과를 제공할 위험이 있었고, 서브 군집의 모든 멤버가 공격을 받거나 손상되는 경우에는, 공격을 받거나 손상된 해당 서브 군집의 탐지가 불가능한 문제점이 있었다.

[0078]

도 3은 일 실시 예에 따른 블록 체인 알고리즘을 설명하기 위한 도면이다.

[0079]

블록 체인은 지속적으로 증가하는 트랜잭션들을 기록한 블록들을 체인 형식으로 포함하는 분산 원장(데이터 베이스)으로써, 각 블록들은 타임 스탬프(time-stamp)와 이전 블록에 대한 링크를 포함할 수 있다. 예를 들어, 블록 체인 내 각 블록들은 고유한 해시 값을 포함하고, 각 블록의 해시 값은 이전 블록의 해시 값을 포함할 수 있다. 블록 체인은 본질적으로 데이터의 수정에 저항성(resistant)을 가지고, 데이터의 신뢰성을 위한 무결성(integrity)을 가진다. 블록 체인은 다수의 노드/컴퓨터들 간의 트랜잭션을 기록하는데 사용되는 분산된(distributed) 디지털 원장(digital ledger)으로 생각될 수 있다.

[0080]

따라서, 블록 체인 내 트랜잭션들의 기록은 모든 후속 블록 및 네트워크의 결합을 변경하지 않고는, 블록 체인 내 기록들은 소급적으로 변경될 수 없다. 블록 체인은, 탈 중앙화된(de-centralized) 분산 네트워크에서 기록되거나 검증될 수 있는 경영 또는 재무를 위한 신뢰성 있고 저렴한 방법을 제공할 수 있다. 블록 체인 뿐만 아니라 군집(swarm)의 경우에도, 군집의 아키텍처(architecture)가 분산되어 있고, 블록체인 및 군집 모두 집단적 의사 결정에 관련되어 있으므로, 블록 체인의 견고성(robustness)이 복수의 디바이스들로 형성되는 군집에 적용될 수 있다.

[0081]

본 개시의 일 실시 예에 따른 트랜잭션(transaction)은 미리 정의된 이벤트의 발생을 의미할 수 있다. 또한, 트랜잭션은 두 객체 사이의 거래(예컨대 데이터의 교환, 데이터 값의 함수의 교환)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 적어도 하나의 디바이스를 포함하는 군집에서 트랜잭션은 디바이스들의 raw data 내지 function of

raw data 값의 교환을 포함할 수 있다.

- [0082] 본 개시의 일 실시 예에 따른 디바이스들의 raw data 는 디바이스 식별 데이터, 디바이스 상태 데이터를 포함할 수 있다. 또한, 디바이스의 식별 데이터는 디바이스의 특성 데이터, 디바이스의 성질 데이터를 포함할 수 있다. 디바이스의 raw data는 군집(swarm)의 raw data를 구성할 수 있다. 본 개시에 따른 디바이스는 하나의 네트워크 내 하나의 노드에 대응될 수 있다.
- [0083] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 노드는 다양한 형태의 디바이스 또는 전자 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에서 군집 내 포함된 노드들은 디지털 카메라, 모바일 단말, 스마트 폰(smart phone), 노트북 컴퓨터 (laptop computer), 태블릿 PC, 전자북 단말기, 디지털방송용 단말기, PDA(Personal Digital Assistants), PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션, MP3 플레이어, 집안 내 가전 등을 포함하는 전자 장치 일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0084] 또한, 일 실시 예에 따르면, 노드는 사용자에게 의해 착용될 수 있는 장치(wearable device)일 수 있다. 웨어러블 디바이스는 액세서리 형 장치(예컨대, 시계, 반지, 팔목 밴드, 발목 밴드, 목걸이, 안경, 콘택트 렌즈), 머리 착용형 장치(head-mounted-device(HMD)), 직물 또는 의류 일체형 장치(예: 전자 의복), 신체 부착형 장치(예컨대, 스킨 패드(skin pad)), 또는 생체 이식형 장치(예: implantable circuit) 중 적어도 하나일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 노드는 장치를 포함하는 네트워크의 단위으로써, 서로 통신이 가능한 드론, 항공기, 차량 등과 같이, 컴퓨터 장치 각각에 대응될 수 있고, 하나의 노드는 통신이 가능한 하나 이상의 전자 장치들을 포함할 수 있다. 즉, 군집 내 포함된 노드들은 서로 유선 또는 무선 통신이 가능한 복수의 전자 장치에 대응될 수 있다.
- [0085] 현재까지 보안을 위한 IOT 디바이스들을 포함하는 군집(swarm)에 군집 지능을 적용한 기술은 개시되지 않았다. 블록 체인에서 이상(Anomaly)의 검출 또는 트랜잭션(transaction)의 검증은 암시된 합의 규칙(implied consensus rules), 정의된 합의 규칙(defined consensus rule) 및 런타임 합의 규칙(runtime consensus rule)에 의해 관리될 수 있다.
- [0086] 이러한 합의 규칙들은 군집 성질이 변경됨에 따라 동적으로 발전하고, 군집 의 규칙은 상기 규칙들의 변화에 따라 변할 수 있다. 이 중 중요한 것은 behavioral artifact로써, 런타임 합의 규칙(run-time consensus rule)이고, 군집의 행동은 raw value 또는 raw value의 함수에 기초하여 결정될 수 있다. 군집의 행동은 이상(anomaly) 검출을 위해 블록 체인 내 규칙을 설정하는데 도움이 될 수 있다.
- [0087] 본 개시에 따른 블록체인의 합의 규칙은 넓은 의미에서의 블록 체인의 규칙에 대응될 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 블록 체인의 규칙은 군집을 정의하기 위한 규칙, 군집 내 트랜잭션을 기록한 새로운 블록을 생성하는 노드를 선출하기 위한 리더 선출 규칙, 군집 내 리더로 선출된 노드가 생성한 블록을 검증하기 위한 검증 규칙, 네트워크 내 서로 다른 블록 체인이 형성되는 경우, 블록 체인들의 내용을 통일하기 위한 탈 중앙화 (decentralized) 합의 규칙(consensus rule)을 포함할 수 있다.
- [0088] 도 4a는 일 실시 예에 따른, 이종(heterogeneous) 디바이스들의 네트워크를 나타내는 도면이다. 도 4b는 일 실시 예에 따른, 이종 디바이스들을 포함하는 군집의 성질 및 특성에 기초하여 군집의 규칙 및 규칙의 경계 조건을 설정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0089] 동종 군집(Homogeneous Swarm)은 유사한 행동 및 속성을 가진 유사한 유형의 디바이스들을 포함하는 군집을 의미할 수 있고, 이종 군집(Heterogeneous Swarm)은 서로 다른 이종의 행동 특성 및 성질을 가지는 서로 다른 유형의 디바이스들이 연결된 군집을 의미할 수 있다. 따라서, 동종 군집 내 동종 디바이스들은 동종 특성, 성질, 현재 상태에 관한 데이터를 가질 수 있고, 동종(Homogeneous) 데이터를 군집 내 다른 디바이스들과 공유할 수 있다. 이종 디바이스들은 이종 특성, 성질, 현재 상태에 관한 데이터를 가질 수 있고, 이종(Heterogeneous) 데이터를 군집 내 다른 디바이스들과 공유할 수 있다. 동종 군집 및 이종 군집의 성질 또는 특성들은 본질적으로 유사하거나 다를 수 있지만, 동종 군집 및 이종 군집은 집단적(collective) 상호 의존적(interdependent) 특성을 가질 수 있다. 도 4a를 참조하면, 복수의 이종 디바이스들을 포함하는 IOT 디바이스들은 네트워크를 통하여 서로 연결될 수 있고, 소정의 특성에 따라 서로 다른 성질 및 사용 예를 나타낼 수 있다.
- [0090] 도 4a의 각 디바이스들은 군집을 구성하고, 군집 내 각 디바이스들은 각 디바이스들 간의 데이터(예컨대 raw data 내지 function of raw data) 및 활동 기록들을 포함하는 블록들이 체인 형식으로 연결된 블록 체인(block chain)을 각각 저장할 수 있다. 군집의 디바이스들과 관련된 활동이 원장에 기록되도록, 각 디바이스들은 블록의 각 항목(entry)의 원장을 유지할 수 있다. 또한, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 군집 기반 시스템은 디바

이들 사이의 미리 정의된 이벤트(예컨대 거래들, 데이터의 교환, 군집 내 새로운 디바이스의 추가, 군집 내 디바이스의 특성, 성질 및 현재 상태 중 적어도 하나의 변화가 검출되는 경우) 및 활동(activity)에 의하여 생성된 트랜잭션들을 기록한 블록을 생성하고 생성된 블록을 군집 내 디바이스들과 공유할 수 있다.

[0091] 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집 기반 시스템은 검증하기 위한 규칙들을 갱신, 변화 및 적용 시키기 위한 적응 규칙 엔진(adaptive rules engine)을 포함할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 블록 체인에 포함된 각 블록은 원장 또는 원장의 특정 페이지에 대응될 수 있고, 블록 체인 전체는 원장 또는 전체 원장에 대응될 수 있다.

[0092] 도 4a의 디바이스들의 동작 상태는 현재 상태(current state)에 대응되고 각 디바이스들의 성질 값(property value)은 일련의 성질 파라미터(property parameter) 집합(set)을 지정할 수 있으며, 특성 값들(attribute values)은 일련의 특성 파라미터(attribute parameter)를 정의할 수 있다. 또한, 각 노드(예컨대 각 디바이스)는 군집 내 다른 노드들 및 발생된 트랜잭션(transaction) 및 활동(activity)들을 포함하는 블록들이 연결된 블록 체인을 포함할 수 있다.

[0093] 군집 내 디바이스들의 성질 파라미터들(property parameters) 및 특성 파라미터들(attribute parameters)에 기초하여, 노드들 사이에서 공통되는 집단 행동을 나타내는 복수의 군집들이 형성될 수 있다. 예를 들어, 동종(heterogeneous) 군집 내 노드는 공통 성질 파라미터들 및 특성 파라미터들을 공유할 수 있고, 이종(heterogeneous) 군집 내 노드는 서로 다른 유형의 파라미터들에 의해 정의되는 특성 및 성질들을 공유할 수 있다.

[0094] 도 4b는 이종 디바이스들을 포함하는 군집의 성질 및 특성에 기초하여 군집의 규칙 및 규칙의 경계 조건을 설정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

표 1

군집(swarm) 1.		군집(swarm) 2.	
특성(Attributes).	성질(Properties).	특성(Attributes).	성질(Properties).
A1: Temperature.	P1: Temperature Range (25°C-200°C).	A4: Networking Capabilities.	P4: Bandwidth Range (200-2000MHz).
Devices:- 세탁기, 전자레인지.	Devices:- 세탁기 (25°C-30°C), 전자레인지 (30°C-200°C).	Devices:- 라우터, 스마트 tv, 폰, 스마트 시계.	Devices:- 라우터, 스마트 tv, 폰, 스마트 시계의 각 bandwidth.

[0095]

[0096] 상기 표 1 및 도 4b를 참조하면, 서로 유선 또는 무선으로 연결될 수 있는 복수의 가정용 IOT 디바이스들을 포함하는 군집의 형성 과정이 도시된다. 군집 1(424)은 세탁기(406) 및 세탁기에 연결된 전자레인지(404)를 포함하고, 세탁기의 물 온도 범위인 25도 ~200도, 전자레인지의 동작 온도 범위인 30도~200도를 모두 포함하는 온도 범위 25도~200도를 성질로 포함하는 온도 특성에 기초하여 연결될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 본 개시의 디바이스들의 특성(attribute, 예컨대 온도)은 특성에 대응되는 성질(property, 예컨대 온도 범위)을 가질 수 있다.

[0097] 예를 들어, 군집 1(424)을 정의하기 위한 규칙 R1의 경계 조건(boundary condition)은 세탁기의 물 온도 범위인 25도~200도, 전자레인지의 동작 온도 범위인 30도~200도를 모두 포함하는 온도 범위로 결정될 수 있다. 하지만, 상기 표 1 및 도 4b를 참조하면, 군집 2(422)는 라우터(403), 스마트 TV(402), 폰(401) 및 스마트 시계(405)를 포함하고, 공통 특성(common attribute)으로써, 200~2000Mhz의 대역폭을 가지는 네트워킹 능력(networking capability)에 기초하여 연결될 수 있다.

[0098] 각 군집에 포함된 디바이스들은 각 디바이스들 내의 메모리에 설정되는 대기열에 자신 및 네트워크에서 발생한 트랜잭션들을 저장할 수 있고, 메모리 내에, 이전에 발생한 트랜잭션들을 포함하는 블록들이 연결된 블록 체인을 포함할 수 있다. 군집은 군집 내 새로운 트랜잭션이 발생하면, 트랜잭션이 발생된 디바이스에 인접한 무작위로 선택된 디바이스들은 우선 트랜잭션을 수신하고, 트랜잭션을 수신한 디바이스들이 다시, 자신에 인접한 무작위로 선택된 디바이스들에 트랜잭션을 전달하는 방식으로 군집 내 모든 디바이스들은 새로 발생한 트랜잭션을 자신의 메모리의 대기열에 저장할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집 내 디바이스들 사이에 발생한 트랜잭션들은 브로드캐스팅(broadcasting) 방식으로 인접한 피어(peer) 노드들에 무작위로 전달될 수 있고, 소정의 시간 내 군집 내 모든 디바이스들은 새로 발생한 트랜잭션을 공유할 수 있다.

- [0099] 군집 내 디바이스들 중, 작업 증명 내지 지분 증명 중 적어도 하나의 방식에 따라 선출된 디바이스는 브로드캐스팅에 의하여 전달된, 디바이스 자신에 저장되어 있는 트랜잭션들을 블록에 기록함으로써, 새로운 블록을 생성할 수 있다. 다만, 네트워크 내 트랜잭션을 기록한 새로운 블록을 생성하기 위한 리더 선출 방식은 작업 증명(POW) 내지 지분 증명(POS)에 한정되는 것은 아니고, 블록 체인 내 블록을 생성하는 기능을 수행하기 위한 기타 리더 선출 방식 알고리즘을 사용할 수 있다.
- [0100] 새로운 블록을 생성한 디바이스는 생성된 블록들을 인접한 피어 노드들(예컨대 디바이스들)에 무작위로 전달하고, 새로운 블록을 수신한 노드는 다시 인접한 무작위로 선택된 노드들에 새로운 블록을 전달할 수 있다. 군집 내의 각각의 노드들은, 군집의 규칙을 이용하여 수신된 블록을 검증할 수 있다. 동일한 군집내의 각각의 노드들은 동일한 군집의 규칙을 이용하여 수신한 블록을 검증하고, 동일한 트랜잭션을 포함하는 블록에 대하여는 동일한 검증 결과를 도출할 수 있다. 군집 내 각각의 노드들이 리더로 선출된 노드로부터 수신한 새로 생성된 블록들에 대한 검증을 성공적으로 완료하는 경우, 군집 내 디바이스들은 '합의(consensus)'를 도출할 수 있다.
- [0101] 군집 내 노드들의 새로 생성된 블록에 대한 검증(validation)은 규칙 R1에 기초하여 수행될 수 있고, 규칙 R1은 $R1=f(T1, T2, S1, S3)$ 와 같이 정의될 수 있다. 여기에서, T1은 세탁기(406)의 물 온도이고, T2는 전자레인지(404)의 동작 온도 범위이며, S1은 세탁기의 현재 상태, S3는 전자레인지의 현재 상태이고, 군집 1(412) 내의 각 디바이스들의 상태 및 성질에 따라 규칙 R1은 설정될 수 있다. 도 4c를 참조하여, 새로운 디바이스들이 군집에 추가되는 경우, 군집의 규칙 및 경계 조건이 갱신되는 과정을 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0102] 도 4c는 새로운 디바이스들이 군집에 추가됨에 따라 군집의 성질 및 특성이 변하고, 변경된 성질 및 특성에 따라 군집의 규칙 및 경계조건이 갱신되는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 4c를 참조하면, 냉장고(408) 및 에어컨(409)이 군집 1(426)에 추가되었으며, 새로운 디바이스들의 추가에 따라 갱신된 군집 1(426)은 하기 표 2와 같이 나타날 수 있다.

표 2

군집(Swarm) 1 ^a		군집(Swarm) 2 ^a	
특성(Attributes) ^a	성질(Properties) ^a	특성(Attributes) ^a	성질(Properties) ^a
A1: Temperature ^a	P1: Temperature Range (-10°C-200°C) ^a	A4: Networking Capabilities ^a	P4: Bandwidth Range (200-2000MHz) ^a
Devices: Washing Machine, Microwave, Refrigerator, Air Conditioner ^a	Devices: Washing Machine (25°C-30°C), Microwave(30°C-200°C), Refrigerator(-10°C-25°C), Air Conditioner (18°C-28°C) ^a	Devices: Router, Router, Smartwatch, TV, Phone ^a	Devices: Router, Smartwatch, TV, Phone ^a

- [0103]
- [0104] 상기 표 2를 참조하면, 새로 갱신된 군집 1(426)은 세탁기(406), 전자레인지(404) 외에 냉장고(408) 및 에어컨(409)을 더 포함할 수 있다. 군집 1(424) 및 갱신된 군집 1(426)은 온도 특성에 기초하여 연결될 수 있다. 예를 들어, 도 4b의 군집 1(424)은 냉장고의 동작 온도 범위인 -10도~25도, 에어컨의 동작 온도 범위인 18도~28도를 모두 포함하는 온도 범위 -10도~200도에 해당하는 온도 특성에 기초하여 연결될 수 있다. 군집의 온도 특성에 대한 온도 범위는 군집의 성질을 의미할 수 있다.
- [0105] 새로운 군집 1(426)을 정의하기 위해 갱신된 규칙 R1의 경계 조건(boundary condition)은 세탁기의 물 온도 범위인 25도~200도, 전자레인지의 동작 온도 범위인 30도~200도, 냉장고의 동작 온도 범위인 -10~25도 및 에어컨의 동작 온도 범위인 18도~28도를 모두 포함하는 온도 범위로 결정될 수 있다. 따라서, 규칙 R1의 경계 조건이 갱신됨에 따라 군집을 정의하는 규칙 R1 역시 갱신될 수 있다. 즉, 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집의 규칙 및 규칙의 경계 조건들은 현재 군집의 상태, 성질 및 특성에 기초하여 갱신될 수 있다.
- [0106] 군집 1(424)의 규칙 R1은 새로 추가된 디바이스들의 온도 특성 및 성질에 기초하여 R1'으로 갱신될 수 있고, 갱신된 규칙 R1'는 $R1'=f(T1, T2, T3, T4, S1, S3, S8, S9)$ 로 정의되고 새로운 군집 1(426)을 정의할 수 있다. 여기에서, T1은 세탁기의 물 온도, T2는 전자레인지의 동작 온도 범위, T3는 냉장고의 동작 온도 범위, T4는 에어컨의 동작 온도 범위를 나타낼 수 있다. 따라서, 군집의 규칙들은 군집 지능을 형성하기 위해, 군집의 현재 상태, 특성 및 성질에 기초하여 갱신될 수 있다.
- [0107] 도 4d는 일 실시 예에 따른, 이종 디바이스들 사이에서 형성되는 군집(swarm)을 설명하기 위한 도면이다.

- [0108] 도 4d를 참조하면, 본원 규칙 유닛(606)에 의해 생성된 규칙들에 기초하여 형성된 군집(swarm)들은 적어도 하나의 디바이스들을 포함하는 복수의 군집들을 포함할 수 있다. 즉, 규칙 유닛(606)에 의해 생성된 규칙들에 기초하여 형성된 군집(swarm)들은 하나 이상의 군집들을 포함할 수도 있다.
- [0109] 예를 들어, 도 4d를 참조하면, 디바이스 D1(401), D2(402), D3(403), D5(405) 및 D7(407)은 하나의 군집을 형성하고, 디바이스 D4(404), D6(406), D7(407), D8(408) 및 D9(409)는 다른 군집을 형성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 디바이스 D7(407)은 서로 다른 군집에 공통적으로 포함될 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집 기반 시스템은 디바이스 D1(401), D2(402), D3(403), D5(405) 및 D7(407)를 포함하는 군집과 디바이스 D4(404), D6(406), D7(407), D8(408) 및 D9(409)를 포함하는 군집 모두에 이상이 발생한 경우, 디바이스 D7(407)에 이상이 발생한 것으로 간주할 수 있다. 일 실시 예에 따르면 서로 다른 군집이 포함하는 공통 노드의 수는 각 군집의 규칙에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0110] 일 실시 예에 따르면, 군집은 N과 같이, 미리 고정된 군집 사이즈로 형성될 수 있다. 네트워크 내 모든 군집들에 포함된 노드들(예컨대 디바이스들)의 수는 임의의 수로써 M일 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 네트워크 내 모든 군집들은 동일한 수의 노드들(예컨대 디바이스들)을 포함하거나, 서로 다른 수의 노드들을 포함할 수 있다.
- [0111] 일 실시 예에 의하면, 전체 네트워크에서, M개의 시작 노드는 무작위(random)로 선택될 수 있다(swarm initiation). 일 실시 예에 의하면, 시작 노드의 선택은 분산 방식으로 수행되고, 로컬 클럭(local clocks)을 기초로 할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 군집 내 각 노드는 비동기화 되어 고유의 클럭에 기초하여 동작할 수 있다.
- [0112] 예를 들어, 시작 노드들(initiating nodes) 각각은 랜덤하게 선택된 크기가 N인, 빈 고정 길이 원장(blank fixed-length ledger)을 인접한 노드들 중 하나에 순환시킬 수 있다. 따라서, 일 실시 예에 의하면, M개의 순환 원장들이 있을 수 있다. 군집 지능(intelligence) 정의 자체에 기초하여, 군집 내 디바이스들은 지역적(locally) 상호 작용을 수반할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집 내 지역적 상호 작용은 어느 정도 수준(a certain degree)의 무작위성을 가지고, 이러한 무작위성을 가지는 지역적 상호 작용을 기초로, 군집 내 다른 지역의 노드들의 행동은 변할 수 있다.
- [0113] 예를 들어, 군집 내에서 시작 노드(initiating node)로부터 원장을 수신한 노드는, 스스로 원장에 자신을 등록한 다음(예컨대 only once), 수정된 원장을 자신의 이웃하는 무작위로 선택된 노드들에 전달할 수 있다. 이러한 과정은 M개의 순환 원장들이 가득 찰(full) 때까지 계속될 수 있다. 장부의 항목(entries)은 원장에 관련된 군집들의 멤버들을 결정할 수 있다. 따라서, M개의 순환 원장들에 대하여, M개의 군집들이 형성될 수 있다.
- [0114] 군집의 규칙을 정의함으로써, 각 군집 내 오버래핑(overlap)되는 노드들(예컨대, 복수의 군집에 공통적으로 포함되는 노드들)의 특정 수를 승인(permit)할 수 있다. 고정된 크기 또는 가변 크기(variable size)의 군집들은, 원장들의 크기를 다르게 선택함으로써 형성될 수 있다.
- [0115] 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 원장(ledger)는 블록 체인의 블록 또는 각 디바이스에 저장되는 블록 체인 자체에 대응될 수 있으므로, 블록 체인 내 블록들의 크기(또는 길이)에 기초하여, 블록 체인을 공유하는 군집들의 크기가 결정될 수 있다. 군집의 크기는 디자인 파라미터(design parameter)로, 설계자의 선택 사항이고, 군집 내 노드들의 총 수, 시간 제약(time constraints) 및 블록 체인 형식으로 데이터를 저장하기 위해 이용되는 특정 애플리케이션의 종류에 따라 달라질 수 있다. 물론, 이러한 군집(601)의 형성은 중앙 집중식 제어를 요구하지 않으며, 탈 중앙화된 분산 시스템에 기초하여 수행될 수 있다.
- [0116] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 동종 및/또는 이종 디바이스들의 집합(set)은 집단적(collectively)으로 군집을 형성할 수 있다. 동종 및/또는 이종 장치들은 그들의 원 데이터(raw data) 및/또는 원 데이터의 함수(function of raw data)를 이웃하는 노드들(예컨대 이웃하는 디바이스들)과 공유하며, 각 디바이스의 원 데이터 및/또는 원 데이터의 함수는 트랜잭션들을 구성할 수 있다. 각 디바이스에서 발생한 트랜잭션들은 온라인으로 네트워크 내 다른 노드들과 공유될 수 있다. 예를 들어, 디바이스들의 raw data 는 군집 내 디바이스들의 특성, 성질 및 현재 상태에 관한 데이터를 포함하고 function of raw data는 디바이스들의 특성, 성질 및 현재 상태 중 적어도 하나에 기초하여 특정되는 함수를 포함할 수 있다. 디바이스들의 raw data 및/또는 function of raw data는 디바이스들 사이의 트랜잭션들을 정의할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 트랜잭션들은 군집 내 디바이스 구성원의 추가, 변경 및 탈퇴 중 적어도 하나에 따른 raw data 및/또는 function of raw data의 교환, 변경 및 갱신에 기초하여 발생할 수 있고, 현재 군집 내 디바이스들의 특성, 성질, 현재 상태 및 행동의 변화에 따라 발

생할 수 있다.

- [0117] 즉, 군집 내 구성원의 추가, 변경, 탈퇴, 군집 내 디바이스들의 특성, 성질, 현재 상태 및 행동의 변화는 미리 이벤트로써 정의될 수 있고, 미리 정의된 이벤트가 발생하는 경우, 트랜잭션들이 발생되며, 발생한 트랜잭션들은 군집 내 모든 디바이스들로 전달(예컨대 브로드캐스팅)될 수 있다. 즉, 군집 내 모든 디바이스들은 트랜잭션 및 트랜잭션들이 기록된 새로운 블록들을 송수신하기 위해 서로 유선 또는 무선으로 연결되어 데이터를 교환할 수 있다.
- [0118] 일 실시 예에 따르면, 군집(410)은 서로 다른 성질(property), 서로 다른 특성(attribute) 및 서로 다른 현재 상태에 대한 동작을 가지는 다양한 디바이스들을 포함하는 이종 네트워크에 의해 형성될 수 있다. 또한, 각 노드는 다른 디바이스들의 트랜잭션 및/또는 활동 데이터가 기록된 블록 체인 원장(예컨대 블록 체인 블록들이 연결된 블록 체인 데이터)을 포함할 수 있음은 전술한 바와 같다. 군집 내 디바이스들의 성질 파라미터들 및 특성 파라미터들은 군집 내 디바이스들의 공통적인 집단 행동(common collective behavioral)에 기초하여 생성될 수 있다.
- [0119] 바람직하게는, 군집 내 각 노드는 군집 내 디바이스들의 트랜잭션들이 미리 정의된 이벤트에 따라 새로 발생하는 경우, 새로 발생한 트랜잭션들이 기록된 블록을 검증함으로써, 검증이 완료된 블록을 자신의 블록 체인에 추가할 수 있다. 즉, 군집 내 디바이스들은 군집 내 새로운 트랜잭션이 발생함에 따라 블록 체인을 갱신할 수 있다.
- [0120] 군집 내 모든 디바이스들에 전달된 트랜잭션들은 군집 내 디바이스들의 대기열에 저장될 수 있고, 군집 내 모든 디바이스들은 트랜잭션들을 공유할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집 내 모든 디바이스들은 동일한 내용의 트랜잭션을 공유할 수 있지만, 트랜잭션들이 군집 내 노드들에 전달되는 순서는 무작위 일 수 있으므로, 트랜잭션들이 각 디바이스에서 저장되는 순서는 변경될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집 내 노드들 중, 작업 증명을 수행하여 해시 퍼즐의 정답을 찾은 노드는 리더로 선출되어, 현재 자신이 가지고 있는 트랜잭션들을 기록한 새로운 블록을 생성하며, 생성된 블록은 군집 내 모든 노드에 전달되고, 각 노드에 의해 검증될 수 있다.
- [0121] 블록체인 검증 규칙(rules of verification)은 군집의 특성, 성질 및 현재 상태에 의해 유도(derived)될 수 있다. 군집 내 디바이스들의 검증 과정은 해당 블록을 생성한 노드가 블록을 생성할 권한이 있는 리더가 맞는지 결정하는 단계 및 새로 생성된 블록 내 트랜잭션들이 변경되지 않았는지 여부를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 블록 내 트랜잭션들이 변경되지 않았는지 여부는 전자 서명 및 해시 함수에 기초하여 결정될 수 있다. 군집 내 각 디바이스들의 블록체인 규칙들은 군집의 특성(attribute), 성질(property) 및 현재 상태에 의하여 갱신되거나 변경될 수 있다. 또한, 규칙들의 경계 조건들 역시 군집의 특성, 성질 및 현재 상태에 따라 설정될 수 있다.
- [0122] 도 4e는 일 실시 예에 따른, 이종 디바이스들 사이에서 형성되는 군집(swarm)을 설명하기 위한 도면이다. 예를 들어, 도 4e에 도시된 바와 같이, 노드들(예컨대 D1 (401), D2 (402), D3 (403), D5 (405), D6 (406), D7 (407), D8 (408) 및 D9 (409))은 서로 다른 군집을 형성하기 위해 연결될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 노드 D7 (407)과 같이, 하나의 노드는 복수개의 군집들에 포함될 수 있다.
- [0123] 홈 네트워크를 구성하는 이종(heterogeneous) 디바이스들 (D4 (404), D6 (406), D7 (407), D8 (408) 및 D9 (409))은 공통 특성인 (예컨대, 온도 특성)에 의해 연결될 수 있다. 예를 들어, 디바이스들의 공통 성질(common property) 파라미터로써, 이들 디바이스 각각이 동작하는 일반적인 온도 범위는 -10 도(섭씨, Celsius)에서 200 도(섭씨, Celsius)까지 다양할 수 있다.
- [0124] 일 실시 예에 의하면, 군집 내의 각 디바이스는 다른 디바이스들의 현재 온도 범위를 측정하고, 측정된 다른 디바이스들의 온도 범위를 트랜잭션으로써 블록체인의 블록에 갱신할 수 있다. 예를 들어, 여름철에 이러한 유닛들(예컨대 D9, 409)의 동작 범위가 18도에서 22도인 경우, 일반적인 블록체인의 규칙들이 적용되는 군집의 경우, 유닛(D9, 409)의 현재 온도가 25도를 나타내더라도, 별도의 규정이 없는 한 유효한 판독 값(valid reading)으로 간주될 수 있다. 즉, D9(409)이 손상(compromised)되었고, 여름에 바람직한 온도인 19도로 생각되지 않고, 현재 온도인 24도의 온도를 가지고 있다고 가정하면, 이러한 경우, 블록 체인의 전통적인(traditional) 규칙(예컨대 implied rule or defined consensus rules)은 D4(404)를 탐지하지 못할 수 있다.
- [0125] 그러나, 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 군집을 정의하기 위한 규칙들은 군집의 특성, 성질 및 현재 상태에 의해 변경될 수 있다. 예를 들어, 현재 군집의 각 디바이스들이 저장하고 있는 블록체인에, D9의 올바른 온도 동작 범위으로써, D9의 온도 경계 조건이 18도에서 24도 사이로 설정되어 있고, 경계조건들이 갱신되지 않는 경우,

24도의 이상 온도를 나타내는 디바이스 D4(404)의 이상은 검출되지 않을 수 있다.

- [0126] 그러나 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 군집의 현재 성질, 특성 및 현재 상태에 기초하여, 군집 내 구성원인 각 디바이스들이 포함하는 블록 체인에 저장된 D9의 온도 경계 조건은 18도에서 22도로 갱신될 수 있고, 이 경우, 현재 24도의 이상 온도를 나타내는 디바이스 D4(404)의 이상은 검출될 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 경계 조건은 군집 내 구성원인 각 디바이스들의 온도 범위를 포함할 수도 있고, 군집 내 전체 디바이스들의 온도 범위를 모두 포함할 수도 있다.
- [0127] 예를 들어, 에어컨(409)을 포함하는 군집 규칙의 경계 조건으로써 온도 범위가 5도~26인 경우, 현재 에어컨의 온도 24도는 정상 온도로 간주될 수 있으나, 동적 규칙을 기반으로 하는 블록 체인을 이용하는 군집 시스템의 군집 규칙의 경계 조건으로써 온도 범위가 5도~23도로 갱신되는 경우, 현재 에어컨의 온도 24도는 이상 온도로 간주될 수 있다.
- [0128] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 군집의 규칙 및 규칙들의 경계 조건의 변경 내지 갱신은 새로운 트랜잭션으로 생성될 수 있고, 군집의 특성(attribute), 성질(property), 현재 상태 및 현재 행동에 기초하여 군집의 구성원들이 따르는 지역적 상호 작용의 기초가 되는 간단한 규칙(simple rule), 군집을 정의하기 위한 런타임 합의 규칙, 군집 내 블록을 생성하기 위한 리더 노드 선출 규칙, 생성된 블록을 검증하기 위한 검증 규칙, 군집 내에서 서로 다른 트랜잭션들이 기록된 블록들이 연결된 블록 체인이 생성되는 경우 통일하기 위한 탈중앙화 합의 규칙들은 생성, 변경, 수정 및 갱신될 수 있다. 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 따른 블록 체인을 이용하는 군집 내 이상 탐지 알고리즘(예컨대 메커니즘) 역시 생성, 변경, 수정 및 갱신될 수 있다.
- [0129] 도 5는 일 실시 예에 따른 군집 환경(swarm environment)을 설명하기 위한 도면이다. 도 5를 참조하면, 군집 환경은 문제를 해결하거나, 바람직한 행동(desired behavior)을 달성하기 위해 환경과 상호 작용하고, 다른 군집 간 서로 상호작용하는 군집(동종 또는 이종 노드들을 포함)을 포함할 수 있다. 즉 군집 환경은 환경 또는 서로 간의 상호 작용하는 군집 기반 시스템(500) 또는 복수의 디바이스들을 포함하는 군집 제어 장치가 상호작용하는 대상을 의미할 수 있다.
- [0130] 일 실시 예에 의하면, 군집 기반 시스템(500)은 군집 지능(501), 블록 체인(602) 및 이상 및/또는 손상된 노드 검출(503) 기능을 수행하는 소정의 블록들을 포함할 수 있다.
- [0131] 군집 지능 유닛(501)은 주어진 일련의 간단한 규칙(simple rule)에 기초하여, 군집의 생성, 형성 및 진화를 야기할 수 있다. 예를 들어, 군집 지능(501) 유닛은 군집 내 디바이스들의 지역적 상호 작용을 위한 간단한 규칙(simple rule)을 정의하고, 생성된 간단한 규칙(simple rule)을 군집의 상태, 특성, 성질 및 파라미터에 기초하여 군집의 규칙들을 그 자체로 적응적(adaptive)으로 만들 수 있다. 군집 지능 유닛(501)은 군집의 현재 상태, 군집의 규칙, 파라미터들, 성질 및 특성에 대한 데이터를 블록 체인 유닛(602)에 전달할 수 있다.
- [0132] 블록 체인 유닛은 (602) 거래(transactions, 603)를 검증하고 저장하는데 사용될 수 있다. 일 실시 예에 따른 블록 체인 유닛은 원장 생성 유닛 및 이상 검출 알고리즘 유닛을 포함할 수 있다. 블록 체인 유닛은 미리 정의된 규칙 세트를 가지는 합의 관리 유닛(consensus manager, 610)을 이용하여 트랜잭션들(transactions, 603) 및 트랜잭션들이 기록된 블록을 검증할 수 있다.
- [0133] 예를 들어, 원장 생성 유닛은, 블록 체인의 규칙에 기초하여 선출된 리더가 생성한 블록이 블록 체인을 공유하는 모든 노드들에 전달되고, 새로운 블록을 수신한 각 노드에서 블록의 검증이 완료된 후, 각 노드의 블록 체인에 블록을 추가하도록 함으로써, 각 노드에 새로운 원장을 생성하도록 할 수 있다. 즉, 블록 체인 시스템에서 각 노드에 저장된 블록 체인은 하나의 원장에 대응될 수 있다.
- [0134] 또한, 이상 검출 알고리즘 유닛은 군집 지능 유닛으로부터 군집의 상태, 규칙, 파라미터들 및 성질에 관한 데이터를 수신하고, 군집의 상태, 규칙, 파라미터들 및 성질에 관한 데이터에 기초하여 군집 내 이상을 검출하기 위한 알고리즘을 저장할 수 있다. 본 개시에 따르면, 군집의 상태, 파라미터들, 특성, 현재 상태 및 성질들은 블록 체인(602)의 런타임 규칙들을 정의하고, 런타임 규칙들을 더 적응적(adaptive)으로 만드는데 사용될 수 있다.
- [0135] 이상 검출 유닛(503)은 블록 체인의 불변 속성에 따라, 트랜잭션들(transactions)은 덮어 쓰여질(overwritten) 수 없다는 특성을 이용하여, 복수의 노드들을 포함하는 군집에서 이상(anomaly)을 검출할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집의 "지능(intelligence)"은 블록 체인(602)를 이용하여 생성될 수 있다. 블록 체인(602)의 규칙들은 군집의 현재 상태, 성질(property) 및 속성(attribute)에 기초하여 생성, 갱신 및 변경될 수 있다. 따라서, 블록 체인(602)은 군집들의 변경되는 행동들을 수용할 수 있도록 유연(flexible)하게 만들어질 수

있다.

- [0136] 일 실시 예에 의하면, 군집 지능 유닛 및 블록 체인 유닛(602)은 결합되고, 군집 지능에 의해 생성된 군집의 성질 및 현재 상태에 기초하여 블록체인의 규칙들을 생성 또는 변경함으로써 블록 체인의 규칙을 동적으로 만들 수 있다. 이렇게 생성 또는 변경된 블록체인의 동적 규칙들은 군집 내 공격 또는 이상을 검출하는데 사용될 수 있다. 블록 체인(602) 기술을 이용하여 군집 내 이상 또는 위협의 검출은 군집의 성질, 특성 및 현재 상태에 기초하여 결정될 수 있다. 따라서, 블록 체인(602)규칙들은 군집의 진화와 함께 발전할 수 있다.
- [0137] 도 6은 일 실시 예에 따른, 블록 체인 서비스를 포함하는 군집 지능 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0138] 군집 지능은 지역적으로는 단순한 규칙(simple rule)에 따라 분산화되고(예컨대, 탈집중화 decentralized), 자기 조직화(self-organizing)에 이온트들(예컨대 노드들)의 지능적으로 보이는 글로벌(global) 집단적 행동(collective behavior)이다. 군집 지능은 분산화되고 자기 조직화된 노드들의 지역적 상호 작용 또는 노드들 및 환경과의 사이에 지역적 상호 작용이 군집 전체적으로 볼 때는 지능적으로 보이는 창발적(emergent) 행동을 나타내는 것을 의미할 수 있다.
- [0139] 일 실시 예에 의하면, 군집 기반 시스템은 군집을 형성하기 위한 노드들을 검출할 수 있다. 예를 들어, 군집 지능 검출/형성 유닛(601)내, 군집 검출 유닛(605)은 신호 세기, 노드들의 거리 및 환경 내 노드들의 인식에 관하여 생성된 군집 규칙에 대응되는 노드들을 무작위로 검출할 수 있다. 군집 검출 유닛(605)이 환경 내에서 군집을 검출하는 과정은 Particle Swarm Optimization(706, PSO) 알고리즘과 유사할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0140] 규칙 유닛(606)은 복수의 노드들 사이에서 군집을 형성하기 위한 간단한 규칙들(simple rules)을 생성할 수 있다. 예를 들어, 군집 형성 유닛(607)은 규칙 유닛(606)에 의해 생성된 간단한 규칙들에 기초하여, 군집을 형성할 수 있다. 군집 형성 유닛(607)이 군집을 형성하기 위한 방법은 다양할 수 있다. 즉, 복수의 노드들은 군집으로 형성되기 위하여 규칙 유닛(606)에서 생성된 간단한 규칙들(simple rules)을 따를 수 있다. 전술한 바와 같이, 군집은 동종 및/또는 이종 노드들을 포함할 수 있고, 동종 노드는 유사한 행동 및 성질을 포함하고, 이종(heterogeneous)노드들은 일련의 고유한 행동 및 서로 다른 성질을 가질 수 있다.
- [0141] 일반적인 블록 체인의 규칙들과는 달리, 노드들의 다양한 행동 및 성질로 인한 군집의 수요를 처리하고, 동시에 군집의 무결성을 유지하기 위하여, 규칙 유닛(606)에 의해 생성된 규칙들은 적용되고 변경될 필요가 있다. 예를 들어, 동종 노드들에서, 더 나은 결과를 나타내는 활동 결과에 기초하여, 규칙들은 변경될 수 있다. 이러한 동종 노드들에서, 노드들의 활동 결과는 블록 체인 규칙의 갱신, 변경 내지 수정으로 나타나고, 갱신, 변경 내지 수정된 규칙들은 피드백으로써 피드백 루프를 통하여 적용 규칙 유닛(609)에 입력될 수 있다. 변경, 갱신 및 수정된 규칙들에 따라, 군집의 행동은 환경에 더 동적으로 적응될 수 있다.
- [0142] 일 실시 예에 의하면, 블록 체인 서비스들(608)을 제공하는 블록 체인 유닛(602)은 적용 규칙 유닛(609), 합의 관리 유닛(610), 분산 원장 유닛(611) 및 원장 저장 유닛(612)을 포함할 수 있다.
- [0143] 블록 체인 서비스 유닛(608)은 데이터의 무결성을 유지하기 위해, 적용 규칙 유닛(609), 합의 관리 유닛 (610), 분산 원장 유닛(611) 및 원장 저장 유닛 (612)를 제어하기 위한 블록 체인 알고리즘을 포함할 수 있다. 적용 규칙 유닛 (609)은 군집의 현재 상태, 파라미터들, 특성 및 성질 내 변화에 기초하여, 규칙 유닛(606)에서 생성된 규칙들을 변경, 갱신, 수정할 수 있다.
- [0144] 적용 규칙 유닛(609)은 원하는 결과들을 획득하기 위해, 군집 내 동종 및/또는 이종 노드들의 서로 다른 행동 및 성질에 민감하게 반응할 수 있고, 결과적으로 군집 기반 시스템이 생성된 적용된 규칙들을 블록 체인의 불변 속성과 결합함으로써 군집 내 이상 및/또는 위협을 검출하도록 한다.
- [0145] 일 실시 예에 의하면, 합의 관리 유닛(610)은 데이터 무결성을 유지하기 위한 블록 체인의 규칙을 관리할 수 있다. 예를 들어, 합의 관리 유닛(610)은 블록 체인 시스템의 노드들 중 트랜잭션들을 기록하여 블록을 생성하기 위한 리더 선출 규칙(예컨대 POW, POS), 생성된 블록을 검증하기 위한 검증 규칙, 서로 다른 트랜잭션들이 기록된 블록 체인이 한 네트워크에서 성장하는 경우, 블록 체인을 통일하기 위한 탈 중앙화 합의규칙, 블록 체인의 동작에 관한 런타임 합의 규칙을 관리할 수 있다.
- [0146] 분산 원장 유닛(611)은 블록 체인 시스템 내 트랜잭션들을 기록한 블록을 생성하고, 블록 체인 시스템 내 노드들에 생성된 블록을 전달할 수 있다. 원장 저장 유닛(612)은 생성된 블록의 검증이 완료되면, 블록 체인에 새로운 블록이 연결되도록 할 수 있다. 원장 저장 유닛 (612)은 새로 생성된 블록이 연결된 블록 체인을 군집 기반

시스템 내 또는 적어도 하나의 노드들에 저장할 수 있다.

- [0147] 복수의 노드들을 포함하는 네트워크에서, 합의(consensus) 기반 군집 지능 시스템은 시스템 사용자의 기대로써 바람직한 행동/예측된 결과(613)를 나타낼 수 있다. 즉, 복수의 노드들을 포함하는 네트워크에서 시스템 사용자의 기대는 군집 내 노드들의 행동(behavior)으로 나타나고, 이러한 노드들은 노드가 동작을 시작할 때, 규칙 유닛(606)에 의해 정의되는 간단한 규칙들(simple rules)을 따를 수 있다.
- [0148] 피드백 관리 유닛(614)은 노드들의 성질에 대한 피드백을 제공할 수 있고, 군집 기반 시스템은이 노드들의 성질에 있어 바람직한 변화를 집단적으로 결정하도록 함으로써 시스템 사용자의 요구에 대응하는 바람직한 행동/ 예상 결과를 도출하기 위한 요구된 규칙들을 수정 및/또는 갱신하도록 할 수 있다.
- [0149] 군집들의 서브 군집(sub-swarm)들은 블록체인을 가질 수 있다. 그러나, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 블록체인은 노드들에 의해 공유되는 원 데이터 및 원 데이터의 함수를 기초로부터 생성될 수 있다. 군집 내 노드들에 의해 공유되는 값들(values)은 raw values(예컨대 ACs의 온도들) 또는 값들(values)의 함수(예컨대 엔트로피)일 수 있다.
- [0150] 블록체인의 정의에 따른 블록 체인의 불변 속성(예컨대 tamper- proof)을 이용하여 군집 내 이상(tamper, anomaly)을 검출할 수 있다. 군집의 행동은 raw values 또는 function of raw values에 기초하여 결정될 수 있다. 군집의 행동은 이상 검출을 위한 블록 내 규칙들을 설정하는데 사용될 수 있다. 블록 체인 내 모든 트랜잭션들의 해시 값은 머클 트리 형식으로 저장되어 최종 하나의 해시 값으로 블록 헤더에 저장되고, 해시 값은 비대칭 암호화 기법에 따라 암호화되어 전자 서명으로써 각 노드로 전달될 수 있다. 예를 들어, 전달된 트랜잭션들이 변경되는 경우, 머클 트리 루트 내의 적어도 하나의 해시 값이 변경되고, 결과적으로 머클 트리의 상단의 최종 해시 값이 변경됨으로써, 트랜잭션의 변경은 감지될 수 있다.
- [0151] 이러한 방식으로 블록 체인 내 블록의 각 항목은 변경이 불가할 수 있다. 자신의 값들(values)을 수정하려는 IOT 디바이스들은 flag가 지정되고, 군집 기반 시스템은 flagged 된 IOT 디바이스들의 이상을 검출할 수 있다. 이상(anomaly)이 발생하거나, 손상된 노드는 이례적인 행동을 수행한 경우, 추후 되돌리거나 수정될 수 없다. 블록 체인 내 모든 데이터들은 다른 사람들과 이미 공유될 수 있으므로, 데이터 위조 비용이 매우 높다.
- [0152] 도 7a는 일 실시 예에 따른 군집 지능 코어 엔진(Swarm Intelligence Core Engine, SIC)을 설명하기 위한 도면이다. 군집 지능 코어 엔진(SIC, 718)은 군집 알고리즘들 (703), 군집 capabilities 유닛(708) 및 군집 규칙 및 행동 유닛 (714)를 포함할 수 있다. 군집 규칙 및 행동 유닛 (714)은 규칙 유닛(606) 및 환경 인식 유닛 (716)을 포함하고, 군집 역량(capabilities) 유닛(708)은 개별 기능을 획득하기 위한 capabilities 모델링 구성 및 모델링 규칙을 위한 행동 모델링 구성을 포함할 수 있다.
- [0153] 일 실시 예에 의하면, 군집 지능 코어 엔진(SIC 엔진)은 군집에 관한 모든 계산 및 규칙을 담당할 수 있다. 군집 알고리즘들(703)은 간단한 규칙들에 따라, 지역적(locally)으로 상호작용하는 자기 조직화(self organized) 에이전트들의 분산화된 집단적 행동을 결정하고, 지역적으로 결정된 집단적 행동은 환경과 상호 작용하는 글로벌 지능적 행동으로 이어질 수 있다. 군집 알고리즘들(703)은 개미들, 새들, 벌들 및 물고기들의 행동을 기초로 하는 생물학적 알고리즘에 기반할 수 있다. 이러한 행동들은 개미 군락 최적화(Ant Colony Optimization, ACO, 704), 입자 군집 최적화(Particle Swarm Optimization, PSO, 706) 및 인공 벌 군락(Artificial Bee Colony, 707)와 같이 실생활 문제를 해결하는데 적용될 수 있다.
- [0154] 개미 군락 최적화(Ant Colony Optimization, ACO)는 스티머지(stigmergy)로 불리는, 개미들 사이의 간접 통신 알고리즘을 사용할 수 있다. 'stigmergy'는 환경을 통한 상호 작용이 조합(이산적인) 최적화 문제를 해결하는데 사용되었고, 이후, 'stigmergy'는 연속적인 문제에 적용되기 위해 수정되었다. ACO 알고리즘은 유한 시간 내 글로벌 최적화(global optimization)를 찾을 수 있지만, 그 정확한 시간을 결정하기 어렵다. 개미 군락 최적화 솔루션 공간은 가중 그래프로 표시될 수 있다. 개미 군락 최적화의 목적은 건설 그래프에서 최적 경로를 검색하는 것이다. ACO의 솔루션 공간은 컨스트럭션 그래프(construction graph)라고 하는 일반적으로 가중치 그래프로 나타나지만, ACO의 목적은 일반적으로 컨스트럭션 그래프에서 최적 경로를 검색하는 것이다.
- [0155] 개미 군락 최적화(ACO)의 장점은 조기 수렴(premature convergence) 및 자연 적응(adaptive in nature)을 피하고, 동적 애플리케이션에 적합한 좋은 솔루션 검색을 유도하는 긍정적인 피드백을 제공하는 분산 컴퓨팅을 가지는, 견고성(robustness)이다. 개미 군락 최적화(ACO)의 단점은 수렴(convergence)은 보장되지만, 수렴 시간이 불확실하고, 지역 최적 솔루션(local optima solution)에서 실패하는 경향을 포함할 수 있다.
- [0156] 일 실시 예에 의하면, 개미 군락 최적화(ACO)는 AntNet, Multiple Trip Rounding, Elitist ant system, max-

min ant system(MMAS), eigen Ant 및 rank-based ant system (ASrank), continous orthogonal ant colony(COAC) 및 recursive ant colony 최적화 알고리즘을 포함할 수 있다. 개미 군락 최적화 알고리즘(ACO)은 Sequential Ordering, 스케줄링(scheduling), 차량 라우팅(Vehicle routing), 조립 라인 밸런싱(assembly line balancing), 외관원 문제(probabilistic traveling salesman problem, TSP), DNA sequencing, 2D-HP 단백질 폴딩 및 단백질 리간드 도킹(protein-ligand docking)에 사용될 수 있다.

- [0157] 입자 군집 최적화(particle swarm optimization, PSO, 706)에서, 입자들 사이의 통신은 환경을 변경하지 않고 직접적이고, 연속적인 문제를 해결하는데 사용되지만, 이후에 이진/이산 최적화 문제를 채택하기 위해 수정될 수 있다.
- [0158] PSO(706)는 다목적 동적 최적화, 제약 조건 처리 분야의 클러스터링 알고리즘으로, 덜 적응적(less adaptive)이고, 확장성이 뛰어나며, 부분 최적화 문제, 속도 및 방향의 더 적은 규칙(regulation)을 야기하는 ABC 방법 보다 더 많은 스텝들을 필요로 할 수 있다. PSO(706)의 솔루션 공간은 일반적으로 다른 방법과 비교하여 계산이 적기 때문에, 솔루션을 찾기 쉬운 직교 좌표계에서 최적 점의 위치를 찾기 위한 목적으로, N차원 포인트의 집합(set)으로 표현될 수 있다.
- [0159] 함수를 최소화 및 최대화 하기 위한 피트니스 함수(fitness function) 선택이 있을 수 있다. 최적 수렴을 달성하는 것은 관성 비중(inertia weight)에 의해 강하게 영향 받고, 알고리즘이 수렴할 때, 파라미터들의 고정된 값들은 불필요한 입자들의 변동(fluctuation)을 야기할 수 있다.
- [0160] 일 실시 예에 의하면, PSO(706)는 표준 입자 최적화기(standard particle swarm optimizer, PSO), 결합된 입자 군집 최적화(combined particle swarm optimization, CPSO), 수정된 입자 군집 최적화기(modified particle swarm optimizer, MPSO), particle swarm without velocity(PSWV)를 포함할 수 있고, 이들은 동적 시스템 추적(track dynamic system)에 사용될 수 있으며, NN weights를 진화시키며, 휴먼 떨림(human tremor)를 분석하고, 3D 생의학 이미지에 3D 를 등록하며, 무효 전력 및 전압을 제어하고, 게임을 운영할 수 있다.
- [0161] 인공 벌 군락(Artificial Bee Colony, ABC, 707)에서 벌들 사이의 통신은 댄싱 영역 내 먹이 소스들의 품질과 관련될 수 있다. 이러한 벌들의 춤을 와글 댄스(Waggle Dance)라고 한다. 인공 벌 군락(ABC)은 이산(수정) 및 연속 최적화 문제에 모두 사용되는 상대적으로 글로벌 최적화를 위한 새로운 확률 알고리즘이다. 인공 벌 군락(ABC)은 GAP(Generalized Assignment Problem)을 기초로 할 수 있다.
- [0162] GAP(Generalized Assignment Problem)은 최소한의 비용으로 에이전트들의 집합(set)에 일련의 작업을 할당하는 것을 목표로 한다. 각 에이전트는 제한된 용량을 가지는 단일 리소스를 나타내고, 각 작업(task)은 에이전트의 일정량의 리소스가 필요하기 때문에 오직 하나의 에이전트에 할당될 수 있다. ABC는 적응성은 낮지만, 확장성이 뛰어나고, 모든 음식을 수집하는데, 3배 더 적은 반복을 요구한다. ABC는 조합(예컨대, Minimum Spanning Tree 내, 유한 집합과 같은 최적 객체 찾기) 및 모든 입력에 대해 단일 출력(total 함수의 단일 출력)이 예상되는 기능 모두에 적용할 수 있지만, 출력은 그 보다 복잡할 수 있다. 즉, '예' 또는 '아니오'와 같은 최적화 문제는 아니다.
- [0163] 개미 군락 최적화(ABC) 알고리즘은 Fuzzy 또는 Enhanced Bee Algorithm(707)(EBA)과 같이 복수의 목적을 가지는 문제를 최적화 하는데 사용될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, ABC는 또한, Grouped BA(GBA), Hybrid Modified BA(MBA), cooperative ABC(CABC) 및 Vector Evaluated Artificial Bee Colony(VEABC) 알고리즘을 포함할 수 있다.
- [0164] 전술한 알고리즘(예컨대 ACO, SPO 및 ABC)들은, 각각 5-6개의 변이(variation)들을 포함하고, 필요에 따라 변형될 수 있다. 전술한 알고리즘들 외에도, IWD (Intelligent Water Drop), FA(Firefly Algorithm), BA(Bat Algorithm), BF (Bacterial Foraging) 및 Bif (Alternatives) 알고리즘들을 더 포함할 수 있다. 이 있습니다. 일부 알고리즘은 빠르게 수렴하지만, 문제에 따라 더 많은 리소스들을 사용할 수 있다.
- [0165] 일 실시 예에 의하면, 군집은 다양한 기능을 가질 수 있다. 즉, 군집 역량(capabilities) 유닛(708)은 멀티 시스템들 및 알고리즘들을 통하여 획득될 수 있는 다양한 기능들을 제공할 수 있다. 군집 역량(capabilities) 유닛(708)은 모든 가능한 솔루션들 중에서 최상의 비용 또는 최소 비용 솔루션을 찾기 위한 군집 최적화(swarm optimization, 710) 유닛, 스케줄링 로드 밸런서(Scheduling Load Balancer, 709), 클러스터링 모듈(711) 및 라우팅 모듈(712)을 포함할 수 있다.
- [0166] 또한, 클러스터링 모듈은 다른 클러스터와 비교하여, 유사하거나 유사하지 않은 종류의 에이전트들의 집합을 수집할 수 있다. 라우팅 모듈 (712)은 역방향 노드가 소스로부터 목적지까지의 경로에서, 순방향 노드들에 의해

수집된 유용한 정보들을 이용하도록 군집 내 데이터의 송수신을 제어할 수 있다. 또한, 스케줄링 로드 밸런서 (709)는 스케줄에서 앞서거나 뒤따르는 작업의 상대적 위치 및 합산 평가 규칙(summation evaluation rule) 및 글로벌 페로몬 평가 규칙(global pheromone evaluation rule)에 기초하여 군집 내 디바이스들의 행동을 제어할 수 있다.

- [0167] 일 실시 예에 의하면, 군집 규칙&행동(713) 유닛은 다양한 유형을 가지는 군집 규칙들이 정의되는 규칙 유닛 (606)을 포함할 수 있다. 규칙 유닛(606)에 의해 생성되는 군집의 규칙들은 데이터 검증을 위한 검증 규칙들, 일관성 확인을 위한 규칙들 및 입력데이터에 기초하는 컴퓨팅 값들(VALUEES)을 위한 계산 규칙, 비즈니스 프로세스 경로 선택을 위한 결정 규칙을 포함할 수 있다. 환경 인식 유닛(716)은 노드가 환경과 얼마나 잘 상호 작용하는지 인식하고, 환경 내 변화, 행동의 변화, 노드들의 성질 및 규칙에 기초한 결정이 차례로 군집의 행동 변화를 야기하도록 할 수 있다.
- [0168] 행동 엔진 유닛(715) 및 지식 엔진 유닛(717)은, 군집의 모든 행동 및 군집의 지식이 어떻게 관리 될 수 있는지를 모델링할 수 있다. 행동 엔진 유닛(715) 및 지식 엔진 유닛(717)은 최소한의 지역적 상호작용(local interation)을 통해 글로벌(global)하게는 지능적 행동으로 보이는 군집의 행동 및 지식을 모델링할 수 있다.
- [0169] 일 실시 예에 의하면, 군집 지능 프레임 워크(Swarm (702)(SIS)는 동종 및/또는 이종 노드를 지원하는 노드들 간의 통신 및 계산을 위한 다양한 프로토콜 및 유틸리티들을 제공할 수 있다. 즉, 군집 지능 프레임 워크(702)는 동종 및/또는 이종 노드들을 지원할 수 있다.
- [0170] 일 실시 예에 의하면, 군집 지능 시뮬레이터(701)(SIS)는 서로 다른 알고리즘 집합(set)을 사용하여 다양한 동작들을 시뮬레이팅(simulating)하고, 다양한 사용 예들과 결합하여 원하는 솔루션의 동작을 시뮬레이팅(simulating)하며, 다양한 시나리오들을 테스트할 수 있다. 즉, 군집 지능 시뮬레이터는 요구되는 솔루션의 동작을 시뮬레이션 및 미세 조정하고, 다양한 시나리오를 테스트 하기 위한 쉬운 수단일 수 있다.
- [0171] 일 실시 예에 의하면, 본원 군집 기반 시스템은 군집 지능 프레임 워크 및 군집 지능 시뮬레이터 중 적어도 하나를 포함할 수 있지만, 필요한 경우, 군집 지능 프레임 워크 및 군집 지능 시뮬레이터는 군집 기반 시스템에 포함되지 않을 수 있다. IoTivity/Middleware 유닛(719)은 IOT 디바이스들과 통신하고, IOT 레벨에서 군집 지능을 나타내기 위한 알고리즘을 포함할 수 있다. OS 유닛(720)은 복수의 디바이스들을 포함하는 군집을 운용하기 위해 필요한 운영시스템 내지 애플리케이션에 관한 알고리즘을 포함할 수 있다.
- [0172] 도 7b는 일 실시 예에 따른 블록 체인 내의 복수의 레이어들을 나타내는 도면이다.
- [0173] 일 실시 예에 의하면, 블록 체인(602) 유닛은 적응 규칙 유닛(609), 합의 관리 유닛 (610), 분산 원장 유닛 (611) 및 원장 저장 유닛(612)를 포함할 수 있다. 그러나 이에 한정되는 것은 아니고, 일 실시 예에 의하면, 블록 체인(602)유닛은 P2P 프로토콜, 규칙들 및 기타 서비스 구성 요소들을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, P2P 규약은 분산 환경에서 노드들/블록들 간의 피어 투 피어(peer to peer) 연결을 위해 사용될 수 있고, 원장 저장 유닛(612)는 트랜잭션(transaction)들이 저장된 원장들을 저장하고, 거래들(예컨대 트랜잭션들)이 저장되는 방식 및 원장들이 발생하는 방식을 저장할 수 있다.
- [0174] 분산 원장(distributed ledger, 611)은 노드들 사이의 트랜잭션, 블록의 저장 방식 및 메커니즘들을 정의할 수 있다. 적응 규칙 유닛(609)은 규칙 유닛(606)에서 생성된 블록 체인(602)의 규칙들을 적응시킬 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 적응 규칙 유닛 (609)이 규칙들을 적응시키는 과정은 규칙의 변경, 수정 및 갱신을 포함할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 본원 군집 기반 시스템은 규칙 유닛(606)에 의해 생성된 규칙들(rules)을 군집의 활동에 대해 수신되는 피드백에 기초하여, 갱신, 수정 및 변경함으로써, 더 적응적(adaptive)으로 만들고, 더 적응적으로 생성된 규칙들에 기초하여 동작함으로써, 전체 블록 체인 개념을 유지하면서 동시에 규칙들을 다른 사용 예들로 확장할 수 있다.
- [0175] 일반적으로, 블록 체인은 암시된 합의 규칙(implied consensus rules), 정의된 합의 규칙(defined consensus rule) 및 런타임 합의 규칙(run time consensus rule)을 따를 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 본 개시는 런타임 규칙들(run-time rules)을 더 적응적(adaptive)으로 만들면서 동시에 블록 체인의 무결성을 유지하기 위한 기술에 관한 것이다. 본 개시에 따른 런타임 규칙들은 블록 체인에 관한 규칙으로서, 군집의 형성에 관한 규칙, 블록을 생성하기 위한 리더 선출 규칙, 생성한 블록 검증을 위한 검증 규칙, 서로 다른 트랜잭션들의 내용이 충돌되는 경우 통일하기 위한 탈 중앙화 합의 규칙을 포함할 수 있다.
- [0176] 군집 기반 시스템은 정의된 간단한 규칙(simple rule)에 따라, 적응적이고, 견고하며, 확장성이 뛰어나고, 분산화 되어 있고, 자기 조직적인 특성을 나타낼 수 있다. 본 개시에 따른 "런타임 규칙"은 블록 체인의 무결성을

유지하는데 더 적응적하도록 만들어지기 위해 기존의 군집의 상태, 군집의 행동, 군집의 성질 및 특성에 기초하고, 군집 활동 결과의 피드백을 기초로 생성, 변경 및 갱신될 수 있다.

- [0177] 블록 체인(602)은 분산화된(distributed) 분산 디지털 원장을 가지고, 분산 디지털 원장(611)은 트랜잭션들(transaction, 603)을 기록하는데 사용될 수 있다. 원장에 기록된 거래(603)들은 모든 후속 블록들의 변경 없이는 소급적으로 변경될 수 없으므로, 거래들의 변화에 대한 무결성에 기초하여, 어떠한 데이터의 변경도 검출될 수 있다.
- [0178] 일반적인 블록 체인 기술과는 달리, 본 개시에 따른 거래들(transaction)는 두 객체뿐만 아니라, 두 집단 사이에서 수행될 수 있고, 두 집단 사이의 관계는 더 확장될 수 있다. 예를 들어, 하나의 IOT(동종 및/또는 이종) 디바이스는 다수의 IOT(동종 및/또는 이종) 디바이스들과 IOT 디바이스의 밸류들(values, 예컨대 디바이스들의 성질, 특성, 현재 상태에 관한 데이터)을 공유할 수 있고, 이러한 공유된 값들을 이용하여 블록 체인이 생성될 수 있다. 이러한 값들(values)은 원 값(raw values)(예컨대, ACs의 온도들) 또는 값들의 함수(function of values)(예컨대 엔트로피)일 수 있다.
- [0179] 이상 탐지는 블록 체인의 특징 및 군집의 집단 행동을 이용하여 수행될 수 있다. 군집은 특정 알고리즘 및/또는 통계학적 방법을 사용하여 군집 내 이상을 검출할 수 있고, 군집의 행동은 이상을 검출하기 위한 블록 체인 내 규칙들을 설정하는데 사용될 수 있다. 이상 검출 방법은 현재 군집의 행동에 기초하여 유도될 수 있고, 블록 체인은 군집의 진화에 기초하여, 이러한 규칙들이 갱신될 때, 스스로 진화할 수 있다.
- [0180] 도 7b를 참조하면, 두 집단 사이의 트랜잭션들을 관리하는 일반적인 블록 체인 기술과는 달리, 군집의 '지능'을 생성할 수 있는 블록 체인 시스템의 블록이 도시된다.
- [0181] 군집 내 디바이스들의 값들(values)은 원 데이터(raw data)(예컨대, ACs의 온도들) 또는 원 데이터의 함수(function of raw data)(예컨대 엔트로피)에 기초할 수 있다. 따라서, 블록체인의 불변 속성(예컨대 tamper-proof)을 이용하여 군집 내 이상(tamper, anomaly)을 검출할 수 있다. 군집의 행동, 특성, 성질 및 현재 상태는 이상 검출을 위한 블록 내 규칙들을 설정하는데 사용될 수 있다. 본 개시에 따른 군집 기반 시스템은 전자 서명 및 해시 함수를 통한 비대칭 암호화 기법을 이용하여, 각 블록의 트랜잭션들을 디지털 방식으로 서명하여 트랜잭션의 변화를 검출할 수 있고, 검출된 트랜잭션의 변화는 블록 체인 내 블록의 검증 규칙에 사용될 수 있다.
- [0182] 일 실시 예에 따른 이상 검출 방법은 블록 체인의 현재 규칙이 군집의 진화(evolution)에 기초하여 블록 체인(602)내에서 갱신될 때, 블록 체인 그 자체의 진화(evolution)에 의해, 군집의 현재 행동에 대하여 정의될 수 있다.
- [0183] 블록 체인은 응용 계층(application layer, 731), 인센티브 계층(incentive layer, 736), 합의 계층(consensus layer, 739), 네트워크 계층(network layer, 747) 및 데이터 계층(data layer, 751)을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 응용 계층(731)은 블록 체인(602)의 최상위층에서 응용 프로그램을 위한 인터페이스를 제공할 수 있다. 또한, 인센티브 계층(736)은 블록 체인의 참가자 및 유닛들에게 보상을 제공할 수 있다. 또한, 합의 계층(739)은 전역적으로 수용될 수 있는 처리를 위한 트랜잭션들(예컨대 거래들)의 집합을 지정하고, 이러한 거래들의 처리 방식 및 토탈(total) 또는 부분적 순서를 지정할 수 있다. 또한, 네트워크 계층(747)은 노드들 간의 거래들(예컨대 트랜잭션들)을 전파 또는 브로드캐스트 할 수 있다. 최근, 노드들 사이에서 거래들을 전파함에 있어, 네트워크 대역폭을 최대한도로 이용하기 위한 기술 개발이 요구되고 있고, 데이터 계층(751)은 블록 체인 데이터 구조 및 물리적 저장소를 포함할 수 있다.
- [0184] 일 실시 예에 따른 애플리케이션 레이어(731)는 스마트 컨트랙트(732), 하이퍼 레저(733), 가상 머신(734) 및 탈 중앙화 애플리케이션(735)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 스마트 컨트랙트(732)는 상거래 프로토콜에 기초하여, 제삼자의 개입 없이 두 주체 사이의 트랜잭션을 수행하기 위한 규약을 제공할 수 있다. 하이퍼 레저(733)는 모든 노드들에 트랜잭션들이 공개되는 퍼블릭 블록 체인 시스템과는 달리, 인증 받은 노드들로만 구성된 블록 체인을 위한 규약을 제공할 수 있다. 가상 머신(734)블록은 애플리케이션을 가상(virtual) 환경에서 수행하기 위해 필요한 머신에 관한 알고리즘을 제공할 수 있다. 탈 중앙화 애플리케이션(735)는 전술한 탈 중앙화 합의를 설정하기 위한 애플리케이션을 제공할 수 있다.
- [0185] 일 실시 예에 따른 인센티브 레이어(incentive layer, 736)는 보상 분배 유닛(reward distribution, 737) 및 거래 수수료 유닛(transaction fee, 735)을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따른, 보상 분배 유닛(737)은 블록을 생성한 노드(예컨대 군집 내에서 해시퍼즐의 정답을 찾아 리더로 선출된 노드)에게 블록을 생성한 대가로 보

상금을 지급할 수 있다. 거래 수수료 유닛(738)은 각 노드의 대기열에 저장된 트랜잭션 처리 순서와 관련된 거래 수수료를 지정할 수 있다.

[0186] 일 실시 예에 의하면, 합의 계층(739)은 블록 체인의 동작에 관한 규칙들을 제공하기 위한 복수의 알고리즘을 포함할 수 있다. 예를 들어, 합의 계층(739)은 작업 증명/지분 증명(740), 비잔틴 장군 허용(BFT, 741), 텐더민트 합의(Tendermint Consensus, 742), 적응 규칙 유닛(609), 메타 규약(743), Merge Mine(744), DPoS(745) 및 스케줄링 합의(746)에 대한 규칙들을 제공할 수 있다. 작업 증명 또는 지분 증명(740) 알고리즘은 블록 체인을 공유하는 노드들 중, 새로운 블록을 생성하기 위한 리더를 선출하기 위한 알고리즘을 제공할 수 있다. Proof of Work(740) (작업 증명, PoW) 알고리즘은 비트코인에 사용되는 알고리즘으로, 특정 규칙에 따라 노드들에 컴퓨팅 업무를 요구함으로써(예컨대 해시 퍼즐), 컴퓨팅 업무를 요구하는 공격자의 공격을 경제적으로 비 실용적으로 만들며, 결과적으로, 블록 체인의 무결성을 보호할 수 있다. 작업 증명(POW알고리즘)은 수학적 규칙이 정확하게 정의되고, 특정 규칙에 따라 많은 에너지와 컴퓨팅 성능을 요구함으로써, 가장 신뢰할 수 있는 알고리즘이다. 따라서, 공격자는 비현실적으로 간주되는 네트워크를 방해할 수 있는 권한을 필요로 할 수 있다.

[0187] Proof of Stake(740) (지분 증명, PoS) 는 consensus 알고리즘의 유형으로, POS에서 코인의 생성(예컨대 채굴, mining)이 존재하지 않기 때문에, 블록을 채굴하기 위한 경쟁에서 비싼 컴퓨터 장비에 투자하는 대신, PoS 유형의 알고리즘에서 '검증기'는 시스템의 코인에 투자할 필요가 있다. 대신, 모든 코인은, 첫날부터 존재하고, 검증자들은(예컨대, stakeholders, 시스템 내 stake를 홀딩하기 때문) 엄격하게 거래 수수료를 지불 해야 한다. 또한, 지분 증명(PoS)d을 사용할 경우, 블록을 생성하기 위한 리더 선출을 위해 해시 퍼즐을 해결하는 등의 소모적인 작업은 요하지 않고, 다만, 보유한 암호 화폐의 수량에 따라 리더가 선출된다. 따라서, 더 많은 암호 화폐를 축적할 수록, 해당 노드는 더 많은 블록을 생성할 수 있다. 지분 증명은 다양한 형태의 알고리즘과 같이 사용되고, 체인 기반 지분 증명 및 BFT(Byzantine Fault Tolerance) 기반의 지분 증명 알고리즘을 포함할 수 있다.

[0188] Byzantine Fault Tolerance(비잔틴 장애 허용, 741), or Practical Byzantine Fault Tolerance (실용적 비잔틴 장애 허용, PBFT)는 분산 시스템에서 합의에 사용되는 합의 알고리즘이고, 블록 체인 내 경제적인(economic) 합의를 위한 요구를 실질적으로 충족시키지는 않는다. PBFT는 요구되는 통신(required communication) 때문에, 복수의 노드들을 포함하는 네트워크들에서 실행 불가능해지기 때문에, PBFT를 사용하는 블록체인 기술들은 CONSENSUS LAYER(739)내의 합의(예컨대, Ripple의 각 참가자들의 unique node list)를 설정하기 위한 참가자들의 신뢰할 수 있는 서브 네트워크에만 의존할 수 있다. 즉, 비잔틴 장애 허용 또는 실용적 비잔틴 장애 허용 알고리즘을 이용하여 네트워크 내에 악의적인 노드 또는 손상된 노드가 있더라도 신뢰할 수 있는 군집 기반 시스템을 제공할 수 있다.

[0189] 텐더민트 합의(Tendermint Consensus, 742)는 기존 솔루션을 Byzantine General Problem에 적용함으로써 마이닝(채굴)을 요구하지 않고, 대신 Proof of Stake(740)의 "nothing at stake" 문제를 해결할 수 있다. Tendermint-Core는 보안이 보장되는 Byzantine fault(741) tolerant applications을 실행할 수 있는 고성능 블록체인 합의 엔진일 수 있다.

[0190] Delegated Proof of Stake(745) (DPoS)는 개인이 시스템에서 Stake의 일부를 나타낼 수 있는 가장 중요한 입력(entity)를 선택한다는 것을 제외하고는, POS(740)시스템과 동일한 라인에서 동작할 수 있다. 이를 통해, 더 작은 stake들을 가진 개인들이 팀을 구성하고, 자신의 표상(representation)을 확대할 수 있으므로, 큰 stake 소지자들의 힘과 균형을 이룰 수 있는 메커니즘을 생성할 수 있다. (예컨대, Bitshares)

[0191] 마이닝(mining)의 Merge Mine(744) 컨셉은 추가적인 proof-of-work(740) 노력을 필요로 하지 않고, 하나 이상의 암호 화폐를 채굴하기 위한 프로세스를 의미할 수 있다. MOP(Meta-Object Protocol)는 객체 시스템의 구조와 행동을 조작하거나 액세스 하기 위해 어휘(vocabulary) 규약을 제공할 수 있다.

[0192] 적응 규칙 유닛(adaptive rule unit, 609)은 암시된(implied) 규칙, 정의된(defined) 규칙 또는 런타임 규칙과 같은 다양한 유형을 규칙을 제공할 수 있다. 이러한 런타임 규칙들은 본질적으로 고정되어 있으나, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 적응 규칙 유닛(609)은 규칙 유닛에 의해 생성된 규칙들을 군집의 특성, 성질, 현재 상태 및 행동의 변화에 기초하여 적응적으로 변화시킬 수 있다. 즉, 적응 규칙 유닛(609)은 진술한 규칙들을 군집의 상태, 성질, 행동 및 특성에 기초하여 변경시킬 수 있다. 따라서, 군집의 규칙들은 군집의 상태, 성질 및 행동에 기초하여 변경될 수 있기 때문에 블록 체인(602) 내 합의(consensus) 규칙들은 동적으로(dynamic) 적응(adaptive)되거나 진화할 수 있다. 이렇게 적응된 런타임 규칙들은 블록 체인의 불변 속성과 결합하여 군집 내 이상 및 위협 검출에 사용될 수 있다.

- [0193] Data Availability Schelling Consensus(746)는 사용자가 특정 사실이 참(1)인지 거짓(0)인지 여부에 투표하는 곳에서 사용될 수 있다. 이러한 합의에서, Schelling Consensus의 Round N을 사용하여 "다수가 맞다는 원칙 (Majority is right)"에 따라 보상을 받는 사람을 결정하는 대신, 라운드 N동안 정확하게 투표를 한 사람이 보상 받아야 한다는 default equilibrium에 따라, 라운드 N+1이 누가 보상을 받아야 하는지를 결정하는데 사용될 수 있다. 위임 지분 증명(DPoS, 745)는 네트워크 상에서 생성된 블록들의 검증 노드의 수를 제한하여 확장성을 더 제공하는 지분 증명의 변형 합의 알고리즘을 제공할 수 있다.
- [0194] 네트워크 계층(747)은 노드들 사이의 트랜잭션들을 관리할 수 있다. 예를 들어, 네트워크 계층(747)은 노드들 사이의 트랜잭션들을 네트워크 적어도 하나의 노드들에 브로드캐스팅할 수 있다. 네트워크 계층에서는 기본 네트워크 대역폭을 최대한 활용하기 위한 기술 개발이 요구되고 있다. 네트워크 계층(747)은 분산 환경에서 노드들/블록들 사이의 피어 투 피어 연결을 설정하기 위한 P2P 브로드 캐스팅 유닛(748), 릴레이 네트워크(relay network, 749) 및 로컬 검증(local validation, 750)을 포함할 수 있다.
- [0195] P2P 브로드 캐스팅 유닛(748)은 노드들 사이의 트랜잭션들의 브로드캐스팅을 관리할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, P2P 브로드 캐스팅 유닛(748)은 트랜잭션이 발생한 노드들에 인접한 무작위로 선택된 노드들에 트랜잭션을 브로드캐스팅하고, 브로드캐스팅된 트랜잭션을 수신한 노드가, 자신의 인접한 무작위로 선택된 노드들에 수신된 트랜잭션을 다시 브로드캐스팅하는 방식으로 트랜잭션을 전달하는 방식의 브로드캐스팅 알고리즘을 제공할 수 있다. 릴레이 네트워크(749)는 트랜잭션의 시작 및 목적지의 대상이 되는 노드 사이에 트랜잭션의 브로드캐스팅을 위한 전달 알고리즘을 제공할 수 있다. 로컬 검증(750)은 트랜잭션이 기록된 블록을 수신한 노드가 수신된 블록을 검증하기 위한 알고리즘을 제공할 수 있다.
- [0196] 데이터 계층(751)은 블록 체인 데이터 구조 및 물리적 저장 장치를 위한 계층으로, 분산 해시 테이블(distributed hash table, 752), 체인 구조(chain structure, 753), 머클 트리(merkle tree, 754), 디지털 서명(digital signature, 755), 해시 함수(hash function, 756), 데이터 블록(757), 미사용 출력(UxTo, 758) 및 암호화 규약(cryptographic protocol, 759)를 포함할 수 있다.
- [0197] 분산 해시 테이블(752)은 트랜잭션들을 해시 하기 위한 해시 함수들이 저장된 테이블을 제공할 수 있다. 해시 테이블은 트랜잭션들을 해시한 값을 포함하고, 블록 체인 시스템 내 노드들로 하여금 트랜잭션들의 변화를 검출하도록 할 수 있다.
- [0198] 체인 구조(753)는 제네시스 블록(예컨대 최초 생성된 블록) 이후에 생성된 블록들의 연결 방식을 제공할 수 있다. 즉, 체인 구조(753)는 블록들의 연결 방식을 정의함으로써 전체 블록 체인의 구조를 정의할 수 있다.
- [0199] 머클 트리(754)는 이진 트리 형식의 데이터 구조로써, 노드의 모든 트랜잭션에 대한 단일 해시 값을 도출하기 위한 알고리즘을 제공할 수 있다. 본 개시에 따른 군집 기반 시스템은 모든 트랜잭션 정보를 머클 트리 구조를 사용하여 하나의 해시 값으로 압축함으로써, 단일 트랜잭션의 변화를 하나의 해시 값에 기초하여서도 검출할 수 있다.
- [0200] 디지털 서명(755)은 모든 트랜잭션을 해시한 해시값을 암호화하기 위한 알고리즘을 제공할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집 기반 시스템은 비대칭 암호화 기법을 사용하여 모든 트랜잭션들의 해시 값을 암호화할 수 있다. 트랜잭션을 송신하는 노드는 전자 서명과 함께 전자 서명을 암호화하는데 사용된 프라이빗 키와 대칭을 이루는 공개키를 수신 노드측에 함께 제공함으로써, 수신 노드가 수신한 전자 서명을 복호화함으로써 생성한 해시 값을 기초로, 트랜잭션의 변화 여부를 검증하도록 할 수 있다.
- [0201] 해시 함수(756)는 트랜잭션들의 변화 상태를 체크하는데 사용하기 위한 함수로, 입력 값에 상관없이 고정 길이의 해시 값을 출력할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집 기반 시스템은 해시 함수를 연속 두번 이용하여 트랜잭션들을 해시할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 데이터 블록(757)은 생성된 블록의 구조, 블록 내 요소들의 크기 등에 관한 정보를 제공할 수 있다.
- [0202] 암호화 규약(759)는 군집 기반 시스템이 이용하는 블록 체인 내 트랜잭션들의 암호화 방법을 제공할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 암호화 규약(759)는 프라이빗 키와 공개키를 이용하는 비대칭 암호화 기법을 제공할 수 있다.
- [0203] 미사용 출력(UxTo, 758)은 암호 화폐를 수령한 후 아직 사용하지 않은 상태로 블록에 남아 있는 항목들을 나타내기 위한 알고리즘을 제공할 수 있다.
- [0204] 도 7c는 일 실시 예에 따른 블록 체인 내의 트랜잭션의 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.

- [0205] 일 실시 예에 의하면, 일련의 간단한 규칙 집합, 군집 상태, 특성(attribute) 및 성질(property)에 기초하는, 군집의 생성, 형성 및 진화는 바람직한 군집의 행동을 도출하기 위해, 규칙들을 적응적으로 만드는데 사용될 수 있다. 블록체인(602)의 런타임 규칙들은 군집의 규칙들이 변함에 따라 수정되고, raw values 또는 raw values의 함수의 변화는 블록 체인(602)의 트랜잭션으로써 블록에 기록될 수 있다. 군집 내 디바이스들의 raw value는 디바이스들의 특성, 성질, 현재 상태에 관한 데이터를 포함하고, 군집 내 디바이스들의 raw value는 미리 정의된 이벤트(예컨대 디바이스들의 특성, 성질, 현재 상태의 변화)에 따라 트랜잭션으로써 노드사이에 공유될 수 있다.
- [0206] 일 실시 예에 따른 군집 내 노드들이 공유하는 블록은 블록 헤더(762), 타임 스탬프(763), 이전 블록 해시값(764), 트랜잭션 트리 루트(765), 블록 난스(766), 블록의 버전 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어 블록의 버전 정보는 블록이 생성될 당시 시스템에 대한 정보를 포함하고, 이전 블록의 해시 값은 이전 블록을 특정하는 고유한 해시 값을 포함할 수 있다. 또한, 트랜잭션 트리 루트(765)는 각 트랜잭션들의 해시 값이 기록된 해시 트리에서 해시 값의 경로에 대한 정보를 포함하고, 블록 난스(766)는 해시 퍼즐의 정답으로써 작업 증명에서 리더 선출의 기준이 될 수 있다.
- [0207] 트랜잭션 트리 루트(765)에 기초하여, 블록 체인 내의 트랜잭션들의 해시 값은 트리 구조로써 하나의 해시 값으로 압축될 수 있다. 예를 들어, 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집 기반 시스템은 최하위 레벨의 트랜잭션들 Tx5m 및 Tx6 (767, 768)을 입력으로 하는 해시 함수를 이용하여 해시 값 #56을 획득할 수 있고, 최하위 레벨의 다른 트랜잭션들 Tx3 및 Tx2을 입력으로 하는 해시 함수를 이용하여 해시 값 #32를 획득할 수 있다. 일 실시 예에 따른 군집 기반 시스템은 획득된 해시 값 #56 및 #32를 다시 해시 함수에 입력시켜, 최종적으로는 하나의 해시 값을 획득할 수 있으며, 이러한 과정에서 획득된 해시 값들의 경로를 트랜잭션 트리 루트로써 메모리에 포함할 수 있다.
- [0208] 일 실시 예에 따른 블록 체인(602)을 이용한 군집 기반 시스템은 적응적인(adaptive) 런타임 규칙들을 이용하여 트랜잭션들 및 트랜잭션들이 기록된 블록을 검증할 수 있다. 블록 체인 내 모든 트랜잭션들의 해시 값은 해시 트리(예컨대 머클 트리, 754) 형식으로 블록 헤더에 기록될 수 있고, 해당 해시 값이 기록된 블록을 수신한 노드들은 해시 트리 형식의 해시 값을 자신이 수신한 트랜잭션들에 기초하여 생성된 해시 값과 비교함으로써 트랜잭션의 변화여부를 검출할 수 있다.
- [0209] 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집의 현재 상태, 특성, 성질 및 파라미터들은 동적 규칙(예컨대 변경, 갱신 및 수정된 블록 체인의 규칙들)을 정의하는데 사용되고, 블록체인의 규칙들을 더 적응적으로 만드는데 사용될 수 있다. 또한, 블록 체인의 규칙들(갱신되거나, 수정된 규칙들) 및 군집의 특성 내지 성질등과 결합된 블록체인(602)의 불변 특성은, 군집 내 이상을 검출하는데 사용될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 블록 체인의 동적 규칙은 군집 내 변화에 기초하여, 변경된 블록 체인의 규칙, 수정된 블록 체인의 규칙, 갱신된 블록 체인의 규칙 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0210] 일 실시 예에 의하면, 군집 기반 블록 체인(602)의 규칙 유닛(606)은 적응적으로 생성되고, 규칙들은 수신된 피드백(예컨대, 군집의 특성, 성질, 행동 및 상태의 변화)에 기초하여 갱신될 수 있다. 피드백은 피드백 관리부(614)에 의해 제공될 수 있다. 수신된 피드백 및 동적 규칙들에 기초하여, 군집은 동작할 수 있다.
- [0211] 합의 계층(739)에 대한 특징은 도 7b의 합의 계층(739)에 대응될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다. 또한, 군집 지능 시스템에 대한 특징은 도 7a의 군집 지능 검출/형성 유닛(601) 및 군집 지능 시스템, 군집 내 노드들에 의한 합의에 관한 특징에 대응될 수 있으므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 블록 체인(602)은 미리 정의된, 암시된 런타임 규칙과 같은 다양한 유형의 규칙들을 가질 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 런타임 합의 규칙들은 adaptive하게 생성되고, 군집의 집단 행동, 성질, 특성 및 상태에 기초하여 동적으로 변할 수 있다. 군집 규칙들이 변함에 따라, 블록 체인의 런타임 합의 규칙들은 동적으로 진화하거나 채택될 수 있다.
- [0212] 도 8은 일 실시 예에 따른 군집 제어 방법의 흐름도이다.
- [0213] 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집 제어 장치는 블록 체인을 이용하여 군집을 제어하기 위한 장치로써 메모리, 통신 인터페이스 및 프로세서를 포함할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집 제어 장치는 군집 기반 시스템에 대응될 수 있고, 군집 제어 장치 내지 군집 기반 시스템은 하나의 군집 내에 포함되거나, 군집 내의 각 노드들에 포함될 수 있다.
- [0214] S810에서, 일 실시 예에 의하면, 군집 제어 장치는 군집 내 포함된 적어도 하나의 노드들의 특성에 기초하여 군

집에 관한 제1 규칙을 생성할 수 있다. 예를 들어, 군집 제어 장치가 생성하는 제1 규칙은 군집을 정의하기 위한 규칙, 블록 체인의 운영을 위한 런타임 합의 규칙, 트랜잭션들을 기록하여 블록을 선출할 리더 노드를 선출하기 위한 리더 선출 규칙, 서로 다르게 생성된 블록 체인들의 통일을 위한 탈중앙화 합의 규칙, 군집 내 디바이스들의 지역적 상호 작용을 정의하는 간단한 규칙(simple rule)에 관한 규칙들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [0215] 예를 들어, 군집 제어 장치는 상기 적어도 하나의 노드들의 특성(attribute), 성질(property), 현재 상태(current state)에 관한 데이터 및 상기 특성, 성질 및 현재 상태에 관한 데이터를 입력으로 하는 커널(kernel) 함수에 기초하여 상기 제1 규칙을 생성할 수도 있다.
- [0216] S820에서, 군집 제어 장치는 생성된 제1 규칙을 적어도 하나의 노드들에 공유시킬 수 있다. 예를 들어, 군집 제어 장치는 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질, 현재 상태의 변화에 기초하여 생성된 제1 규칙을 무작위로 선택된 노드들에 브로드캐스팅할 수 있고, 군집 내 모든 노드들은 생성된 제1 규칙을 공유할 수 있다.
- [0217] S830에서, 군집 제어 장치는 공유된 제1 규칙에 기초하여, 적어도 하나의 노드들을 포함하는 군집을 형성할 수 있다. 예를 들어, 군집 제어 장치는 공유된 제1 규칙에 기초하여 동일한 특성을 공유하는 노드들 사이에 군집을 형성할 수 있다.
- [0218] S840에서, 군집 제어 장치는 군집 내 적어도 하나의 노드들에 대한 변화를 검출할 수 있다. 군집 내 적어도 하나의 노드들에 변화는 군집 내 각 노드들의 성질, 특성 및 현재 상태의 변화에 기초하여 발생할 수 있고, 군집 내 새로운 디바이스들의 추가 및 탈퇴에 기초하여 현재 군집 내에 포함된 노드들의 변화가 야기될 수도 있다.
- [0219] 일 실시 예에 의하면, 군집 제어 장치는 상기 제1 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화를 검출하고, 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화에 기초하여 상기 군집의 변화를 검출할 수도 있다. S850에서, 군집 제어 장치는 검출된 변화에 기초하여 제1 규칙을 제2 규칙으로 변경할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 규칙 및 제2 규칙은 상기 군집의 형성, 상기 블록을 생성하기 위한 노드의 선출, 상기 블록의 검증 및 상기 블록 체인의 합의 중 적어도 하나에 대한 규칙을 포함할 수 있다.
- [0220] 일 실시 예에 의하면, 군집 제어 장치는 생성된 제2 규칙을 적어도 하나의 노드들과 공유할 수 있고, 공유된 제2 규칙에 기초하여 군집 내 적어도 하나의 노드들의 변화를 더 검출할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 군집 제어 장치는 제2 규칙에 기초하여 검출된 변화에 기초하여 군집 내 제2 규칙에 대응되지 않는 동작을 나타내는 이상 노드를 검출할 수도 있다.
- [0221] 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집은 동종(Homogeneous)노드 또는 이종(Heterogeneous)노드 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 제1 규칙 및 상기 제2 규칙 중 적어도 하나에 기초하여 동작할 수 있다. 또한, 형성된 군집 내의 모든 노드들은 상기 제1 규칙, 상기 제2 규칙 및 상기 군집 내 모든 노드들의 동작 이력에 관한 트랜잭션들(transactions) 및 상기 트랜잭션들이 기록된 적어도 하나의 블록이 체인 형태로 연결한 블록 체인을 공유할 수 있다.
- [0222] 도 9는 일 실시 예에 따른 제1 규칙을 공유하는 동작을 세부적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0223] S910에서, 군집 제어 장치는 생성된 제1 규칙을, 제1 규칙을 생성한 노드의 무작위로 선택된 피어(peer) 노드에 브로드캐스팅할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 피어 노드는 해당 노드에 인접한 노드들의 집합을 의미할 수 있다.
- [0224] S920에서, 군집 제어 장치는 제1 규칙을 기록한 블록을 생성할 수 있다. 예를 들어, 군집 제어 장치는 생성된 제1 규칙이 군집 내 모든 노드들에 브로드캐스팅 되었는지 여부를 결정하고, 군집 내 모든 노드들에 제1 규칙이 전달되면, 제1 규칙에 기초하여 블록을 생성할 노드를 결정할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집 제어 장치는 작업 증명(POW)에 기초하여, 블록을 생성할 리더 노드를 선출할 수도 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 군집 제어 장치는 리더로 선출된 노드가 자신에게 전달된 제1 규칙을 기록한 블록을 생성하도록 할 수 있다.
- [0225] S930에서, 군집 제어 장치는 생성된 블록을 블록을 생성한 노드의 무작위로 선택된 피어 노드에 브로드캐스팅하도록 제어할 수 있다. S930에서, 새로 생성된 블록의 전달 방식은 S910의 제1 규칙의 전달 방식에 대응될 수 있다.
- [0226] S940에서, 군집 제어 장치는 제1 규칙에 기초하여, 각 노드가 수신한 블록을 검증하도록 할 수 있다. 예를 들어, 군집 제어 장치는 군집 내 모든 노드가 새로 생성된 블록을 수신하면, 제1 규칙에 기초하여 군집 내 각

노드가 블록을 검증하도록 할 수 있다. 각 노드가 블록을 검증하는 과정은 수신한 블록의 생성 한 노드가, 제1 규칙에 따라 리더로 선출된 노드가 맞는지 여부를 결정하는 과정 및 수신된 블록 내의 트랜잭션이 변경되지 않았는지 여부를 결정하는 과정을 포함할 수 있다.

- [0227] S950에서, 군집 제어 장치는 블록이 검증되면, 검증된 블록을 블록 체인에 연결할 수 있다. 예를 들어, 군집 제어 장치는, 블록을 수신한 각 노드가 블록을 검증하도록 한 후, 블록 검증에 성공한 각 노드는 각 노드에 이미 존재하는 블록 체인에, 검증된 블록을 연결하도록 할 수 있다.
- [0228] 도 10은 일 실시 예에 따른 제1 규칙을 제2 규칙으로 변경하는 동작을 세부적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0229] S1010에서, 군집 제어 장치는 검출된 변화에 기초하여 제1 규칙을 갱신할 수 있다. S1020에서, 군집 제어 장치는 검출된 변화에 기초하여 제1 규칙을 수정할 수 있다. S1030에서, 군집 제어 장치는 검출된 변화에 기초하여 제1 규칙의 경계 조건을 재설정할 수 있다. S1040에서, 군집 제어 장치는 갱신된 제1 규칙, 수정된 제1 규칙 및 재설정된 경계 조건을 포함하는 제1 규칙 중 적어도 하나를 이용하여 제2 규칙을 생성할 수 있다.
- [0230] 예를 들어, 군집 제어 장치는 현재 군집의 경계 조건이 온도 범위가 10도~14도인 군집에 동작 온도 범위가 12도~18도사이인 디바이스가 추가되는 경우, 군집의 경계 조건으로써 군집의 전체 동작 온도 범위를 10도~18도로 갱신하고, 갱신된 온도 범위에 따라 군집을 새로 정의할 수 있다.
- [0231] 도 11a는 일 실시 예에 따른 복수의 드론들을 포함하는 군집을 설명하기 위한 도면이다.
- [0232] 도 11a를 참조하면, 탑재된 카메라를 이용하여 랜드스케이프 영역을 커버하도록 배치된 복수의 감시 드론들이 도시된다. 도 11a에는 드론 어레이(Dr1(781), Dr2(782)- Dr8(788))가 도시되고, 감시 드론들은 고도, 커버 영역, 비행 속도 등과 같은 소정의 공통되는 특성 및 성질에 기초하여 군집을 형성할 수 있다. 이러한 군집들의 목적은 군집들의 특성 및 성질을 유지함과 함께 동시에 전체 감시 영역(예컨대 커버리지 영역)을 함께 커버하는 것이다.
- [0233] 예를 들어, 감시 드론들은 서로 통신할 수 있고, 각 드론들의 데이터들을 드론 내 각각의 원장(예컨대 원장 1, 2 내지 8)에 기록할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면 드론 각각에 저장된 원장들은 블록들이 서로 연결된 블록 체인에 대응되고, 각 드론들은 동일한 트랜잭션들이 기록된 블록 체인을 공유할 수 있다. 또한, 감시 드론들에 각각 저장된 원장들은, 군집 내 드론들에 의하여 공유되는 규칙에 따라, 각 드론들에 의해 검증될 수 있다. 검증된 원장들은 각 드론(Dr1 내지 Dr8)에 대응되는 항목(entry)의 검증 후에, 블록 체인을 형성할 수 있다. 도 11a의 각 드론의 옆에 도시된 D1 내지 D8은 각각의 감시 드론들의 현재 상태, 특성 및 성질의 함수로써 하기의 수학식 3으로 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$[D1, D2 \dots D8] = [f(a1, p1, s1), f(a2, p2, s2), \dots f(a8, p8, s8)]$$

- [0234]
- [0235] 여기에서, D1 내지 D8은 현재 군집 내 드론들의 특성, 성질, 현재 상태를 입력으로 하는 함수들의 값을 나타내고, a1, a2 내지 a8은 현재 드론들의 특성(attribute), p1, p2 내지 p8은 현재 드론들의 성질(property), s1, s2 내지 s8은 드론들의 현재 상태를 나타낼 수 있다. 블록 체인(220) 규칙들 R1, R2 및 R3는 각 감시 드론의 현재 상태, 특성 및 성질의 함수인 D1-D8로부터 하기 수학식 4와 같이 유도될 수 있다.

수학식 4

$$R1 = f_1(D1, D2 \dots D8)$$

$$R2 = f_2(D1, D2 \dots D8)$$

$$R3 = f_3(D1, D2 \dots D8)$$

- [0236]
- [0237] 여기에서, R1, R2 및 R3는 현재 군집 내 드론들의 특성, 성질 및 현재 상태에 따라 달라지는 군집의 규칙을 나타내고, f1, f2 내지 f3는 감시 드론의 특성, 성질 및 현재 상태에 관한 데이터를 입력으로 하는 함수 f의 출력

값을 입력으로 하는 규칙 정의 함수이다. 복수의 드론들을 포함하는 군집의 규칙들은 현재 상태에 대한 데이터를 포함하기 때문에, 시간에 대해 의존적일 수 있다. 예를 들어, 군집의 규칙들은 시간 t 에서, $R1_t$, $R2_t$ 및 $R3_t$ 과 같이 나타낼 수 있고, 각 시간에서의 규칙들은 군집 내 드론의 특성, 성질 및 현재 상태에 의존적일 수 있다.

[0238] 일 실시 예에 의하면, 규칙 R1은 드론의 성질, 특성 및 현재 상태에 대응되는 드론의 파라미터 값들에 기초하는 머신 러닝 기반 분류 알고리즘일 수 있다.

[0239] 도 11b는 일 실시 예에 따른 복수의 드론들을 포함하는 군집을 설명하기 위한 도면이다.

[0240] 도 11b를 참조하면, 복수의 드론들은 규칙 R1을 나타내는 곡선 내 복수의 점들로 나타낼 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 규칙 R1은 머신 러닝 기반 드론 분류(machine learning based classification)를 나타내고, R1은 특성, 성질 및 현재 상태에 대응되는 파라미터 값들(parameter values)에 기초할 수 있다. 규칙 R1을 따르는 드론들은 규칙 R1에 대응되는 곡선 내에 위치할 수 있다.

[0241] 예를 들어, 규칙 R1이 각 드론의 커버리지(coverage)를 체크하고, 현재 커버리지가 전체 랜드스케이프를 커버링하기 위한 집단적 행동을 보장하는 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine, SVM)라고 가정하면, 각 드론의 상대적인 위치가 시간이 지남에 따라 변할 때, 규칙 또는 훈련 데이터(training data)는 규칙 R1에 따라 갱신될 필요가 있다. 시간 T1에서, 특성 및 성질(a1p1) 및 현재 상태 s1은 Kernel 함수를 다음과 같이 정의할 수 있다.

수학식 5

$$K(a1p1, s1) = (a1p1^{T1}s1 + c)^d$$

[0242]

[0243] K는 다항식 커널(polynomial kernel)이고, c는 자유 파라미터(free parameter)이며, a1p1은 드론의 특성 및 성질을 포함하는 벡터이고, s1은 드론의 현재 상태를 나타낸다. 따라서, T1에서 군집의 상태에 기초하여, 정의되는 커널 함수의 출력에 따라 모든 드론들은 작동할 수 있다. 도 12a를 참조하여, 도 11b에서 규칙 R1에 따른 드론들 중, 두개의 드론 Dr7 및 Dr8이 예상되지 않은 위치로 이동하는 상황을 가정한다.

[0244] 도 12a는 일 실시 예에 따른 악의적인 드론을 포함하는 군집을 설명하기 위한 도면이다.

[0245] 시간 T2에서, 복수의 드론들은 상대적인 위치를 변경한 상태이고, 두개의 드론 Dr7(787) 및 Dr8(788)이 예상하지 못한 위치로 이동하는 경우, 군집의 특성 및 성질 값들이 변경되었기 때문에, 커널(kernel) 함수 K에 기초한 규칙 R1은 커널 함수 K'에 대응되는 규칙 R1'으로 수정될 수 있다. 시간 T2에서, 특성 및 성질 (a2p2), 현재 상태 s2는 Support Vector Machine(SVM)을 위한 kernel 함수를 하기 수학식 6과 같이 정의할 수 있다.

수학식 6

$$K(a2p2, s2) = (a2p2^{T2}s2 + c)^d$$

[0246]

[0247] 여기에서, K는 다항식 커널(polynomial kernel)이고, c는 자유 파라미터(free parameter)이며, T2는 특정 시간이고, a2p2는 시간 T2에서 드론의 특성 및 성질을 나타내고, s2는 시간 T2에서의 드론의 현재 상태를 나타낼 수 있다. 상기 수학식 6에 기초한 kernel 함수를 이용하여 상기 다항식 커널의 변화된 행동은 도 12b에 점과 같은 패치를 가지는 드론들로 나타낼 수 있다.

[0248] 도 12b는 도 12a는 일 실시 예에 따른 악의적인 드론을 포함하는 군집을 설명하기 위한 도면이다.

[0249] 예를 들어, 도 12b를 참조하면, 각각의 점은 드론들의 위치를 나타낼 수 있다. 규칙 R1'로 나타나는 곡선 밖에 위치하는 점들은 자신의 위치를 변경한 두개의 드론들 Dr7(787) 및 Dr8(788)을 나타낼 수 있다. 시간 T2에서, 일부의 드론들이 자신들의 위치를 변경하였고, 두개의 드론들 Dr7(787) 및 Dr8(788)이 예상하지 못한 위치로 이동함에 따라, 군집의 특성 및 성질 값들이 변경되었으며, Kernel 함수 K에 기초한 규칙 R1 역시 Kernel 함수 K'에 대응되는 규칙 R1'로 수정될 수 있다.

- [0250] 즉, 군집의 현재 상태에 기초하여 규칙들이 수정되지 않는 경우, 드론 Dr7(787) 및 Dr8(788)의 이상을 감지하지 못하는 문제가 발생할 수 있지만, 본 개시에 따른 군집 기반 시스템은 군집의 상태 및 성질 등에 기초하여 변경, 갱신되는 적응 규칙을 이용할 수 있기 때문에, 이상이 발생한 드론 Dr7(787) 및 Dr8(788)을 감지할 수 있다.
- [0251] 도 13은 일 실시 예에 따른 제조 조립 공장 내 산업용 로봇들을 포함하는 군집을 설명하기 위한 도면이다.
- [0252] 적어도 하나의 이동형 산업 로봇들을 포함하는 군집은 조립 라인(예컨대 어셈블리 라인)들에서 동작할 수 있고, 이동형 산업 로봇들은 작업 관리자(1304)의 요청에 의해 부품 저장고(Raw Material Storage, 1302)로부터 부품을 필요한 곳에 공급하고, 완성된 제품을 창고(Ware house, 1306)로 운반할 수 있다. 예를 들어, 작업 관리자가 제품의 부품을 요청하면, 로봇들 사이의 협의에 따라 로봇들 사이의 군집이 형성되고, 형성된 군집에 필요한 업무가 할당될 수 있다.
- [0253] 예를 들어, 군집 제어 장치는 부품을 요청하는 작업 관리자의 요청에 따라 규칙을 생성하고, 생성된 규칙에 따라 작업에 필요한 로봇의 군집을 형성할 수 있다. 군집 제어 장치는 형성된 군집에 작업자의 요청에 따른 업무를 할당할 수 있고, 군집 내 변화를 검출하고, 검출된 변화에 기초하여 작업 시 군집 내 로봇들의 이상을 검출할 수 있다.
- [0254] 일 실시 예에 의하면, 로봇들을 위한 일정(schedule)은 미리 정의되거나 요청에 기초하여 결정될 수 있고, 로봇들의 일정 및 요청은 거래(예컨대 트랜잭션)를 형성하고, 형성된 거래들은 블록 체인의 일부로 기록될 수 있다. 본 개시에 따른 군집 제어 장치는 중복된 작업을 방지하고, 작업을 처리할 로봇이 있다는 사실을 확인할 수 있다.
- [0255] 일 실시 예에 의하면, 작업자가 아이템을 요청할 때, 부품들을 운반하는 로봇이 거의 없는 경우, 군집은 필요한 양을 최단 시간 내에 제공할 수 있는 로봇의 최단 경로를 설정할 수 있다. 작업 관리자의 다양한 요구에 따라, 군집의 규칙들(예컨대 런타임 합의 규칙들, 블록 체인에 참가한 노드들의 합의를 위한 규칙들)은 변경될 수 있고, 이동형 산업 로봇들에 대응되는 노드들을 위한 블록 체인의 규칙들은 갱신, 변경, 수정될 수 있으며, 노드들 사이에서 공유되는 트랜잭션들은 블록체인의 규칙에 기초하여 변경될 수 없다. 따라서, 복수의 이동형 산업 로봇들을 포함하는 군집내에서, 트랜잭션이 발생할 경우, 발생된 트랜잭션에 배치되는 트랜잭션이 발생할 확률이 매우 낮으므로, 복수의 이동형 산업 로봇들을 포함하는 군집은 중복 작업을 피하면서 작업을 효과적으로 완료할 수 있다.
- [0256] 일 실시 예에 의하면, 군집 내 ACO 접근 방식은 Single Machine Total Weighted Tardiness Problem (SMTWTP)라 불리는 전술한 스케줄링 순열 문제(Scheduling permutation problem)에 적용될 수 있다. 이러한 측면은 다음과 같이 ACO 알고리즘을 구성하는 구성요소 리스트로 배열될 수 있다. 예를 들어, ACO 알고리즘을 구성하는 리스트는 페로몬 정보 A(예컨대 페로몬 엔코딩) 및 건설 솔루션 B(예컨대 페로몬 평가 및 휴리스틱 적응(=Adaptation of heuristics) Single machine에 스케줄링되어야 하는 SMTWTP 'n'개 작업(job)에 대한 SMTWTP 문제들이 제공될 수 있다.
- [0257] 모든 작업(job) $j \in [1:n]$ 는 만료일(due date) 'dj', 처리 시간(processing time) 'pj' 및 가중치(weight) 'wj'를 포함할 수 있다. 만약 Cj가 스케줄 내의 작업(job) j의 완료 시간을 나타내는 경우, Lj=Cj-dj 는 지연 정도(lateness)를 정의하고, Tj=max(0,Lj)는 지연 상태(예컨대 늦은 상태, tardiness)를 정의할 수 있다.
- [0258] 목표는 모든 jobs 'nj= 1 wjTj'(아이템 j를 순열의 i에 할당하는 것이 바람직함을 의미함)들의 총 weighted tardiness를 최소화 하는 스케줄을 찾는 것이다. 여기에서, 페로몬 행렬은 장소*아이템(장소 by item) 형태의 행렬이고, SMTWTP는 개미가 스케줄에서 어떤 작업이 가장 먼저인지 여부를 결정하고 난 후, 어느 작업이 다음 장소에 있는지 여부를 결정할 수 있다.
- [0259] ACO 알고리즘의 페로몬 평가 측면은 개미들의 결정을 위해 개미들에 의해 페로몬 정보가 어떻게 사용되는지 여부이다. 페로몬 값의 지역적(local) 평가는 SMTWTP에 대해서도 가능할 수 있다. 어떤 작업이 순열의 다음 장소 i에 있는지 결정해야 하는 개미는 선택 가능한 작업(job)이 해당 장소에서 얼마나 잘 수행되었는지 여부를 나타내는 모든 값 $\tau_{ij}, j \in S_i$ 을 고려할 수 있다. 그러나, 일부 선택 가능한 작업(job) $j \in S_i$ 의 가장 높은 페로몬 값은 τ_{ij} 일 수 있다.

수학식 7

$$p_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^i \tau_{lj}^\alpha \cdot \eta_{ij}^\beta}{\sum_{z \in S} \sum_{l=1}^i \tau_{lj}^\alpha \cdot \eta_{ij}^\beta} \quad \forall j \in S$$

[0260]

[0261] 모든 ACO 알고리즘들은 오직 local 평가만 사용할 수 있다. 페로몬 평가 방법 및 ACO에서 페로몬 값 변화의 영향은 매우 간단한 SMTWTP 테스트의 인스턴스 결과를 나타낼 수 있다. 간단한 SMTWTP 테스트의 인스턴스 결과는 처리 시간(processing time) $p_i=1$, 만료일(due date) $d_i=i$, 가중치(weight) $w_i=1$ 를 가지는, $i \in [1:50]$ 인 50개의 작업(job)으로 구성될 수 있다.

[0262] 명백하게, i 번째 장소의 job i 는 (i 는 1- n) 비용이 0인 유일한 최적의 솔루션이다. 휴리스틱스(Heuristics)의 적용에서, 다수의 (스케줄링)문제들에 대하여, 스케줄링 시 어떤 업무가 다음인지 여부를 결정하는데 사용될 수 있는 우선 휴리스틱스(priority heuristics)가 존재한다. Un-weighted 형태의 SMTWTP는 Modified Due Data(MDD) 규칙일 수 있다.

수학식 8

$$\eta_{ij} \cong \frac{1}{\max\{\tau + p_j, d_j\}}$$

[0263]

[0264] 여기에서, T 는 이미 스케줄링된 모든 작업(job)들의 total processing time이다. 이제 heuristic이 다음 스케줄된 마감일 이전에 마감될 모든 작업(job)들 중, 작은 만료일(due date)를 가진 작업(job)을 선호한다는 것을 알 수 있다. 또한, 모든 작업(job)들은, 그들의 만료일(due date) 이후에 끝나게 될 것이다. ACO 알고리즘에서 문제를 스케줄링하기 위해, standard priority heuristics 을 사용하는 경우, 주의를 기울여야 한다. 왜냐하면, heuristic 값이 개미의 결정에 미치는 영향을 적절하게 반영하지 못할 수 있기 때문이다. 이러한 효과를 피하기 위해서는 적용된 heuristics가 사용되어야 한다.

수학식 9

$$\eta_{ij} = \frac{1}{\max\{\tau + p_j, d_j\} - \tau}$$

[0265]

[0266] 여기에서, T 는 이미 스케줄링된 모든 작업(job)들의 total processing time이고, p_j 는 처리 시간, d_j 는 만료일이다. 결과는 적용된 heuristic 또는 전역 페로몬 평가를 사용하는 것은 결과가 상당히 향상되고, 두가지 모두를 사용하는 것이 최선임을 나타낸다.

[0267] 예를 들어, 스마트 홈 또는 스마트 시티 내 설치되는 스마트 계량기(Smart Meters, SMs)의 경우, 각 SM들은 IOT 디바이스이고, 다른 SM 들에 무선으로 연결될 수 있기 때문에, IOT 환경의 보안성이 중요할 수 있다. 스마트 시티의 경우, 스마트 계량 인프라(AMI)를 확보하는 것이 스마트 도시 인프라를 확보하는 핵심 구성이고, AMI 보안은 스마트 에너지 관리자를 확보하고, 이러한 스마트 계량기(SM)에 대한 공격을 탐지하는 것을 주 문제로 삼을 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집 지능은 중앙 집중화된 서버를 필요로 하지 않고, 이상(anomalies) 탐지 알고리즘을 이용하여 지역적 공격자들을 검출할 수 있다.

- [0268] 간단한 규칙(simple rules)을 따르는 스마트 계량기들(SMs)은 IOT 노드로 간주되고, 이상들(anomalies)은 노드들이 간단한 규칙들을 따르는 거리 측정 알고리즘들을 기초로 탐지 될 수 있다.
- [0269] 예를 들어, 스마트 계량기의 에너지 소비 단위(예컨대 자신의 에너지 미터 값)을 거래들(transactions)으로써, raw values 또는 function of raw value로 생각할 수 있다. 이러한 거래들 (222)은 노드들에서 공유되고, 노드 수준에서 계산이 수행될 수 있다. 군집 규칙들은 스스로 바람직한 행동을 획득하기 위해 군집의 행동 변화에 따라 적응(adapt)되거나 변경될 수 있다. 만약, 동작이 바람직하지 않은 경우, 군집의 현재 상태, 행동 및 성질에 기초하여, 군집 규칙들은 진화되고 갱신될 수 있다. 또한, 군집 내 이상을 검출하기 위한 노드들의 합의는 런타임 규칙들에 기초할 수 있다. 이러한 런타임 규칙들은 군집의 현재 상태를 반영하기 위해 더 적응적으로 생성될 수 있고, 이러한 규칙들에 대해 검증이 수행될 수 있다.
- [0270] 도 14는 일 실시 예에 따른 이상 검출 및 침입 식별 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0271] 군집에 대한 공격자의 목표는 군집 내 포함된 노드를 손상시키고(예컨대 스마트 계량기), 디스패치 센터로 악의적인 데이터를 전송함으로써, 노드의 인프라 내 침입을 시도하는 것이다. 공격자의 침입(intrusion)기술은 크게 물리적 공격(physical attacks), 사이버 공격(cyber attacks) 및 데이터 공격(data attacks)과 같이 세가지 카테고리로 분류될 수 있다. 또한, 침입기술은 더 넓게는 정보에 대한 무단 액세스인 공개(disclosure), 잘못된 허위 데이터의 수용에 관한 속임수(deception), 올바른 정보의 중단 또는 예방에 관한 중단(disruption), 시스템의 일부를 무단으로 제어하는 것인 유출(usurpation)으로 분류될 수 있다.
- [0272] 도 14를 참조하면, S912에서 군집 기반 시스템은 이상 검출 과정을 시작할 수 있다. S913에서, 군집 기반 시스템은 블록 체인 내 합의 규칙을 생성, 수정 및 갱신할 수 있고, S914에서, 군집 기반 시스템은 생성, 수정 및 갱신된 합의 규칙에 기초하여 군집 내 이상 노드를 검출할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집 내 이상이 검출되지 않는 경우, 군집 기반 시스템은 S912의 이상 검출 과정을 다시 시작할 수 있다.
- [0273] S916에서 군집 기반 시스템은 검출된 이상이 이미 알려져 있는 이상인지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 근지 기반 시스템은 메모리 내 과거 검출된 이상(anomaly)에 대한 이력을 저장할 수 있고, 저장된 과거 검출된 이상에 대한 이력에 기초하여 현재 검출된 이상이 이미 알려져 있는 이상인지 여부를 결정할 수 있다.
- [0274] S918, S919, S920에서, 군집 기반 시스템은 검출된 이상(anomaly)가 이미 군집 기반 시스템에 알려진 이상으로 식별되는 경우, 공격자 1(918), 공격자 2(919) 또는 공격자 n(920)을 식별할 수 있다. 그러나, S917에서, 군집 기반 시스템은 이상이 이미 알려져 있지 않은 경우(예컨대 미상으로 결정되는 경우)검출된 이상에 대한 정보를 메모리 내에 저장할 수 있다.
- [0275] 도 15a는 일 실시 예에 따른 스마트 계량기가 설치된 스마트 홈을 공격하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0276] 도 15a를 참조하여, 본 개시의 일 실시 예에 따른, 스마트 미터기들(Smart Meters, SM)의 군집을 예로 설명하기로 한다. 각 SM들은 IOT 디바이스들이고, 스마트 계량기를 AMI(Advanced Metering Infrastructure)로 가지며, 각각의 스마트 계량기는 군집 내의 노드들을 나타낼 수 있다. 또한, 군집 내 모든 노드들은 Wi-Fi 기능을 포함하고, 서로 통신할 수 있다. 군집 내 각 노드들은 이웃 노드들과 무선 링크(예컨대 와이파이 또는 블루투스)를 이용하여 연결될 수 있다. 노드들 자체는 'dumb'이지만, 함께 공격을 감지할 수 있다. 따라서, 이러한 노드의 집합은 무선으로 연결되어 군집을 형성할 수 있다.
- [0277] 복수의 스마트 계량기들은 RSSI 및 타이밍 정보(timing information)에 기초하여, 근처 노드들(예컨대 SM 디바이스들)은 서로 식별될 수 있다. 여기에서, 교환되는 파라미터 값(parameter values)들은 이동 평균 값들(moving average values)이고, 블록 체인의 규칙을 형성하는데 사용될 수 있다.
- [0278] 먼저, 군집 제어 장치가 수행하는 스마트 계량기들 사이의 군집 형성 과정에 대해서 설명한다. 스마트 미터기(SMs)들의 내부 클럭(internal clock)에 기초하여, M개의 시작 노드들(initiating nodes, 예컨대 스마트 미터기들)이 무작위로 식별될 수 있다. 여기에서, 각 스마트 미터기들의 각 내부 클럭은 비동기화 될 수 있고, 각자 독립적으로 동작할 수 있다.
- [0279] 각각의 시작 노드는 무작위로 선택된 이웃 노드 중 하나에 사이즈 N인 blank fixed-length 원장을 전송할 수 있다. 원장을 수신한 노드(특정 스마트 미터기)는 자신의 이름이 원장에 이미 포함되어 있는지 여부를 식별할 수 있다. 만약 원장에 이름이 포함되어 있지 않은 경우, 원장을 수신한 노드는 자신의 이름을 원장에 등록시키고, 수정된 원장을 자신의 이웃 노드들에 다시 무작위로 전송할 수 있다. 이러한 과정은 모든 M개의 순환 원장들이 가득 차거나, 시간 제한(time limit)이 만료될 때까지 계속될 수 있다. 원장의 항목은 해당 원장과 관련된 군집

의 구성원들을 결정할 수 있다. 규칙을 정의함으로써, 각 군집 내 중복될 수 있는 특정 수의 노드를 정할 수 있다.

- [0280] 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 군집 내 각 스마트 미터기들은 각 스마트 미터기들의 데이터들을 트랜잭션으로 기록한 블록 체인을 공유할 수 있다. 예를 들어, 각 군집은 M개의 노드들을 포함하고, 블록 체인을 포함할 수 있다. 각 시작 노드(initiating node)는 무작위로 r 값을 선택하고, 자신의 에너지 미터 값인 e_1 에 값 r을 더할 수 있다. 여기에서 자신의 에너지 미터 값에 더해진 랜덤 값 r은 오직 시작 노드에만 알려져 있다. 시작 노드는 자신의 에너지 미터 값인 e_1 과 랜덤 값 r의 합인 v_1 을 무작위로 선택된 인접 노드 중 하나에 전송할 수 있다.
- [0281] 또한, v_1 값을 수신한 군집 내 두번째 노드는 자신의 에너지 미터 값 e_2 를 v_1 에 더한 값인 v_2 를 무작위로 선택된 자신의 인접한 노드들에 다시 전송할 수 있다. 따라서, 군집 내 i번째로 값을 수신한 노드는 v_{i-1} 을 수신하고, 자신의 에너지 미터 값인 e_i 를 합한 v_i 값을 무작위로 선택된 이웃 노드들 중 하나에 전송할 수 있다. 이러한 과정은 군집 내 모든 노드들이 자신의 에너지 미터 값을 추가하고, 모든 에너지 미터 값들의 총합이 시작 노드로 다시 돌아 올 때까지 계속 될 수 있다. 시작 노드는 자신이 처음에 더한 랜덤 값 r을 빼고, 군집에 대한 평균 에너지 미터 값 $v_s=v_1+v_2+\dots+v_i$ 을 획득할 수 있다.
- [0282] 군집 내 각 노드들이 가지는 에너지 미터 값은 보안화(privacy preserving)되며, 노드들은 특정 에너지 미터 값이 어떤 노드의 에너지 미터 값인지 알 수 없다. 이동 평균 값(moving average value)들은 날짜(date)/시간(time) 스탬프와 함께 군집 내 모든 노드들에 순환될 수 있다. 이동 평균 값들이 날짜/시간 스탬프와 함께 군집 내 모든 노드들에 순환되는 과정은 트랜잭션(transaction)으로써 모든 노드들에 저장될 수 있다.
- [0283] 타임 스탬프를 T_s 라고 할 때, 블록 체인의 블록은 $\{v_s, T_s\}$ 의 함수로 나타낼 수 있다. 군집 내 각 블록들의 트랜잭션들은 모두 해시(hashed)되고, 인코딩된 유효한 거래들(트랜잭션들)의 배치(batches)들을 유지할 수 있다. 각 블록은 블록 체인 내 이전 블록의 암호화된 해시를 포함하고, 블록 간에 연결(link)될 수 있다. 링크된 블록들은 특정 군집을 위한 블록 체인을 형성할 수 있다.
- [0284] 전술한 바와 같이, 시작 노드가 무작위 r값(random value r)을 자신의 에너지 미터 값 e_1 에 더하고, r값 및 자신의 에너지 e_1 값을 합한 값인 v_1 을 이웃 노드들 중 하나의 노드에 전송하며, 시작 노드가 자신이 처음에 더한 랜덤 값 r을 제외한 모든 에너지 미터 값들의 합을 이용하여 평균 에너지 미터 값 v_s 를 획득하는 과정은 응용 프로그램에 따라, 시간 주기 TP 마다 주기적으로 반복될 수 있다.
- [0285] 예를 들어, 공격자 (예컨대 에너지 도둑) 검출에 있어서, 전형적으로 주기 $T_r=1$ 시간이고, 시간 주기 TP 이후, 다른 트랜잭션(거래들)이 수행되고, 블록 체인 내 다음 블록이 형성될 수 있다. 군집 기반 시스템의 모든 노드는 블록 체인의 복사본을 가질 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 별도(separate)의 블록들이 동시에 생성될 수 없으므로, 일시적인 포크(pork)에 대한 염려가 없다. 또한 블록 시간(block time)은 블록 체인 내에서 네트워크가 하나의 추가 블록을 생성하는데 걸리는 평균 시간을 의미할 수 있다.
- [0286] 중간 값(intermediate values, v_i)가 전송되는데 요구되는 시간을 T_i 라고 하고, 계산 시간을 T_c 라고 할 때, 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 블록 타임(block time)은 $T_B=M(T_i+T_c)$ 일 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따라 블록 타임 T_B 는 시간 주기 T_p 보다 작을 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 이동 평균 실시 예에서, 계산 시간 T_c 는 두 개의 플로팅 포인트(floating point) 넘버(number)를 추가하는데 요구되는 시간일 수 있다.
- [0287] 군집 내 모든 노드들에 데이터를 저장함으로써, 블록 체인은 중앙 집중 식으로 데이터를 보관할 때 발생할 수 있는 위험을 제거할 수 있다. 동시에, 각 노드들의 정보(프라이버시)는 보존될 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 군집 기반 시스템이 사용하는 블록 체인은 시작 노드에 의해 공유되는 타임 스탬프(time stamp)를 타임 스탬핑 스키마(time stamping scheme)로 사용하기 때문에, 작업 증명(Proof of Work)이나 지분 증명(Proof of Stake)에 의존하지 않을 수 있다. 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집 기반 시스템은 계산상 또는 설계상 더 효율적이고, 실시간 응용에 더 도움이 될 수 있다.
- [0288] 도 15b는 일 실시 예에 따른 스마트 계량기가 설치된 스마트 홈을 공격하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0289] 도 15b를 참조하여, 군집 내 이상 검출 과정을 설명하기로 한다. 이상(anomaly)검출 과정은 애플리케이션 종류에 따라 다를 수 있다. 예를 들어, 도 15b의 에너지 공격자 검출 예에 있어서, 이동 평균의 허용 편차 수준은

Δd 라고 할 때, Δd 가 하기 수학적 식 10을 만족할 경우, 해당 스마트 미터기는 손상된 것으로 간주할 수 있다.

수학적 식 10

$$\Delta d < |v_s(T_s) - v_m(T_s)|$$

[0290]

[0291]

여기에서, $v_m(T_s)$ 은 시간 T_s 에서, m 번째 스마트 미터의 샘플 값(sample value)이고, $v_s T_s$ 는 시간 T_s 에서 s 번째 스마트 미터의 샘플 값이다. 블록 체인 자체의 불변 속성(tamper proof)을 이용하여, 이상(tamper 또는 anomaly)을 검출할 수 있다. 자신의 에너지 미터 값을 수정하려고 하는 IOT 디바이스는 flagged된 것으로 볼 수 있고, 따라서, 이상을 검출할 수 있다. 만약 악의적이거나 손상된 노드가 악의적인 행동을 수행하려고 하는 경우, 이미 데이터가 다른 사람들과 공유되어 데이터 위조 비용이 높기 때문에, 추후 다시 수정이 불가하다.

[0292]

본 개시의 일 실시 예에 의하면, 서로 다른 블록 체인(서로 다른 군집들에 대한)의 이동 평균 값을 함께 사용하여 이상을 검출할 수 있다. 서로 다른 블록 체인들(서로 다른 군집에 대한)의 이동 평균 값들의 함수(function of the moving average values) 역시 사용될 수 있다. 정리하면, 군집 기반 시스템은, 시스템 사용자가 요구하는 바람직한 행동을 달성하기 위해 간단한 일련의 규칙 집합을 설정할 수 있다. 만약 바람직한 행동이 달성되지 않는 경우, 군집 규칙들은 군집 내 노드들의 현재 상태, 성질 및 특성이 변화를 나타내는 피드백에 기초하여 더 적응적으로 생성될 수 있다. 이렇게 적응적인 규칙들(adaptive rules)은 블록 체인의 합의 관리 유닛의 런타임 규칙들에 대한 입력이 되고, 블록 체인의 불변 속성은 새로운 규칙들을 준수하고, 합의에 도달되도록 보장한다. 즉, 전술한 특징들은 IOT 디바이스들의 환경 내 이상 및 위협을 검출하는데 사용될 수 있다.

[0293]

본 개시의 일 실시 예에 따르면, 군집은 냉장고, 세탁기, 텔레비전 및 토스터 기등 다양한 장치들을 포함할 수 있다. 이러한 다양한 장치들은 서로 다른 유형의 소비 프로파일 및 성질을 가지고, 다양한 디바이스들이 군집의 일부가 될 때, 군집 내 노드들의 변화를 해결하기 위하여, 디바이스의 개별적인 성질은 군집에 대한 규칙들을 수정하는데 사용될 수 있다.

[0294]

도 16은 주소결정 프로토콜을 이용하여 근거리 통신망 내 상대방의 데이터 패킷을 중간에서 가로채는 중간자 공격 기법을 설명하기 위한 도면이다.

[0295]

ARP Poisoning은 IP 주소에 대한 MAC 주소 매칭을 위한 주소 결정 프로토콜(Address Resolution Protocol, ARP)을 이용하여 근거리 통신망하에서, 상대방의 데이터를 가로채는 기술을 의미한다. 즉, 복수의 스마트 계량기들을 포함하는 군집에서, 공격대상인 두개의 노드 1602 및 노드 1604(예컨대 인접한 두개의 스마트 계량기들)사이에서 송수신되는 데이터들을 가로 채기 위하여, 공격자(1608)는 주기적으로 ARP Reply 패킷을 공격 대상 노드로 전송하여, 데이터를 가로챌 수 있다.

[0296]

그러나, 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집 제어 장치가 제어하는 군집 내에서 공격자는 노드 내 특정 데이터를 조작하기가 매우 어렵다. 본 개시에 따른 군집 내 모든 노드들의 데이터들은 트랜잭션으로써 블록에 저장되고, 저장된 블록들은 블록 체인 형식으로 모든 노드들에 의해 공유되며, 공유된 블록 체인들은 블록 체인의 탈중앙화된 합의 규칙에 기초하여, 트랜잭션들의 내용을 일치시킬 수 있다. 따라서, 공격자가 특정 데이터를 변형시키기 위해서는 군집 내 모든 노드들 사이의 패킷을 인터셉트하여, 데이터를 변형할 필요가 있지만, 이는 현실적으로 많은 비용이 소모되므로, 군집에 대한 공격자(1608)의 공격은 실패할 확률이 높다.

[0297]

도 17은 일 실시 예에 따른 군집 내 이상을 검출하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0298]

일 실시 예에 의하면, 군집 제어 장치는 군집 내 각 노드의 특정 주기 동안, 판독 값의 엔트로피를 계산할 수 있다. 노드 i 의 엔트로피 값(무질서도의 측정값) H_i 는 주기적으로 가장 가까운 이웃 노드들에게 전달될 수 있다. 함수 ΔH_i 는 집단적으로(collectively) 공격자의 위치를 결정하는데 사용될 수 있다. 각 노드의 계산은 트랜잭션들으로써 저장되어야 하고, 블록 체인(602)의 규칙들의 검증에 사용되며, 합의(consensus)에 기초하여, 악의적인 노드가 식별될 수 있다.

[0299]

즉, 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집 제어 장치는 군집 제어 장치에 의해 제어되는 노드들의 엔트로피 값들을 트랜잭션으로써 블록 내에 기록하고, 기록된 엔트로피 값에 기초하여 군집 내 이상 노드를 검출할 수도 있다.

전술한 군집 내 이상(anomaly 또는 malicious) 노드를 식별하기 위한 개념은 군집들을 포함하는 확장된 군집에 적용될 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 군집 기반 시스템은 악의적인 노드를 식별하기 위해 엔트로피 외의 다른 수단을 사용할 수도 있으며, 악의적인 노드를 식별하기 위한 수단은 엔트로피에 한정되지 않는다.

- [0300] 도 18은 본 개시의 일 실시 예에 따라 교통 관리에 사용되는 군집 기반 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0301] 본 개시에 따른 군집 제어 장치는 스마트 시티의 교통 관리(traffic management) 시스템에 사용될 수 있다. 예를 들어, 스마트 시티의 교통 신호 관리 시스템은 교통 신호 등의 상호 데이터 작용에 기초하여 관리되는데, 본 개시에 따른 군집 지능은 스마트 시티 내 교통 관리 및 경로 선택에 사용될 수 있다. 스마트 시티 내 교통 관리 시스템은 트래픽 관리를 제공할 수 있지만, 센서 노드 들 중 하나가 손상될 경우, 트래픽 관리는 실패할 수 있다.
- [0302] 하지만, 스마트 시티 내 교통 관리 시스템에 본 개시에 따른 군집 제어 장치를 적용할 경우, 교통 관리 시스템의 손상된 노드를 검출함으로써 문제를 쉽게 해결할 수 있다. 또한, 스마트 시티 내 교통 관리 시스템의 교통 데이터(예컨대 스마트 시티 내 각 센서 및 교통 신호등의 파라미터와 관련된 트래픽 값들(traffic values), 각 노드의 과거 성능 및 상태)는 트랜잭션들으로써 교통 관리 제어 장치들에 대응되는 각 노드의 블록 체인 형식으로 공유될 수 있으므로, 군집 제어 장치를 이용함으로써 교통 관리 제어 장치들의 교통 데이터는 블록 체인의 규칙에 기초하여 무결성이 유지될 수 있다.
- [0303] 본 개시에 따른 군집 제어 장치를 스마트 시티의 교통 관리에 적용함으로써, 각 각 센서 및 교통 신호의 데이터는 신뢰성이 보장될 수 있고, 군집 제어 장치는 스마트 시티 내의 다양한 상황에 적용됨으로써, 임의 장치의 오작동 및 손상을 검출할 수 있다. 또한, 군집 제어 장치는 오작동하는 노드를 검출함으로써 교통 관리 당국에 오작동 노드를 보고할 수 있으며, 본 개시에 따른 군집 제어 장치는 다양한 지능 정보를 사용할 수 있는 환경에서 사용될 수 있다.
- [0304] 도 19a는 일 실시 예에 따른 군집 형성 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0305] 도 19a를 참조하면, IOT 디바이스들은 집합적으로 군집을 형성하고, IOT 디바이스들은 디바이스들의 데이터 또는 데이터의 함수(Raw data or function of Raw data)를 이웃과 공유하며, 각 디바이스들 간의 트랜잭션들이 발생하는 경우, 발생된 트랜잭션들을 공유할 수 있다. 각 디바이스들은 군집 내에서 다른 모든 IOT 디바이스들과 통신함으로써 트랜잭션들을 전달할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 동종 군집은 군집 내에서 동일한 유형의 장치들을 포함할 수 있고, 동종 군집 내에서 디바이스들 간의 교환되는 데이터는 동일한 유형(raw data 또는 function of raw data)을 가질 수 있다. 이종(heterogeneous) 군집 내의 다른 유형의 IOT 디바이스들은 군집 내 다른 IOT 디바이스들과 서로 다른 유형의 데이터를 송수신할 수 있다.
- [0306] 동종(Homogeneous) 노드들의 경우, 군집의 규칙들은 더 나은 결과에 대한 활동 결과에 기초하여 변경될 수 있고, 활동의 결과는 규칙들(1006)을 변경, 갱신 및 수정하기 위해 군집 기반 시스템의 규칙 유닛에 입력될 수 있다. 예를 들어, 변경, 갱신 및 수정된 규칙들에 기초하여 환경의 변화에 적응하기 위해 군집의 행동은 동적으로 변할 수 있다.
- [0307] 군집은 규칙 유닛(rules unit) 내 규칙들에 기초하여 형성되고, 군집은 복수 군집들 또는 복수의 군집들을 포함하는 군집일 수 있다. 군집들은 다양한 방식으로 형성될 수 있다. 규칙 유닛에 의해 생성된 규칙들은 블록 체인의 거래들을 검증함에 있어, 합의(1004)에 도달하기 위한 주요 구성이다. 규칙 유닛에 의해 생성된 규칙들은 적응적(adaptive)으로 생성될 수 있고, 규칙들에 기초한 활동에 대해 수신된 피드백에 기초하여 갱신될 수 있다. 동시에, 모든 블록 체인 내 규칙들은 무결성에 기초하여 블록 체인 내 데이터가 손상되지 않도록 유지될 수 있다.
- [0308] 군집의 생성, 형성 및 진화는 일련의 간단한 규칙들의 집합(set), 군집 상태 파라미터들 및 군집의 성질에 기초할 수 있다. 시스템 사용자의 기대치는 복수의 노드들을 포함하는 군집의 바람직한 행동(1005)으로 나타날 수 있다. 이러한 노드들은 노드가 작동하기 시작할 때, 규칙 유닛(rules unit)에서 정의된 간단한 규칙들을 따를 수 있다. 이것은 바람직한 행동을 획득하기 위해, 규칙들을 adaptive하게 만드는데 동적으로 사용될 수 있다.
- [0309] 군집은 원하는 행동을 획득하지 못한 경우, 원하는 행동(1005)을 획득하기 위해 일련의 간단한 규칙(simple rules, 1002)을 설정할 수 있다. 군집 규칙들은 노드들의 피드백, 군집의 현재 상태, 군집 성질의 변화에 기초하여 적응적(adaptive)으로 생성될 수 있다. 본 개시에 따른 군집 기반 시스템은 군집 제어 장치에 대응될 수 있다.

- [0310] 예를 들어, S1902에서, 군집 제어 장치는 군집 내 노드들의 활동(Activity, 1945)에 기초하여 군집에 관한 제1 규칙을 생성할 수 있다. 또한, 군집 제어 장치는 군집 내 노드들의 활동(Activity, 1945)에 기초하여, 이미 생성된 제1 규칙을 갱신할 수도 있다.
- [0311] 본 개시에 따른 노드들은 군집을 형성하기 위해 간단한 규칙(simple rules, 1002)를 따를 수 있다. 이종 군집에서, 규칙들(1002)은 노드들의 행동 및 성질의 다양성으로 인하여, 군집의 수요를 처리하기 위해 적응되거나 변화할 필요가 있다. 동시에, 군집의 규칙들은 군집의 무결성(integrity)을 유지해야 한다.
- [0312] 본 개시에 따른 군집 내 규칙들이 변경, 갱신됨으로써, S1904에서, 군집 제어 장치는 변경 또는 갱신된 군집 내 규칙들에 기초하여 군집을 형성하거나, 군집을 갱신할 수 있다.
- [0313] S1906에서, 군집 제어 장치는 생성된 규칙, 변경되거나 갱신된 규칙을 군집 내 모든 노드에 트랜잭션으로써 브로드캐스팅할 수 있고, 모든 노드에 브로드캐스팅된 트랜잭션들은 블록에 기록되어, 각 노드의 블록 체인에 연결될 수 있다. 또한, 군집 제어 장치는 모든 노드에 트랜잭션들이 전달되면, 노드들 중 리더를 선출하고, 선출된 리더 노드에 의하여, 트랜잭션이 기록된 블록을 생성하며, 생성된 블록을 다시 모든 노드에 브로드캐스팅함으로써, 각 노드에 의한 블록 검증 과정을 수행할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 군집 내 복수의 노드들 중 리더 노드 선출 규칙, 리더 노드가 생성한 블록의 각 노드에 의한 검증 규칙은 넓은 의미에서 합의 규칙에 포함될 수 있다.
- [0314] S1908에서, 군집 제어 장치는 군집 내 각 노드들의 지역적 상호 작용에 기초한, 군집 전체의 행동이 목표 행동인지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 군집 제어 장치는 군집 전체의 행동이 목표 행동인 경우, 군집 제어 방법을 종료할 수 있다. S1912에서, 군집 제어 장치는 군집 전체의 행동이 목표 행동이 아닌 경우, 현재 군집을 정의하기 위한 제1 규칙을, 현재 군집 내 디바이스들의 변화에 기초하여 갱신할 수 있다.
- [0315] 도 19b는 일 실시 예에 따른 군집 내 이상을 검출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0316] 군집의 블록 체인(602)은 피어 투 피어 온라인 거래들(603)을 촉진시키고, 블록 체인(602)은 분산된 원장(distributed ledger)을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 블록 체인(602)의 트랜잭션들(603)은 IOT 디바이스들의 raw data(예컨대, 이동 평균 또는 엔트로피) 또는 raw data의 함수의 교환에 기초할 수 있고, 여기서 블록 체인(602)의 상태는 IOT 디바이스들의 데이터(값)일 수 있다.
- [0317] 동종 군집의 경우, 데이터 값들의 유형(raw data 또는 function of raw data)이 동일하기 때문에, 블록 체인(602)은 이러한 값들을 기초로 규칙들을 유도할 수 있고, 블록 체인 규칙들은 군집이 갱신, 변경 및 진화함에 따라 갱신, 변경 및 진화할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 노드들의 유형이 동종인 경우, 규칙들은 또한 동종(Homogeneous) 규칙으로 진화할 수 있다.
- [0318] 그러나, 이종(Heterogeneous) 군집의 경우, 이종 군집 내 노드들이 교환하는 데이터의 유형(raw data or function of raw data)은 서로 다른 유형이기 때문에, 블록 체인(602)은 이종(heterogeneous) 데이터에 기초하여 계산을 위한 규칙을 유도하고, 이러한 블록 체인(602)규칙들은 군집이 진화함에 따라 진화할 수 있다. 군집 내 디바이스들이 서로 공유하는 데이터의 유형은 이종(heterogeneous)이므로, 규칙들은 이종 규칙으로 진화할 수 있다.
- [0319] 블록 체인(602)은 불변성 (tamper proof)을 가지므로, 이러한 블록 체인(602)의 성질은 탬퍼(이상, anomaly)을 검출하는데 사용될 수 있고, 이상 검출 과정은 raw values 또는 function of raw values에 기초하여 결정될 수 있다. 군집의 행동은 군집 내 이상(anomaly)을 검출하기 위해 블록 체인 내 규칙의 설정을 도울 수 있고, 값들(raw data or a function of raw data)을 거래로써 저장하는 블록 체인(602)을 생성할 수 있다.
- [0320] 본 개시의 일 실시 예에 따른 이상 검출 과정은 군집의 현재 상태 및 행동에 대하여 유도될 수 있다. 본 개시에 따른 군집 내 트랜잭션들의 해시 값은 머클 트리 형식으로 하나의 해시 값으로 압축될 수 있다. 압축된 하나의 해시 값은 비대칭 암호화 방식으로 암호화되어 각 노드로 브로드캐스팅될 수 있다. 머클 트리 방식으로 저장된 각 트랜잭션의 해시 값들 중, 머클 트리 루트 상의 하나의 해시 값만 변경되어도, 머클 트리의 최상위 해시 값은 변경될 수 있다. 따라서, 블록 내 단 하나의 트랜잭션 만이 변경되어도, 해당 트랜잭션이 기록된 블록은 검증을 통과할 수 없다.
- [0321] 본 개시에 따른 노드는 모든 트랜잭션들의 해시 값을 머클 트리 형식으로 압축함으로써 생성된 하나의 해시 값을 프라이빗 키로 암호화하여 전자 서명을 생성한 후, 전자 서명과 공개 키를 함께 다른 노드로 전송할 수 있다. 따라서, 블록 체인 시스템에 참여하는 노드는 수신된 블록의 트랜잭션이 변경되었는지 여부를 쉽게 검출

할 수 있고, 따라서 트랜잭션의 변경 여부에 따라 새로 생성된 블록 검증과정을 수행함으로써, IOT 디바이스들이 flagged(anomaly detection)되었는지 여부 및 군집 내 IOT 디바이스들의 이상을 쉽게 검출할 수 있다. 본 개시에 따른 군집 제어 장치는 이상을 검출한 후, 검출된 이상을 트랜잭션으로써 블록에 기록하고, 해당 블록을 전체 노드에 공유할 수 있다.

- [0322] S1922에서, 본 개시에 따른 군집 제어 장치는 제1 규칙에 기초하여, 복수의 노드들 중에서 적어도 하나의 노드들을 포함하는 군집을 검출할 수 있다. S1924에서, 군집 제어 장치는 검출된 군집 내 변화에 기초하여, 제1 규칙을 갱신할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 군집 제어 장치가 제1 규칙을 갱신하는 과정은 제1 규칙을 수정하여 제2 규칙을 생성하는 과정을 포함할 수 있고, 생성된 제2 규칙은 갱신된 제1 규칙에 대응될 수 있다.
- [0323] S1926에서, 군집 제어 장치는 갱신된 제1 규칙을 기록한 블록을 각 노드에 브로드캐스팅함으로써 기존의 블록 체인에 갱신된 제1 규칙을 기록한 블록을 연결시킬 수 있다. 즉, 각 블록 체인은 각 노드에 의해 갱신될 수 있다. 예를 들어, 제1 규칙이 기록된 블록은 제1 규칙에 기초하여, 각 노드에 의해 검증될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 원장(ledger)은 각 노드가 공유하는 블록 체인에 대응될 수 있다.
- [0324] S1928에서, 군집 제어 장치는 갱신된 원장을 기초로, 군집의 규칙을 갱신할 수 있다. 또한, 군집 제어 장치는 갱신된 군집의 규칙에 기초하여 군집 내 전체적(Global)행동을 유도할 수 있다. S1930에서, 군집 제어 장치는 갱신된 블록 체인을 이용하여 군집 내 이상을 검출할 수 있다. 예를 들어, 군집 제어 장치가 검출한 이상에 기초하여 원장은 갱신되며, 따라서, 악의적인 노드가 악의적인 행동을 수행할 경우, 이미 디바이스들간 데이터가 공유되어 있어, 데이터를 위조하기 위한 높은 비용이 소모되므로, 악의적인 노드의 행동은 다른 노드의 데이터 내지 행동에 영향을 미칠 수 없다.
- [0325] 일 실시 예에 의하면, 군집 제어 장치는 블록 체인을 공유하는 각 노드가 따르는 군집의 규칙들을 생성, 갱신, 수정 및 변경함으로써 규칙들을 적응적으로 만들 수 있고, 적응적으로 변경된 규칙들은 블록 체인의 동적 규칙(Dynamic rule)에 대응될 수 있다. 즉, 군집 규칙들은 블록 체인 내의 군집 상태, 성질 행동, 런타임 합의 규칙(1013)에 기초하여 변경될 수 있고, 또한, 동적으로 진화하거나 적용될 수 있으며 갱신될 수 있다. 군집의 행동은 군집 내 디바이스들간에 공유되는 raw values 및 function of raw value에 기초하여 결정될 수 있다. 각 노드(예컨대 디바이스)는 관련된 파라미터의 값 및 각 노드에 대해 갱신된 각 노드의 과거 성능 및 상태를 기록하기 위한 원장을 포함할 수 있다. 군집의 행동은 이상들(1015)을 검출하기 위해 사용되는 블록 체인 내에서 규칙을 설정하는데 도움이 될 수 있다.
- [0326] 도 20은 일 실시 예에 따른 군집 제어 장치의 블록도이다.
- [0327] 일 실시 예에 따른 군집 제어 장치(1000)는 프로세서(1300), 통신 인터페이스(1500) 및 메모리(1700)를 포함할 수 있다.
- [0328] 프로세서(1300)는 메모리(1700)에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 실행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(1300)는 메모리에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 통신 인터페이스 및 메모리를 제어하고, 군집 제어 방법을 수행할 수 있다. 즉, 본 개시에 따른 프로세서(1300)는 상기 군집 내 포함된 적어도 하나의 노드들의 특성에 기초하여 상기 군집에 관한 제1 규칙을 생성하고, 상기 생성된 제1 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들에 공유하며, 공유된 제1 규칙에 기초하여 상기 적어도 하나의 노드들을 포함하는 상기 군집을 형성하고, 군집 내 적어도 하나의 노드들에 대한 변화를 검출하며, 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 제2 규칙으로 변경할 수 있다.
- [0329] 또한 프로세서(1300)는 메모리에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 제2 규칙을 상기 적어도 하나의 노드들과 공유하고, 상기 공유된 제2 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 변화를 검출할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 제2 규칙에 기초하여 검출된 변화에 기초하여, 상기 군집 내 상기 제2 규칙에 대응되지 않는 동작을 나타내는 이상(anomaly) 노드를 검출할 수 있다. 또한, 본 개시에 따른 프로세서(1300)는 도 1 내지 도 19에서 기술된 군집 기반 시스템(swarm based system)이 군집을 제어하여 이상을 검출하기 위해 수행하는 동작들을 모두 수행할 수 있다.
- [0330] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써 적어도 하나의 노드들의 특성(attribute), 성질(property), 현재 상태(current state)에 관한 데이터 및 상기 특성, 성질 및 현재 상태에 관한 데이터를 입력으로 하는 커널(kernel) 함수에 기초하여 상기 제1 규칙을 생성할 수 있다.
- [0331] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 생성된 제1 규칙을 상기 제1 규칙을 생성한 노드의 무작위로 선택된 피

어(peer) 노드에 브로드캐스팅(broadcasting) 하고, 상기 제1 규칙이 상기 군집 내 모든 노드들에 브로드캐스팅 되면, 상기 제1 규칙에 기초하여 선출된 상기 군집 내 적어도 하나의 노드가 상기 제1 규칙을 기록한 블록을 생성하며, 상기 블록을 생성한 노드가 무작위로 선택된 적어도 하나의 피어(peer) 노드에 생성된 블록을 브로드캐스팅(broadcasting)하고, 상기 제1 규칙에 기초하여, 상기 브로드캐스팅된 블록을 검증하며, 상기 검증된 블록을 블록체인에 연결할 수 있다.

- [0332] 또한, 상기 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 제1 규칙에 기초하여 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화를 검출하고, 상기 군집 내 적어도 하나의 노드들의 특성, 성질 및 현재 상태의 변화에 기초하여 상기 군집의 변화를 검출할 수 있다.
- [0333] 일 실시 예에 의하면, 프로세서는 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 갱신하고, 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙을 수정하며, 상기 검출된 변화에 기초하여 상기 제1 규칙의 경계 조건을 재설정하고, 갱신된 제1 규칙, 상기 수정된 제1 규칙 및 상기 재설정된 경계 조건을 포함하는 제1 규칙 중 적어도 하나를 이용하여 상기 제2 규칙을 생성할 수 있다.
- [0334] 통신 인터페이스(1300)는 외부 장치와 통신을 가능하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있으며, 예를 들어 근거리 통신 모듈, 유선 통신 모듈 및 무선 통신 모듈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 본 개시의 근거리 통신 모듈(short-range wireless communication module)은 블루투스 통신 모듈, BLE(Bluetooth Low Energy) 통신 모듈, 근거리 무선 통신 모듈(Near Field Communication Module), WLAN(와이파이) 통신 모듈, 지그비(Zigbee) 통신 모듈, 적외선(IrDA, infrared Data Association) 통신 모듈, WFD(Wi-Fi Direct) 통신 모듈, UWB() 통신 모듈, Ant+ 통신 모듈 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 통신 인터페이스(1300)는 군집 내 노드들 사이의 통신 뿐만 아니라, 군집 단위의 통신을 가능하게 할 수도 있다. 또한 통신 인터페이스(1300)는 군집과 서버 사이의 트랜잭션들의 송수신을 수행할 수도 있다.
- [0335] 메모리(1700)는 하나 이상의 인스트럭션을 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(1700)가 저장하는 인스트럭션은 군집 기반 시스템 내지 군집 제어 장치가 수행하는 군집 제어 방법을 실행하기 위한 컴퓨터에서 실행가능한 명령어들의 집합일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 메모리(1700)는 내장 메모리 또는 외장 메모리를 포함할 수 있다.
- [0336] 예를 들어, 내장 메모리는, 휘발성 메모리(예: DRAM(dynamic RAM), SRAM(static RAM), 또는 SDRAM(synchronous dynamic RAM) 등), 비휘발성 메모리(non-volatile Memory)(예: OTPROM(one time programmable ROM), PROM(programmable ROM), EPROM(erasable and programmable ROM), EEPROM(electrically erasable and programmable ROM), mask ROM, flash ROM, 플래시 메모리(예: NAND flash 또는 NOR flash 등), 하드 드라이브, 또는 솔리드 스테이트 드라이브(solid state drive(SSD)) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0337] 외장 메모리는 플래시 드라이브(flash drive), 예를 들면, CF(compact flash), SD(secure digital), Micro-SD(micro secure digital), Mini-SD(mini secure digital), xD(extreme digital), MMC(multi-media card) 또는 메모리 스틱(memory stick) 등을 포함할 수 있다. 외장 메모리는 다양한 인터페이스를 통하여 네트워크 제어 장치(10)와 기능적으로 및/또는 물리적으로 연결될 수 있다. 본 개시에 따른 군집 제어 장치는 군집 내 노드들의 외부에 위치하여 군집 내 노드들을 제어할 수도 있지만, 군집 내 노드들 각각의 내부에 포함되어, 노드들의 군집 형성을 유도할 수도 있다.
- [0338] 도 21은 일 실시 예에 따른 군집 제어 방법을 수행하는 서버의 블록도이다.
- [0339] 일 실시 예에 따르면, 군집 제어 장치(1000)가 수행하는 군집 제어 방법은 군집 내 디바이스들과 연결되어 통신 가능한 서버(2000)에서 수행될 수도 있다. 예를 들어, 본 개시의 일 실시 예에 따른 서버(2000)는 통신 인터페이스(2100), 데이터 베이스(2200) 및 프로세서(2300)를 포함할 수 있다.
- [0340] 예를 들어, 본 개시에 따른 서버(2000)내 통신 인터페이스(2100)는 도 20의 군집 제어 장치의 통신 인터페이스에 대응될 수 있고, 서버(2000)의 데이터 베이스(2200)는 도 20의 군집 제어 장치의 메모리(1700)에 대응될 수 있다. 또한, 서버(2000)의 프로세서(2300)는 도 1 내지 20에서 기술된 군집 제어 장치 내지 군집 기반 시스템이 수행하는 군집 제어 방법을 위한 알고리즘을 수행할 수 있다.
- [0341] 본 개시의 실시 예에 따른 방법들은 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 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

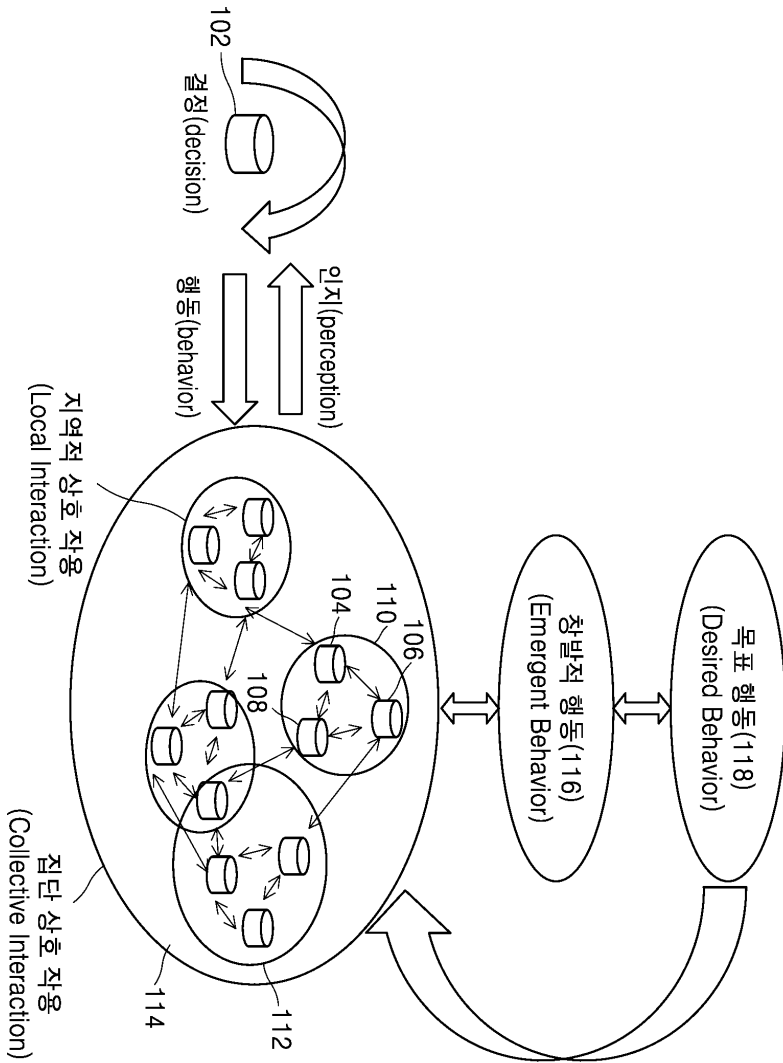
컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0342] 일부 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다. 또한, 일부 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 컴퓨터 프로그램과 같은 컴퓨터에 의해 실행가능한 명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램 또는 컴퓨터 프로그램 제품 (computer program product)으로도 구현될 수 있다.

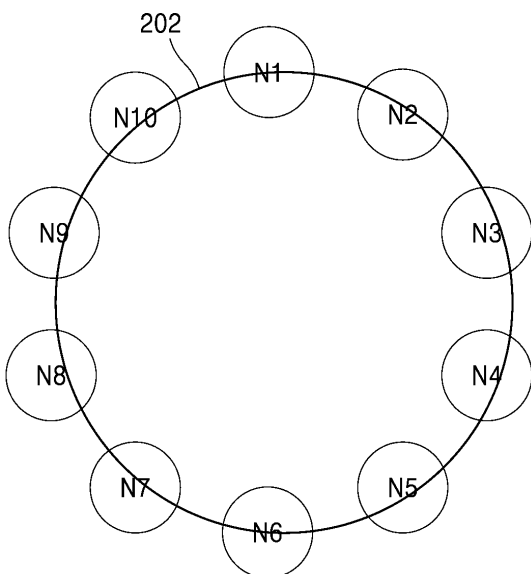
[0343] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속한다.

도면

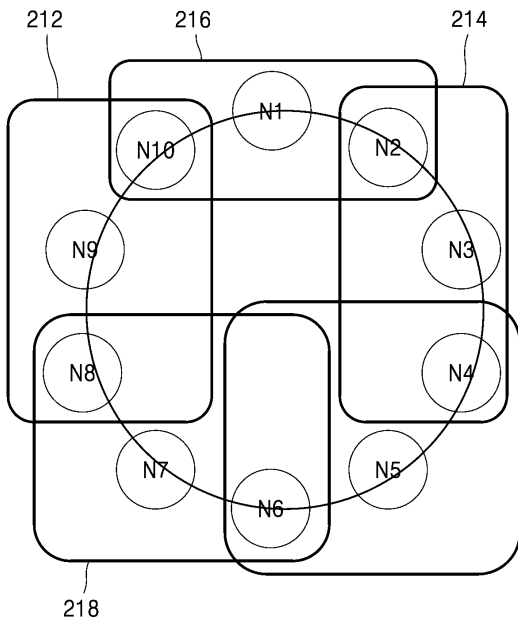
도면1



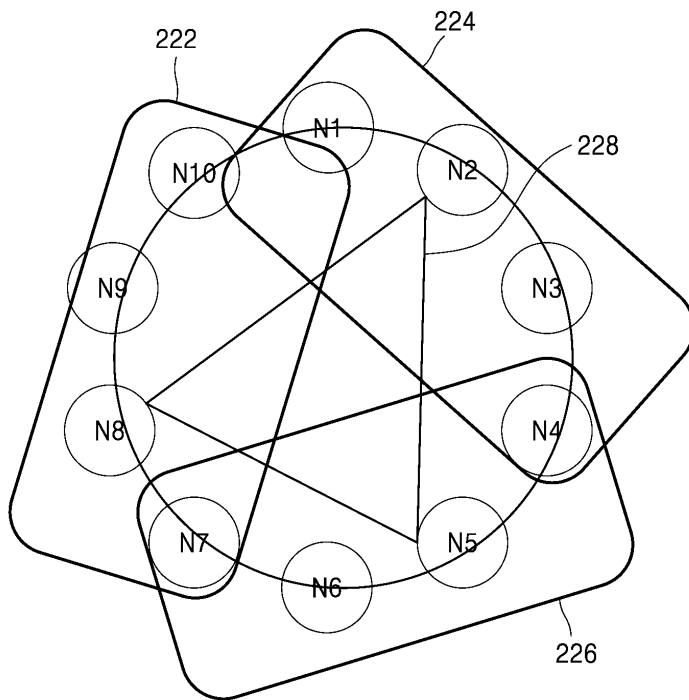
도면2a



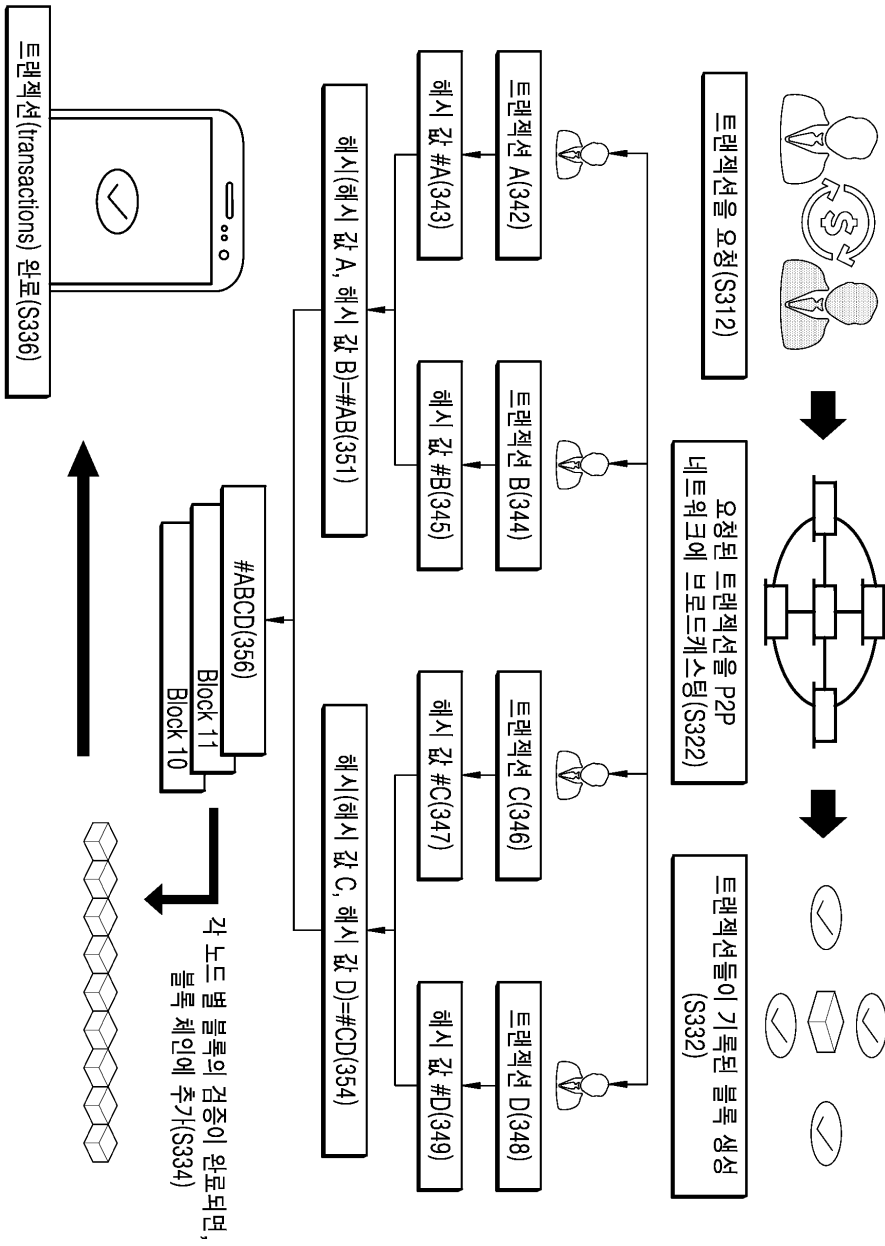
도면2b



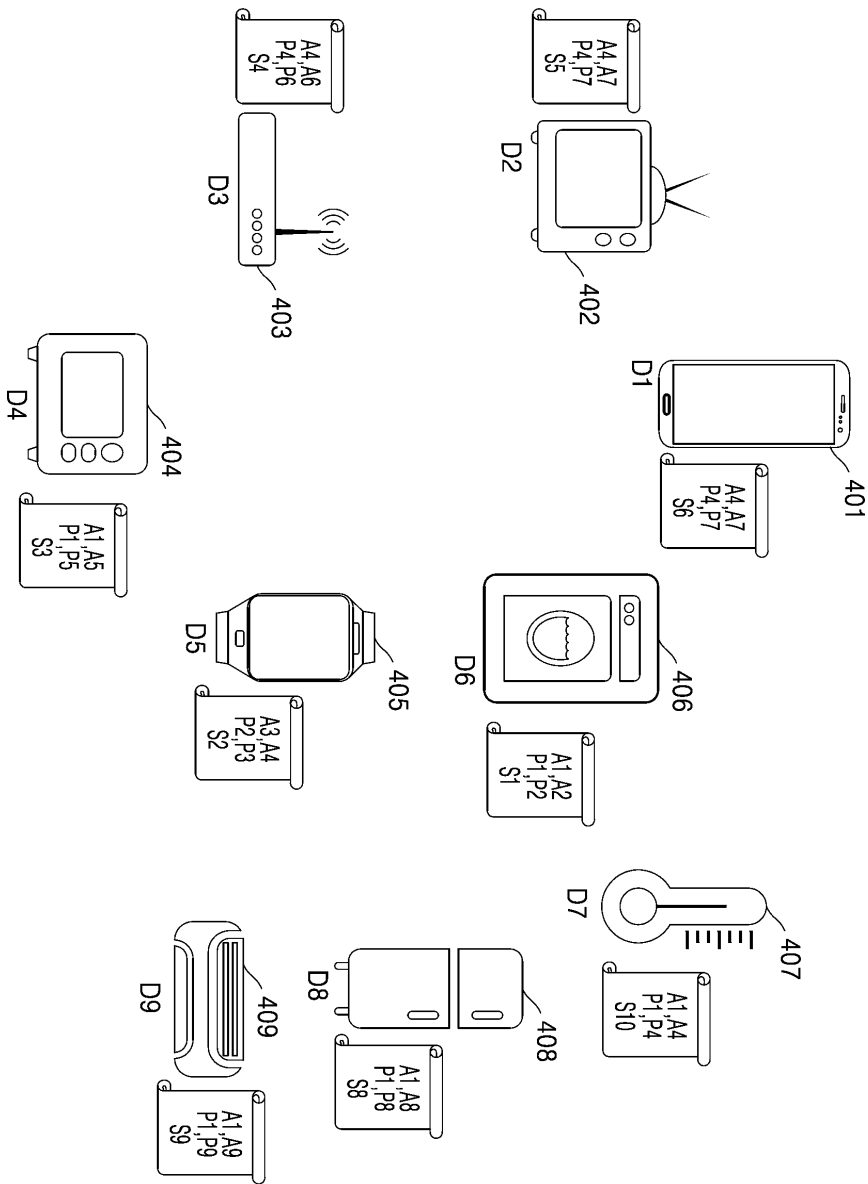
도면2c



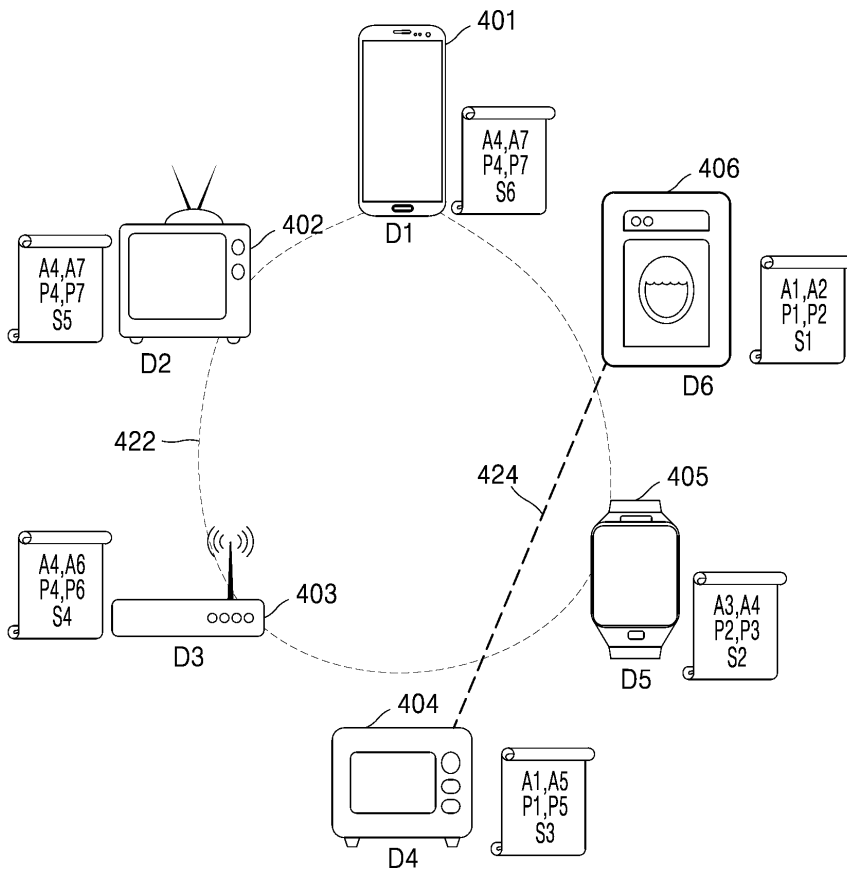
도면3



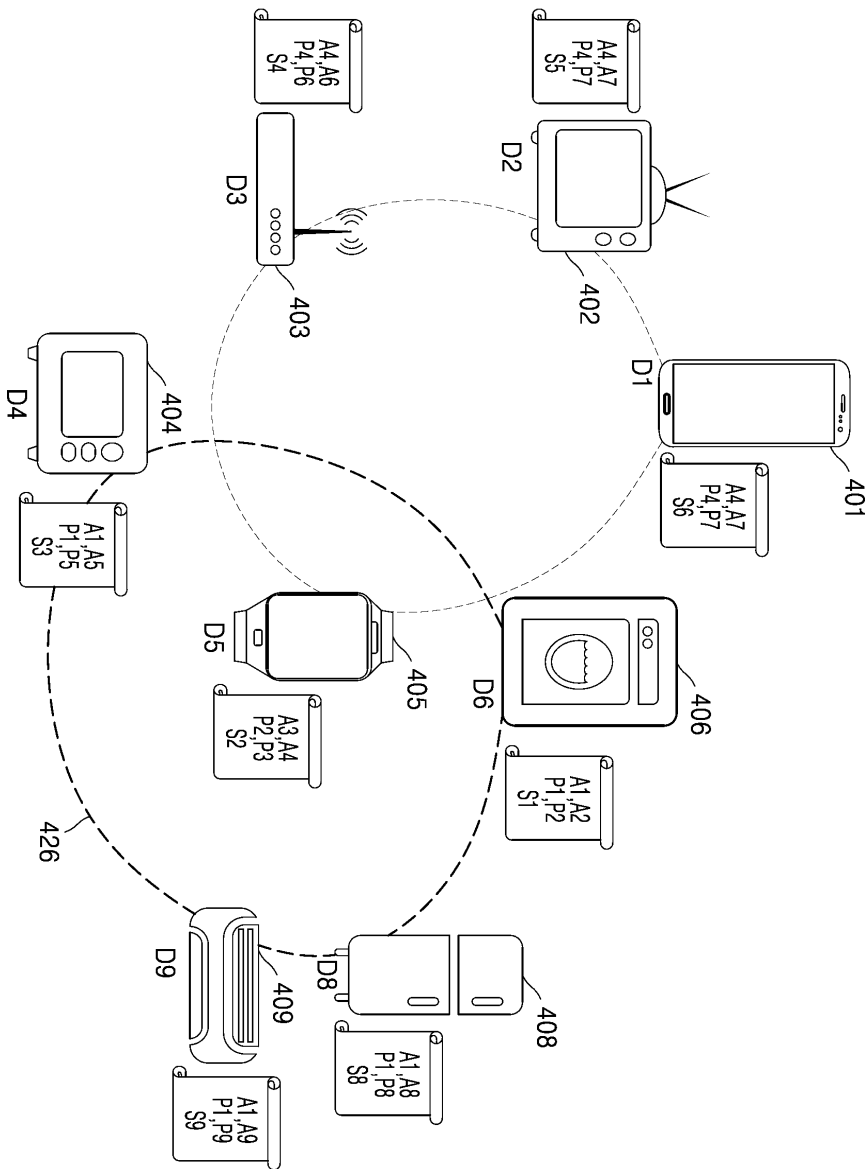
도면4a



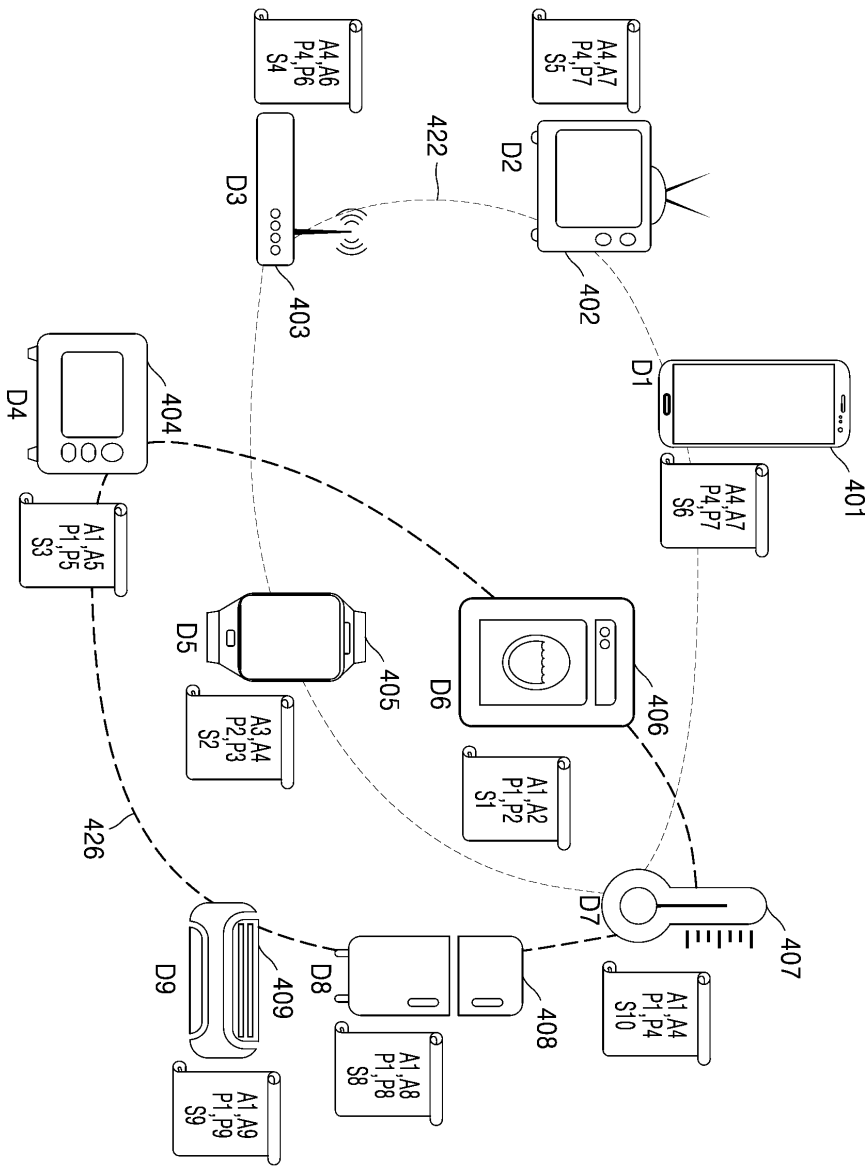
도면4b



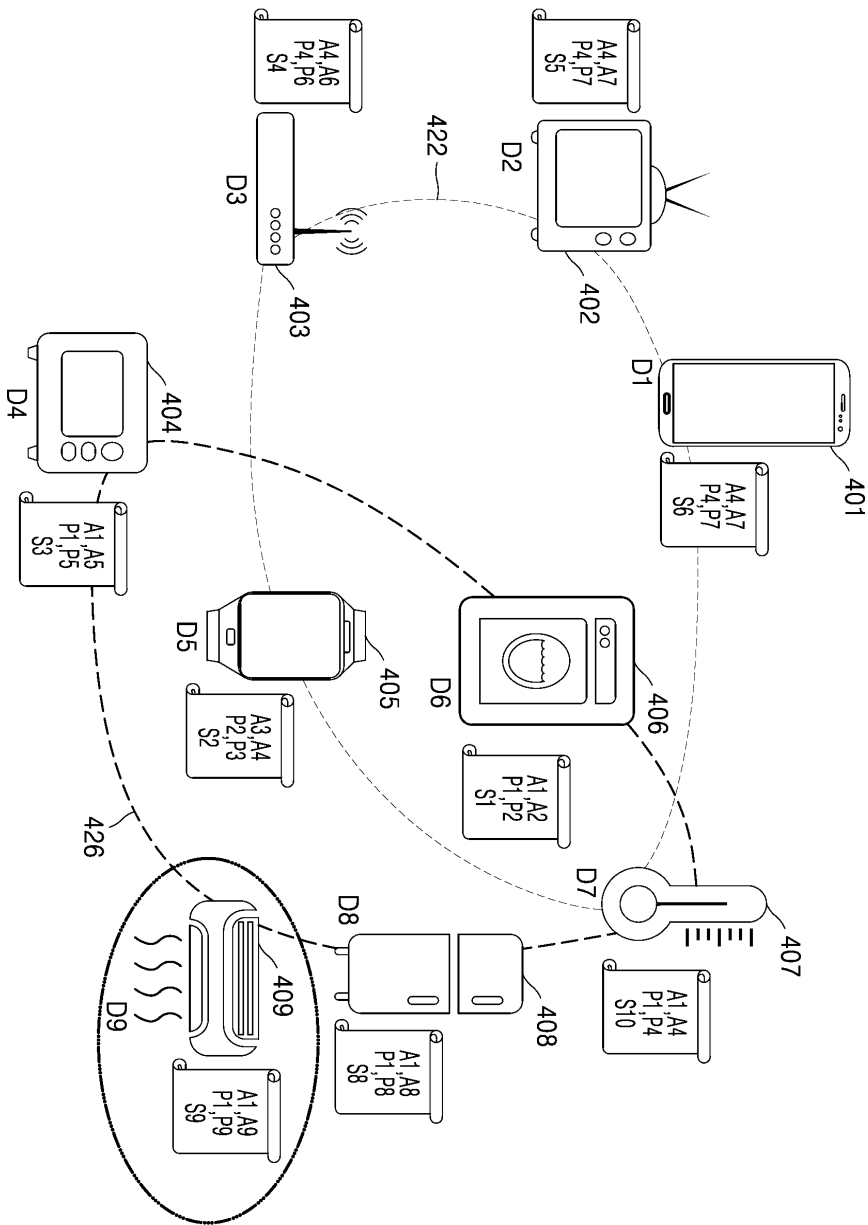
도면4c



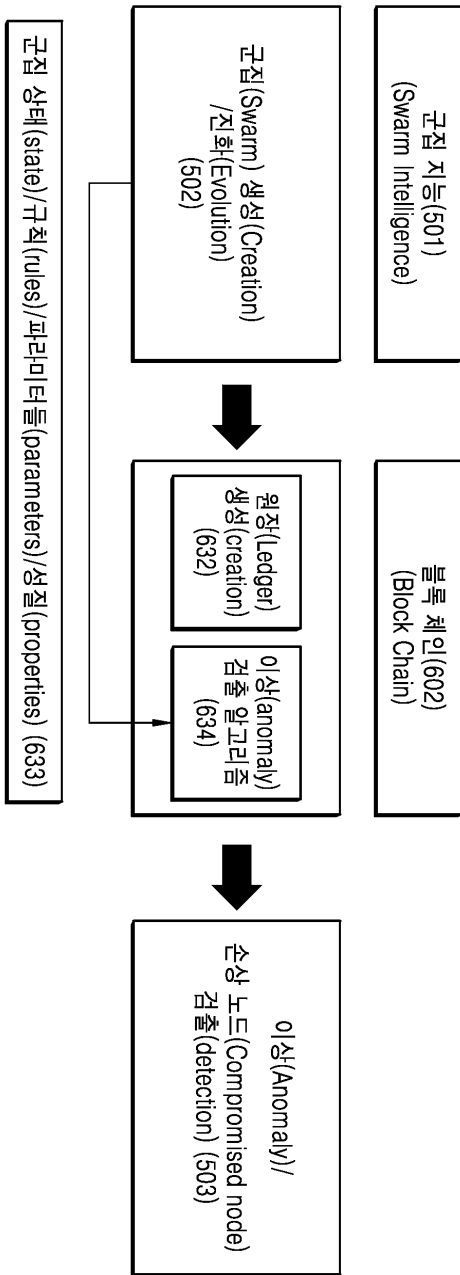
도면4d



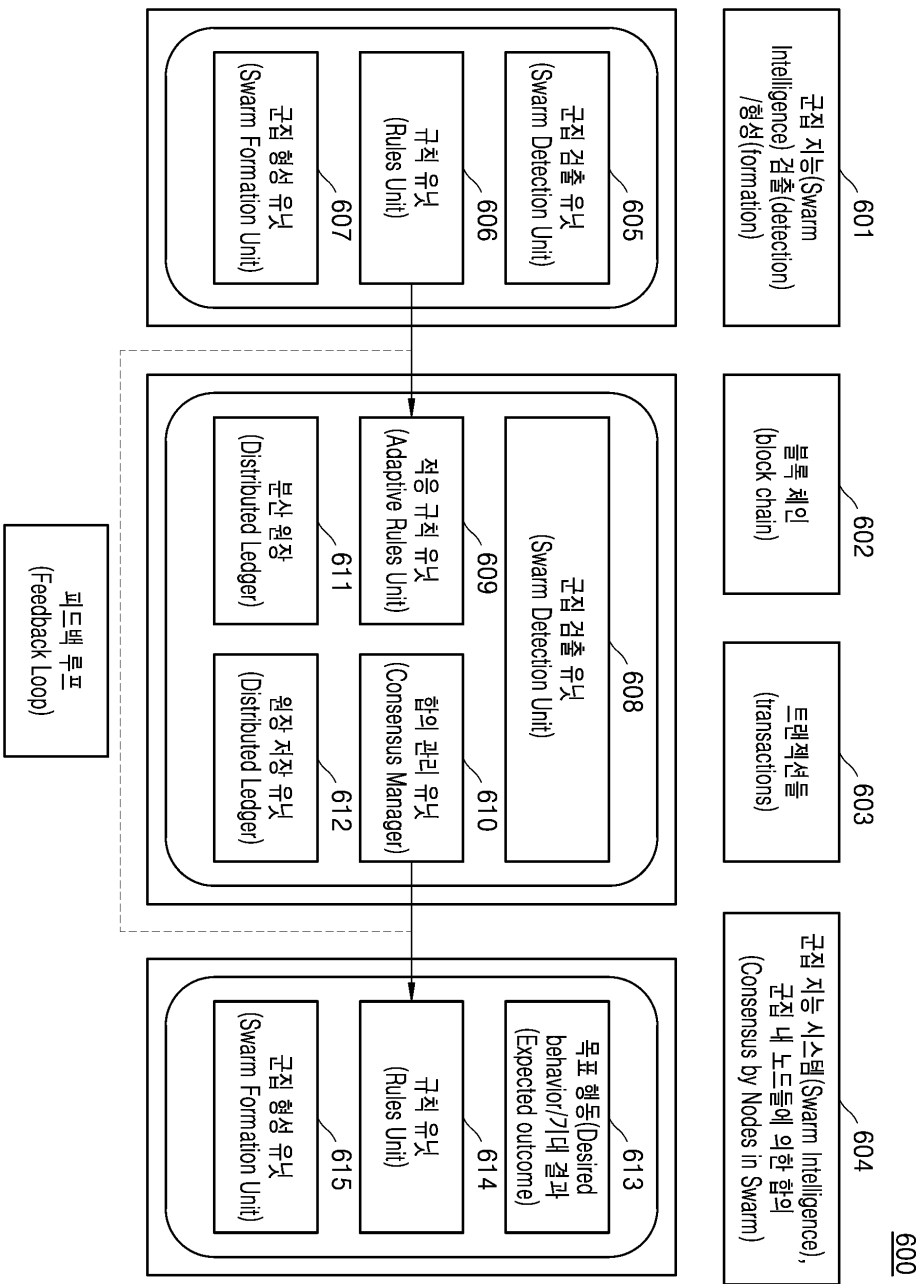
도면4e



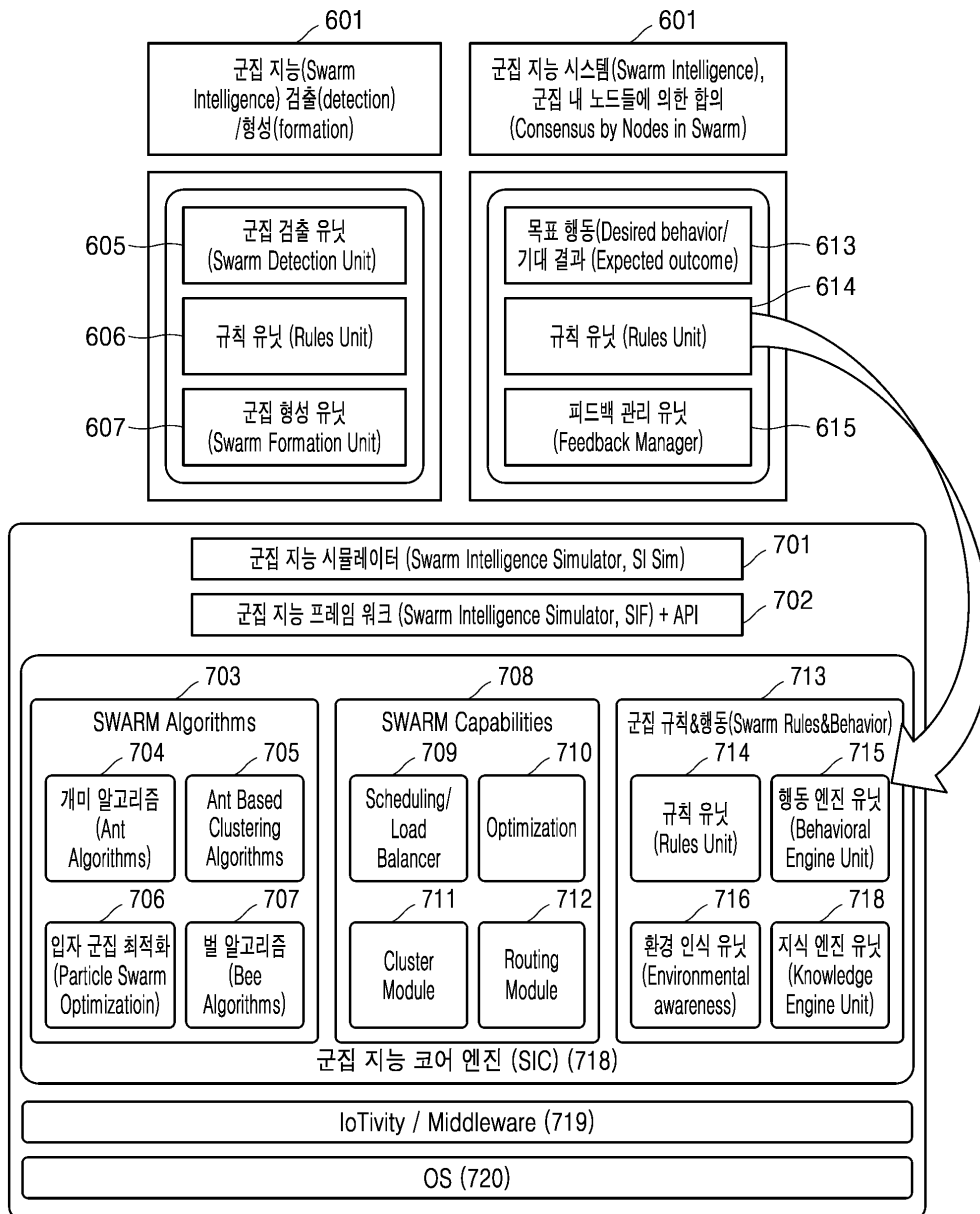
도면5



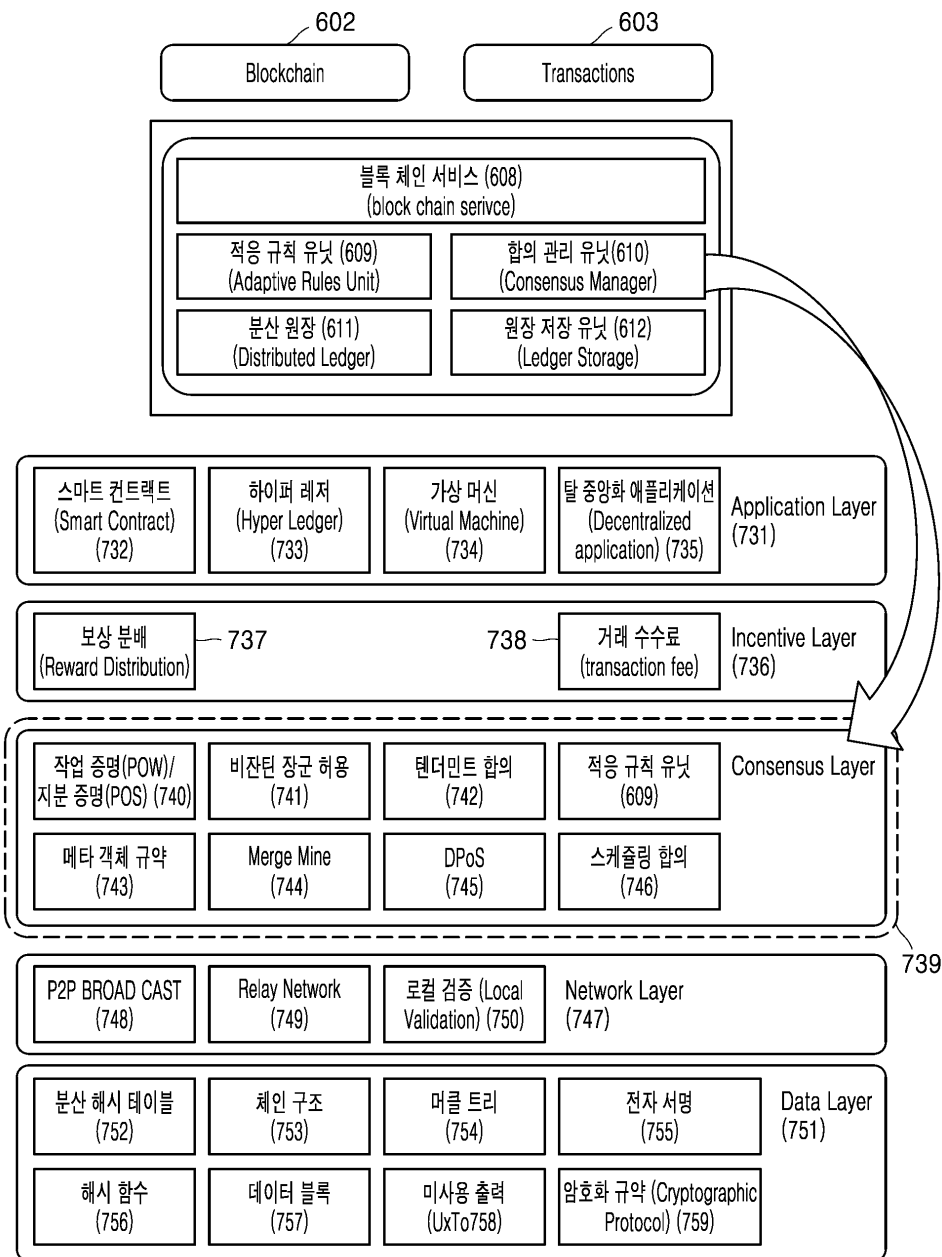
도면6



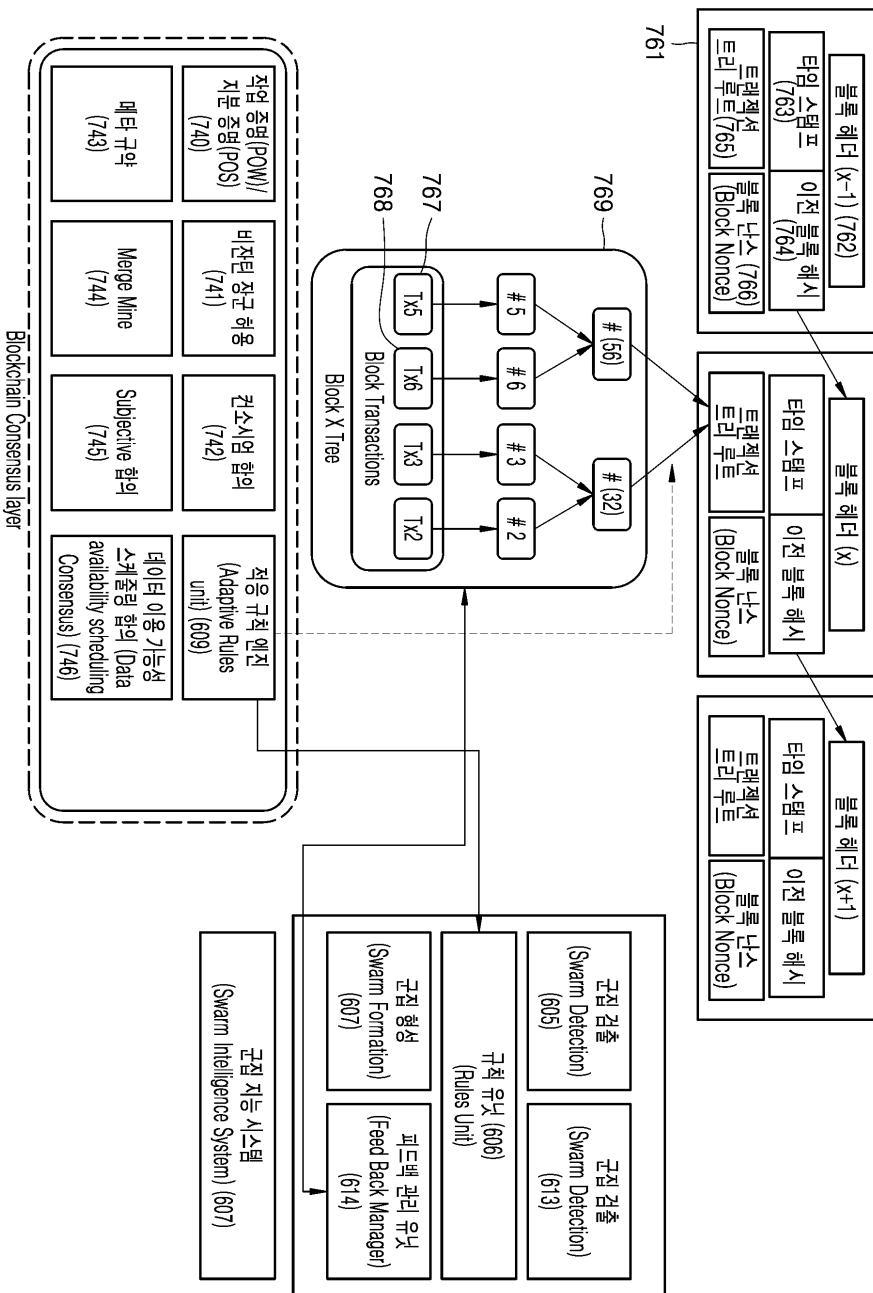
도면7a



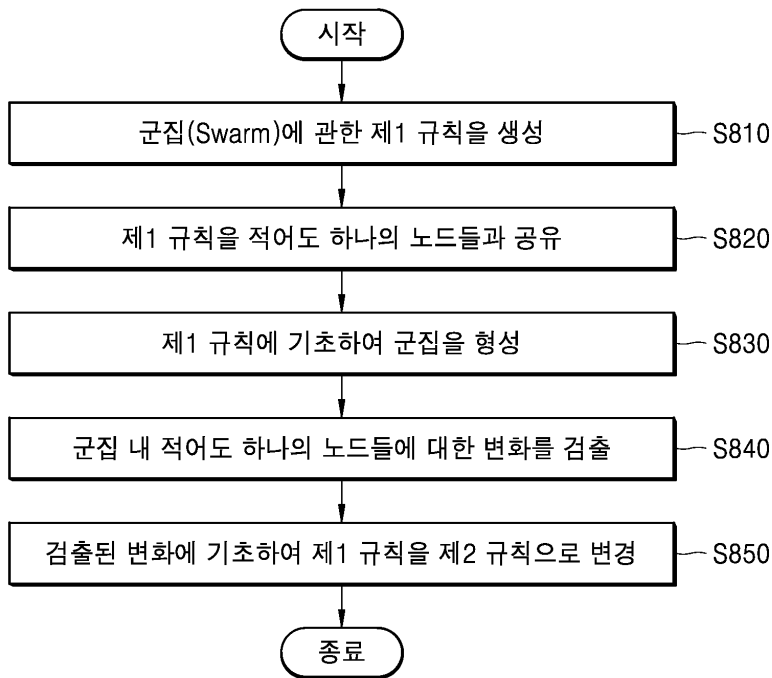
도면7b



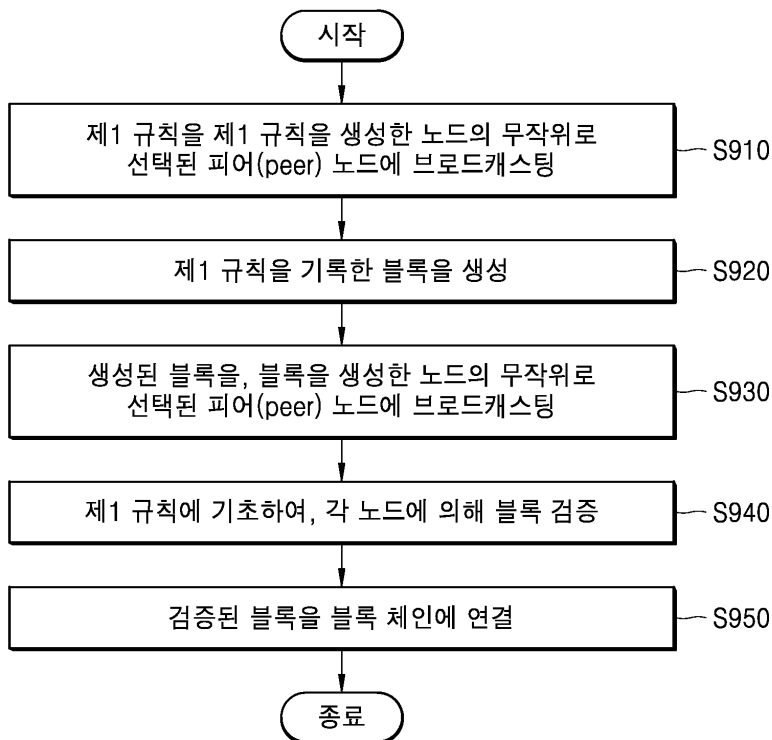
도면7c



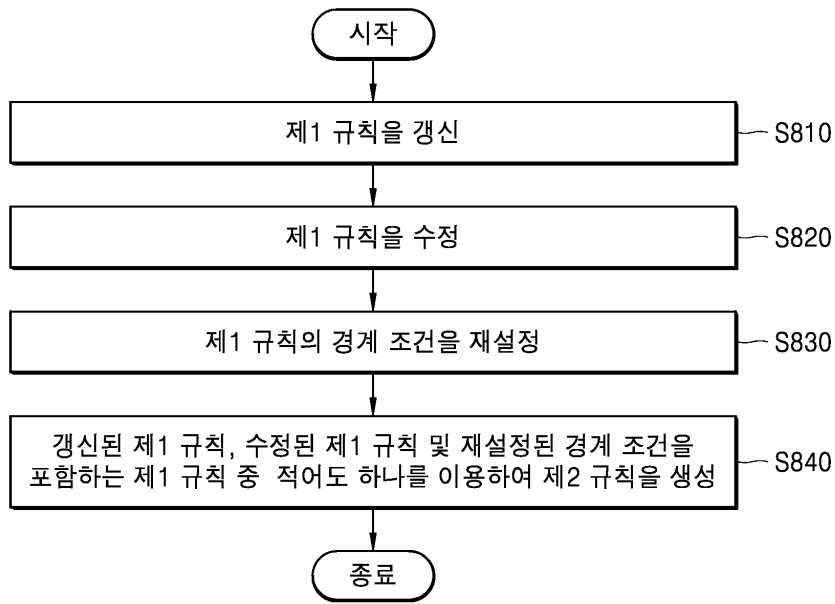
도면8



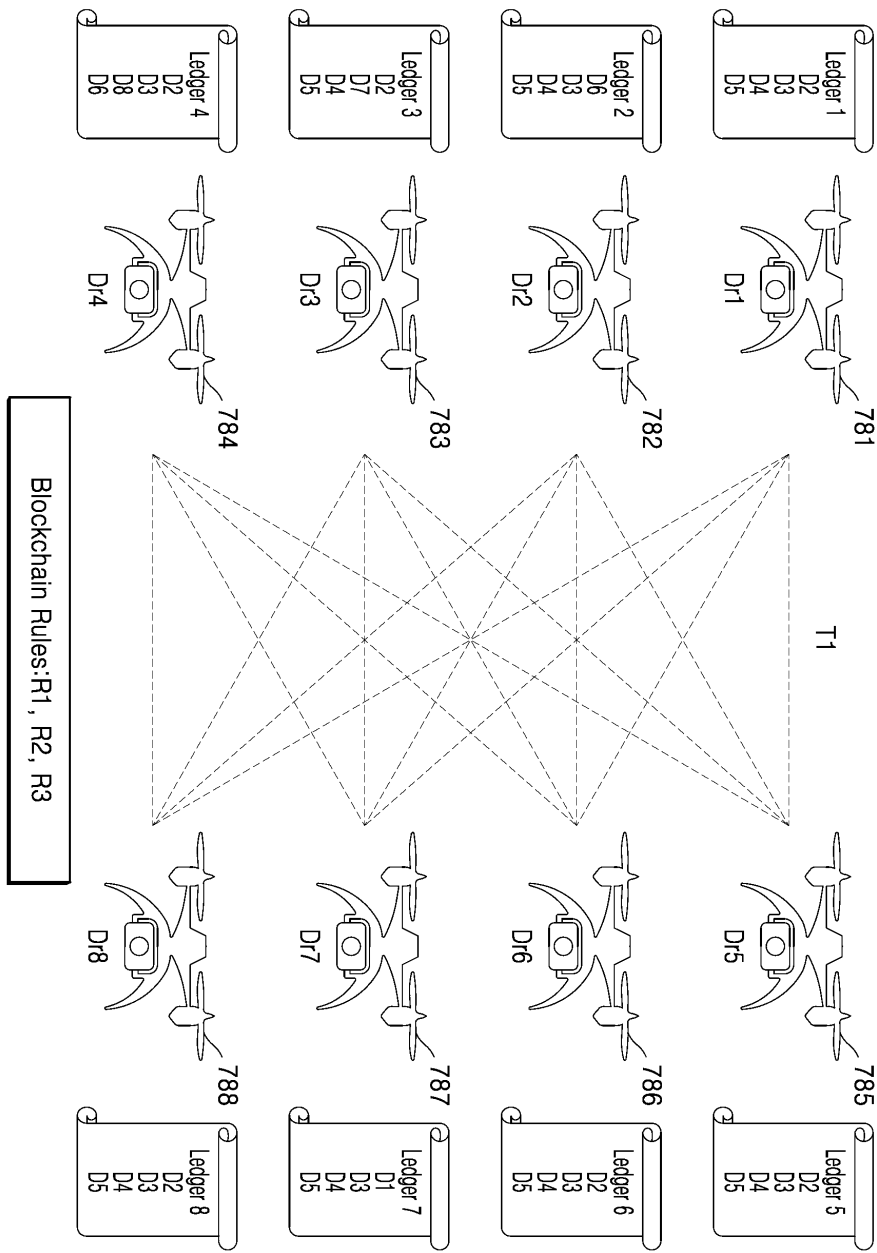
도면9



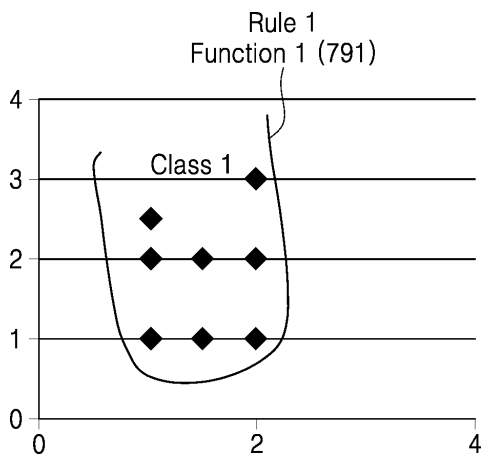
도면10



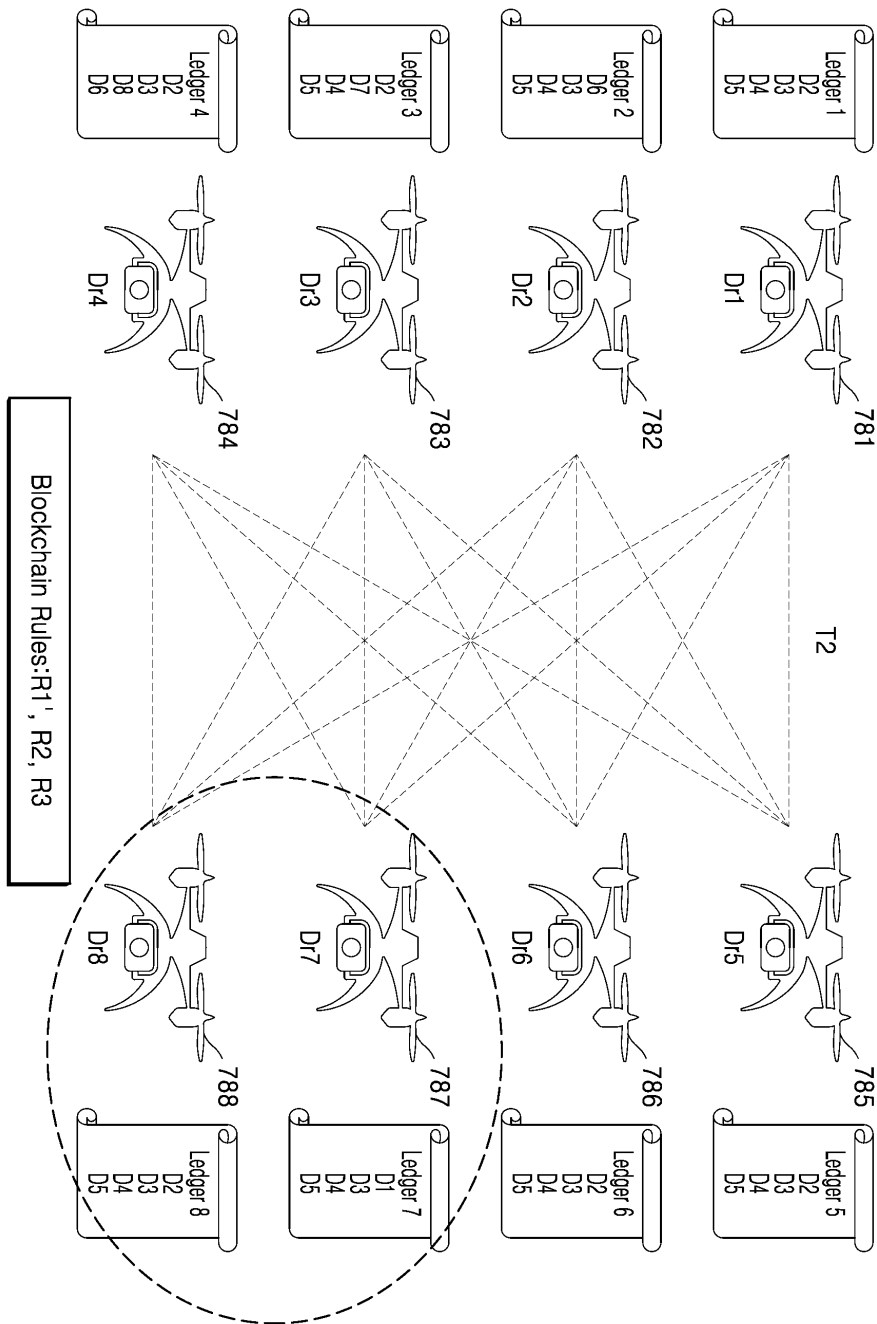
도면11a



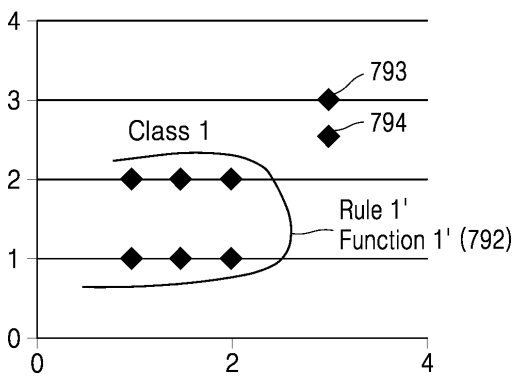
도면11b



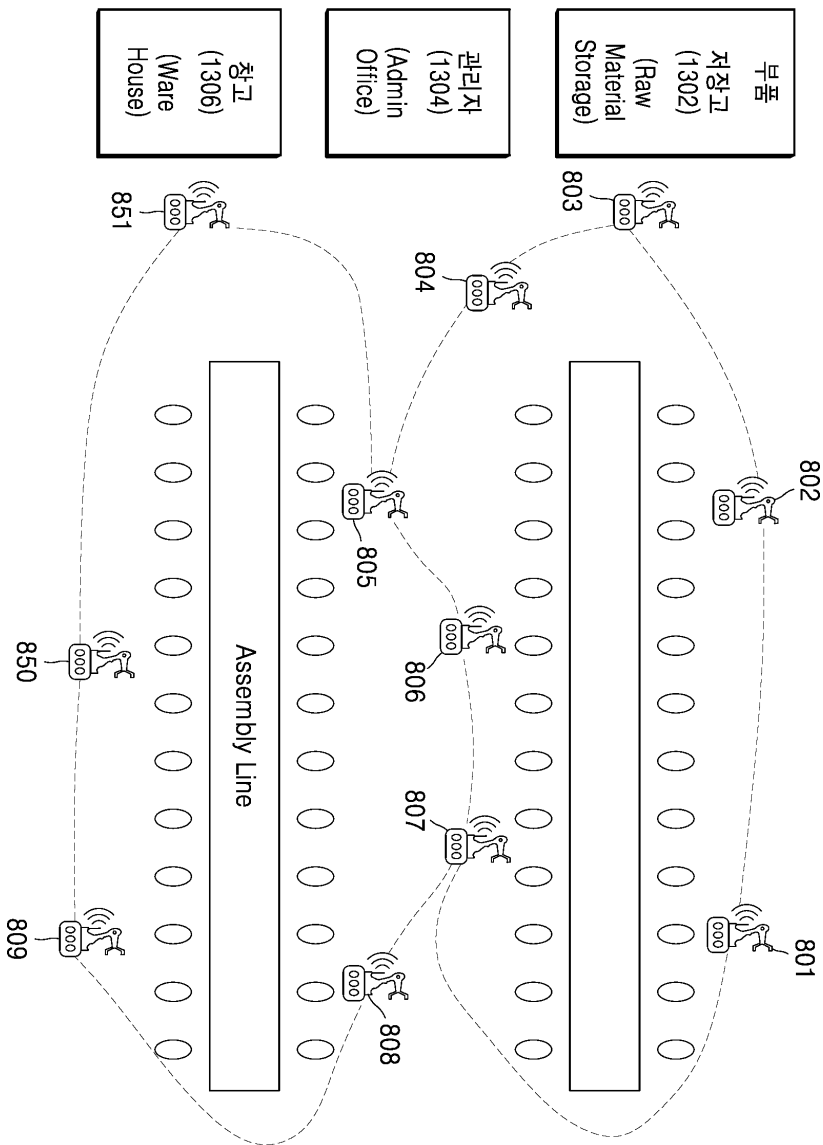
도면12a



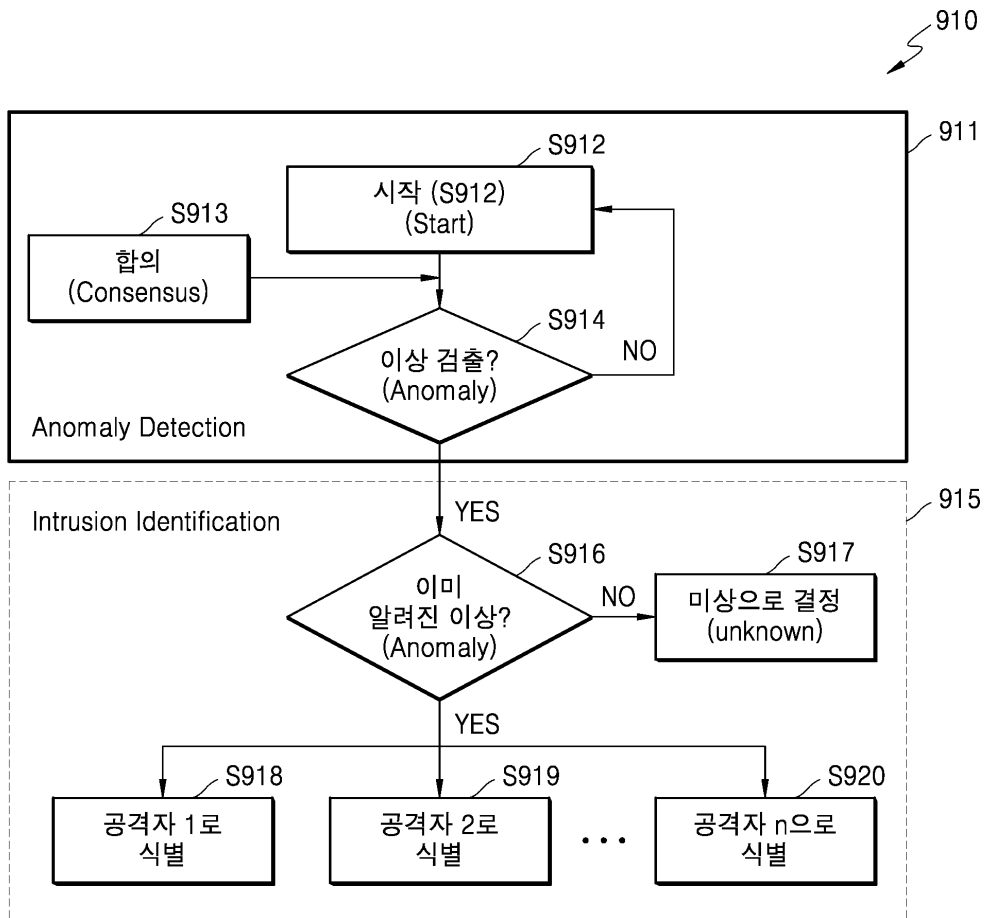
도면12b



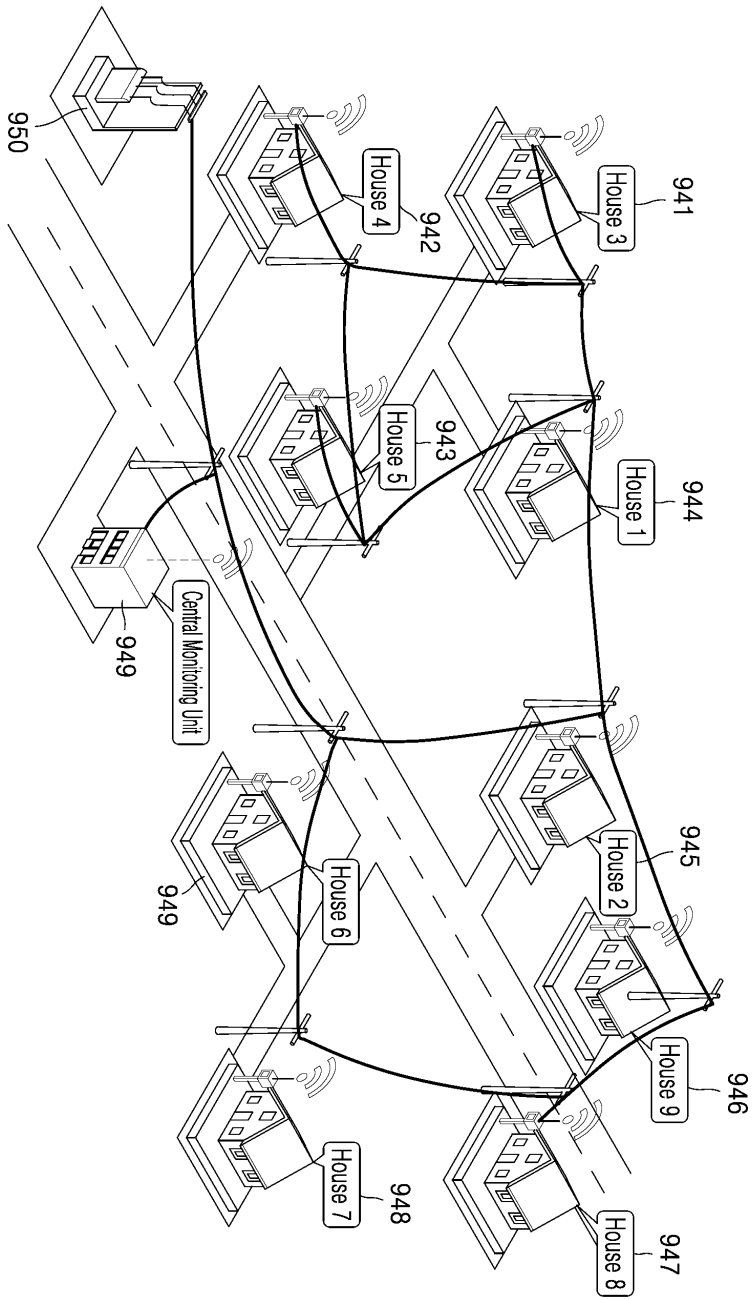
도면13



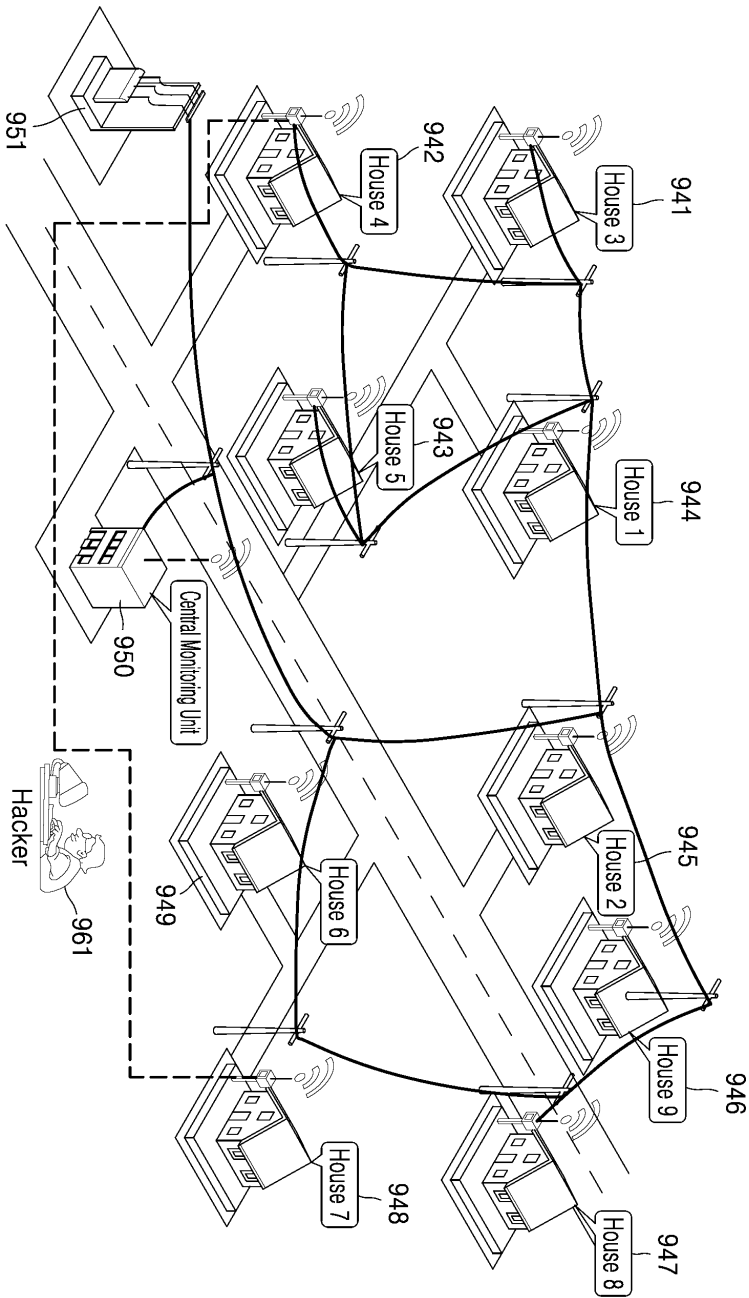
도면14



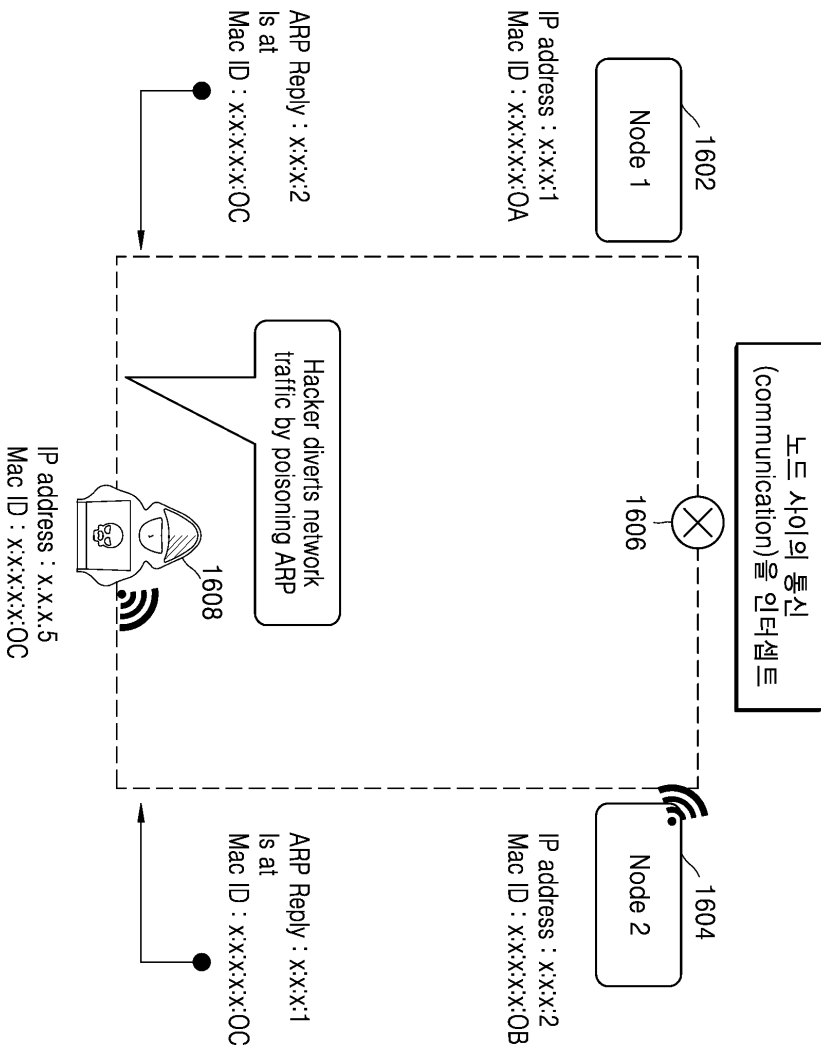
도면15a



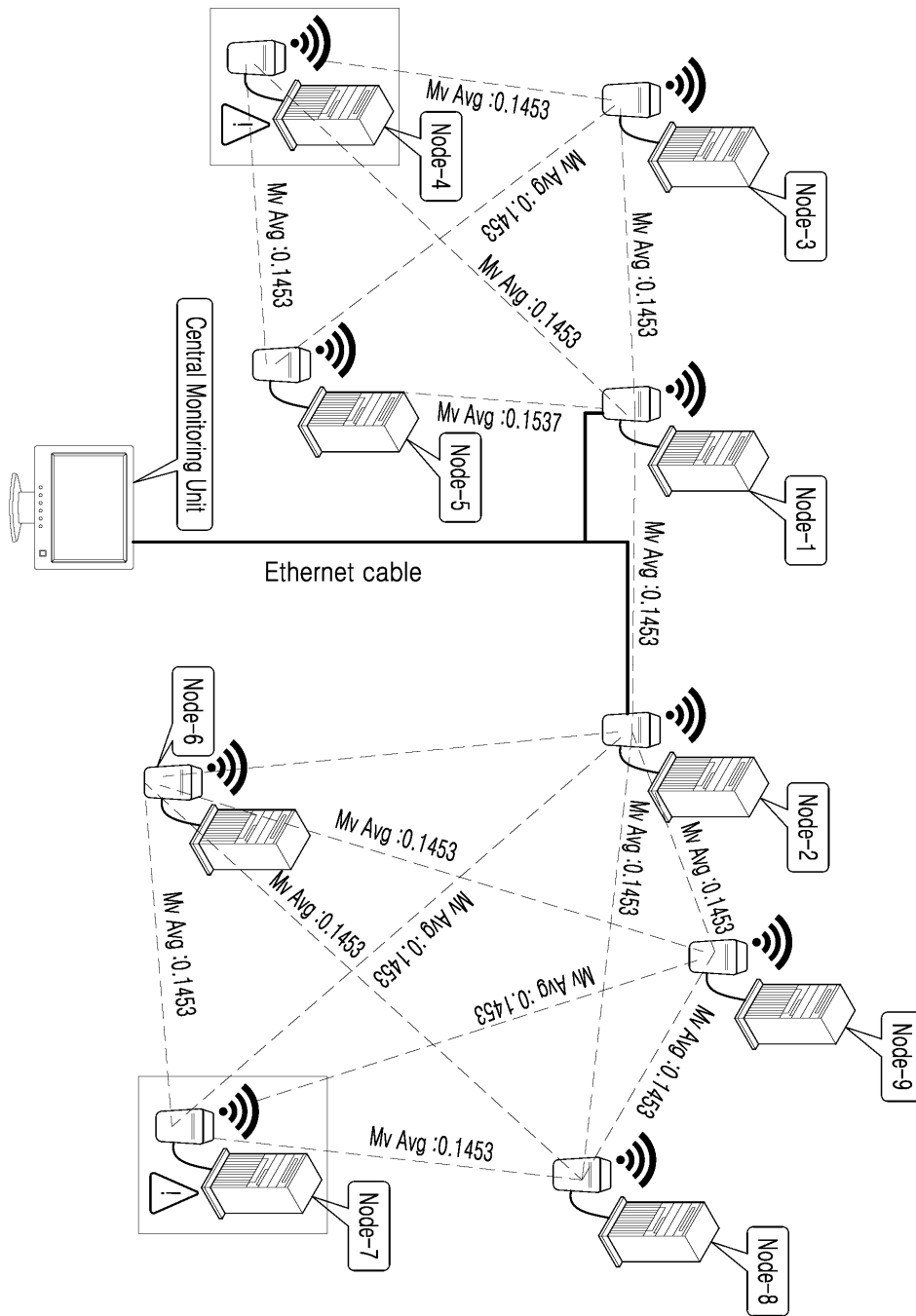
도면15b



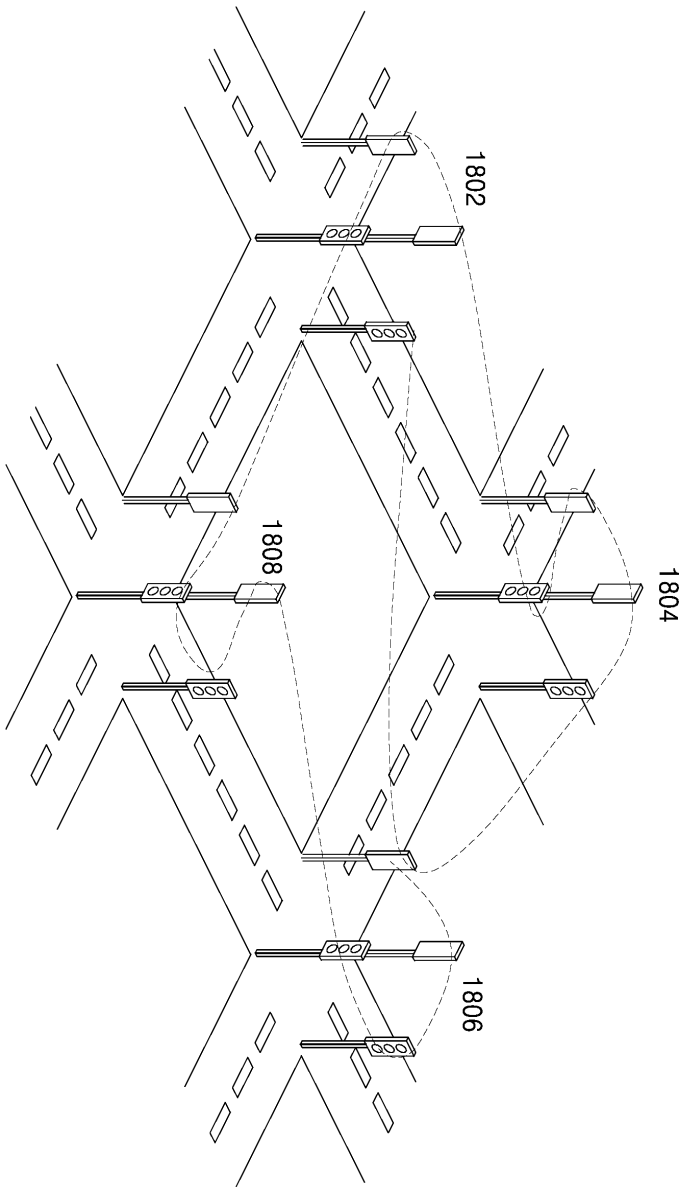
도면16



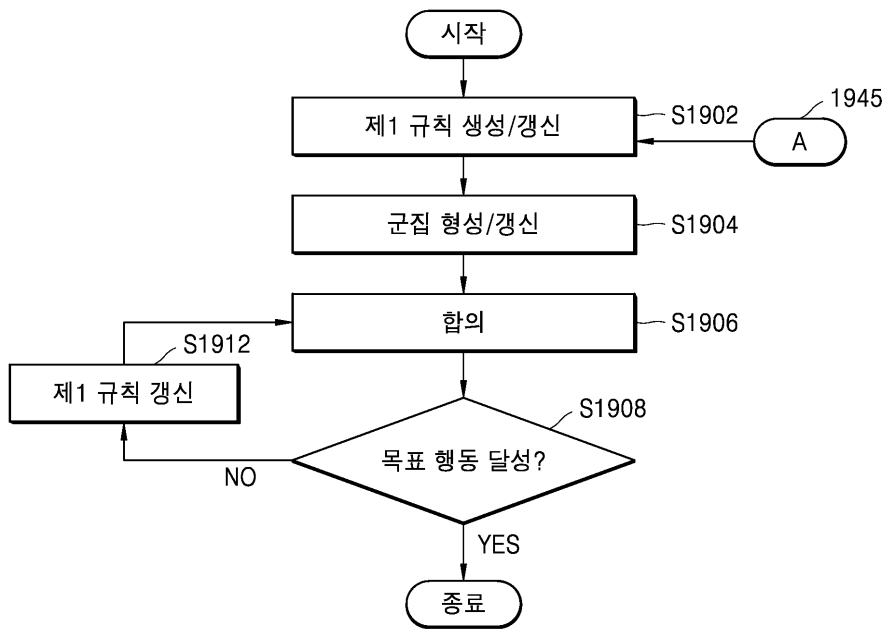
도면17



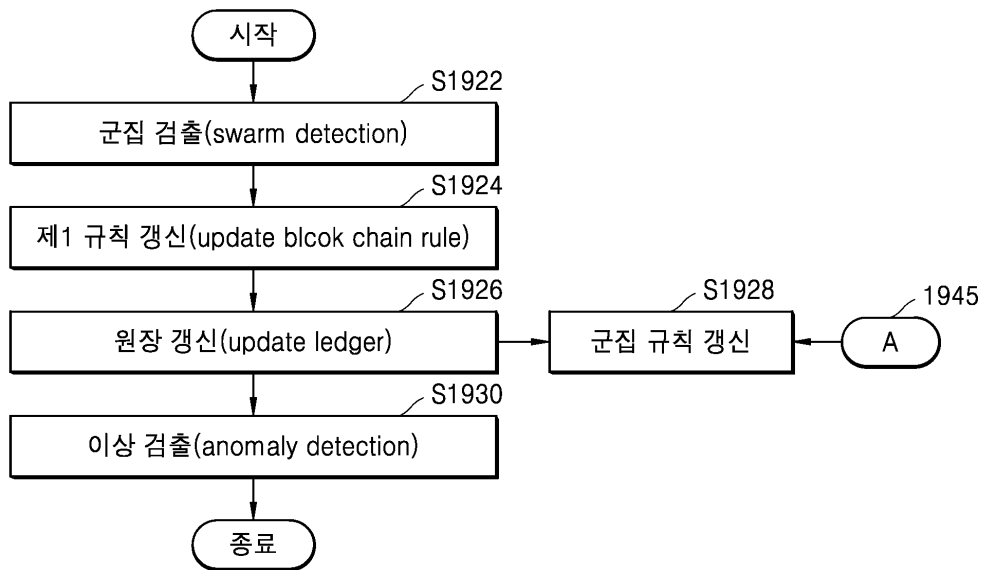
도면18



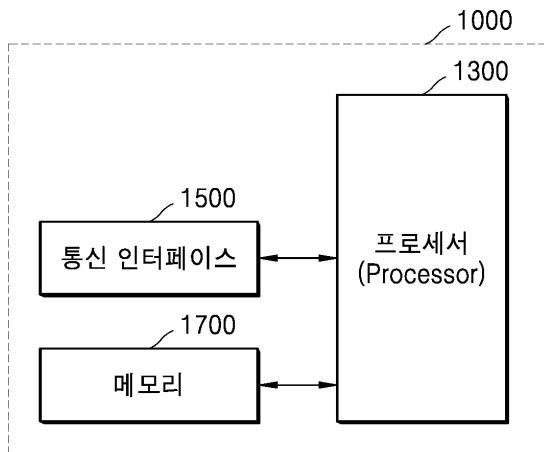
도면19a



도면19b



도면20



도면21

