

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2024-0171891
(43) 공개일자 2024년12월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04W 24/06 (2009.01) H04B 17/391 (2015.01)
H04B 7/0413 (2017.01) H04L 1/20 (2006.01)
H04L 25/02 (2006.01) H04L 25/03 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01) H04L 5/00 (2006.01)
H04W 84/06 (2019.01)

(52) CPC특허분류

H04W 24/06 (2013.01)
H04B 17/3912 (2023.05)

(21) 출원번호 10-2023-0070402

(22) 출원일자 2023년05월31일

심사청구일자 2023년05월31일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

장경희

서울특별시 마포구 백범로 205, 101동 1110호(신공덕동, 마포펜트하우스)

차이탈리

인천광역시 미추홀구 한나루로463번길 114(용현동)

(74) 대리인

양성보

전체 청구항 수 : 총 7 항

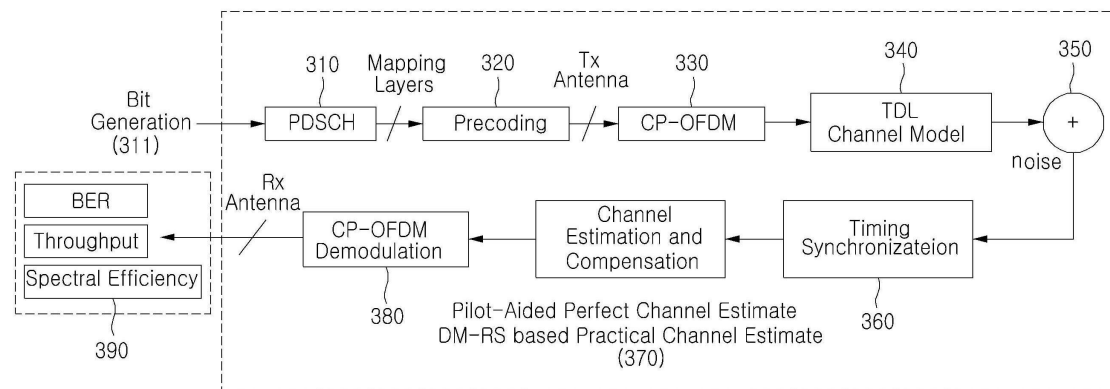
(54) 발명의 명칭 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템 및 방법

(57) 요약

6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 방법 및 시스템이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 방법은 다운링크 사용자 데이터 전송을 위해 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)에 대한

(뒷면에 계속)

대표도



링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 PDSCH을 인코딩하는 단계, 주기적 전치부호의 오버헤드 및 예상 지연 스프레드에 따른 부반송파 간격에 대한 상한을 설정하기 위해 전치부호의 직교주파수분할을 통한 변조를 수행하는 단계, 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 TDL(Tapped Delay Line) 전파 채널 모델링 및 노이즈를 추가하고, 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위한 타이밍 동기화를 수행하는 단계, 타이밍 동기화 수행 후, DM-RS(Demodulation Reference Signal) 기반 채널 추정 및 보상을 수행하고, DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행 완료 후, 전치부호 직교주파수분할을 통한 복조를 수행하는 단계 및 사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 다운링크 사용자 데이터 전송을 위한 PDSCH의 링크 레벨 성능을 BER, 최대 처리량 및 스펙트럼의 측면에서 분석하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

H04B 7/0413 (2013.01)

H04L 1/203 (2013.01)

H04L 25/0202 (2013.01)

H04L 27/26025 (2023.05)

H04L 27/2695 (2021.01)

H04L 5/0051 (2013.01)

H04W 84/06 (2019.01)

H04L 2025/03566 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193694
과제번호	2021-0-00794-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	방송통신산업기술개발사업
연구과제명	[Ezbaro] 3차원 공간 이동통신 기술 개발(3차년도)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국전자통신연구원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

다운링크 사용자 데이터 전송을 위해 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)에 대한 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 PDSCH를 인코딩하는 단계;

주기적 전치부호의 오버헤드 및 예상 지연 스프레드에 따른 부반송파 간격에 대한 상한을 설정하기 위해 전치부호의 직교주파수분할을 통한 변조를 수행하는 단계;

링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 TDL(Tapped Delay Line) 전파 채널 모델링 및 노이즈를 추가하고, 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위한 타이밍 동기화를 수행하는 단계;

타이밍 동기화 수행 후, DM-RS(Demodulation Reference Signal) 기반 채널 추정 및 보상을 수행하고, DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행 완료 후, 전치부호 직교주파수분할을 통한 복조를 수행하는 단계; 및

사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 다운링크 사용자 데이터 전송을 위한 PDSCH의 링크 레벨 성능을 BER, 최대 처리량 및 스펙트럼의 측면에서 분석하는 단계

를 포함하는 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 다운링크 사용자 데이터 전송을 위해 PDSCH에 대한 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 PDSCH를 인코딩하는 단계는,

채널 추정 시 MIMO 및 빔포밍의 영향을 식별하기 위해 MIMO 프리코딩을 수행하는

5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 주기적 전치부호의 오버헤드 및 예상 지연 스프레드에 따른 부반송파 간격에 대한 상한을 설정하기 위해 전치부호의 직교주파수분할을 통한 변조를 수행하는 단계는,

전치부호의 직교주파수분할에 대한 고속 푸리에 변환 크기 및 부반송파 간격에 따라 채널 대역폭이 결정되고,

위상 노이즈 및 도플러 효과를 감소시키기 위해 최소 부반송파 간격이 반송파 주파수, 위상 잡음 및 도플러 효과에 의해 결정되는 적응형 뉴머올로지(numerology) 기법을 이용하는

5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 타이밍 동기화 수행 후, DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행하고, DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행 완료 후, 전치부호 직교주파수분할을 통한 복조를 수행하는 단계는,

파일럿 지원 채널 추정 및 DM-RS 기반 실용적 채널 추정을 통해 상기 직교주파수분할을 통해 변조된 신호 내 파일럿 부반송파를 이용하여 파일럿 주파수에서 주파수 영역의 채널 특성을 추정하고, 사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 DM-RS 심볼 패턴과 함께 전방 로드 DM-RS 기반 채널 추정을 수행하여 DM-RS 심볼 패턴의 밀도가 증가된 파일럿 패턴을 생성하는

5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 방법.

청구항 5

다운링크 사용자 데이터 전송을 위해 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)에 대한 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 PDSCH를 인코딩하고, 채널 추정 시 MIMO 및 빔포밍의 영향을 식별하기 위해 MIMO 프리코딩을 수행하는 인코딩부;

주기적 전치부호의 오버헤드 및 예상 지연 스프레드에 따른 부반송파 간격에 대한 상한을 설정하기 위해 전치부호의 직교주파수분할을 통한 변조를 수행하고, DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행 완료 후, 전치부호 직교주파수분할을 통한 복조를 수행하는 주파수 분할부;

링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 TDL(Tapped Delay Line) 전파 채널 모델링 및 노이즈를 추가하고, 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위한 타이밍 동기화를 수행하는 모델링부;

타이밍 동기화 수행 후, DM-RS(Demodulation Reference Signal) 기반 채널 추정 및 보상을 수행하는 채널 추정 및 보상부; 및

사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 다운링크 사용자 데이터 전송을 위한 PDSCH의 링크 레벨 성능을 BER, 최대 처리량 및 스펙트럼의 측면에서 분석하는 분석부

를 포함하는 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 주파수 분할부는,

전치부호의 직교주파수분할에 대한 고속 푸리에 변환 크기 및 부반송파 간격에 따라 채널 대역폭이 결정되고,

위상 노이즈 및 도플러 효과를 감소시키기 위해 최소 부반송파 간격이 반송파 주파수, 위상 잡음 및 도플러 효과에 의해 결정되는 적응형 뉴머롤로지(numerology) 기법을 이용하는

5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 채널 추정 및 보상부는,

파일럿 지원 채널 추정 및 DM-RS 기반 실용적 채널 추정을 통해 상기 직교주파수분할을 통해 변조된 신호 내 파일럿 부반송파를 이용하여 파일럿 주파수에서 주파수 영역의 채널 특성을 추정하고, 사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 DM-RS 심볼 패턴과 함께 전방 로드 DM-RS 기반 채널 추정을 수행하여 DM-RS 심볼 패턴의 밀도가 증가된 파일럿 패턴을 생성하는

5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 6G 네트워크에서 5G 기술은 향상된 지상과 커버리지로 NTN(Non-Terrestrial Network)을 지원하고 업그레이드된 서비스를 제공할 것으로 기대된다. 에어-투-그라운드 네트워크(Air-to-ground), HAP(High-Altitude Platforms) 및 위성 통신 네트워크는 모두 NTN의 일부이다. NTN 통신은 엄청난 유연성과 지상 및 위성 네트워크의 통합을 보장하기 위해 6G 무선 통신에 매우 중요할 수 있다. 에어-투-그라운드 네트워크는 항공기에 기내 연결을 제공하고, 스위프 커버리지를 개선하기 위해 서비스 일관성을 보장하기 위한 지상 모바일 네트워크의 기지국(Base

Stations; BS)과 동일한 기능을 수행하는 지상국을 배치한다. 에어-투-그라운드 네트워크의 지상국 안테나는 위쪽을 향하고 지상국 간 사이트 거리는 지상 모바일 네트워크보다 훨씬 크다. 에어-투-그라운드 네트워크와의 고유한 호환성으로 인해 3GPP NTN 연구는 지금까지 주로 위성 통신 네트워크에 초점을 맞추었다. 3GPP(Third Generation Partnership Project)는 현재 5G NR(New Radio)을 표준화하기 위해 노력하고 있다. 서비스 기반 네트워크 아키텍처, 2-계층(중앙 장치 및 분산 장치) 무선 액세스 네트워크 아키텍처, 유연한 프레임 구조의 무선 인터페이스를 포함한 새로운 기능 및 솔루션이 3GPP NR TR(Technical Reports) 및 TS(Technical Specifications)에 채택되었다. 3GPP Rel-17의 작업 항목은 NR을 위한 NTN 분야의 솔루션을 정의하고 평가하기 위해 설정되었으며 위성 액세스에 우선 순위가 있다. 또한, Rel-18 및 Rel-19 연구 항목이 인정되어 연구가 진행 중임을 나타낸다.

[0003]

사용자 데이터를 전송하기 위해 5G NR(New Radio)에서 사용하는 물리적 다운링크 공유 채널을 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)라고 한다. 5G-NR을 위한 참조 신호, 즉 복조 참조 신호(Demodulation Reference Signal; DM-RS) 및 위상 추적 참조 신호(Phase Tracking Reference Signal; PT-RS)는 PDSCH와 관련된다. TS 38.211에 따르면 이러한 신호는 PDSCH 할당 내에서 생성된다. 코히어런트 PDSCH 복조에서 채널 추정은 DM-RS에 의해 수행된다. PT-RS는 공통 위상 오류(Common Phase Error; CPE)를 해결하기 위해 3GPP 5G NR에서 구현된다. 국부 발진기에 의해 생성된 위상 잡음은 시스템 성능을 크게 저하시킨다. ICI(Inter-Carrier Interference) 및 CPE 간섭은 모두 이로 인해 발생한다. CPE를 사용하면 수신된 심볼의 각 부반송파 회전은 동일하고, 부반송파는 ICI로 인해 직교성을 잃는다. PT-RS의 주요 기능은 CPE가 시스템 성능에 미치는 영향을 평가하고 줄이는 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004]

(특허문헌 0001) [1] 3GPP TR 38.811 V15.4.0. Study on New Radio (NR) to Support Non-Terrestrial Networks. Technical Specification Group Radio Access Network, Release-15 September 2019.

(특허문헌 0002) [2] Giordani, M.; Zorzi, M. Non-terrestrial networks in the 6G era: Challenges and opportunities. IEEE Netw. 2020, 35, 244-251.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005]

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 단일 경로 레일리(Rayleigh), 리치안(Rician) 및 다중 TDL 채널 모델과 같은 3GPP NR-NTN 채널 모델에서 PDSCH로 알려진 다운링크 사용자 데이터 전송을 위한 5G-NR 물리적 채널의 링크 레벨 성능을 BER, 달성 가능한 최대 처리량 및 스펙트럼 효율성의 측면에서 분석하여 500km/h의 고기동성 및 고정 UE에서 다양한 수비학과 MCS(modulation and coding schemes), 파일럿 지원 퍼팩트 및 DM-RS 기반 실제 채널 추정, MIMO/빔포밍 체계의 영향을 식별하는 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 방법 및 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0006]

일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 방법은 다운링크 사용자 데이터 전송을 위해 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)에 대한 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 PDSCH를 인코딩하는 단계, 주기적 전치부호의 오버헤드 및 예상 지연 스프레드에 따른 부반송파 간격에 대한 상한을 설정하기 위해 전치부호의 직교주파수분할을 통한 변조를 수행하는 단계, 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 TDL(Tapped Delay Line) 전파 채널 모델링 및 노이즈를 추가하고, 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위한 타이밍 동기화를 수행하는 단계, 타이밍 동기화 수행 후, DM-RS(Demodulation Reference Signal) 기반 채널 추정 및 보상을 수행하고, DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행 완료 후, 전치부호 직교주파수분할을 통한 복조를 수행하는 단계 및 사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 다운링크 사용자 데이터 전송을 위한 PDSCH의 링크 레벨 성능을 BER, 최대 처리량 및 스펙트럼의 측면에서 분석하는 단계를 포함한다.

- [0007] 상기 다운링크 사용자 데이터 전송을 위해 PDSCH에 대한 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 PDSCH을 인코딩하는 단계는 채널 추정 시 MIMO 및 빔포밍의 영향을 식별하기 위해 MIMO 프리코딩을 수행한다.
- [0008] 상기 주기적 전치부호의 오버헤드 및 예상 지연 스프레드에 따른 부반송파 간격에 대한 상한을 설정하기 위해 전치부호의 직교주파수분할을 통한 변조를 수행하는 단계는 전치부호의 직교주파수분할에 대한 고속 푸리에 변환 크기 및 부반송파 간격에 따라 채널 대역폭이 결정되고, 위상 노이즈 및 도플러 효과를 감소시키기 위해 최소 부반송파 간격이 반송파 주파수, 위상 잡음 및 도플러 효과에 의해 결정되는 적응형 뉴머롤로지(numerology) 기법을 이용한다.
- [0009] 상기 타이밍 동기화 수행 후, DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행하고, DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행 완료 후, 전치부호 직교주파수분할을 통한 복조를 수행하는 단계는 파일럿 지원 채널 추정 및 DM-RS 기반 실용적 채널 추정을 통해 상기 직교주파수분할을 통해 변조된 신호 내 파일럿 부반송파를 이용하여 파일럿 주파수에서 주파수 영역의 채널 특성을 추정하고, 사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 DM-RS 심볼 패턴과 함께 전방 로드 DM-RS 기반 채널 추정을 수행하여 DM-RS 심볼 패턴의 밀도가 증가된 파일럿 패턴을 생성한다.
- [0010] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템은 다운링크 사용자 데이터 전송을 위해 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)에 대한 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 PDSCH을 인코딩하고, 채널 추정 시 MIMO 및 빔포밍의 영향을 식별하기 위해 MIMO 프리코딩을 수행하는 인코딩부, 주기적 전치부호의 오버헤드 및 예상 지연 스프레드에 따른 부반송파 간격에 대한 상한을 설정하기 위해 전치부호의 직교주파수분할을 통한 변조를 수행하고, DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행 완료 후, 전치부호 직교주파수분할을 통한 복조를 수행하는 주파수 분할부, 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 TDL(Tapped Delay Line)전파 채널 모델링 및 노이즈를 추가하고, 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위한 타이밍 동기화를 수행하는 모델링부, 타이밍 동기화 수행 후, DM-RS(Demodulation Reference Signal) 기반 채널 추정 및 보상을 수행하는 채널 추정 및 보상부 및 사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 다운링크 사용자 데이터 전송을 위한 PDSCH의 링크 레벨 성능을 BER, 최대 처리량 및 스펙트럼의 측면에서 분석하는 분석부를 포함한다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명의 실시예들에 따르면 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 방법 및 시스템을 통해 단일 경로 레일리(Rayleigh), 리시안(Rician) 및 다중 TDL 채널 모델과 같은 3GPP NR-NTN 채널 모델에서 PDSCH로 알려진 다운링크 사용자 데이터 전송을 위한 5G-NR 물리적 채널의 링크 레벨 성능을 BER, 달성 가능한 최대 처리량 및 스펙트럼 효율성의 측면에서 분석하여 500km/h의 높은 이동성 및 고정 UE에서 다양한 수비학과 MCS(modulation and coding schemes), 파일럿 지원 펄스 및 DM-RS 기반 실제 채널 추정, MIMO/빔포밍 체계의 영향을 식별할 수 있다. 이와 같이, 링크 레벨 시뮬레이션 결과를 기반으로 6G 기술 진화에서 높은 이동성을 지원하기 위해 NTN을 위한 5G-NR 기반 잠재적인 솔루션을 제안할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지상과 및 비지상과 네트워크 시나리오 및 사용 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴머롤로지를 위한 NR 프레임 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고기동성을 지원하기 위한 5G-NR 물리 계층의 링크 레벨 시뮬레이션 모델의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 고기동성을 지원하기 위한 DM-RS 심볼을 갖는 5G-NR 서브프레임을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 고정 UE에서 SCS 15kHz에 대한 다양한 MCS 레벨에서의 BER 성능을 나타내는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 고정 UE에서 SCS 15kHz에 대한 다양한 MCS 레벨에서의 처리량 성능을 나타

내는 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 TDL-A(NLOS) 및 TDL-E (LOS)에 대해 500km/h에서 파일럿 지원 완전 및 DM-RS 기반 실제 채널 추정 하의 링크 레벨 성능을 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 500km/h에서 다양한 5G-NR 뉴머올로지 하의 링크 레벨 성능을 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 500km/h에서 다양한 MIMO 체계 하의 링크 레벨 성능을 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 TDL-A(NLOS) 및 TDL-E(LOS)에 대한 추가 DM-RS 심볼이 있는 프론트 로드 DM-RS 기반 채널 추정의 링크 레벨 성능을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] NTN(Non-Terrestrial Network) 시스템은 6G 통신 시스템에서 기대되는 높은 이동성을 필요로 하는 애플리케이션에 광역 커버리지를 제공할 수 있다. 본 발명은 NTN 연결을 위한 5G-NR 물리계층 구성요소 기반의 고기동성 지원 시스템을 제안한다. 본 발명에서는 5G-NR 뉴머올로지(numerologies)의 최적화와 다양한 변조 및 코딩 방식(Modulation and Coding Schemes; MCS), 3GPP NR-NTN 채널 모델, 500km/h의 높은 이동성 및 고정 UE에서 파일럿 지원 퍼펙트 및 DM-RS 기반 실제 채널 추정 하에서 링크 레벨 시뮬레이션을 사용하는 MIMO/빔포밍 방식의 영향을 제안한다.
- [0014] 본 발명은 최대 500km/h의 UE 이동성을 지원하기 위해 3GPP NR-NTN TDL(Tapped Delay Line) 채널 모델에서 5G-NR PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)의 링크 레벨 시뮬레이션을 수행한다. NTN의 진화에 활용될 5G-NR 기반 잠재적인 요소에 대해 BER(Bit Error Rate), 최대 달성 가능 처리량(Mbps) 및 스펙트럼 효율(bps/Hz)을 분석한다. 또한, 높은 이동성을 지원하기 위해 채널 추정에 활용하기 위해 보다 조밀한 DM-RS 심볼 패턴을 제안하는데, 시뮬레이션 결과 프론트 로드 심볼 구조를 사용하면서 빠른 디코딩 능력이 입증되었기 때문이다. 시뮬레이션 결과는 120kHz 및 DM-RS 기반 채널 추정과 같은 대규모 5G-NR 뉴머올로지가 높은 링크 안정성과 368.832Mbps의 달성 가능한 최대 처리량 및 3.68bps/의 스펙트럼 효율성을 제공하여 UE의 고기동성을 지원함을 보여준다. TDL-E(LOS) 채널 모델에 대한 64-QAM 미만의 120KHz SCS는 6G 서비스의 NTN에서 천음속(transonic speed) 기동성을 지원하는 잠재적인 솔루션이 될 수도 있다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 지상과 및 비지상과 네트워크 시나리오 및 사용 예시를 설명하기 위한 도면이다.
- [0017] 3GPP TR 38.811[1]에서는 배포 시나리오, NTN용 채널 모델 및 NR 인터페이스 효과가 큰 지역에 대해 설명한다. 또한 이 TR은 NTN 배치 시나리오와 시스템 특징(예를 들어, 아키텍처, 고도 및 궤도)을 지정한다. TR 38.821은 위성 액세스에 중점을 두고 NTN에서 NR 프로토콜이 작동할 수 있도록 하는 다양한 전제 조건과 조정을 해결한다. UAS(Unmanned Aircraft System)에 기반을 두고 HAP를 포함하는 네트워크는 지연/도플러 값과 변동률이 더 낮은 비지상과 액세스의 주목할 만한 사례가 될 수 있다. 목표에는 몇 가지 구축 시나리오(예를 들어, LEO 위성)에서 5G-NR의 성능 평가, 물리적 계층에 대한 잠재적 영향 수집, 솔루션 정의, 계층-2 및 계층-3과 관련된 5G-NR 솔루션, RAN 아키텍처 및 관련 기술이 포함된다. 3GPP TR 22.822 표준은 지상과 NG-RAN과 사업자 계약이 소유하거나 적용되는 NTN 기반 NG-RAN 간의 서비스 연속성을 가능하게 한다. 이러한 TR은 NTN 기반 액세스 구성요소를 5G 시스템에 통합하고 새로운 서비스 및 요구사항(예를 들어, 설정, 구성, 유지보수 및 규정)을 해결하기 위한 서비스 제공 사용 사례를 정의하는 것을 목표로 한다.
- [0018] 3GPP TR 28.808은 비즈니스 역할, 서비스, 관리 및 조정과 같은 통합 위성 구성요소를 갖춘 5G 네트워크의 주요 과제를 설명한다. 이 시나리오는 잠재적인 솔루션을 조사하고, 위성 기술을 현재 비즈니스 모델에 단순하게 통합하고, 현재 5G 네트워크의 관리 및 조정 부분을 고려한다. 위성 통신에 5G-NR을 적용하는 것은 NR 사양의 Release 15에 기초한다. 물리 계층 및 사용자 평면 특성에 초점을 맞춘 LEO(Low Earth Orbit) 및 GEO(Geostationary Earth Orbit) 기반 NTN 시스템 모두에서 연결 모드 및 유휴 모드 이동성과 NR 관련 네트워크 설계 구성요소의 문제를 강조했다. 비지상과 네트워크 또는 네트워크 요소는 기지국 또는 전송 장비 중계 노드를 공중 또는 우주에서 운반되는 우주선에 탑재된 페이로드로 가지고 있다. 위성은 LEO의 경우 400km에서 2,000km, MEO(Medium Earth Orbit)의 경우 2,000km에서 35,786km, GEO의 경우 35,786km의 궤도 높이를 기준으로

로 우주 운반체로 분류된다. GEO는 적도에 대한 각도 기울기가 0인 지동식 궤도이다.

- [0019] 도 1을 참조하면, 지상과 및 비지상과 네트워크 시나리오 및 사용 예시를 도시 하였다. 지상과 네트워크(110) 및 비지상과 네트워크(120)의 범위는 시골, 도시 및 외딴 지역과 NTN 간의 통신뿐만 아니라 고기동성 애플리케이션 시나리오로서 도 1과 같이 다양한 사용 사례에 대한 다양한 색상의 벡터 및 핵심 네트워크에서 위성, HAPS(high-altitude platforms)/UAV 및 고속 열차와 같은 지상과 네트워크와 드론 간의 통신과 함께 표시된다.
- [0020] 지상과 단말기, 지상과 기지국과 유사한 기능을 할 수 있는 항공 또는 우주국, 지상과 단말기, 공중 또는 우주국 간의 서비스 링크, 그리고 비지상과 액세스 네트워크를 피더 링크를 통해 코어 네트워크에 연결하는 게이트웨이는 6G 기술에서 비지상과 네트워크의 주요 구성 요소이다. 6G 시대의 NTN 개발을 위해 위성 스테이션, HAP 및 UAV를 고려할 수 있다. 3GPP는 다양한 공중 및 우주 운반 부품의 통합 정도에 따라 여러 NTN 아키텍처를 추진하고 있다. 투명한 위성 기반 RAN(Radio Access Network) 아키텍처는 정확히 3GPP가 사용자의 신호를 피더 링크에서 서비스 링크로 전송하거나 그 반대로 전송하는 것을 정확히 예상한다. 위성 페이로드에서 신호 재생을 구현하면서 위성 간 통신을 가능하게 하는 재생 위성 기반 RAN 설계가 6G에 고려될 것이다. 또한 6G 기술은 지상과 및 비지상과 액세스를 통합하는 두 개의 투명 RAN(GEO 또는 LEO 또는 둘의 조합)을 갖춘 다중 연결 아키텍처를 제공할 것이다.
- [0021] 비지상과 기술은 배달, 일기 예보, 비디오 감시, 텔레비전 전송, 원격 감지 및 내비게이션과 같은 작업을 가능하게 하기 위해 제안되었다. 통신 복원력 및 서비스 연속성, 글로벌 위성 오버레이, 유비쿼터스 사물인터넷(IoT) 방송, 고급 백홀링 및 에너지 효율적인 하이브리드 멀티플레이와 같은 고급 사용 사례를 활성화하기 위해, 최근 항공/우주 산업의 기술 발전은 지상과와 비지상과 기술 간의 통합을 가능하게 했다. 아키텍처, 스펙트럼, 안테나 및 더 높은 계층의 발전을 위해 6G에서 NTN을 지원할 수 있는 몇 안 되는 기술에는 GaN(Gallium Nitride), 인지 스펙트럼, 멀티 빔 구조, TCP 스푸핑 및 멀티플렉싱이 포함된다[2].
- [0022] 사용자 제어 연결은 NR 무선 인터페이스를 통해 위성을 지상 휴대용 사용자 단말(UE)에 직접 연결한다. 상단 아키텍처는 투명 페이로드를 가진 솔루션을 나타내며 하단은 재생 페이로드를 가진 솔루션을 나타낸다. gNB는 첫 번째 시나리오에서 개념적으로 게이트웨이(GW)에 위치하지만 재생 페이로드를 통해 온보드에서 실현된다. 두 시나리오 모두에서 위성과 지상과 UE 사이의 사용자 액세스 링크는 고전적인 NR-Uu 무선 인터페이스를 사용하여 구현된다. gNB의 위치는 위성과 GW 사이의 피더 링크에 대한 솔루션을 결정한다. 투명 페이로드는 무선 주파수 중계기 역할을 하므로 피더 연결을 위한 NR-Uu 솔루션을 사용해야 한다. 대조적으로 gNB는 위성에 위치하며, 피더 링크는 gNB와 NGC(Next-Generation Core) 네트워크 사이의 무선 인터페이스를 통해 구현된다. 이를 통해 NR PHY 및 MAC 작업에 대한 전파 지연이 크게 줄어들어 NTN에 필요한 변경 사항이 완화된다는 점이다.
- [0023] 비지상과 시스템은 일기 예보, 비디오 감시, TV 방송, 원격 감지 및 내비게이션을 포함한 여러 응용 프로그램을 가능하게 하기 위해 제안되었다. 한편, 항공/우주 분야의 최근 기술 발전은 분산 컴퓨팅 및 콘텐츠 방송, 혼잡한 지역의 사용자를 위한 서비스 향상, 서비스가 부족한 지역의 eMBB, 셀룰러 네트워크를 통한 서비스 연속성을 위한 다중 연결과 같은 보다 정교한 사용 사례의 구현을 가능하게 했다.
- [0024] NTN 네트워크에서 GEO 위성에 대한 전파 지연은 특히 벤트 파이프(bent pipe) 구성에서 gNB와 UE 사이의 매우 큰 간격 때문에 수백 밀리초가 될 수 있다. UE 도플러 효과와 LEO 위성과 같은 우주에서 운반되는 물체의 빠른 상대 운동은 약 1000km/h의 초음속 이동성과 같은 높은 이동성을 달성하는 NTN에 중요한 기술적 장애물이 된다. 2GHz 반송파 주파수의 경우 7km/s 이상, 20ppm 이상의 도플러 변화가 있다. 도플러 효과와 전송 지연은 현재의 NR 표준에 의해 고려되지 않았으며, 주로 셀룰러 시스템을 대상으로 한다.
- [0025] 적절한 링크 예산을 달성하고 대용량 연결을 유지하기 위해 mmWaves에서 작동하는 동안 방향성이 필요하다. 미세 빔 정렬은 사용자 추적, 핸드오버 및 무선 링크 고장 복구를 포함하여 이 상황의 제어 활동 설계에 상당한 영향을 미친다. 항공 및 우주 플랫폼의 속도 때문에 이러한 문제는 데이터 전송이 완료되기 전에 빔 정렬이 손실될 수 있으므로 외계 도메인(extra-terrestrial domain)에서 더 중요하다. 높은 도플러 효과로 인해 채널은 고속에서 비호환적이 될 수 있으며, 결과적으로 방송 채널보다 피드백이 적다. 따라서 NR-NTN은 3D 공간 모바일 연결 조사에 매우 중요하다.
- [0026] 따라서, 물리 계층 관리 절차 및 스케줄링 문제는 해결해야 하는 주요 기술 문제이다. 따라서, 전력 제어, AMC/CSI 피드백, 빔 스위칭 및 업링크 전송 시간을 모두 사용하여 물리 계층 제어 기법으로 어려움을 극복할 수 있다. 6G-NTN의 타이밍 문제는 다운링크 및 업링크 동기화를 통해 해결될 수 있지만, RACH 프로세스를 위한 새로운 물리적 랜덤 액세스 채널(Physical Random-Access Channel; PRACH) 프로토콜과 향상된 이동성을 위한

HARQ가 있다.

[0027] 3GPP는 6G 기술 서비스 개발을 지원하기 위해 5G 통신 시스템에 사용될 0.5 ~ 100GHz 범위의 주파수에 대한 채널 모델에 대한 기술이 제안되었다. 본 발명의 목적은 높은 UE 이동성 하에서 단일 및 다중 경로 채널 모델을 사용하여 비지상과 네트워크를 위한 물리 계층 성능의 설계 및 분석에 기여하는 것이다. 3GPP 기술 보고서에서, 링크 레벨 시뮬레이션에 활용하기 위해 클러스터 지연 라인(Clustered Delay Line; CDL)과 탭 지연 라인(Tapped Delay Line; TDL)과 같은 두 개의 채널 모델이 제안되었다.

[0028] CDL은 수신된 신호가 여러 개의 개별적인 지연 클러스터로 구성된 경우 사용되는 채널 모델이다. 각 클러스터는 동일한 지연 시간을 가지지만 다양한 출발 방위 각도(Angles of Departure; AOD)와 도착 방위 각도(Angles of Arrival; AOA)를 가진 네트워크의 많은 노드로 구성된다. CDL 채널 모델은 TDL 프로필을 확장하고 3D 채널용으로 개발된다. 5가지 다른 CDL 프로필을 사용할 수 있다. NLOS에는 CDL-A, CDL-B, CDL-C의 세 가지 CDL 모델이 적용된다. CDL-D 및 CDL-E는 LOS 환경을 위한 CDL 모델이다. 출발 및 도착의 방위 각도 생성은 CDL 프로필에 대한 채널 계수를 생성하는 첫 번째 단계이다. 따라서 n번째 클러스터의 m번째 광선에 대한 도착 각도를 다음과 같이 결정할 수 있다:

$$[0029] \quad \phi_{n,m}, AoA = \phi_n, AoA + C_{ASA} \alpha_m \quad (1)$$

[0030] 도착 방위 각도(AoA)는 ϕ_n , AoA로 정의되며, 도착 각도의 방위각 확산은 C_{ASA} 로 표시된다. 클러스터 내의 광선 오프셋 각도는 α_m 으로 정의된다. 마찬가지로, n번째 클러스터의 m번째 광선에 대한 출발 방위 각도가 결정될 수 있다:

$$[0031] \quad \phi_{n,m}, AoD = \phi_n, AoD + C_{ASD} \alpha_m \quad (2)$$

[0032] 출발 방위 각도(AoD)는 ϕ_n , AoD로 표시되며, 출발 각도의 클러스터별 RMS(Root Mean Square) 방위각 범위는 C_{ASD} 로 정의된다.

[0033] TDL 채널 모델은 환경 시나리오에 따라 5가지 프로필을 제공한다. NLOS(Non-Line-of-Sight) 시나리오에 대한 현재 프로파일은 TDL-A, TDL-B, TDL-C이며, TDL-D 및 TDL-E는 해당하는 LOS 프로파일이다. TDL 채널 모델의 채널 임펄스 응답은 다음과 같이 지정된다:

$$[0034] \quad H(t, \tau) = \sum_{k=1}^n a_k(t) \delta(\tau - \tau_k) \quad (3)$$

[0035] k번째 탭에 대한 τ_k 지연의 진폭은 $a_k(t)$ 로 표시된다. 24개의 탭이 있는 TDL-C 프로필을 제외하고, 설계된 모든 NLOS 프로파일에는 23개의 탭이 있다. TDL-D 및 TDL-E는 첫 번째 탭에 대한 Ricean 페이딩 분포와 함께 각각 13개 및 14개 탭을 포함하는 LOS 프로파일이다. 각 탭에 대한 도플러 스펙트럼은 고전적인 (Jakes) 스펙트럼 모양과 최대 도플러 이동 f_D 로 특징지어진다.

$$[0036] \quad f_D = |\vec{v}|/\lambda_0 \quad (4)$$

[0037] 이러한 탭에 대한 도플러 스펙트럼에는 진폭 피크도 포함되어 있어 도플러 이동 $f_s = 0.7f_B$ 에서 필요한 K-계수로 페이딩 분포가 발생한다.

[0038] 고이동성 시나리오에 대한 전파 특성을 선택하기 위해 3GPP가 개발한 TDL(Tapped Delay Line) 채널 모델을 링크 레벨 시뮬레이션에 활용했다. 본 발명의 목표는 다양한 DMRS 심볼 패턴과 MIMO 구성이 높은 UE 이동성에 미치는 영향을 식별하는 것이기 때문에 TDL 채널 모델을 활용했다. NLOS용 TDL-A와 LOS용 TDL-E는 Rician K-계수가 13.3 dB인 3GPP 5G-NR 고속 열차 시나리오의 DMRS 진화를 위해 권장된다. 이러한 프로파일에서 TDL 채널은 경로 지연을 스케일링하기 위한 매개변수로 지연 스프레드를 제공한다. 이는 10ns의 스케일링 지연 스프레드이다. LOS 애플리케이션에 대해 더 짧은 지연 스프레드를 사용하고 NLOS 경로에 대해서는 더 긴 지연 스프레드를 사용할 것을 권장한다. 선택된 TDL-A 및 TDL-E의 전력 지연 프로파일(Power Delay Profiles; PDP)에 있어서, 탭 진폭은 Rayleigh 분포를 따르고, 가시선의 경우 첫 번째 탭 진폭은 Rician 분포를 따르고, 따라서 이러한 PDP에서 Rayleigh 및 Rician의 탭 하나가 링크 레벨 성능을 분석하기 위한 단일 경로 채널로 사용된다.

- [0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 뉴머롤로지를 위한 NR 프레임 구조를 나타내는 도면이다.
- [0041] 본 발명은 NTN의 고기동성 요구사항을 충족하기 위해 다운링크 통신을 위한 5G-NR 물리 계층 구성요소를 제안한다. 유연한 뉴머롤로지는 5G-NR 물리 계층의 필수 특징 중 하나이다. 도 2는 3GPP TS 38.211에 명시된 유연한 뉴머롤로지를 위한 NR 프레임 구조를 보여준다. 최소 부반송파 간격은 반송파 주파수, 위상 잡음 및 도플러 효과에 의해 결정된다. 부반송파 간격이 작을수록 위상 노이즈로 인한 높은 오차 벡터 크기(Error Vector Magnitude; EVM) 또는 로컬 오실레이터의 매우 높은 요구 사항이 발생한다.
- [0042] 이동성이 높은 시나리오에서는 부반송파 간격이 지나치게 좁으면 성능이 저하될 수 있다. 필요한 주기적 전치부호(Cyclic Prefix; CP) 오버헤드 및 예상 지연 스프레드는 부반송파 간격에 대한 상한을 설정한다. 따라서 매우 높은 부반송파 간격을 선택하면 CP 오버헤드가 발생할 수 있다. 채널 대역폭은 OFDM 변조기의 최대 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform; FFT) 크기와 부반송파 간격에 의해 결정된다. 이러한 요인에 기초하여, 부반송파 간격은 높은 이동성 때문에 위상 노이즈와 도플러 효과에 강해야 하며 적절한 채널 대역폭을 제공해야 한다. 본 발명에서는 부반송파 간격의 최적화를 기반으로 NTN에 대해 500km/h의 UE 이동성을 지원하기 위한 적응형 뉴머롤로지를 제안한다.
- [0044] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 고기동성을 지원하기 위한 5G-NR 물리 계층의 링크 레벨 시뮬레이션 모델의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0045] 제안하는 고기동성을 지원하기 위한 5G-NR 물리 계층의 링크 레벨 시뮬레이션 모델의 동작 방법은 다운링크 사용자 데이터(311) 전송을 위해 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)에 대한 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 PDSCH를 인코딩하는 단계(310), 채널 추정 시 MIMO 및 빔포밍의 영향을 식별하기 위해 MIMO 프리코딩을 수행하는 단계(320), 주기적 전치부호의 오버헤드 및 예상 지연 스프레드에 따른 부반송파 간격에 대한 상한을 설정하기 위해 전치부호의 직교주파수분할을 통한 변조를 수행하는 단계(330), 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 TDL(Tapped Delay Line) 전파 채널 모델링(340) 및 노이즈를 추가하고(350), 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위한 타이밍 동기화를 수행하는 단계(360), 타이밍 동기화 수행 후, DM-RS(Demodulation Reference Signal) 기반 채널 추정 및 보상을 수행하고(370), DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행 완료 후, 전치부호 직교주파수분할을 통한 복조를 수행하는 단계(380) 및 사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 다운링크 사용자 데이터 전송을 위한 PDSCH의 링크 레벨 성능을 BER, 최대 처리량 및 스펙트럼의 측면에서 분석하는 단계(390)를 포함한다.
- [0046] 본 발명의 실시예에 따르면, PDSCH는 사용자 데이터, 시스템 정보, 페이징 및 사용자 장비와 관련된 상위 계층 정보를 포함한 영역 내의 모든 연결된 장치로 다운링크하는 데 사용된다. 5G-NR의 주요 데이터 전송 채널로 사용자에게 능동적이고 적응 가능한 기초로 할당된다.
- [0047] 도 3에 도시된 고기동성을 지원하기 위한 5G-NR 물리 계층의 링크 레벨 시뮬레이션 모델의 프로세싱 체인에서, 기본 통신 단계가 데이터, PDSCH 인코딩, MIMO 프리코딩, 변조, TDL 채널 모델과 같은 전파 채널 및 노이즈 추가, 복조, 파일럿 지원 및 DM-RS 기반 실용적 채널 추정 및 보상을 생성하는 데 따르는 PDSCH 송신기 및 수신기를 구성한다. 그리고 LDPC 디코딩을 통해 BER, 최대 달성 가능한 처리량 및 스펙트럼 효율을 얻을 수 있다. QPSK 및 QAM의 다른 차수(예를 들어, 16, 64 및 256)와 같은 변조 방식은 NR-PDSCH에서 사용된다. NR 데이터 채널의 경우 저밀도 패리티 검사(Low-Density Parity-Check; LDPC) 코딩 방식이 사용된다. TDL 채널 모델은 시뮬레이션의 링크 레벨 성능 분석에 사용된다. 단일 경로(IP) Rayleigh 및 Rician 페이딩 구성 요소는 3GPP에 의해 설계된 TDL 채널 모델에서 분석된다. 여기서 탭 하나는 단일 경로로 간주된다. 표 2에는 링크 레벨 성능 분석을 위한 시뮬레이션 매개변수가 나와 있다.

<표 2>

Parameters	Values
Carrier Frequency	5.9 GHz
System Bandwidth	100 MHz
Sub-Carrier Spacing (SCS)	15, 30, 60, 120 kHz
Cyclic Prefix	Normal
Modulation Scheme	QPSK, 16, 64, 256-QAM
Propagation Channel Model	1-P Rayleigh, 1-P Rician, TDL-A, and TDL-E
Coding Rate	490/1024 LDPC
Transmitting Antenna (Tx)	1/2
Receiving Antenna (Rx)	1/2/4/8
Channel Estimation	Perfect and Practical (DM-RS + PTRS)
UE Mobility	Stationary UE and 500 km/h
Beamforming Technique	Precoding

본 발명은 뉴머로로지(numerology) 최적화와 다양한 변조 및 코딩 방식(Modulation and Coding Schemes MCS), 3GPP NR-NTN 채널 모델, 정지된 UE와 500km/h의 높은 이동성에서 파일럿 기반 및 DM-RS 기반 실용적 채널 추정(pilot-aided-based perfect and DM-RS-based practical channel estimation) 하에서 링크 레벨 시뮬레이션을 사용하는 MIMO/빔포밍 방식의 영향을 기반으로 한 동성을 위한 솔루션을 제안한다.

채널 균등화는 무선 통신에서 가장 어려운 문제 중 하나이다. 신호 전파는 경로 손실, 위상 이동, 지연 스프레드, 페이딩 및 도플러 스프레드를 포함한 다양한 요인에 의해 영향을 받기 때문이다. 후자는 수신기 측에서 전송되는 신호의 주파수를 크게 변경할 수 있기 때문에 이동 통신 시스템에서 특히 문제가 된다. 본 발명은 채널 추정 방법이 고기동성에 미치는 영향을 분석한다.

본 발명에서는 파일럿 지원 채널 추정과 DM-RS 기반 실용적인 채널 추정이 사용된다. 수신기 측에서 이전에 결정된 진폭과 위상을 가진 OFDM 심볼 내 파일럿 톤 전송은 OFDM 시스템에서 채널 추정을 위해 사용되는 기술 중 하나이다. 데이터와 파일럿 부반송파는 채널에서 복합 OFDM 신호를 전송하는 동안 진폭 및 위상 변화가 동일하다. 반면에, 채널 효과가 발생하기 전에 파일럿 레벨에 대한 사전 지식 때문에 이러한 파일럿 주파수에서 주파수 영역의 채널 특성을 추정할 수 있다. 채널 전송 기능의 일부 측면을 이해하면 원하는 데이터 부반송파 주파수에서 전송 기능의 나머지를 더 쉽게 추정할 수 있으므로 채널 효과가 크게 감소하고 수신 품질이 향상된다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 고기동성을 지원하기 위한 DM-RS 심볼을 갖는 5G-NR 서브프레임을 나타내는 도면이다.

3GPPTS 38.211는 PDSCH 심볼 할당을 위한 매핑 유형 A(슬롯 단위)와 B(슬롯 단위가 아님 단위)를 지정한다. 매핑 유형 A에 대한 첫 번째 DM-RS 심볼은 슬롯의 위치 2 또는 3에서 찾을 수 있으며, 이는 I_0 으로 표시된다. 반대로, OFDM 심볼의 지속 시간은 도 4에서 I_d 로 표시되며, 이는 슬롯의 첫 번째와 마지막 OFDM 심볼 사이의 심볼 수로 정의된다. 고속 디코딩은 슬롯의 첫 번째 위치에 할당된 전방 로드 DM-RS 때문에 가능하다. 본 발명에서는 NR-NTN 진화에서 고기동성을 지원하기 위해 더 밀도가 높은 DM-RS 심볼 패턴과 함께 전방 로드 DM-RS 기반 채널 추정을 사용할 것을 제안한다. 특히 채널이 시간 영역 진동에 민감한 고기동성 애플리케이션에서 전방 로드 DM-RS만 할당될 경우 상당한 성능 영향이 발생한다. 따라서, 전방 로드 심볼 뒤에 더 많은 DM-RS 심볼을 할당하는 것이 중요하다. 결과적으로, 더 많은 DM-RS 심볼을 사용하여 도 4와 같이 더 밀도가 높은 DM-RS 패턴을 생성할 것을 제안한다. 결과적으로, 시간 영역 DM-RS 밀도가 증가하면 DM-RS 오버헤드가 증가하고 스펙트럼 효율이 저하될 수도 있다.

DM-RS의 주요 목표는 일관성 있는 탐지를 위한 채널 계수를 추정하는 것이다. DM-RS의 설계는 채널 특성과 밀접하게 연결되어 있다. 채널은 주파수 영역에서 더 빠르게 변동한다. 이러한 상황에서, 주파수 영역 내의 DM-RS 밀도를 높여야 하므로 낮은 채널 일관성 대역폭이 발생한다. 이러한 전방 로드 DM-RS 아키텍처는 이동성이 높고 채널 일관성 시간이 전방 로드 DM-RS의 기간보다 길 때 디코딩 지연을 최소화하는 데 특히 유용하다. 반면에,

전방 로드 DM-RS만 할당되는 경우, 짧은 채널 일관성 시간으로 인해 UE 속도가 증가함에 따라 링크 성능이 저하될 수 있다. 도 4는 실제 채널 추정에 사용되는 DM-RS 구성을 보여준다. 추가적인 3개의 DM-RS 심볼은 높은 이동성을 지원하기 위해 더 밀도가 높은 파일럿 패턴을 개발하는 데 사용된다.

[0058] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

[0059] 본 실시예에 따른 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템(500)은 프로세서(510), 버스(520), 네트워크 인터페이스(530), 메모리(540) 및 데이터베이스(550)를 포함할 수 있다. 메모리(540)는 운영체제(541) 및 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 루틴(542)을 포함할 수 있다. 프로세서(510)는 인코딩부(511), 주파수 분할부(512), 모델링부(513), 채널 추정 및 보상부(514) 및 분석부(515)를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템(500)은 도 5의 구성요소들보다 더 많은 구성요소들을 포함할 수도 있다. 그러나, 대부분의 종래기술적 구성요소들을 명확하게 도시할 필요성은 없다. 예를 들어, 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템(500)은 디스플레이나 트랜시버(transceiver)와 같은 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다.

[0060] 메모리(540)는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로서, RAM(random access memory), ROM(read only memory) 및 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(540)에는 운영체제(541)와 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 루틴(542)을 위한 프로그램 코드가 저장될 수 있다. 이러한 소프트웨어 구성요소들은 드라이브 메커니즘(drive mechanism, 미도시)을 이용하여 메모리(540)와는 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로부터 로딩될 수 있다. 이러한 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체는 플로피 드라이브, 디스크, 테이프, DVD/CD-ROM 드라이브, 메모리 카드 등의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체(미도시)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 소프트웨어 구성요소들은 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체가 아닌 네트워크 인터페이스(530)를 통해 메모리(540)에 로딩될 수도 있다.

[0061] 버스(520)는 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템(500)의 구성요소들간의 통신 및 데이터 전송을 가능하게 할 수 있다. 버스(520)는 고속 시리얼 버스(high-speed serial bus), 병렬 버스(parallel bus), SAN(Storage Area Network) 및/또는 다른 적절한 통신 기술을 이용하여 구성될 수 있다.

[0062] 네트워크 인터페이스(530)는 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템(500)을 컴퓨터 네트워크에 연결하기 위한 컴퓨터 하드웨어 구성요소일 수 있다. 네트워크 인터페이스(530)는 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템(500)을 무선 또는 유선 커넥션을 통해 컴퓨터 네트워크에 연결시킬 수 있다.

[0063] 데이터베이스(550)는 6G 비지상 네트워크의 링크 신뢰성 향상을 위해 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원을 위해 필요한 모든 정보를 저장 및 유지하는 역할을 할 수 있다. 도 5에서는 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템(500)의 내부에 데이터베이스(550)를 구축하여 포함하는 것으로 도시하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 시스템 구현 방식이나 환경 등에 따라 생략될 수 있고 혹은 전체 또는 일부의 데이터베이스가 별개의 다른 시스템 상에 구축된 외부 데이터베이스로서 존재하는 것 또한 가능하다.

[0064] 프로세서(510)는 기본적인 산술, 로직 및 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템(500)의 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리(540) 또는 네트워크 인터페이스(530)에 의해, 그리고 버스(520)를 통해 프로세서(510)로 제공될 수 있다. 프로세서(510)는 인코딩부(511), 주파수 분할부(512), 모델링부(513), 채널 추정 및 보상부(514) 및 분석부(515)를 위한 프로그램 코드를 실행하도록 구성될 수 있다. 이러한 프로그램 코드는 메모리(540)와 같은 기록 장치에 저장될 수 있다.

[0065] 인코딩부(511), 주파수 분할부(512), 모델링부(513), 채널 추정 및 보상부(514) 및 분석부(515)는 도 3의 단계들(310~390)을 수행하기 위해 구성될 수 있다.

[0066] 5G-NR 물리계층 요소를 이용한 고기동성 지원 시스템(500)은 인코딩부(511), 주파수 분할부(512), 모델링부(513), 채널 추정 및 보상부(514) 및 분석부(515)를 포함할 수 있다.

[0067] 인코딩부(511)는 다운링크 사용자 데이터 전송을 위해 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)에 대한 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 PDSCH를 인코딩한다.

- [0068] 인코딩부(511)는 채널 추정 시 MIMO 및 빔포밍의 영향을 식별하기 위해 MIMO 프리코딩을 수행한다.
- [0069] 주파수 분할부(512)는 주기적 전치부호의 오버헤드 및 예상 지연 스프레드에 따른 부반송파 간격에 대한 상한을 설정하기 위해 전치부호의 직교주파수분할을 통한 변조를 수행한다.
- [0070] 주파수 분할부(512)는 전치부호의 직교주파수분할에 대한 고속 푸리에 변환 크기 및 부반송파 간격에 따라 채널 대역폭이 결정되고, 위상 노이즈 및 도플러 효과를 감소시키기 위해 최소 부반송파 간격이 반송파 주파수, 위상 잡음 및 도플러 효과에 의해 결정되는 적응형 뉴머롤로지(numerology) 기법을 이용한다.
- [0071] 모델링부(513)는 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위해 TDL(Tapped Delay Line) 전파 채널 모델링 및 노이즈를 추가하고, 링크 레벨 시뮬레이션을 수행하기 위한 타이밍 동기화를 수행한다.
- [0072] 채널 추정 및 보상부(514)는 타이밍 동기화 수행 후, DM-RS(Demodulation Reference Signal) 기반 채널 추정 및 보상을 수행한다.
- [0073] 채널 추정 및 보상부(514)는 파일럿 지원 채널 추정 및 DM-RS 기반 실용적 채널 추정을 통해 상기 직교주파수분할을 통해 변조된 신호 내 파일럿 부반송파를 이용하여 파일럿 주파수에서 주파수 영역의 채널 특성을 추정하고, 사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 DM-RS 심볼 패턴과 함께 전방 로드 DM-RS 기반 채널 추정을 수행하여 DM-RS 심볼 패턴의 밀도가 증가된 파일럿 패턴을 생성한다.
- [0074] 주파수 분할부(512)는 DM-RS 기반 채널 추정 및 보상을 수행 완료 후, 전치부호 직교주파수분할을 통한 복조를 수행한다.
- [0075] 분석부(515)는 사용자 단말의 고기동성 지원을 위해 다운링크 사용자 데이터 전송을 위한 PDSCH의 링크 레벨 성능을 BER, 최대 처리량 및 스펙트럼의 측면에서 분석한다.
- [0077] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 고정 UE에서 SCS 15kHz에 대한 다양한 MCS 레벨에서의 BER 성능을 나타내는 도면이다.
- [0078] BER 및 처리량 대 신호 대 잡음비(SNR) 측면에서 5G-NR PDSCH의 성능을 링크 레벨 시뮬레이션을 통해 분석한다. 시뮬레이션 결과는 서로 다른 뉴머롤로지, MCS 레벨, 전력 지연 프로파일, MIMO 및 채널 추정 방식이 시스템 성능에 미치는 영향을 보여준다. 시뮬레이션은 다중 스트림 시스템에서 수행되어 변조 차수 및 전파 채널 모델이 BER 및 처리량에 어떠한 영향을 미치는지 평가한다. 이 분석에서는 Rayleigh 및 Rician 페이딩 분포와 같은 단일 경로 페이딩 분석을 위해 단일 탭이 시뮬레이션되는 다중 경로 페이딩 채널 모델에 대한 TDL-E와 같은 LOS, 및 TDL-A와 같은 NLOS 하의 QPSK, 16-QAM, 64-QAM 및 256-QAM을 포함한 다양한 변조 방식이 시뮬레이션된다.
- [0079] 도 6은 BER 성능을 나타내고, 도 7은 NLOS 및 LOS 채널 모델로서 단일 경로(1P) Rayleigh 및 Rician 페이딩 및 다중 경로 TDL-A 및 TDL-E 하에서 NR-PDSCH LLS의 처리량 성능을 나타낸다.
- [0080] 도 6(a)는 QPSK, 도 6(b)는 16-QAM, 도 6(c)는 64-QAM 및 도 6(d)는 256-QAM에 대한 BER 성능을 나타낸다.
- [0081] 고정 UE에서 SISO 및 MIMO 방식에 대한 MCS 레벨이 시뮬레이션된다. 단일 경로 Rayleigh 페이딩 분포 하에서 10-2의 BER에서 SISO와 MIMO(2×2, 2×4 및 2×8) 사이에서 관찰된 코딩 이득은 MCS 레벨의 경우 7, 8.5 및 11dB이다. QPSK의 Rician 페이딩 분포에서는 각각 6, 9, 11dB 이다. 대조적으로, NLOS(TDL-A) 하에서 SISO 및 MIMO 경우 사이의 코딩 이득은 각각 9, 11 및 13dB이고 LOS(TDL-E) 채널 모델에서 5, 9 및 11dB 이다. 마찬가지로 도 6의 NLOS 및 LOS 전파 채널에서 16-QAM, 64-QAM 및 256-QAM과 같은 다른 MCS 레벨에 대한 코딩 이득이 관찰된다.
- [0083] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 고정 UE에서 SCS 15kHz에 대한 다양한 MCS 레벨에서의 처리량 성능을 나타내는 도면이다.
- [0084] 도 7(a)는 QPSK, 도 7(b)는 16-QAM, 도 7(c)는 64-QAM 및 도 7(d)는 256-QAM에 대한 처리량 성능을 나타낸다.
- [0085] 본 발명의 실시예에 따르면, 3GPP에서 설계한 단일 및 다중 경로 페이딩 채널에서 5G-NR PDSCH의 달성 가능한 최대 처리량을 분석한다. NR-PDSCH의 경우 달성 가능한 최대 처리량은 3GPP NR-NTN 채널 모델에서 30Mbps 이다. QPSK는 낮은 SNR에서 높은 처리량을 달성하는 반면 256-QAM은 높은 SNR에서 더 높은 처리량을 달성한다. 도

7(d)를 참조하면, 30Mbps의 최대 처리량을 얻기 위해 NLOS(TDL-A) 채널 모델에서 256-QAM은 SISO 및 MIMO(2×2 , 2×4 , 2×8) 경우와 TDL-E 채널 모델에서 QPSK의 MCS를 사용하는 경우 13, 8, 5, 2dB가 필요하다. 이 분석은 MIMO 및 3D 빔포밍 기법을 사용할 때 낮은 SNR 값에서도 달성 가능한 최대 처리량이 증가함을 보여준다.

[0087] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 TDL-A(NLOS) 및 TDL-E (LOS)에 대해 500km/h에서 파일럿 지원 완전 및 DM-RS 기반 실제 채널 추정 하의 링크 레벨 성능을 나타내는 도면이다.

[0088] TDL-A(NLOS)에 대하여 도 8(a)는 BER, 도 8(b)는 처리량, 도 8(c)는 스펙트럼 효율성을 나타내는 도면이고, TDL-E(LOS)에 대하여 도 8(d)는 BER, 도 8(e)는 처리량, 도 8(f)는 스펙트럼 효율을 나타내는 도면이다.

[0089] 채널 추정은 자원 요소당 채널 효과의 표현을 제공하고 이퀄라이저는 해당 정보를 사용하여 채널의 왜곡을 보상한다. 본 발명에서는 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 채널 상태를 나타내는 자원 그리드 내 송신측에서 파일럿 심볼과 데이터 심볼이 다중화되는 방식으로 채널 지식을 가정한다. 이퀄라이저는 완벽한 채널 추정을 위해 프리코딩을 적용해야 하는 송신 레이어와 수신 안테나 사이의 채널 지식이 필요하다.

[0090] 본 발명의 실시예에 따르면, 도 8에서 500km/h에서 다양한 MCS 레벨에 대해 SCS 120kHz인 높은 뉴머롤로지에 대한 파일럿 지원 완전 및 비전면 로드(non-front-loaded) DM-RS 기반 실용 채널 추정을 분석한다. 높은 이동성을 지원하려면 시스템을 개선해야 한다. 따라서, 도 9에서는 LOS 및 실제 채널 추정 하에서 64-QAM에 대해 500km/h에서 다양한 뉴머롤로지를 분석한다.

[0092] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 500km/h에서 다양한 5G-NR 뉴머롤로지 하의 링크 레벨 성능을 나타내는 도면이다.

[0093] 도 9(a)는 BER, 도 9(b)는 처리량, 도 9(c)는 스펙트럼 효율성을 나타내는 도면이다.

[0094] 5G-NR의 높은 뉴머롤로지는 전송 데이터가 ISI(Inter-Symbol Interference)를 피하기 위해 슬롯에서 충분한 공간을 확보할 수 있기 때문에 높은 이동성 시나리오에서 UE의 이동성을 지원할 수 있다. 따라서 NTN에서 높은 이동성을 지원하기 위해 120kHz의 SCS를 활용할 것을 제안한다. 도 9는 뉴머롤로지 120kHz가 높은 링크 신뢰성과 높은 처리량을 달성했음을 보여준다.

[0096] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 500km/h에서 다양한 MIMO 체계 하의 링크 레벨 성능을 나타내는 도면이다.

[0097] 도 10(a)는 BER, 도 10(b)는 처리량, 도 10(c)는 스펙트럼 효율성을 나타내는 도면이다.

[0098] 실용적인 채널 추정은 채널 상태를 추정하기 위해 PDSCH DM-RS를 사용한다. 잡음 평균화 및 보간법을 사용하여 슬롯의 모든 리소스 요소에 대한 추정치를 얻는다. 이러한 관찰은 MIMO 프리코딩 작업의 효과를 포함하여 전송 계층과 수신 안테나 사이의 채널 조건을 나타내는 DM-RS 심볼이 계층별로 지정되기 때문이다. 따라서 도 10과 같이 다양한 MIMO 방식의 영향을 분석한다.

[0099] 다양한 MIMO 방식은 도 10과 같이 TDL-A(LOS) 채널 모델 및 실제 채널 추정 하에서 500km/h에서 64-QAM 및 120kHz SCS에 대해 시뮬레이션된다. MIMO (8×8)와 같은 많은 수의 송수신 안테나가 가장 높은 링크 안정성을 보여주었다. 368.832Mbps의 달성 가능한 최대 처리량과 2.705bps/Hz의 스펙트럼 효율성은 MIMO 8×8 체계에 의해 달성된다. 도 10의 결과는 프리코딩 기반 MIMO 빔포밍을 활용하는 것이 NTN에서 500km/h UE 이동성을 지원하는 데 유리함을 보여준다. 따라서 NTN에서 높은 이동성을 지원하기 위해 프리코딩 기반 MIMO (8×8) 방식을 사용할 것을 제안한다.

[0101] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 TDL-A(NLOS) 및 TDL-E(LOS)에 대한 추가 DM-RS 심볼이 있는 프론트 로드 DM-RS 기반 채널 추정의 링크 레벨 성능을 나타내는 도면이다.

[0102] TDL-A(NLOS)에 대하여 도 11(a)는 BER, 도 11(b)는 처리량, 도 11(c)는 스펙트럼 효율성을 나타내는 도면이고, TDL-E(LOS)에 대하여 도 11(d)는 BER, 도 11(e)는 처리량, 도 11(f)는 스펙트럼 효율을 나타내는 도면이다.

[0103] 5G-NR PDSCH의 링크 레벨 성능은 도 11에서 DM-RS 심볼 0, 1, 2, 3이 추가된 전면 로드 DM-RS 심볼에서 NTN에

대해 분석된다. 시뮬레이션 결과는 실제 채널 추정에 사용되는 3개의 추가 DM-RS 심볼은 DM-RS 심볼의 밀도가 더 높은 심볼 패턴이다. 500km/h의 UE 이동성에서 처리량과 스펙트럼 효율성을 희생하더라도 높은 링크 안정성을 달성할 수 있다. 전면 로드 DM-RS는 빠른 디코딩을 가능하게 하여 링크 안정성을 향상시키는 데 도움이 된다. 따라서 본 발명에서는 NTN에서 최대 500km/h의 높은 이동성을 지원하기 위해 120kHz의 SCS와 같은 5G-NR 물리 계층 요소, 64-QAM 또는 256-QAM과 같은 높은 MCS 레벨, 그리고 MIMO 방식 하에서 밀집한 DM-RS 심볼 패턴 기반 채널 추정을 제안한다.

[0105] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0106] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

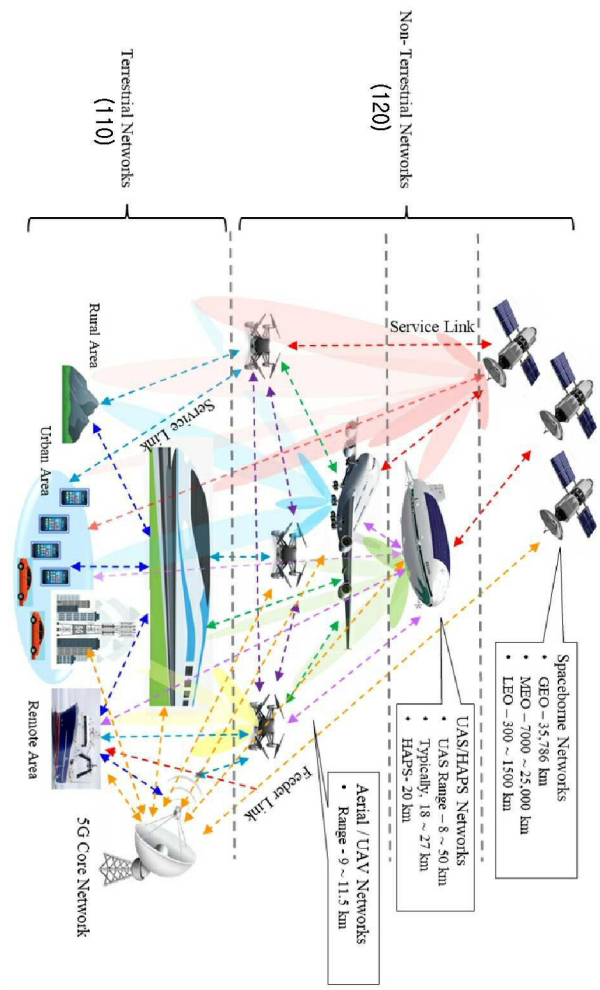
[0107] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic 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.

[0108] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

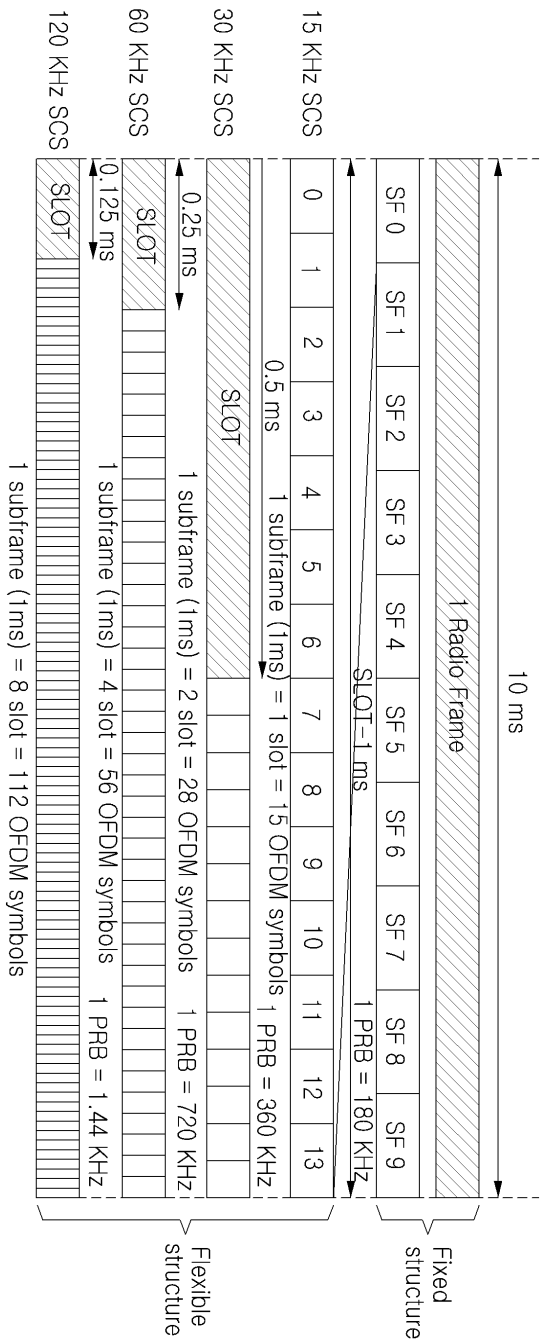
[0109] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

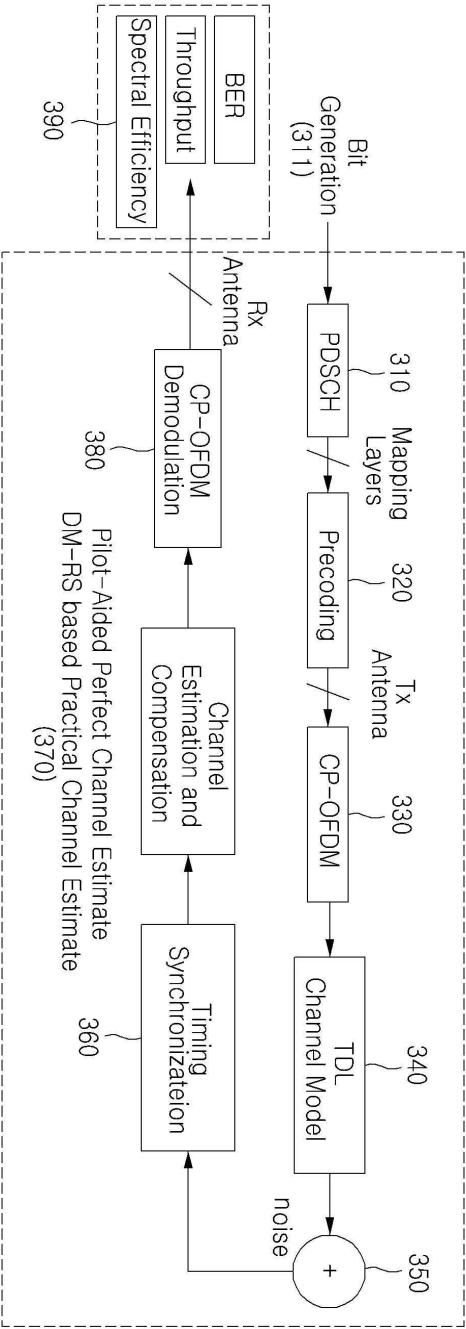
도면1



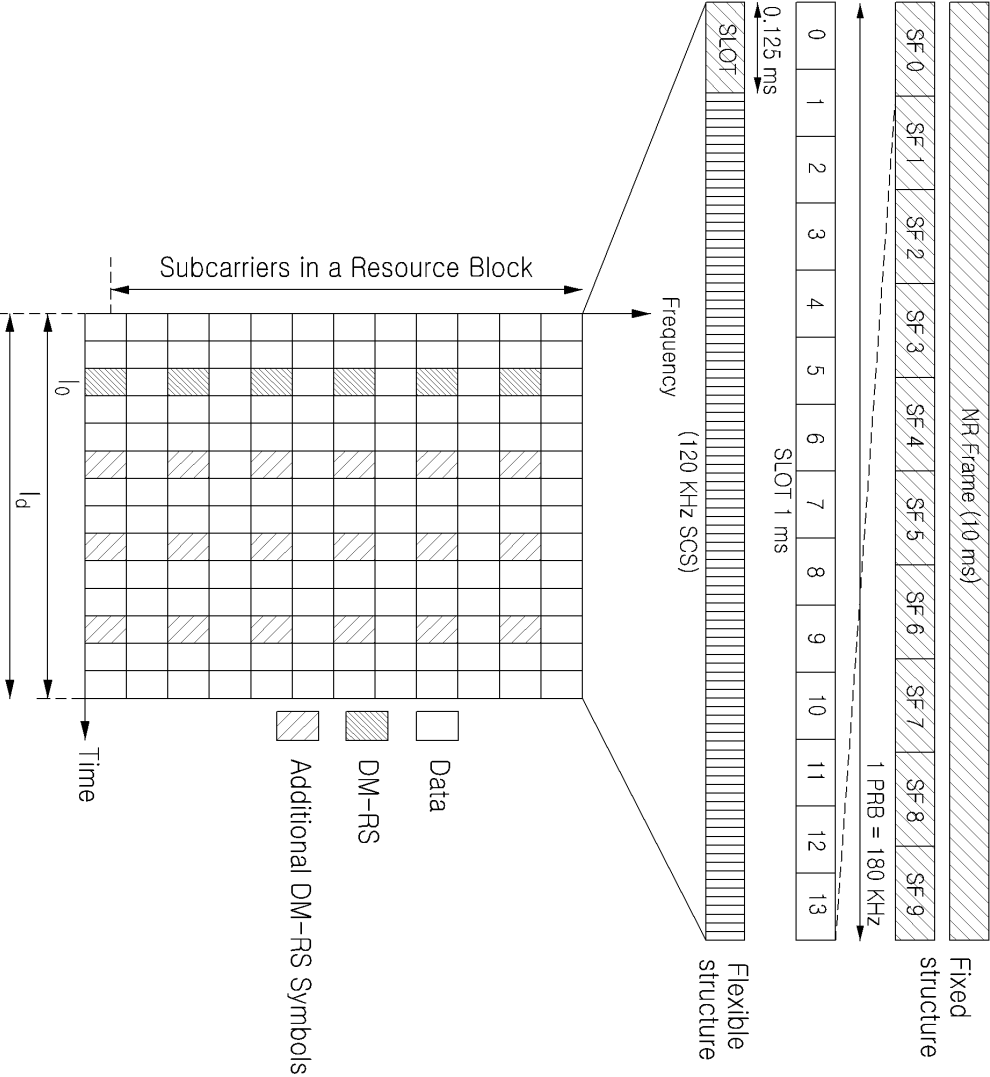
도면2



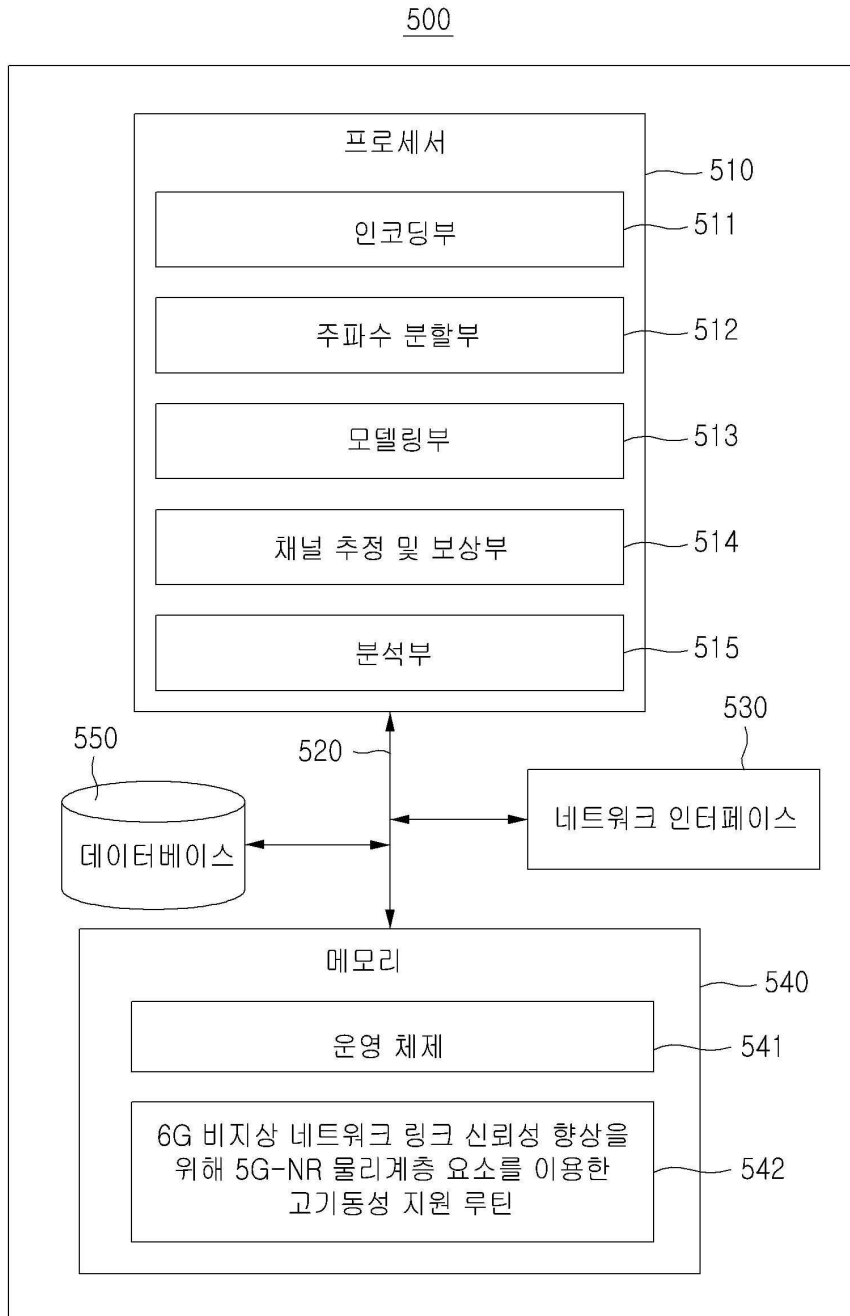
도면3



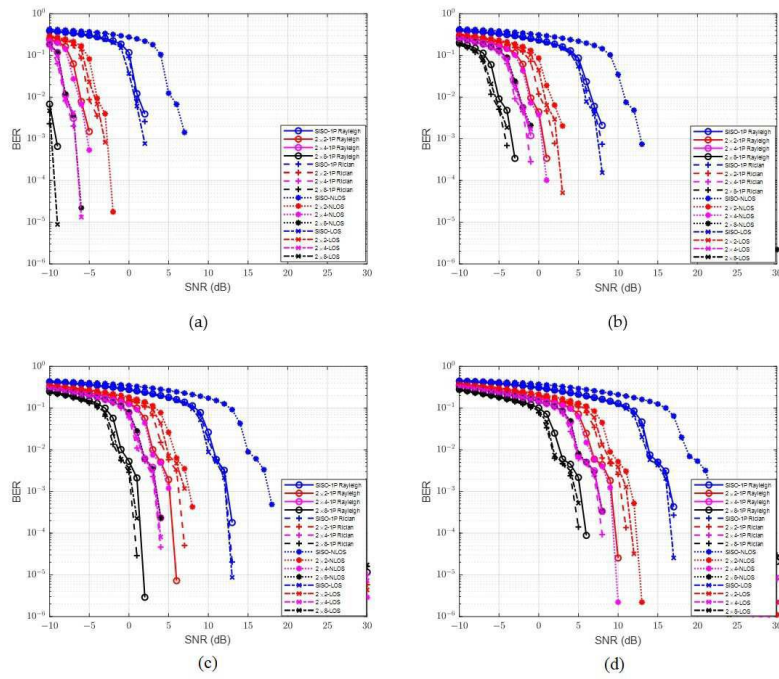
도면4



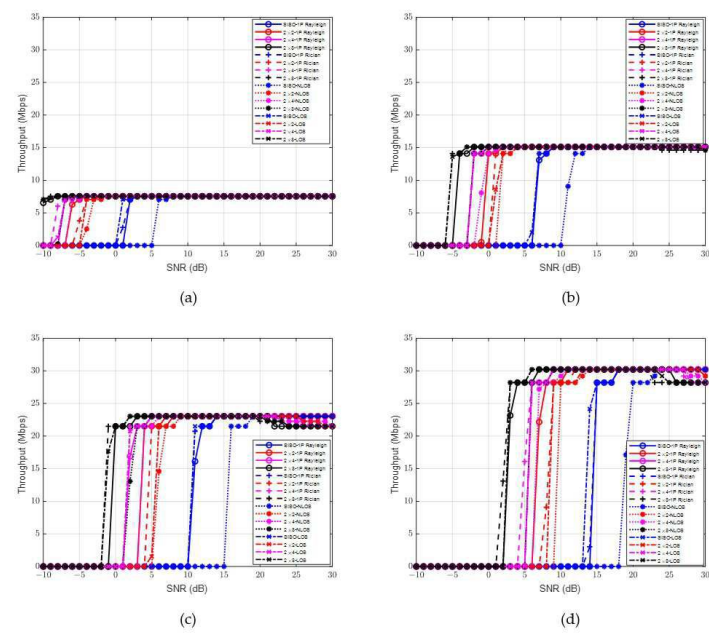
도면5



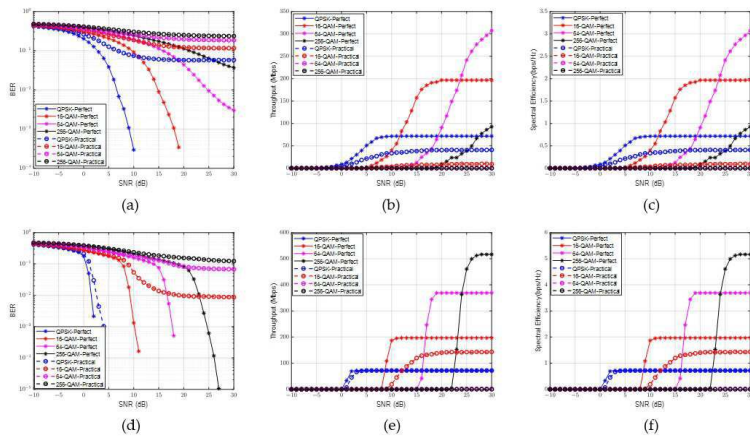
도면6



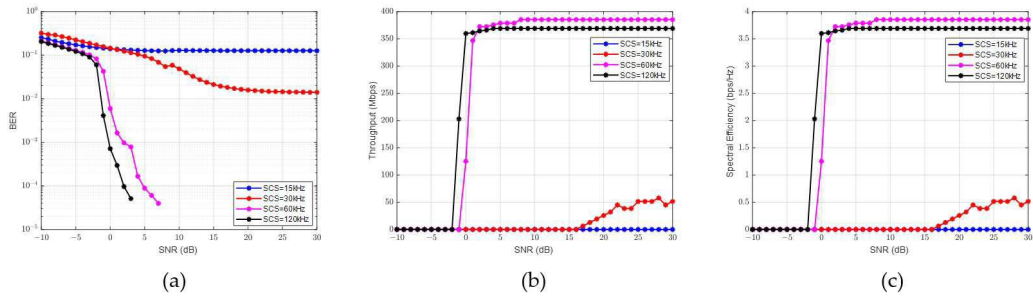
도면7



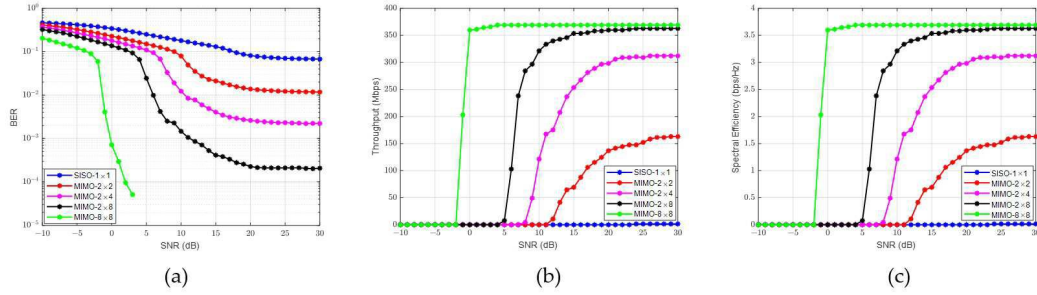
도면8



도면9



도면10



도면11

