



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월28일
(11) 등록번호 10-1901950
(24) 등록일자 2018년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 56/00 (2009.01) H04J 11/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04W 56/001 (2013.01)
H04J 11/0069 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7001297
(22) 출원일자(국제) 2015년09월04일
심사청구일자 2017년01월16일
(85) 번역문제출일자 2017년01월16일
(65) 공개번호 10-2017-0020458
(43) 공개일자 2017년02월22일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2015/009337
(87) 국제공개번호 WO 2016/036182
국제공개일자 2016년03월10일
(30) 우선권주장
62/046,176 2014년09월05일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
3GPP R1-142894*
3GPP R1-143142*
3GPP R1-140330*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
서인권
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허
센터
서한별
서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허
센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김용인, 방해철

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 황운철

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 디바이스들 간의 통신을 수행하는 방법 및 이를 수행하는 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말이 D2D(device to device) 통신을 수행하는 방법은, 적어도 하나의 동기 소스(synchronization source)로부터의 D2D 동기 신호를 검출하는 단계; 상기 검출된 D2D 동기 신호와 동일한 서브프레임을 통해서 수신된 D2D 참조 신호를 측정하는 단계; 및 소정 조건이 만족되는지 여부에 따라서 상기 적어도 하나의 동기 소스로부터 동기 기준 단말(synchronization reference UE)을 선택하는 단계를 포함하고, 상기 D2D 참조 신호의 측정 결과가 임계치를 만족하되, 상기 임계치를 만족시킨 상기 D2D 참조 신호와 연계된 D2D 채널의 정보 요소가 획득되는 경우 상기 소정 조건이 만족된다.

(52) CPC특허분류

H04W 56/0015 (2013.01)

H04J 2011/0096 (2013.01)

(72) 발명자

김기준

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

김병훈

서울특별시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터

(30) 우선권주장

62/074,574 2014년11월03일 미국(US)

62/076,490 2014년11월07일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 단말이 D2D(device to device) 통신을 수행하는 방법에 있어서,
 적어도 하나의 동기 소스(synchronization source)로부터의 D2D 동기 신호를 검출하는 단계;
 상기 검출된 D2D 동기 신호와 동일한 서브프레임을 통해서 수신된 D2D 참조 신호를 측정하는 단계; 및
 소정 조건이 만족되는지 여부에 따라서 상기 적어도 하나의 동기 소스로부터 동기 기준 단말(synchronization reference UE)을 선택하는 단계를 포함하고,
 상기 D2D 참조 신호의 측정 결과가 임계치를 만족하는 동시에, 상기 임계치를 만족시킨 상기 D2D 참조 신호와 연계된 D2D 채널의 정보 요소가 획득되는 경우 상기 소정 조건이 만족되고,
 상기 동기 기준 단말이 선택되면, 상기 동기 기준 단말로부터 수신된 상기 D2D 동기 신호 및 상기 D2D 채널의 정보 요소로부터 상기 단말이 송신할 D2D 동기 신호 및 상기 단말이 송신할 D2D 채널의 정보 요소가 결정되는, 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 D2D 참조 신호를 측정하는 단계는,
 상기 D2D 채널의 복조를 위한 D2D DMRS(demodulation reference signal)가 전송되는 자원들에 대한 수신 전력의 평균을 측정하는, 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 단말이 송신할 D2D 동기 신호는 상기 동기 기준 단말로부터 수신된 상기 D2D 동기 신호와 적어도 일부가 동일하고,
 상기 단말이 송신할 D2D 채널의 정보 요소는 상기 동기 기준 단말로부터 수신된 상기 D2D 채널의 정보 요소와 적어도 일부가 동일한, 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 소정 조건의 불만족에 따라서 상기 동기 기준 단말이 선택되지 않는 경우, 상기 단말은 자신의 타이밍에서 상기 D2D 통신을 수행하고,
 상기 소정 조건의 만족에 따라서 상기 동기 기준 단말이 선택된 경우, 상기 단말은 상기 선택된 동기 기준 단말의 타이밍에 기초하여 상기 D2D 통신을 수행하는, 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 소정 조건의 불만족에 따라서 상기 동기 기준 단말이 선택되지 않고 상기 단말이 커버리지 밖에 위치하는 경우, 상기 단말이 기지국의 사전 설정에 기초하여 자신의 D2D 동기 신호를 전송하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
 상기 단말이 아웃-오브-커버리지(out-of-coverage)로부터 인-커버리지(in-coverage)로 변경되면, 상기 단말은

기지국의 시그널링에 기초하여 상기 D2D 통신을 수행하는, 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 D2D 동기 신호를 검출하는 단계는,

자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들 중 어느 하나에 기초하여 적어도 2개의 심볼들에 반복적으로 맵핑된 PD2DSS(Primary D2D Synchronization Signal)의 시퀀스를 검출하는, 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 다수의 루트 인덱스들 중 제1 루트 인덱스는 인-커버리지(in-coverage)에 대응하고, 제2 루트 인덱스는 아웃-오브-커버리지(out-of-coverage)에 대응하는, 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 D2D 채널의 정보 요소는,

상기 D2D 채널을 통해서 방송되는 D2D 통신을 위한 대역폭의 크기, D2D 프레임 넘버, D2D 서브프레임 넘버 및 TDD(Time Divisional Duplex)의 경우 UL(uplink)-DL(downlink) 설정 정보를 포함하는, 방법.

청구항 10

D2D(device to device) 통신을 수행하는 단말에 있어서,

적어도 하나의 동기 소스(synchronization source)로부터의 D2D 동기 신호를 수신하는 수신기; 및

상기 D2D 동기 신호와 동일한 서브프레임을 통해서 수신된 D2D 참조 신호를 측정하고, 소정 조건이 만족되는지 여부에 따라서 상기 적어도 하나의 동기 소스로부터 동기 기준 단말(synchronization reference UE)을 선택하는 프로세서를 포함하고,

상기 D2D 참조 신호의 측정 결과가 임계치를 만족하는 동시에, 상기 임계치를 만족시킨 상기 D2D 참조 신호와 연계된 D2D 채널의 정보 요소가 획득되는 경우 상기 소정 조건이 만족되고,

상기 동기 기준 단말이 선택되면, 상기 동기 기준 단말로부터 수신된 상기 D2D 동기 신호 및 상기 D2D 채널의 정보 요소로부터 상기 단말이 송신할 D2D 동기 신호 및 상기 단말이 송신할 D2D 채널의 정보 요소가 결정되는, 단말.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 D2D 채널의 복조를 위한 D2D DMRS(demodulation reference signal)가 전송되는 다수의 자원들에 대한 수신 전력의 평균을 측정하는, 단말.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 단말이 송신할 D2D 동기 신호는 상기 동기 기준 단말로부터 수신된 상기 D2D 동기 신호와 적어도 일부가 동일하고,

상기 단말이 송신할 D2D 채널의 정보 요소는 상기 동기 기준 단말로부터 수신된 상기 D2D 채널의 정보 요소와 적어도 일부가 동일한, 단말.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 소정 조건의 불만족에 따라서 상기 동기 기준 단말이 선택되지 않는 경우, 상기 단말은 자신의 타이밍에서 상기 D2D 통신을 수행하고,

상기 소정 조건의 만족에 따라서 상기 동기 기준 단말이 선택된 경우, 상기 단말은 상기 선택된 동기 기준 단말의 타이밍에 기초하여 상기 D2D 통신을 수행하는, 단말.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 소정 조건의 불만족에 따라서 상기 동기 기준 단말이 선택되지 않고 상기 단말이 커버리지 밖에 위치하는 경우, 상기 단말이 기지국의 사전 설정에 기초하여 자신의 D2D 동기 신호를 전송하는 송신기를 더 포함하는, 단말.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 단말이 아웃-오브-커버리지(out-of-coverage)로부터 인-커버리지(in-coverage)로 변경되면, 상기 단말은 기지국의 시그널링에 기초하여 상기 D2D 통신을 수행하는, 단말.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 상세하게는 D2D(device to device) 통신을 지원하는 단말들이 신호를 수신 또는 송신하는 방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 통신 시스템이 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 일반적으로 무선 통신 시스템은 가용한 시스템 자원(대역폭, 전송 파워 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 다중 접속 시스템의 예들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템, OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템, MC-FDMA(multi carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다.

[0003] 장치 대 장치(Device-to-Device; D2D) 통신이란 단말(User Equipment; 단말)들 간에 직접적인 링크를 설정하여, 기지국(evolved NodeB; eNB)을 거치지 않고 단말 간에 음성, 데이터 등을 직접 주고 받는 통신 방식을 말한다. D2D 통신은 단말-대-단말(단말-to-단말) 통신, 피어-대-피어(Peer-to-Peer) 통신 등의 방식을 포함할 수 있다. 또한, D2D 통신 방식은 M2M(Machine-to-Machine) 통신, MTC(Machine Type Communication) 등에 응용될 수 있다.

[0004] D2D 통신은 급속도로 증가하는 데이터 트래픽에 따른 기지국의 부담을 해결할 수 있는 하나의 방안으로서 고려되고 있다. 예를 들어, D2D 통신에 의하면 기존의 무선 통신 시스템과 달리 기지국을 거치지 않고 장치 간에 데이터를 주고 받기 때문에 네트워크의 과부하를 줄일 수 있게 된다. 또한, D2D 통신을 도입함으로써, 기지국의 절차 감소, D2D에 참여하는 장치들의 소비 전력 감소, 데이터 전송 속도 증가, 네트워크의 수용 능력 증가, 부하 분산, 셀 커버리지 확대 등의 효과를 기대할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 D2D 통신을 지원하는 단말이 자신의 무선 통신 환경에 적합한 동기 기준을 선택하고, 그 선택 결과에 기초하여 D2D 통신을 수행하는 방법을 제공하는데 있다.

[0006] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 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

- [0007] 상술된 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 무선 통신 시스템에서 단말이 D2D(device to device) 통신을 수행하는 방법은, 적어도 하나의 동기 소스(synchronization source)로부터의 D2D 동기 신호를 검출하는 단계; 상기 검출된 D2D 동기 신호와 동일한 서브프레임을 통해서 수신된 D2D 참조 신호를 측정하는 단계; 및 소정 조건이 만족되는지 여부에 따라서 상기 적어도 하나의 동기 소스로부터 동기 기준 단말(synchronization reference UE)을 선택하는 단계를 포함하고, 상기 D2D 참조 신호의 측정 결과가 임계치를 만족하되, 상기 임계치를 만족시킨 상기 D2D 참조 신호와 연계된 D2D 채널의 정보 요소가 획득되는 경우 상기 소정 조건이 만족된다.
- [0008] 상술된 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 다른 일 측면에 따른 D2D(device to device) 통신을 수행하는 단말은, 적어도 하나의 동기 소스(synchronization source)로부터의 D2D 동기 신호를 수신하는 수신기; 및 상기 D2D 동기 신호와 동일한 서브프레임을 통해서 수신된 D2D 참조 신호를 측정하고, 소정 조건이 만족되는지 여부에 따라서 상기 적어도 하나의 동기 소스로부터 동기 기준 단말(synchronization reference UE)을 선택하는 프로세서를 포함하고, 상기 D2D 참조 신호의 측정 결과가 임계치를 만족하되, 상기 임계치를 만족시킨 상기 D2D 참조 신호와 연계된 D2D 채널의 정보 요소가 획득되는 경우 상기 소정 조건이 만족된다.
- [0009] 바람직하게는, 상기 D2D 참조 신호의 측정은, 상기 D2D 채널의 복조를 위한 D2D DMRS(demodulation reference signal)가 전송되는 자원들에 대한 수신 전력의 평균을 측정하는 것일 수 있다.
- [0010] 바람직하게는, 상기 단말은, 상기 동기 기준 단말로부터 수신된 상기 D2D 동기 신호 및 상기 D2D 채널의 정보 요소와 적어도 일부가 동일하게 설정된 상기 단말의 D2D 동기 신호 및 상기 단말의 D2D 채널의 정보 요소 중 적어도 하나를 전송할 수 있다.
- [0011] 바람직하게는, 상기 소정 조건의 불만족에 따라서 상기 동기 기준 단말이 선택되지 않는 경우 상기 단말은 자신의 타이밍에서 상기 D2D 통신을 수행하고, 상기 소정 조건의 만족에 따라서 상기 동기 기준 단말이 선택된 경우 상기 단말은 상기 선택된 동기 기준 단말의 타이밍에 기초하여 상기 D2D 통신을 수행할 수 있다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 단말은, 상기 소정 조건의 불만족에 따라서 상기 동기 기준 단말이 선택되지 않고 상기 단말이 커버리지 밖에 위치하는 경우, 상기 단말이 기지국의 사전 설정에 기초하여 자신의 D2D 동기 신호를 전송할 수 있다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 단말이 아웃-오브-커버리지(out-of-coverage)로부터 인-커버리지(in-coverage)로 변경되면, 상기 단말은 기지국의 시그널링에 기초하여 상기 D2D 통신을 수행할 수 있다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 단말은, 자도프-쥬(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들 중 어느 하나에 기초하여 적어도 2개의 심볼들에 반복적으로 맵핑된 PD2DSS(Primary D2D Synchronization Signal)의 시퀀스를 검출할 수 있다.
- [0015] 보다 바람직하게는, 상기 다수의 루트 인덱스들 중 제1 루트 인덱스는 인-커버리지(in-coverage)에 대응하고, 제2 루트 인덱스는 아웃-오브-커버리지(out-of-coverage)에 대응할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 D2D 채널의 정보 요소는, 상기 D2D 채널을 통해서 방송되는 D2D 통신을 위한 대역폭의 크기, D2D 프레임 넘버, D2D 서브프레임 넘버 및 TDD(Time Divisional Duplex)의 경우 UL(uplink)-DL(downlink) 설정 정보를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면 D2D 단말은 동기의 기준이 되는 단말을 선택함에 있어서 동기 신호와 동일한 서브프레임 수신된 참조 신호의 수신 전력을 고려하되, 그 참조 신호를 통해 복조되는 D2D 채널을 함께 고려함으로써 자신의 무선 채널 환경에 적합한 동기의 기준을 정확하고 효율적으로 선택할 수 있으며, 동기 기준의 선택에 따라서 D2D 통신을 수행할 수 있다.
- [0018] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 본 명세서에 첨부되는 도면은 본 발명에 대한 이해를 제공하기 위한 것으로서 본 발명의 다양한 실시형태들을 나타내고 명세서의 기재와 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위한 것이다.
- 도 1은 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.
- 도 6은 3GPP 시스템의 PSS 및 SSS를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 3GPP 시스템의 PBCH를 나타내는 도면이다.
- 도 8은 3GPP 시스템의 초기접속 절차 및 신호 송수신 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 PD2DSS의 검출 성능을 시뮬레이션한 결과이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D 통신을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D 단말이 소정의 노드를 선택하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 송수신 장치의 구성을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 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.
- [0021] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신에 중점을 두어 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.
- [0022] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 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. '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 중계기는 Relay Node(RN), Relay Station(RS) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다. 또한, 이하의 설명에서 기지국이라 함은 스케줄링 수행 노드, 클러스터 헤더(cluster header) 등을 장치를 지칭하는 의미로써도 사용될 수 있다. 만약 기지국이나 릴레이도 단말이 전송하는 신호를 전송한다면, 일종의 단말로 간주할 수 있다.
- [0023] 이하에서 기술되는 셀의 명칭은 기지국(base station, eNB), 섹터(sector), 리모트라디오헤드(remote radio head, RRH), 릴레이(relay)등의 송수신 포인트에 적용되며, 또한 특정 송수신 포인트에서 구성 반송파(component carrier)를 구분하기 위한 포괄적인 용어로 사용되는 것일 수 있다.
- [0024] 이하의 설명에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [0025] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에

대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.

- [0026] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.
- [0027] 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 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)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-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(long term evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다. WiMAX는 IEEE 802.16e 규격(WirelessMAN-OFDMA Reference System) 및 발전된 IEEE 802.16m 규격(WirelessMAN-OFDMA Advanced system)에 의하여 설명될 수 있다. 명확성을 위하여 이하에서는 3GPP LTE 및 3GPP LTE-A 시스템을 위주로 설명하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0028] **LTE/LTE-A 자원 구조/채널**
- [0029] 도 1을 참조하여 무선 프레임의 구조에 대하여 설명한다.
- [0030] 셀룰라 OFDM 무선 패킷 통신 시스템에서, 상/하향링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임(subframe) 단위로 이루어지며, 한 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다. 3GPP LTE 표준에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.
- [0031] 도 1(a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하향링크 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(transmission time interval)이라 하고, 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로, OFDM 심볼이 하나의 심볼 구간을 나타낸다. OFDM 심볼은 또한 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간으로 칭하여질 수도 있다. 자원 블록(Resource Block; RB)은 자원 할당 단위이고, 하나의 블록에서 복수개의 연속적인 부반송파(subcarrier)를 포함할 수 있다.
- [0032] 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장된 CP(extended CP)와 일반 CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, OFDM 심볼이 일반 CP에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다. OFDM 심볼이 확장된 CP에 의해 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 일반 CP인 경우보다 적다. 확장된 CP의 경우에, 예를 들어, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6개일 수 있다. 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심볼간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장된 CP가 사용될 수 있다.
- [0033] 일반 CP가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다. 이때, 각 서브프레임의 처음 2개 또는 3개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.
- [0034] 도 1(b)는 타입 2 무선 프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 해프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 해프 프레임은 5개의 서브프레임과 DwPTS (Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(Guard Period; GP), UpPTS (Uplink Pilot Time Slot)로 구성되며, 이 중 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다. DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의

다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다. 한편, 무선 프레임의 타입에 관계 없이 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다.

[0035] 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 하향링크 슬롯에서의 자원 그리드(resource grid)를 나타내는 도면이다. 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 7 개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원블록(RB)은 주파수 영역에서 12 개의 부반송파를 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 일반 CP(Cyclic Prefix)의 경우에는 하나의 슬롯이 7 OFDM 심볼을 포함하지만, 확장된 CP(extended-CP)의 경우에는 하나의 슬롯이 6 OFDM 심볼을 포함할 수 있다. 자원 그리드 상의 각각의 요소는 자원 요소(resource element)라 한다. 하나의 자원블록은 12×7 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원블록들의 개수(N_{DL}^{RB})는 하향링크 전송 대역폭에 따른다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

[0037] 도 3은 하향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 하나의 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞 부분의 최대 3 개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다. 나머지 OFDM 심볼들은 물리하향링크공유채널(Physical Downlink Shared Channel; PDSCH)이 할당되는 데이터 영역에 해당한다. 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 하향링크 제어 채널들에는, 예를 들어, 물리제어포맷지시자채널(Physical Control Format Indicator Channel; PCFICH), 물리하향링크제어채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH), 물리HARQ지시자채널(Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; PHICH) 등이 있다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내의 제어 채널 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 대한 정보를 포함한다. PHICH는 상향링크 전송의 응답으로서 HARQ ACK/NACK 신호를 포함한다. PDCCH를 통하여 전송되는 제어 정보를 하향링크제어정보(Downlink Control Information; DCI)라 한다. DCI는 상향링크 또는 하향링크 스케줄링 정보를 포함하거나 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송 전력 제어 명령을 포함한다. PDCCH는 하향링크공유채널(DL-SCH)의 자원 할당 및 전송 포맷, 상향링크공유채널(UL-SCH)의 자원 할당 정보, 페이징채널(PCH)의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 임의접속응답(Random Access Response)과 같은 상위계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내의 개별 단말에 대한 전송 전력 제어 명령의 세트, 전송 전력 제어 정보, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 포함할 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있다. 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 이상의 연속하는 제어 채널요소(Control Channel Element; CCE)의 조합(aggregation)으로 전송된다. CCE는 무선 채널의 상태에 기초한 코딩 레이트로 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리 할당 단위이다. CCE는 복수개의 자원 요소 그룹에 대응한다. PDCCH를 위해 필요한 CCE의 개수는 DCI의 크기와 코딩 레이트 등에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, PDCCH 전송에는 CCE 개수 1, 2, 4, 8(각각 PDCCH 포맷 0, 1, 2, 3에 대응)개 중 어느 하나가 사용될 수 있으며, DCI의 크기가 큰 경우 및/또는 채널 상태가 좋지 않아 낮은 코딩 레이트가 필요한 경우 상대적으로 많은 개수의 CCE가 하나의 PDCCH 전송을 위해 사용될 수 있다. 기지국은 단말에게 전송되는 DCI의 크기, 셀 대역폭, 하향링크 안테나 포트의 개수, PHICH 자원 양 등을 고려하여 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 순환잉여검사(Cyclic Redundancy Check; CRC)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 용도에 따라 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier; RNTI)라 하는 식별자로 마스킹된다. PDCCH가 특정 단말에 대한 것이라면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 것이라면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것이라면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(SI-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 임의 접속 프리앰블의 전송에 대한 응답인 임의접속응답을 나타내기 위해, 임의접속-RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[0038] 도 4는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타내는 도면이다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 분할될 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 포함하는 물리상향링크제어채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH)이 할당된다. 데이터 영역에는 사용자 데이터를 포함하는 물리상향링크공유채널(Physical Uplink Shared Channel; PUSCH)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해서, 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원블록 쌍(RB pair)에 할당된다. 자원블록 쌍에 속하는 자원블록들은 2 슬롯에 대하여 상이한 부반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당되는 자원블록 쌍이 슬롯 경계에서 주파수-호핑(frequency-hopped)된다고 한다.

[0039] **참조 신호 (Reference Signal; RS)**

- [0040] 무선 통신 시스템에서 패킷을 전송할 때, 전송되는 패킷은 무선 채널을 통해서 전송되기 때문에 전송과정에서 신호의 왜곡이 발생할 수 있다. 왜곡된 신호를 수신측에서 올바르게 수신하기 위해서는 채널 정보를 이용하여 수신 신호에서 왜곡을 보정하여야 한다. 채널 정보를 알아내기 위해서, 송신측과 수신측에서 모두 알고 있는 신호를 전송하여, 상기 신호가 채널을 통해 수신될 때의 왜곡 정도를 가지고 채널 정보를 알아내는 방법을 주로 사용한다. 상기 신호를 파일럿 신호(Pilot Signal) 또는 참조신호(Reference Signal)라고 한다.
- [0041] 다중안테나를 사용하여 데이터를 송수신하는 경우에는 각 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 채널 상황을 알아야 올바른 신호를 수신할 수 있다. 따라서, 각 송신 안테나 별로, 좀더 자세하게는 안테나 포트(port)별로 별도의 참조신호가 존재하여야 한다.
- [0042] 참조신호는 상향링크 참조신호와 하향링크 참조신호로 구분될 수 있다. 현재 LTE 시스템에는 상향링크 참조신호로써,
- [0043] i) PUSCH 및 PUCCH를 통해 전송된 정보의 코히런트(coherent)한 복조를 위한 채널 추정을 위한 복조 참조신호(DeModulation-Reference Signal, DM-RS)
- [0044] ii) 기지국이, 네트워크가 다른 주파수에서의 상향링크 채널 품질을 측정하기 위한 사운딩 참조신호(Sounding Reference Signal, SRS)가 있다.
- [0045] 한편, 하향링크 참조신호에는,
- [0046] i) 셀 내의 모든 단말이 공유하는 셀-특정 참조신호(Cell-specific Reference Signal, CRS)
- [0047] ii) 특정 단말만을 위한 단말-특정 참조신호(UE-specific Reference Signal)
- [0048] iii) PDSCH가 전송되는 경우 코히런트한 복조를 위해 전송되는 (DeModulation-Reference Signal, DM-RS)
- [0049] iv) 하향링크 DMRS가 전송되는 경우 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI)를 전달하기 위한 채널상태정보 참조신호(Channel State Information- Reference Signal, CSI-RS)
- [0050] v) MBSFN(Multimedia Broadcast Single Frequency Network) 모드로 전송되는 신호에 대한 코히런트한 복조를 위해 전송되는 MBSFN 참조신호(MBSFN Reference Signal)
- [0051] vi) 단말의 지리적 위치 정보를 추정하는데 사용되는 위치 참조신호(Positioning Reference Signal)가 있다.
- [0052] 참조신호는 그 목적에 따라 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 채널 정보 획득을 위한 목적의 참조신호와 데이터 복조를 위해 사용되는 참조신호가 있다. 전자는 UE가 하향 링크로의 채널 정보를 획득하는데 그 목적이 있으므로 광대역으로 전송되어야 하고, 특정 서브 프레임에서 하향 링크 데이터를 수신하지 않는 단말이라도 그 참조신호를 수신하여야 한다. 또한 이는 핸드오버 등의 상황에서도 사용된다. 후자는 기지국이 하향링크를 보낼 때 해당 리소스에 함께 보내는 참조신호로서, 단말은 해당 참조신호를 수신함으로써 채널 측정을 하여 데이터를 복조할 수 있게 된다. 이 참조신호는 데이터가 전송되는 영역에 전송되어야 한다.

[0053] **다중안테나(MIMO) 시스템의 모델링**

[0054] 도 5는 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템의 구성도이다.

[0055] 도 5(a)에 도시된 바와 같이 송신 안테나의 수를 N_T 개로, 수신 안테나의 수를 N_R 개로 늘리면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 따라서, 전송 레이트를 향상시키고 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 채널 전송 용량이 증가함에 따라, 전송 레이트는 이론적으로 단일 안테나 이용시의 최대 전송 레이트(R_0)에 레이트 증가율(R_i)이 곱해진 만큼 증가할 수 있다.

수학식 1

$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

[0056]

[0057] 예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다. 다중안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90년대 중반에 증

명된 이후 이를 실질적인 데이터 전송률 향상으로 이끌어 내기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있다. 또한, 몇몇 기술들은 이미 3 세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

[0058] 현재까지의 다중안테나 관련 연구 동향을 살펴보면 다양한 채널 환경 및 다중접속 환경에서의 다중안테나 통신 용량 계산 등과 관련된 정보 이론 측면 연구, 다중안테나 시스템의 무선 채널 측정 및 모형 도출 연구, 전송 신뢰도 향상 및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발히 연구가 진행되고 있다.

[0059] 다중안테나 시스템에서의 통신 방법을 수학적 모델링을 이용하여 보다 구체적으로 설명한다. 상기 시스템에는 N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나가 존재한다고 가정한다.

[0060] 송신 신호를 살펴보면, N_T 개의 송신 안테나가 있는 경우 전송 가능한 최대 정보는 N_T 개이다. 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

[0061]
$$\mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

[0062] 각각의 전송 정보 s_1, s_2, \dots, s_{N_T} 는 전송 전력이 다를 수 있다. 각각의 전송 전력을 P_1, P_2, \dots, P_{N_T} 라고 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

[0063]
$$\hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

[0064] 또한, $\hat{\mathbf{s}}$ 는 전송 전력의 대각행렬 \mathbf{P} 를 이용해 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 4

[0065]
$$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & 0 \\ & P_2 & \\ & & \ddots \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

[0066] 전송전력이 조정된 정보 벡터 $\hat{\mathbf{s}}$ 에 가중치 행렬 \mathbf{W} 가 적용되어 실제 전송되는 N_T 개의 송신신호 x_1, x_2, \dots, x_{N_T} 가 구성되는 경우를 고려해 보자. 가중치 행렬 \mathbf{W} 는 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 한다. x_1, x_2, \dots, x_{N_T} 는 벡터 \mathbf{X} 를 이용하여 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 5

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

여기에서, w_{ij} 는 i 번째 송신 안테나와 j 번째 정보간의 가중치를 의미한다. \mathbf{W} 는 프리코딩 행렬이라고도 불린다.

수신신호는 N_R 개의 수신 안테나가 있는 경우 각 안테나의 수신신호 y_1, y_2, \dots, y_{N_R} 은 벡터로 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

$$\mathbf{y} = [y_1, y_2, \dots, y_{N_R}]^T$$

다중안테나 무선 통신 시스템에서 채널을 모델링하는 경우, 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분될 수 있다. 송신 안테나 j 로부터 수신 안테나 i 를 거치는 채널을 h_{ij} 로 표시하기로 한다. h_{ij} 에서, 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신 안테나의 인덱스가 나중에 의미한다.

한편, 도 5(b)은 N_T 개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i 로의 채널을 도시한 도면이다. 상기 채널을 묶어서 벡터 및 행렬 형태로 표시할 수 있다. 도 5(b)에서, 총 N_T 개의 송신 안테나로부터 수신 안테나 i 로 도착하는 채널은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$\mathbf{h}_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}]$$

따라서, N_T 개의 송신 안테나로부터 N_R 개의 수신 안테나로 도착하는 모든 채널은 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 8

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

실제 채널에는 채널 행렬 \mathbf{H} 를 거친 후에 백색잡음(AWGN; Additive White Gaussian Noise)이 더해진다. N_R 개

의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색잡음 n_1, n_2, \dots, n_{N_R} 은 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 9

$$\mathbf{n} = [n_1, n_2, \dots, n_{N_R}]^T$$

상술한 수식 모델링을 통해 수신신호는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 10

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

한편, 채널 상태를 나타내는 채널 행렬 \mathbf{H} 의 행과 열의 수는 송수신 안테나의 수에 의해 결정된다. 채널 행렬 \mathbf{H} 에서 행의 수는 수신 안테나의 수 N_R 과 같고, 열의 수는 송신 안테나의 수 N_T 와 같다. 즉, 채널 행렬 \mathbf{H} 는 행렬이 $N_R \times N_T$ 된다.

행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는 열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수 보다 클 수 없다. 채널 행렬 \mathbf{H} 의 랭크($rank(\mathbf{H})$)는 다음과 같이 제한된다.

수학식 11

$$rank(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

랭크의 다른 정의는 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 유사하게, 랭크의 또 다른 정의는 특이치 분해(singular value decomposition) 하였을 때, 0이 아닌 특이치들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

본 문서의 설명에 있어서, MIMO 전송에 대한 '랭크(Rank)' 는 특정 시점 및 특정 주파수 자원에서 독립적으로 신호를 전송할 수 있는 경로의 수를 나타내며, '레이어(layer)의 개수' 는 각 경로를 통해 전송되는 신호 스트림의 개수를 나타낸다. 일반적으로 송신단은 신호 전송에 이용되는 랭크 수에 대응하는 개수의 레이어를 전송하기 때문에 특별한 언급이 없는 한 랭크는 레이어 개수와 동일한 의미를 가진다.

PSS(Primary synchronous signal) / SSS(Secondary Synchronous Signal)

도 6은 LTE/LTE-A 시스템에서 셀 탐색(cell search)에 사용되는 동기신호인 PSS 및 SSS를 설명하기 위한 도면이다. PSS 및 SSS를 설명하기 앞서, 셀 탐색에 대해 살펴보면, 셀 탐색은 단말이 최초로 셀에 접속하는 경우, 현재 접속되어 있는 셀에서 다른 셀로 핸드오버를 수행하는 경우 또는 셀 재 선택(Cell reselection)의 경우 등을 위해 수행하는 것으로서, 셀에 대한 주파수 및 심볼 동기 획득, 셀의 하향링크 프레임 동기 획득 및 셀 식별자(N_{ID}^{Cell}) 결정으로 이루어질 수 있다. 셀 식별자는 3개가 하나의 셀 그룹을 이루고, 셀 그룹은 168개가 존재할 수 있다.

셀 탐색을 위해 기지국에서는 PSS 및 SSS를 전송한다. 단말은 PSS를 검출하여 셀의 5ms 타이밍을 획득하고, 셀 그룹 내의 셀 식별자에 대해 알 수 있다. 또한, 단말은 SSS를 검출하여 라디오 프레임 타이밍 및 셀 그룹을 알

수 있다.

- [0088] 도 6을 참조하면, PSS는 0번 및 5번 서브프레임에서 전송되며, 보다 상세하게는 0번 및 5번 서브프레임에서 첫 번째 슬롯의 마지막 OFDM 심볼에 전송된다. 또한, SSS는 0번 및 5번 서브프레임의 첫 번째 슬롯의 마지막에서 두 번째 OFDM 심볼에서 전송된다. 즉, SSS는 PSS가 전송되기 직전의 OFDM 심볼에서 전송된다. 이러한 전송 타이밍은 FDD의 경우이며, TDD의 경우 PSS는 1번 및 6번 서브프레임의 세 번째 심볼, 즉, DwPTS에서 전송되며, SSS는 0번 및 5번 서브프레임의 마지막 심볼에서 전송된다. 즉, TDD에서 SSS는 PSS보다 3심볼 앞에서 전송된다.
- [0089] PSS는 길이 63의 자도프-추(Zadoff-Chu) 시퀀스이며, 실제 전송에 있어서는 시퀀스의 양쪽 끝에 0이 패딩되어 시퀀스가 시스템 주파수 대역폭의 가운데 73개의 부반송파(DC 부반송파를 제외하면 72개의 부반송파, 즉 6RB) 상으로 전송된다. SSS는 두 개의 길이 31인 시퀀스가 주파수 인터리빙된 길이 62의 시퀀스로 이루어지며, PSS와 마찬가지로 전체 시스템 대역폭의 가운데 72개의 부반송파 상에서 전송된다.
- [0090] **PBCH(Physical Broadcast Channel)**
- [0091] 도 7은 PBCH를 설명하기 위한 도면이다. PBCH는 주 정보 블록(Master Information Block, MIB)에 해당하는 시스템 정보가 전송되는 채널로써, 단말이 앞서 설명된 PSS/SSS를 통해 동기를 획득하고 셀 식별자를 획득한 이후 시스템 정보를 획득하는데 사용된다. 여기서 MIB에는 하향링크 셀 대역폭 정보, PHICH 설정 정보, 서브프레임 번호(System Frame Number, SFN) 등이 포함될 수 있다.
- [0092] MIB는 도 7에 도시된 바와 같이, 하나의 MIB 전송 블록이 4개의 연속된 라디오 프레임에서 각각 첫 번째 서브프레임을 통하여 전송된다. 보다 상세히 설명하면, PBCH는 4개의 연속된 라디오 프레임에서 0번 서브프레임의 두 번째 슬롯의 처음 4개의 OFDM 심볼에서 전송된다. 따라서, 하나의 MIB를 전송하는 PBCH는 40ms의 주기로 전송된다. PBCH는 주파수 축에서 전체 대역폭의 가운데 72개의 부반송파상에서 전송되는데, 이는 가장 작은 하향링크 대역폭인 6RB에 해당하는 것으로 단말이 전체 시스템 대역폭의 크기를 모르는 경우에도 문제없이 BCH를 복호할 수 있도록 하기 위함이다.
- [0093] **초기 접속 절차(Initial Access)**
- [0094] 도 8은 3GPP 시스템에 이용되는 초기접속 절차 및 물리 채널들을 이용한 신호 송수신 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0095] UE는 전원이 켜지거나 새로이 셀에 진입한 경우 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색(Initial cell search) 작업을 수행한다(S301). 이를 위해, UE는 기지국으로부터 PSS 및 SSS를 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득할 수 있다. 그 후, UE는 기지국으로부터 PBCH(Physical Broadcast Channel)를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, UE는 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호(Downlink Reference Signal; DL RS)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.
- [0096] 초기 셀 탐색을 마친 UE는 물리 하향링크 제어 채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH) 및 상향 PDCCH에 실린 정보에 따라 물리 하향링크 공유 채널(Physical Downlink Control Channel; PDSCH)을 수신함으로써 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다(S302).
- [0097] 한편, 기지국에 최초로 접속하거나 신호 전송을 위한 무선 자원이 없는 경우 UE는 기지국에 대해 임의 접속 과정(Random Access Procedure; RACH)을 수행할 수 있다(단계 S303 내지 단계 S306). 이를 위해, UE는 물리 임의 접속 채널(Physical Random Access Channel; PRACH)을 통해 특정 시퀀스를 프리앰블로 전송하고(S303 및 S305), PDCCH 및 대응하는 PDSCH를 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S304 및 S306). 경쟁 기반 RACH의 경우, 추가적으로 충돌 해결 절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.
- [0098] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 UE는 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신(S307) 및 물리 상향링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel; PUSCH)/물리 상향링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH) 전송(S308)을 수행할 수 있다. 특히 UE는 PDCCH를 통하여 하향링크 제어 정보(Downlink Control Information; DCI)를 수신한다. 여기서 DCI는 UE에 대한 자원 할당 정보와 같은 제어 정보를 포함하며, 그 사용 목적에 따라 포맷이 서로 다르다.
- [0099] 한편, UE가 상향링크를 통해 기지국에 전송하는 또는 UE가 기지국으로부터 수신하는 제어 정보는 하향링크/상향링크 ACK/NACK 신호, CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index), RI(Rank Indicator) 등을 포함한다. 3GPP LTE 시스템의 경우, UE는 상술한 CQI/PMI/RI 등의 제어 정보를 PUSCH 및/또는 PUCCH를 통해

전송할 수 있다.

[0100] **I. D2D(Device to Device) UE의 동기 소스(synchronization source)**

[0101] 이하에서는 상술한 설명 및 기존 LTE/LTE-A 시스템에 기초하여, D2D 통신에서 D2D UE들간 동기 획득에 대해 설명한다. D2D는 UE들간 직접 통신을 의미하는 것으로서, 'D2D'의 용어는 '사이드 링크(Sidelink)'의 용어로 대체 또는 혼용될 수 있다. D2D UE는, D2D를 지원하는 UE를 의미한다. 이하에서 레거시 UE라는 한정 없이 'UE'는 'D2D UE'를 의미할 수 있다.

[0102] OFDM 시스템에서는 시간/주파수 동기가 맞지 않을 경우 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference)로 인해 OFDM 신호에서 서로 다른 UE들 간에 멀티플렉싱이 불가능할 수 있으므로 동기화가 필요하다. 하지만, 동기를 맞추기 위해 D2D UE들이 개별적으로 동기 신호를 송수신하여 모든 D2D UE들이 개별적으로 동기화를 수행하는 것은 비효율적이다. 따라서, D2D와 같은 분산 노드 시스템에서는 특정 노드가 기준이 되는 동기 신호를 전송해주고 나머지 D2D UE들이 이에 동기를 맞출 수 있다. 다시 말해, D2D 신호 송수신을 위해 일부 노드들이 주기적으로 D2D 동기 신호(D2D Synchronization Signal, 이하 'D2DSS')를 전송하고, 나머지 D2D UE들이 이에 동기를 맞추어 신호를 송수신하는 방식이 사용될 수 있다. 이와 같이, D2DSS를 전송하는 노드를 동기 소스(synchronization source)로 명칭하기로 한다. 동기 소스는 다른 D2D UE들에게 동기화의 기준이 될 수 있다.

[0103] 동기 소스는 예컨대, eNB 또는 D2D UE일 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 동기 소스가 eNB 일 경우, eNB가 전송하는 D2DSS는 레거시 동기 신호 (예컨대, eNB to UE 통신을 위한 Rel-8 PSS/SSS)를 포함할 수 있다.

[0104] 네트워크 커버리지 내의 D2D UE (이하, 'in_UE')는 eNB로부터 지시를 받거나 또는 소정의 조건이 만족되는 경우에 동기 소스로 동작할 수 있다. 네트워크 커버리지 밖의 D2D UE (이하, 'out_UE')는 D2D UE 클러스터(cluster)의 헤더(header) UE로부터 지시를 받거나 또는 소정의 조건이 만족되는 경우 동기 소스로 동작할 수 있다.

[0105] 동기 소스는 무선 환경에 따라 여러 가지 타입들로 동작할 수 있으며, 이해를 돕기 위하여 동기 소스의 타입을 아래와 같이 ISS, DSS_1, DSS_2로 분류하나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0106] ● ISS(Independent Synchronization Source)

[0107] ISS는 다른 동기 소스의 동기 타이밍에 독립적으로 D2DSS, PD2DSCH (Physical D2D synchronization channel) 및/또는 PD2DSCH의 DMRS를 전송할 수 있다. PD2DSCH는 D2DSS와 동일한 서브프레임을 통해 전송되는 D2D 방송 채널로서, PD2DSCH를 통해 전송되는 정보 요소(information element)에 대한 상세한 사항은 후술한다. in_UE는 eNB에 동기를 맞추는 것이 일반적이므로 ISS는 out_UE라고 볼 수 있다. UE가 동기 소스로 동작한다는 것에 대하여 다른 특별한 설명(e.g., DSS로 동작)이 없다면 UE가 ISS로 동작하는 것을 의미할 수 있다.

[0108] ISS를 위한 D2DSS/PD2DSCH의 전송 주기 및 자원은 사전에 설정되거나, 지정된 자원 풀(resource pool)에서 선택될 수 있다.

[0109] ● DSS_1 (Dependent Synchronization Source Type 1)

[0110] DSS_1은 MSS (Mother Synchronization source)의 동기를 기준으로 설정된다. MSS는 동기 기준(synchronization reference)로 명칭될 수 있다. MSS는 ISS일 수 있지만 또 다른 DSS일 수도 있다. DSS_1은 MSS의 D2DSS 타이밍, D2DSS 시퀀스 및 PD2DSCH의 콘텐츠 등을 릴레이(relaying) 할 수 있다. In_UE는 eNB에 동기를 맞추면서 D2DSS를 송신할 수 있으므로, In_UE가 DSS_1으로 동작할 경우 eNB는 MSS로 동작할 수 있다.

[0111] ● DSS_2 (Dependent Synchronization Source Type 2)

[0112] DSS_2 역시 MSS의 동기를 기준으로 설정되며, MSS의 D2DSS 타이밍, 시퀀스를 릴레이 할 수 있다. DSS_1과는 달리, DSS_2는 PD2DSCH의 콘텐츠는 릴레이하지 않는다고 가정한다. In_UE가 DSS_2으로 동작할 경우 eNB는 MSS로 동작할 수 있다.

[0113] 이하에서 DSS에 대하여 특별한 한정 없이 DSS_1 및 DSS_2를 모두 포괄하는 것으로 해석된다.

[0114] 상술된 바와 같이 ISS는 동기의 기준(e.g., MSS)이 필수적이지 않지만, DSS의 경우 동기의 기준이 필요하다. 따라서, ISS로 동작할지 아니면 DSS로 동작할지 여부를 선택하는 과정은 결국 다른 동기 소스를 동기의 기준으로 선택할 것인지 여부를 결정하는 과정에 관련된다. 예를 들어, UE가 다른 동기 소스(e.g., eNB 또는 UE)를 동기의 기준으로 선택하는 경우 DSS로 동작하고, 다른 동기 소스를 동기의 기준으로 선택하지 않는 경우 ISS로 동작

할 수 있다. UE는 다른 동기 소스를 동기의 기준으로 선택할지 여부를 판단하기 위해서, 후술하는 바와 같이, 다른 동기 소스에 대한 측정을 수행하고, 측정 결과가 소정의 조건을 만족하는지 여부를 판단할 수 있다.

[0115] II. D2DSS(D2D synchronization signal)

[0116] D2DSS는 PD2DSS(Primary D2DSS) 및 SD2DSS(Secundary D2DSS)를 포함할 수 있다. 'PD2DSS'의 용어는 'PSSS(Primary Sidelink synchronization signal)'의 용어로 대체/혼용되고, 'SD2DSS'의 용어는 'SSSS(Secundary Sidelink synchronization signal)'의 용어로 대체/혼용될 수 있다.

[0117] D2D 동작은 LTE/LTE-A 시스템을 기반으로 구성되고, PD2DSS 및 SD2DSS 역시 LTE/LTE-A의 PSS/SSS를 기반으로 생성될 수 있다. 예컨대, PD2DSS는 소정 길이의 자도프 추 시퀀스(Zadoff-chu sequence)이거나 또는 PSS와 유사/변형/반복된 구조 동일 수 있다. SD2DSS는 M-시퀀스 또는 SSS와 유사/변형/반복된 구조 동일 수 있다. 보다 구체적으로, LTE의 PSS 시퀀스를 생성하는 수학적 식 12가 PD2DSS를 생성하기 위하여 재사용될 수 있다.

수학적 식 12

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi u n(n+1)}{63}} & n = 0, 1, \dots, 30 \\ e^{-j\frac{\pi u (n+1)(n+2)}{63}} & n = 31, 32, \dots, 61 \end{cases}$$

[0118] 수학적 식 12에서 u 는 자도프-츄(Zadoff-Chu) 시퀀스의 루트 인덱스이다. LTE PSS의 루트 인덱스 u 는 {25, 29, 34} 중 하나가 선택되며, 선택된 값에 기초하여 물리 셀 ID(N_{ID}^{Cell})가 생성된다. 보다 구체적으로 물리 셀 ID $N_{ID}^{Cell} = 3N_{ID}^{(1)} + N_{ID}^{(2)}$ 로 주어진다. $N_{ID}^{(1)}$ 는 SSS 시퀀스로부터 도출되는 0~167 중의 하나의 수 이고, $N_{ID}^{(2)}$ 는 PSS 시퀀스로부터 도출되는 0~2중의 하나의 수이다. $N_{ID}^{(2)}=0, 1, 2$ 는 각각 루트 인덱스 {25, 29, 34}와 대응된다.

[0120] 다만, 생성된 LTE의 PSS의 시퀀스는 eNB에 의해 DL 자원에서 전송되지만, D2D 통신이 UL 자원 상에서 수행되므로 PD2DSS는 동기 소스에 의해 UL 자원에서 전송된다.

[0121] 동기 소스로 동작하는 UE가 전송하는 D2DSS는 아래의 두 종류가 가능하다.

[0122] ● D2DSSue_net: 전송 타이밍 기준이 eNB일 때, UE로부터 전송되는 D2DSS 시퀀스들의 세트

[0123] ● D2DSSue_oon: 전송 타이밍 기준이 eNB가 아닐 때, UE로부터 전송되는 D2DSS 시퀀스들의 세트

[0124] 한편, ISS는 out_UE에서만 가능하므로 ISS는 D2DSSue_oon 중 하나의 D2DSS를 전송한다.

[0125] MSS로서 eNB를 따르는 DSS는 in_UE에 해당하므로, DSS는 D2DSSue_net 중 하나의 D2DSS를 전송한다.

[0126] MSS로서 다른 UE를 따르는 DSS는 out_UE에 해당하는데, MSS가 D2DSSue_oon을 전송한다면 DSS 역시 D2DSSue_oon을 전송한다. 다만 MSS가 D2DSSue_net을 전송하는 경우에는 DSS 역시 D2DSSue_net을 릴레이 할 수도 있고, 또는 자신의 네트워크 연결 상태를 반영하기 위해서 D2DSSue_oon을 전송할 수도 있다.

[0127] 상술된 D2DSSue_net는 네트워크 커버리지 내에서 D2DSS이고, D2DSSue_oon은 네트워크 커버리지 밖에서의 D2DSS를 의미할 수 있다. D2DSSue_net와 D2DSSue_oon의 구분은 자도프 추 시퀀스인 PD2DSS의 루트 인덱스들에 기반한 것일 수 있다. 예컨대, D2DSSue_net를 위한 PD2DSS의 루트 인덱스는 D2DSSue_oon를 위한 PD2DSS의 루트 인덱스와 상이하게 설정될 수 있다.

[0128] 본 발명의 일 실시예에 따르면 PD2DSS의 루트 인덱스는 26 또는 37이 사용될 수 있다. 또한, 하나의 서브프레임 내에서 2개의 SC-FDMA 심볼들이 PD2DSS를 전송하는데 할당될 수 있다(이하, PD2DSS 심볼). 예컨대, 일반 CP의 경우 인덱스 1, 2에 해당하는 SC-FDMA 심볼들이 PD2DSS 심볼들이고, 확장 CP의 경우 인덱스 0, 1에 해당하는 SC-FDMA 심볼들이 PD2DSS 심볼들일 수 있다.

[0129] 이와 같이 하나의 서브프레임 내에서 2개의 PD2DSS 심볼들이 존재할 때, 2개의 PD2DSS 심볼들에 맵핑되는 PD2DSS의 시퀀스들을 서로 동일하게 설정할지 여부를 설명한다.

- [0130] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 2개의 PD2DSS 심볼들에 맵핑되는 PD2DSS의 시퀀스들이 서로 동일할 수 있다. 다시 말해, 루트 인덱스 중 26 및 37 중 어느 하나를 기초로 생성된 PD2DSS 시퀀스가 2개의 PD2DSS 심볼들에서 반복 전송될 수 있다. 이 때, D2DSSue_net와 D2DSSue_oon는 루트 인덱스를 통해서 구분될 수 있다. 예컨대, 루트 인덱스 26은 D2DSSue_net에 대응되고, 루트 인덱스 37은 D2DSSue_oon에 대응될 수 있다.
- [0131] 한편, 동기화를 수행하는 D2D UE는 캐리어 주파수 대비 최대 $\pm 10\text{ppm}$ 의 주파수 오프셋(frequency offset)을 가질 수 있다. D2D 동작에서 D2D Tx UE와 D2D Rx UE를 고려할 경우, D2D 링크에서 발생할 수 있는 주파수 오프셋의 범위(range)는 $-20\text{ppm} \sim 20\text{ppm}$ 이 될 수 있다. $-20\text{ppm} \sim 20\text{ppm}$ 의 주파수 오프셋을 가정 할 때, RAN4에서 E-UTRA 동작 대역으로 지정된 Band 7 (UL: 2500~2570MHz)의 경우 50kHz이상의 큰 주파수 오프셋이 야기 될 수 있다.
- [0132] 도 9는 2개의 PD2DSS 심볼들이 하나의 루트 인덱스에 의해 생성된 동일한 PD2DSS를 전송하는 경우 PD2DSS의 검출 성능을 시뮬레이션한 결과이다. 도 9에서 (a)는 루트 인덱스 26이 반복 사용된 결과이고, (b)는 루트 인덱스 37이 반복 사용된 결과이다. 각 선들은 서로 다른 주파수 오프셋 값들 0 Hz, 5 Hz 및 10 Hz를 나타낸다.
- [0133] 도 9에 도시된 바와 같이 주파수 오프셋이 증가함에 따라서, 자기 상관에 기반한 PD2DSS의 검출 성능이 저하될 수 있다. 이를 개선하는 방법으로서, PD2DSS를 수신하고자 하는 UE은 예상되는 주파수 오프셋을 가정(선보상)하여 검출을 시도해볼 수 있다. 즉, UE는 수신된 신호에 일정 크기의 주파수 오프셋을 인가하고 이후 자기 상관을 수행할 수 있다. 이와 같은 가설적 검출(hypothetical detection)에 의해서 검출 성능이 개선될 수 있다. 다만, UE가 다양한 주파수 오프셋의 각 가설 레벨(hypothesis level)마다 검출을 시도하므로 가설 레벨에 비례하여 검출의 복잡도가 증가될 수 있다.
- [0134] 가설 레벨을 줄이는 한 가지 방법으로 PD2DSS 심볼들 각각에 서로 다른 루트 인덱스들을 통해 생성된 PD2DSS들이 맵핑될 수 있다. 이 경우, 루트 인덱스의 조합은 {26,37} 또는 {37,26}이 사용될 수 있다.
- [0135] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 인-커버리지(in-coverage)에서는 PD2DSS 심볼들에 동일한 PD2DSS 시퀀스(e.g. 동일한 루트 인덱스)가 맵핑되고, 아웃-커버리지(out-coverage)에서는 PD2DSS 심볼들 각각에 서로 다른 PD2DSS 시퀀스들이 맵핑될 수 있다. 따라서, PD2DSS 심볼들의 PD2DSS 시퀀스들이 상호 동일한지 여부에 따라서, D2DSSue_net와 D2DSSue_oon가 구분될 수 있다.
- [0136] **III. PD2DSCH(Physical D2D synchronization channel)**
- [0137] PD2DSCH(Physical D2D synchronization channel)는 D2D 신호 송수신 전에 D2D UE가 가장 먼저 알아야 하는 기본이 되는 시스템 정보(e.g. D2D master information block, D2D MIB)가 전송되는 방송 채널일 수 있다. 'PD2DSCH'의 용어는 'PSBCH(Physical Sidelink Broadcast Channel)'의 용어로 명칭될 수 있다. PD2DSCH는 D2DSS와 동일한 서브프레임 상에서 전송될 수 있다.
- [0138] PD2DSCH를 통해서 전송되는 시스템 정보는, 예컨대, D2D 통신을 위한 대역폭의 크기, D2D 프레임 넘버, D2D 서브프레임 넘버, TDD의 경우 UL-DL 설정 정보, CP 길이, D2D 서브프레임 패턴에 대한 정보(e.g., 비트맵) 및 D2D 자원 풀에 대한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 이에 한정되지 않는다.
- [0139] PD2DSCH의 복조(demodulation)을 위하여, D2D DMRS(demodulation RS)가 함께 전송될 수 있다. D2D DMRS 생성에는 D2D 특징적인 일부 파라미터들(그룹 호핑, 시퀀스 호핑, 직교 시퀀스, RS 길이, 레이어 개수, 안테나 포트 등)이 적용되며, PUSCH를 위한 UL DMRS과 유사한 방식으로 생성될 수 있다.
- [0140] 이상의 내용을 정리하면, 동기 소스는, D2D 통신을 위하여 D2DSS(e.g., PD2DSS, S2D2SS), PD2DSCH(e.g., 시스템 정보) 및 PD2DSCH 복조를 위한 DMRS를 하나의 서브프레임을 통해서 전송할 수 있다. 해당 서브프레임에서는 PD2DSS를 위하여 2개의 심볼들이 할당되고, S2D2SS를 위하여 2개의 심볼들이 할당될 수 있다.
- [0141] 한편, 동기 소스가 D2D 디스커버리(discovery)를 위하여 D2DSS를 전송하는 경우에는, PD2DSCH(e.g., 시스템 정보) 및 PD2DSCH 복조를 위한 DMRS는 생략될 수 있다.
- [0142] **IV. 동기 소스 타입의 선택을 위한 측정**
- [0143] UE가 D2DSS를 전송 또는 중계하고자 할 때, UE가 상술된 동기 소스 타입들(e.g., ISS, DSS_1, DSS_2) 중 어떤 타입의 동기 소스로 동작할지를 결정하는 방법이 설명된다.
- [0144] 본 발명의 일 실시예에 따르면 UE는 eNB 또는 클러스터 헤더의 시그널링에 의해서 지시된 동기 소스 타입으로 동작할 수 있다. 클러스터 또는 동기 클러스터는 동일한 동기 신호를 전송하는 갖는 D2D UE들의 그룹일 수 있는

며, 클러스터 헤더는 클러스터에 기준이 되는 동기 신호를 제공하는 D2D UE일 수 있다. eNB 또는 클러스터 헤더는 DSS 타입을 UE에 시그널링하는 경우, D2DSS 및/또는 PD2DSCH의 기준이 되는 노드(e.g., eNB 또는 다른 UE)를 지시할 수도 있다.

[0145] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, UE는 eNB, 클러스터 헤더, 또는 다른 동기 소스로부터 수신된 신호(e.g., D2DSS, PD2DSCH 및/또는 PD2DSCH DMRS)의 수신 성능에 따라 자신이 동작할 동기 소스 타입을 결정할 수 있다. 예컨대, UE는 동기 소스로부터 수신된 신호의 측정 결과를 통해서, 자신이 ISS로 동작(e.g., 스스로 D2DSS/PD2DSCH/PD2DSCH DMRS를 전송)할지 아니면, DSS로 동작(e.g., 수신된 D2DSS/PD2DSCH/PD2DSCH DMRS에 종속)할지 여부를 결정할 수 있다. 이는, 수신된 신호의 수신 성능(혹은 수신 전력)에 의해 동기 소스 선택이 수행되는 것으로 해석될 수 있다.

[0146] 동기소스의 측정 메트릭(metric)으로서, (i) PD2DSCH BLER(Block Error Rate), 또는, (ii) 신호 수신 전력(signal received power, 이하 'SRP'), 예컨대 D2DSS의 수신 전력, PD2DSCH DMRS의 수신 전력 또는 PD2DSCH 수신 전력을 고려할 수 있다. 이 때, 수신 전력은 신호 전송에 사용된 복수의 자원들의 평균 전력일 수 있다. 예컨대, PD2DSCH DMRS 전송에 사용된 6 RB들의 평균 전력이 측정될 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 이하, 측정의 메트릭에 따른 실시예들을 보다 상세히 살펴본다.

[0147] ● PD2DSCH BLER(Block Error Rate)를 측정하는 실시예

[0148] 상술된 바와 같이 D2DSS와 PD2DSCH는 동일 서브프레임 상에 다중화(multiplexing) 될 수 있다. 예를 들어, 서브프레임을 구성하는 PRB 쌍의 심볼들중에서 D2DSS가 맵핑되지 않는 심볼에 PD2DSCH가 맵핑될 수 있다. 단, 실시예에 따라서, PD2DSCH와 D2DSS의 전송주기는 상이하게 설정될 수도 있다. 본 실시예에서는 동기 소스를 측정하는 방법으로서 PD2DSCH의 BLER가 고려된다.

[0149] 다수의 서브프레임들에서 수신된 PD2DSCH를 통계적으로 분석하는 경우 PD2DSCH BLER이 보다 정확하게 측정될 수 있지만 상대적으로 많은 시간이 소요된다. 따라서, 다수의 서브프레임들에서 실제 PD2DSCH BLER을 측정하는 방법 외에, PD2DSCH BLER을 추정할 수 있는 측정 값을 하나 또는 일부의 서브프레임들에서만 획득하는 방안이 제안된다.

[0150] 예컨대, 타겟 BLER을 만족시킬 수 있는 SINR(Signal to Interference plus Noise Ratio)이 타겟 SINR로 설정된다. 설명의 편의를 위하여 SINR을 예시하지만 이에 한정되지 않으며, 예컨대, 일정 시간 내에서 PD2DSCH 디코딩 성공 여부, RSRP 또는 RSRQ 등으로 PD2DSCH BLER을 추정하는 방안이 사용될 수도 있다. PD2DSCH 디코딩에는 PD2DSCH DMRS가 사용되므로, PD2DSCH 디코딩이 성공하였다는 것은 PD2DSCH DMRS를 통해서 PD2DSCH의 콘텐츠를 획득하였다는 것을 의미할 수 있다.

[0151] UE는 PD2DSCH의 알려진 신호(known signal)의 SINR을 측정하고, 측정 값을 타겟 SINR과 비교한다. 이 때, 알려진 신호(known signal)는 PD2DSCH의 DMRS, PD2DSS 및 SD2DSS 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 UE는 PD2DSCH에 대한 DMRS의 RSRP 또는 RSRQ를 측정하고, 측정 값을 타겟 값과 비교할 수도 있다.

[0152] UE는 PD2DSCH BLER을 측정함에 있어 PD2DSCH가 일정 시간 내에 검출(또는 수신)되었는지 여부를 고려할 수 있다. 사전 설정된 타임 윈도우(e.g., 상위 계층 시그널링 또는 표준에 의해 사전 설정된 값) 내에 PD2DSCH가 검출되지 않을 경우, UE가 ISS로 동작하도록 정의될 수도 있다. 예컨대, 일정 시간은 D2DSS가 전송된 서브프레임에 대응될 수 있다. UE는 D2DSS가 전송되는 서브프레임과 동일한 서브프레임내에서 PD2DSCH가 검출되었는지 여부를 고려할 수 있다. PD2DSCH의 검출은 PD2DSCH의 디코딩이 성공한 상태를 의미하는 것일 수 있다. PD2DSCH가 올바르게 수신되어 하위 계층에서 CRC 체크를 통과한 경우 PD2DSCH가 디코딩 가능한데, UE는 이와 같은 상태를 PD2DSCH 검출로 간주할 수 있다.

[0153] PD2DSCH BLER는 동기 소스의 신호(e.g. D2DSS, PD2DSCH)에 대한 무선 자원 모니터링(radio link monitoring: RLM)을 통해서 추정될 수도 있다. 예컨대, 일정 시간 동안 PD2DSCH의 디코딩이 실패한다면, UE는 주변에 적절한 동기 소스가 없거나 또는 동기 소스가 존재하더라도 링크가 불안정하여 동기 소스와 동기를 유지할 수 없다고 간주하고, 동기 소스 타입의 선택을 수행할 수 있다. D2D 링크의 RLM은 기존의 eNB-UE 링크의 RLM과 유사하게 수행될 수 있다.

[0154] 본 실시예에 따르면 타겟 BLER 근처의 성능을 보이는 무선 채널 환경에서 UE가 여러 상태들(e.g. ISS/DSS/No SS)을 계속 이동하는 이른바 핑-퐁(ping-pong) 현상을 줄일 수 있다. 예컨대, UE에 'PD2DSCH a% BLER(e.g. 10%)'에 해당하는 link quality Tout과 'PD2DSCH b% BLER(e.g. 2%)'에 해당하는 link quality Tin이 설정된다. 만약, 일정 시간 동안 Tout보다 낮은 링크 품질이 유지될 경우 UE는 상태를 변경(e.g. DSS으로부터

ISS로 전환)하고, 일정 시간 동안 Tin에 해당하는 링크 품질이 유지될 때에는 현재 상태를 유지 (e.g. DSS를 유지)하는 동작을 수행할 수 있다. 본 실시예에 대한 구체적인 동작은 후술하는 RLF 절차와 유사할 수 있다. 이와 같이, PD2DSCH BLER에 대한 임계치는 단일 값에 의한 측정뿐만 아니라 RLM 방식의 측정을 위한 형태로 설정될 수도 있다.

[0155] ● SRP(Signal Received Power)를 측정하는 실시예

[0156] 상술된 바와 같이 UE는 동기소스로부터 수신된 D2DSS의 수신 전력, PD2DSCH의 수신 전력 또는 PD2DSCH의 DMRS의 수신 전력을 측정할 수 있다.

[0157] D2DSS의 수신 전력은 SSRP(Synchronization Signal Received Power)로 명칭될 수 있다. SSRP는 PSSRP(Primary D2DSS Received Power), SSSRP(Secundary D2DSS Received Power) 및 ASSRP(Average D2DSS Received Power) 중 적어도 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0158] PSSRP는 PD2DSS에 대한 측정 결과이다. PD2DSS에 사용되는 루트 인덱스가 3개 이하이고 UE 주변에 다수의 동기 소스들이 존재하면, 다수의 동기 소스들로부터 동일한 PD2DSS 시퀀스가 중첩되어 수신될 수 있기 때문에, 개별 적 동기 소스의 PD2DSS를 측정하기에는 정확도가 저하될 수 있다.

[0159] SSSRP는 SD2DSS에 대한 측정 결과이다. SSSRP의 경우 다수의 루트 인덱스들이 존재하므로, SSSRP를 측정하는 경우 동일한 시퀀스가 중첩되어 수신되는 PSSRP의 문제점이 해결될 수 있다. 그러나, M 시퀀스의 PAPR (Peak to Average Power Ratio)를 낮추기 위하여 전력 감소(power reduction)가 적용되면, SSSRP를 위해 사용된 루트 인덱스의 값에 따라서 수신 전력 값이 달라질 수 있다. 이를 해결하기 위하여 루트 인덱스 별로 SSSRP의 기준값이 보정될 필요가 있다.

[0160] ASSRP는 PD2DSS와 SD2DSS에 대한 측정을 평균한 결과이다. ASSRP가 사용되는 경우에도 SSSRP와 마찬가지로, SD2DSS의 전력 감소(power reduction)가 적용될 수 있다. 예를 들어, 평균을 계산할 때, SD2DSS의 루트 인덱스에 따라서 SD2DSS에 적용되는 가중치가 변경될 수 있다. 한편, PD2DSS와 SD2DSS의 전력비(power ratio)가 주어 진다면, SD2DSS에 대해 측정된 수신 전력 값이 PD2DSS 기준으로 어느 정도 레벨인지를 환산한 뒤에 평균을 계산 할 수 있다. PD2DSS와 SD2DSS의 평균 전송 전력이 각각 20dBm, 10dBm일 경우, PD2DSS와 SD2DSS의 평균 전력은 $1/2 * (PD2DSS \text{ 수신전력} + 2 * SD2DSS \text{ 수신전력})$ 과 같이 계산될 수 있다.

[0161] 한편 상술된 실시예에서는 PD2DSS, SD2DSS의 수신 전력값을 평균하는 것을 예시하였지만, 본 발명은 이에 한정 되지 않는다. 예컨대, PD2DSS, SD2DSS, PD2DSCH DMRS 중 일부 또는 전부에 대한 평균 수신전력 (또는 평균 RSRQ, 평균 RSSI)이 사용될 수 있다. 일 실시예에 따를 때 PD2DSCH DMRS의 평균 수신 전력(RSRP)가 동기 소스의 선택을 위하여 사용될 수 있다. UE는 PD2DSCH DMRS가 수신된 자원들(e.g., 6 RB)에서 PD2DSCH DMRS의 수신 전력을 평균할 수 있다.

[0162] 또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따를 때, SRP는 RSRQ (Reference Signal Received Quality)로 대체되거나, RSRQ를 계산하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, UE는 D2DSS 또는 PD2DSCH DMRS의 신호를 측정하고, D2DSS 및 PD2DSCH DMRS가 전송되는 자원 영역에서의 전체 신호 측정을 수행함으로써 RSRQ를 획득할 수도 있다. RSRQ에는 간섭(interference)이 반영될 수 있기 때문에 보다 실제적인 링크 품질을 추정할 수 있다는 장점이 있다. RSRQ 계산을 위해서 간섭 성분이 포함된 RSSI(Received Signal Strength Indicator)를 측정하는 경우에는, UE는 D2DSS 및 PD2DSCH가 전송되는 시간/주파수 자원에서만 RSSI를 측정하여 다른 자원에서의 송신 신호가 RSSI에 포함되지 않도록 할 수 있다.

[0163] 앞서 PD2DSCH BLER을 측정하는 실시예에서는 타겟 BLER을 만족시킬 수 있는 타겟 SINR을 정의하고, SINR 측정을 통해 SINR 요구조건(requirement)이 만족되었는지를 판단하는 방법이 제안되었다. 이와 유사하게 PD2DSCH의 수신 파워 레벨에 대한 목표 값이 정의될 수도 있다. 또는 타겟 BLER을 만족 가능한 수신 파워 레벨이 타겟 PD2DSCH 수신 전력(received power)으로 설정되고, UE는 측정된 PD2DSCH 수신 전력과의 타겟 PD2DSCH 수신 전력을 비교할 수도 있다.

[0164] 이와 같이 타겟 PD2DSCH 수신 전력 또는 타겟 SINR을 사용하는 방식은 BLER을 직접 측정하는 방식에 비해 간단 히 구현될 수 있다. 예를 들어, 타겟 BLER이 1%일 경우, UE는 최소한 100개의 PD2DSCH가 전송되는 서브프레임들 에 대해 디코딩을 수행하고, 그 디코딩 결과를 알아야 타겟 BLER이 만족되는지 여부를 판단할 수 있다. 반면, 타겟 SINR 또는 타겟 PD2DSCH 수신 전력을 사용하는 방식은 상대적으로 적은 개수의 서브프레임에서 측정된 값 에 대한 평균 등을 이용하여 BLER을 추정할 수 있다.

[0165] **V. 측정 결과를 이용한 동기 소스 타입의 선택**

[0166] 상술된 측정 결과들 중 적어도 하나에 기초하여 각 D2D UE는 자신이 동기 소스로 동작할지 여부, 자신이 동기 소스로 동작한다면 어떤 타입의 동기 소스로 동작할 것인지 결정할 수 있다. 자신이 동기 소스로 동작할 것인지 여부는, 수신된 신호 품질(e.g. Signal Received Power: SRP)에 의해 결정될 수 있다. 동기 소스로 동작하는 경우 동기 소스의 타입(e.g. ISS, DSS)은 링크 품질(e.g. PD2DSCH BLER, PD2DSCH RLM)에 의해 결정될 수 있다.

[0167] 후술하는 설명에서 아래에서 SRP에 대한 임계치 및 PD2DSCH BLER 등에 대한 구체적인 값은 사전에 정의 및 설정되었다고 가정한다. 예컨대, SD2DSS 전력 감소(power reduction) 등에 의한 측정 값의 왜곡이 보정되었다고 가정한다. eNB는 SRP 임계치를 결정하기 위한 정보를 상위 계층 시그널링을 통해서 UE에 설정할 수도 있다.

[0168] 후술하는 설명에서 DSS로 동작하는 경우, 동기 소스로부터의 시그널링, 예컨대, 동기 소스의 동기 신호 및/또는 PD2DSCH의 콘텐츠를 릴레이(relaying)할 것을 지시하는 시그널링이 있었다는 것이 전제될 수도 있다. 예를 들어, 후술한 DSS로 동작하는 조건이 만족되더라도 동기 소스로부터의 시그널링이 없다면 UE는 DSS로 동작하지 않을 수 있다. 이와 같은 동기 소스의 시그널링은 필요 이상으로 많은 UE들이 DSS로 동작하는 것을 방지하기 위한 방안으로 사용될 수 있다. 설명의 편의를 위하여 SRP를 중심으로 설명되지만, SRP는 상술된 측정 메트릭(metric) 중 하나로 대체될 수 있다(e.g., RSRP, RSRQ, PD2DSCH BLER 등)

[0169] **● SRP 조건을 이용하는 실시예**

[0170] 본 발명의 일 실시예에 따르면 UE는 SRP 조건만을 이용할 수 있다.

[0171] D2D UE는 측정된 신호의 수신 전력과 SRP 임계치를 비교한다. 만약 측정된 신호의 수신 전력이 SRP 임계치를 만족하지 못하거나 또는 신호 자체가 검출되지 않는 경우 UE는 동기 소스로 동작할 수 있다(e.g., ISS). 반대로 측정된 신호의 수신 전력이 SRP 임계치를 만족하는 경우 UE는 ISS로 동작하지 않을 수 있다. UE가 ISS로 동작하지 않는 경우에는 UE는 동기 소스의 D2DSS 타이밍(e.g., subframe)에 기초하여 결정된 타이밍에 동기 소스의 D2DSS 및/또는 PD2DSCH를 전송할 수 있다.

[0172] 한편, SRP 임계치만을 고려한다면 UE의 프로시저가 간소화 될 수 있지만, UE 동작과 시스템 성능의 효율성 및 프로시저 상의 명료성 측면에서 PD2DSCH의 디코딩 성공이 함께 고려되는 것이 바람직하다. 예를 들어, SRP 값이 낮지만 상대적으로 간섭 및 잡음(noise)이 적은 경우, 또는 SRP 값이 높지만 상대적으로 간섭 및 잡음이 큰 경우에는 SRP만으로 UE의 동작을 정의하기 어려울 수 있다. 측정된 신호의 수신 전력이 SRP 임계치보다 크지만 PD2DSCH가 수신되지 않는 경우(e.g., PD2DSCH의 디코딩이 실패한 경우)가 있으며, 반대로 수신 전력이 SRP 임계치 보다 낮더라도 PD2DSCH는 디코딩 가능한 경우도 있다.

[0173] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면 PD2DSCH의 디코딩이 성공한 경우에만 측정된 SRP가 유효하다고 간주하며, 이에 대해서는 상세히 후술한다.

[0174] 본 발명의 일례로 1개의 SRP 임계치 (e.g. 임계치=A)가 정의된 경우, UE는 자신이 동기를 맞춘 동기 소스로부터 수신된 신호를 측정하고, 측정된 신호의 수신 전력 값(e.g., $SRP=X$)을 SRP 임계치와 비교한다. 만약, 신호의 수신 전력 값이 SRP 임계치를 만족하지 않는 경우(e.g., $X<A$), UE는 ISS로 동작한다. 신호의 수신 전력 값이 SRP 임계치를 만족하는 경우, UE는 ISS/DSS로 동작하지 않거나 (e.g., 동기 소스의 시그널링에 따라서) 또는 DSS로 동작할 수 있다.

[0175] 또 다른 실시예로, 각 UE는 신호의 측정 결과 동기 소스에 보고할 수 있다. 보고에는 주변에 다른 out_UE가 존재하는지 여부를 나타내는 정보가 포함될 수 있다. 예컨대, 신호의 수신 전력 값이 SRP 임계치를 만족하지 않는 경우(e.g., $X<A$), UE는 보고를 생략하고 ISS로 동작할 수도 있다. 신호의 수신 전력 값이 SRP 임계치를 만족하는 경우(e.g., $X>A$), UE는 측정 결과 및 주변에 out_UE가 존재하는지 여부를 동기 소스에 보고하고, 동기 소스로부터 DSS로 동작할지 여부를 지시받을 수도 있다. 이는 DSS로 동작하는 실시예들에 공통적으로 적용될 수도 있다.

[0176] 상술된 실시예들에서 수신 전력이 측정되는 신호는 D2DSS에 한정되지 않으며, PD2DSCH DMRS일 수 있다. PD2DSCH DMRS의 수신 전력을 측정하는 것은 D2D 디스커버리 신호(discovery signal)와 D2D 통신 신호(communication signal)가 공존하는 환경에서 유용할 수 있다. 현재 D2D 시스템에서 D2D 디스커버리 절차만을 수행하는 UE들 (e.g., 네트워크 커버리지 내에 위한 UE들)은, D2DSS만을 전송하고 PD2DSCH는 전송하지 않을 수 있다. 또한, D2D 디스커버리 목적으로 전송되는 D2DSS의 전송 주기는 D2D 통신 목적으로 전송되는 D2DSS의 전송 주기보다 길게 설정될 수 있다. 어느 하나의 UE가 D2D 디스커버리 목적으로 D2DSS를 전송할 때 다른 UE가 D2D 통신 목적으

로 D2DSS를 전송할 수 있다(e.g., 서로 동일한 서브프레임에 위치). 디스커버리 목적의 D2DSS와 D2D 통신 목적의 D2DSS가 중첩되는 상황에서, D2DSS 신호가 전송되는 자원 영역을 측정된 결과(e.g., 디스커버리 신호의 전송 주기에서의 측정 결과)는 PD2DSCH가 전송되는 자원 영역을 측정된 결과에 비하여 상대적으로 큰 값이 나타날 수 있다. 중첩된 D2DSS가 측정됨에 따라서 측정의 정확도가 떨어지거나 또는 측정 시점에 따라서 측정 결과가 요동치는(fluctuation) 결과가 나타날 수 있다.

[0177] 따라서, UE가 (e.g., out_UE)가 동기 소스로 동작할지 여부 등을 결정하는 과정에서, D2DSS를 제외하고 PD2DSCH의 자원 영역에서 전송되는 신호(e.g., PD2DSCH 또는 PD2DSCH의 DMRS)에 대한 측정을 수행할 수 있다.

[0178] 또 다른 실시예에서, UE는 D2DSS 영역에서 전송되는 신호(e.g. PD2DSS/SD2DSS)와 PD2DSCH 영역에서 전송되는 신호(e.g. DMRS)에 대한 측정을 평균하여 동기 소스로 동작할 것인지 여부를 결정하는데 사용할 수 있다. 이와 같이 평균을 수행할 경우, 디스커버리 신호가 수신되었는지 여부에 따라 측정 결과의 변동(fluctuation)이 발생할 수 있으나, 그 변동(fluctuation)의 크기가 완화될 수 있다.

[0179] D2DSS 측정 결과를 PD2DSCH DMRS에 대한 측정 결과로 대체하는 것은 D2DSS를 측정하는 실시예들에 모두 적용될 수 있다.

[0180] ● PD2DSCH 품질 조건을 이용하는 실시예

[0181] 다른 일 실시예에 따를 때, UE는 PD2DSCH 품질 임계치를 통해서 동기 소스로 동작할지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, PD2DSCH BLER(Block Error Rate) 임계치가 만족되면 D2D UE는 동기 소스로 동작하지 않고, PD2DSCH BLER 임계치가 만족되지 않으면 D2D UE는 ISS로 동작할 수 있다.

[0182] 한편, 이 경우에도 PD2DSCH BLER 임계치가 만족되지 않았으나 신호의 수신 전력 값이 높은 경우에 대하여, UE의 예외적인 동작이 정의될 수 있다. 예컨대, PD2DSCH BLER은 조건을 만족시키지 못하더라도 D2DSS의 수신 가능성이 있으면 UE는 DSS_2로 동작할 수 있다.

[0183] PD2DSCH BLER은 PD2DSCH 복조에 사용되는 참조 신호(reference signal) (e.g. DMRS, SD2DSS)의 RSRP, RSRQ 등으로 대체될 수도 있다.

[0184] PD2DSCH BLER을 이용하는 또 다른 방안으로서, UE는 PD2DSCH를 대상으로 링크 모니터링(link monitoring)을 수행하고 링크 실패 여부를 판단한 결과에 따라서 동기 소스로 동작할지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, UE는 PD2DSCH DMRS에 대한 SINR을 측정한다. 측정 결과, PD2DSCH 복조 요구 사항(requirement)을 만족시키지 못하는 SINR 측정이 일정 회수 이상 나타나면, UE는 링크 실패로 판단한 뒤 ISS로 동작할 수 있다. UE는 PD2DSCH BLER (또는 이에 대응되는 SINR)을 2개 설정한 뒤, 각각을 ISS, DSS로 동작하기 위한 조건으로 사용할 수 있다. 다만, DSS의 동작은 동기 소스로부터의 지시를 전제로 수행될 수 있다. 이와 같은 방법은 PD2DSCH BLER을 사용하는 실시예들에 공통적으로 적용될 수도 있다.

[0185] ● 단일의 SRP 조건 & PD2DSCH 품질 조건을 사용하는 실시예

[0186] - 본 발명의 일 실시예에 따르면 SRP의 조건(e.g., SRP 임계치)과 PD2DSCH 품질 조건(e.g. PD2DSCH BLER의 임계치) 각각을 정의한다. 예를 들어, SRP의 임계치와 PD2DSCH BLER의 임계치의 만족 여부에 대한 조합들에 대한 UE의 동작이 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0187] (i) SRP 임계치 만족 & PD2DSCH BLER 임계치 불만족의 경우: UE는 동기 소스로 동작하지 않거나, DSS_2로 동작할 수 있다. DSS_2의 동작은 eNB 또는 클러스터 헤더에 의해 지시될 수 있다.

[0188] (ii) SRP 임계치 만족 & PD2DSCH BLER 임계치 불만족의 경우: UE는 동기 소스로 동작하지 않는다. 또는 eNB 또는 클러스터 헤더의 지시에 따라서 DSS_1 또는 DSS_2로 동작할 수 있다.

[0189] (iii) SRP 임계치 불만족 & PD2DSCH BLER 임계치 불만족의 경우: UE는 ISS로 동작한다.

[0190] (iv) SRP 임계치 불만족 & PD2DSCH BLER 임계치 만족의 경우: UE는 동기 소스로 동작하지 않는다. 단, eNB 또는 클러스터 헤더의 지시에 따라서 DSS_1 또는 DSS_2로 동작할 수 있다.

[0191] - 한편 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 제1 임계치는 SRP 임계치 (e.g., D2DSS 및/또는 PD2DSCH DMRS의 RSRP)이고, 제2 임계치는 신호 품질의 임계치 (e.g., D2DSS의 RSRQ 및/또는 PD2DSCH의 복조 품질 또는 RSRQ)로 설정될 수 있으며, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, UE는 D2DSS (e.g. PD2DSS 및/또는 SD2DSS)에 대한 신호 강도 측정(signal strength measurement) (e.g. RSRP, RSRQ)과 PD2DSCH에 대한 복조 성능 메트릭(demodulation

performance metric) (e.g. PD2DSCH BLER, SINR)에 대한 측정을 수행한다. 각 메트릭에 대한 임계치는 동기 소스로부터 시그널링되거나 사전에 정의된 것일 수 있다. 각 임계치들의 만족 여부에 따른 UE의 조합은 다음과 같다.

[0192] (i) SRP 임계치 만족 & PD2DSCH 품질 임계치 만족의 경우: UE는 동기 소스로 동작하지 않는다.

[0193] (ii) SRP 임계치 만족 & PD2DSCH 품질 임계치 불만족의 경우: UE는 DSS_2로 동작하거나(e.g., 동기 소스의 시그널링에 따라서) 또는 ISS로 동작한다.

[0194] (iii) SRP 임계치 불만족 & PD2DSCH 품질 임계치 만족의 경우: US는 DSS로 동작할 수 있다(e.g., 동기 소스의 시그널링에 따라서).

[0195] (iv) SRP 임계치 불만족 & PD2DSCH 품질 임계치 불만족의 경우: US는 ISS로 동작할 수 있다.

[0196] ● 복수의 SRP 조건들 & PD2DSCH 품질 조건을 사용하는 실시예

[0197] 한편 단일의 SRP 조건 및 PD2DSCH 품질 조건을 사용하는 실시예에서는, SRP의 조건의 만족 여부와 상관없이 PD2DSCH의 디코딩을 시도해야 하므로, PD2DSCH 디코딩에 따른 복잡도가 증가할 수 있다.

[0198] - PD2DSCH 디코딩에 따른 부담을 저감하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따르면 복수의 SRP 품질 조건들(e.g., SRP 임계치들) 및 하나의 PD2DSCH 품질 조건(e.g., PD2DSCH BLER 임계치)이 UE에 설정될 수 있다. 예컨대, 복수의 SRP 임계치들은 SRP 상한값(TH_high), SRP 하한값(TH_low)을 포함할 수 있다. TH_low는 UE가 ISS로 동작하기 위한 임계치이고, TH_high는 UE가 DSS로 동작하기 위한 임계치를 의미할 수 있다. 복수 개의 SRP 임계치들을 이용하는 경우 UE의 동작은 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0199] (i) SRP 측정값 < TH_low 일 경우: UE는 ISS로 동작한다(PD2DSCH 디코딩 불필요).

[0200] (ii) TH_low < SRP 측정값 < TH_high & PD2DSCH BLER 임계치 불만족의 경우: UE는 DSS_2로 동작할 수 있다.

[0201] (iii) TH_low < SRP 측정값 < TH_high & PD2DSCH BLER 임계치 만족의 경우: UE는 DSS_1으로 동작할 수 있다.

[0202] - 다른 일 실시예에 따르면 2개의 SRP 임계치들만으로 UE가 동기 소스로 동작지 여부가 결정될 수 있다. 예를 들어,

[0203] (i) SRP 측정값 < TH_low인 경우: UE는 ISS로 동작한다.

[0204] (ii) TH_low < SRP 측정값 < TH_high인 경우: UE는 DSS로 동작할 수 있다(e.g., 동기 소스로부터의 시그널링에 따라서)

[0205] (iii) SRP 측정값 > Th_high인 경우: UE는 동기 소스로 동작하지 않을 수 있다.

[0206] ● in_UE 및 out_UE에 대하여

[0207] 이상에서 살펴본 IV. V.의 실시예들은 out_UE 뿐만 아니라 in_UE에도 적용 될 수 있다. in_UE에 적용될 경우에는, 인-네트워크(in-network)를 위한 신호 포맷이 사용될 수 있다. 예를 들어, SRP는 eNB가 송신하는 PSS/SSS 및/또는 CRS에 대한 측정일 수 있으며, PD2DSCH 링크 모니터링은 eNB가 송신하는 PDCCH에 대한 링크 모니터링으로 대체될 수 있다.

[0208] PD2DSCH BLER 임계치 기반으로 동작하는 실시예에서, in_UE는 PDCCH BLER 임계치를 기반으로 동기 소스 동작을 결정할 수 있다. 예를 들어, in_UE는 PDCCH BLER에 기초한 RLM (radio link monitoring)의 과정을 통하여 동기 소스 동작을 결정할 수 있다. in_UE는 PDCCH BLER 10%를 만족시키지 못하는 링크 품질이 추정되면, 'out-of-sync' 지시자를 상위 계층에 보고한다. 상위 계층은, 'out-of-sync' 지시자가 연속으로 소정 회수(e.g., 'N310'회) 보고될 경우 타이머(e.g., T310 timer)를 동작시킨다. 이후 PDCCH BLER 2%이하에 해당하는 링크 품질이 측정되면, in_UE는 'in-sync' 지시자를 상위 계층으로 보고한다. 상위계층에서는 지시자가 일정 회수(e.g., 'N311'회) 연속으로 보고되면 타이머(e.g., T310 timer)를 중단한다. 만약 타이머가 만료되면 in_UE는 링크 실패(RLF)를 선언한다. 타이머 만료 전에는 in_UE는 네트워크에 연결된 것으로 간주되므로, in_UE는 eNB를 MSS로 갖는 DSS로 동작한다. in_UE는 DSS로 동작하면서 D2SSue_net을 전송하다가 RLF가 발생되면 eNB를 MSS로 갖을 수 없다. 따라서, RLF 발행 후 UE가 다른 UE를 MSS로 삼지 않는다면 UE 스스로가 ISS가 되고, D2SSue_oon을 전송할 수 있다.

[0209] 한편, in_UE가 네트워크에 연결된 것으로 간주되는 경우에는, in_UE가 네트워크에 의해 설정되는 D2D 자원 풀을

이용하여 D2D 동작을 수행하는 것이 포함된다. 예를 들어, 'T311', 'T301'의 타이머가 동작하는 구간에서 in_UE는 네트워크가 설정한 모드 2 자원 풀을 사용할 수 있다. 이와 같이 네트워크가 설정한 자원 풀을 사용하는 in_UE는 여전히 네트워크 커버리지 내에 위치한다는 가정하에 eNB를 MSS로 갖는 DSS로 동작하고, D2DSSue_net를 전송할 수 있다. 상술된 T311, T301 등은 RRC 연결 재수립(RRC CONNECTION RE-ESTABLISHMENT), 셀 재선택(cell reselection) 절차에 관련된 타이머이다(3GPP TS 36.331의 문서 참조).

[0210] 일 실시예에서 in_UE가 네트워크와의 연결을 유지한 상태에서 주변에 out_UE가 존재한다는 것을 검출한 경우, DSS로 동작을 위한 요청/통보를 네트워크에 전송할 수 있다.

[0211] 이와 같은 DSS로 동작을 위한 요청/통보는 동기 클러스터에 속한 out_UE에 적용될 수 있다. 예컨대, 동기 클러스터는 기존 셀룰러 셀을 포함하여 동일한 D2DSS를 전송하거나 동일한 동기를 유지하는 UE 집합을 의미할 수 있다. 동기 클러스터에 속한 out_UE에 의한 측정 결과가 SRP 및 PD2DSCH 임계치를 모두 (혹은 부분적으로) 만족하고, 주변에 동기 클러스터에 속하지 않은 UE가 검출되면, 동기 클러스터에 속한 out_UE는 동기 클러스터의 동기 소스에게 DSS로 동작한다는 것을 통보하거나 요청할 수 있다. DSS로 동작한다는 것을 요청/통보하는 메시지는 검출된 UE의 ID등이 포함될 수 있다. 동기 클러스터의 동기 소스는 검출된 UE에 대한 릴레이 UE가 이미 동기 클러스터 내에 존재하는지 여부에 따라서, DSS로 동작을 위한 요청/통보를 수락하거나 거절할 수도 있다.

[0212] ● 측정의 유효성

[0213] 상술된 실시예들에서 UE가 신호 측정을 수행하는 시점이 유효하다고 판단하거나 또는 UE가 수행한 신호의 측정이 유효하다고 판단하기 위한 기준으로서 측정의 대상이 되는 신호와 동일한 서브프레임에서 전송된 소정의 채널의 디코딩 여부가 고려될 수 있다. 예를 들어, UE가 PD2DSS, SD2DSS, PD2DSCH DMRS, 또는 디스커버리 신호의 DMRS 등에 대한 측정(e.g. RSRP, RSRQ, SINR 등)을 수행할 때 함께 전송된 소정의 채널(e.g., PD2DSCH, discovery data)의 디코딩이 성공한 경우(e.g., 하위 계층에서 CRC 체크가 성공함에 따라서 상위 계층에서 PD2DSCH의 정보 요소를 획득할 수 있는 경우), UE는 PD2DSS, SD2DSS, PD2DSCH DMRS, 또는 디스커버리 신호 등에 대한 측정이 유효한 것으로 판단할 수 있다. 예를 들어, UE는 일정 시간 내에서 수행한 측정들 중 PD2DSCH 디코딩이 성공한 서브프레임에 대한 측정 결과만(i.e., 유효한 측정 결과)을 사용할 수 있다. 측정 결과는 평균될 수 있다.

[0214] 예컨대, PD2DSCH DMRS에 대하여 유효한 RSRP의 측정이란, PD2DSCH DMRS에 연계된 PD2DSCH를 PD2DSCH DMRS를 통해서 디코딩함으로써, PD2DSCH의 정보 요소를 획득한 경우라고 볼 수 있다. PD2DSCH DMRS의 RSRP의 측정 결과가 임계치를 만족할 뿐 아니라, 임계치를 만족하는 PD2DSCH DMRS에 연계된 PD2DSCH의 정보 요소도 획득 가능하다면 UE는 PD2DSCH DMRS 및 PD2DSCH를 전송한 동기 소스를 동기의 기준으로 선택하여 DSS로 동작할 수 있다.

[0215] 측정 결과가 임계치를 만족하지 않는 경우, 상술된 실시예들에서 설명된 바와 같이, UE는 동기 소스(e.g., ISS)로 동작할 수 있다. 또 다른 방법으로서 PD2DSCH 디코딩을 일정 시간/회수 실패할 경우 UE는 동기 소스로 동작할 수 있다. PD2DSCH 디코딩을 일정 시간/회수 실패한 것은 D2D 링크의 실패를 의미하는 것일 수 있다. 또는 두 가지 방법을 조합하여, 측정 결과가 일정 레벨 이하일 경우, 또는 PD2DSCH 디코딩이 일정 시간/회수 실패(e.g., 연속적으로 실패)할 경우 UE는 동기소스로 동작할 수 있다.

[0216] ● 단계적인 동기 소스 동작의 결정

[0217] 동기 소스 동작을 결정하는 방법은 단계적으로 진행될 수도 있다.

[0218] (i) 신호의 검출 성공 여부 결정 과정

[0219] UE는 수신된 동기 신호 또는 동기 신호가 전송될 수 있는 영역에 대한 측정을 통해서 링크 품질을 추정하고, 이를 통해 동기 신호가 검출되었는지 여부를 결정한다. 예를 들어, 동기 신호가 전송되는 자원에서의 RSRQ, SINR(e.g., 평균 RSRQ, SINR)등이 PD2DSCH의 디코딩 성공 여부 또는 PD2DSCH BLER에 대한 평가 지표로 고려될 수 있다. 또는 UE가 실제로 PD2DSCH의 디코딩을 수행함으로써 디코딩 성공 여부를 판단할 수도 있다. UE는 측정 결과가 임계치를 만족하지 못하면, 동기 신호의 검출이 실패한 것으로 간주한다. UE는 일정 기간/회수 동안 동기 신호의 검출이 실패하는 경우(e.g., 연속적으로 동기 신호의 검출이 실패) ISS로 동작할 수 있다.

[0220] 따라서 과정 (i)은 동기 소스 동작 여부에서 UE가 ISS로 동작할지 여부를 결정하는 역할을 하는 것으로 볼 수 있다. 과정 (i)을 위한 임계치는 사전에 정의되거나(e.g. PD2DSCH BLER, 동기 신호의 SINR/RSRQ/RSRP, DMRS의 SINR/RSRQ/RSRP), 상위 계층의 시그널링 등을 통해 UE에 전달될 수 있다.

- [0221] (ii) 동기 신호의 강도를 이용한 동기 소스 동작의 결정 과정
- [0222] 과정 (ii)는 과정 (i)의 기준을 만족시킨, 다시 말해 검출이 성공한 동기 신호에 대하여 적용될 수 있다. UE는 검출되었다고 판단된 동기 신호의 강도, 또는 RSRP를 기준으로 자신이 동기 소스로 동작할 것인지 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 검출된 동기 신호의 RSRP가 임계치를 만족하는 경우, UE는 동기 소스로 동작하지 않을 수 있다. 반대로 동기 신호의 RSRP가 임계치를 만족하지 않는 경우, 디코딩된 PD2DSCH 및 검출된 동기 신호의 시퀀스를 통해서 DSS로 동작할 수 있다.
- [0223] 일 실시예에 따른 때 UE는 동기 신호의 RSRP가 임계치를 만족시킬 경우 무조건 DSS로 동작할 수도 있다. 다른 실시예에 따른 때, UE는 eNB 혹은 클러스터 헤더의 지시에 따라서 DSS로 동작할 수 있다. UE는 eNB 혹은 클러스터 헤더의 지시를 위해 UE는 측정 결과 또는 DSS로 동작하기 위한 조건이 만족되었음을 나타내는 정보를 eNB 혹은 클러스터 헤더에 전송할 수도 있다.
- [0224] **본 발명의 실시예들에 의한 D2D 통신 방법**
- [0225] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D 통신 방법을 설명하기 위한 도면이다. 전술한 설명과 중복되는 내용은 생략된다.
- [0226] 도 10을 참조하면, 도시된 D2D 통신 과정은 제1 단말의 인-커버리지(In-Coverage) 절차 및 아웃-오브-커버리지(Out-of-Coverage) 절차를 포함한다.
- [0227] 먼저, 제1 단말은 기지국으로부터 D2D 통신을 위한 시스템 정보를 획득한다(A105). 시스템 정보는 기지국에 의해 브로드캐스트될 수 있다. SIB(System Information Block) 18 및 SIB 19가 D2D 통신을 위한 시스템 정보를 포함할 수 있다. 시스템 정보에는, D2D 통신을 위한 자원 풀에 대한 정보 및 사전 설정 파라미터들이 포함될 수 있다.
- [0228] 제1 단말은 기지국에 D2D 통신에 관심(interest)이 있음을 지시하는 정보를 전송한다(A110).
- [0229] 인-커버리지에 위치하는 경우 제1 단말은 기지국의 시그널링 및 사전 설정된 파라미터에 기초하여 제2 단말과 D2D 통신을 수행한다(A115). D2D 통신을 수행하는 과정은, D2DSS의 송수신, PD2DSCH의 송수신, PD2DSCH DMRS의 송수신, D2D 데이터 채널의 송수신 및 D2D 제어 채널의 송수신 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0230] 이후, 제1 단말은 커버리지 밖으로 이동하였다고 가정한다. 제1 단말이 동기 기준 단말(synchronization reference UE)을 선택하는 과정은 제1 단말이 커버리지 밖에 위치하는 경우에만 수행된다고 가정한다. 다시 말해, 단말이 커버리지 내에 위치하는 경우에는 기지국의 시그널링 및 설정에 기초하여 D2D 통신을 수행하므로, 단말이 커버리지 밖에 위치하는 경우에만 동기 기준 단말이 필요할 수 있다.
- [0231] 제1 동기 소스 및 제2 동기 소스 각각은 D2DSS를 전송한다(A120). D2DSS가 전송되는 서브프레임은 D2D 채널 및/또는 D2D 참조신호를 포함할 수 있다. 이때, D2D 채널은 D2D 시스템 정보를 브로드캐스팅하는 채널로서, 예컨대, PD2DSCH 채널일 수 있다. D2D 채널을 통해서 전송되는 시스템 정보는 D2D 채널을 통해서 방송되는 D2D 통신을 위한 대역폭의 크기, D2D 프레임 넘버, D2D 서브프레임 넘버 및 TDD(Time Division Duplex)의 경우 UL(uplink)-DL(downlink) 설정 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며 이에 한정되지 않는다. D2D 참조신호는 D2D 채널의 복조를 위한 DMRS일 수 있다.
- [0232] 제1 단말은 제1 동기 소스 및 제2 동기 소스 각각의 D2DSS를 검출하고, D2D 참조 신호를 측정한다(A125). D2DSS는 PD2DSS 및 SD2DSS를 포함할 수 있다. 제1 단말은 자도프-쑤(Zadoff-Chu) 시퀀스에 대한 다수의 루트 인덱스(root index)들 중 어느 하나에 기초하여 적어도 2개의 심볼들에 반복적으로 맵핑된 PD2DSS의 시퀀스를 검출할 수 있다. 이 때, 다수의 루트 인덱스들 중 제1 루트 인덱스는 인-커버리지(in-coverage)에 대응하고, 제2 루트 인덱스는 아웃-오브-커버리지(out-of-coverage)에 대응할 수 있다.
- [0233] D2D 참조 신호의 측정은, D2D 채널의 복조를 위한 D2D DMRS(demodulation reference signal)가 전송되는 자원들에 대한 수신 전력의 평균을 측정하는 것 일 수 있다.
- [0234] 소정의 조건이 만족되는 경우, 제1 단말은 제1 동기 소스 및 제2 동기 소스 중에서 동기 기준 단말(synchronization reference UE)을 선택한다(A130). D2D 참조 신호의 측정 결과가 임계치를 만족하되, 임계치를 만족시킨 D2D 참조 신호와 연계된 D2D 채널의 정보 요소가 획득되는 경우 소정 조건이 만족될 수 있다.
- [0235] 예컨대, PD2DSCH DMRS의 RSRP가 임계치를 초과하는 한편, 해당 PD2DSCH DMRS를 통해서 PD2DSCH의 디코딩이 성공함으로써 PD2DSCH의 정보 요소가 수신되는 경우 소정의 조건이 만족된다. 반대로, PD2DSCH DMRS의 RSRP가 임

계치를 만족하지 못하거나 또는 PD2DSCH의 디코딩이 실패하는 경우에는, 동기 기준 단말(synchronization reference UE)이 선택되지 않는다. 동기 기준 단말이 선택되는 경우 제1 단말은 동기 기준 단말의 타이밍에 기초하여 D2D 통신을 수행(e.g., DSS로 동작)하고, 동기 기준 단말이 선택되지 않는 경우 제1 단말은 자신의 타이밍에서 D2D 통신을 수행(e.g., ISS)할 수 있다.

[0236] 설명의 편의상, 제1 동기 소스와 제2 동기 소스 각각의 D2D 채널 및 D2D 참조 신호는 모두 소정의 조건을 만족하였고, 제1 동기 소스의 D2D 참조 신호에 대한 RSRP의 측정값이 제2 동기 소스에 대한 RSRP의 측정값 보다 크다고 가정한다. 따라서, 제1 단말은 제1 동기 소스를 동기 기준 단말로 선택하였다고 가정한다.

[0237] 제1 동기 소스는 주기적으로 D2DSS, D2D 채널 및/또는 D2D 참조 신호를 전송할 수 있다(A135).

[0238] 제1 단말은 D2D 통신을 위하여, 동기 기준 단말인 제1 동기 소스로부터 수신된 D2D 채널의 정보 요소를 자기 자신에 설정할 수 있다.

[0239] 제1 단말은 동기 기준 단말인 제1 동기 소스로부터 수신된 D2DSS 및 D2D 채널의 정보 요소와 적어도 일부가 동일하게 설정된 제1 단말의 D2DSS 및 제1 단말의 D2D 채널의 정보 요소 중 적어도 하나를 전송할 수 있다(A140). 예컨대, 제1 단말이 전송하는 D2DSS의 ID는 동기 기준 단말인 제1 동기 소스의 D2DSS의 ID와 동일하게 설정될 수 있다.

[0240] 만약, 소정 조건의 불만족에 따라서 동기 기준 단말이 선택되지 않고 제1 단말이 커버리지 밖에 위치하는 경우, 제1 단말은 스스로 D2DSS의 ID를 선택하고, 선택된 D2DSS의 ID를 통해서 생성된 D2DSS를 전송할 수 있다(e.g., ISS로 동작). 이 때, D2DSS의 전송을 위하여 기지국으로부터 사전에 설정 받은 자원이 이용될 수 있다.

[0241] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D 단말이 소정의 노드를 선택하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 전술한 설명과 중복되는 내용은 생략된다.

[0242] 본 실시예에서는 단말이 임의의 무선 노드를 선택하는 방안을 살펴본다. 단말은 D2D 통신을 지원하는 UE일 수 있으며, 무선 노드는 중계(Relaying)를 지원하는 노드(e.g., 다른 D2D 단말)이거나 상술한 동기 기준 단말일 수 있으며, 이에 한정되지 않는다.

[0243] 먼저, 단말은 무선 노드로부터 신호 및 채널을 동일한 서브프레임을 통해서 수신한다(B105). 단말은 수신된 신호를 측정한다. 신호는 상술된 D2DSS, DMRS 또는 디스커버리 신호일 수 있으며, 이에 한정되지 않는다.

[0244] 본 발명의 일 실시예에 따라서 무선 노드가 중계를 지원하는 노드일 경우, 디스커버리 신호는 해당 중계 노드에 대한 정보를 포함할 수 있다. 단말은, 디스커버리 신호를 복조하기 위한 DMRS를 측정함으로써 무선 노드(e.g., 중계 노드)를 측정할 수 있다. 이와 같은 디스커버리 신호의 DMRS의 측정은 후술하는 바와 같이 디스커버리 신호의 디코딩이 성공한 경우에 유효할 수 있다. 한편, 디스커버리 신호를 전송하는 디스커버리 절차와 동기 신호를 전송하는 동기화 절차는 독립적으로 수행되는 것이 일반적이다. 따라서, 동기화 절차가 먼저 수행된 이후에 디스커버리 절차가 수행되는 것으로 이해된다. 다만, 예외적으로 예컨대 중계 노드가 동기 소스일 경우 동기화 절차와 디스커버리 절차가 함께 수행될 여지가 있다.

[0245] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 단말의 측정이 유효한 측정이 되기 위해서는, 측정된 신호와 동일한 서브프레임을 통해서 전송된 채널의 디코딩이 성공하여야 한다. 예컨대, 채널의 디코딩이 성공함에 따라서 채널의 정보 요소가 획득되는 경우, 유효한 신호 측정으로 간주될 수 있다.

[0246] 따라서, 단말은 측정된 신호와 동일한 서브프레임을 통해서 전송된 채널의 디코딩을 시도하고(B110), 디코딩이 성공하는 경우 신호의 측정 결과가 임계치를 만족하는지 여부를 판단한다(B115). 디코딩이 실패하는 경우, 해당 신호 측정은 무시하고, 신호 및 채널을 전송한 무선 노드를 선택하지 않는다.

[0247] 신호의 측정 결과가 임계치를 만족하는 경우 무선 노드를 선택한다(B120). 무선 노드가 중계를 지원하는 단말인 경우, 단말은 무선 노드를 통해서 통신을 수행한다. 이와 달리 무선 노드가 D2D 통신의 동기의 기준이 되는 경우, 단말은 무선 노드를 기준으로 D2D 통신을 수행한다.

[0248] **본 발명의 실시예들에 의한 장치 구성**

[0249] 도 12는 본 발명의 실시 형태에 따른 전송 포인트 장치 및 수신 포인트 장치의 구성을 도시한 도면이다. 도시된 전송 포인트 장치 및 수신 포인트 장치는 전술한 실시예들의 방법들을 수행할 수 있으며, 상술된 내용과 중복되는 설명은 생략될 수 있다.

- [0250] 전송 포인트 장치 또는 수신 포인트 장치는 실시예에 따라서 기지국, 중계기, D2D UE, D2D 동기 소스 또는 D2D 동기 기준 UE로 동작할 수 있으며, 이에 한정되지 않는다.
- [0251] 도 12를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 전송포인트 장치(10)는, 수신기(11), 송신기(12), 프로세서(13), 메모리(14) 및 복수개의 안테나(15)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(15)는 MIMO 송수신을 지원하는 전송포인트 장치를 의미한다. 수신기(11)는 단말로부터의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 송신기(12)는 단말로의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(13)는 전송포인트 장치(10) 전반의 동작을 제어할 수 있다.
- [0252] 본 발명의 일 실시예에 따른 전송포인트 장치(10)의 프로세서(13)는, 앞서 설명된 각 실시예들에서 필요한 사항들을 처리할 수 있다.
- [0253] 전송포인트 장치(10)의 프로세서(13)는 그 외에도 전송포인트 장치(10)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(14)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.
- [0254] 계속해서 도 12을 참조하면 본 발명에 따른 수신 포인트 장치(20)는, 수신기(21), 송신기(22), 프로세서(23), 메모리(24) 및 복수개의 안테나(25)를 포함할 수 있다. 복수개의 안테나(25)는 MIMO 송수신을 지원하는 단말 장치를 의미한다. 수신기(21)는 전송 포인트 장치로부터의 하향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 송신기(22)는 전송 포인트 장치로의 상향링크 상의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 프로세서(23)는 수신 포인트 장치(20) 전반의 동작을 제어할 수 있다.
- [0255] 본 발명의 일 실시예에 따른 수신 포인트 장치(20)의 프로세서(23)는 앞서 설명된 각 실시예들에서 필요한 사항들을 처리할 수 있다.
- [0256] 수신 포인트 장치(20)의 프로세서(23)는 그 외에도 수신 포인트 장치(20)가 수신한 정보, 외부로 전송할 정보 등을 연산 처리하는 기능을 수행하며, 메모리(24)는 연산 처리된 정보 등을 소정시간 동안 저장할 수 있으며, 버퍼(미도시) 등의 구성요소로 대체될 수 있다.
- [0257] 본 발명의 일 실시예에 따라서, 수신 포인트 장치(20)가 D2D UE로 동작하는 경우, 수신기(21)는 적어도 하나의 동기 소스(synchronization source)로부터의 D2D 동기 신호를 수신한다. 프로세서(23)는 D2D 동기 신호와 동일한 서브프레임을 통해서 수신된 D2D 참조 신호를 측정한다. 프로세서(23)는 소정 조건이 만족되는지 여부에 따라서 적어도 하나의 동기 소스로부터 동기 기준 단말(synchronization reference UE)을 선택한다. D2D 참조 신호의 측정 결과가 임계치를 만족하되, 임계치를 만족시킨 D2D 참조 신호와 연계된 D2D 채널의 정보 요소가 획득되는 경우 소정 조건이 만족될 수 있다. 프로세서(23)는 D2D 채널의 복조를 위한 D2D DMRS(demodulation reference signal)가 전송되는 다수의 자원들에 대한 수신 전력의 평균을 측정할 수 있다. 송신기(22)는 동기 기준 단말로부터 수신된 D2D 동기 신호 및 D2D 채널의 정보 요소와 적어도 일부가 동일하게 설정된 D2D UE(20)의 D2D 동기 신호 및 D2D UE(20)의 D2D 채널의 정보 요소 중 적어도 하나를 전송할 수 있다. 소정 조건의 불만족에 따라서 동기 기준 단말이 선택되지 않는 경우, D2D UE(20)는 자신의 타이밍에서 D2D 통신을 수행할 수 있다. 소정 조건의 만족에 따라서 동기 기준 단말이 선택된 경우, D2D UE(20)는 선택된 동기 기준 단말의 타이밍에 기초하여 D2D 통신을 수행할 수 있다. 소정 조건의 불만족에 따라서 동기 기준 단말이 선택되지 않고 D2D UE(20)이 커버리지 밖에 위치하는 경우, D2D UE(20)은 기지국의 사전 설정에 기초하여 자신의 D2D 동기 신호를 전송할 수 있다. D2D UE(20)가 아웃-오브-커버리지(out-of-coverage)로부터 인-커버리지(in-coverage)로 변경되면, D2D UE(20)은 기지국의 시그널링에 기초하여 D2D 통신을 수행할 수 있다.
- [0258] 위와 같은 전송포인트 장치 및 수신 포인트 장치의 구체적인 구성은, 전술한 본 발명의 다양한 실시예에서 설명한 사항들이 독립적으로 적용되거나 또는 2 이상의 실시예가 동시에 적용되도록 구현될 수 있으며, 중복되는 내용은 명확성을 위하여 설명을 생략한다.
- [0259] 또한, 도 12에 대한 설명에 있어서 전송포인트 장치(10)에 대한 설명은 하향링크 전송 주체 또는 상향링크 수신 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있고, 수신 포인트 장치(20)에 대한 설명은 하향링크 수신 주체 또는 상향링크 전송 주체로서의 중계기 장치에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0260] 상술한 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0261] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 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.

[0262] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

[0263] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

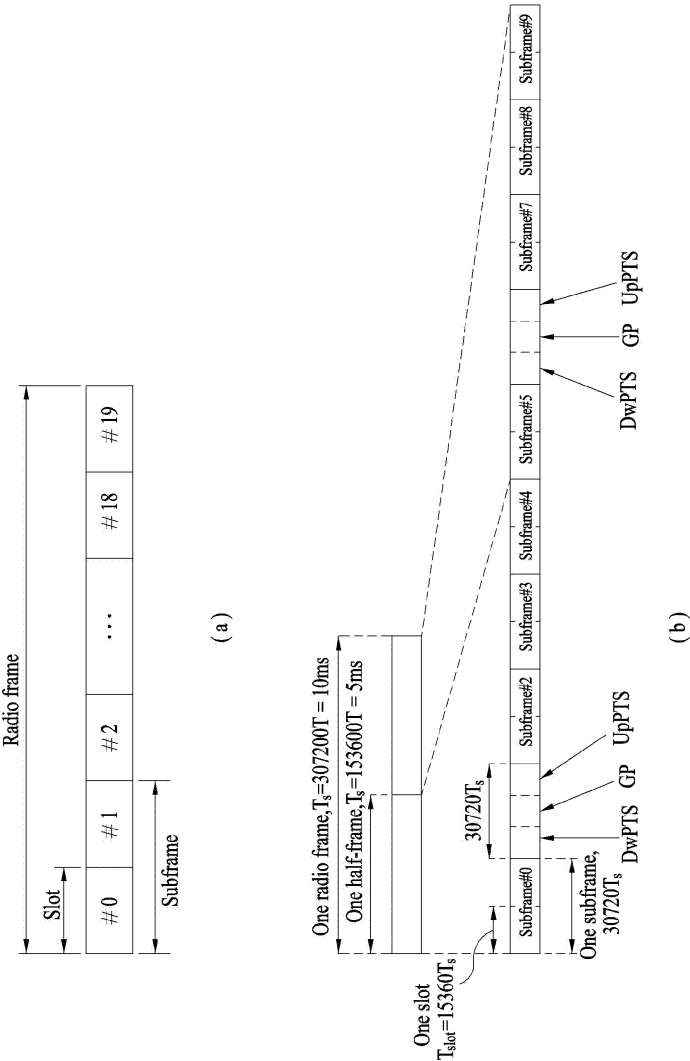
[0264] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

산업상 이용가능성

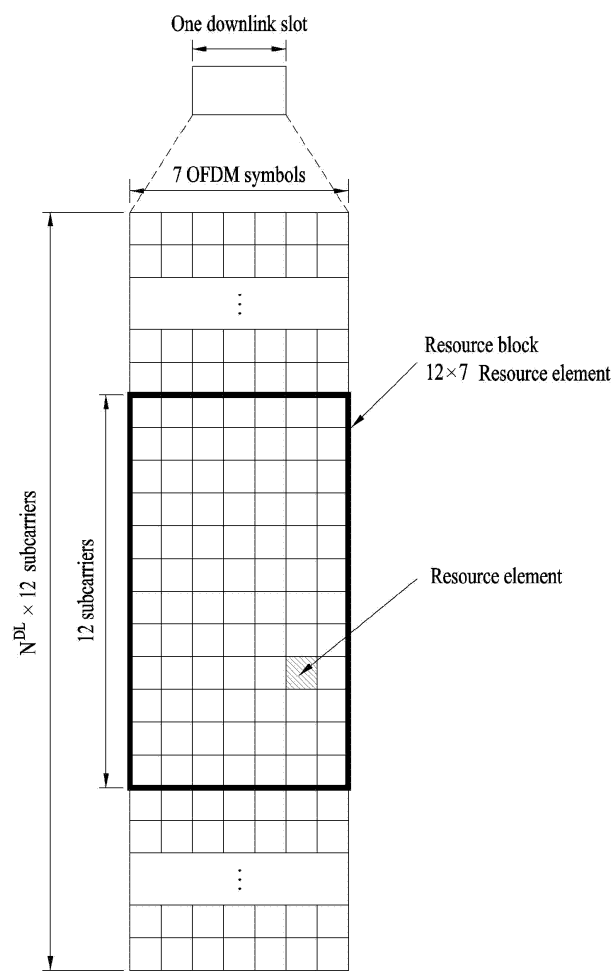
[0265] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시형태들은 다양한 이동통신 시스템에 적용될 수 있다.

도면

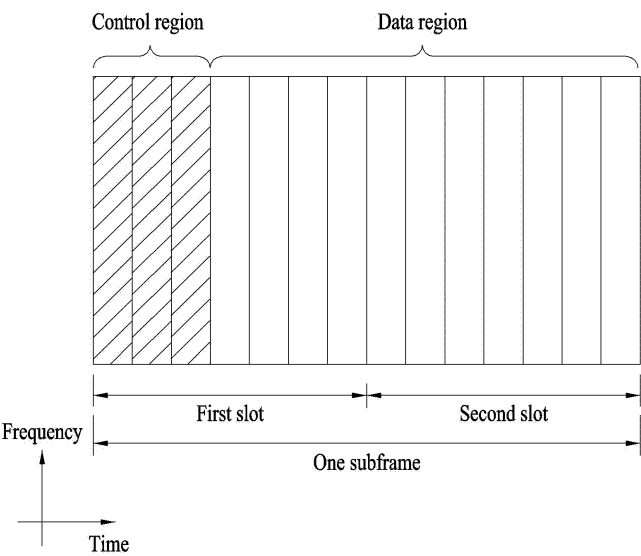
도면1



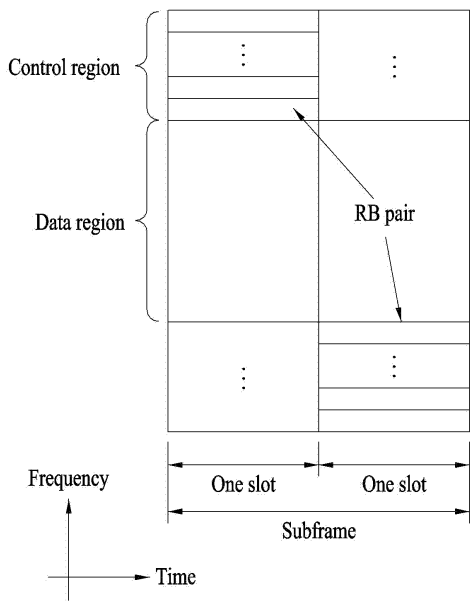
도면2



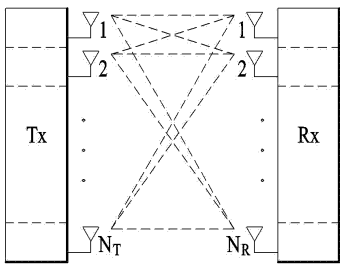
도면3



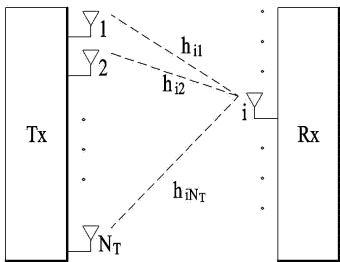
도면4



도면5

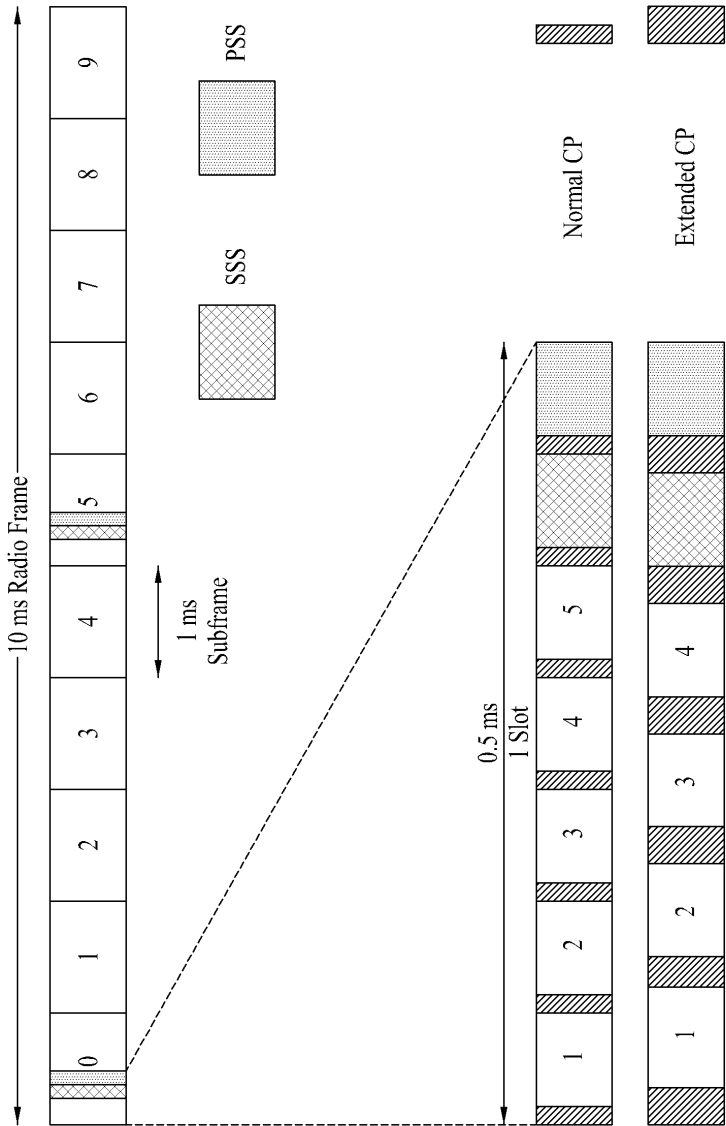


(a)

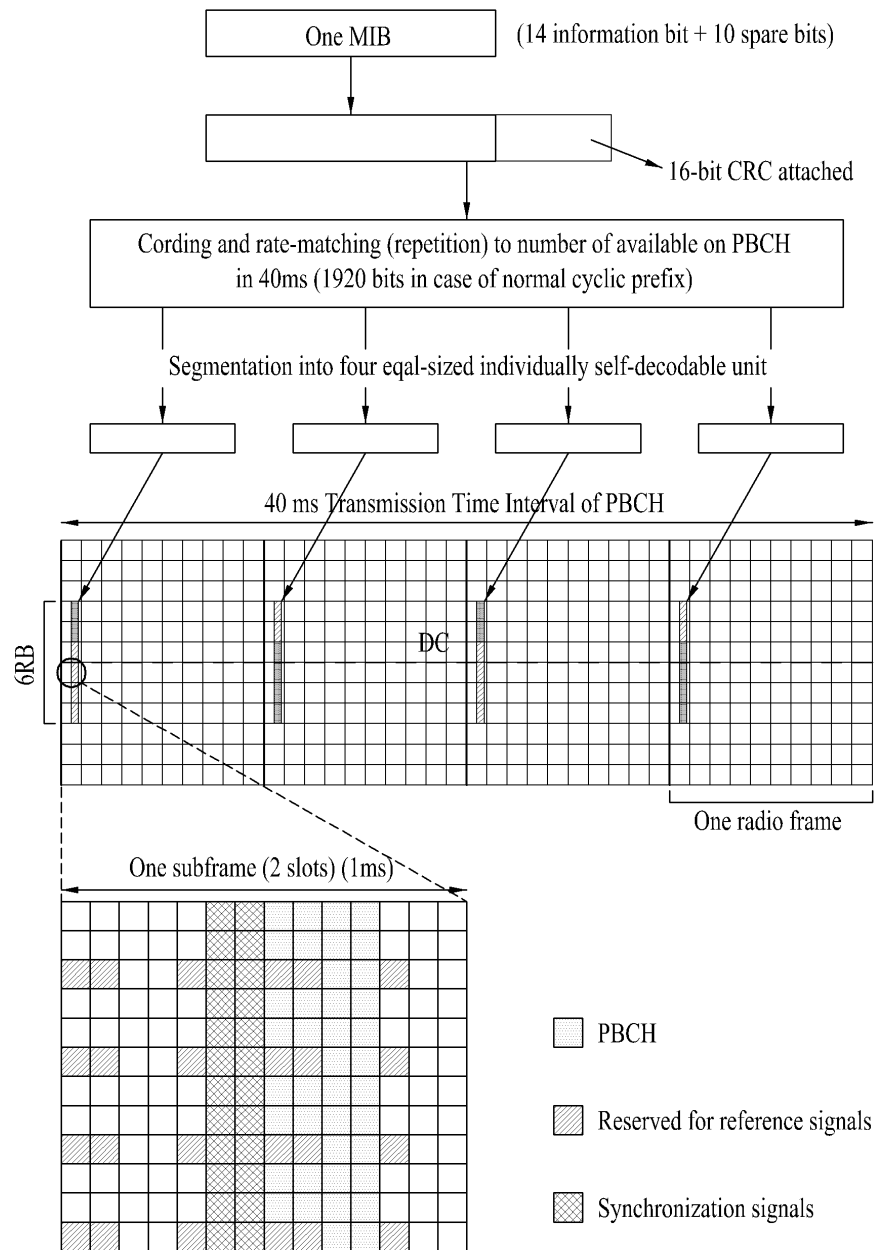


(b)

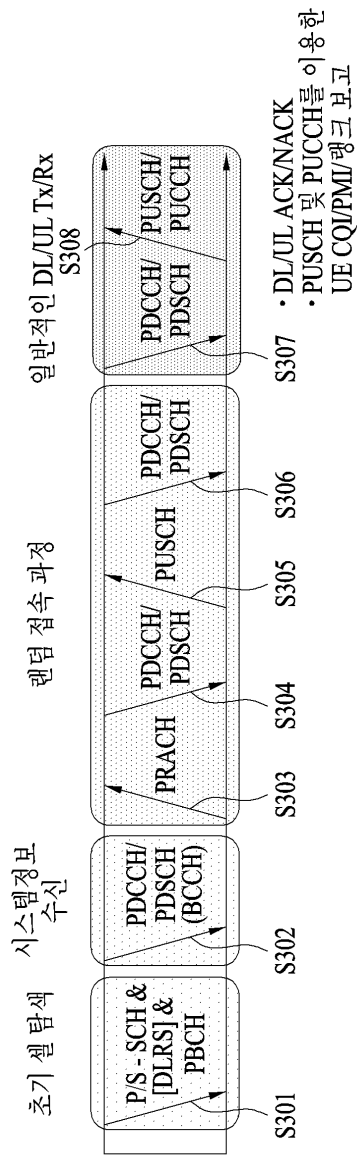
도면6



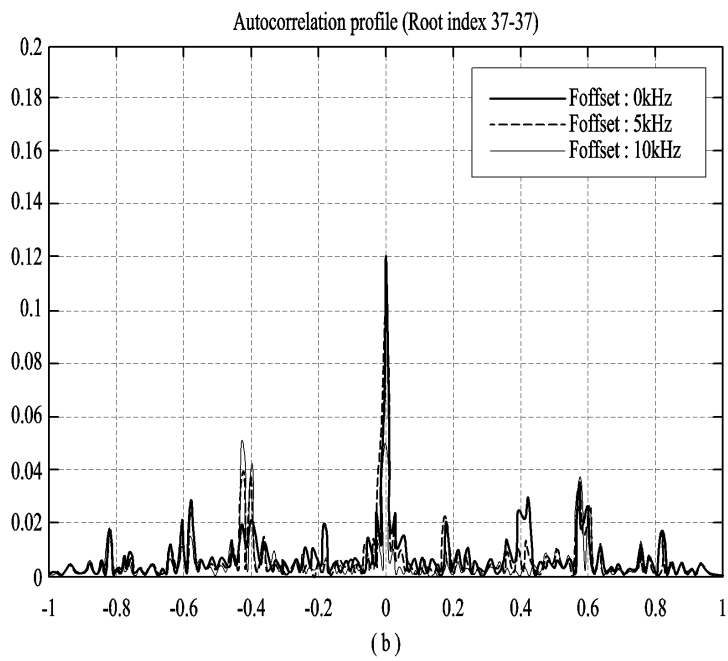
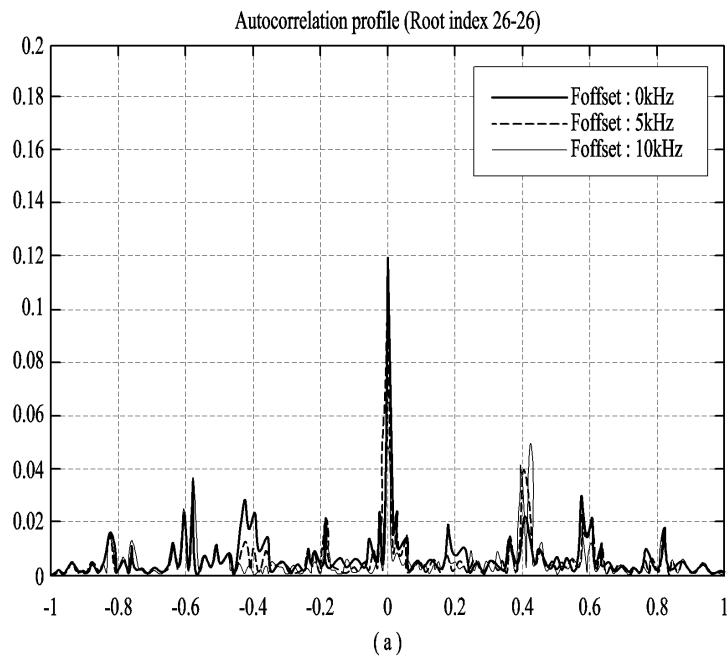
도면7



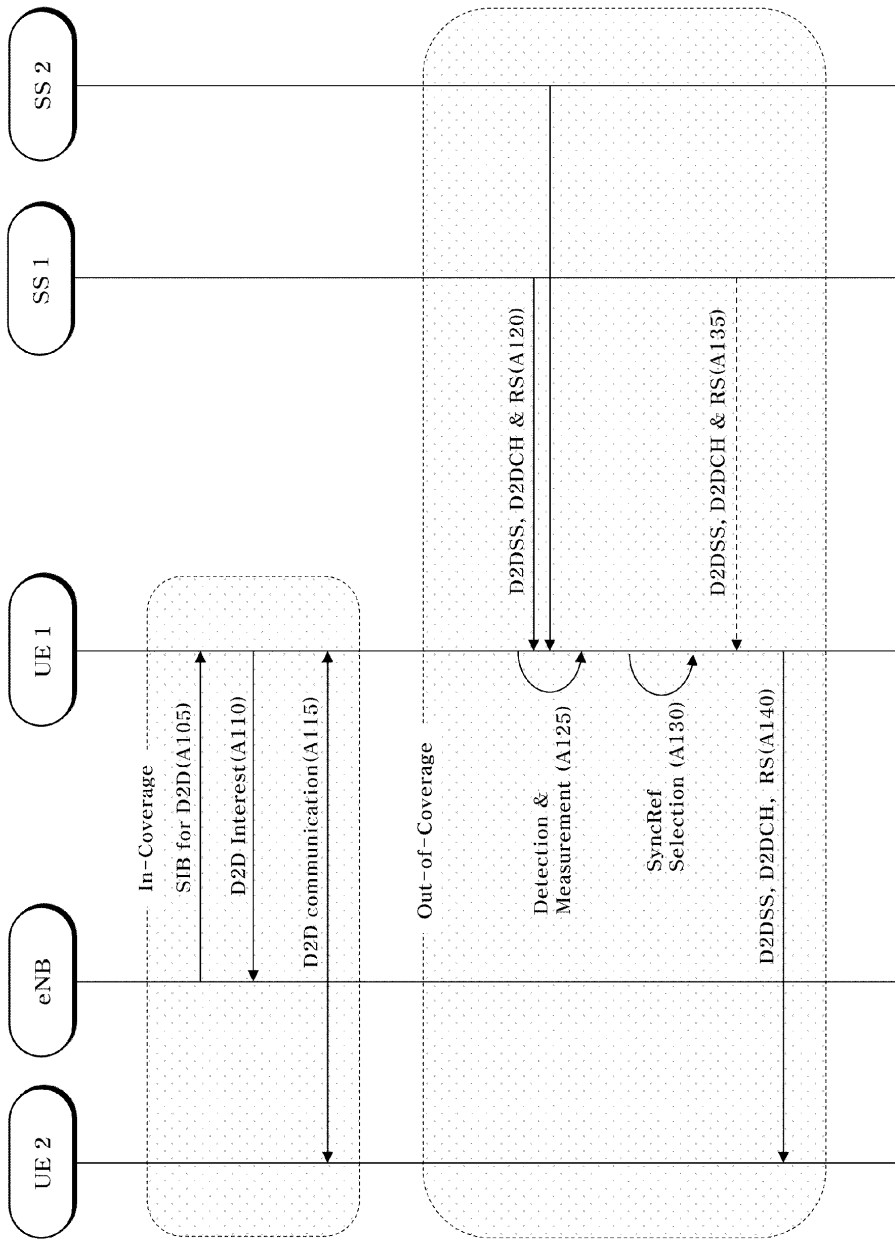
도면8



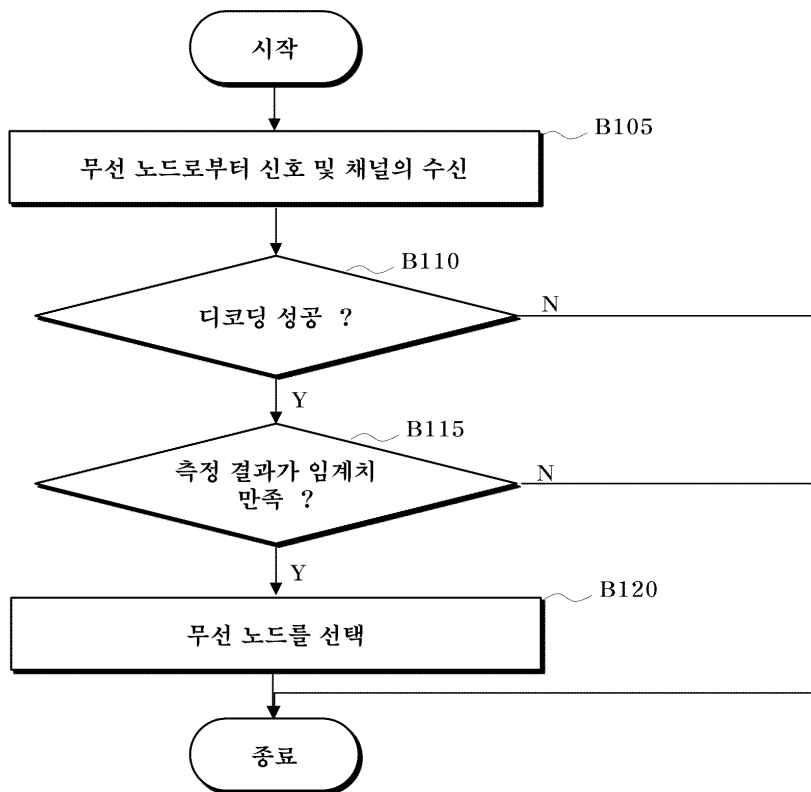
도면9



도면10



도면11



도면12

