



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0064926
(43) 공개일자 2020년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/022 (2017.01) H04B 7/08 (2017.01)
H04B 7/12 (2017.01) H04W 72/04 (2009.01)
H04W 88/08 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/022 (2013.01)
H04B 7/0854 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0153216
(22) 출원일자 2019년11월26일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020180151397 2018년11월29일 대한민국(KR)

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
홍준표
부산광역시 남구 수영로 345, 115동 508호
박재현
부산광역시 남구 신선로 566, 307동 1101호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인이상

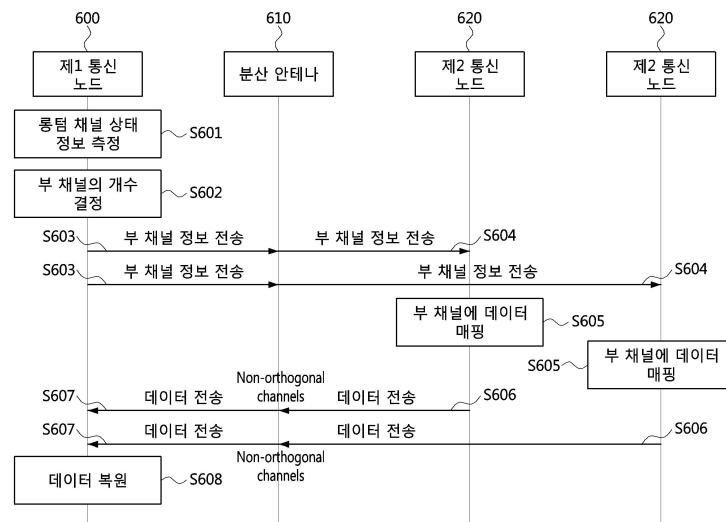
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 분산 안테나를 사용하는 통신 시스템에서 수행되는 신호 전송 방법 및 장치

(57) 요약

통신 시스템에서 수행되는 제1 통신 노드의 동작 방법은, 상기 제1 통신 노드와 제2 통신 노드 간의 롱텀(Long-term) 채널 상태 정보(Channel State Information, CSI)를 측정하는 단계, 상기 측정된 롱텀 채널 상태 정보에 기초하여, 상기 제2 통신 노드가 데이터를 전송하기 위한 부 채널(sub channel)의 개수를 결정하는 단계, 상기 부 채널의 개수를 지시하는 정보를 상기 제2 통신 노드로 전송하는 단계 및 상기 제1 통신 노드의 서비스 영역에 분산되어 배치된 다수개의 안테나들을 사용하여 상기 부 채널에서 상기 제2 통신 노드로부터 전송되는 데이터를 수신하는 단계를 포함한다. 따라서 통신 시스템이 향상될 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04B 7/0857 (2013.01)

H04B 7/12 (2013.01)

H04W 72/0453 (2013.01)

H04W 88/085 (2013.01)

(72) 발명자

신우람

대전광역시 유성구 죽동로 251, 307동 1802호

김석기

대전광역시 유성구 온천로 60, 101동 2505호

고영조

대전광역시 서구 청사서로 11, 106동 1003호

문성현

대전광역시 서구 만년로 25, 111동 501호

백승권

대전광역시 유성구 지족로 343, 205동 903호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017-0-00724

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터(IITP)

연구사업명 정보통신 방송연구개발사업

연구과제명 통합 핵심기술 개발
셀룰러 기반 산업 자동화 시스템 구축을 위한 5G 성능 한계 극복 저지연, 고신뢰, 초연결

기 여 율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2017.03.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

통신 시스템에서 수행되는, 제1 통신 노드의 동작 방법에 있어서,

상기 제1 통신 노드와 제2 통신 노드 간의 롱텀(Long-term) 채널 상태 정보(Channel State Information, CSI)를 측정하는 단계;

상기 측정된 롱텀 채널 상태 정보에 기초하여, 상기 제2 통신 노드가 데이터를 전송하기 위한 부 채널(sub channel)의 개수를 결정하는 단계;

상기 부 채널의 개수를 지시하는 정보를 상기 제2 통신 노드로 전송하는 단계; 및

상기 제1 통신 노드의 서비스 영역에 분산되어 배치된 다수개의 안테나들을 사용하여 상기 부 채널에서 상기 제2 통신 노드로부터 전송되는 데이터를 수신하는 단계를 포함하는, 제1 통신 노드의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 분산 안테나를 사용하는 통신 시스템에서 수행되는 신호 전송 방법 및 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 분산 안테나를 사용하는 통신 시스템에서 높은 신뢰도와 낮은 지연을 가지는 신호 전송 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 사물 인터넷(internet of things, IoT)을 통해 생산기기와 생산품 간의 정보교환 체계를 구축하여, 전체 생산 과정을 최적화하는 산업 정책을 이른바 인더스트리 4.0(Industry 4.0)이라고 한다. 이러한 인더스트리 4.0의 흐름으로, 제조업과 같은 전통 산업에 IT 시스템을 결합하여, 생산 시설들을 네트워크화하는 스마트 공장(smart factory)의 수요가 커지고 있는 실정이다.
- [0003] 현재 5G(5th Generation) 통신 시스템의 표준화 과정에서 공장 자동화(factory automation)를 위한 미션-크리티컬(mission-critical) 기계 타입 통신(machine type communication, MTC) 기술에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 여기서 미션-크리티컬이란 절대 시스템이 다운되어서는 안 되는 시스템을 의미한다. 예를 들어, 미션-크리티컬 시스템은 항공기 운행, 철도 제어 시스템, 은행의 온라인 시스템일 수 있다.
- [0004] 한편, 공장 자동화를 위한 기계 타입 통신(MTC)에는 높은 신뢰도 및 낮은 지연이 보장된 통신(Ultra-reliable and low latency communications, URLLC) 기술이 요구된다. 예를 들어, 기계 타입 통신(MTC)은 $1-10^{-8}$ 이상의 통신 신뢰도와 0.5 ms 내지 5.0 ms 수준의 통신 지연 성능이 충족되어야 한다. 현재 이와 같은 성능을 만족시키기 위한 무선 통신 기술이 논의되고 있다.
- [0005] 일 예로, 짧은 블록길이 패킷(short block length packet)을 사용하여 낮은 통신 지연을 달성하는 기술, 다중 안테나 다이버시티(multi-antenna diversity)를 고려한 기술, 한정된 공간에 많은 AP(Access Point)를 설치하여 AP와 단말 사이의 통신 거리를 줄이고 에너지 효율을 높이는 네트워크 고밀화(network densification) 기술, 자원 예약 절차(reservation phase)를 생략하여 기지국과 단말 사이에 발생하는 지연 시간을 감소시키는 비할당 접속(grant-free access) 기술에 대한 논의가 이루어지고 있다.
- [0006] 이와 같이, URLLC를 위한 통신 기술에 대해 많은 논의가 이루어져 있는 상황이지만, 상술한 성능을 만족시키기 위한 구체적인 기술에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 분산 안테나 시스템(DAS)에서 URLLC 성능을 만족시키는 신호 전송 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 통신 시스템에서 수행되는, 제1 통신 노드의 동작 방법은, 상기 제1 통신 노드와 제2 통신 노드 간의 롱텀(Long-term) 채널 상태 정보(Channel State Information, CSI)를 측정하는 단계, 상기 측정된 롱텀 채널 상태 정보에 기초하여, 상기 제2 통신 노드가 데이터를 전송하기 위한 부 채널(sub channel)의 개수를 결정하는 단계, 상기 부 채널의 개수를 지시하는 정보를 상기 제2 통신 노드로 전송하는 단계 및 상기 제1 통신 노드의 서비스 영역에 분산되어 배치된 다수개의 안테나들을 사용하여 상기 부 채널에서 상기 제2 통신 노드로부터 전송되는 데이터를 수신하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 의하면, 제1 통신 노드가 제2 통신 노드의 데이터 전송을 위한 자원 할당과정을 생략함으로써, 제1 통신 노드와 제2 통신 노드간 제어 신호 교환으로 발생하는 통신 지연을 감소시킬 수 있다.

[0010] 또한 데이터 전송에 있어, 제2 통신 노드가 제1 통신 노드로의 접속 요청 과정을 생략함으로써, 제1 통신 노드와 제2 통신 노드간 제어 신호 교환으로 발생하는 통신 지연을 감소시킬 수 있다.

[0011] 또한 제1 통신 노드와 제2 통신 노드가 분산되어 배치된 다수의 안테나를 이용하여 신호를 송수신함으로써, 신호의 간섭이 최소화 되도록 할 수 있다.

[0012] 또한 제1 통신 노드와 제2 통신 노드가 분산되어 배치된 다수의 안테나를 이용하여 신호를 송수신함으로써, 전송 동작을 수행하는 통신 노드가 어느 곳에 위치하더라도 비슷한 수준의 경로감쇄와 셰이딩(shadowing)이 나타나도록 함으로써, 궁극적으로 시스템 상에 존재하는 모든 통신 노드가 동일한 URLLC 성능을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1은 통신 시스템에서, 통신 네트워크를 도시한 개념도이다.

도 2는 통신 시스템에서, 통신 노드를 도시한 블록도이다.

도 3은 통신 시스템에서, 중앙 집중형 안테나 시스템(Central Antenna System, CAS)의 구조를 도시한 개념도이다.

도 4는 통신 시스템에서, 분산 안테나 시스템(Distributed Antenna System, DAS)의 구조를 도시한 개념도이다.

도 5는 통신 시스템에서, 분산 안테나 시스템(DAS)에서 수행되는 통신 노드들간의 관계를 구체적으로 도시한 개념도이다.

도 6은 통신 시스템에서, 통신 노드들 간의 신호 전송 과정을 도시한 순서도이다.

도 7은 통신 시스템에서, 통신 노드에 의해 결정되는 부 채널(sub channel)을 도시한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0015] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0016] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에

직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

- [0017] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0018] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0019] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0020] 명세서 전체에서 망(network)은, 예를 들어, WiFi(wireless fidelity)와 같은 무선인터넷, WiBro(wireless broadband internet) 또는 WiMax(world interoperability for microwave access)와 같은 휴대인터넷, GSM(global system for mobile communication) 또는 CDMA(code division multiple access)와 같은 2G 이동통신망, WCDMA(wideband code division multiple access) 또는 CDMA2000과 같은 3G 이동통신망, HSDPA(high speed downlink packet access) 또는 HSUPA(high speed uplink packet access)와 같은 3.5G 이동통신망, LTE(long term evolution)망 또는 LTE-Advanced망과 같은 4G 이동통신망, 및 5G 이동통신망 등을 포함할 수 있다.
- [0021] 명세서 전체에서 단말(terminal)은 이동국(mobile station), 이동 단말(mobile terminal), 가입자국(subscriber station), 휴대 가입자국(portable subscriber station), 사용자 장치(user equipment), 접근 단말(access terminal) 등을 지칭할 수도 있고, 단말, 이동국, 이동 단말, 가입자국, 휴대 가입자국, 사용자 장치, 접근 단말 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.
- [0022] 여기서, 단말로 통신이 가능한 데스크탑 컴퓨터(desktop computer), 랩탑 컴퓨터(laptop computer), 태블릿(tablet) PC, 무선전화기(wireless phone), 모바일폰(mobile phone), 스마트폰(smart phone), 스마트 워치(smart watch), 스마트 글래스(smart glass), e-book 리더기, PMP(portable multimedia player), 휴대용 게임기, 네비게이션(navigation) 장치, 디지털 카메라(digital camera), DMB (digital multimedia broadcasting) 재생기, 디지털 음성 녹음기(digital audio recorder), 디지털 음성 재생기(digital audio player), 디지털 영상 녹화기(digital picture recorder), 디지털 영상 재생기(digital picture player), 디지털 동영상 녹화기(digital video recorder), 디지털 동영상 재생기(digital video player) 등을 사용할 수 있다.
- [0023] 명세서 전체에서 기지국(base station)은 접근점(access point), 무선 접근국(radio access station), 노드 B(node B), 고도화 노드B(evolved nodeB), 송수신 기지국(base transceiver station), MMR(mobile multihop relay)-BS 등을 지칭할 수도 있고, 기지국, 접근점, 무선 접근국, 노드B, eNodeB, 송수신 기지국, MMR-BS 등의 전부 또는 일부의 기능을 포함할 수도 있다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 네트워크를 도시한 개념도이다.
- [0026] 도 2를 참조하면, 통신 네트워크(100)는 복수의 통신 노드들(110-1, 110-2, 110-3, 120-1, 120-2, 130-1, 130-2, 130-3, 130-4, 130-5, 130-6)로 구성될 수 있다. 복수의 통신 노드들 각각은 적어도 하나의 통신 프로토콜을 지원할 수 있다. 예를 들어, 복수의 통신 노드들 각각은 CDMA(code division multiple access) 기반의 통신 프로토콜, WCDMA(wideband CDMA) 기반의 통신 프로토콜, TDMA(time division multiple access) 기반의 통신 프로토콜, FDMA(frequency division multiple access) 기반의 통신 프로토콜, OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 기반의 통신 프로토콜, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 기반의 통신 프로토콜, SC(single carrier)-FDMA 기반의 통신 프로토콜, NOMA(non-orthogonal multiple access) 기반의 통신

프로토콜, SDMA(space division multiple access) 기반의 통신 프로토콜 등을 지원할 수 있다. 복수의 통신 노드들 각각은 다음과 같은 구조를 가질 수 있다.

- [0027] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 통신 노드를 도시한 블록도이다.
- [0028] 도 2를 참조하면, 통신 노드(200)는 적어도 하나의 프로세서(210), 메모리(220) 및 네트워크와 연결되어 통신을 수행하는 송수신 장치(230)를 포함할 수 있다. 또한, 통신 노드(200)는 입력 인터페이스 장치(240), 출력 인터페이스 장치(250), 저장 장치(260) 등을 더 포함할 수 있다. 통신 노드(200)에 포함된 각각의 구성 요소들은 버스(bus)(270)에 의해 연결되어 서로 통신을 수행할 수 있다.
- [0029] 프로세서(210)는 메모리(220) 및 저장 장치(260) 중에서 적어도 하나에 저장된 프로그램 명령(program command)을 실행할 수 있다. 프로세서(210)는 중앙 처리 장치(central processing unit, CPU), 그래픽 처리 장치(graphics processing unit, GPU), 또는 본 발명의 실시예들에 따른 방법들이 수행되는 전용의 프로세서를 의미할 수 있다. 메모리(220) 및 저장 장치(260) 각각은 휘발성 저장 매체 및 비휘발성 저장 매체 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다. 예를 들어, 메모리(220)는 읽기 전용 메모리(read only memory, ROM) 및 랜덤 액세스 메모리(random access memory, RAM) 중에서 적어도 하나로 구성될 수 있다.
- [0030] 도 3은 통신 시스템에서, 중앙 집중형 안테나 시스템(Central Antenna System, CAS)의 구조를 도시한 개념도이다.
- [0031] 도 3을 참조하면, 중앙 집중형 안테나 시스템(CAS)은 각 셀 내의 중앙에 기지국이 위치하며, 기지국의 위치에 기지국의 송수신 안테나가 배치될 수 있다. 설명의 편의를 위해 이동 통신 시스템이 3 개의 셀(110, 120, 130)들로 구성된 경우를 가정하여 설명한다. 이동 통신 시스템에서, 각각의 셀(110, 120, 130)에는 중앙에 위치한 안테나(10), 제1 단말(12) 및 제2 단말(14)이 존재할 수 있다. 기지국은 안테나(10)를 통해 셀(110, 120, 130)에 위치한 제1 단말(12) 및 제2 단말(14)에 대하여 이동 통신 서비스를 제공할 수 있다. 제1 단말(12)이 안테나(10)를 이용하여 이동 통신 서비스를 이용하는 경우, 제2 단말(14)과 비교하여 안테나(10)까지의 거리가 상대적으로 멀기 때문에, 다른 통신 노드들의 데이터(또는 패킷(packet)) 전송 속도가 상대적으로 낮아질 수 있다. 이와 같이, 이동 통신 시스템에서, 셀 별 안테나가 해당 셀의 중앙에 배치되는 중앙 집중형 안테나 시스템(CAS)의 경우, 셀마다 복수개의 안테나들이 셀의 중앙에 배치되어, 통신 노드들이 셀의 서비스 영역에 대한 통신을 수행하도록 운용될 수 있다.
- [0032] 한편, 상술한 중앙 집중형 안테나 시스템(CAS)와 대비되는 시스템으로 분산 안테나 시스템(Distributed Antenna System: DAS)이 있다. 분산 안테나 시스템(DAS)의 경우 셀의 서비스 영역에 기지국의 안테나들이 골고루 분산되어 배치됨으로써, 기지국이 중앙 집중형 안테나 시스템(CAS)보다 향상된 이동 통신 서비스를 제공할 수 있다.
- [0033] 도 4는 통신 시스템에서, 분산 안테나 시스템(Distributed Antenna System, DAS)의 구조를 도시한 개념도이다.
- [0034] 도 4를 참조하면, 분산 안테나 시스템(DAS)은 각 셀 내의 중앙에 기지국이 위치하며, 각 셀 내의 전 서비스 영역에 기지국의 안테나들이 분산되어 배치될 수 있다. 설명의 편의를 위해 이동 통신 시스템이 3 개의 셀(210, 220, 230)들로 구성된 경우를 가정하여 설명한다. 분산 안테나 시스템(DAS)은 다수개의 셀(210, 220, 230)들로 이루어질 수 있다. 각 셀(210, 220, 230)에는 중앙에 위치한 중앙 안테나(20), 셀(210, 220, 230)에서 전 서비스 영역에 분산되어 설치된 다수개의 분산 안테나(26-1, 26-2, 26-3, 26-4), 제1 단말(22) 및 제2 단말(24)이 존재할 수 있다. 제1 단말(22) 및 제2 단말(24)은 중앙 안테나(20) 및 분산 안테나(26-1, 26-2, 26-3, 26-4)들 중에서 상향 링크 또는 하향 링크 전송을 위해 선택되는 적어도 어느 하나에 해당하는 통신 안테나를 통해 기지국으로부터 이동 통신 서비스를 제공받을 수 있다.
- [0035] 예를 들어 제1 단말(22)은 가까운 위치의 분산 안테나(26-1, 26-2)를 통해 기지국으로부터 이동 통신 서비스를 제공받고, 제2 단말(24)은 중앙 안테나(20)를 통해 기지국으로부터 이동 통신 서비스를 제공받을 수 있다. 통신 시스템이 중앙 집중형 안테나 시스템(CAS)을 지원하는 경우, 제1 단말(22)은 중앙 안테나(20)로부터 멀리 떨어져 있기 때문에 상대적으로 데이터 전송 속도가 낮아질 수 있다. 그러나, 통신 시스템이 분산 안테나 시스템(DAS)을 지원하는 경우, 제1 단말(22)은 가까운 분산 안테나(26-1, 26-2)들을 통해 상대적으로 높은 속도로 데이터를 전송할 수 있다.
- [0036] 도 5는 통신 시스템에서, 분산 안테나 시스템(DAS)에서 수행되는 통신 노드들간의 관계를 구체적으로 도시한 개념도이다.
- [0037] 도 5를 참조하면, 분산 안테나 시스템(DAS)은 N 개의 분산 안테나(distributed antenna)(310-1, 310-2, 썸,

310- N), 분산 안테나들(310-1, 310-2, 쉼, 310- N)과 광대역 유선 케이블로 연결되어 수신된 데이터를 복원하는 제1 통신 노드(300) 및 전송할 데이터를 가진 K 개의 제2 통신 노드들(300-1, 300-2, 쉼, 300- K)을 포함할 수 있다.

[0038] 제1 통신 노드(300)는 기지국의 중앙 유닛(Central Unit, CU)일 수 있다. 일 실시예로서, 기지국의 중앙 유닛(CU)은 기지국 기능을 중앙 유닛(CU)과 분산 유닛(Distributed Unit, DU)으로 분리하여 배치시키는 분리형 기지국 배치(Centralized Deployment) 형태에 포함되는 노드일 수 있다. 중앙 유닛(CU)은 상위 계층(Upper Layers)의 기능을 수행하는 노드일 수 있다. 구체적으로 중앙 유닛(CU)은 기지국의 RRC(Radio Resource Control), SDAP(Service Data Adaptation Protocol) 및 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층을 호스팅하는 로지컬 노드(Logical Node)일 수 있다.

[0039] 제2 통신 노드(300-1, 300-2, 쉼, 300- K)는 단말일 수 있다. 일 실시예로서, 단말은 기계 타입 통신(MTC)에 사용되는 단말일 수 있다. 기계 타입 통신(MTC) 서비스를 이용하는 단말은 MTC 단말로 명명될 수 있고, 센서(sensor), 계량기 및 감시 카메라 등을 포함할 수 있다. 한편, 제2 통신 노드(300-1, 300-2, 쉼, 300- K)는 단일 안테나를 가질 수 있다.

[0040] 분산 안테나(310-1, 310-2, 쉼, 310- N)는 제1 통신 노드(300)의 서비스 영역에 포함되는 안테나 또는 안테나 그룹일 수 있다. 분산 안테나(310-1, 310-2, 쉼, 310- N)는 일정 간격 이상으로 떨어진 안테나 또는 안테나 그룹을 의미하기도 하지만, 본 명세서에서는 이러한 의미에 한정되지 않고 더 넓은 의미로 사용될 수 있다.

[0041] 도 6은 통신 시스템에서, 통신 노드들 간의 신호 전송 과정을 도시한 순서도이다.

[0042] 제1 통신 노드(600)는 단말로 동작하는 제2 통신 노드(620)의 개수, 제2 통신 노드(620)들의 위치 정보, 분산 안테나(610)의 개수, 분산 안테나(610)의 위치 정보, 롱텀(Long-term) 채널 상태 정보(Channel State Information, CSI), URLLC 통신 신뢰도 요구치(ϵ) 등의 정보를 측정할 수 있다(S601). 여기서 롱텀 채널 상태 정보는 긴 시간 간격으로 측정된 제1 통신 노드(600)와 제2 통신 노드(620) 간의 채널 정보를 의미할 수 있다. 롱텀 채널 상태 정보는 전체 주파수 대역의 신호 대 간섭 및 잡음 비(Signal to Interference and Noise Ratio, SINR) 정보, 제1 통신 노드(600)의 송신 안테나 및 제2 통신 노드(620)의 수신 안테나의 상관 계수 행렬(correlation coefficient matrix) 정보, 각 서브 밴드에 대한 채널 품질 정보(Channel Quality Information, CQI) 및 채널 방향 정보(Channel Direction Information, CDI), 제2 통신 노드(620)의 이동 속력 정보 또는 제2 통신 노드(620)에 대해 이웃하는 제1 통신 노드(600)의 동기 정보(synchronization information) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0043] 제1 통신 노드(600)는 S601 단계에서 측정된 롱텀 채널 상태 정보가 포함된 정보에 기초하여, 제2 통신 노드(620)들이 데이터 전송에 사용할 주파수 대역을 결정할 수 있다(S602). 제1 통신 노드(600)는 제2 통신 노드(620)들이 데이터 전송에 사용할 주파수 대역을 결정하기 위해, 주파수 대역을 부 채널(sub channel)화할 수 있다. 제1 통신 노드(600)는 주파수 대역을 부 채널화하는 과정에서, 데이터 전송에 필요한 최적(또는 최소)의 부 채널의 개수(N_b)를 결정할 수 있다.

[0044] 제1 통신 노드(600)는 패킷의 짧은 채널코딩 블록 길이로 발생하는 블록 에러 확률(ϵ_c), k 번째 제2 통신 노드(620)의 전송 패킷에 대한 신호 대 간섭 잡음비(SINR)의 평균 값(μ_k) 및 분산 값(σ_k^2)에 기초하여, 전송 실패 확률이 URLLC 통신 신뢰도 요구치(ϵ) 이하가 되도록 최적의 부 채널 개수(N_b)를 결정할 수 있다.

[0045] 즉, 제1 통신 노드(600)는 패킷의 짧은 채널코딩 블록 길이로 발생하는 블록 에러 확률(ϵ_c)과 숏텀(Short term) 페이딩(Fading)의 랜덤성(Randomness)에 따른 신호 대 간섭 잡음비(SINR)저하로 발생하는 채널의 아웃지(outage) 확률($\Pr[\Gamma_k < \Gamma_{th}(\epsilon_c)]$)을 고려한 상향 링크 전송 오류 확률이 URLLC 통신 신뢰도 요구치(ϵ)보다 작아질 수 있도록 최적의 부 채널 개수(N_b)를 결정할 수 있다. 여기서, $\Gamma_{th}(\epsilon_c)$ 는 후술하는 [수학식 2]로 표현될 수 있고, Γ_k 는 후술하는 [수학식 6]으로 표현될 수 있다.

한편, 패킷의 짧은 채널코딩 블록 길이로 발생하는 블록 에러 확률(ϵ_c)과 신호 대 간섭 잡음비(SINR)저하로 발생하는 채널의 아웃티지(outage) 확률($\Pr[\Gamma_k < \Gamma_{th}(\epsilon_c)]$)을 함께 고려한 상향 링크 전송 오류 확률은 하기 [수학식 1]과 같이 표현될 수 있다.

[수학식 1]

$$1 - \Pr[s_k \geq u](1 - \epsilon_c) \approx \Pr[s_k < u] + \epsilon_c$$

여기서 u 는 전송 패킷의 크기(size)를 의미할 수 있다. 제1 통신 노드(600)는 상기 [수학식 1]로 표현되는 확률이 URLLC 통신 신뢰도 요구치(ϵ) 보다 작아지도록, 부 채널 개수(N_B)를 설정할 수 있다. 구체적으로, 제1 통신 노드(600)는 하기 알고리즘을 통해 최적의 부 채널 개수(N_B)를 계산할 수 있다.

Algorithm 1 Required resource minimization for uplink URLLC

```

1: Initialize:
    $N_B \leftarrow 0,$ 
    $\epsilon_c \leftarrow \epsilon$ 
2: do
3:    $N_B \leftarrow N_B + 1$ 
4:   Compute  $\Gamma_{th}(\epsilon_c)$ 
5:   Compute  $\mu_k$  and  $\sigma_k^2$  for  $k \in \mathcal{K}$ 
6:    $k^* \leftarrow \arg \max_{k \in \mathcal{K}} \frac{\Gamma_{th}(\epsilon_c) - N_B \mu_k}{\sigma_k \sqrt{N_B}}$ 
7:   do
8:      $k_{old}^* \leftarrow k^*$ 
9:      $\epsilon_c \leftarrow \arg \min_{x \geq 0} x + f_{k^*}(\Gamma_{th}(x))$ 
10:    Compute  $\Gamma_{th}(\epsilon_c)$ 
11:     $k^* \leftarrow \arg \max_{k \in \mathcal{K}} \frac{\Gamma_{th}(\epsilon_c) - N_B \mu_k}{\sigma_k \sqrt{N_B}}$ 
12:   while  $k^* \neq k_{old}^*$ 
13: while  $\epsilon_c + f_{k^*}(\Gamma_{th}(\epsilon_c)) > \epsilon$ 

```

여기서 $\Gamma_{th}(\epsilon_c)$ 는 하기 [수학식 2]와 같이 표현될 수 있다.

[수학식 2]

$$\Gamma_{th}(\epsilon_c) \approx \exp \left[\frac{u \log 2}{T_f W} + \frac{1}{\sqrt{T_f W}} Q^{-1}(\epsilon_c) \right] - 1$$

또한 $f_k(x)$ 는 하기 [수학식 3]과 같이 표현될 수 있다.

[수학식 3]

$$f_k(x) = 1 - Q \left(\frac{x - N_B \mu_k}{\sigma_k \sqrt{N_B}} \right)$$

여기서, u 는 전송 패킷의 크기를 의미하고, $\mathcal{K}$ 는 제2 통신 노드(620)의 집합(group)을 의미할 수 있다. 한편, 제1 통신 노드(600)에 의해 결정된 부 채널은 도 7과 같을 수 있다.

도 7은 통신 시스템에서, 제1 통신 노드(600)에 의해 결정되는 부 채널을 도시한 개념도이다. 도 7을 참조하면, 제1 통신 노드(600)는 제2 통신 노드(620)가 데이터를 전송하기 위한 주파수 대역을, 주파수 대역폭이 W 인 N_B 개의 부 채널로 부 채널화 할 수 있다. 상술한 바와 같이, 제1 통신 노드(600)는 룬텀 채널 상태 정보에 기초하여, 목표하는 URLLC 성능 요구치가 달성될 수 있도록, 전송에 사용될 부 채널의 개수 N_B 를 결정할 수 있다.

[0059] 다시 도 6을 참조하면, 제1 통신 노드(600)는 멀티캐스트(Multicast) 방식을 통해, 부 채널의 개수를 지시하는 정보를 분산 안테나(610)를 통해, 관련된 제2 통신 노드(620)들에게 알릴 수 있다(S603, S604). 제2 통신 노드(620)들은 부 채널의 개수를 지시하는 정보를 분산 안테나(610)를 통해 제1 통신 노드(600)로부터 수신할 수 있다.

[0060] 제2 통신 노드(620)들은 제1 통신 노드(600)로부터 수신한 정보에 기초하여, 부 채널에 데이터를 매핑하고(S605), 동일한 주파수 대역을 사용하여, 동시에 분산 안테나(610)로 데이터를 전송할 수 있다(S606). 이 때, 다수의 제2 통신 노드(620)들은 동일한 시간 및 주파수 자원을 공유하며 송수신을 수행하는 비직교 다중 접속(Non-orthogonal Multiple Access, NOMA) 방식을 통해 데이터를 전송할 수 있다. 예를 들어, 제2 통신 노드(620)들은 비직교 채널에 기초하여 데이터를 전송할 수 있다.

[0061] 구체적으로, 제2 통신 노드(620)는 주파수 다이버시티(Diversity) 활용을 통해, 주파수 대역폭이 W 인 N_B 개의 부 채널로 동일한 데이터를 분산 안테나(610)로 전송할 수 있다.

[0062] 한편, 분산 안테나(610)는 제2 통신 노드(620)들로부터 데이터를 수신할 수 있다. 즉, N 개의 분산 안테나(610)는 N_B 개의 부 채널로 전송된 제2 통신 노드(620)들로부터의 데이터(또는 신호)들을 수신할 수 있다. N 개의 분산 안테나(610)가 제2 통신 노드(620)들로부터 수신한 신호($\mathbf{y}_b$)는 하기 [수학식 4]와 같이 표현될 수 있다.

[0063] [수학식 4]

$$\mathbf{y}_b = \sum_k \mathbf{h}_{b,k} x_k + \mathbf{z}_b$$

[0064] 여기서, $\mathbf{h}_{b,k}$ 는 k 번째 제2 통신 노드(620)의 패킷이 부 채널(b)을 통해 겪는 채널 이득을 의미할 수 있고, $\mathbf{z}_b$ 는 부 채널(b)에서의 수신 잡음을 의미할 수 있다. 한편, $\mathbf{y}_b$ 는 $\mathbf{y}_b \in \mathbb{C}^N$ 일 수 있고, $\mathbf{h}_{b,k}$ 는 $\mathbf{h}_{b,k} \in \mathbb{C}^N$ 일 수 있으며, $\mathbf{z}_b$ 는 $\mathbf{z}_b \in \mathbb{C}^N$ 일 수 있다.

[0066] 분산 안테나(610)는 수신된 신호를 제1 통신 노드(600)로 전송할 수 있다(S607). 즉, 제1 통신 노드(600)는 제1 통신 노드(600)의 서비스 영역에 분산되어 배치된 다수개의 분산 안테나(610)를 사용하여 부 채널에서 제2 통신 노드(620)로부터 전송되는 데이터를 수신할 수 있다.

[0067] 제1 통신 노드(600)는 분산 안테나(610)로부터 수신한 신호들을 조합하여 각 제2 통신 노드(620)들이 전송한 데이터를 복원할 수 있다(S608). 제1 통신 노드(600)는 N 개의 분산 안테나(610)로부터 수신한 각 부 채널의 수신 신호에 최소 평균 제곱 오차(Minimum Mean Square Error, MMSE) 필터를 적용하여 하기 [수학식 5]로 표현되는 합성 신호를 생성하고, 이에 기초하여 안테나 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.

[0068] [수학식 5]

$$\tilde{\mathbf{y}}_{b,k} = \mathbf{w}_{b,k}^H \mathbf{y}_b = \mathbf{w}_{b,k}^H \mathbf{h}_{b,k} x_k + \tilde{\mathbf{z}}_{b,k}$$

[0069] 여기서, $\tilde{\mathbf{z}}_{b,k}$ 는 $\tilde{\mathbf{z}}_{b,k} = \mathbf{w}_{b,k}^H \mathbf{z}_b$ 이고, $\mathbf{w}_{b,k}$ 는 $\mathbf{w}_{b,k} = \left(N_0 \mathbf{I}_N + \frac{P}{N_{BW}} \sum_{i \neq k} \mathbf{h}_{b,i} \mathbf{h}_{b,i}^H \right)^{-1}$ 일 수 있다. 그리고 $\mathbf{h}_{b,k}$ 는 k 번째 제2 통신 노드(620)가 전송한 패킷의 복원을 수행하는 최소 평균 제곱 오차(MMSE)필터일 수 있다. 이후, 제1 통신 노드(600)는 최소 평균 제곱 오차(MMSE)필터를 통해 생성된 N_B 개의 합성 신호를 최대 비 합성(Maximum Ratio Combining, MRC)하여 주파수 다이버시티를 얻을 수 있다. 제1 통신 노드(600)는 최대 비 합성(MRC)을 적용한 후, 각 제2 통신 노드(620)들이 전송한 데이터를 복원할 수 있다. 이 때, 제2 통신 노드(620)가 전송한 데이터에 대한 신호 대 간섭 잡음비(SINR)(Γ_k)는 하기 [수학식 6]과 같이 표현될 수 있다.

[0071] [수학식 6]

$$\Gamma_k = \frac{P}{N_B W} \sum_{b=1}^{N_B} \mathbf{w}_{b,k}^H \mathbf{h}_{b,k}$$

[0072]

[0073] 본 발명은 통신 시스템에서, 모든 제2 통신 노드(620)들의 패킷 전송 성공확률이 $1 - \epsilon$ 이상이 되도록 할 수 있다. 또한 제2 통신 노드(620)는 제1 통신 노드(600)로의 접속 요청(Access Request) 및 제1 통신 노드(600)로부터의 자원 할당 과정(grant)을 수행하지 않음으로써, 제어 신호 교환으로 발생하는 통신 지연을 줄일 수 있다.

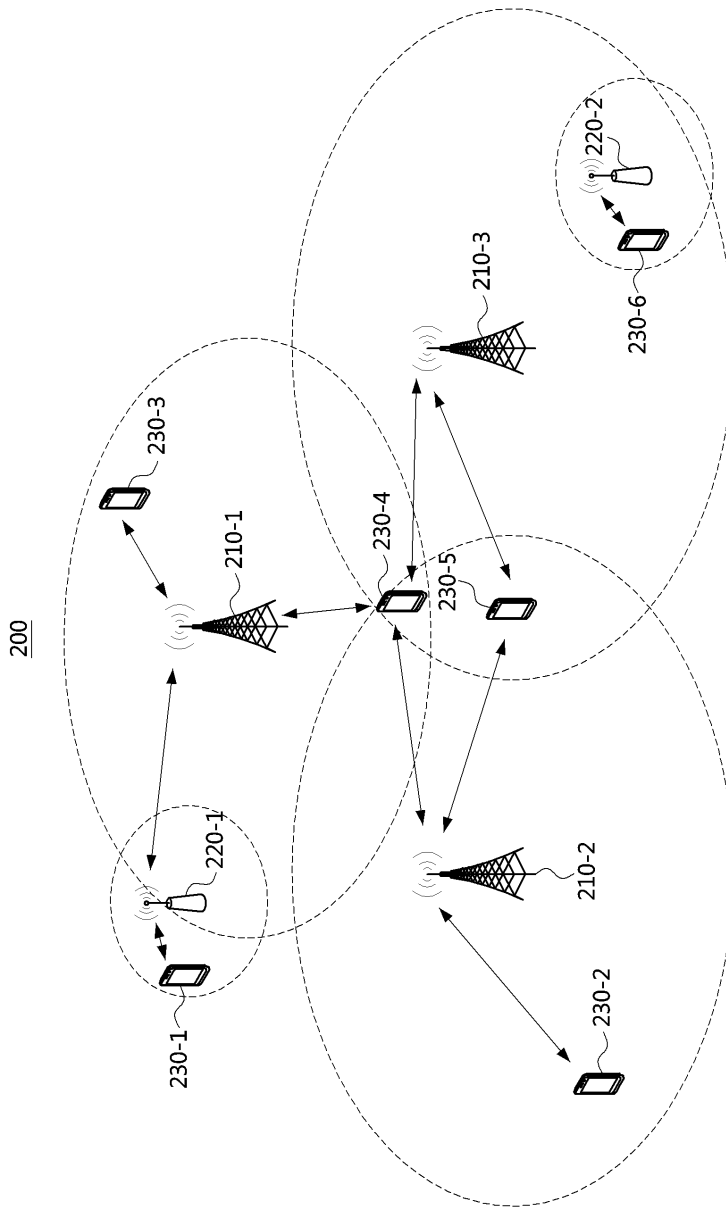
[0075] 본 발명에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통해 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위해 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체의 예에는 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리(flash memory) 등과 같이 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함될 수 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러(compiler)에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터(interpreter) 등을 사용해서 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다. 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 적어도 하나의 소프트웨어 모듈로 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0076] 또한, 상술한 방법 또는 장치는 그 구성이나 기능의 전부 또는 일부가 결합되어 구현되거나, 분리되어 구현될 수 있다.

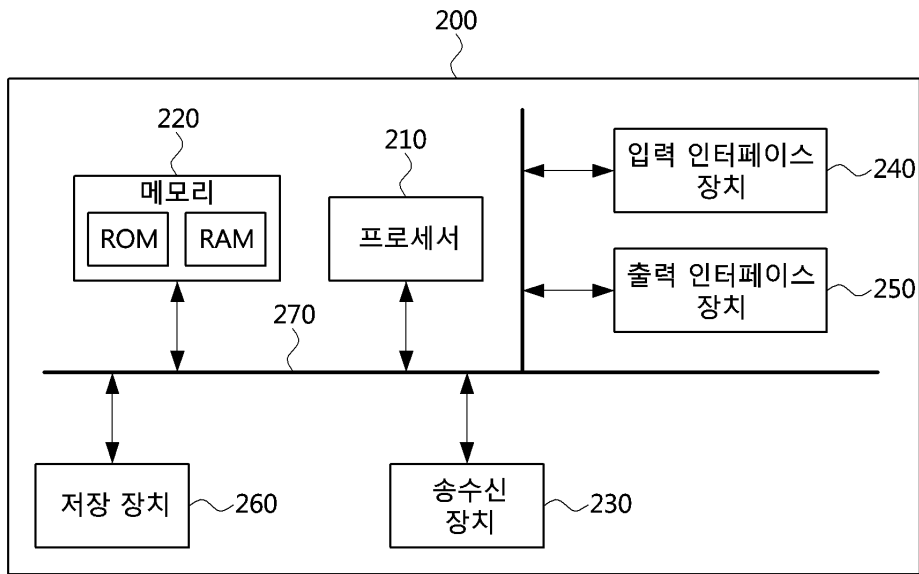
[0077] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

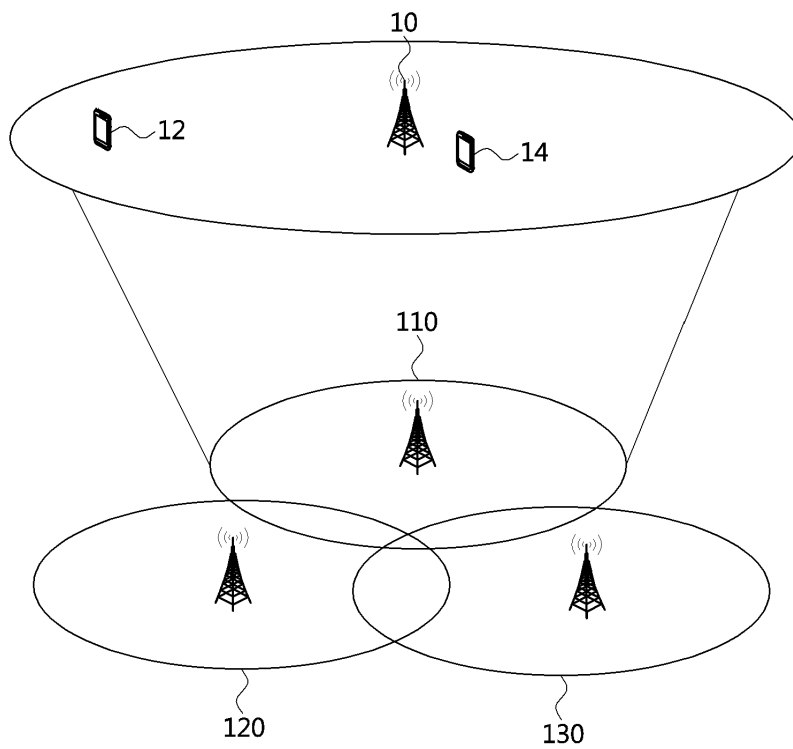
도면1



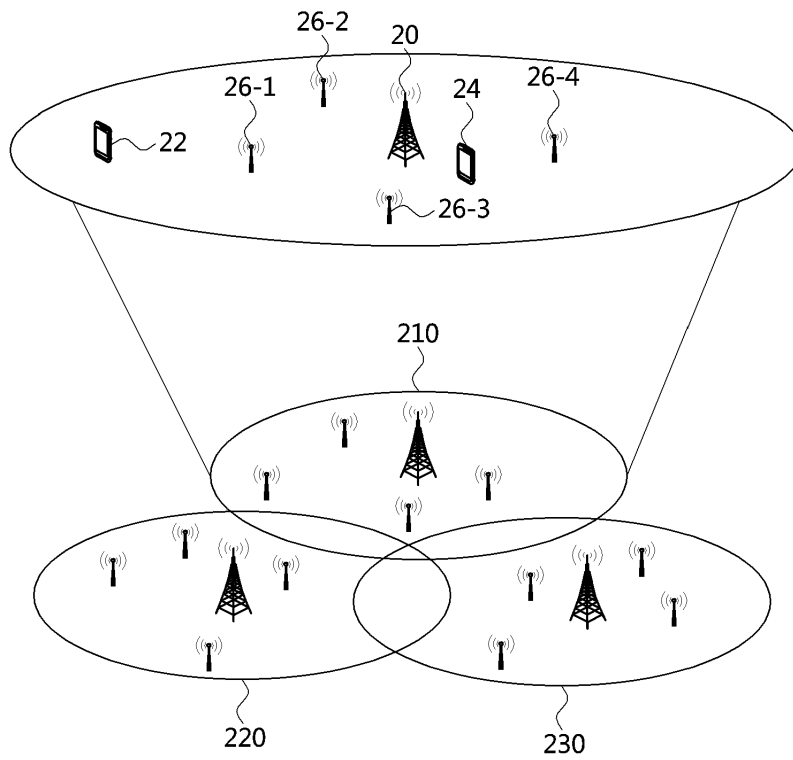
도면2



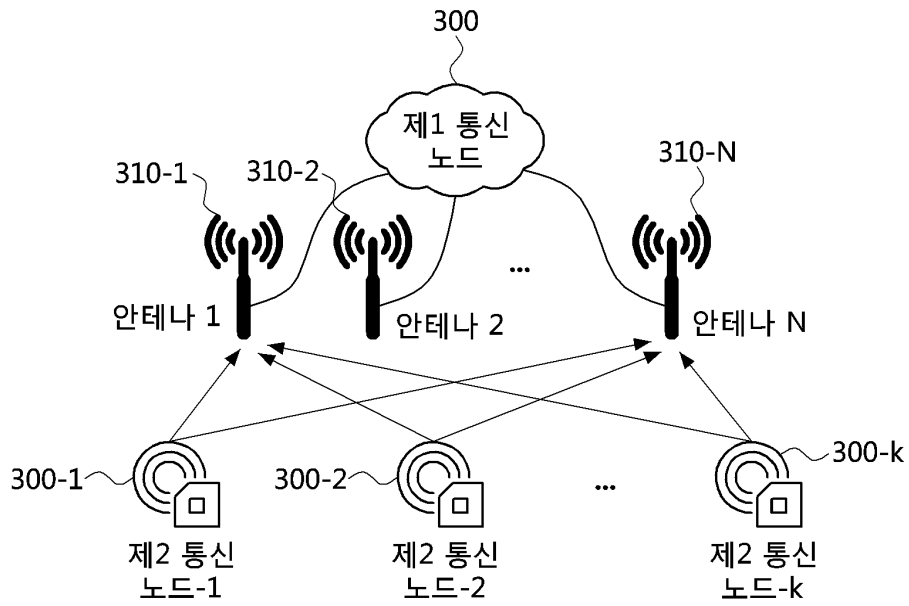
도면3



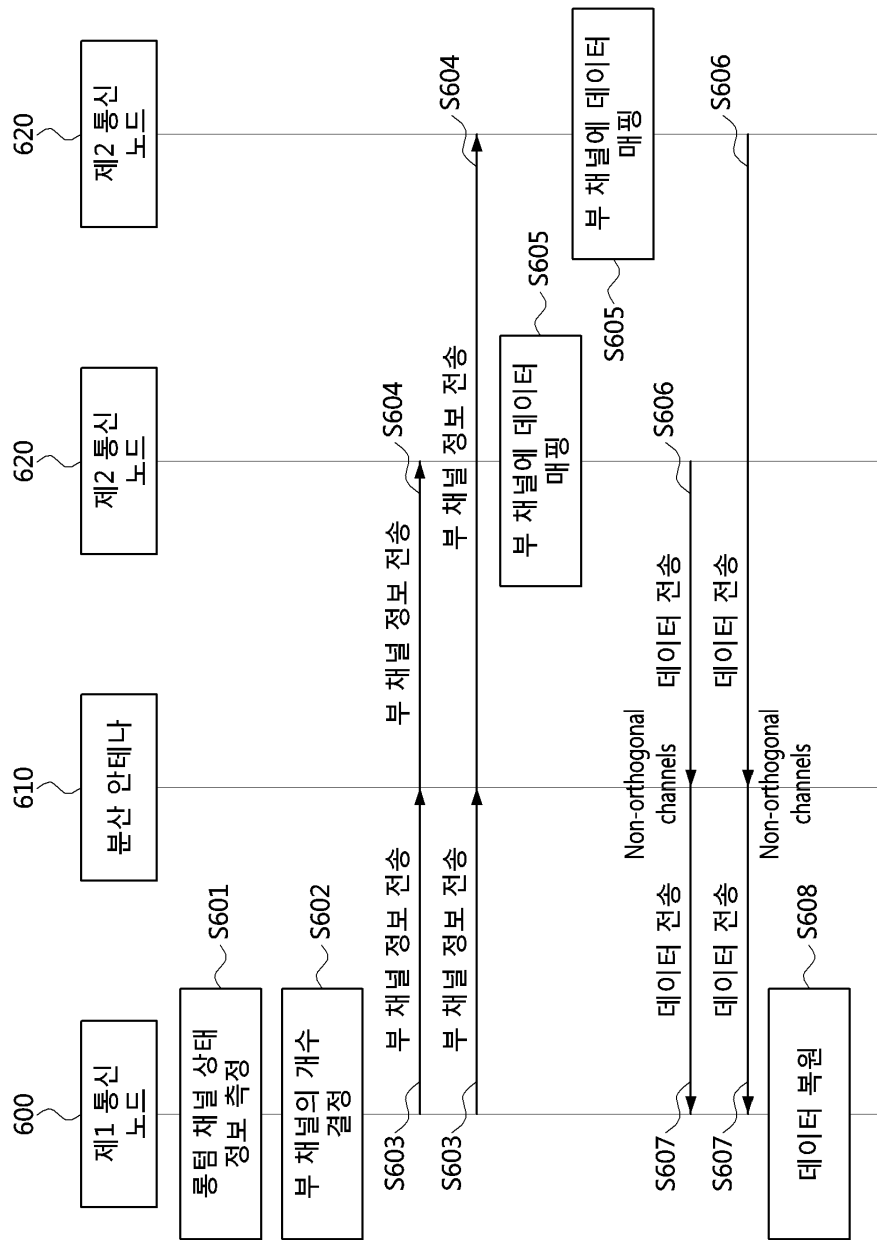
도면4



도면5



도면6



도면7

