



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0029579
(43) 공개일자 2020년03월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 74/08 (2019.01) H04L 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04W 74/0866 (2013.01)
H04L 5/0012 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7005133
(22) 출원일자(국제) 2018년08월09일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년02월21일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2018/009084
(87) 국제공개번호 WO 2019/031864
국제공개일자 2019년02월14일
(30) 우선권주장
62/543,353 2017년08월09일 미국(US)
62/574,223 2017년10월19일 미국(US)

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
김재형
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허
센터
안준기
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허
센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한)케이비케이

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 랜덤 접속 과정을 수행하는 방법 및 이를 위한 장치

(57) 요약

본 발명은 무선 통신 시스템에서 랜덤 접속 과정을 수행하는 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 NPRACH(Narrowband Physical Random Access Channel) 구성 정보를 수신하는 단계; 및 상기 수신된 NPRACH 구성 정보에 기반하여 랜덤 접속 프리앰블을 전송하는 단계를 포함하되, 상기 랜덤 접속 프리앰블을 위한 서브캐리어 간격은 $3.75/N$ kHz로 설정되고, N은 3보다 크거나 같은 정수이며, 상기 랜덤 접속 프리앰블은 복수의 심볼 그룹을 포함하고, 상기 복수의 심볼 그룹은 주파수 호핑에 기반하여 전송되고, 상기 복수의 심볼 그룹 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N$ kHz와 6×3.75 kHz의 사이 값을 포함하는 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

H04W 74/0833 (2013.01)

(72) 발명자

김병훈

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

박창환

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

신석민

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

양석철

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

황승계

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 단말이 랜덤 접속 과정을 수행하는 방법에 있어서,
 NPRACH(Narrowband Physical Random Access Channel) 구성 정보를 수신하는 단계; 및
 상기 수신된 NPRACH 구성 정보에 기반하여 랜덤 접속 프리앰블을 전송하는 단계를 포함하되,
 상기 랜덤 접속 프리앰블을 위한 서브캐리어 간격은 $3.75/N$ kHz로 설정되고, N은 3보다 크거나 같은 정수이며,
 상기 랜덤 접속 프리앰블은 복수의 심볼 그룹을 포함하고, 상기 복수의 심볼 그룹은 주파수 호핑에 기반하여 전송되고,
 상기 복수의 심볼 그룹 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N$ kHz와 6×3.75 kHz의 사이 값을 포함하는, 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 랜덤 접속 프리앰블을 위한 서브캐리어 간격은 1.25 kHz로 설정되는, 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
 상기 NPRACH 자원은 36개의 서브캐리어를 포함하고,
 상기 주파수 호핑은 상기 36개의 서브캐리어 내에서 수행되는, 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 사이 값은 3×3.75 kHz로 설정되는, 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
 상기 복수의 심볼 그룹은 심볼 그룹 0, 심볼 그룹 1, 심볼 그룹 2, 심볼 그룹 3을 포함하고,
 상기 심볼 그룹 0과 상기 심볼 그룹 1 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N$ kHz으로 설정되고, 상기 심볼 그룹 1과
 상기 심볼 그룹 2 간의 주파수 호핑 거리는 상기 사이 값으로 설정되는, 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,
 상기 랜덤 접속 프리앰블에 대한 응답으로 랜덤 접속 응답 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하되,
 상기 랜덤 접속 응답 메시지는 상기 제1 프리앰블 포맷과 상기 제2 프리앰블 포맷에 대해 서로 다른 RA-RNTI(random access radio network temporary identifier)를 이용하여 수신되는, 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,
 상기 랜덤 접속 프리앰블에 대한 응답으로 랜덤 접속 응답 메시지를 수신하는 단계를 더 포함하되,
 상기 랜덤 접속 응답 메시지는 상기 제1 프리앰블 포맷과 상기 제2 프리앰블 포맷에 대해 서로 다른 RAPID(Random Access Preamble Identifier)를 가지는, 방법.

청구항 8

무선 통신 시스템에서 랜덤 접속 과정을 수행하는 단말에 있어서,

RF 송수신기(Radio Frequency transceiver); 및

상기 RF 송수신기에 동작시 연결되는(operatively connected) 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는

NPRACH(Narrowband Physical Random Access Channel) 구성 정보를 수신하고, 상기 수신된 NPRACH 구성 정보에 기반하여 랜덤 접속 프리앰블을 전송하도록 구성되며,

상기 랜덤 접속 프리앰블을 위한 서브캐리어 간격은 $3.75/N$ kHz로 설정되고, N은 3보다 크거나 같은 정수이며,

상기 랜덤 접속 프리앰블은 복수의 심볼 그룹을 포함하고, 상기 복수의 심볼 그룹은 주파수 호핑에 기반하여 전송되고,

상기 복수의 심볼 그룹 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N$ kHz와 $6*3.75$ kHz의 사이 값을 포함하는, 단말.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 랜덤 접속 프리앰블을 위한 서브캐리어 간격은 1.25 kHz로 설정되는, 단말.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 NPRACH 자원은 36개의 서브캐리어를 포함하고,

상기 주파수 호핑은 상기 36개의 서브캐리어 내에서 수행되는, 단말.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 사이 값은 $3*3.75$ kHz로 설정되는, 단말.

청구항 12

청구항 8에 있어서,

상기 복수의 심볼 그룹은 심볼 그룹 0, 심볼 그룹 1, 심볼 그룹 2, 심볼 그룹 3을 포함하고,

상기 심볼 그룹 0과 상기 심볼 그룹 1 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N$ kHz으로 설정되고, 상기 심볼 그룹 1과 상기 심볼 그룹 2 간의 주파수 호핑 거리는 상기 사이 값으로 설정되는, 단말.

청구항 13

청구항 8에 있어서,

상기 프로세서는 또한 상기 랜덤 접속 프리앰블에 대한 응답으로 랜덤 접속 응답 메시지를 수신하도록 구성되며,

상기 랜덤 접속 응답 메시지는 상기 제1 프리앰블 포맷과 상기 제2 프리앰블 포맷에 대해 서로 다른 RA-RNTI(random access radio network temporary identifier)를 이용하여 수신되는, 단말.

청구항 14

청구항 8에 있어서,

상기 프로세서는 또한 상기 랜덤 접속 프리앰블에 대한 응답으로 랜덤 접속 응답 메시지를 수신하도록 구성되며,

상기 랜덤 접속 응답 메시지는 상기 제1 프리앰블 포맷과 상기 제2 프리앰블 포맷에 대해 서로 다른

RAPID(Random Access Preamble Identifier)를 가지는, 단말.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 효과적인 범위 향상을 위한 랜덤 접속 과정 수행 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 더욱 많은 통신 기기들이 더욱 큰 통신 용량을 요구하게 됨에 따라 기존의 무선 접속 기술(radio access technology, RAT)에 비해 향상된 광대역 이동 통신(mobile broadband communication)에 대한 필요성이 대두되고 있다. 또한 다수의 기기 및 사물들을 연결하여 언제 어디서나 다양한 서비스를 제공하는 대규모 MTC(massive Machine Type Communications) 역시 차세대 통신에서 고려될 주요 이슈 중 하나이다. 뿐만 아니라 신뢰성(reliability) 및 지연(latency)에 민감한 서비스/단말(UE)를 고려한 통신 시스템 디자인이 논의되고 있다. 이와 같이 향상된 광대역 이동 통신(enhanced mobile broadband communication), 대규모 MTC(massive MTC, mMTC), URLLC(Ultra-Reliable and Low Latency Communication) 등을 고려한 차세대 무선 접속 기술의 도입이 논의되고 있으며, 편의상 이러한 기술을 NR(new RAT)이라고 지칭한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 효과적인 범위 향상을 위한 랜덤 접속 과정 수행 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 데 있다.

[0004] 또한, 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 서로 다른 포맷을 가지는 프리앰블 간의 간섭 및 동일한 포맷을 가지는 서로 다른 프리앰블 간의 간섭을 최소화하기 위한 랜덤 접속 프리앰블 자원 할당 및 주파수 호핑 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 데 있다.

[0005] 또한, 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 랜덤 접속 프리앰블 간에 효과적인 주파수 호핑 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 데 있다.

[0006] 또한, 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블 간에 자원 매핑 및/또는 공유 방법 및 이를 위한 장치를 제공하는 데 있다.

[0007] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 제1 양상으로, 무선 통신 시스템에서 단말이 랜덤 접속 과정을 수행하는 방법이 제공되며, 상기 방법은 NPRACH(Narrowband Physical Random Access Channel) 구성 정보를 수신하는 단계; 및 상기 수신된 NPRACH 구성 정보에 기반하여 랜덤 접속 프리앰블을 전송하는 단계를 포함하되, 상기 랜덤 접속 프리앰블을 위한 서브캐리어 간격은 $3.75/N$ kHz로 설정되고, N 은 3보다 크거나 같은 정수이며, 상기 랜덤 접속 프리앰블은 복수의 심볼 그룹을 포함하고, 상기 복수의 심볼 그룹은 주파수 호핑에 기반하여 전송되고, 상기 복수의 심볼 그룹 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N$ kHz와 6×3.75 kHz의 사이 값을 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 제2 양상으로, 무선 통신 시스템에서 랜덤 접속 과정을 수행하는 단말이 제공되며, 상기 단말은 RF 송수신기(Radio Frequency transceiver); 및 상기 RF 송수신기에 동작시 연결되는(operatively connected) 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는 NPRACH(Narrowband Physical Random Access Channel) 자원을 결정하고, 상기 결정된 NPRACH 자원에 기반하여 랜덤 접속 프리앰블을 전송하도록 구성되며, 상기 랜덤 접속 프리앰블을 위한 서브캐리어 간격은 $3.75/N$ kHz로 설정되고, N 은 3보다 크거나 같은 정수이며, 상기 랜덤 접속 프리앰블은 복수의 심볼 그룹을 포함하고, 상기 복수의 심볼 그룹은 주파수 호핑에 기반하여 전송되고, 상기 복수의 심볼 그룹 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N$ kHz와 6×3.75 kHz의 사이 값을 포함할 수 있다.

- [0010] 바람직하게는, 상기 랜덤 접속 프리앰블을 위한 서브캐리어 간격은 1.25 kHz로 설정될 수 있다.
- [0011] 바람직하게는, 상기 NPRACH 자원은 36개의 서브캐리어를 포함하고, 상기 주파수 호핑은 상기 36개의 서브캐리어 내에서 수행될 수 있다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 사이 값은 3×3.75 kHz로 설정될 수 있다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 복수의 심볼 그룹은 심볼 그룹 0, 심볼 그룹 1, 심볼 그룹 2, 심볼 그룹 3을 포함하고, 상기 심볼 그룹 0과 상기 심볼 그룹 1 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N$ kHz으로 설정되고, 상기 심볼 그룹 1과 상기 심볼 그룹 2 간의 주파수 호핑 거리는 상기 사이 값으로 설정될 수 있다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 랜덤 접속 프리앰블에 대한 응답으로 상기 단말은 랜덤 접속 응답 메시지를 수신하도록 구성되며, 상기 랜덤 접속 응답 메시지는 상기 제1 프리앰블 포맷과 상기 제2 프리앰블 포맷에 대해 서로 다른 RA-RNTI(random access radio network temporary identifier)를 이용하여 수신될 수 있다.
- [0015] 바람직하게는, 상기 랜덤 접속 프리앰블에 대한 응답으로 상기 단말은 랜덤 접속 응답 메시지를 수신하도록 구성되며, 상기 랜덤 접속 응답 메시지는 상기 제1 프리앰블 포맷과 상기 제2 프리앰블 포맷에 대해 서로 다른 RAPID(Random Access Preamble Identifier)를 가질 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따르면, 무선 통신 시스템에서 랜덤 접속 과정을 수행함에 있어서 효과적으로 범위를 향상시킬 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명에 따르면, 무선 통신 시스템에서 서로 다른 포맷을 가지는 프리앰블 간의 간섭 및 동일한 포맷을 가지는 서로 다른 프리앰블 간의 간섭을 최소화할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따르면, 무선 통신 시스템에서 랜덤 접속 프리앰블 간에 효과적으로 주파수 호핑을 수행할 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명에 따르면, 무선 통신 시스템에서 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블 간에 자원 매핑 및/또는 공유가 가능하다.
- [0020] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 첨부 도면은 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되며, 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.
- 도 1은 본 발명에서 이용될 수 있는 무선 프레임(radio frame)의 구조를 예시한다.
- 도 2는 본 발명에서 이용될 수 있는 하향링크 슬롯을 위한 자원 그리드를 예시한다.
- 도 3은 본 발명에서 이용될 수 있는 하향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.
- 도 4는 본 발명에서 이용될 수 있는 상향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.
- 도 5는 랜덤 접속 과정(Random Access Procedure)을 예시한다.
- 도 6은 NPRACH 프리앰블 전송 방법을 예시한다.
- 도 7은 상향링크-하향링크 타이밍 관계(timing relation)을 예시한다.
- 도 8은 본 발명에 따른 향상된 프리앰블을 예시한다.
- 도 9 내지 도 17은 본 발명에 따른 NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법을 예시한다.
- 도 18 내지 도 20은 본 발명에 따른 랜덤 인터-프리앰블 주파수 호핑 방법을 예시한다.
- 도 21은 향상된 프리앰블 및 레거시 프리앰블을 위한 NPRACH 자원을 FDM 방식으로 구분한 예이다.

도 22는 레거시 UE를 위한 RAR 메시지 헤더를 예시한다.

도 23은 본 발명에 따라 랜덤 접속 과정을 수행하는 방법의 순서도를 예시한다.

도 24는 본 발명이 적용될 수 있는 기지국 및 단말을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하의 기술은 CDMA(Code Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 등과 같은 다양한 무선 접속 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRAN(Universal Terrestrial Radio Access Network)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, E-UTRAN(Evolved UTRAN) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRAN는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution) 시스템은 E-UTRAN을 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부이고 3GPP LTE-A(Advanced) 시스템은 3GPP LTE의 진화된 버전이며 LTE-A 프로 시스템은 3GPP LTE-A의 진화된 버전이다.
- [0023] 설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A/LTE-A 프로를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 원리가 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 이하의 설명에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 원리를 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 3GPP LTE/LTE-A/LTE-A 프로 표준에 따른 시스템 뿐만 아니라 다른 3GPP 표준, IEEE 802.xx 표준 또는 3GPP2 표준에 따른 시스템에도 적용될 수 있으며, 3GPP 5G 또는 NR(New RAT)과 같은 차세대 통신 시스템에도 적용될 수 있다.
- [0024] 본 명세서에서, 사용자기기(user equipment, UE)는 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, 기지국(base station, BS)과 통신하여 데이터 및/또는 제어 정보를 송수신하는 각종 기기들을 포함한다. UE는 단말(Terminal), MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscribe Station), 무선기기(wireless device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등으로 지칭될 수 있다. 이하에서, UE는 단말과 혼용될 수 있다.
- [0025] 본 명세서에서, 기지국(BS)은 일반적으로 UE 및/또는 다른 BS와 통신하는 고정국(fixed station)을 말하며, UE 및 다른 BS와 통신하여 각종 데이터 및 제어정보를 교환한다. 기지국(BS)은 ABS(Advanced Base Station), NB(Node-B), eNB(evolved-NodeB), gNB(next generation NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point), PS(Processing Server), 노드(node), TP(Transmission Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 이하에서, 기지국(BS)은 eNB 또는 gNB와 혼용될 수 있다.
- [0026] 무선 접속 시스템에서 단말은 하향링크(DL: Downlink)를 통해 기지국으로부터 정보를 수신하고, 상향링크(UL: Uplink)를 통해 기지국으로 정보를 전송한다. 기지국과 단말이 송수신하는 정보는 일반 데이터 정보 및 다양한 제어 정보를 포함하고, 이들이 송수신 하는 정보의 종류/용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.
- [0027] 전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 단말은 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색(initial cell search) 작업을 수행한다. 이를 위해 단말은 기지국으로부터 주동기 채널(Primary Synchronization Signal, PSS) 및 부동기 채널(Secondary Synchronization Signal, SSS)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID(cell identity) 등의 정보를 획득한다. 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리 브로드캐스트 채널(Physical Broadcast Channel, PBCH)을 통해 셀 내에서 브로드캐스트되는 시스템 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호(Downlink Reference Signal, DL RS)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.
- [0028] 초기 셀 탐색을 마친 단말은 물리 하향링크 제어 채널(Physical Downlink Control Channel, PDCCH) 및 물리 하향링크 제어 채널 정보에 따른 물리 하향링크 공유 채널(Physical Downlink Shared Channel, PDSCH)을 수신하여 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다.
- [0029] 이후, 단말은 기지국에 접속을 완료하기 위해 랜덤 접속 과정(Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 단말은 물리 랜덤 접속 채널(Physical Random Access Channel, PRACH)을 통해 프리앰블(preamble)을

전송하고, 물리 하향링크 제어 채널 및 이에 대응하는 물리 하향링크 공유 채널을 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다. 경쟁 기반 랜덤 접속(contention based random access)의 경우 추가적인 물리 랜덤 접속 채널의 전송과 물리 하향링크 제어 채널 및 이에 대응하는 물리 하향링크 공유 채널 수신과 같은 충돌 해결 절차(contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

[0030] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상향링크/하향링크 신호 전송 절차로서 물리 하향링크 제어 채널/물리 하향링크 공유 채널 수신 및 물리 상향링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel, PUSCH)/물리 상향링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel, PUCCH) 전송을 수행할 수 있다. 단말이 기지국으로 전송하는 제어 정보를 통칭하여 상향링크 제어 정보(Uplink Control Information, UCI)라고 지칭한다. UCI는 HARQ ACK/NACK(Hybrid Automatic Repeat and reQuest Acknowledgement/Negative-ACK), SR(Scheduling Request), CSI(Channel State Information) 등을 포함한다. CSI는 CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator), RI(Rank Indication) 등을 포함한다. UCI는 일반적으로 PUCCH를 통해 전송되지만, 제어 정보와 트래픽 데이터가 동시에 전송되어야 할 경우 PUSCH를 통해 전송될 수 있다. 또한, 네트워크의 요청/지시에 의해 PUSCH를 통해 UCI를 비주기적으로 전송할 수 있다.

[0031] 도 1은 본 발명에서 이용될 수 있는 무선 프레임(radio frame)의 구조를 예시한다. 셀룰라 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 무선 패킷 통신 시스템에서, 상향/하향링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임(subframe, SF) 단위로 이루어지며, 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다. LTE(-A) 시스템에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2 무선 프레임 구조를 지원한다.

[0032] 도 1은 타입 1 무선 프레임의 구조를 예시한다. 예를 들어, 하향링크 무선 프레임은 10개의 서브프레임으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 시간 도메인(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(Transmission Time Interval)라 한다. 혹은 TTI는 하나의 슬롯이 전송되는 데 걸리는 시간을 지칭할 수 있다. 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1 ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5 ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 도메인에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 도메인(frequency domain)에서 다수의 자원 블록(resource block, RB)을 포함한다. LTE(-A) 시스템에서는 하향링크에서 OFDM을 사용하므로, OFDM 심볼이 하나의 심볼 구간을 나타낸다. OFDM 심볼은 또한 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간으로 지칭될 수 있다. 자원 할당 단위로서의 자원 블록(RB)은 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 서브캐리어(subcarrier)를 포함할 수 있다.

[0033] 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 순환 전치(Cyclic Prefix, CP)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장 CP(extended CP)와 표준(normal) CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 표준(normal) CP에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장 CP에 의해 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 표준(normal) CP인 경우보다 적다. 예를 들어, 확장 CP의 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6개일 수 있다. 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심볼 간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장 CP가 사용될 수 있다.

[0034] 타입 2 무선 프레임은 2개의 하프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 하프 프레임은 5개의 서브프레임으로 구성되며 하향링크 구간(예, DwPTS(Downlink Pilot Time Slot)), 보호 구간(Guard Period, GP), 상향링크 구간(예, UpPTS(Uplink Pilot Time Slot))을 포함한다. 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다. 예를 들어, 하향링크 구간(예, DwPTS)는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. 예를 들어, 상향링크 구간(예, UpPTS)은 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향링크 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 예를 들어, 상향링크 구간(예, UpPTS)은 기지국에서 채널 추정을 위한 SRS(Sounding Reference Signal)이 전송될 수 있고, 상향링크 전송 동기를 맞추기 위한 랜덤 접속 프리앰블(random access preamble)을 나르는 PRACH(Physical Random Access Channel)이 전송될 수 있다. 보호 구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

[0035] 상기 설명된 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

[0036] 도 2는 본 발명에서 이용될 수 있는 하향링크 슬롯을 위한 자원 그리드를 예시한다.

[0037] 도 2를 참조하면, 하향링크 슬롯은 시간 도메인에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬

롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원 블록(RB)은 주파수 도메인에서 12개의 서브캐리어를 포함하는 것으로 예시되었다. 그러나, 본 발명이 이로 제한되는 것은 아니다. 자원 그리드 상에서 각각의 요소는 자원 요소(Resource Element, RE)로 지칭된다. 하나의 RB는 12×7 RE들을 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함된 RB의 개수 N_{DL} 는 하향링크 전송 대역에 의존한다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

- [0038] 상기 설명된 슬롯의 자원 그리드는 예시에 불과하고, 슬롯에 포함되는 심볼, 자원 요소, RB의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0039] 도 3은 본 발명에서 이용될 수 있는 하향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.
- [0040] 도 3을 참조하면, 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞에 위치한 최대 3(또는 4)개의 OFDM 심볼이 제어 채널 할당을 위한 제어 영역에 해당한다. 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)가 할당되는 데이터 영역에 해당하며, 데이터 영역의 기본 자원 단위는 RB이다. LTE(-A) 시스템에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 예는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical Hybrid ARQ Indicator Channel) 등을 포함한다.
- [0041] PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내에서 제어 채널의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 관한 정보를 나른다. PCFICH는 4개의 자원 요소 그룹(Resource Element Group, REG)으로 구성되고, 각각의 REG는 셀 ID에 기초하여 제어 영역 내에 균등하게 분산된다. 하나의 REG(Resource Element Group)는 4개의 자원 요소로 구성될 수 있다. PCFICH는 1 내지 3(또는 2 내지 4)의 값을 지시하며 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)로 변조된다. PHICH는 상향링크 전송에 대한 응답으로 HARQ ACK/NACK 신호를 나른다. PHICH 기간(duration)에 의해 설정된 하나 이상의 OFDM 심볼들에서 CRS 및 PCFICH(첫 번째 OFDM 심볼)를 제외하고 남은 REG 상에 PHICH가 할당된다. PHICH는 주파수 도메인 상에서 최대한 분산된 3개의 REG에 할당된다. PHICH에 대해서는 이하에서 보다 자세히 설명한다.
- [0042] PDCCH는 서브프레임의 처음 n 개 OFDM 심볼(이하, 제어 영역) 내에 할당된다. 여기에서, n 은 1 이상의 정수로서 PCFICH에 의해 지시된다. PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 DCI(Downlink Control Information)라고 한다. PDCCH는 하향링크 공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 상향링크 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 페이징 채널(paging channel, PCH) 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상에서 전송되는 랜덤 접속 응답과 같은 상위 계층 제어 메시지의 자원 할당 정보, 단말 그룹 내의 개별 단말들에 대한 Tx 파워 제어 명령 세트, Tx 파워 제어 명령, VoIP(Voice over IP)의 활성화 지시 정보 등을 나른다. 더욱 구체적으로, DCI 포맷은 용도에 따라 호핑 플래그(hopping flag), RB 할당, MCS(Modulation Coding Scheme), RV(Redundancy Version), NDI(New Data Indicator), TPC(Transmit Power Control), 사이클릭 쉬프트 DM-RS(DeModulation Reference Signal), CQI(Channel Quality Information) 요청, HARQ 프로세스 번호, TPMI(Transmitted Precoding Matrix Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator) 확인(confirmation) 등의 정보를 선택적으로 포함한다.
- [0043] 기지국은 단말에게 전송될 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(cyclic redundancy check)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 사용 목적에 따라 식별자(예, RNTI(radio network temporary identifier))로 마스킹 된다. 예를 들어, PDCCH가 특정 단말을 위한 것일 경우, 해당 단말의 식별자(예, cell-RNTI (C-RNTI))가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 페이징 메시지를 위한 것일 경우, 페이징 식별자(예, paging-RNTI (P-RNTI))가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(system information block, SIC))를 위한 것일 경우, SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 랜덤 접속 응답을 위한 것일 경우, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 상향링크 전력 제어를 위한 것일 경우, TPC-RNTI(Transmit Power Control-RNTI)가 이용될 수 있으며 TPC-RNTI는 PUCCH 전력 제어를 위한 TPC-PUCCH-RNTI와 PUSCH 전력 제어를 위한 TPC-PUSCH-RNTI를 포함할 수 있다. PDCCH가 멀티캐스트 제어 채널(Multicast Control Channel, MCCH)을 위한 것일 경우, M-RNTI(Multimedia Broadcast Multicast Service-RNTI)가 이용될 수 있다.
- [0044] PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보는 DCI(Downlink Control Information)라고 지칭된다. 다양한 DCI 포맷이 용도에 따라 정의된다. 구체적으로, 상향링크 스케줄링을 위해 DCI 포맷 0, 4(이하, UL 그랜트)가 정의되고, 하향링크 스케줄링을 위해 DCI 포맷 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, 2C(이하, DL 그랜트)가 정의된다. DCI 포맷은 용도에 따라 호핑 플래그(hopping flag), RB 할당, MCS(Modulation Coding Scheme), RV(Redundancy Version), NDI(New Data Indicator), TPC(Transmit Power Control), 사이클릭 쉬프트 DM-RS(DeModulation Reference Signal), CQI(Channel Quality Information) 요청, HARQ 프로세스 번호, TPMI(Transmitted Precoding Matrix

Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator) 확인(confirmation) 등의 정보를 선택적으로 포함한다.

[0045] LTE(-A) 시스템에서는 각각의 단말을 위해 PDCCH가 위치할 수 있는 제한된 세트의 CCE 위치를 정의한다. 단말이 자신의 PDCCH를 찾을 수 있는 제한된 세트의 CCE 위치는 검색 공간(Search Space, SS)으로 지칭될 수 있다. LTE(-A) 시스템에서, 검색 공간은 각각의 PDCCH 포맷에 따라 다른 사이즈를 갖는다. 또한, UE-특정(UE-specific) 및 공통(common) 검색 공간이 별도로 정의된다. 기지국은 단말에게 PDCCH가 검색 공간의 어디에 있는 지에 관한 정보를 제공하지 않기 때문에 단말은 검색 공간 내에서 PDCCH 후보(candidate)들의 집합을 모니터링 하여 자신의 PDCCH를 찾는다. 여기서, 모니터링(monitoring)이란 단말이 수신된 PDCCH 후보들을 각각의 DCI 포맷에 따라 복호화를 시도하는 것을 말한다. 검색 공간에서 PDCCH를 찾는 것을 블라인드 검출(blind decoding 또는 blind detection)이라 한다. 블라인드 검출을 통해, 단말은 자신에게 전송된 PDCCH의 식별(identification)과 해당 PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보의 복호화를 동시에 수행한다.

[0046] 도 4는 본 발명에서 이용될 수 있는 상향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.

[0047] 도 4를 참조하면, 상향링크 서브프레임은 복수(예, 2개)의 슬롯을 포함한다. 슬롯은 CP 길이에 따라 서로 다른 수의 SC-FDMA 심볼을 포함할 수 있다. 일 예로, 표준(normal) CP의 경우 슬롯은 7개의 SC-FDMA 심볼을 포함할 수 있다. 상향링크 서브프레임은 주파수 도메인에서 데이터 영역과 제어 영역으로 구분된다. 데이터 영역은 PUSCH를 포함하고 음성 등의 데이터 신호를 전송하는 데 사용된다. 제어 영역은 PUCCH를 포함하고 제어 정보를 전송하는 데 사용된다. PUCCH는 주파수 축에서 데이터 영역의 양끝 부분에 위치한 RB 쌍(RB pair)(예, $m=0,1,2,3$)을 포함하며 슬롯을 경계로 호핑한다.

[0048] 도 5는 랜덤 접속 과정(Random Access Procedure)을 예시한다.

[0049] 랜덤 접속 과정은 상향링크로 (짧은 길이의) 데이터를 전송하기 위해 사용된다. 예를 들어, 랜덤 접속 과정은 RRC_IDLE 상태에서의 초기 접속, 무선 링크 실패 후의 초기 접속, 랜덤 접속 과정을 요구하는 핸드오버, RRC_CONNECTED 상태 중에 랜덤 접속 과정이 요구되는 상향링크/하향링크 데이터 발생시에 수행된다. RRC(Radio Resource Control) 연결 요청 메시지(RRC Connection Request Message)와 셀 갱신 메시지(Cell Update Message), URA 갱신 메시지(URA Update Message) 등의 일부 RRC 메시지도 랜덤 접속 과정을 이용하여 전송된다. 논리채널 CCCH(Common Control Channel), DCCH(Dedicated Control Channel), DTCH(Dedicated Traffic Channel)가 전송채널 RACH에 매핑될 수 있다. 전송채널 RACH는 물리채널 PRACH(Physical Random Access Channel)에 매핑된다. 단말의 MAC 계층이 단말 물리계층에 PRACH 전송을 지시하면, 단말 물리계층은 먼저 하나의 접속 슬롯(access slot)과 하나의 시그니처(signature)를 선택하여 PRACH 프리앰블을 상향링크로 전송한다. 랜덤 접속 과정은 경쟁 기반(contention based) 과정과 비경쟁 기반(non-contention based) 과정으로 구분된다.

[0050] 도 5를 참조하면, 단말은 시스템 정보를 통해 기지국으로부터 랜덤 접속에 관한 정보를 수신하여 저장한다. 그 후, 랜덤 접속이 필요하면, 단말은 랜덤 접속 프리앰블(Random Access Preamble; 메시지 1 또는 Msg1이라고도 함)을 기지국으로 전송한다(S510). 기지국이 상기 단말로부터 랜덤 접속 프리앰블을 수신하면, 상기 기지국은 랜덤 접속 응답 메시지(Random Access Response; 메시지 2 또는 Msg2라고도 함)를 단말에게 전송한다(S520). 구체적으로, 상기 랜덤 접속 응답 메시지에 대한 하향 스케줄링 정보는 RA-RNTI(Random Access-RNTI)로 CRC 마스킹되어 L1/L2 제어 채널(PDCCH) 상에서 전송될 수 있다. RA-RNTI로 마스킹된 하향 스케줄링 신호를 수신한 단말은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)로부터 랜덤 접속 응답 메시지를 수신하여 디코딩할 수 있다. 그 후, 단말은 상기 랜덤 접속 응답 메시지에 자신에게 지시된 랜덤 접속 응답 정보가 있는지 확인한다. 자신에게 지시된 랜덤 접속 응답 정보가 존재하는지 여부는 단말이 전송한 프리앰블에 대한 RAID(Random Access preamble ID)가 존재하는지 여부로 확인할 수 있다. 상기 랜덤 접속 응답 정보는 동기화를 위한 타이밍 오프셋 정보를 나타내는 타이밍 어드밴스(Timing Advance; TA), 상향링크에 사용되는 무선자원 할당정보, 단말 식별을 위한 임시 식별자(예: Temporary C-RNTI) 등을 포함한다. 단말은 랜덤 접속 응답 정보를 수신하면, 상기 응답 정보에 포함된 무선자원 할당 정보에 따라 상향링크 SCH(Uplink Shared Channel)로 RRC 연결 요청 메시지를 포함하는 상향링크 전송(메시지 3 또는 Msg3이라고도 함)을 수행한다(S530). 기지국은 단말로부터 상기 상향링크 전송을 수신한 후에, 경쟁 해결(contention resolution)을 위한 메시지(메시지 4 또는 Msg4라고도 함)를 단말에게 전송한다(S540). 경쟁 해결을 위한 메시지는 경쟁 해결 메시지라고 지칭될 수 있으며, RRC 연결 설정 메시지를 포함할 수 있다. 단말은 기지국으로부터 경쟁 해결 메시지를 수신한 후에, 연결 설정을 완료한 후 연결 설정 완료 메시지(메시지 5 또는 Msg5라고도 함)를 기지국으로 전송한다(S550).

[0051] 비경쟁 기반 과정의 경우, 단말이 랜덤 접속 프리앰블을 전송(S510)하기 전에 기지국이 비경쟁 랜덤 접속 프리

앰블(Non-contention Random Access Preamble)을 단말에게 할당할 수 있다. 비경쟁 랜덤 접속 프리앰블은 핸드 오버 명령(handover command)나 PDCCH와 같은 전용 시그널링(dedicated signaling)을 통해 할당될 수 있다. 단말은 비경쟁 랜덤 접속 프리앰블을 할당받는 경우 S510 단계와 유사하게 할당받은 비경쟁 랜덤 접속 프리앰블을 기지국으로 전송할 수 있다. 기지국은 상기 단말로부터 비경쟁 랜덤 접속 프리앰블을 수신하면, S520 단계와 유사하게 상기 기지국은 랜덤 접속 응답을 단말에게 전송할 수 있다.

[0052] 상기 설명된 랜덤 접속 과정에서 랜덤 접속 응답(S520)에 대해서는 HARQ가 적용되지 않지만 랜덤 접속 응답에 대한 상향링크 전송이나 경쟁 해결을 위한 메시지에 대해서는 HARQ가 적용될 수 있다. 따라서, 랜덤 접속 응답에 대해서 단말은 ACK/NACK을 전송할 필요가 없다.

[0053] 한편, 차세대 시스템에서는 계량기 검침, 수위측정, 감시 카메라의 활용, 자판기의 재고보고 등의 데이터 통신을 위주로 하는 저가/저사양의 단말을 구성하는 것을 고려하고 있다. 이러한 단말은 낮은 기기 복잡도와 낮은 전력 소모를 가짐에도 불구하고 연결된 기기들 사이에 적절한 처리율을 제공할 수 있는 것을 추구하며, 편의상 MTC(Machine Type Communication) 혹은 IoT(Internet of Things) 단말이라고 지칭할 수 있으며, 본 명세서에서는 간략히 단말(UE)이라고 통칭한다.

[0054] 또한, 차세대 시스템은 셀룰러 네트워크 혹은 제3의 네트워크를 활용함에 있어서 협대역(narrowband)을 이용한 통신(혹은 NB-IoT 통신)을 수행할 수 있다. 예를 들어, 협대역은 180kHz일 수 있다. 해당 영역 내에서 UE(혹은 NB-IoT UE) 혹은 eNB는 단일 혹은 복수의 물리 채널을 다중화하여 전송하는 것일 수 있다. 한편, NB-IoT UE는 교량 밑이나 해저, 해상 등 채널 환경이 좋지 않은 영역에서 통신을 수행할 수도 있으며, 이 경우에 이를 보상하기 위하여 특정 채널에 대한 반복(예를 들어, 수 TTI 동안 반복 전송) 그리고/혹은 전력 증폭(Power boosting)을 수행하는 것을 고려할 수 있다. 전력 증폭에 대한 일례로는 특정 대역 내에서 전송할 주파수 자원 영역을 더욱 줄여 시간당 전력을 특정 자원에 몰아주는 형태일 수 있다. 일례로, 12 RE로 구성된 RB(resource block)을 통해서 특정 채널을 전송할 때, RB 단위의 RE 할당 대신에 특정 RE를 선택하여 할당해주는 방식을 통해서 전체 RB를 통해서 분산된 전력을 특정 RE(들)에 몰아줄 수도 있다. 특히, RB 내에 하나의 RE에 데이터와 전력을 집중시켜 통신을 수행하는 방식을 단일-톤(Single-tone) 전송 방식이라고 통칭할 수 있다. NB-IoT는 셀룰러 IoT(또는 cIoT)와 혼용될 수 있다.

[0055] 도 6은 NPRACH 프리앰블 전송 방법을 예시한다. NPRACH 프리앰블은 LTE-A 프로 시스템에서 지원하는 NB-IoT를 위한 PRACH 프리앰블을 지칭하며, PRACH 프리앰블이라고 통칭될 수 있다. 도 6의 랜덤 접속 심볼 그룹은 (N)PRACH 심볼 그룹으로 지칭될 수 있으며, 간략히 심볼 그룹이라고 지칭한다.

[0056] NPRACH 프리앰블은 4개의 심볼 그룹(심볼 그룹 0 내지 심볼 그룹 3)으로 구성되며, 각각의 심볼 그룹은 도 6에 예시된 바와 같이 CP(Cyclic Prefix)와 시퀀스 부분(sequence part)으로 구성될 수 있다. 시퀀스 부분은 5개의 서브블록으로 구성될 수 있는데, 각 서브블록은 동일한 심볼을 포함한다. 예를 들어, 동일한 심볼은 고정된 심볼 값 1을 가질 수 있다.

[0057] NPRACH 프리앰블은 지정된 시간/주파수 자원을 이용하여 전송되며, NPRACH 프리앰블 전송을 위한 시간/주파수 자원은 NPRACH 구성 정보(configuration information)를 통해 설정될 수 있다. NPRACH 구성 정보는 상위 계층 신호(예, RRC 계층 신호) 또는 시스템 정보(예, SIB2)를 통해 단말로 전송될 수 있다. NPRACH 구성 정보는 다음과 같은 정보를 포함할 수 있다.

[0058] - 시간 영역에서 NPRACH 자원의 주기를 지시하는 정보(예, $N_{\text{period}}^{\text{NPRACH}}$ 또는 nprach-Periodicity)

[0059] - 주파수 영역에서 NPRACH 자원의 첫 번째 서브캐리어를 지시하는 정보(예, $N_{\text{offset}}^{\text{NPRACH}}$ 또는 nprach-SubcarrierOffset)

[0060] - NPRACH에 할당된 서브캐리어의 개수를 지시하는 정보(예, $N_{\text{sc}}^{\text{NPRACH}}$ 또는 nprach-NumSubcarriers)

[0061] - 경쟁 기반 랜덤 접속에 할당된 시작 서브캐리어의 개수를 지시하는 정보(예, $N_{\text{sc_cont}}^{\text{NPRACH}}$ 또는 nprach-NumCBRA-StartSubcarriers)

[0062] - NPRACH 반복 회수를 지시하는 정보(예, $N_{\text{rep}}^{\text{NPRACH}}$ 또는 numRepetitionsPerPreambleAttempt)

[0063] - NPRACH 시작 시간을 지시하는 정보(예, $N_{\text{start}}^{\text{NPRACH}}$ 또는 nprach-StartTime)

[0064] 시간 영역에서 NPRACH 프리앰블 전송은 $n_t \bmod (N_{\text{period}}^{\text{NPRACH}} / 10) = 0$ 을 만족하는 무선 프레임의 시작 후에 $N_{\text{start}}^{\text{NPRACH}}$ 가 지시하는 위치에서 시작될 수 있다.

[0065] NPRACH 프리앰블 전송을 위한 주파수 영역은 상위 계층 신호(예, RRC 계층 신호) 또는 시스템 정보(예, SIB2)를 통해 설정된 서브캐리어 오프셋(예, $N_{\text{scoffset}}^{\text{NPRACH}}$)과 서브캐리어 개수(예, $N_{\text{sc}}^{\text{NPRACH}}$)에 의해 결정될 수 있다. NPRACH 프리앰블을 구성하는 각 심볼 그룹은 간격(gap) 없이 전송되며, 지정된 주파수 영역 내에서 심볼 그룹마다 주파수 호핑한다. 주파수 호핑시 (i+1)번째 심볼 그룹(즉, 심볼 그룹 i, i=0, 1, 2, 3)의 주파수 위치는 $n_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i)$ 로 나타내며 수학적 식 1에 의해 결정될 수 있다.

[0066] [수학적 식 1]

[0067]
$$n_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i) = n_{\text{start}} + \tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i)$$

[0068] 수학적 식 1에서 n_{start} 는 NPRACH 프리앰블의 시작 서브캐리어 인덱스를 나타내며 수학적 식 2에 의해 결정된다. 수학적 식 1에서 $\tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i)$ 는 서브캐리어 오프셋을 나타내며 수학적 식 3에 의해 결정된다. 수학적 식 2에서 $N_{\text{sc}}^{\text{RA}} = 1$ 로 주어질 수 있다.

[0069] [수학적 식 2]

[0070]
$$n_{\text{start}} = N_{\text{scoffset}}^{\text{NPRACH}} + \left\lfloor n_{\text{init}} / N_{\text{sc}}^{\text{RA}} \right\rfloor \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RA}}$$

[0071] [수학적 식 3]

[0072]
$$\tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i) = \begin{cases} (\tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(0) + f(i/4)) \bmod N_{\text{sc}}^{\text{RA}} & i \bmod 4 = 0 \text{ and } i > 0 \\ \tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i-1) + 1 & i \bmod 4 = 1, 3 \text{ and } \tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i-1) \bmod 2 = 0 \\ \tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i-1) - 1 & i \bmod 4 = 1, 3 \text{ and } \tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i-1) \bmod 2 = 1 \\ \tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i-1) + 6 & i \bmod 4 = 2 \text{ and } \tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i-1) < 6 \\ \tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i-1) - 6 & i \bmod 4 = 2 \text{ and } \tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(i-1) \geq 6 \end{cases}$$

$$f(t) = \left(f(t-1) + \left(\sum_{n=10t+1}^{10t+9} c(n) 2^{n-(10t+1)} \right) \bmod (N_{\text{sc}}^{\text{RA}} - 1) + 1 \right) \bmod N_{\text{sc}}^{\text{RA}}$$

$$f(-1) = 0$$

[0073] 수학적 식 3에서 $\tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(0)$ 는 NPRACH 프리앰블의 심볼 그룹 0을 위한 서브캐리어 오프셋을 나타내고 수학적 식 4에 의해 결정된다. 수학적 식 3에서 $c(n)$ 은 수학적 식 5에 의해 결정되며, 수학적 식 4에서 n_{init} 은 $\{0, 1, \dots, N_{\text{sc}}^{\text{NPRACH}} - 1\}$ 으로부터 상위 계층(예, MAC 계층)에 의해 선택되는 값이다.

[0074] [수학적 식 4]

[0075]
$$\tilde{n}_{\text{sc}}^{\text{RA}}(0) = n_{\text{init}} \bmod N_{\text{sc}}^{\text{RA}}$$

[0076] [수학적 식 5]

[0077]
$$c(n) = (x_1(n + N_c) + x_2(n + N_c)) \bmod 2$$

$$x_1(n + 31) = (x_1(n + 3) + x_1(n)) \bmod 2$$

$$x_2(n + 31) = (x_2(n + 3) + x_2(n + 2) + x_2(n + 1) + x_2(n)) \bmod 2$$

[0078] 수학적 식 5에서 $N_c = 1600$ 이고 $x_1(0) = 1, x_1(n) = 0, n = 1, 2, \dots, 30$ 로 주어질 수 있다.

[0079] NPRACH 프리앰블은 커버리지 향상 또는 커버리지 확장을 위해 특정 횟수(예, 도 6의 N)만큼 반복 전송될 수 있다. 특정 반복 횟수는 상위 계층 신호(예, RRC 계층 신호) 또는 시스템 정보(예, SIB2)를 통해 설정될 수 있다. NPRACH 프리앰블을 구성하는 4개의 심볼 그룹(심볼 그룹 0 내지 심볼 그룹 3)은 심볼 그룹마다 수학적 식 1 내지 5를 이용하여 결정된 주파수 위치로 호핑하면서 전송되며, 이와 같이 NPRACH 프리앰블을 1번째 전송한 후 2번째

NPRACH 프리앰블의 각 심볼 그룹도 수학적식 1 내지 5에 기초하여 주파수 호핑하며 전송할 수 있다. 동일한 방식을 적용하여 NPRACH 프리앰블을 특정 횟수(예, N)만큼 반복 전송할 수 있다. 반복 전송되는 각 NPRACH 프리앰블의 1번째 심볼 그룹(즉, 심볼 그룹 0)의 주파수 위치는 랜덤하게 결정될 수 있다.

[0080] 도 6에 예시된 NPRACH 프리앰블의 심볼 그룹들은 간격(gap)없이 전송되므로 NPRACH 프리앰블에는 보호 시간이 적용되지 않는다. 따라서, 도 6에 예시된 NPRACH 프리앰블의 경우 보호 시간 대신 CP 길이를 고려하여 지원하는 셀 반경을 결정할 수 있다. 일반적으로 셀 반경과 라운드 트립 지연(RTD) 간의 관계는 (셀 반경)=(광속)*(RTD/2)에 의해 표현될 수 있고 RTD는 보호 시간에 해당하므로, 셀 반경과 CP 길이 간의 관계는 수학적식 6에 의해 표현될 수 있다.

[0081] [수학적식 6]

[0082] (셀 반경)=(광속)*(CP길이/2)

[0083] 표 1은 NPRACH 프리앰블 포맷에 따른 CP 길이, 셀 반경의 대략적인 값을 예시한다. 표 1에 예시된 바와 같이 NPRACH 프리앰블 포맷은 포맷 0, 1을 가질 수 있으며, 각 NPRACH 프리앰블 포맷은 동일한 시퀀스 길이를 가지고 CP 길이가 상이하게 설정될 수 있다. CP 길이는 상위 계층 신호(예, RRC 계층 신호) 또는 시스템 정보(예, SIB2)를 통해 설정될 수 있으며, CP 길이에 따라 해당 NPRACH 프리앰블 포맷이 결정될 수 있다. 표 1에서 us는 마이크로초(microsecond)를 나타내고, km은 킬로미터를 나타낸다.

[0084] [표 1]

Preamble format	CP duration (us)	Sequence (us)	GT duration (us)	Max. cell radius (km)
0	67.5	1333.33	N/A	10.1
1	266.7	1333.33	N/A	40.0

[0085]

[0086] 또한, 셀 반경에 따른 라운드 트립 지연(round trip delay, RTD)를 고려하여 보호 시간(guard time, GT)이 주어질 수 있다. 예를 들어, 셀의 가장자리에 있는 단말과 셀의 중심에 있는 단말이 동일한 TTI(예, 서브프레임 또는 슬롯)에서 PRACH 프리앰블을 전송하는 경우 기지국이 해당 TTI 내에서 각 단말의 PRACH 프리앰블을 수신할 수 있도록 하기 위해 보호 시간이 주어질 수 있다. 일반적으로 셀 반경과 라운드 트립 지연(RTD) 간의 관계는 (셀 반경)=(광속)*(RTD/2)에 의해 표현될 수 있고 RTD는 보호 시간에 해당하므로, 셀 반경과 보호 시간 간의 관계는 수학적식 7에 의해 표현될 수 있다.

[0087] [수학적식 7]

[0088] (셀 반경)=(광속)*(GT/2)

[0089] 표 2는 기존 LTE/LTE-A 시스템의 프리앰블 포맷에 따른 CP 길이, GT 길이, 셀 반경의 대략적인 값을 예시한다. 표 2에서 프리앰블 포맷 값은 PRACH 구성 인덱스에 의해 지시된다. 프리앰블 포맷 0은 하나의 TTI(예, 1ms)에서 전송될 수 있고, 프리앰블 포맷 1, 2는 2개의 TTI(예, 2ms)에서 전송될 수 있고, 프리앰블 포맷 3은 3개의 TTI(예, 3ms)에서 전송될 수 있으며, ms는 밀리초(millisecond)를 나타낸다. 표 2에서 us는 마이크로초(microsecond)를 나타내고, km은 킬로미터를 나타낸다.

[0090] [표 2]

Preamble format	CP duration (us)	GT duration (us)	Max. delay spread (us)	Max. cell radius (km)
0	103.1	96.88	6.3	14.5
1	684.4	515.6	16.7	77.3
2	203.1	196.9	6.3	29.5
3	684.4	715.6	16.7	100.2

[0091]

[0092] 표 2에서 알 수 있듯이 현재 LTE 시스템에서 지원하는 최대 셀 반경은 100.2 km 이다. 따라서, NB-IoT를 위한 UE가 LTE 네트워크를 이용한 인밴드 동작(in-band operation)을 수행하기 위해서는 적어도 동일 수준의 셀 반경을 지원할 필요가 있다.

[0093] 도 7은 상향링크-하향링크 타이밍 관계(timing relation)를 예시한다.

[0094] 상향링크 직교(Uplink orthogonal) 송수신을 위해서 기지국이 각 단말의 상향링크 전송 타이밍을 개별적으로 관리(manage) 또는 조정(adjust)해야 할 수 있다. 이와 같이, 기지국에 의해 수행되는 전송 타이밍의 관리 또는 조정을 타이밍 어드밴스(timing advance) 또는 타이밍 정렬(time alignment)이라고 지칭할 수 있다.

[0095] 타이밍 어드밴스 또는 타이밍 정렬은 앞에서 설명된 바와 같이 랜덤 접속 과정을 통해 수행될 수 있다. 랜덤 접속 과정 동안, 기지국은 단말로부터 랜덤 접속 프리앰블을 수신하고, 수신된 랜덤 접속 프리앰블을 이용하여 타이밍 어드밴스 값을 계산할 수 있다. 계산된 타이밍 어드밴스 값은 랜덤 접속 응답을 통해 단말에게 전송되며, 단말은 수신된 타이밍 어드밴스 값에 의거하여 신호 전송 타이밍을 갱신(update)할 수 있다. 혹은, 기지국은 단말로부터 주기적으로 또는 랜덤하게 전송되는 상향링크 참조신호(예, SRS(Sounding Reference Signal))를 수신하여 타이밍 어드밴스를 계산할 수 있으며, 단말은 계산된 타이밍 어드밴스 값에 의거하여 신호 전송 타이밍을 갱신할 수 있다.

[0096] 앞서 설명된 바와 같이, 기지국은 랜덤 접속 프리앰블 또는 상향링크 참조신호를 통해 단말의 타이밍 어드밴스를 측정할 수 있고 타이밍 정렬을 위한 조정 값(adjustment value)을 단말에게 알려줄 수 있다. 이 경우, 타이밍 정렬을 위한 조정 값은 타이밍 어드밴스 명령(Timing Advance Command, TAC) 또는 타이밍 어드밴스 값(TA value)으로 지칭될 수 있다.

[0097] 도 7을 참조하면, 단말로부터의 상향링크 무선 프레임 i의 전송은 대응되는 하향링크 무선 프레임이 시작하기 ($N_{TA} + N_{TAoffset}$) $\times T_s$ 초 전에 시작할 수 있다. $0 \leq N_{TA} \leq 20512$ 일 수 있고, FDD 프레임 구조의 경우 $N_{TAoffset} = 0$, TDD 프레임 구조의 경우 $N_{TAoffset} = 624$ 일 수 있다. N_{TA} 는 타이밍 어드밴스 명령에 의해 지시될 수 있다. T_s 는 샘플링 타임을 나타낸다. 상향링크 전송 타이밍은 $16T_s$ 의 배수 단위로 조정될 수 있다. TAC는 랜덤 접속 응답에서 11비트로서 주어질 수 있고 0 내지 1282의 값을 지시할 수 있다. N_{TA} 는 $TA \times 16$ 으로 주어질 수 있다. 혹은, TAC는 6 비트이고 0 내지 63의 값을 지시할 수 있다. 이 경우, N_{TA} 는 $N_{TA,old} + (TA - 31) \times 16$ 으로 주어질 수 있다. 서브프레임 n에서 수신된 타이밍 어드밴스 명령은 서브프레임 n+6부터 적용될 수 있다.

[0098] 앞서 설명된 바와 같이, 기존의 NB-IoT 시스템은 셀 반경 35 km를 지원하는 GERAN(GSM EDGE Radio Access Network) 네트워크를 기반으로 설계되었기 때문에 랜덤 접속 프리앰블의 순환 전치(CP)가 최대 40 km 정도의 셀 반경까지만 지원하도록 설계되어 있다. 그러나, NB-IoT 시스템의 대표적인 전개 시나리오(deployment scenario) 중의 하나인 LTE 네트워크에서의 인밴드 동작(in-band operation)을 지원하기 위해서는 셀 반경 100 km까지 지원하는 것이 필요하다. 또한, NB-IoT 시스템은 인적이 드문, 다시 말해서 LTE 네트워크가 잘 갖추어지지 않은 곳에서의 이동식 자율 보고(mobile autonomous reporting) 시스템 등을 포함하고 있기 때문에 지원 가능한 셀 반경을 확장하는 것이 바람직하다.

[0099] 랜덤 접속 프리앰블의 지원 가능한 최대 셀 반경을 확장하기 위해서 (NPRACH) 프리앰블의 CP를 확장할 수 있다. 예를 들어, 셀 반경 100 km를 지원하기 위한 CP의 최소 길이는 수학적 6에 기반하여 수학적 8과 같이 계산될 수

있다.

[0100] [수학적식 8]

[0101] $CP \text{ 길이(us)} = 200 \text{ km} / (3E8 \text{ m/s}) = 666.7 \text{ us}$

[0102] 이와 같이 확장된 셀 반경을 지원하기 위해서 확장된 CP를 확장 CP(extended CP, E-CP) 라고 지칭한다. 추가적으로, 지연 확산(delay spread)를 고려하여 약간의 마진을 가지도록 E-CP의 길이를 설계할 수 있다. 이 때, 기지국 관점에서 단말로부터 수신된 랜덤 접속 프리앰블과 바로 다음의 인접 서브프레임이 중첩되는 것을 피하기 위해서 E-CP와 동일한 길이(예, 666.7 us)의 시간 간격(time gap)이 필요할 수 있으며, 이러한 시간 간격을 보호 시간(GT)이라 한다.

[0103] 순환 전치와 보호 시간은 모두 심볼 간의 간섭을 피하기 위해서 추가된 것이다. 다시 말해서 순환 전치와 보호 시간은 성능적인 측면에서 부수적으로 추가된 신호이기 때문에 시스템 전송률(system throughput) 차원에서 오버헤드로 분류될 수 있다. 따라서, 보다 효율적인 프리앰블 전송을 위해 이러한 순환 전치나 보호 시간의 퍼센트 오버헤드(% overhead)를 줄이고, 순환 전치와 보호 시간을 제외한 프리앰블 정보에 해당하는 부분(예, 심볼 또는 심볼 그룹 부분)을 증가시키는 것을 고려할 수 있다.

[0104] 또한, 셀 반경을 확장 지원하기 위해서 CP 확장과 더불어 타이밍 어드밴스(TA) 동작을 위한 타이밍 추정 모호함(timing estimation ambiguity) 문제를 해결해야 한다. 도 7을 참조하여 설명한 바와 같이, 상향링크 직교(uplink orthogonal) 송수신을 위해서 기지국이 각 UE들의 상향링크 전송 타이밍을 개별적으로 제어하는 것이 필요하며, 이 과정을 타이밍 어드밴스(TA) 또는 타이밍 정렬이라고 한다. 초기 타이밍 어드밴스는 랜덤 접속 과정을 통해서 수행된다. NB-IoT 시스템에서는 단말이 랜덤 접속 프리앰블을 전송하면, 기지국은 수신된 프리앰블로부터 상향링크 전송 지연(delay)를 추정하여 랜덤 접속 응답(RAR) 메시지를 통해 타이밍 어드밴스 명령 형태로 단말에게 전달한다. 단말은 RAR 메시지를 통해서 전달 받은 TA 명령을 이용하여 전송 타이밍을 조절한다.

[0105] 도 6을 참조하여 설명한 바와 같이, NB-IoT를 위한 랜덤 접속 프리앰블(또는 NPRACH 프리앰블)은 단일 캐리어 주파수 호핑(single carrier frequency hopping) 방식으로 전송되며, 타이밍 추정(timing estimation) 획득 범위와 정확도를 모두 고려하여 설계되었다. 종래의 랜덤 접속 프리앰블(또는 NPRACH 프리앰블)의 서브캐리어 간격(subcarrier spacing)은 3.75 kHz로 40 km 셀 반경까지 모호함(ambiguity)없이 타이밍 추정이 가능하도록 설계되었다. 2개의 서브캐리어 간의 간격을 이용하여 타이밍 추정을 하고자 할 경우, 모호함 없이 지원 가능한 셀 반경은 다음과 같이 계산될 수 있다. 떨어진 두 서브캐리어 간의 간격을 이용하여 추정할 경우, 두 서브캐리어 상에서 전송되는 신호의 위상 차이는 $2\pi \cdot \Delta f$ 로 나타낼 수 있으며, Δf 는 서브캐리어 간격을 Hz(Hertz) 단위로 나타낸 것이다. 또한, 라운드 트립 지연을 고려한 두 서브캐리어 상에서 전송되는 신호의 위상 차이는 $2\pi \cdot \Delta f \cdot \tau_{RTT}$ 로 나타낼 수 있으며, τ_{RTT} 는 라운드 트립 지연을 나타낸다. 위상 차이와 셀 반경이 일대일 대응 값을 가지려면 $2\pi \cdot \Delta f \cdot \tau_{RTT} < 2\pi$ 인 관계가 성립해야 한다. 따라서, 모호함 없는 추정을 위해서는 $\tau_{RTT} < 1/\Delta f$ 인 관계가 성립해야 한다. 라운드 트립 거리는 $\tau_{RTT} \cdot (\text{광속})/2$, 광속=3E8 m/s이므로, 서브캐리어 간격이 3.75 kHz인 경우 셀 반경은 $1/\Delta f \cdot 3E8/2 = 1/3.75(\text{kHz}) \cdot 3E8(\text{m/s})/2 = 40 \text{ km}$ 이다. 종래의 랜덤 접속 프리앰블(또는 NPRACH 프리앰블)의 3.75 kHz 서브캐리어 간격으로 모호함 없이 타이밍 추정이 가능한 셀 반경이 40 km이므로, 100 km 셀 반경의 지원을 위해서는 서브캐리어 간격을 1.5 kHz이하로 축소해야 한다. 또는 서브캐리어 간격을 레거시 프리앰블과 동일하게 3.75 kHz로 유지하되 소수점 주파수 호핑(fractional frequency hopping)을 적용하여 타이밍 추정 모호함(timing estimation ambiguity) 문제를 해결할 수 있다.

[0106] 요약하면, 100 km 셀 반경을 지원하기 위해서는 랜덤 접속 프리앰블의 순환 전치를 최소 666.7 us 정도로 확장해야 하고, 모호함 없이 타이밍 추정을 수행하기 위해서 랜덤 접속 프리앰블의 서브캐리어 간격을 1.5 kHz 이하로 축소하거나, 3.75 kHz 서브캐리어 간격을 유지하면서 소수점 주파수 호핑을 적용하여 타이밍 추정 모호함을 해결해야 한다.

[0107] 본 발명은 LTE 네트워크 또는 LTE 시스템의 최대 셀 반경을 지원하는 네트워크에서 NB-IoT 시스템을 사용할 수 있도록 하기 위한 것으로서, 구체적으로는 LTE 네트워크 또는 LTE 시스템의 최대 셀 반경을 지원하는 네트워크에서 NB-IoT NPRACH를 위한 자원 할당 및 주파수 호핑 방법을 제안한다.

[0108] 설명의 편의를 위해, 본 발명에서 제안된 확장된 셀 반경(예, 100 km)을 지원하는 랜덤 접속 프리앰블을 ‘향상된(enhanced)’ 프리앰블이라고 정의하고, 이와 대비하여 종래의 랜덤 접속 프리앰블을 ‘레거시(legacy)’ 프리앰블이라고 정의한다. 본 명세서에서 레거시 프리앰블은 제1 프리앰블 포맷으로 지칭될 수 있고, 향상된 프리

앰블은 제2 프리앰블 포맷으로 지칭될 수 있다. 또한, 본 발명에서 랜덤 접속 프리앰블 또는 (N)PRACH 프리앰블 또는 (N)PRACH 신호 또는 (N)PRACH는 혼용될 수 있으며, 간략히 프리앰블로 지칭될 수 있다. 또한, 본 발명에서 (N)PRACH 심볼 그룹 또는 랜덤 접속 심볼 그룹은 혼용될 수 있으며, 간략히 심볼 그룹으로 지칭될 수 있다. 또한, 종래의 NB-IoT(또는 레거시 프리앰블)을 지원하는 단말(UE)은 레거시 단말(legacy UE)이라고 지칭될 수 있고, 향상된 프리앰블(또는 레거시 프리앰블 및 향상된 프리앰블 모두)을 지원하는 단말은 향상된 단말(enhanced UE)이라고 지칭될 수 있다.

[0109] 본 발명은 NB-IoT를 지원하는 단말/기지국/시스템에 기반하여 설명되지만, 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 본 발명은 NB-IoT 통신을 지원하지 않는 단말/기지국/시스템에도 동일하게 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 mMTC(massive Machine Type Communication)를 지원하는 단말/기지국/시스템 뿐만 아니라 IoT 및 MTC를 지원하지 않는 일반적인 단말/기지국/시스템(예, LTE/LTE-A/LTE-A Pro/5G 시스템 및 해당 시스템에서 동작가능한 단말/기지국)에도 동일하게 적용될 수 있다. 본 명세서에서 단말/기지국/시스템은 NB-IoT를 지원하는 단말/기지국/시스템과 NB-IoT를 지원하지 않는 일반적인 단말/기지국/시스템을 통칭할 수 있다.

[0110] 향상된 프리앰블 포맷(Enhanced preamble format)

[0111] 본 명세서에서, 향상된 프리앰블은 NPRACH 범위 향상을 위해서 종래의 프리앰블 대비 복수의 심볼에 해당하도록 CP 길이를 늘리거나, $3.75/N$ kHz ($N>1$ 인 정수)으로 서브캐리어 간격을 축소하는 등에 의해 레거시 프리앰블 대비 더 큰 셀 반경을 지원하도록 설계된 프리앰블을 지칭한다. 향상된 프리앰블은 기존의 레거시 프리앰블에 추가되는 새로운 형태의 PRACH 포맷일 수 있다.

[0112] 향상된 프리앰블의 일 예로, 종래의 NB-IoT를 위한 랜덤 접속 프리앰블(또는 NPRACH 프리앰블)(예, 도 6 및 관련 설명 참조)을 구성하는 심볼 그룹 내에서 CP로 사용되는 심볼의 개수를 늘릴 수 있다. 본 발명에서 심볼 그룹 내에서 복수의 심볼에 해당하는 CP를 E-CP(enhanced CP)라고 지칭한다. 예를 들어, E-CP(> 666.7 us)를 지원하기 위해서 레거시 프리앰블의 여섯 심볼 중 앞 3개 심볼을 CP로 사용하고 5개 심볼을 시퀀스 부분으로 사용할 수 있다(예, 도 8 참조). 이 예에서, UE는 3개 심볼 길이에 해당하는 CP 부분과 5개 심볼 길이에 해당하는 시퀀스 부분을 포함하는 포맷으로 랜덤 접속 프리앰블을 전송하고, 기지국은 처음 3개 심볼을 E-CP(enhanced CP)로 간주하고 처음 3개 심볼을 제외한 나머지 5 심볼을 이용하여 프리앰블 검출과 타이밍 추정을 수행한다. 도 8의 랜덤 접속 프리앰블 포맷은 오로지 예시일 뿐이며, 본 발명은 도 8의 랜덤 접속 프리앰블 포맷에 제한되어 적용되는 것은 아니다.

[0113] 향상된 프리앰블의 다른 예로, 타이밍 추정 시 모호함 없이 셀 반경 100 km를 지원하기 위해 랜덤 접속 프리앰블(또는 NPRACH 프리앰블)의 서브캐리어 간격을 1.5 kHz 이하로 축소할 수 있다. 예를 들어, 추가적인 지연 확산(delay spread)과 FDM 시 간섭까지 고려하여 향상된 프리앰블의 서브캐리어 간격을 $3.75/N$ kHz ($N>3$ 인 정수)로 설정할 수 있으며, 보다 구체적으로 120 km 셀 반경까지 지원하기 위해 서브캐리어 간격을 1.25 kHz ($N=3$)로 설정할 수 있다. 이와 같이 랜덤 접속 프리앰블(또는 NPRACH 프리앰블) 전송을 위해 작은 서브캐리어 간격을 사용함으로써 타이밍 추정 모호함 없이 범위 향상을 달성할 수 있다.

[0114] NPRACH 자원 할당 및 호핑

[0115] 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블이 공존하는 시스템에서 NPRACH 시간/주파수 자원의 효율적인 활용 및/또는 역호환성(backward compatibility)를 위해서 향상된 프리앰블 전송 시 레거시 프리앰블의 NPRACH 자원을 공유하거나 레거시 프리앰블과 동일한 NPRACH 자원 구성(resource configuration) 방법을 사용하도록 할 수 있다. 이를 위해, (시간 영역에서) 향상된 프리앰블의 길이를 레거시 프리앰블의 길이와 동일하도록 설계할 수 있는데, 이와 같은 동작을 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블의 프리앰블 경계 정렬(preamble boundary alignment)라고 지칭한다.

[0116] 프리앰블 경계 정렬을 위해서 심볼 그룹 당 심볼 및/또는 프리앰블 당 심볼 그룹의 개수를 조정할 수 있다. 예를 들어, 레거시 프리앰블은 하나의 프리앰블이 4개 심볼 그룹으로 구성되고 하나의 심볼 그룹이 6개 심볼로 구성되므로(예, 도 6 참조), 프리앰블 당 심볼 개수는 $4 \times 6 = 24$ 개이다. 반면, 예를 들어, 향상된 프리앰블에서 8개 심볼이 하나의 심볼 그룹을 구성하는 경우(예, 도 8 참조), 프리앰블 당 심볼 개수는 $8 \times 4 = 32$ (즉, 프리앰블 당 심볼 = 8 심볼/심볼그룹 * 4 심볼그룹/프리앰블 = 32 심볼/프리앰블)이다. 이 예에서, 향상된 프리앰블의 프리앰블 당 심볼 그룹 개수를 3개로 조정하면, 향상된 프리앰블의 프리앰블 당 심볼 개수는 $8 \times 3 = 24$ (즉, 프리앰블 당 심볼 = 8 심볼/심볼그룹 * 3 심볼그룹/프리앰블 = 24 심볼/프리앰블)이다. 따라서, 이 예에서, 향상된 프리앰블을 구성하는 심볼 그룹의 개수를 3개로 조정함으로써 레거시 프리앰블과 프리앰블 경계 정렬을 할 수 있다.

[0117] 프리앰블 경계 정렬에 추가적으로 또는 독립적으로, 심볼 그룹 경계 정렬(symbol group boundary alignment)을 고려할 수 있다. 소수 주파수 호핑(Fractional Frequency Hopping) 기반의 향상된 프리앰블의 경우 서브캐리어 간격이 레거시 프리앰블과 동일한 3.75 kHz이기 때문에, 6개의 심볼들로 하나의 심볼 그룹을 구성하여 심볼 그룹 경계 정렬이 가능하다. 1.25 kHz 서브캐리어 기반의 향상된 프리앰블의 경우 하나의 심볼 길이가 레거시 프리앰블 대비 3배이기 때문에, 향상된 프리앰블에서 하나의 심볼 그룹을 2개의 심볼들로 구성하면 레거시 프리앰블과의 심볼 그룹 경계 정렬이 가능하다.

[0118] 상기 설명한 프리앰블 경계 정렬 및/또는 심볼 그룹 경계 정렬 방법과 더불어 또는 독립적으로, FDM으로 NPRACH 자원을 공유하는 방법을 고려할 수 있다. 좀 더 구체적으로, FDM 기반 NPRACH 자원 공유 방법은 NPRACH 주파수 자원을 구분하여 일부를 레거시 프리앰블에 할당하고, 나머지 부분을 향상된 프리앰블에 할당함으로써, 레거시 NPRACH 자원 구성(resource configuration) 영역에서 레거시 UE의 동작에 영향을 안 미치면서 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블을 공존시킬 수 있다.

[0119] 이에 기반하여, 본 발명에서는 향상된 프리앰블을 위한 NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법을 제안한다. 설명의 편의를 위해, 하나의 프리앰블 내에서 첫 번째 심볼 그룹을 심볼 그룹 0 또는 제1 심볼 그룹이라 지칭하고, 두 번째 심볼 그룹을 심볼 그룹 1 또는 제2 심볼 그룹이라 지칭하고, 세 번째 심볼 그룹을 심볼 그룹 2 또는 제3 심볼 그룹이라 지칭하고, 네 번째 심볼 그룹을 심볼 그룹 3 또는 제4 심볼 그룹이라 지칭한다.

[0120] NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법 1-1

[0121] 본 발명의 방법 1-1에서는 레거시 프리앰블을 위한 방법을 최소한으로 변경하여 향상된 프리앰블에 적용한다. 구체적으로, 본 발명에 따른 방법 1-1에 따르면, 프리앰블의 심볼 그룹 0을 위한 서브캐리어 인덱스 정보(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$, $i=0$)는 상위 계층(예, MAC 계층)에 의해 선택되는 값을 기반으로 결정되고(예, 수학적 식 3 및 수학적 식 4 참조), 프리앰블의 심볼 그룹 1을 위한 서브캐리어 인덱스 정보(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$, $i=1$)는 심볼 그룹 0을 위한 서브캐리어 인덱스 정보가 홀수인지 짝수인지 여부에 따라 $1/N$ 을 더하거나 빼서 결정되고, 프리앰블의 심볼 그룹 2를 위한 서브캐리어 인덱스 정보(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$, $i=2$)는 심볼 그룹 1을 위한 서브캐리어 인덱스 정보에 6을 적용하여 결정되고, 프리앰블의 심볼 그룹 3을 위한 서브캐리어 인덱스 정보(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$, $i=3$)는 심볼 그룹 2를 위한 서브캐리어 인덱스 정보가 홀수인지 짝수인지 여부에 따라 $1/N$ 을 더하거나 빼서 결정될 수 있다. 각 심볼 그룹의 주파수 위치는 해당 서브캐리어 인덱스 정보(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$)에 시작 서브캐리어 인덱스(예, n_{start})를 더하여 결정될 수 있다(예, 수학적 식 1 참조). 나머지 NPRACH 구성 정보는 도 6을 참조하여 설명된 바와 같이 주어질 수 있다.

[0122] 본 발명의 방법 1-1은 최소 주파수 호핑 거리 = 3.75 kHz/N을 가정한 것이다. N은 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블 간의 최소 주파수 호핑 거리(minimum frequency hopping distance) 또는 서브캐리어 간격(subcarrier spacing)의 비로 지칭될 수 있다. N은 1보다 큰 정수로 설정될 수 있지만, 앞서 설명한 바와 같이, N이 3보다 크거나 같을 경우에 모호함 없이 정확한 TA 명령 생성을 위한 타이밍 추정이 가능하다.

[0123] 본 발명의 방법 1-1은 수학적 식 9로 구현될 수 있다. 수학적 식 9에서 알 수 있듯이, 심볼 그룹 1, 3을 위한 서브캐리어 인덱스 정보를 구할 때 $1/N$ 이 적용된다. 구체적으로, 심볼 그룹 0, 2를 위한 서브캐리어 인덱스 정보가 짝수인 경우(즉, modulo-2 값이 0인 경우), 심볼 그룹 1, 3을 위한 서브캐리어 인덱스 정보는 심볼 그룹 0, 2를 위한 서브캐리어 인덱스 정보에 $1/N$ 을 더하여 결정될 수 있다. 심볼 그룹 0, 2를 위한 서브캐리어 인덱스 정보가 홀수인 경우(즉, modulo-2 값이 1인 경우), 심볼 그룹 1, 3을 위한 서브캐리어 인덱스 정보는 심볼 그룹 0, 2를 위한 서브캐리어 인덱스 정보에서 $1/N$ 을 빼서 결정될 수 있다.

[0124] [수학적 식 9]

$$\tilde{n}_{sc}^{RA}(i) = \begin{cases} (\tilde{n}_{sc}^{RA}(0) + f(i/4)) \bmod N_{sc}^{RA} & i \bmod 4 = 0 \text{ and } i > 0 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) + 1/N & i \bmod 4 = 1, 3 \text{ and } \left\lfloor \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) \right\rfloor \bmod 2 = 0 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) - 1/N & i \bmod 4 = 1, 3 \text{ and } \left\lfloor \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) \right\rfloor \bmod 2 = 1 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) + 6 & i \bmod 4 = 2 \text{ and } \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) < 6 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) - 6 & i \bmod 4 = 2 \text{ and } \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) \geq 6 \end{cases}$$

$$f(t) = \left(f(t-1) + \left(\sum_{n=10t+1}^{10t+9} c(n) 2^{n-(10t+1)} \right) \bmod (N_{sc}^{RA} - 1) + 1 \right) \bmod N_{sc}^{RA}$$

$$f(-1) = 0$$

[0125]

- [0126] 도 9는 본 발명의 방법 1-1에 따른 NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법을 예시한다. 도 9에서는 $N=3$ (예, 서브캐리어 간격 = 1.25 kHz)을 가정하였지만, 본 발명은 $N=3$ 이 아닌 경우에도 동일/유사하게 적용될 수 있다. 또한, 도 9에서는 시작 서브캐리어 인덱스(예, n_{start})를 0으로 가정하였지만, 본 발명은 시작 서브캐리어 인덱스가 0이 아닌 경우에도 동일/유사하게 적용될 수 있다. 이 경우, 시작 서브캐리어 인덱스를 해당 서브캐리어 인덱스에 더하여 실제 주파수 위치를 구할 수 있다.
- [0127] 도 9를 참조하면, 프리앰블 반복의 기본 단위를 예시한다. 프리앰블 반복의 기본 단위는 3.75 kHz 서브캐리어 간격을 기반으로 12개의 서브캐리어와 4개의 심볼 그룹으로 구성된다. 심볼 그룹은 복수의 심볼로 구성되는데, 구성된 심볼의 서브캐리어 간격에 따라서 심볼 그룹을 구성하는 심볼의 개수가 달라질 수 있다. 또한, 도 9에서는 심볼 그룹 내의 심볼들이 동일한 중심 주파수를 갖는 단일 톤(single tone)임을 가정하여 도시하였다. 또한, 도 9에서는 서로 다른 프리앰블을 구별하기 위해서 각 프리앰블을 서로 다른 패턴으로 나타내었다.
- [0128] 예를 들어, 프리앰블(910)의 심볼 그룹 0은 서브캐리어 인덱스 2(의 중심 주파수)에서 전송되고, 심볼 그룹 1은 +1/3만큼 소수 주파수 호핑(fractional frequency hopping)을 하고, 심볼 인덱스 2에서 +6만큼 서브캐리어 간격을 정수 주파수 호핑(integer frequency hopping)한 후, 심볼 인덱스 3에서 다시 -1/3만큼 소수 주파수 호핑을 하는 식으로 동작한다. 편의상, 심볼 인덱스 0에서 시작하는 프리앰블 호핑 패턴 중 서브캐리어 인덱스 0~5만 도시하였으나, 나머지 상위 서브캐리어 인덱스 6~11에 대해서도 도 9에 예시된 패턴의 거울상(mirror image) 형태로 동작함을 알 수 있다.
- [0129] NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법 1-2
- [0130] 도 9의 패턴에서 알 수 있듯이, 본 발명의 방법 1-1은 심볼 그룹 1,2에서 서로 다른 프리앰블 간의 최소 주파수 분리(minimum frequency separation)이 심볼 그룹 0,3과 대비하여 축소됨을 알 수 있다. 예를 들어, 도 9에서 처럼 $1/N$ (예, $N=3$)을 적용할 경우, 심볼 그룹 0, 3에서는 서로 다른 프리앰블 간의 간격이 3.75 kHz인데 반해, 심볼 그룹 1, 2에서는 서로 다른 프리앰블 간의 간격이 3.75 kHz에서 1.25 kHz로 좁혀지게 된다. 따라서, 본 발명의 방법 1-1에 따르면, 프리앰블 간 간섭에 취약해질 수 있다.
- [0131] 본 발명의 방법 1-2는 서로 다른 프리앰블 간 최소 주파수 분리가 일정하도록 하는 방법이다. 구체적으로, 본 발명의 방법 1-1과 대비하여, 본 발명의 방법 1-2에서는, 프리앰블의 심볼 그룹 1을 위한 서브캐리어 인덱스 정보(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$, $i=1$)가 심볼 그룹 0을 위한 서브캐리어 인덱스 정보에 $1/N$ 을 더하여 결정되고, 프리앰블의 심볼 그룹 3을 위한 서브캐리어 인덱스 정보(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$, $i=3$)가 심볼 그룹 2를 위한 서브캐리어 인덱스 정보에서 $1/N$ 을 빼서 결정된다는 점에서 차이가 있다. 보다 구체적으로, 본 발명의 방법 1-2에서는, 이전 심볼 그룹(심볼 그룹 0, 2)의 서브캐리어 인덱스 정보가 홀수인지 짝수인지 여부에 상관없이, 심볼 그룹 1을 위한 서브캐리어 인덱스 정보(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$, $i=1$)는 심볼 그룹 0을 위한 서브캐리어 인덱스 정보에 $1/N$ 을 더하여 결정되고, 심볼 그룹 3을 위한 서브캐리어 인덱스 정보(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$, $i=3$)는 심볼 그룹 2를 위한 서브캐리어 인덱스 정보에서 $1/N$ 을 빼서 결정된다. 각 심볼 그룹의 주파수 위치는 해당 서브캐리어 인덱스 정보(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$)에 시작 서브캐리어 인덱스(예, n_{start})를 더하여 결정될 수 있다(예, 수학식 1 참조). 나머지 NPRACH 구성 정보는 도 6을 참조하여 설명된 바와 같이 주어질 수 있다.
- [0132] 본 발명의 방법 1-2에 따르면 서로 다른 프리앰블 간의 최소 주파수 분리가 3.75 kHz로 일정하게 주어지므로, 본 발명의 방법 1-1과 비교하여 서로 다른 프리앰블 간의 간섭 측면에서 장점이 있다.
- [0133] 본 발명의 방법 1-2는 최소 주파수 호핑 거리 = 3.75 kHz/ N 을 가정한 것이다. N 은 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블 간의 최소 주파수 호핑 거리 또는 서브캐리어 간격의 비로 지칭될 수 있다. N 은 1보다 큰 정수로 설정될 수 있지만, 앞서 설명한 바와 같이, N 이 3보다 크거나 같을 경우에 모호함 없이 정확한 TA 명령 생성을 위한 타이밍 추정이 가능하다.
- [0134] 본 발명의 방법 1-2는 수학식 10으로 구현될 수 있다. 수학식 10에서 알 수 있듯이, 심볼 그룹 1, 3($i=1, 3$)을 위한 서브캐리어 인덱스 정보는 수학식 9와 상이하게 구해지며, 심볼 그룹 0, 2($i=0, 2$)를 위한 서브캐리어 인덱스 정보는 수학식 9와 동일하게 구해진다.

[0135] [수학식 10]

$$\tilde{n}_{sc}^{RA}(i) = \begin{cases} (\tilde{n}_{sc}^{RA}(0) + f(i/4)) \bmod N_{sc}^{RA} & i \bmod 4 = 0 \text{ and } i > 0 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) + 1/N & i \bmod 4 = 1 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) - 1/N & i \bmod 4 = 3 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) + 6 & i \bmod 4 = 2 \text{ and } \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) < 6 \\ \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) - 6 & i \bmod 4 = 2 \text{ and } \tilde{n}_{sc}^{RA}(i-1) \geq 6 \end{cases}$$

$$f(i) = \left(f(i-1) + \left(\sum_{n=10i+1}^{10i+9} c(n) 2^{n-(10i+1)} \right) \bmod (N_{sc}^{RA} - 1) + 1 \right) \bmod N_{sc}^{RA}$$

$$f(-1) = 0$$

[0136]

[0137] 도 10은 본 발명의 방법 1-2에 따른 NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법을 예시한다. 도 10에서는 N=3(예, 서브캐리어 간격 = 1.25 kHz)을 가정하였지만, 본 발명은 N=3이 아닌 경우에도 동일/유사하게 적용될 수 있다. 또한, 도 10에서는 시작 서브캐리어 인덱스(예, n_{start})를 0으로 가정하였지만, 본 발명은 시작 서브캐리어 인덱스가 0이 아닌 경우에도 동일/유사하게 적용될 수 있다. 이 경우, 시작 서브캐리어 인덱스를 해당 서브캐리어 인덱스에 더하여 실제 주파수 위치를 구할 수 있다.

[0138]

도 9와 대비하여, 도 10의 프리앰블 패턴에서는 서로 다른 프리앰블 간의 최소 주파수 분리가 3.75 kHz로 일정하게 주어짐을 알 수 있다. 예를 들어, 도 9의 경우 서브캐리어 인덱스 0과 1에서 심볼 그룹 0, 3 간의 간격은 3.75 kHz이고 심볼 그룹 1, 2 간의 간격은 1.25 kHz로 축소된 반면, 도 10의 경우 심볼 그룹 간의 간격은 3.75 kHz로 일정하다. 따라서, 본 발명의 방법 1-2는 서로 다른 프리앰블 간의 간섭 측면에서 장점이 있다.

[0139]

도 10은 프리앰블 반복의 기본 단위를 예시하며, 서로 다른 프리앰블을 구별하기 위해서 각 프리앰블을 서로 다른 패턴으로 나타내었다. 편의상, 심볼 인덱스 0에서 시작하는 프리앰블 호핑 패턴 중 서브캐리어 인덱스 0~5만 도시하였으나, 나머지 상위 서브캐리어 인덱스 6~11에 대해서도 동일한 방식으로 동작함을 알 수 있다.

[0140]

본 발명의 방법 1-1 또는 방법 1-2에 따른 향상된 프리앰블은 레거시 프리앰블과 FDM(Frequency Division Multiplexing) 방식으로 동작할 수 있다. FDM이라 함은, 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블을 연속적인 서로 다른 주파수 영역으로 구분하여 서로 침해받지 않고 동작시키는 방법을 말한다.

[0141]

NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법 1-3

[0142]

상기 연속적인 주파수 영역으로 구분하는 FDM 방법은 NPRACH 자원을 분할하여 사용하는 방법이다. 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블의 보다 효율적인 공존을 위해서 동일 주파수 영역(예, 동일 서브캐리어)에서 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블을 운용하는 방법을 고려할 수 있다. 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블을 동일 주파수 영역에서 운용할 경우, 레거시 프리앰블의 심볼 그룹 0, 3은 각 서브캐리어의 중심 주파수에서 전송되고, 향상된 프리앰블의 심볼 그룹 0, 3 역시 동일한 중심 주파수에서 전송될 수 있기 때문에, 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블 간에 충돌이 발생할 수 있다. 따라서, 레거시 프리앰블과 동일 주파수 영역(예, 동일 서브캐리어)에서 본 발명의 방법 1-1 및 방법 1-2를 운용할 경우, 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블이 충돌할 수 있기 때문에 상호 간섭에 의한 성능 열화가 예상된다. 본 발명의 방법 1-3은 이러한 기술적 문제를 개선하기 위한 것이다.

[0143]

본 발명의 방법 1-3은 향상된 프리앰블을 레거시 프리앰블의 서브캐리어 간격의 경계 부분에 위치시킴으로써 상호 간섭을 최소화하여 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블이 동시에 운용되는 시스템에서 보다 효율적으로 NPRACH 자원을 운용하는 방법이다.

[0144]

도 11은 본 발명의 방법 1-3에 따른 NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법을 예시한다. 도 11에서는 N=3(예, 서브캐리어 간격 = 1.25 kHz)을 가정하지만, 본 발명은 N=3이 아닌 경우에도 동일/유사하게 적용될 수 있다. 또한, 도 11에서는 시작 서브캐리어 인덱스(예, n_{start})를 0으로 가정하였지만, 본 발명은 시작 서브캐리어 인덱스가 0이 아닌 경우에도 동일/유사하게 적용될 수 있다. 이 경우, 시작 서브캐리어 인덱스를 해당 서브캐리어 인덱스에 더하여 실제 주파수 위치를 구할 수 있다. 또한, 도 11은 프리앰블 반복의 기본 단위를 예시하며, 서로 다른 프리앰블을 구별하기 위해서 각 프리앰블을 서로 다른 패턴으로 나타내었다. 편의상, 심볼 인덱스 0에서 시작하는 프리앰블 호핑 패턴 중 서브캐리어 인덱스 0~5 및 11만 도시하였으나, 나머지 상위 서브캐리어 인덱스 6~10에 대해서도 동일한 방식으로 동작함을 알 수 있다.

- [0145] 도 9 및 도 10을 참조하여 설명한 바와 같이, 본 발명의 방법 1-1 및 방법 1-2의 경우 프리앰블의 심볼 그룹 0이 각 서브캐리어의 중심 주파수에 매핑되어 전송되기 때문에 레거시 프리앰블과의 간섭이 발생할 수 있다. 이에 반해, 도 11을 참조하면, 본 발명의 방법 1-3에 따르면, 프리앰블의 심볼 그룹 0이 각 서브캐리어의 경계 부분에 매핑되어 전송되므로 레거시 프리앰블과의 간섭을 최소화할 수 있다.
- [0146] 한편, 본 발명의 방법 1-3에 따르면 NPRACH에 할당된 주파수 영역을 넘어 서브캐리어 인덱스가 결정될 수 있다. 도 11의 예에서, 프리앰블(1110)의 심볼 그룹 0은 서브캐리어 인덱스 11의 경계 부분에 매핑되고, 심볼 그룹 1의 서브캐리어 인덱스는 이에 1/N(예, N=3)을 더하여 결정되므로 할당된 주파수 영역을 벗어나 매핑될 수 있다. 이러한 문제를 방지하기 위해, 본 발명의 방법 1-3의 경우 할당된 주파수 영역을 넘어가는 부분에 대해서는 modulo M 동작 등을 통하여 할당된 주파수 영역의 반대편으로 할당한다. 여기서, M은 NPRACH 자원 영역으로 할당된 서브캐리어 개수(예, N_{sc}^{RA} 또는 N_{sc}^{NPRACH})가 될 수 있다. Modulo M 동작은 할당된 주파수 영역에서 주파수 호핑 동작을 위해서 사용한 서브캐리어 인덱스(예, $\tilde{n}_{sc}^{RA}(i)$)에 대해서 수행할 수 있다.
- [0147] 도 11을 다시 참조하면, 프리앰블(1110)의 심볼 그룹 1을 위한 서브캐리어 인덱스에 modulo M을 적용할 경우 프리앰블(1110)의 심볼 그룹 1은 할당된 주파수 영역의 반대편으로 매핑될 수 있다. 유사한 방식으로, 프리앰블(1130)의 심볼 그룹 2를 위한 서브캐리어 인덱스에 modulo M을 적용할 경우 프리앰블(1130)의 심볼 그룹 2는 할당된 주파수 영역의 반대편으로 매핑될 수 있다.
- [0148] 할당된 주파수 영역의 경계에서 modulo M을 통해서 반대편으로 이동한 향상된 프리앰블에 대해서는 수신기에서 타이밍 추정하는 동작이 다를 수 있다. 예를 들어, 심볼 그룹 0/1/2/3의 위상을 각각 p0/p1/p2/p3라 하면, 프리앰블(1120)의 경우, p1과 p0의 위상차 정보와 p2와 p3의 위상차 정보의 조합으로 대략적 타이밍 추정(coarse timing estimation)을 수행하고, p2와 p1의 위상차 정보와 p3와 p0의 위상차 정보를 이용하여 세밀한 타이밍 추정(fine timing estimation)을 수행할 수 있다. 이와 달리, NPRACH 주파수 할당 영역을 벗어나 modulo M이 적용된 프리앰블(1110)의 경우, p2와 p3의 위상차 정보의 조합만으로 대략적 타이밍 추정을 수행하고, p2와 p1의 위상차 정보와 p0와 p3의 위상차 정보를 이용하여 세밀한 타이밍 추정을 수행한 후, 추가적으로 p0와 p1의 위상차 정보를 이용하여 세밀한 타이밍 추정 정확도를 향상시킬 수 있다. 유사하게, 프리앰블(1130)의 경우, p0와 p1의 위상차 정보 조합만으로 대략적 타이밍 추정을 수행하고, p2와 p1의 위상차 정보와 p0와 p3의 위상차 정보를 이용하여 세밀한 타이밍 추정을 수행한 후, 추가적으로 p2와 p3의 위상차 정보를 이용하여 세밀한 타이밍 추정 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0149] NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법 1-3-1
- [0150] 본 발명의 방법 1-3에서 NPRACH 주파수 할당 영역을 벗어나 modulo M이 적용된 프리앰블(1110)이나 프리앰블(1130)의 경우, 각각 p2와 p3의 위상차 정보의 조합 또는 p1과 p0의 위상차 정보 조합만으로 대략적 타이밍 추정이 가능하다. 이러한 경우, p1과 p0의 위상차 정보와 p2와 p3의 위상차 정보를 모두 이용하는 NPRACH 주파수 할당 영역 내에 모두 존재하는 프리앰블의 경우에 비해서 대략적 타이밍 추정 성능이 떨어질 수 있다. 본 발명의 방법 1-3-1은 이러한 프리앰블 자원 선택에 따른 성능 차이를 방지하기 위한 방법으로서, NPRACH 주파수 할당 영역을 벗어나 modulo M이 적용된 프리앰블(프리앰블(1110)이나 프리앰블(1130))은 선택가능한 NPRACH 자원에서 제외하는 방법이다.
- [0151] 도 12는 본 발명의 방법 1-3-1에 따른 NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법을 예시한다. 도 11과 대비하여, 동일한 가정이 도 12에도 적용되지만, 프리앰블(1110) 및 프리앰블(1130)을 위한 서브캐리어 인덱스는 사용가능한 NPRACH 자원에서 제외되며, 해당 주파수에서는 NPRACH 프리앰블이 전송되지 않는다.
- [0152] NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법 1-4
- [0153] 향상된 프리앰블은 타이밍 추정 모호함 문제를 해결하기 위해서 최소 주파수 호핑 거리 3.75/N kHz(예, N>=3)를 만족하도록 설계될 수 있다. 본 발명의 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1은 이렇게 설계된 향상된 프리앰블에 적용가능하다. 제한된 NPRACH 주파수 자원을 제안된 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1보다 좀 더 효율적으로 사용하기 위해서 3.75/N kHz 단위로 향상된 프리앰블을 할당할 수 있다. 3.75/N kHz 단위로 향상된 프리앰블을 할당하는 방법은 서브캐리어 간격을 3.75 kHz로 유지하면서 소수 주파수 호핑 방법을 사용하거나, 서브캐리어 간격을 3.75/N kHz로 축소하는 방법을 사용할 수 있다. 본 발명의 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1은 서브캐리어 간격을 3.75 kHz로 유지하면서 소수 주파수 호핑 방법을 적용한 것이다. 본 발명의 방법 1-4에서는 서브캐리어 간격을 3.75/N kHz로 축소하여 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1을 적용한다.

- [0154] 도 13은 본 발명의 방법 1-4에 따른 NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법을 예시한다. 도 13에서는 $N=3$ 을 가정하였지만, 본 발명은 $N=3$ 이 아닌 경우에도 동일/유사하게 적용될 수 있다.
- [0155] 도 13을 참조하면, 세로축은 3.75 kHz 기준의 서브캐리어 인덱스를 나타낸다. 도 13에서는 $N=3$ 을 가정하여 1.25 kHz 서브캐리어 기준으로 $12 \times 3 = 36$ 개의 서브캐리어가 존재한다. 따라서, 방법 1-4를 사용하면, 종래의 12개의 NPRACH 전송을 위한 주파수 자원이 12개에서 $12 \times N$ 개로 N 배 늘어난다. 도 13에서 0부터 35까지의 주파수 호핑 패턴이 예시되어 있으며, 예시적으로 2개의 프리앰블(1310, 1320)의 주파수 호핑 패턴을 표시하였다. 본 발명의 방법 1-4는, 본 발명의 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1과 마찬가지로 최소 주파수 호핑 거리 3.75/N kHz(예, 심볼 그룹 0과 1 간의 주파수 호핑 거리, 심볼 그룹 2와 3 간의 주파수 호핑 거리)를 보장하고, 3.75 kHz 서브캐리어 기준 6개의 서브캐리어 간격의 호핑(예, 심볼 그룹 1과 2 간의 주파수 호핑 거리)을 제공한다.
- [0156] 방법 1-4에서 3.75/N kHz 단위로 정의한 NPRACH 자원을 향상된 NPRACH 자원이라고 정의하면, 향상된 NPRACH 자원에서도 방법 1-3/1-3-1과 같은 목적으로 향상된 프리앰블을 레거시 프리앰블의 서브캐리어 간격의 경계부분에 위치시킬 수 있다.
- [0157] 도 14는 본 발명의 방법 1-3에 기반하여 본 발명의 방법 1-4를 적용한 것을 예시한다.
- [0158] 본 발명의 방법 1-4는 향상된 NPRACH 자원을 이용하여 향상된 프리앰블의 다중화 능력을 확장시키는 목적으로 사용하거나, 도 14에 예시된 바와 같이 레거시 프리앰블과의 상호 간섭을 최소화하여 레거시 프리앰블과 공존 시 효율을 높이는 목적으로 사용될 수 있다. 또는, FDM 형태로 분할하여, 일부 시간/주파수 영역은 도 14에 예시된 바와 같은 방식을 적용하여 레거시 프리앰블과의 공존 효율을 높이는 데에 사용하고, 일부 시간/주파수 영역은 향상된 UE의 NPRACH 자원을 확장시키는 목적으로 사용할 수 있다.
- [0159] 본 발명의 방법 1-2/1-3/1-3-1/1-4는 모두 도 10에 예시된 형태의 자원 할당 및 호핑 패턴에 기반하여 설명하였으나, 해당 패턴에 한정되지 않고 다양한 패턴에 동일/유사하게 적용될 수 있다. 도 15 내지 도 17은 본 발명의 방법 1-2/1-3/1-3-1/1-4가 적용될 수 있는 다양한 기본 패턴을 예시한다.
- [0160] NPRACH 인터-프리앰블 주파수 호핑(inter-preamble frequency hopping)
- [0161] 앞서 설명한 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1/1-4는 프리앰블 내 자원 할당 및 주파수 호핑에 대한 방법이다. 따라서, 앞서 설명한 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1/1-4는 인트라-프리앰블 주파수 호핑 또는 인터-심볼 그룹 주파수 호핑에 관한 것이다. 이하에서는 향상된 프리앰블이 반복되어 전송될 때, 프리앰블 간에 주파수 호핑 패턴에 대해 설명한다. 즉, 이하에서는 인터-프리앰블 주파수 호핑 방법에 대해 설명한다.
- [0162] NPRACH 인터-프리앰블 주파수 호핑 방법 2-1
- [0163] 본 발명의 방법 2-1은 랜덤(random) 인터-프리앰블 주파수 호핑 방법이다. 랜덤 인터-프리앰블 주파수 호핑은 셀간 또는 UE간 간섭 랜덤화(interference randomization) 또는 주파수 다이버시티(frequency diversity) 등을 위해 적용될 수 있으며, 본 발명의 방법 2-1은 셀간 또는 UE간 간섭을 완화하고 주파수 다이버시티 성능을 향상시킬 수 있다. 랜덤 인터-프리앰블 주파수 호핑을 위한 랜덤 시퀀스는 셀 ID, UE ID, 시작 시간/주파수 위치 등에 기초하여 초기화될 수 있다.
- [0164] 도 18은 본 발명의 방법 2-1에 따른 랜덤 인터-프리앰블 주파수 호핑을 예시한다. 프리앰블 간 주파수 호핑에 대해서 설명하기 위해서 세 개의 프리앰블이 반복되는 것을 가정하였지만 본 발명은 다른 횟수의 프리앰블 반복에도 동일/유사하게 적용될 수 있다. 또한, 프리앰블 반복 인덱스 0 내에서는 본 발명의 방법 1-4에 따라 인터-심볼 그룹 주파수 호핑을 하는 것으로 예시하였지만, 본 발명의 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1이 적용될 수도 있다. 다른 프리앰블 반복 인덱스에 대해서도 본 발명의 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1/1-4가 적용될 수 있다.
- [0165] 도 18을 참조하면, 특정 프리앰블 반복 인덱스 내부에서는 본 발명의 방법 1-4에 따라 인터-심볼 그룹 주파수 호핑이 수행되고, 프리앰블 반복 간에는 랜덤 주파수 호핑이 수행된다. R은 호핑 간격이 일정한 숫자를 나타내는 것이 아니라 랜덤하게 생성된 정수를 나타낸다. 따라서, 본 발명의 방법 2-1에 따르면, 프리앰블 반복 간의 주파수 호핑 거리는 $R \times 3.75$ kHz로 결정될 수 있다.
- [0166] NPRACH 인터-프리앰블 주파수 호핑 방법 2-2
- [0167] 본 발명의 방법 2-2는 최소 주파수 호핑 거리가 3.75/N kHz로 감소하면서 발생할 수 있는 타이밍 추정 시 문제점을 개선하기 위한 방법이다. 앞서 설명한 바와 같이 타이밍 추정은 서브캐리어 간의 위상 차이를 이용하는데, 최소 주파수 호핑 거리가 줄어들면 대략적 타이밍 추정 시 모호함 없이 추정할 수 있는 획득 범위는

늘어나지만, 추정 후 레지듀얼 오차는 커지기 때문에 세밀한 타이밍 추정 시 과도한 레지듀얼 오차로 인해서 세밀한 타이밍 추정의 획득 범위 밖으로 벗어날 수 있다.

- [0168] 이러한 문제점을 개선하기 위해서 방법 2-2는 인터-프리앰블 주파수 호핑 값을 랜덤하게 생성하지 않고, 최소 주파수 호핑 거리(예, $3.75/N$ kHz)와 최대 주파수 호핑 거리(예, 3.75 kHz 기준 6 서브캐리어, 또는 $6*3.75$ kHz)의 사이 값을 가지도록 설계한다. 이와 같이 최소 주파수 호핑 거리와 최대 주파수 호핑 거리의 사이 값을 중간적 호핑 주파수(*medium hopping frequency*)라고 지칭하고, 중간적 호핑 주파수를 이용한 주파수 호핑 방법을 중간적 주파수 호핑(*medium frequency hopping*) 방법이라고 지칭한다.
- [0169] 도 19는 본 발명의 방법 2-2에 따른 인터-프리앰블 주파수 호핑 방법을 예시한다. 도 19의 예에서는 중간적 호핑 주파수를 3.75 kHz 기준 3 서브캐리어로 설정하였지만, 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 프리앰블 간 주파수 호핑에 대해서 설명하기 위해서 세 개의 프리앰블이 반복되는 것을 가정하였지만 본 발명은 다른 횟수의 프리앰블 반복에도 동일/유사하게 적용될 수 있다. 또한, 프리앰블 내에서는 본 발명의 방법 1-4에 따라 인터-심볼 그룹 주파수 호핑을 하는 것으로 예시하였지만, 본 발명의 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1이 적용될 수도 있다. 다른 프리앰블 반복 인덱스에 대해서도 본 발명의 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1/1-4가 적용될 수 있다.
- [0170] 도 19를 참조하면, 각 프리앰블 내부에서는 본 발명의 방법 1-4에 따라 인터-심볼 그룹 주파수 호핑이 수행되고, 프리앰블 반복 간에는 사이 값(즉, 중간적 호핑 주파수)를 가지고 주파수 호핑이 수행된다. 도 19에 도시된 바와 같이, 사이 값은 3.75 kHz 기준 3 서브캐리어(또는 $3*3.75$ kHz)를 가지도록 설정되므로, 프리앰블 반복 인덱스 0과 1 사이에서는 3.75 kHz 기준 3 서브캐리어(또는 $3*3.75$ kHz)만큼 주파수 호핑을 수행한다.
- [0171] 수신기는 대략적 타이밍 추정(*coarse timing estimation*) → 중간적 타이밍 추정(*medium timing estimation*) (사이 값 이용, 예를 들어, $3*3.75$ kHz) → 세밀한 타이밍 추정(*fine timing estimation*) 순으로 타이밍 추정을 수행할 수 있다. 사이 값을 이용한 중간적 타이밍 추정은 세밀한 타이밍 추정을 수행하기 전에 레지듀얼 오차를 세밀한 타이밍 추정 시 문제가 없을 정도로 작아지게 만드는 역할을 할 수 있다.
- [0172] 도 20은 본 발명의 방법 2-1과 방법 2-2를 비교한 것이다. 도 20에서는 NPRACH 프리앰블이 8회 반복 전송되는 것을 가정하였지만, 본 발명은 이에 제한되지 않는다.
- [0173] 도 20(a)를 참조하면, 본 발명의 방법 2-1에 따라 각 프리앰블 간에 랜덤 주파수 호핑을 기반으로 주파수 호핑을 수행한다. 따라서, 이전 프리앰블의 마지막 심볼 그룹(예, 심볼 그룹 3)이 전송되는 서브캐리어 인덱스와 현재 프리앰블의 첫 번째 심볼 그룹(예, 심볼 그룹 0)이 전송되는 서브캐리어 인덱스 간의 주파수 호핑 거리는 랜덤하게 결정될 수 있다. 예를 들어, 프리앰블 간의 주파수 호핑 거리는 셀 ID, UE ID, 시작 시간/주파수 위치 등에 기초하여 초기화되는 랜덤 시퀀스에 따라 결정될 수 있다.
- [0174] 도 20(b)를 참조하면, 랜덤 인터-프리앰블 주파수 호핑과 대비하여, 두 프리앰블 간에 사이 값(즉, 중간적 호핑 주파수)을 가지도록 주파수 호핑하는 프리앰블들을 페어드 프리앰블(*paired preamble*)이라 지칭한다. 페어드 프리앰블 간에는 랜덤 주파수 호핑을 수행할 수 있으며, 페어드 프리앰블을 위한 랜덤 주파수 호핑의 목적과 랜덤 호핑 주파수 생성 방법은 방법 2-1과 동일할 수 있다. 예를 들어, 도 20(b)의 예에서, 프리앰블 0과 1, 또는 프리앰블 2와 3, 또는 프리앰블 4와 5, 또는 프리앰블 6과 7 간에는 사이 값(예, $3.75/N$ kHz 내지 $3.75*6$ kHz의 사이 값)을 가지도록 주파수 호핑할 수 있으며, 프리앰블 0과 1, 또는 프리앰블 2와 3, 또는 프리앰블 4와 5, 또는 프리앰블 6과 7은 페어드 프리앰블에 해당한다. 하지만, 페어드 프리앰블 간에는(예, 프리앰블 1과 2 간에, 프리앰블 3과 4 간에, 프리앰블 5와 6 간에는) 랜덤 주파수 호핑을 수행한다.
- [0175] 도 20(b)의 예에서는 페어드 프리앰블이 두 개의 프리앰블로 구성되었지만, 페어드 프리앰블은 2개보다 큰 다른 수의 프리앰블의 조합으로 구성될 수 있으며, 페어드 프리앰블 내 프리앰블 간의 주파수 호핑 사이 값들은 동일하지 않고 서로 다른 값이 적용될 수 있다.
- [0176] 본 발명의 방법 2-1과 방법 2-2가 적용되는 경우, 각 프리앰블 내에서 심볼 그룹 간의 주파수 호핑은 본 발명의 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1/1-4 중 하나 또는 둘 이상의 조합에 따라 수행될 수 있다.
- [0177] 방법 3: 레거시 NPRACH 자원에서 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블의 FDM
- [0178] 본 발명에서 제안한 NPRACH 자원 할당 및 주파수 호핑 방법들(방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1/1-4)과 NPRACH 인터-프리앰블 주파수 호핑 방법들(방법 2-1/2-2)은 모두 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블이 레거시 NPRACH 자원에 FDM 형태로 공존하는 상황에서 적용될 수 있다. 보다 구체적으로, 본 발명의 방법들은 NPRACH 주파수 자원을 구분하여 일부를 레거시 프리앰블에 할당하고, 나머지 부분을 향상된 프리앰블에 할당함으로써, 레거시 NPRACH 자

원 설정(resource configuration) 영역에서 레거시 UE의 동작에 영향을 안 미치면서 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블을 동시에 지원하는 형태로 적용될 수 있다.

[0179] 도 21은 향상된 프리앰블 및 레거시 프리앰블을 위한 NPRACH 자원을 FDM 방식으로 구분한 예이다. 도 21의 예에서, NPRACH에 48개 서브캐리어가 할당된다고 가정하고(예, N_{sc}^{NPRACH} 가 48을 지시), NPRACH 프리앰블은 12개 서브캐리어 내에서 주파수 호핑하면서 전송되고(예, $N_{sc}^{RA} = 12$), NPRACH 프리앰블의 시작 서브캐리어 인덱스(예, n_{start})는 0, 12, 24, 36 중 하나로 결정되며, 3회 이상 반복 전송된다고 가정하지만, 본 발명은 이에 제한되지 않고 다른 NPRACH 자원 설정(resource configuration) 상황에서도 동일/유사하게 적용될 수 있다.

[0180] 도 21을 참조하면, NPRACH에 할당된 서브캐리어 인덱스 중에서 가장 높은 값부터 12개(예, 서브캐리어 인덱스 36~47)를 향상된 프리앰블 전송을 위해 할당하고, 나머지 서브캐리어(예, 서브캐리어 인덱스 0~35)를 레거시 프리앰블 전송을 위해 할당하는 방식으로 레거시 NPRACH 자원 설정 영역을 FDM 방식으로 구분할 수 있다. 이 경우, 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블은 서로 동일한 시간/주파수 자원에서 전송되지 않으므로 간섭 영향을 최소화할 수 있다.

[0181] 도 21은 오로지 예시일 뿐이며, 본 발명의 방법 3에서는 다른 FDM 방식에 기초하여 레거시 프리앰블을 위한 서브캐리어와 향상된 프리앰블을 위한 서브캐리어를 구분할 수 있다.

[0182] 방법 4: 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블의 NPRACH 자원 공유 방법

[0183] 본 발명의 방법 4에서는 향상된 프리앰블의 자원 매핑 방법을 제안한다. 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블이 NPRACH 자원을 공유할 경우, 다음과 같은 단계 또는 순서로 향상된 프리앰블의 NPRACH 자원 할당을 수행할 수 있다.

[0184] 4-i) 레거시 프리앰블과의 충돌을 회피하기 위해서 경계 매핑(boundary mapping)을 우선 수행한다.

[0185] 4-ii) 자원이 부족할 경우, 향상된 프리앰블과의 충돌을 허용한다.

[0186] 4-iii) 여전히 자원이 부족할 경우, 최종적으로 레거시 프리앰블과의 충돌을 허용한다.

[0187] 4-i) 단계의 경우, 레거시 프리앰블과의 충돌 회피를 위해서 방법 1-3/1-3-1/1-4에서 설명한 경계 매핑을 수행한다. 경계 매핑 시, 향상된 프리앰블 간의 충돌 또한 회피하도록 자원을 할당하거나, 향상된 프리앰블 간에는 충돌을 허용하도록 자원을 할당할 수 있다. 또는 순차적으로 향상된 프리앰블 간의 충돌을 회피하도록 자원 할당을 수행한 후, 자원이 부족할 경우에 한해서 향상된 프리앰블 간의 충돌을 허용하도록 자원 할당을 수행할 수 있다(4-ii 단계). 충돌하는 향상된 프리앰블에 대해서는 경쟁 기반 랜덤 접속 절차의 경쟁 해결(contention resolution) 방법에 의존할 수 있다. 또한, 프리앰블 검출 성능을 향상시키기 위해서, UE 별로 서로 다른 호핑 패턴 및/또는 호핑 거리, 또는 심볼-심볼 그룹-레벨 스크램블링을 적용할 수 있다.

[0188] 향상된 프리앰블 간의 충돌을 허용한 후에도 여전히 자원이 부족할 경우, 레거시 프리앰블과의 충돌을 허용한다(4-iii 단계). 충돌하는 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블에 대해서는 기본적으로 경쟁 기반 랜덤 접속 절차의 경쟁 해결 방법에 의존할 수 있다.

[0189] 추가적으로 혹은 대신하여, msg2(또는 RAR 메시지)를 통해 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블 간의 충돌을 구분하는 방법을 고려할 수 있다. Msg2에서 구분하는 방법으로 레거시 UE와 서로 다른 RA-RNTI 값을 사용하거나, 향상된 UE에 대해서 MAC 서브헤더(sub-header)의 RAPID 값을 레거시 UE와 구분되는 값으로 정의하여 사용할 수 있다.

[0190] 방법 4-1: 레거시 UE와 향상된 UE가 서로 다른 RA-RNTI 사용

[0191] 방법 4-1의 경우, 레거시 UE(또는 레거시 프리앰블)와 향상된 UE(또는 향상된 프리앰블)에게 서로 다른 RA-RNTI를 부여함으로써, RAR 메시지가 어떤 UE의 것인지 파악할 수 있도록 하는 방법이다.

[0192] 레거시 UE(또는 레거시 프리앰블)의 경우, RA-RNTI는 랜덤 접속 프리앰블의 반복 전송을 시작하는 첫 번째(또는 시작) 무선 프레임의 인덱스 정보에 기초하여 결정될 수 있다. 구체적인 예로, 레거시 UE는 수학식 11에 기초하여 RA-RNTI를 결정할 수 있으며, 수학식 11에서 SFN_id는 랜덤 접속 프리앰블의 반복 전송을 시작하는 첫 번째(또는 시작) 무선 프레임의 인덱스 정보를 나타내고, floor()는 소수점 이하를 버리는 플로어 함수를 나타낸다. 레거시 UE는 이와 같이 결정된 RA-RNTI를 이용하여 PDCCH를 검출하고 검출된 PDCCH에 기초하여 RAR 메시지를 수신한다.

- [0193] [수학식 11]
- [0194] $RA-RNTI=1+\text{floor}(SFN_id/4)$
- [0195] 레거시 UE의 RA-RNTI와 구별하기 위해, 향상된 UE(또는 향상된 프리앰블)를 위한 RA-RNTI는 수학식 11에 기초하여 구해진 RA-RNTI에 특정 오프셋(예, 1보다 큰 정수)을 더하여 결정될 수 있다. 이 경우, RA-RNTI 값이 상이하게 결정되므로 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블이 충돌하더라도 효과적으로 경쟁 해결이 수행될 수 있다.
- [0196] 방법 4-2: RAPID(Random Access Preamble Identifier)로 구분
- [0197] 도 22(a) 및 도 22(b)는 레거시 UE를 위한 RAR 메시지 헤더를 예시한다. 도 22(a)는 랜덤 접속 프리앰블 식별자(random access preamble identifier 또는 RAPID)를 포함하는 타입의 RAR 메시지 헤더를 나타내며, 도 22(b)는 백오프 지시자(backoff indicator 또는 BI)를 포함하는 타입의 RAR 메시지 타입을 나타낸다. 도 22(a) 및 도 22(b)에서 E는 확장 필드(extension field)이며 그 뒤에 다른 필드가 있는지 여부를 지시하고 1의 값을 가질 수 있다. T는 타입 필드이며 1인 경우 도 22(a)의 RAR 헤더를 지시하고 0인 경우 도 22(b)의 RAR 헤더를 지시한다. BI는 백오프 지시자 필드이며 셀의 오버로드 상태(overload condition)을 나타낸다. RAPID는 랜덤 접속 프리앰블 식별자 필드이며 UE에 의해 전송된 랜덤 접속 프리앰블을 식별한다. R은 예비 비트(reserved bit)이고 0으로 설정된다.
- [0198] 방법 4-2에서는 향상된 UE(또는 향상된 프리앰블)를 위한 RAPID를 랜덤 접속 프리앰블 전송을 시작한 서브캐리어 인덱스에 대응되는 값에 특정 오프셋(예, 1보다 큰 정수)을 더한 값으로 설정함으로써 레거시 UE(또는 레거시 프리앰블)와 구별할 수 있다.
- [0199] Msg2에서 구분하는 방법(방법 4-1 또는 4-2)을 적용할 경우, 향상된 UE는 msg2 단계에서 향상된 프리앰블 전송을 확인하여, 조기 데이터 전송(early data transmission) 등의 동작을 수행하거나, 기지국이 레거시 프리앰블을 수신했음을 조기에 확인하고 다음 동작을 수행할 수 있기 때문에, 종래 경쟁 기반 랜덤 접속 절차의 경쟁 해결 방법에 비해 장점이 있다.
- [0200] 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블은 서로 다른 최소 호핑 거리(minimum hopping distance)를 가지기 때문에 동일한 시작 주파수를 지정하더라도 다음 심볼 그룹에서는 충돌을 회피하게 되거나, 다른 프리앰블과 충돌하게 된다. 따라서, 4-iii) 단계에서는 레거시 프리앰블과 향상된 프리앰블 모두 어느 정도의 성능 열화가 불가피한데, 이를 극복하기 위해서 심볼 또는 심볼 그룹-레벨 스크램블링 등의 간섭 랜덤화(interference randomization) 방법을 적용할 수 있다.
- [0201] 간섭 랜덤화 방법에 더하여 또는 별도로, 4-iii) 단계에서처럼 레거시 프리앰블과의 충돌을 허용하면서 검출 성능을 향상시키기 위해서, 향상된 프리앰블에서 최소 주파수 호핑 거리를 제외한 심볼 그룹 간의 주파수 호핑 거리를 레거시 프리앰블의 최대 주파수 호핑 거리(예, 6×3.75 kHz)와 구별되는 값으로 설정할 수 있다. 예를 들어, 구별되는 값은 앞서 설명한 중간적 주파수 호핑 거리 값(예, $3.75/N$ kHz와 6×3.75 kHz의 사이 값)이거나, 최대 또는 중간적 주파수 호핑 거리에 약간의 오프셋을 더하여 결정되는 값일 수 있다. 여기서, 오프셋은 레거시 프리앰블과의 지속적인 충돌을 피하기 위한 고정된 값이거나, 간섭 랜덤화를 위해 매 심볼 또는 심볼 그룹별로 변하는 값일 수 있다.
- [0202] 도 23은 본 발명에 따라 랜덤 접속 과정을 수행하는 방법의 순서도를 예시한다. 설명의 편의를 위해 UE 중심으로 설명하지만, 대응되는 동작이 기지국에 의해 수행될 수 있다.
- [0203] 도 23을 참조하면, S2302 단계에서, UE는 NPRACH 구성 정보(configuration information)를 수신한다. 예를 들어, 도 6을 참조하여 설명한 바와 같이, NPRACH 구성 정보는 상위 계층 신호(예, RRC 계층 신호) 또는 시스템 정보(예, SIB2)를 통해 수신될 수 있으며, 주파수 영역에서 NPRACH 자원의 첫 번째 서브캐리어를 지시하는 정보(예, $N_{\text{sc}}^{\text{NPRACH}} \text{offset}$ 또는 nprach-SubcarrierOffset), NPRACH에 할당된 서브캐리어의 개수를 지시하는 정보(예, $N_{\text{sc}}^{\text{NPRACH}}$ 또는 nprach-NumSubcarriers), NPRACH 반복 회수를 지시하는 정보(예, $N_{\text{rep}}^{\text{NPRACH}}$ 또는 numRepetitionsPerPreambleAttempt) 등을 포함할 수 있다.
- [0204] UE는 수신된 NPRACH 구성 정보에 기초하여 NPRACH 전송에 할당된 주파수 영역을 결정할 수 있다. 예를 들어, 도 6을 참조하여 설명한 바와 같이, UE는 NPRACH 구성 정보를 통해 수신된 정보에 기초하여 랜덤 접속 프리앰블을 전송할 서브캐리어 영역을 결정할 수 있다(예, 수학식 2 참조). 예를 들어, 결정된 주파수 영역은 NPRACH에 할당된 서브캐리어(예, 개의 서브캐리어) 안에서 시작 서브캐리어 인덱스(예,)부터 복수(예,)의 서브캐리어를

포함할 수 있다.

- [0205] S2304 단계에서, UE는 수신된 NPRACH 구성 정보에 기초하여 랜덤 접속 프리앰블을 전송할 수 있다. S2304 단계에서 전송되는 랜덤 접속 프리앰블은 향상된 프리앰블을 포함할 수 있다. 향상된 프리앰블 포맷에서 설명한 바와 같이(도 8 및 관련 설명 참조), 향상된 프리앰블은 E-CP(수학식 8 및 관련 설명 참조)를 포함하는 프리앰블을 지칭하거나, 및/또는 서브캐리어 간격이 $3.75 \text{ kHz}/N$ ($N \geq 3$ 인 정수)으로 설정된 프리앰블을 지칭할 수 있다.
- [0206] 예를 들어, 본 발명의 방법 1-3/1-3-1/1-4를 적용할 경우, 각 서브캐리어는 중심 주파수 영역과 경계 주파수 영역으로 구분될 수 있고, 랜덤 접속 프리앰블이 레거시 프리앰블인 경우 중심 주파수 영역에 매핑/전송되고, 랜덤 접속 프리앰블이 향상된 프리앰블인 경우 경계 주파수 영역에 매핑/전송될 수 있다. 혹은, 본 발명의 방법 1-3/1-3-1/1-4를 적용할 경우, 각 서브캐리어는 중심 주파수 영역과 경계 주파수 영역으로 구분될 수 있고, 상기 UE가 레거시 UE인 경우 중심 주파수 영역에서 랜덤 접속 프리앰블을 매핑/전송하고, 상기 UE가 향상된 UE인 경우 경계 주파수 영역에서 랜덤 접속 프리앰블을 매핑/전송할 수 있다.
- [0207] 또한, 예를 들어, 본 발명의 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1/1-4를 적용할 경우, 향상된 프리앰블을 위한 최소 주파수 호핑 거리는 $3.75/N \text{ kHz}$ 로 설정되며, N 은 3보다 크거나 같은 정수일 수 있다. 이에 반해, 레거시 프리앰블을 위한 최소 주파수 호핑 거리는 3.75 kHz 로 설정된다. 향상된 프리앰블을 위한 최대 주파수 호핑 거리는 $6 \times 3.75 \text{ kHz}$ 로 설정되며, 레거시 프리앰블을 위한 최대 주파수 호핑 거리도 $6 \times 3.75 \text{ kHz}$ 로 설정된다.
- [0208] 향상된 프리앰블이 심볼 그룹 0 내지 심볼 그룹 3을 포함한다고 가정할 경우, 본 발명의 방법 1-1/1-2/1-3/1-3-1/1-4를 적용하면 심볼 그룹 0과 심볼 그룹 1 간의 주파수 호핑 거리 및/또는 심볼 그룹 2와 심볼 그룹 3 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N \text{ kHz}$ 로 설정되고, 심볼 그룹 1과 심볼 그룹 2 간의 주파수 호핑 거리는 $6 \times 3.75 \text{ kHz}$ 로 설정될 수 있다. 혹은, 본 발명의 방법 4에서 설명한 바와 같이, 심볼 그룹 0과 심볼 그룹 1 간의 주파수 호핑 거리 및/또는 심볼 그룹 2와 심볼 그룹 3 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N \text{ kHz}$ 로 설정되지만, 심볼 그룹 1과 심볼 그룹 2 간의 주파수 호핑 거리는 $6 \times 3.75 \text{ kHz}$ 가 아닌 값으로 설정될 수 있다. 예를 들어, $6 \times 3.75 \text{ kHz}$ 가 아닌 값은 중간적 주파수 호핑 거리 값(예, $3.75/N \text{ kHz}$ 와 $6 \times 3.75 \text{ kHz}$ 의 사이 값)으로 설정되거나 또는 최대 또는 중간적 주파수 호핑 거리에 특정 오프셋(예, 하나 이상의 서브캐리어 간격 또는 서브캐리어 인덱스로는 1보다 큰 정수)을 더하여 결정되는 값일 수 있다.
- [0209] 도 23의 방법에서 랜덤 접속 프리앰블이 반복 전송되는 경우, 랜덤 접속 프리앰블은 본 발명의 방법 2-1 및/또는 2-2에 따라 프리앰블 간 주파수 호핑에 기반하여 전송될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 방법 2-1이 적용되는 경우, 반복 전송되는 랜덤 접속 프리앰블 간의 주파수 호핑 거리는 랜덤하게 결정될 수 있다. 다른 예로, 본 발명의 방법 2-2가 적용되는 경우, 반복 전송되는 랜덤 접속 프리앰블 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N \text{ kHz}$ 와 $6 \times 3.75 \text{ kHz}$ 의 사이 값으로 결정될 수 있다. 혹은, 랜덤 접속 프리앰블이 적어도 2개의 프리앰블로 구성된 페어드 프리앰블로 구성된 경우(예, 도 20 및 관련 설명 참조), 페어드 프리앰블 간의 주파수 호핑 거리는 랜덤하게 결정되고, 페어드 프리앰블 내에서 랜덤 접속 프리앰블 간의 주파수 호핑 거리는 $3.75/N \text{ kHz}$ 와 $6 \times 3.75 \text{ kHz}$ 의 사이 값으로 결정될 수 있다.
- [0210] 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블이 동일한 NPRACH 자원을 통해 전송되는 경우, 본 발명의 방법 4-1 및/또는 방법 4-2를 적용하여 구별할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 방법 4-1을 적용하는 경우, UE는 랜덤 접속 프리앰블에 대한 응답으로 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블에 대해 서로 다른 RA-RNTI를 이용하여 랜덤 접속 응답 메시지를 수신할 수 있다. 다른 예로, 본 발명의 방법 4-2를 적용하는 경우, 랜덤 접속 응답 메시지는 향상된 프리앰블과 레거시 프리앰블에 대해 서로 다른 RAPID(Random Access Preamble Identifier)를 가질 수 있다.
- [0211] 이외에도, 본 발명에서 제안된 다른 방법들이 도 23의 방법에 적용될 수 있다. 예를 들어, 기지국은 본 발명의 방법들(예, 방법 1-3/1-3-1/2-2)에서 설명된 방법에 따라 타이밍 추정을 수행할 수 있다.
- [0212] 도 24는 본 발명에 적용될 수 있는 기지국 및 단말을 예시한다.
- [0213] 도 24을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(BS, 2410) 및 단말(UE, 2420)을 포함한다. 무선 통신 시스템이 릴레이를 포함하는 경우, 기지국 또는 단말은 릴레이로 대체될 수 있다.
- [0214] 기지국(2410)은 프로세서(2412), 메모리(2414) 및 무선 주파수(Radio Frequency: RF) 송수신기(transceiver)(2416)를 포함한다. 프로세서(2412)는 본 발명에서 제안한 절차 및/또는 방법들을 구현하도록 구성될 수 있다. 메모리(2414)는 프로세서(2412)와 연결되고 프로세서(2412)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장한다. RF 송수신기(2416)는 프로세서(2412)와 연결되고 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다. 단말(2420)은 프로세서(2422), 메모리(2424) 및 무선 주파수 송수신기(2426)를 포함한다. 프로세서(2422)는 본 발명에서 제안한

절차 및/또는 방법들을 구현하도록 구성될 수 있다. 메모리(2424)는 프로세서(2422)와 연결되고 프로세서(2422)의 동작과 관련한 다양한 정보를 저장한다. RF 송수신기(2426)는 프로세서(2422)와 연결되고 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

[0215] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

[0216] 본 문서에서 기지국에 의해 수행된다고 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 그 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 기지국을 포함하는 복수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다.

[0217] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[0218] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명에 따른 방법들은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등과 같은 소프트웨어 코드로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 명령어 및/또는 데이터와 같은 형태로 컴퓨터 판독가능한 매체에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독가능한 매체는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[0219] 본 발명은 본 발명의 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

산업상 이용가능성

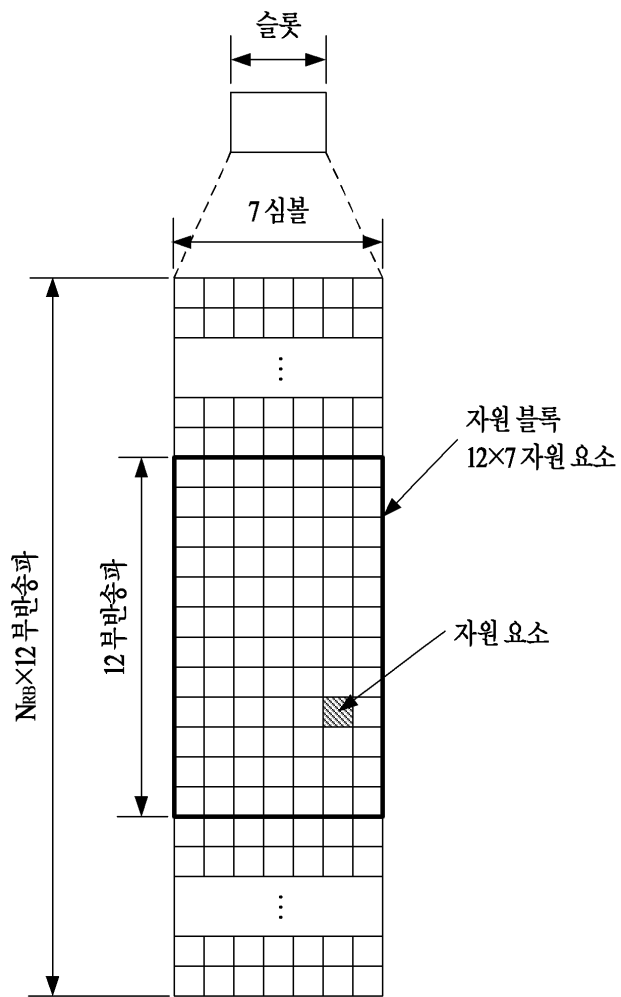
[0220] 본 발명은 단말, 기지국 등과 같은 무선 통신 장치에 사용될 수 있다.

도면

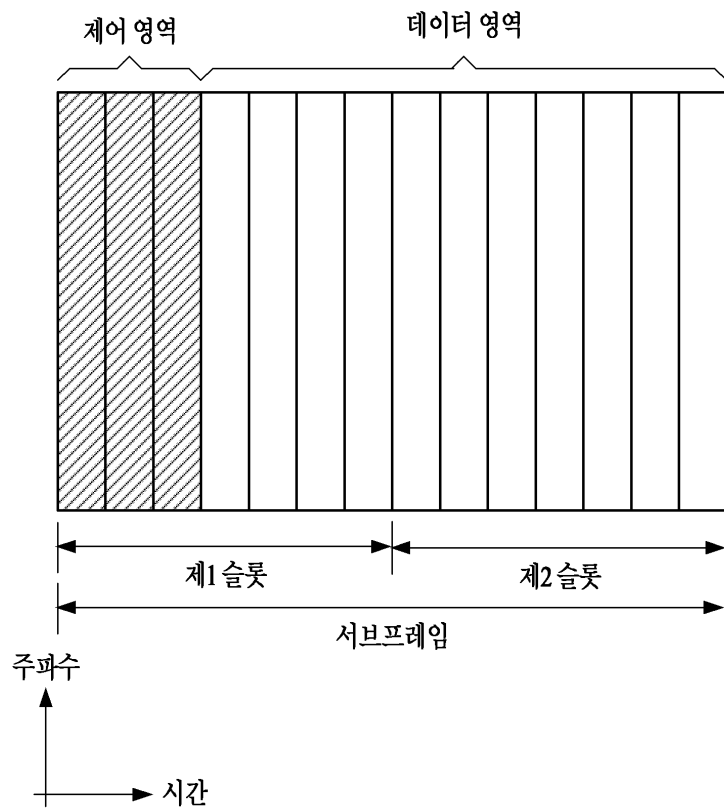
도면1



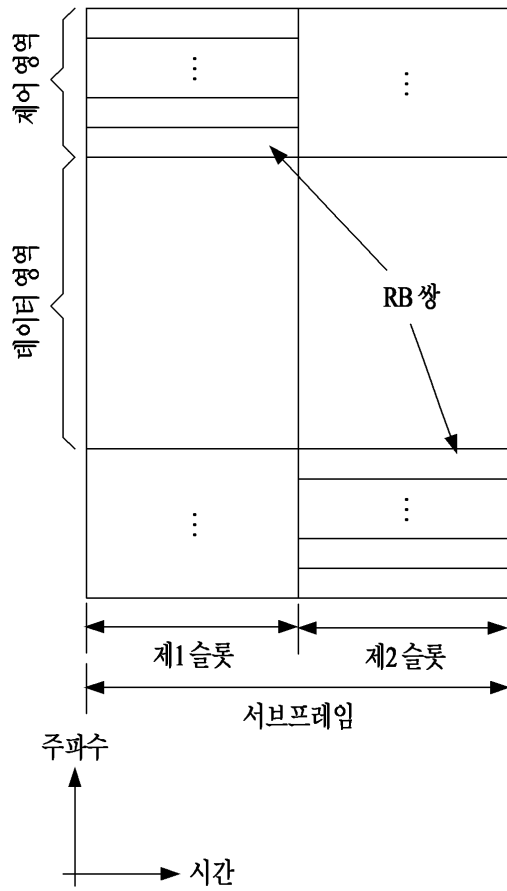
도면2



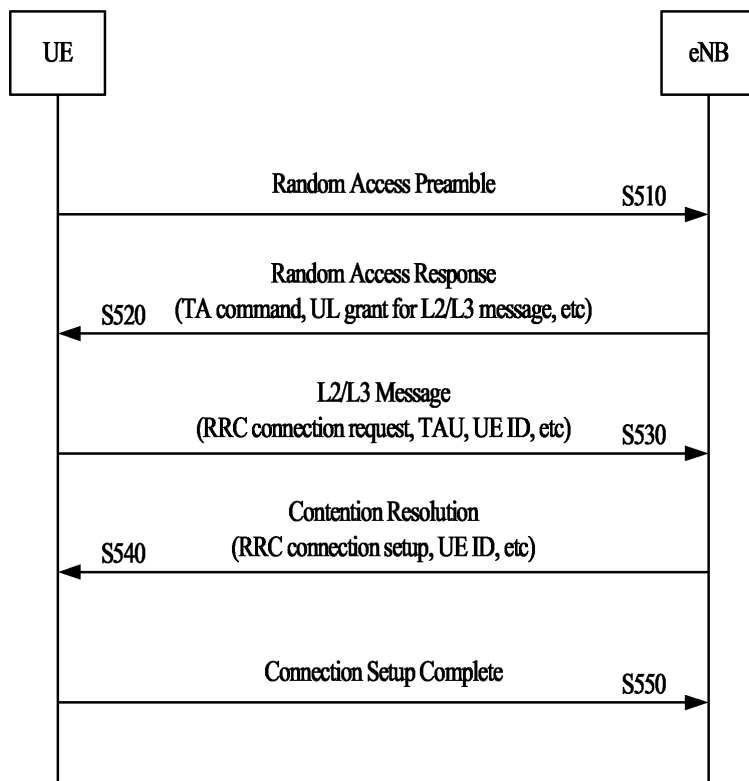
도면3



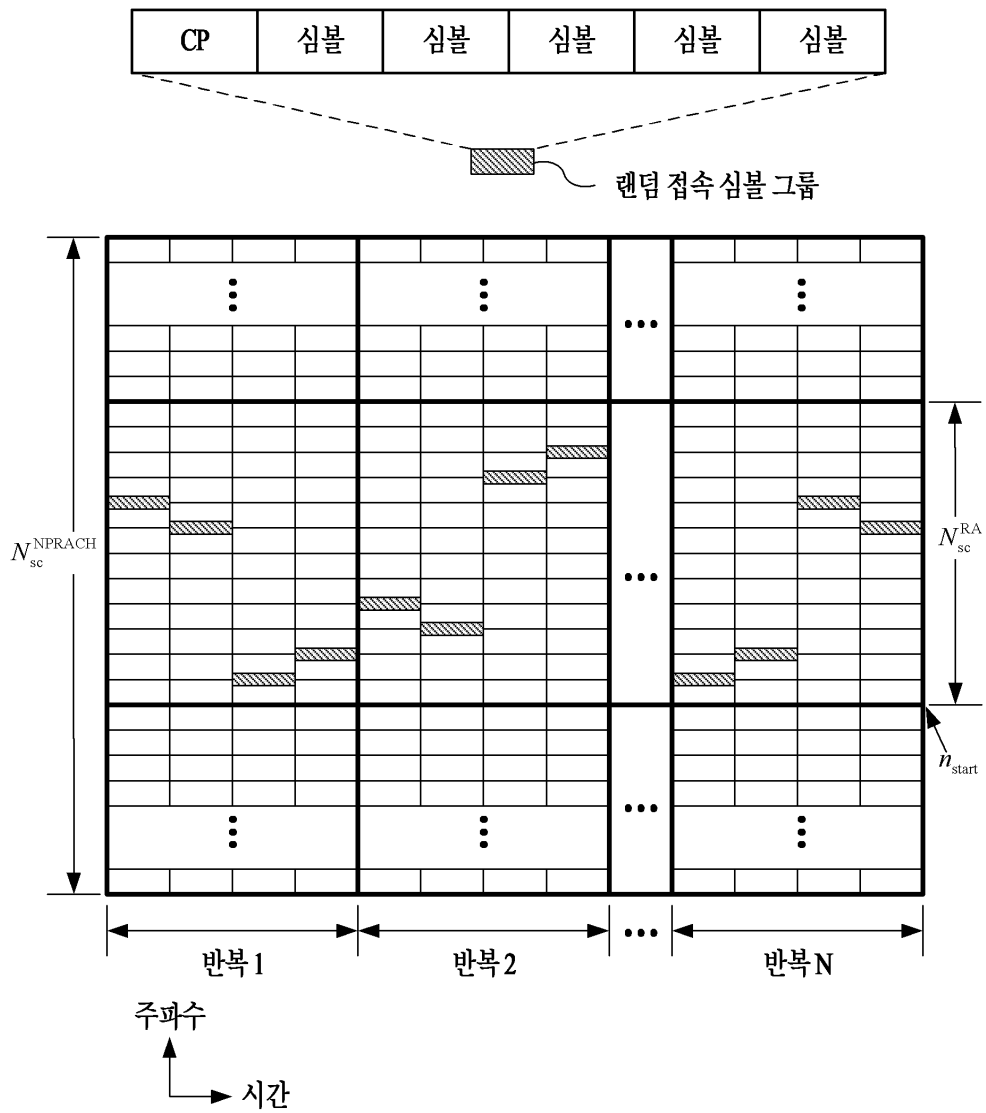
도면4



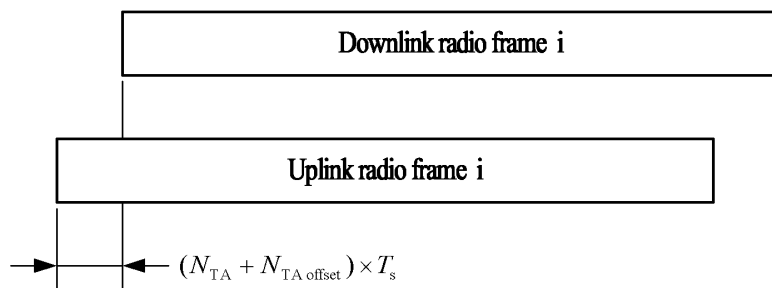
도면5



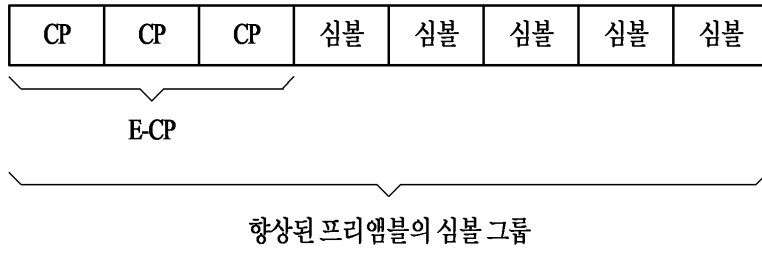
도면6



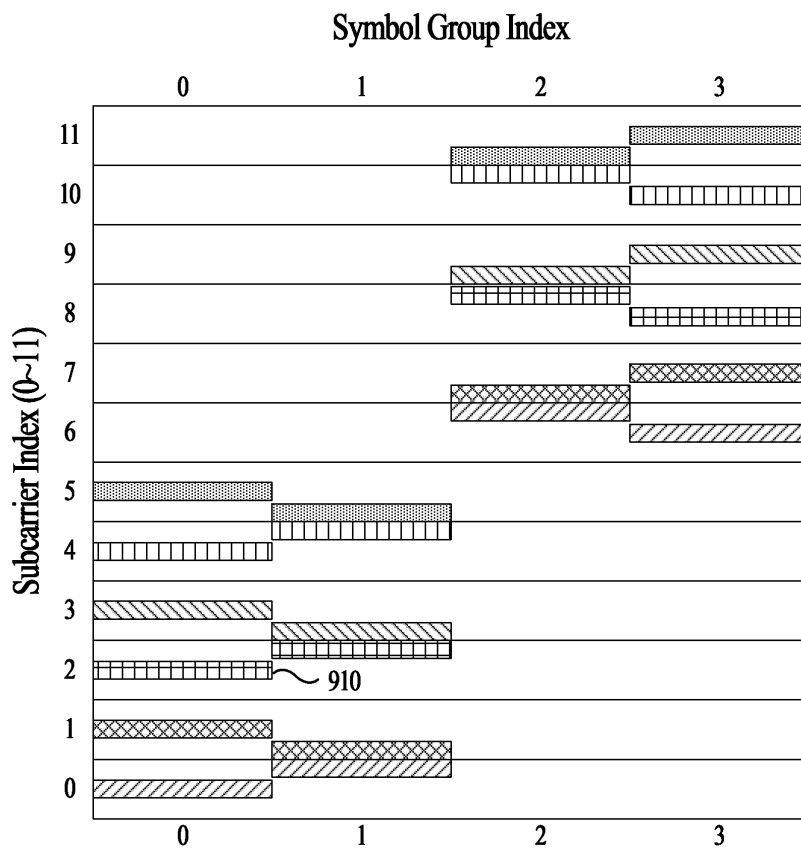
도면7



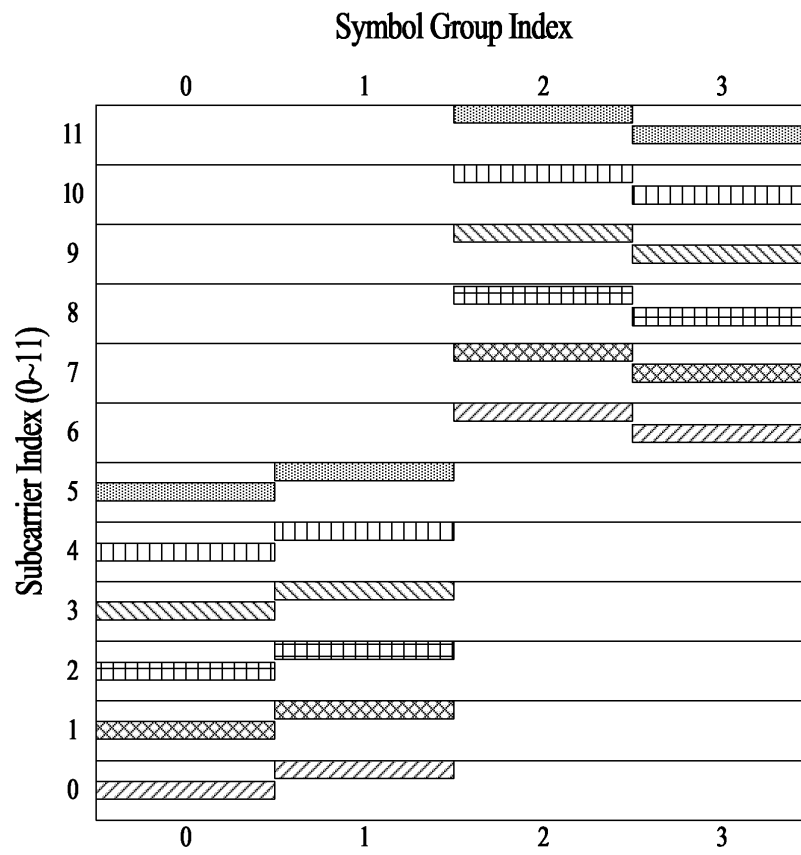
도면8



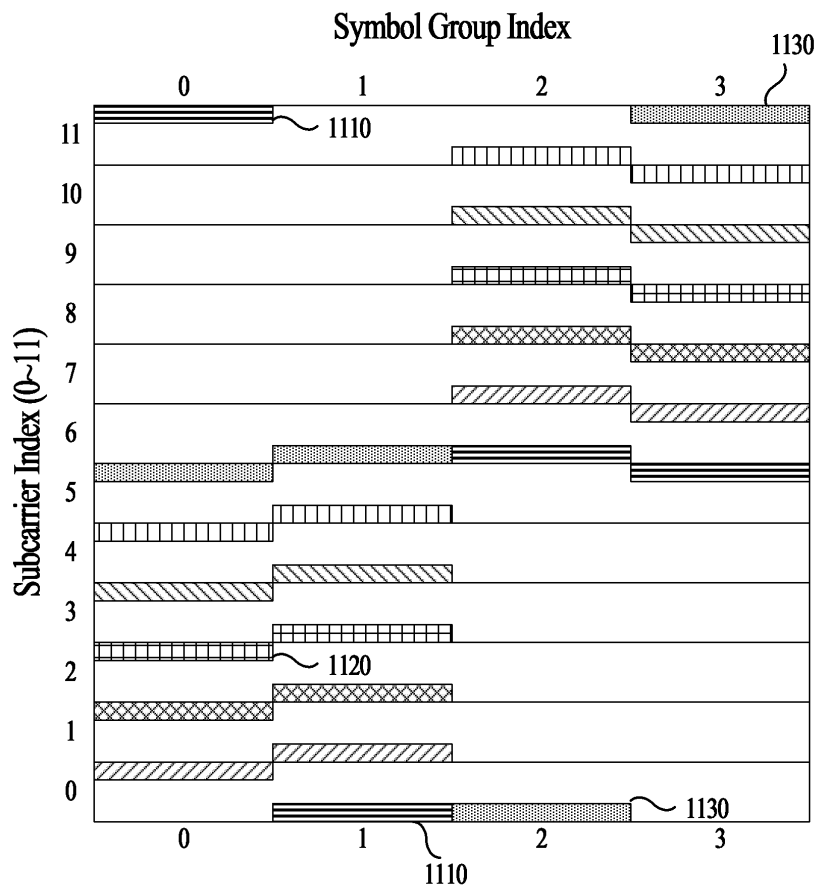
도면9



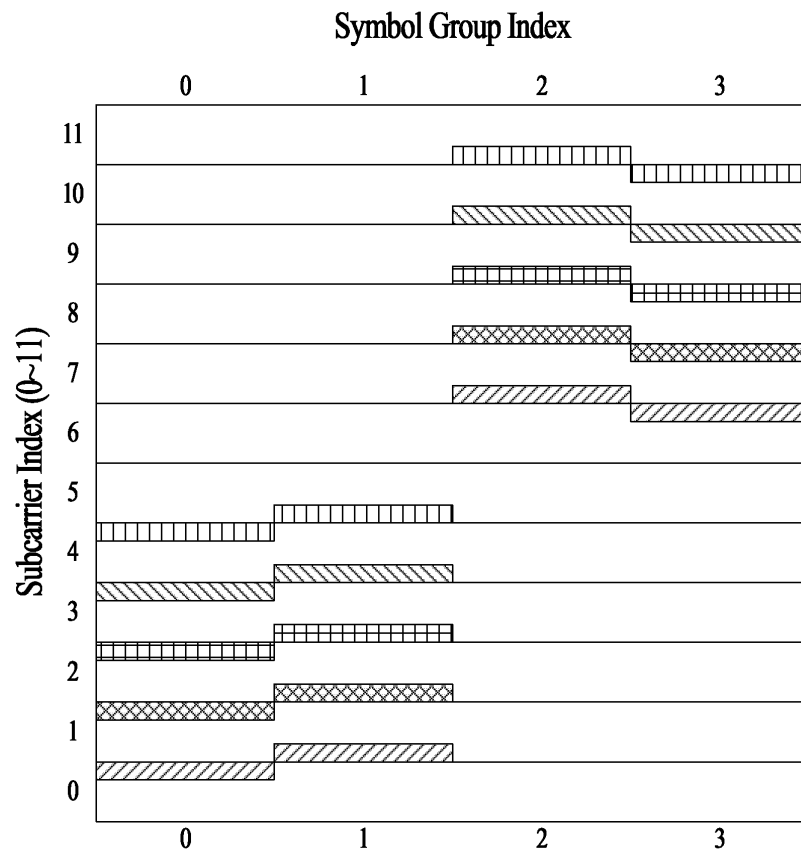
도면10



도면11



도면12



도면13

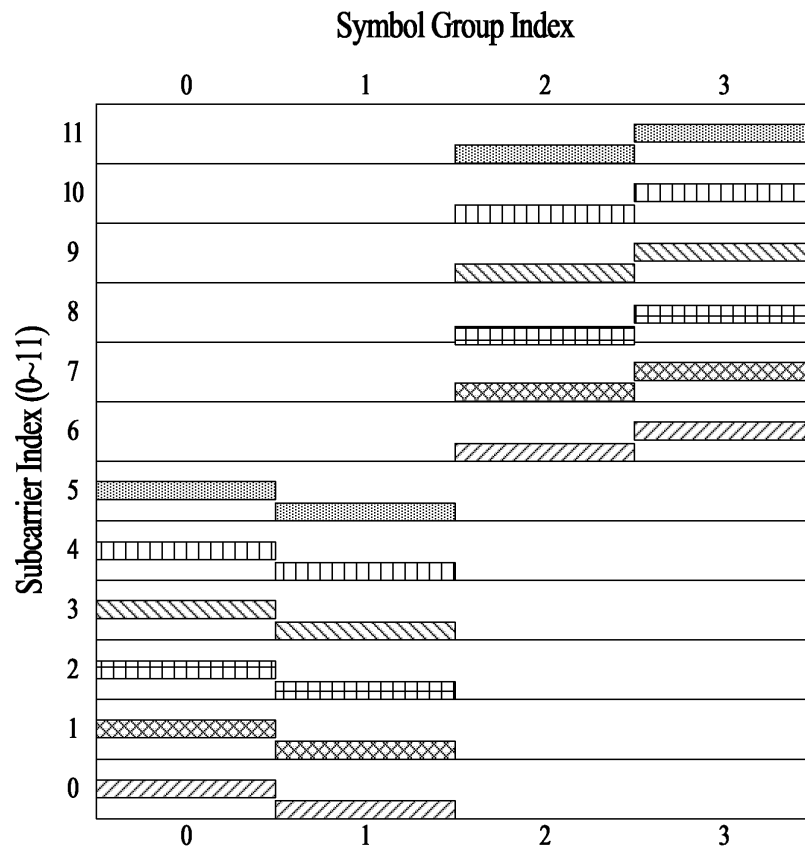
		Symbol Group Index			
		0	1	2	3
Subcarrier Index (0~11)	11	35	34	16	17
		34	35	17	16
		33	32	14	15
		32	33	15	14
	10	31	30	12	13
		30	31	13	12
		29	28	10	11
	9	28	29	11	10
		27	26	8	9
		26	27	9	8
	8	25	24	6	7
		24	25	7	6
7		23	22	4	5
		22	23	5	4
		21	20	2	3
		20	21	3	2
6		19	18	10	1
		18	19	1	10
5		17	16	34	35
		16	17	35	34
		15	14	32	33
		14	15	33	32
4		13	12	30	31
		12	13	31	30
3		11	10	28	29
		10	11	29	28
		9	8	26	27
2		8	9	27	26
		7	6	24	25
		6	7	25	24
1		5	4	22	23
		4	5	23	22
		3	2	20	21
0		2	3	21	20
		1	0	18	19
		0	1	19	18

1310 1320

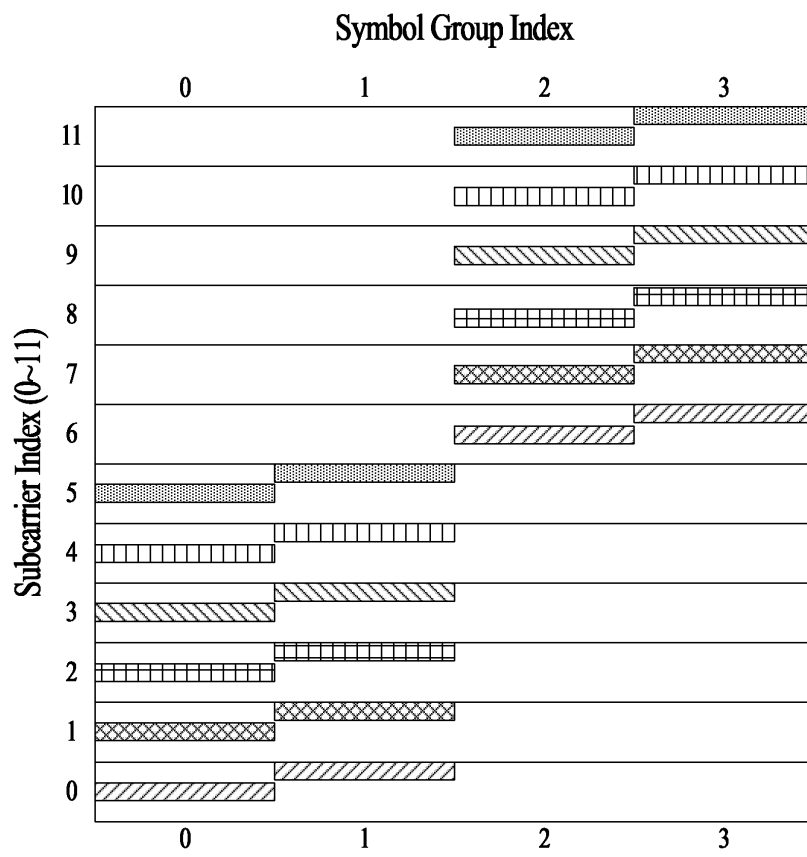
도면14

		Symbol Group Index			
		0	1	2	3
Subcarrier Index (0~11)	11	35	34	16	17
		34	33	15	16
		33	32	14	15
		32	31	13	14
	10	31	30	12	13
		30	29	11	12
		29	28	10	11
	9	28	27	9	10
		27	26	8	9
		26	25	7	8
	8	25	24	6	7
		24	23	5	6
	7	23	22	4	5
		22	21	3	4
		21	20	2	3
		20	19	1	2
	6	19	18	0	1
		18	17	35	0
		17	16	34	35
	5	16	15	33	34
		15	14	32	33
		14	13	31	32
	4	13	12	30	31
		12	11	29	30
	3	11	10	28	29
		10	9	27	28
		9	8	26	27
		8	7	25	26
	2	7	6	24	25
		6	5	23	24
		5	4	22	23
	1	4	3	21	22
		3	2	20	21
		2	1	19	20
	0	1	0	18	19
		0	35	17	18
		0	1	2	3

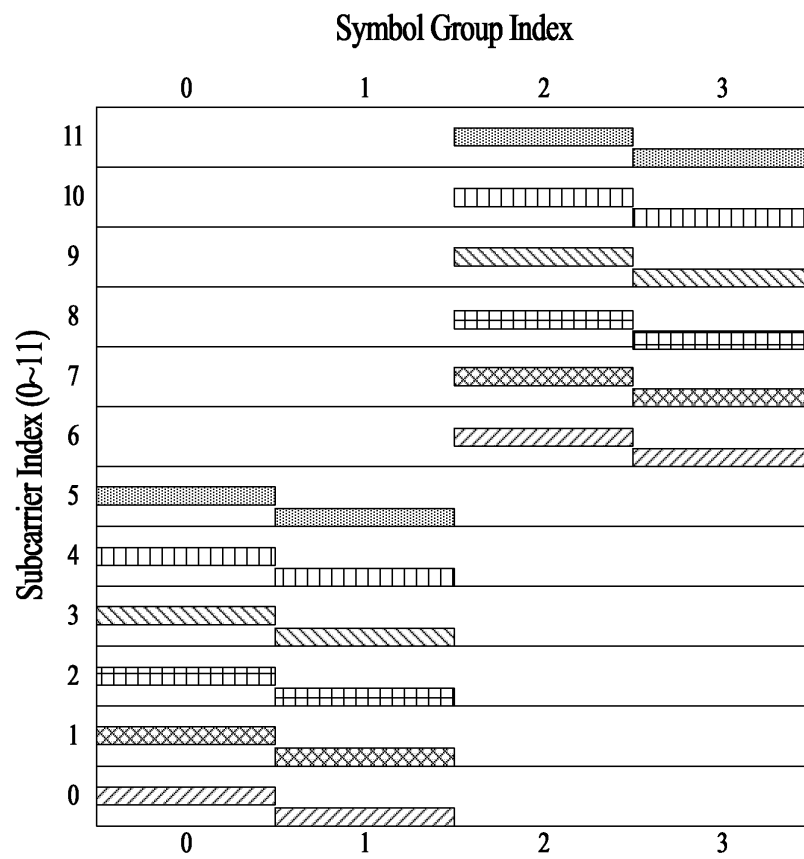
도면15



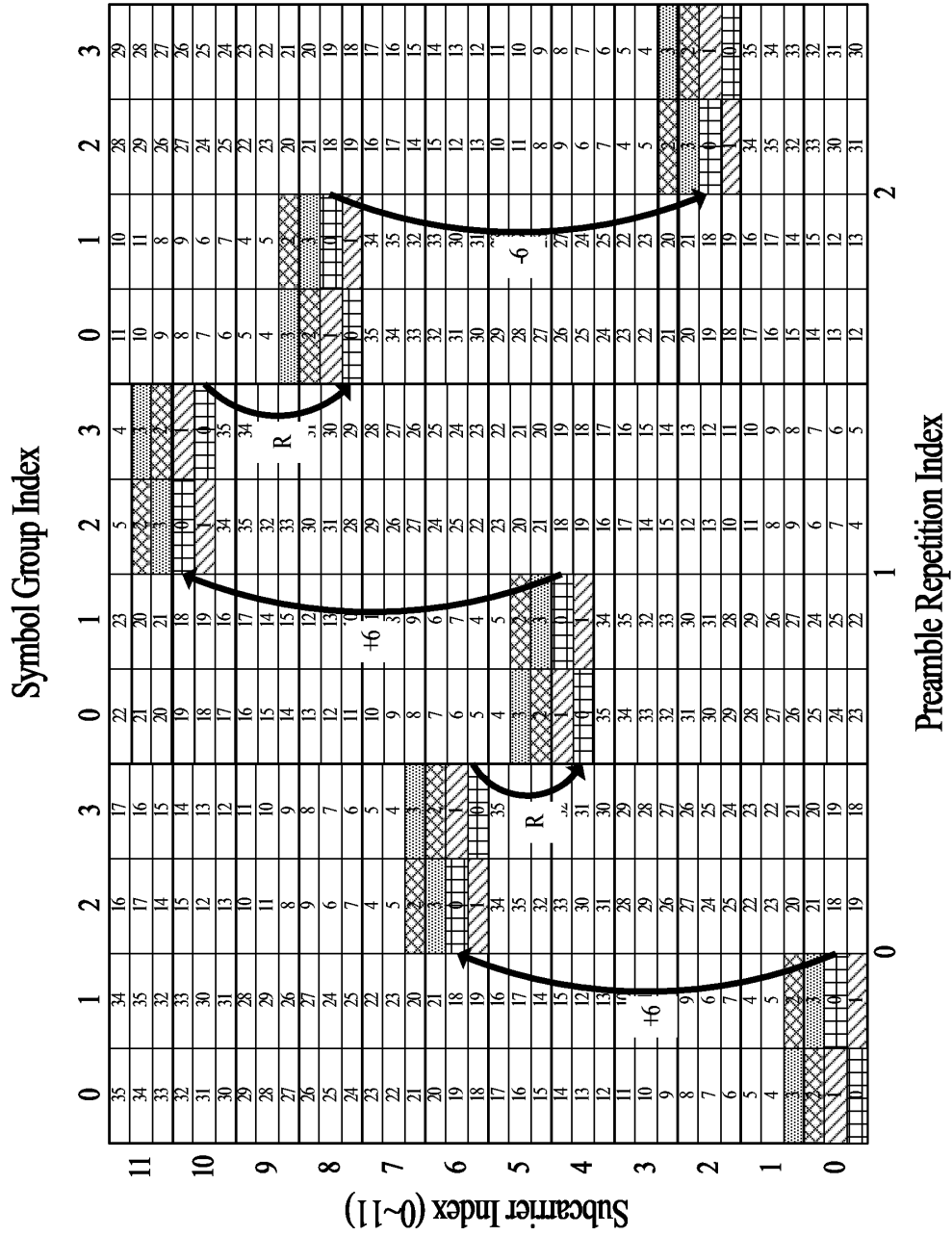
도면16



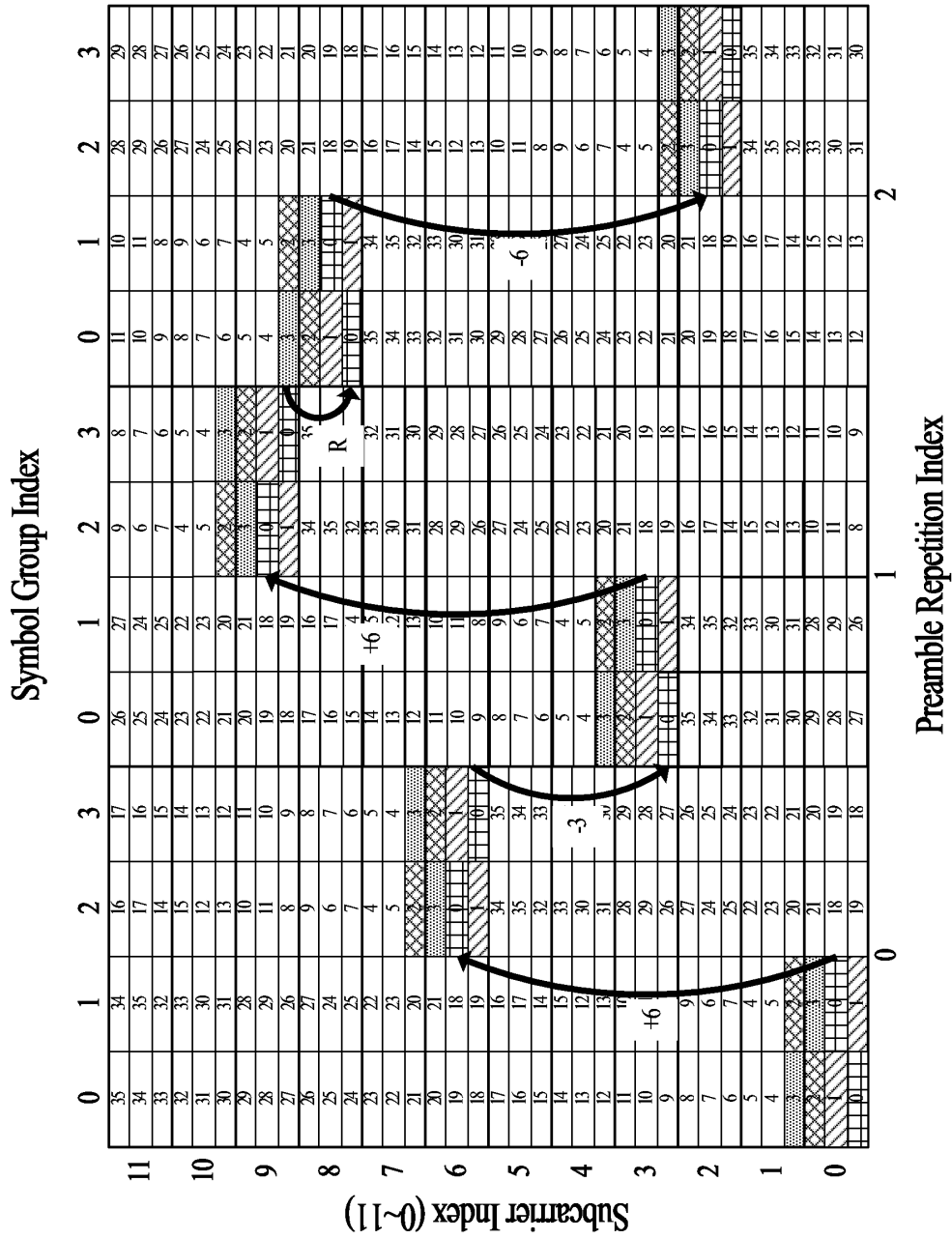
도면17



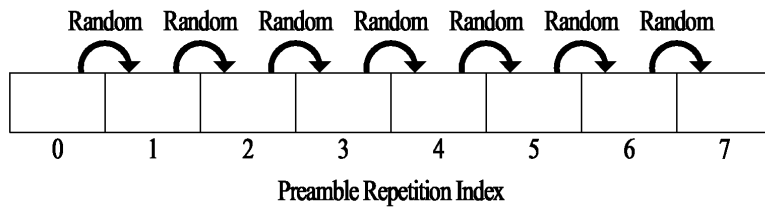
도면18



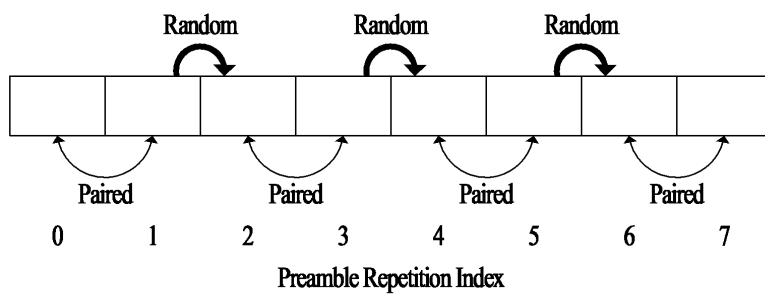
도면19



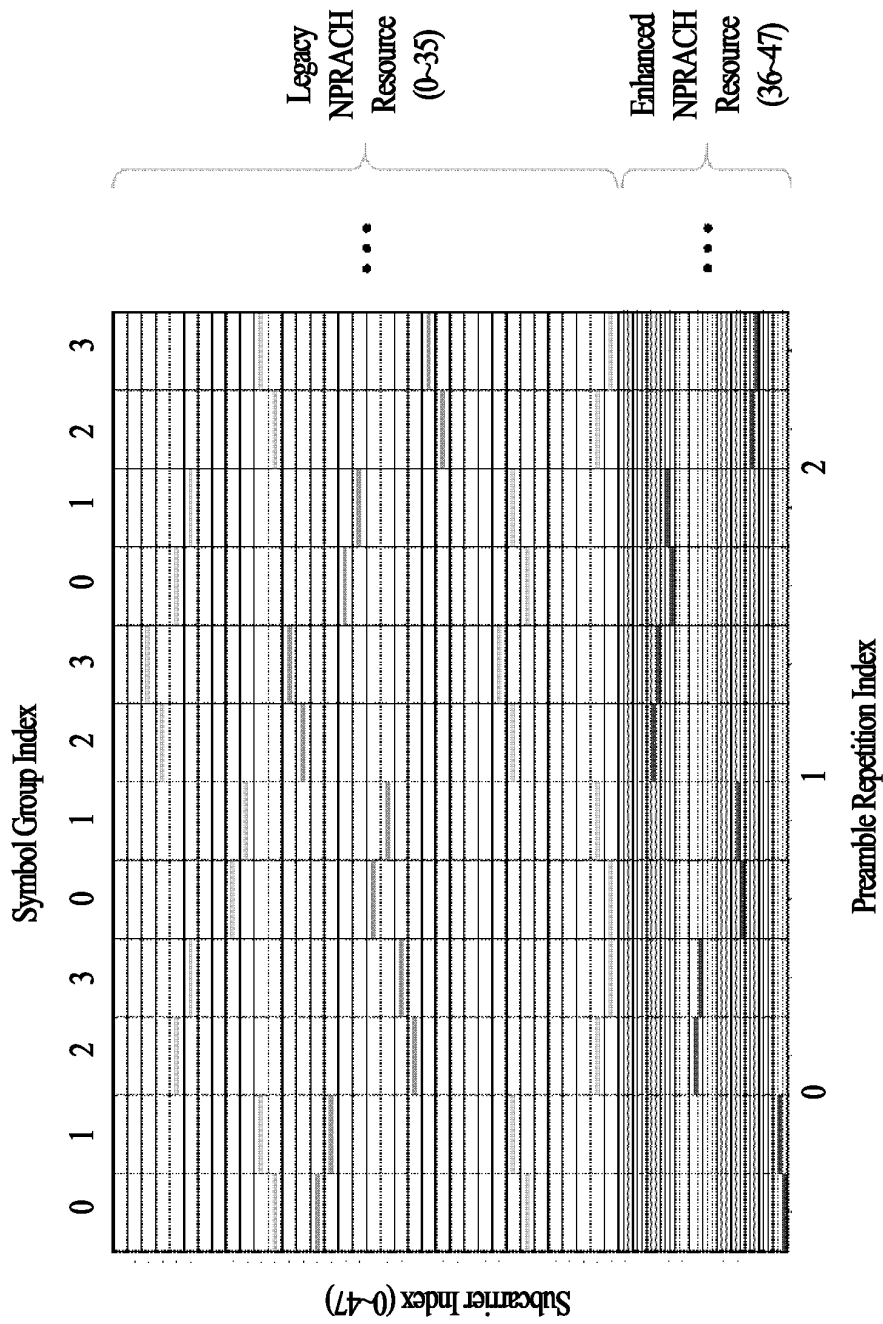
도면20



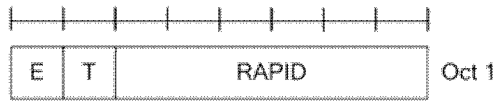
(a)



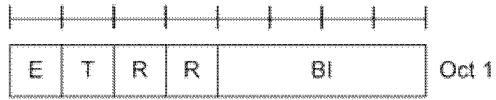
(b)



도면22

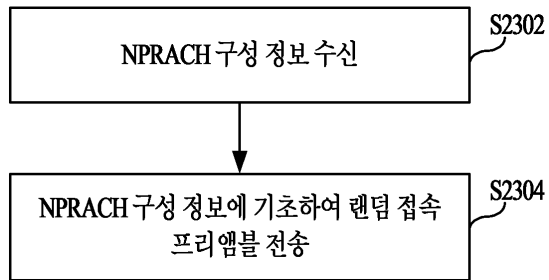


(a)



(b)

도면23



도면24

