



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년03월26일  
(11) 등록번호 10-2651602  
(24) 등록일자 2024년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04B 7/185 (2006.01) H04L 67/1074 (2022.01)  
H04L 67/1097 (2022.01) H04W 56/00 (2009.01)  
(52) CPC특허분류  
H04B 7/18521 (2013.01)  
H04B 7/18519 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2022-0044339  
(22) 출원일자 2022년04월11일  
심사청구일자 2022년04월11일  
(65) 공개번호 10-2023-0089515  
(43) 공개일자 2023년06월20일  
(30) 우선권주장  
1020210177311 2021년12월13일 대한민국(KR)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020120118397 A\*  
KR1020210042161 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
고려대학교 산학협력단  
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)  
(72) 발명자  
이상현  
서울특별시 동대문구 답십리로56길 105, 104동 1302호(답십리동, 답십리파크자이)  
고영채  
서울특별시 강남구 일원로 127, 107동 301호(일원동, 가람아파트)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
송인호, 윤형근, 최관락

전체 청구항 수 : 총 5 항

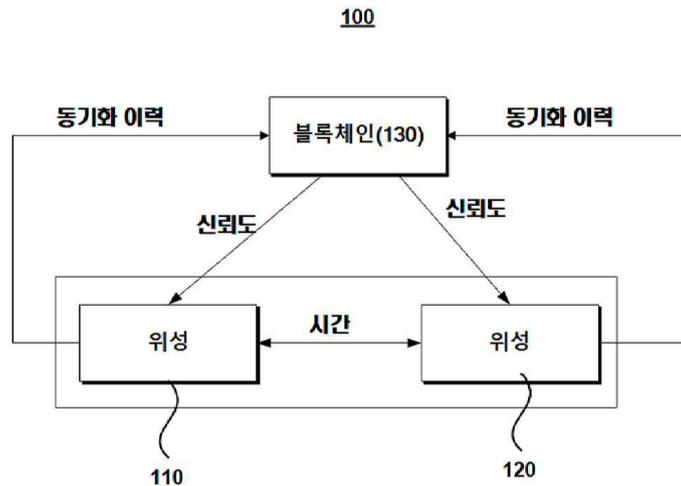
심사관 : 신상길

(54) 발명의 명칭 저궤도 위성군의 시각 동기화 방법 및 그 장치

(57) 요약

저궤도 위성군의 시각 동기화 방법 및 그 장치가 개시된다. 저궤도 위성군의 시간 동기화 방법은 직접 연결된 N개의 참여 위성들로부터 시간 정보를 수신하는 단계; 상기 N개의 참여 위성 각각의 신뢰도를 기초로 상기 시간 정보들을 이용하여 기준 시간을 계산하는 단계; 상기 기준 시간을 이용하여 시간 동기화를 수행한 후 동기화 이력을 기록하는 단계; 및 상기 동기화 이력을 이용하여 신규 블록을 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H04L 67/1074* (2022.05)

*H04L 67/1097* (2022.05)

*H04W 56/002* (2013.01)

(72) 발명자

**장용훈**

서울특별시 구로구 오리로 1102-10, 215동 902호(천왕동, 천왕연지타운2단지)

**서준영**

경기도 안양시 동안구 학의로 20, 118동 102호(비산동, 관악아파트)

**김선호**

서울특별시 강동구 고덕로 399, 101동 3102호(고덕동, 고덕센트럴푸르지오)

**강원영**

대전광역시 유성구 은구비남로 34, 813동 901호(노은동, 열매마을아파트 8단지 새미래)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711134472
과제번호	2021-0-00260-001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	방송통신산업기술개발(R&D, 정보화)
연구과제명	저궤도 군집 소형 위성 간 통신 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

직접 연결된 N개의 참여 위성들로부터 시간 정보를 수신하는 단계;

상기 N개의 참여 위성 각각의 신뢰도값을 가중치로 하여 각 위성들에서 수신된 시간 정보의 가중평균값을 보상값으로 도출한 후 동기화 주최 위성의 시간 정보에 반영하여 기준 시간을 계산하는 단계-상기 신뢰도값은 주변 위성과의 시간 오차에 대한 값임;

상기 기준 시간을 이용하여 시간 동기화를 수행한 후 동기화 이력을 기록하는 단계; 및

제약 조건에 따라 상기 동기화 이력을 포함하는 신규 블록을 생성하는 단계를 포함하되,

상기 신규 블록은 소정 기간 동안 보관된 동기화 이력들에 대한 데이터인 것을 특징으로 하는 저궤도 위성군의 시간 동기화 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 동기화 이력을 모든 위성들로 전파하는 단계를 더 포함하되,

상기 모든 위성들 중 논스값을 가진 위성이 상기 동기화 이력을 포함하는 신규 블록을 생성하여 전파하는 것을 특징으로 하는 위성군의 시간 동기화 방법.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서,

각 위성은 각 위성의 신뢰도값에 따라 블록 생성을 위한 난이도값이 상이하게 설정되는 것을 특징으로 하는 위성군의 시간 동기화 방법.

#### 청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 신규 블록은, 신규 블록 생성 규칙을 만족하는 경우, 상기 논스값을 가진 위성에 의해 상기 동기화 이력을 포함하는 신규 블록이 생성되며, 블록체인 합의 알고리즘을 이용하여 합의에 도달하는 경우 상기 신규 블록이 상기 각 위성으로 전파되되,

상기 블록체인 합의 알고리즘은 작업 증명, 지분 증명 및 BFT 중 어느 하나인 것을 특징으로 위성군의 시간 동기화 방법.

#### 청구항 6

시간 동기화를 수행하는 저궤도 위성에 있어서,

통신부;

적어도 하나의 명령어를 저장하는 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 명령어를 실행하는 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서에 의해 수행된 명령어들은 각각,

직접 연결된 N개의 참여 위성들로부터 시간 정보를 수신하는 단계;

상기 N개의 참여 위성 각각의 신뢰도값을 가중치로 하여 각 위성들에서 수신된 시간 정보의 가중평균값을 보상값으로 도출한 후 동기화 주최 위성의 시간 정보에 반영하여 기준 시간을 계산하는 단계-상기 신뢰도값은 주변 위성과의 시간 오차에 대한 값임;

상기 기준 시간을 이용하여 시간 동기화를 수행한 후 동기화 이력을 기록하는 단계; 및

제약 조건에 따라 상기 동기화 이력을 포함하는 신규 블록을 생성하는 단계를 포함하되,

상기 신규 블록은 소정 기간 동안 보관된 동기화 이력들에 대한 데이터인 것을 특징으로 하는 시간 동기화를 수행하는 저궤도 위성.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 블록체인 기반 분산 합의를 통한 위성군의 시각 동기화 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0003] 최근 국내 및 국외의 대형 기업들은 막대한 투자 자본을 기반으로 (초)소형 위성군 기반 인터넷 서비스 실현을 위한 본격적인 경쟁에 돌입한 상황이며 이는 시간이 지남에 따라 가속화되고 있다. 이에 따라 관련한 위성 제어 및 통신 기술도 더욱 정밀해졌다.

[0004] 저궤도 위성은 정지궤도 위성 대비 전송 지연이 낮고 군집(cluster) 운용이 가능해 지상의 더 많은 영역에 글로벌 정보통신기술 서비스를 제공하는 것이 가능한 위성이다. 저궤도 통신 위성 기반의 인터넷 서비스 제공 및 데이터 융합을 통한 협업형 군집 관측 등을 위해서는 위성 간 링크(Inter Satellite Link)기술이 적용된 위성 간 데이터 중계 기술이 필수적이다.

[0005] 저궤도 위성의 경우 낮은 고도를 유지하기 위해 7km/s 이상의 빠른 속도로 비행하므로 (위성 간 간섭을 제거하는) 더욱 정밀한 통신 기술과 경로들을 설정하기 위한 제어 기술을 포함하는 군집 위성 운용 기술이 필요하다.

[0006] 순시적으로 변화하는 위성의 움직임에 대응하는 (편대 비행 및 충돌 방지 등의) 제어 기술과 군집 설정 및 군집 유지를 위한 데이터 통신 기술 모두를 위한 위성 간 동기(synchronization) 기술은 저궤도 군집 위성망의 자율 운영을 위한 핵심 기술이다.

[0007] 상호 위성 간의 동기화는 상대적인 혹은 절대적인 위치를 알기 위해 필요하며 위성에 탑재된 원자시계 자체의 오차 및 위성 궤도 오차 등의 많은 장애 요소가 존재하고 대기권에서 동작하는 기기들과는 다른 형태의 오류 요소가 존재한다.

[0008] 동기화 기술이란 시스템이 동시에 작동하는 것을 보장하기 위해 데이터 및 시각을 보정하는 기술로 특히 위성 간 동기화 기술에는 앞서 언급한 정밀한 제어를 위해 나노초 단위의 정밀도를 필요로 한다.

[0009] 일반적으로 네트워크에서 시각동기화를 달성하기 위해서 NTP(Network Time Protocol)를 이용하는데 이는 기준 시각을 가진 서버가 이를 요청에 따라 전파하는 방식으로 서버의 과부하를 막기 위해 계층적으로 전파하므로 정밀도가 떨어지게 된다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 블록체인 기반 분산 합의를 통한 위성군의 시각 동기화 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.
- [0012] 또한, 본 발명은 위성간 시간 동기화에 있어서 시간 오차가 크거나 오류가 있는 위성(outlier), 악의적인 공격, 다양한 위성간의 연결과 끊어짐 속에서도 견고하고 빠른 수렴성을 보장할 수 있는 블록체인 기반 분산 합의를 통한 위성군의 시각 동기화 방법 및 그 장치를 제공하기 위한 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0014] 본 발명의 일 측면에 따르면 블록체인 기반 분산 합의를 통한 위성군의 시각 동기화 방법이 제공된다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 직접 연결된 N개의 참여 위성들로부터 시간 정보를 수신하는 단계; 상기 N개의 참여 위성 각각의 신뢰도를 기초로 상기 시간 정보들을 이용하여 기준 시간을 계산하는 단계; 상기 기준 시간을 이용하여 시간 동기화를 수행한 후 동기화 이력을 기록하는 단계; 및 상기 동기화 이력을 이용하여 신규 블록을 생성하는 단계를 포함하는 저궤도 위성군의 시간 동기화 방법이 제공될 수 있다.
- [0016] 상기 기준 시간을 계산하는 단계는, 상기 N개의 참여 위성 각각의 신뢰도를 가중치로 하여 각 시간 정보들의 가중치 값을 활용하는 함수를 이용해 동기화 주최 위성의 시간 예측값을 도출한 후 보상하여 상기 기준 시간이 계산될 수 있다.
- [0017] 상기 동기화 이력을 모든 위성들로 전파하는 단계를 더 포함하되, 상기 모든 위성들 중 논스값을 가진 위성이 상기 동기화 이력을 포함하는 신규 블록을 생성하여 전파될 수 있다.
- [0019] 각 위성의 신규 블록 생성 난이도는 상기 각 위성의 신뢰도에 따라 상이할 수 있다.
- [0020] 상기 신규 블록은, 신규 블록 생성 규칙을 만족하는 경우, 상기 논스값을 가진 위성에 의해 상기 동기화 이력을 포함하는 신규 블록이 생성되며, 블록 생성 합의에 도달하는 경우 상기 신규 블록이 전파될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 블록체인 기반 분산 합의를 통한 위성군의 시각 동기화를 수행하는 장치가 제공된다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 시간 동기화를 수행하는 저궤도 위성에 있어서, 통신부; 적어도 하나의 명령어를 저장하는 메모리; 및 상기 메모리에 저장된 명령어를 실행하는 프로세서를 포함하되, 직접 연결된 N개의 참여 위성들로부터 시간 정보를 수신하는 단계; 상기 N개의 참여 위성 각각의 신뢰도를 기초로 상기 시간 정보들을 이용하여 기준 시간을 계산하는 단계; 상기 기준 시간을 이용하여 시간 동기화를 수행한 후 동기화 이력을 기록하는 단계; 및 상기 동기화 이력을 이용하여 신규 블록을 생성하는 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 시간 동기화를 수행하는 저궤도 위성이 제공될 수 있다.

**발명의 효과**

- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 본 발명은 블록체인 기반 분산 합의를 통한 위성군의 시각 동기화 방법 및 그 장치를 제공함으로써, 위성간 시간 동기화에 있어서 시간 오차가 크거나 오류가 있는 위성(outlier), 악의적인 공격, 다양한 위성간의 연결과 끊어짐 속에서도 견고하고 빠른 수렴성을 보장할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은 다수의 위성이 인정하는 블록을 통해 각 위성의 신뢰도를 평가하고 이를 통해 기준 신호를 선정하여 공통된 합의에 도달하도록 함으로써 비자발적인 악의적인 위성으로부터 견고한 시스템을 만들 수 있는 이점이 있다.
- [0027] 또한, 본 발명은 위성간 동기화 이력을 공유함으로써 전체 시스템 유지 및 보수의 편의성을 증진시킬 수 있는 이점도 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 위성군 시간 동기화 시스템을 개략적으로 도시한 도면.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 저궤도 소형 위성군의 시간 동기화 방법을 나타낸 순서도.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 블록 생성 및 전파 방법을 나타낸 순서도.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 시간 동기화를 설명하기 위해 도시한 도면.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 저궤도 위성의 내부 구성을 개략적으로 도시한 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0030] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 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.
- [0031] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 위성군 시간 동기화 시스템을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 위성군 시간 동기화 시스템(100)은 복수의 위성(110, 120)을 포함한다. 여기서, 복수의 위성은 정지 위성이 아닌 저궤도 위성으로 편대 비행(군집 비행)이 가능한 위성들인 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0035] 이러한, 복수의 위성(110, 120)은 각 위성의 궤도와 속도에 따라 통신 가능하도록 연결되는 위성들의 연결 관계가 지속적으로 변화될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 연결 관계가 변화되는 저궤도 소형 위성들의 특성에 맞도록 블록체인을 이용하여 시간 동기화할 수 있다.
- [0036] 각 위성(110, 120)은 블록체인(130)을 통해 시간 동기화 이력을 제공받고, 각 위성(110, 120)은 블록체인(130)을 통해 획득된 각 위성의 시간 동기화 이력을 이용하여 해당 위성의 신뢰도를 추론한 후, 추론된 신뢰도를 이용하여 시간 동기화를 수행할 수 있다. 이에 대해서는 하기의 설명에 의해 보다 명확히 이해될 것이다.
- [0038] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 저궤도 소형 위성군의 시간 동기화 방법을 나타낸 순서도이다. 이하에서는 동기화를 하는 위성을 동기화 주최 위성이라 칭하기로 하며, 동기화에 참여하는 위성을 참여 위성으로 칭하기로 한다.
- [0039] 단계 210에서 동기화 주최 위성은 직접적으로 통신 연결된 복수의 참여 위성으로부터 시간 정보를 수신한다.
- [0040] 이에 대해 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [0041] 저궤도 소형 위성들은 각각 시간 동기 주기를 가지며, 각 시간 동기 주기마다 각 위성과 직접적으로 연결된 N개의 참여 위성들과 시간을 송수신하여 시간 동기화를 진행할 수 있다.
- [0042] 이를 위해, 동기화 주최 위성은 동기화 시작 신호를 발생한다.
- [0043] 복수의 위성들 중 동기화를 필요로 하는 동기화 주최 위성은 동기화 시작 신호를 발생하고, 직접 통신 연결이 가능한 다른 위성(참여 위성)으로부터 동기화 시작에 대한 동의 여부를 수신한다. 동기화 주최 위성은 기준 개수 이상 참여 위성으로부터 동기화 시작에 대한 동의 여부가 수신된 이후에 동기화를 시작할 수 있다.
- [0044] 동기화에 대한 동의 여부를 수신하는 과정은 위성들간의 연결 여부를 확인하는 과정이며, 해당 과정을 통해 직접적으로 통신이 연결되는 위성간 시간 동기화를 수행하도록 할 수 있다. 연결이 수월한 위성이 쉽게 동기화를 시작하면서 동기에 많은 위성이 동기화를 하지 않게 하여 계산 복잡성을 줄이도록 할 수 있다.
- [0045] 즉, 동기화 주최 위성이 동기화 시작 신호를 발생하면, 직접적으로 통신 연결 가능한 참여 위성들로부터 동기화 시작 동의 신호를 수신할 수 있다. 일정 개수 이상의 동기화 시작 동의 신호가 수신되는 경우, 해당 동기화 주최 위성은 동기화를 시작할 수 있다.
- [0046] 일정 수 이상의 참여 위성으로부터 동기화 동의 시작 신호가 수신되는 경우, 동기화 주최 위성은 직접 통신 연결된 참여 위성들로부터(즉, N개의 참여 위성)으로부터 시간 정보를 수신하고, 당해 동기화 주최 위성의 시간 정보를 참여 위성들로 전송할 수 있다.
- [0047] 단계 215에서 동기화 주최 위성은 N개의 참여 위성들로부터 수신된 시간 정보를 이용하여 기준 시간을 계산한다.
- [0048] 이때, 동기화 주최 위성은 N개의 참여 위성 각각의 신뢰도를 기초로 각각의 참여 위성으로부터 수신된 시간 정보를 이용하여 기준 시간을 계산할 수 있다. 즉, 동기화 주최 위성은 N개의 참여 위성 각각의 신뢰도를 가중치로 하여 각 참여 위성으로부터 수신된 시간 정보를 가중 평균하여 기준 시간을 계산할 수 있다.

[0049] 이에 대해 보다 상세히 설명하기로 한다. 동기화 주최 위성의 시간 정보가  $T_0$ 하기로 하며, 두개의 참여 위성과 동기화를 진행한다고 가정하기로 한다.

[0050] 이때, 두개의 참여 위성은  $T_0$ 보다 시각이 느린  $T_1$   $T_2$ 라고 가정하며, 두 참여 위성의 신뢰도가 각각  $R_1$ ,  $R_2$ 라고 가정하기로 한다. 이를 이용한 보상값은 수학적 식 1과 같이 계산될 수 있다.

수학적 식 1

$$\text{보상값} = \frac{R_1 \times |T_0 - T_1| + R_2 \times |T_0 - T_2|}{(R_1 + R_2)}$$

[0051]

[0052] 이와 같이 계산된 보상값을 동기화 주최 위성의 시간 정보에 반영하여 기준 시간을 계산할 수 있다.

[0053] 또한, 모든 위성의 초기 신뢰도 가중치는 고정된 수치로 초기화되며, 이는 각 위성들이 가지고 있는 동일한 동기화 이력인 블록을 참조하여 계산될 수 있다.

[0054] 위성에 대한 신뢰도 산출은 이전까지는 해당 위성이 참여한 동기 이력을 참조하는데 주변 위성과의 오차, 즉 주변 위성과의 시각의 일관성을 고려하여 산출될 수 있으며, 이는 구현 및 위성의 상황에 따라 달라질 수 있다.

[0055] 예를 들어, 특정 위성의 신뢰도는 주변 위성과의 오차의 합에 해당하는 항과 반비례하고, 주변 위성들과 주기적인 시간차가 적음을 나타내는 시각 일관성 항과 비례하도록 구현될 수도 있다.

[0056] 단계 220에서 동기화 주최 위성은 기준 시간을 이용하여 시간 동기화를 수행한다.

[0057] 단계 225에서 동기화 주최 위성은 동기화가 완료된 이후 동기화 이력을 보관한다. 여기서, 동기화 이력은 블록을 생성하는 기초 데이터가 되며, 해당 동기화 이력은 추후 각 위성들간의 시간 동기화시 신뢰도 연산을 수행하는 기초 데이터로 활용될 수 있다.

[0058] 또한, 동기화 주최 위성은 동기화 완료된 이후 동기화 이력을 모든 위성들에 전파한다. 동기 이력을 수신한 위성들은 별도의 저장 공간에 동기 이력을 보관할 수 있다.

[0059] 도 2에서는 동기화 주최 위성이 블록체인을 이용하여 시간 동기화하는 방법에 대해 설명하였다.

[0060] 동기화를 수행하는 주체와 블록을 발행하여 전파하는 주체는 동일할 수도 있으며 상이할 수도 있다. 따라서, 하기에서 도 3을 참조하여 별도로 설명하기로 한다.

[0062] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 블록 생성 및 전파 방법을 나타낸 순서도이다.

[0063] 단계 310에서 각 위성은 블록 생성을 위한 논스값(nonce)값을 찾는다.

[0064] 여기서, 각 위성의 신뢰도에 따라 블록 생성시 주어지는 난이도를 변경할 수도 있다. 이는 지분 증명 방식의 블록 생성 합의가 동기화에 사용될 수 있음을 의미한다. 즉, 현재 블록에 주어진 난이도가 5이고, 신뢰도가 1인 위성의 경우, 난이도 5를 만족하는 논스값을 찾아야 한다. 그러나 만일 신뢰도가 2인 위성의 경우 난이도 4를 만족하는 논스값을 찾아도 블록 생성을 인정할 수 있도록 블록 생성 난이도를 수정할 수도 있다.

[0065] 단계 315에서 대상 위성은 보관된 동기화 이력을 포함하여 블록을 생성한다.

[0066] 여기서, 대상 위성은 논스값을 찾은 위성일 수 있다.

[0067] 제약 조건(블록 생성 규칙)에 따라 신규 블록이 생성될 수 있다. 예를 들어, 제약 조건은 '매 n번의 동기화마다'와 같이 설정될 수 있다.

[0068] 이와 같이, 생성된 신규 블록은 블록 생성 합의에 도달해야 생성이 완료되어 유지될 수 있다. 예를 들어, 신규 블록은 작업 증명 기반, 지분 증명 기반, BFT 기반 등과 같은 신규 블록 생성 합의가 완료된 이후에 생성되고 유지될 수 있다.

[0069] 신규 블록 생성 합의가 완료된 이후, 생성된 신규 블록은 체인을 이루며 저장되며, 다음 블록의 유효성을 검증하는데 사용될 수도 있다. 또한, 전술한 바와 같이, 각 블록에 포함된 동기화 이력은 각 위성의 신뢰도를 추론

하는데 사용될 수 있다.

- [0070] 작업 증명 기반으로 블록체인이 운용되는 경우, 모든 위성이 가능한 한 같은 블록 체인을 가지고 있을 것이므로, 블록체인 내부의 동기화 이력을 통해 산출하는 각 위성의 신뢰도는 어떤 위성이 산출해도 같도록 구현될 수 있다.
- [0071] 시간 동기화 이력이 누적되어 블록 체인이 길어질수록 각 위성에 대한 신뢰도가 정확해지고 신뢰도에 따라 동기화를 진행함으로써 보다 안정적인 동기화가 가능하도록 하며, 악의적인 위성에 의한 동기화 교란을 최소화할 수 있는 이점이 있다.
- [0072] 단계 320에서 대상 위성은 생성된 블록을 전파한다.
- [0073] 생성된 블록을 전파 받은 위성은 보관하고 있던 동기 이력과 대조하여 블록에 포함된 동기 이력이 변조가 없다고 판단하면 블록을 자신의 블록 체인에 추가할 수 있다. 블록이 동시에 생성되는 경우 서로 다른 블록체인이 생성되어 충돌할 수도 있다. 이와 같은 경우, 가장 긴 블록체인을 받아들여 적용될 수 있다.
- [0074] 이와 같이, 블록이 충돌되어 하나의 블록체인을 결정하는 과정에서의 합의를 각 위성의 투표를 통해 진행할 수도 있다. 이를 통해 본 발명의 일 실시예에 따르면, BFT 기반 증명 방식의 합의 알고리즘이 동기화에 사용될 수도 있다.
- [0076] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 시간 동기화를 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [0077] 도 4에 도시된 바와 같이, 동기화 그룹은 복수개 존재할 수 있다. 각 동기화 그룹에서 시간 정보를 송수신하여 동기화를 수행하고, 그에 따른 동기화 이력이 전파될 수 있다.
- [0078] 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 동기화 그룹(410a), 제2 동기화 그룹(410b), 제3 동기화 그룹(410c), 제4 동기화 그룹(410d)이 존재한다고 가정하기로 한다. 각각의 동기화 그룹은 도 2에서 설명한 바와 같이 직접 통신 연결된 위성들간의 시간 정보를 상호 교환하고, 블록체인을 통해 제공되는 정보를 기초로 신뢰도를 추론한 후 신뢰도를 가중치로 하여 각 위성들에서 수신된 시간 정보의 가중평균값을 도출하여 보상함으로써 기준 시간을 계산할 수 있다.
- [0079] 각각의 동기화 그룹은 각각의 기준 시간을 이용하여 동기화를 수행하고, 동기화가 완료된 이후 각 동기화 이력을 기록하되, 기록된 동기화 이력을 모든 위성들로 전파할 수 있다. 이에 따라 각 위성들은 동기화 이력을 전달 받아 보관할 수 있다.
- [0080] 이후, 도 3에서 설명한 바와 같이, 각 위성들은 논스값을 탐색하여 보관된 동기화 이력을 포함하는 블록을 생성한 후 전파할 수 있다.
- [0082] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 저궤도 위성의 내부 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0083] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 저궤도 위성은 통신부(510) 메모리(520) 및 프로세서(530)를 포함하여 구성된다.
- [0084] 통신부(510)는 통신망을 통해 다른 위성들과 데이터를 송수신하기 위한 수단이다.
- [0085] 메모리(520)는 본 발명의 일 실시예에 따른 블록체인 기반 시간 동기화 방법을 수행하기 위한 다양한 명령어들을 저장한다.
- [0086] 프로세서(530)는 본 발명의 일 실시예에 따른 저궤도 위성의 내부 구성 요소들(예를 들어, 통신부(510) 메모리(520) 등)을 제어하기 위한 수단이다.
- [0087] 또한, 프로세서(530)는 메모리(520)에 저장된 명령어를 실행할 수 있으며, 프로세서(530)에 의해 실행된 명령어들은 도 2 내지 도 3에서 설명한 바와 같은 각각의 단계들을 수행할 수 있다. 이는 이미 전술한 바와 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0089] 본 발명의 실시예에 따른 장치 및 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야 통상의 기술자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기매체(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.

[0090] 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0091] 이제까지 본 발명에 대하여 그 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

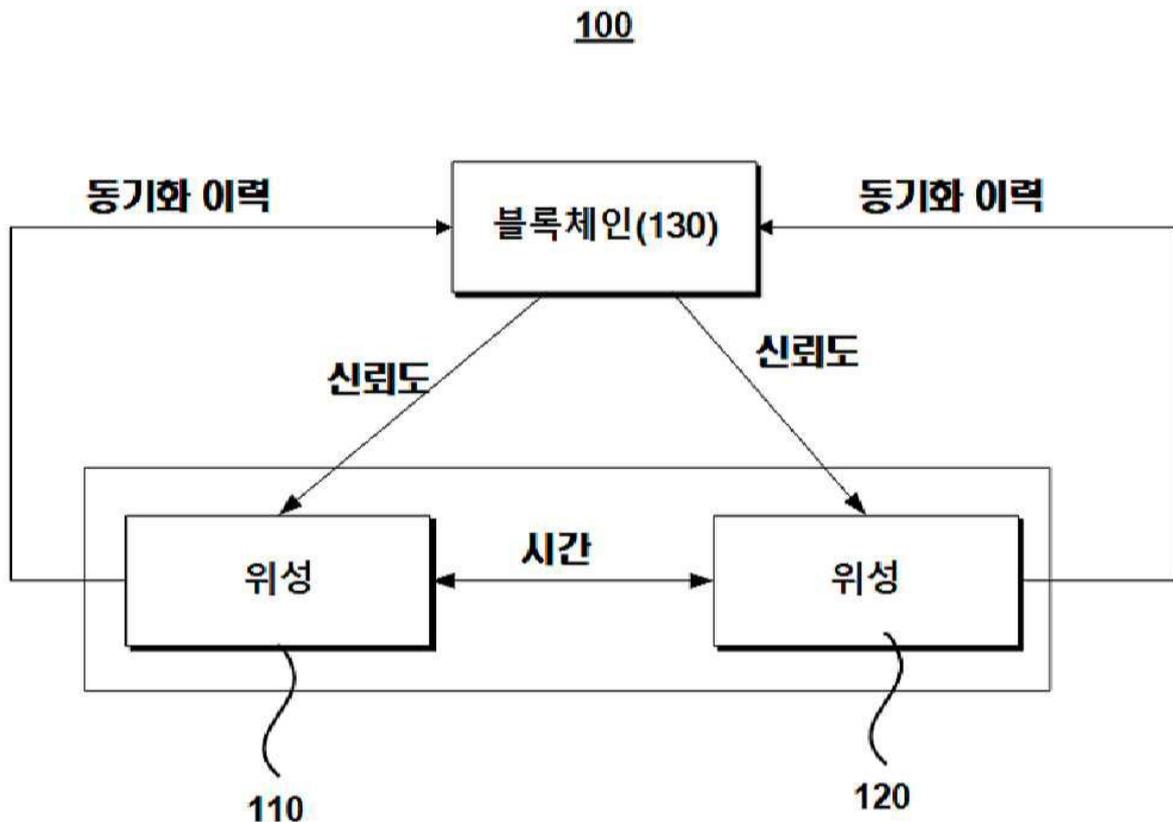
[0093] 100: 동기화 시스템

110, 120: 제1 위성, 제2 위성

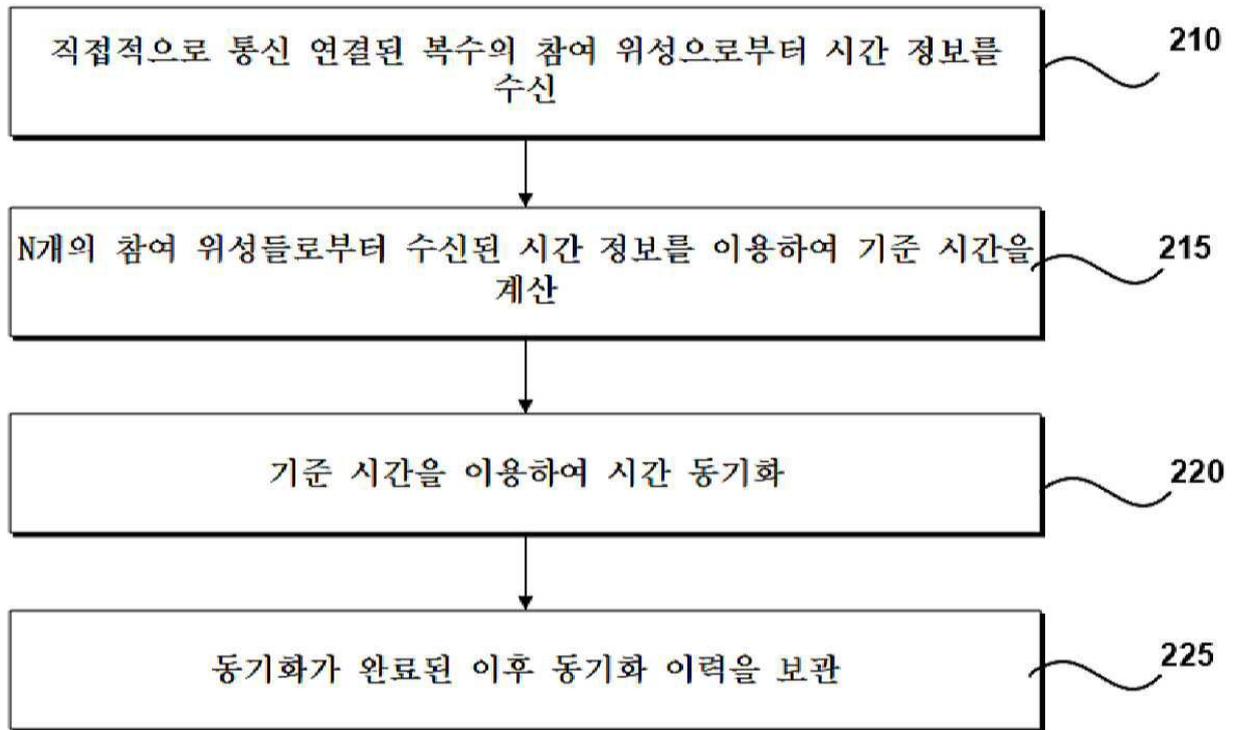
130: 블록체인

**도면**

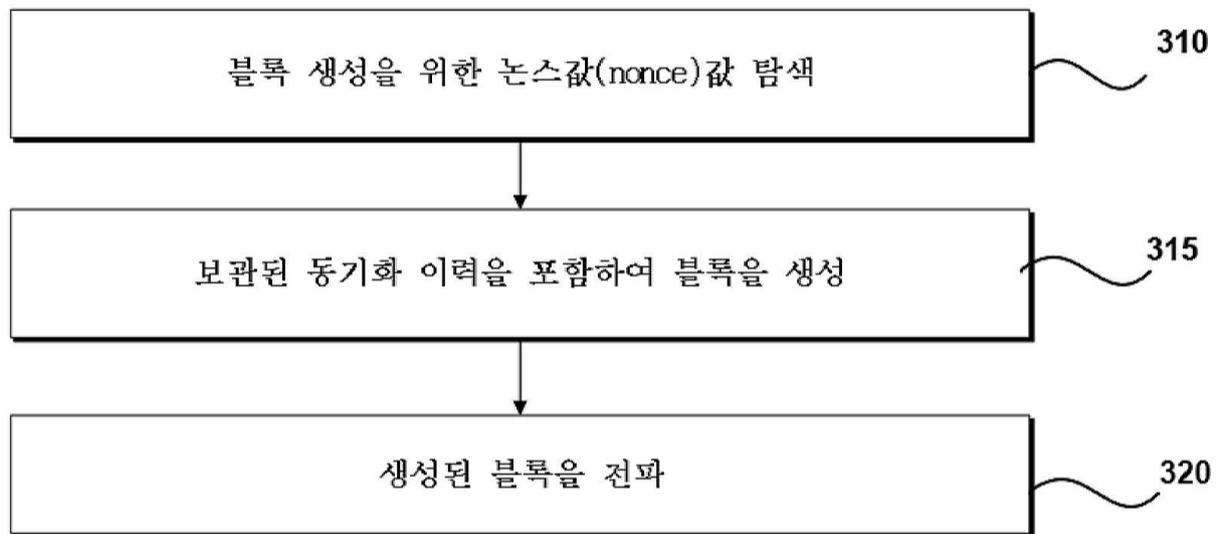
**도면1**



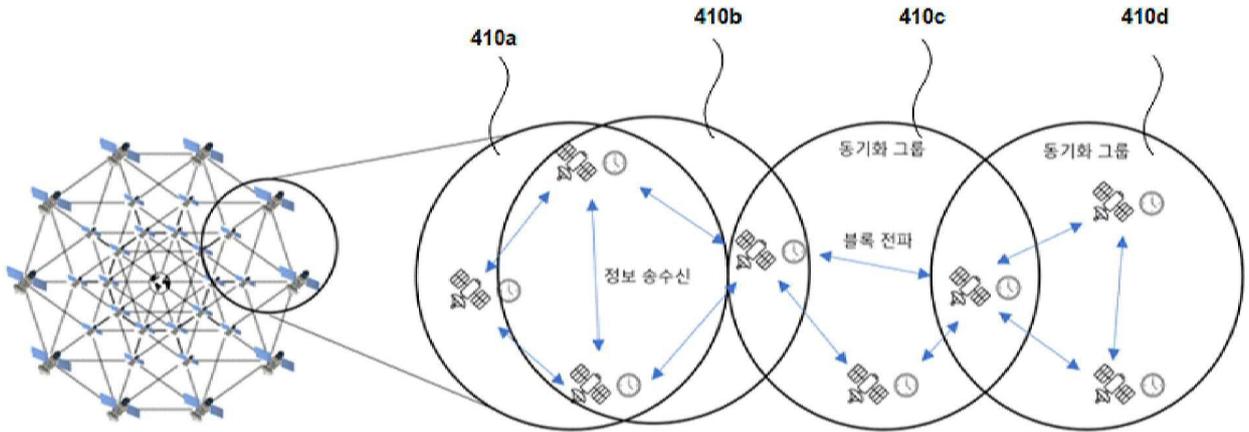
도면2



도면3



도면4



도면5

