(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017 년 10 월 19 일 (19.10.2017)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2017/179915 A2

(51) 국제특허분류:
H04W 28/06 (2009.01) *H04L 27/00* (2006.01)
H04W 28/02 (2009.01) *H04L 27/26* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/003977

(22) 국제출원일: 2017 년 4 월 12 일 (12.04.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2016-0045124 2016 년 4 월 12 일 (12.04.2016) KR
10-2017-0046940 2017 년 4 월 11 일 (11.04.2017) KR

(71) 출원인: **고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION)** [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동 5 가), Seoul (KR).

(72) 발명자: **강충구 (KANG, Chung Gu)**; 02843 서울시 성북구 인촌로 17 가길 64, 104 동 1404 호 (안암동 1 가, 래미안안암아파트), Seoul (KR). **아베베아메하 세가예 (ABEBE, Ameha Tsegaye)**; 02841 서울시 성북구 안암로 145, 고려대학교 기숙사 G225-1, Seoul (KR).

(74) 대리인: **전종학 (JEON, Jong Hag)**; 06132 서울시 강남구 논현로 507, 성지 3 차빌딩 20 층 2009 호 경은국제특허법률사무소 (역삼동), Seoul (KR).

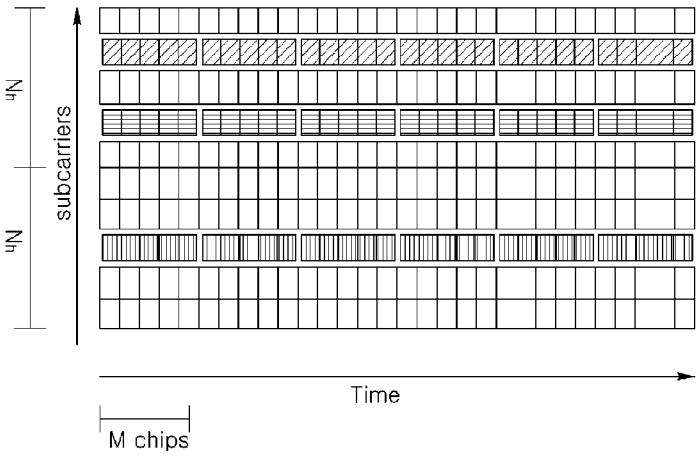
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: APPARATUS FOR SIMULTANEOUSLY MULTIPLEXING AND TRANSMITTING BROADBAND TRAFFIC AND MACHINE-TO-MACHINE COMMUNICATION TRAFFIC OR ULTRA-LOW-DELAY COMMUNICATION TRAFFIC USING SAME RESOURCE AND METHOD THEREFOR

(54) **발명의 명칭** : 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치 및 그 방법



(57) **Abstract**: Disclosed are an apparatus for simultaneously multiplexing and transmitting a broadband traffic and a machine-to-machine communication traffic or an ultra-low-delay communication traffic using the same resource, and a method therefor. That is, in the present invention, intermittent data generated in an MTC terminal is spread along a time-axis and then transmitted with superimposition on a sub-carrier allocated to an eMBB terminal without reservation by sharing a high-speed data transmission resource in an OFDMA system, and is spread along a frequency-axis and then transmitted with superimposition on a single symbol with respect to a uRLLC terminal requiring a short delay time, thereby enhancing a resource efficiency when an eMBB traffic and an mMTC traffic or a uRLLC traffic are multiplexed.

(57) **요약서**:

[다음 쪽 계속]

WO 2017/179915 A2

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명은 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치 및 그 방법을 개시한다. 즉, 본 발명은 OFDMA 시스템에서 고속 데이터 전송 자원을 공유하면서 MTC 단말에서 발생하는 간헐적 데이터를 예약없이 eMBB 단말에 할당된 부반송파 위에서 시간축으로 확산하여 중첩 전송하고, 그리고 짧은 지연 시간을 요구하는 uRLLC 단말에 대해서 하나의 심볼 위에서 주파수축으로 확산하여 중첩 전송함으로써, eMBB 트래픽과 mMTC 트래픽 또는 uRLLC 트래픽이 다중화될 때 자원 효율성을 높일 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치 및 그 방법

기술분야

[1] 본 발명은 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 특히 OFDMA 시스템에서 고속 데이터 전송 자원을 공유하면서 MTC(Machine-Type Communication) 단말에서 발생하는 간헐적 데이터를 예약없이 eMBB(enhanced Mobile Broadband) 단말에 할당된 부반송파 위에 겹쳐서 전송하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 이동 통신 시스템의 신뢰성 높은 커버리지 특성을 이용하여 사물 인터넷(Internet of Things: IoT) 디바이스들을 지원하기 위한 규격이 출현하고 있으며, 대표적인 예가 3GPP(3rd Generation Partnership Project)의 협대역 사물인터넷(NarrowBand-Internet of Things: NB-IoT) 규격이다.

[3] 2019년에 상용화를 목표로 현재 표준화가 진행되고 있는 5G 이동통신 규격에서는 1㎢당 1백만 개의 MTC(Machine-Type Communication) 디바이스를 지원하는 것을 목표로 하고 있으며, 이와 같은 매시브 MTC(massivce MTC: mMTC)를 위해서 필요한 무선 접속 규격이 설계되어야 한다.

[4] 일반적으로 상기 MTC는 짧은 길이의 패킷을 간헐적으로 전송하며, 이에 따라 상향 링크에서 수행하는 랜덤 접속 절차가 간소화될 필요가 있다.

[5] 하지만, 현재 LTE(Long Term Evolution)의 경우에는 짧은 패킷을 전송하고자 할 때도, 단말과 기지국 간에 4단계에 걸쳐 메시지를 주고 받은 후에, 할당된 자원을 통해 MTC 패킷을 전송할 수 있기 때문에, 지연 시간도 길어지고, 자원 효율성도 떨어진다.

[6] 또한, 3GPP의 5세대 이동 통신 규격 표준이 새로운 무선(New Radio) 규격에서는 많은 수의 MTC 디바이스를 지원하기 위한 용량 증대를 목표로 하는 정해진 자원에 대해서 다수의 디바이스들이 서로 겹쳐서 전송할 수 있는 비직교 방식 다중 접속(non-orthogonal multiple access: NOMA) 방식들이 고려되고 있다. 이때, 전체 무선 자원에서 MTC 트래픽을 위한 별도의 상향 링크 자원을 랜덤 접속 채널(random access channel: RACH)로 분리하여 할당하고, 이들 자원에 대해서는 다수의 MTC 디바이스들이 경쟁을 통해 접속할 수 있도록 한다.

[7] 일반적으로 이 과정에서 경쟁하는 MTC 디바이스의 수가 많아지게 되면,

동일한 자원을 선택하여 전송하는 MTC 디바이스 간에 충돌이 발생하여 전송에 실패하게 된다. 즉, 상기 RACH 채널의 용량에 의해 동시에 지원할 수 있는 MTC 디바이스가 제한되게 된다.

[8] 또한, 5G 이동통신 규격에서는 무선 구간에서 1ms 이하 초저지연 성능을 만족하는 초저지연 통신(ultra-reliable low latency communication: uRLLC) 단말의 지원을 요구하고 있으며, 이를 위해서는 다음 전송 기회까지 기다리지 않고 하향 링크와 상향 링크에서 이미 예약을 통해 할당된 광대역 이동(enhanced mobile broadband: eMBB) 서비스의 트래픽과 중첩하여 전송함으로써 초저지연 요구사항을 만족할 수 있어야 한다.

[9] [선행기술문헌]

[10] [특허문헌]

[11] 한국등록특허 제10-1229690호 [명칭: 이동통신 시스템에서의 그룹 기반 MTC 디바이스 제어 방법 및 장치]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[12] 본 발명의 목적은 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Modulation/Multiplexing Access: OFDMA) 시스템에서 고속 데이터 전송 자원을 공유하면서 MTC(Machine-Type Communication) 단말에서 발생하는 간헐적 데이터를 예약없이 eMBB(enhanced Mobile Broadband) 단말에 할당된 부반송파 위에 겹쳐서 전송하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

[13] 본 발명의 다른 목적은 전체 상향 링크 무선 자원에서 MTC 단말을 위한 RACH 자원을 별도로 분할하지 않고, MTC 단말에서 전송하고자 하는 트래픽이 있을 경우에 별도의 예약 없이 이미 다른 트래픽이 전송되고 있는 자원 위에서 겹쳐서 MTC 트래픽을 전송하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

[14] 본 발명의 또 다른 목적은 5G 이동통신 규격에서 고속 데이터 전송을 위한 eMBB(enhanced Mobile Broadband) 서비스와 다수의 MTC 단말을 지원하는 mMTC 서비스를 동일한 반송파의 대역폭으로 동시에 다중화하여 지원하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

[15] 본 발명의 실시예에 따른 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치에 있어서,

OFDMA 자원을 할당하는 eMBB(enhanced Mobile Broadband) 단말; 및 상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택하고, 상기 선택된 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 MTC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 전송하는 MTC(Machine-Type Communication) 단말을 포함할 수 있다.

[16] 본 발명과 관련된 일 예로서 상기 MTC 단말은, 각 심볼을 길이가 M인 확산 코드를 가지고 시간축으로 확산할 수 있다.

[17] 본 발명과 관련된 일 예로서 압축 센싱(compressive sensing) 개념을 근거로 다중 측정 행렬(multiple measurement matrix)을 이용하여 상기 MTC 트래픽을 검출하는 제어 장치를 더 포함할 수 있다.

[18] 본 발명과 관련된 일 예로서 상기 제어 장치는, 다음의 수학식에 대해서, 상기 MTC 트래픽의 데이터에 해당하는 $x_m^{(j)}$를 검출하기 위해서 IORLS(Iterative Order Recursive Least Square) 기반 추정 알고리즘을 적용하여 상기 MTC 단말의 j번째 확산 심볼에 대한 데이터 $\bar{x}_m^{(j)}$를 산출하며,

$$y^{(j)} = A_m x_m^{(j)} + z^{(j)} \quad , \quad \text{for } j = 1, 2, ,\cdots, N_C$$

, 상기 $y^{(j)}$는 부반송파별 벡터를 나타내고, 상기 A_m는 상기 MTC 단말의 전송에 대한 측정 행렬을 나타내고, 상기 $z^{(j)}$는 잡음 벡터를 나타낼 수 있다.

[19] 본 발명과 관련된 일 예로서 상기 제어 장치는, 상기 OFDMA 신호에서 상기 산출한 $\bar{x}_m^{(j)}$를 제거하여 다음의 수학식과 같은 eMBB 트래픽의 데이터에 해당하는 $y_h^{(j)}$를 산출하며,

$$y_h^{(j)} = y^{(j)} - A_m \bar{x}_m^{(j)} \quad , \quad \text{for} \quad j = 1, 2, \cdots, N_C$$

, 상기 $y^{(j)}$는 부반송파별 벡터를 나타내고, 상기 A_m는 상기 MTC 단말의 전송에 대한 측정 행렬을 나타낼 수 있다.

[20] 본 발명의 실시예에 따른 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치에 있어서,

OFDMA 자원에 대해서 주파수축에 대해서 자원을 할당하는 eMBB 단말; 및 상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택하고, 상기 선택된 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 uRLLC(ultra-reliable low latency communication) 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 심볼의 복수의 부반송파에서 확산하여 중첩 전송하는 uRLLC 단말을 포함할 수 있다.

[21] 본 발명의 실시예에 따른 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치에 있어서, OFDMA 자원에 대해서 시간축과 주파수축에 대해서 자원을 할당하는 eMBB 단말; 상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택하고, 상기 선택된 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 MTC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 시간축으로 확산하여 전송하는 MTC 단말; 및 상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 다른 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택하고, 상기 선택된 다른 하나의 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 uRLLC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 주파수축으로 확산하여 전송하는 uRLLC 단말을 포함할 수 있다.

[22] 본 발명의 실시예에 따른 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 방법은 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 방법에 있어서, eMBB 단말에 의해, OFDMA 자원에 대해서 시간축에 대해서 자원을 할당하는 단계; MTC 단말에 의해, 상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택하는 단계; 및 상기 MTC 단말에 의해, 상기 선택된 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 MTC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[23] 본 발명과 관련된 일 예로서 상기 MTC 트래픽을 eMBB 트래픽에 중첩하여 전송하는 단계는, 각 심볼을 길이가 M인 확산 코드를 가지고 시간축으로 확산하여 전송할 수 있다.

[24] 본 발명의 실시예에 따른 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 방법은 동일한 자원으로 광대역

트래픽과 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 방법에 있어서, eMBB 단말에 의해, OFDMA 자원에 대해서 시간축에 대해서 자원을 할당하는 단계; uRLLC 단말에 의해, 상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 OFDM 심볼들 중의 하나를 선택하는 단계; 및 상기 uRLLC 단말에 의해, 상기 선택된 OFDM 심볼에 해당하는 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 uRLLC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[25] 본 발명과 관련된 일 예로서 상기 uRLLC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 전송하는 단계는, 각 심볼을 길이가 M인 확산 코드를 가지고 다수의 부반송파를 통해 주파수축으로 확산하여 전송할 수 있다.

발명의 효과

[26] 본 발명은 OFDMA 시스템에서 고속 데이터 전송 자원을 공유하면서 MTC 단말에서 발생하는 간헐적 데이터를 예약없이 eMBB 단말에 할당된 부반송파 위에 겹쳐서 전송함으로써, eMBB 트래픽과 mMTC 트래픽이 동일한 자원을 공유하여 중첩하여 데이터를 전송함에 따른 자원의 효율성을 높일 수 있는 효과가 있다.

[27] 또한, 본 발명은 전체 상향 링크 무선 자원에서 MTC 단말을 위한 RACH 자원을 별도로 분할하지 않고, MTC 단말에서 전송하고자 하는 트래픽이 있을 경우에 별도의 예약 없이 이미 다른 트래픽이 전송되고 있는 자원 위에서 겹쳐서 MTC 트래픽을 전송함으로써, 데이터 전송의 위한 예약 과정이 생략됨에 따라 데이터 전송에 의한 지연 시간을 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

[28] 또한, 본 발명은 5G 이동통신 규격에서 고속 데이터 전송을 위한 eMBB 서비스와 다수의 MTC 단말을 지원하는 mMTC 서비스를 동일한 반송파의 대역폭으로 동시에 다중화하여 지원함으로써, mMTC 용량을 극대화하면서 자원 효율성을 증대할 수 있는 효과가 있다.

[29] 또한, 본 발명은 5G 이동통신 규격에서 고속 데이터 전송을 위한 eMBB 서비스와 동시에 다중화되는 uRLLC 서비스를 위해 동일한 반송파의 대역폭으로 동시에 다중화하여 지원함으로써, uRLLC 서비스가 요구하는 초저지연 성능을 만족시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[30] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

[31] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 eMBB 자원의 할당과 그 위에서 선택된 부반송파를 통해 M=5의 확산 코드로 확산된 MTC 트래픽이 전송되는 상황을 나타낸 도이다.

[32] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 IORLS(Iterative Order Recursive Least Square)

기반 추정 알고리즘을 나타낸 도이다.

[33] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 3GPP New Radio 규격에 적용된 예를 나타낸 도이다.

[34] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 eMBB 트래픽 위에 MTC 트래픽 및 uRLLC 트래픽이 전송되는 예를 나타낸 도이다.

[35] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 MTC 단말의 수에 따른 비트 오류 성능을 비교한 도이다.

[36] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 전력 비율 값에 따른 MTC 단말의 비트 오류 성능을 비교한 도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[37] 본 발명에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 발명에서 사용되는 기술적 용어는 본 발명에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 발명에서 사용되는 기술적인 용어가 본 발명의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는 당업자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.

[38] 또한, 본 발명에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 본 발명에서 "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 발명에 기재된 여러 구성 요소들 또는 여러 단계를 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[39] 또한, 본 발명에서 사용되는 제 1, 제 2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성 요소들은 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성 요소는 제 2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성 요소도 제 1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[40] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[41] 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본

발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 발명의 사상을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 발명의 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 됨을 유의해야 한다.

[42] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)의 구성을 나타낸 블록도이다.

[43] 도 1에 도시한 바와 같이, 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)는 eMBB 단말(100), MTC 단말(200) 및 제어 장치(300)로 구성된다. 도 1에 도시된 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)의 구성 요소 모두가 필수 구성 요소인 것은 아니며, 도 1에 도시된 구성 요소보다 많은 구성 요소에 의해 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)가 구현될 수도 있고, 그보다 적은 구성 요소에 의해서도 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)가 구현될 수도 있다.

[44] 상기 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)는 N_{SC} 개의 부반송파(subcarrier)를 갖는 OFDMA 시스템일 수 있다. 여기서, 다중화된 트래픽은 eMBB 트래픽, MTC 트래픽, uRLLC 트래픽 등을 포함한다. 이때, eMBB 트래픽은 전대역을 차지한다.

[45] 또한, 상기 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)는 서로 상이한 부반송파 간격(subcarrier spacing)을 갖도록 주파수 영역을 구분할 수 있다.

[46] 또한, 상기 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)는 채널 대역폭이 증가하면 일반적으로 부반송파 간격을 넓히면서 심볼 길이가 감소하게 된다.

[47] 또한, MTC 트래픽의 경우에는, 거버리지를 증대하고 전력 소모를 최소화하기 위해서 상대적으로 좁은 부반송파 간격을 적용한다.

[48] 상기 eMBB 단말(enhanced Mobile Broadband terminal, 이하 'eMBB 단말'이라 함)(100)은 K_n 개로 구성한다.

[49] 또한, 상기 eMBB 단말(100)은 상기 MTC 단말(200)과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유한다.

[50] 또한, 상기 eMBB 단말(100)은 상기 MTC 단말(200)과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태일 수 있다.

[51] 또한, 상기 eMBB 단말(100)은 주어진 OFDMA 자원에 대해서 시간축과 주파수축에 대해 상기 eMBB 단말(100)별로 분할하여 자원을 할당한다. 이때,

상기 eMBB 단말(100)은 N_{RB} 개의 부반송파 단위로 자원(또는 OFDMA 자원)을 분할한다.

[52] 상기 MTC 단말(Machine-Type Communication terminal, 이하 'MTC 단말'이라 함)(200)은 K_m 개로 구성한다.

[53] 또한, 상기 MTC 단말(200)은 상기 eMBB 단말(100)과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유한다.

[54] 또한, 상기 MTC 단말(200)은 상기 eMBB 단말(100)과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태일 수 있다.

[55] 또한, 상기 MTC 단말(200)은 각 심볼을 길이가 M인 확산 코드(spreading code, 또는 확산 수열)를 가지고 시간축에서 확산한다.

[56] 또한, 상기 MTC 단말(200)은 복수의 부반송파 중에서 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택한다.

[57] 즉, 상기 MTC 단말(200)은 상기 eMBB 단말(100)에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택한다.

[58] 또한, 상기 MTC 단말(200)은 상기 선택된 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 상기 MTC 단말(200)에서 전송하고자 하는 MTC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 전송한다.

[59] 이때, 각 부반송파별로 고유의 확산 코드가 할당되어 있으며, i번째 부반송파에서 사용되는 확산 코드를 $s_i \in C^M$으로 나타낸다.

[60] 따라서, 전체 상기 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)에는 N_{SC} 개의 부반송파가 존재한다.

이때, $N_{SC} \gg M$인 관계일 수 있다.

[61] 또한, 상기 MTC 단말(200)은 이미 자원이 상기 eMBB 단말(100)에 대해 할당되었는지 여부와 상관없이 상기 MTC 단말(200)과 관련한 MTC 트래픽을 상기 eMBB 단말(100)과 관련한 eMBB 트래픽에 겹쳐서 전송한다. 이때, 상기 eMBB 단말(100)과 상기 MTC 단말(200)은 프레임 단위로 동기를 맞춰서 데이터(또는 OFDMA 신호)를 전송한다.

[62] 도 2는 $N_{RB} = 5$인 eMBB 자원의 할당과 그 위에서 선택된 부반송파를 통해 M=5의 확산 코드로 확산된 MTC 트래픽이 전송되는 상황을 나타낸 도이다. 이때, 상기 도 2에 도시된 바와 같이, 3개의 MTC 단말(200)(예를 들어 사선, 가로빗금 및 세로빗금으로 각각 표시)이 데이터를 전송하고 있는 상황이다.

[63]

$N_h = 5$개의 부반송파로 구성된 자원으로 전송되며, $N_C = 6$개의 심볼의 길이를 갖는 MTC 트래픽은 하나의 부반송파 자원으로 전송된다. 이때, 각 MTC 트래픽 심볼은 M=5의 길이를 갖는 확산 코드에 의해 확산된다.

[64] 또한, 활성화된 MTC 단말(200)은 N_C 개의 심볼을 전송하며, 비활성화된 MTC 단말(200)은 모두 0으로 구성된 프레임을 전송한다고 가정한다. 이때, k번째 MTC(200)이 전송하고자 하는 심볼들의 열은

$$d_k \triangleq [d_k^{(1)}, d_k^{(1)}, d_k^{(3)}, \cdots, d_k^{(N_C)}]$$

로 나타낸다. 여기서,

$d_k^{(i)} \in A_0$ 이고, $A_0 \equiv \{A=0\}$ 이다.

[65] 또한, 상기 eMBB 단말(100)은 N_h 개의 부반송파에 할당된다.

[66] 예를 들어 상기 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 eMBB 단말(100)은 $N_h = 5$ 개의 부반송파에 할당된다.

[67] 또한, 상기 MTC 단말(200)의 전송 전력은 하향 링크 제어 신호를 통해 통보한다.

[68] 또한, 상기 eMBB 단말(100)과 상기 MTC 단말(200)은 각각 α(alpha)와 (1-α)의 비율로 전력을 할당한다고 가정하면서, i번째 부반송파에서 수신되는 MTC 단말(200)의 j번째 심볼은 다음의 [수학식 1]과 같이 M=5의 길이를 갖는 확산 코드에 의해 확산된 신호로 나타낼 수 있다.

[69] 수학식 1

[수식1]

$$y_i^{(j)} = \sum_{k \in K_i} \sqrt{1-\alpha} \cdot circ(h_k)\, s_i\, d_k^{(j)} + \sqrt{\alpha} \cdot \hat{x}_{h,i} + \omega_i$$

[70] 여기서,

$$i = 1, 2, 3, \cdots, N_{SC} \quad \text{and} \quad j = 1, 2, 3, \cdots, N_C$$

이다.

[71] 또한, 상기

$$y_i^{(j)} \in C^M$$

이고, 상기

K_i

는 i번째 확산 코드를 선택한 사용자들의 집합을 나타내고, 상기

$$s_i \in C^M$$

은 i번째 확산 코드를 나타내고, 상기

$$d_k^{(j)}$$

k번째 MTC 단말(200)의 j번째 심볼을 나타낸다.

[72] 또한, 상기

$$h_k = [h_{k,1}, h_{k,2}, \cdots h_{k,l}, 0, 0, \cdots 0] \in C^M$$

은 k번째 사용자의 다중 경로 채널을 OFDM 심볼 샘플 단위로 나타낸 것으로, 여기서

$$l_k$$

는 다중 경로의 숫자를 나타낸다. 이때, 마지막에 나오는 0들은 상기 MTC 단말(200)의 심볼간 간섭을 막기 위해 삽입한 것이다.

[73] 또한, 상기 [수학식 1]에서 상기

$$circ(h_k)$$

는

$$h_k$$

를 열로 하면서 순차적으로 이동하여 구성한 다음의 [수학식 2]와 같은 행렬을 나타낸다.

[74] 수학식 2

[수식2]

$$circ(h_k) = \begin{bmatrix} h_{k,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ h_{k,2} & h_{k,1} & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & h_{k,2} & h_{k,1} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ h_{k,l_k} & \vdots & h_{k,2} & \ddots & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & h_{k,l_k} & \vdots & \vdots & h_{k,1} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & h_{k,l_k} & \cdots & h_{k,1} \end{bmatrix}$$

[75] 또한, 상기 [수학식 1]에서

$$\hat{x}_{h,}i \in C^{M}$$

는 i번째 부반송파에서 M개의 OFDM에 걸친 eMBB 신호를 나타내며,

$$\omega_i \in C^{M}$$

는 i번째 부반송파에서의 각 OFDM 심볼별로 가산되는 잡음 샘플을 나타내는 벡터이다.

[76] 또한, 상기 [수학식 1]에서의 부반송파별 벡터

$$y_i^{(j)}$$

에 대해서, 모든 부반송파에 대해서 걸친 OFDM 신호를

$$y^{(j)} = \sum_{i=1}^{N_{SC}} y_i^{(j)}$$

로 나타내고, 상기

$$y^{(j)}$$

는 다음의 [수학식 3]으로 나타낼 수 있다.

[77] 수학식 3

[수식3]

$$y^{(j)} = A_m x_m^{(j)} + A_h \hat{x}_h^{(j)} + \omega_i$$

[78] 상기 [수학식 3]에서 상기

$$A_m \in C^{M \times N_C}$$

는 상기 MTC 단말(200)의 전송에 대한 측정 행렬(measurement matrix)이며, 채널과 확산 코드에 의해 결정된다.

[79] 즉, 상기

$$A_m \in C^{M \times N_C}$$

는 i번째 부반송파에서 MTC 전송이 있으면 상기 측정 행렬의 i번째 열에

$$\sqrt{i-\alpha} \sum_{k \in K_i} circ(h_k) s_i$$

이고, i번째 부반송파에서 MTC 전송이 없으면 상기 측정 행렬의 i번째 열에

$$\sqrt{i-\alpha}\ s_i$$

이다.

[80] 또한, 상기

$x_m^{(j)}$

는 상기 MTC 단말(200)이 선택한 부반송파에서 전송되는 데이터를 나타내며, 상기 MTC 단말(200)은 간헐적으로 전송하기 때문에 하나의 MTC 프레임 시간 동안 선택되는 부반송파의 수는 상대적으로 매우 적으므로, 상기

$x_m^{(j)}$

는 희소 벡터(sparse vector)라고 볼 수 있다. 이때, 상기

$x_m^{(j)}$

의 i번째 성분은

$\sum_{k \in K_i} d_k^{(j)}$

일 수 있다.

[81] 또한, 상기 [수학식 3]에서 상기

$A_h \quad \hat{x}_h^{(j)}$

는 eMBB 트래픽 성분을 나타내며, 이는 상기

ω_i

와 함께 하나의 잡음 벡터

$z^{(j)} \in C^M$

으로 나타낼 수 있다.

[82] 이에 따라, 상기 [수학식 3]은 상기 MTC 단말(200)의 수신 신호 관점으로 다음의 [수학식 4]와 같이 정리할 수 있다.

[83] 수학식 4

[수식4]

$$y^{(j)} = A_m x_m^{(j)} + z^{(j)} \quad , \quad \text{for } j = 1, 2, ,\cdots, N_C$$

[84] 또한, 상기 [수학식 4]와 같이 모델링되는 경우, 상기 제어 장치(300)는 MTC 트래픽의 데이터에 해당하는

$x_m^{(j)}$

를 검출하기 위해서 도 3에 도시된 알고리즘(예를 들어 IORLS(Iterative Order

Recursive Least Square) 기반 추정 알고리즘)을 적용한다.

[85] 여기서, 상기

A_m

의 k번째 열을

$a_m^{(k)}$

로 나타내고, 상기

$r_j^{(l(k))}$

은 l번째 내부 루프(loop)에서 k번째 열을 선택하여 제거했을 때 남은 값이라고 하면(즉,

$$r_j^{(l(k))} = y^{(j)} - A\hat{x}^{(l(k)-1)}$$

), 상기 IORLS 알고리즘의 I번째 루프에서 가중치 행렬

$W^{(I)}$

의 k행 - k열의 값

$W_{kk}^{(I)}$

을 계산하는 수식은

$$W_{kk}^{(I)} = \frac{\sum_{j=1}^{N_C} \left| W_{kk}^{(I-1)} a_m^{(k)} r_j^{(l(k))} \right|}{N_C}$$

와 같이 나타낼 수 있다.

[86] 또한, 상기 IORLS 알고리즘에서 다음의 [수학식 5]는 상기 [수학식 4]의 해로서, 다음과 같이 주어진다.

[87] 수학식 5

[수식5]

$$\hat{x}_{\Gamma(G^{(I)})}^{(I)} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{\Gamma(G^{(I-1)})}^{(I-1)} - \dfrac{D_l A_{l-1}^T A_k A_k^T P_{l-1}^{\perp} y}{A_k^T P_{l-1}^{\perp} A_k} \\ \dfrac{A_k^T P_{l-1}^{\perp} y}{A_k^T P_{l-1}^{\perp} A_k} \end{bmatrix}$$

[88] 여기서, 상기

$\Gamma(G^{(l)})$

을 집합

$G^{(l)}$

에 속하는 성분들을 인덱싱하는 연산자라고 하면, 상기

$A_{\Gamma(G^{(l)})}$

는 상기

$\Gamma(G^{(l)})$

에 의해 결정된 인덱스에 해당한 열들로 구성되는 행렬을 나타낸다.

[89] 또한, 상기 [수학식 5]에서 표기의 단순화를 위해

$$A_l = A_{\Gamma(G^{(l)})}$$

을 나타낸다.

[90] 또한, 상기 [수학식 5]에서

$$P_l^{\perp} = I - A_l D_l A_l^T$$

이며, 상기

D_l

은 다음의 [수학식 6]과 같이 계산할 수 있다.

[91] 수학식 6

[수식6]

$$D_l = \begin{bmatrix} D_{l-1} + \dfrac{D_{l-1} A_{l-1}^T A_k A_k^T A_{l-1} D_{l-1}}{A_{k_{\max}}^T P_{l-1}^{\perp} A_{k_{\max}}} & \dfrac{-D_{l-1} A_{l-1}^T A_k}{A_k^T P_{l-1}^{\perp} A_k} \\ \dfrac{-D_{l-1} A_{l-1}^T A_k}{A_k^T P_{l-1}^{\perp} A_k} & \dfrac{1}{A_k^T P_{l-1}^{\perp} A_k} \end{bmatrix}$$

[92] 또한, 상기 제어 장치(300)는 상기 MTC 단말(200)의 j번째 확산 심볼에 대한 데이터

$\bar{x}_m^{(j)}$

가 구해지면, 수신 신호(또는 OFDMA 신호)에서 상기 구한

$$\bar{x}_m^{(j)}$$

를 제거함으로써, 다음의 [수학식 7]과 같이 eMBB 단말(100)의 데이터(또는 eMBB 트래픽의 데이터)를 구할 수 있다.

[93] 수학식 7

[수식7]

$$y_h^{(j)} = y^{(j)} - A_m \bar{x}_m^{(j)}, \quad \text{for } j = 1, 2, \cdots, N_C$$

[94] 이와 같이, 압축 센싱(compressive sensing) 개념을 이용하여 다중 측정 행렬(multiple measurement matrix)을 근거로 MTC 트래픽을 검출할 수 있다.

[95] 또한, 다양한 부반송파간 간격을 사용하는 3GPP 새로운 무선(New Radio: NR) 규격의 eMBB 단말(100)이 이미 전송되고 있는 상황에서, 비교적 좁은 부반송파 간격을 갖는 MTC 단말(200)은 임의의 부반송파를 선택하여 전송할 수 있다.

[96] 이와 같이, 상기 eMBB 단말(100)과 상기 MTC 단말(200)이 공존할 때, 각각 자원을 차지하는 형태를 예시하면 다음과 같다.

[97] 즉, 도 4에 도시된 바와 같이, 하나의 부반송파를 통해 전송되는 MTC 단말(200)의 프레임은 eMBB 단말(100)의 다수 OFDM 심볼(또는 OFDMA 심볼)에 걸쳐서 전송이 이루어진다.

[98] 또한, 긴 전송 지연 시간을 허락할 수 없고 빠른 전송이 필요한 uRLLC(ultra-reliable low latency communication) 트래픽의 경우에는, 도 5에 도시된 바와 같이, uRLLC 단말(미도시)은 부반송파 간격을 넓게 하여 OFDM 심볼의 길이를 짧게 하면서 eMBB 트래픽에 할당된 다수의 부반송파에 걸쳐서 확산한다. 또한, 상기 제어 장치(300)는 앞서 설명된 MTC 트래픽의 데이터와 eMBB 트래픽의 데이터를 검출하는 방식과 동일한 방식으로 uRLLC 트래픽의 데이터와 eMBB 트래픽의 데이터를 검출할 수 있다.

[99] 상기 uRLLC 단말은 각 심볼을 길이가 M인 확산 코드를 가지고 다수의 부반송파를 통해 주파수축으로 확산하여 전송한다.

[100] 즉, 상기 uRLLC 단말은 상기 MTC 단말(200)과 동일한 구조와 절차에 의해 구현될 수 있다. 이때, 상기 uRLLC 단말은 상기 eMBB 단말(100)과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말(100) 모두 프레임 단위로 동기화된 상태일 수 있다.

[101] 또한, 상기 uRLLC 단말은 상기 eMBB 단말(100)에서 사용하는 복수의 심볼 중에서 하나의 심볼을 선택하고, 상기 선택된 심볼의 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 uRLLC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 심볼의 부반송파에 중첩하여 전송한다.

[102] 이와 같이, 상기 uRLLC 단말은 부반송파 간격을 상기 MTC 단말(200)에서 사용하는 부반송파 간격에 비해 상대적으로 넓게 하여 OFDM 심볼의 길이를

짧게 하면서 eMBB 트래픽에 할당된 자원 위에서 다수의 부반송파에 걸쳐서 확산한다.

[103] 여기서, 상기 도 5에서는 eMBB 트래픽의 자원 위에 부반송파에 걸쳐서 확산된 uRLLC 트래픽뿐만 아니라, 시간축에서 확산된 MTC 트래픽이 모두 동시에 전송되는 것으로 예시하였으며, 이 경우에도 동일한 검출 개념을 통해 모든 트래픽의 데이터(예를 들어 MTC 트래픽, uRLLC 트래픽, eMBB 트래픽 등 포함)를 검출할 수 있다. 이때, 상기 uRLLC 단말은 각 심볼 단위로 주파수축으로 확산하여 uRLLC 트래픽을 전송한다.

[104] 이와 같이, 본 발명은 3GPP NR 규격에서도 적용할 수 있다.

[105] 상기 제어 장치(또는 제어부/프로세서)(300)는 상기 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)의 전반적인 제어 기능을 실행한다.

[106] 또한, 상기 제어 장치(300)는 저장부(미도시)에 저장된 프로그램 및 데이터를 이용하여 상기 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치(10)의 전반적인 제어 기능을 실행한다. 상기 제어 장치(300)는 RAM, ROM, CPU, GPU, 버스를 포함할 수 있으며, RAM, ROM, CPU, GPU 등은 버스를 통해 서로 연결될 수 있다. CPU는 상기 저장부에 액세스하여, 상기 저장부에 저장된 O/S를 이용하여 부팅을 수행할 수 있으며, 상기 저장부에 저장된 각종 프로그램, 콘텐츠, 데이터 등을 이용하여 다양한 동작을 수행할 수 있다.

[107] 또한, 상기 제어 장치(300)는 다음의 [표 1]의 파라미터를 가지고 실험을 수행하여 eMBB 트래픽과 MTC 트래픽의 성능을 분석한다.

[108] 표 1

[표1]

파라미터	값	파라미터	값
N_{SC}	1024	N_c	80
N_h	256:1024	k_m	128
M	64	Modulation	BPSK
I_k	6	α	0.1:0.5
$I_{\max}$	3	SNR	20 dB

[109] 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 도 6은 동시에 활성화된 MTC 단말(200)의 수에 따른 각 단말의 비트 오류 성능을 나타낸다.

[110] 상기 도 6에 도시된 H2H(Human-to-Human)와 M2M(Machine-to-Machine)은 각각 eMBB 단말(100)과 MTC 단말(200)을 나타낸다.

[111] 또한, 상기 SIC는 eMBB 데이터 검출을 위한 연속적인 간섭 제거 절차를 나타낸다.

[112] 또한, 전력 비율 알파(α) 값을 적절히 설정하게 되면, 상기 eMBB 단말(100) 및 상기 MTC 단말(200)의 성능을 충분히 확보할 수 있음을 알 수 있다.

[113] 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 도 7은 전력 비율(또는 전력 할당 비율) 알파(α) 값에 따른 MTC 단말(200)의 비트 오류 성능을 나타낸다.

[114] 또한, 상기 MTC 단말(200)의 성능을 확보하기 위해서는 동시화 활성화되는 MTC 단말의 수에 따라 전력 비율 알파(α) 값이 적절히 설정되어야 함을 알 수 있다.

[115] 본 발명의 실시예는 앞서 설명된 바와 같이, OFDMA 시스템에서 고속 데이터 전송 자원을 공유하면서 MTC 단말에서 발생하는 간헐적 데이터를 예약없이 eMBB 단말에 할당된 부반송파 위에 겹쳐서 전송하여, eMBB 트래픽과 mMTC 트래픽이 동일한 자원을 공유하여 중첩하여 데이터를 전송함에 따른 자원의 효율성을 높일 수 있다.

[116] 또한, 본 발명의 실시예는 앞서 설명된 바와 같이, 전체 상향 링크 무선 자원에서 MTC 단말을 위한 RACH 자원을 별도로 분할하지 않고, MTC 단말에서 전송하고자 하는 트래픽이 있을 경우에 별도의 예약 없이 이미 다른 트래픽이 전송되고 있는 자원 위에서 겹쳐서 MTC 트래픽을 전송하여, 데이터 전송의 위한 예약 과정이 생략됨에 따라 데이터 전송에 의한 지연 시간을 감소시킬 수 있다.

[117] 또한, 본 발명의 실시예는 앞서 설명된 바와 같이, 5G 이동통신 규격에서 고속 데이터 전송을 위한 eMBB 서비스와 다수의 MTC 단말을 지원하는 mMTC 서비스를 동일한 반송파의 대역폭으로 동시에 다중화하여 지원하여, mMTC 용량을 극대화하면서 자원 효율성을 증대할 수 있다.

[118] 또한, 본 발명의 실시예는 앞서 설명된 바와 같이, 5G 이동통신 규격에서 고속 데이터 전송을 위한 eMBB 서비스와 동시에 다중화되는 uRLLC 서비스를 위해 동일한 반송파의 대역폭으로 동시에 다중화하여 지원하여, uRLLC 서비스가 요구하는 초지연 성능을 만족시킬 수 있다.

[119] 전술된 내용은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

[120] 본 발명은 OFDMA 시스템에서 고속 데이터 전송 자원을 공유하면서 MTC 단말에서 발생하는 간헐적 데이터를 예약없이 eMBB 단말에 할당된 부반송파 자원에 위에 겹쳐서 전송하거나 또는 짧은 전송 지연 시간을 요구하는 uRLCC 트래픽에 대해서 eMBB 단말에 할당된 자원에 겹쳐서 전송함으로써 자원의 효율성을 높일 수 있는 것으로, 5G 이동통신 표준 규격을 제정할 때 이러한 특성을 활용할 수 있고, 또한 그 규격에 따른 단말의 수신기에서 성능을 확보할 수 있는 구조와 절차로서 광범위하게 이용될 수 있다.

청구범위

[청구항 1] 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치에 있어서,
OFDMA 자원을 할당하는 eMBB(enhanced Mobile Broadband) 단말; 및 상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택하고, 상기 선택된 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 MTC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 전송하는 MTC(Machine-Type Communication) 단말을 포함하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 MTC 단말은,
각 심볼을 길이가 M인 확산 코드를 가지고 시간축으로 확산하는 것을 특징으로 하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치.

[청구항 3] 제 1 항에 있어서,
압축 센싱(compressive sensing) 개념을 근거로 다중 측정 행렬(multiple measurement matrix)을 이용하여 상기 MTC 트래픽을 검출하는 제어 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치.

[청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 제어 장치는,
다음의 수학식에 대해서, 상기 MTC 트래픽의 데이터에 해당하는 $x_m^{(j)}$
를 검출하기 위해서 IORLS(Iterative Order Recursive Least Square) 기반 추정 알고리즘을 적용하여 상기 MTC 단말의 j번째 확산 심볼에 대한 데이터 $\hat{x}_m^{(j)}$를 산출하며,

$$y^{(j)} = A_m x_m^{(j)} + z^{(j)} \quad , \quad \text{for } j = 1, 2, ,\cdots, N_C$$

상기 $y^{(j)}$는 부반송파별 벡터를 나타내고, 상기 A_m는 상기 MTC 단말의 전송에 대한 측정 행렬을 나타내고, 상기 $z^{(j)}$는 잡음 벡터를 나타내는 것을 특징으로 하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간

통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치.

[청구항 5] 제 4 항에 있어서,

상기 제어 장치는,

상기 OFDMA 신호에서 상기 산출한 $\bar{x}_m^{(j)}$를 제거하여 다음의 수학식과 같은 eMBB 트래픽의 데이터에 해당하는 $y_h^{(j)}$를 산출하며,

$$y_h^{(j)} = y^{(j)} - A_m \bar{x}_m^{(j)}, \quad \text{for } j = 1, 2, \cdots, N_C$$

상기 $y^{(j)}$는 부반송파별 벡터를 나타내고, 상기 A_m는 상기 MTC 단말의 전송에 대한 측정 행렬을 나타내는 것을 특징으로 하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치.

[청구항 6] 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치에 있어서,

OFDMA 자원에 대해서 주파수축에 대해서 자원을 할당하는 eMBB 단말; 및

상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택하고, 상기 선택된 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 uRLLC(ultra-reliable low latency communication) 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 심볼의 복수의 부반송파에서 확산하여 중첩 전송하는 uRLLC 단말을 포함하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치.

[청구항 7] 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치에 있어서,

OFDMA 자원에 대해서 시간축과 주파수축에 대해서 자원을 할당하는 eMBB 단말;

상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택하고, 상기 선택된 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 MTC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 시간축으로 확산하여 전송하는 MTC 단말; 및

상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기

eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 다른 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택하고, 상기 선택된 다른 하나의 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 uRLLC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 주파수축으로 확산하여 전송하는 uRLLC 단말을 포함하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽 또는 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 장치.

[청구항 8] 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 방법에 있어서,

eMBB 단말에 의해, OFDMA 자원에 대해서 시간축에 대해서 자원을 할당하는 단계;

MTC 단말에 의해, 상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 복수의 부반송파 중에서 하나의 부반송파를 랜덤하게 선택하는 단계; 및

상기 MTC 단말에 의해, 상기 선택된 부반송파의 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 MTC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 전송하는 단계를 포함하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 방법.

[청구항 9] 제 8 항에 있어서,

상기 MTC 트래픽을 eMBB 트래픽에 중첩하여 전송하는 단계는, 각 심볼을 길이가 M인 확산 코드를 가지고 시간축으로 확산하여 전송하는 것을 특징으로 하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 기계간 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 방법.

[청구항 10] 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 방법에 있어서,

eMBB 단말에 의해, OFDMA 자원에 대해서 시간축에 대해서 자원을 할당하는 단계;

uRLLC 단말에 의해, 상기 eMBB 단말과 동일한 반송파를 갖는 채널 대역폭을 공유하고, 상기 eMBB 단말과 모두 프레임 단위로 동기화된 상태이며, 상기 eMBB 단말에서 사용하는 OFDM 심볼들 중의 하나를 선택하는 단계; 및

상기 uRLLC 단말에 의해, 상기 선택된 OFDM 심볼에 해당하는 프레임에 동기를 맞춰서 전송하고자 하는 uRLLC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 전송하는 단계를 포함하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 방법.

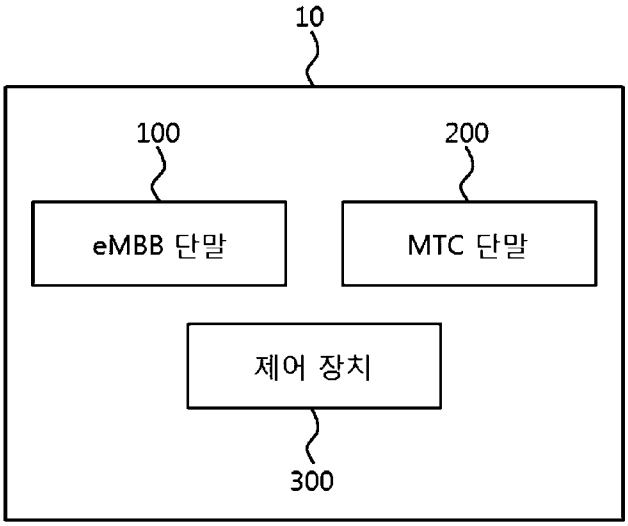
[청구항 11] 제 10 항에 있어서,

상기 uRLLC 트래픽을 eMBB 트래픽과 동일한 자원에 중첩하여 전송하는

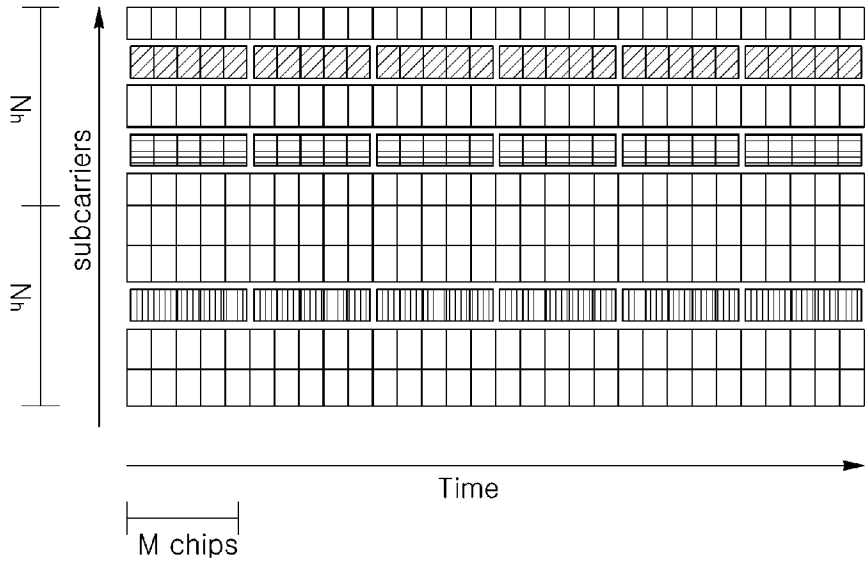
단계는,

각 심볼을 길이가 M인 확산 코드를 가지고 다수의 부반송파를 통해 주파수축으로 확산하여 전송하는 것을 특징으로 하는 동일한 자원으로 광대역 트래픽과 초저지연 통신 트래픽을 동시에 다중화하여 전송하는 방법.

[도1]


10
100
200
eMBB 단말
MTC 단말
제어 장치
300

[도2]


N_h
N_h
subcarriers
Time
M chips

[도3]

Input : $\mathbf{A} = \mathbf{A}_m, \{\mathbf{y}_i\}_{j=1}^{N_c}, I_{\max}$

Iteration :$\mathbf{W}^{(0)} = \mathbf{I},\ I = 0$

Intialization :$G^{(0)} = \varnothing, \mathbf{r}_j^{(0)} = \mathbf{y}^{(j)}, \ell = 0$

Sub − Iterarion : $\ell \rightarrow \ell + 1$

$k_{\max} \leftarrow \arg \max_{k \in \bar{G}^{(\ell-1)}} |\mathbf{W}_{kk}^{(I)} \mathbf{A}_k^{\mathrm{H}} \mathbf{r}_j^{(\ell-1)}|$ and $G^{(\ell)} = k_{\max} \cup G^{(\ell-1)}$

Solve $\widehat{x}_{\Gamma(G^{(\ell)})}^{(\ell)}$ by using (5) and $\widehat{x}_{\Gamma(\bar{G}^{(\ell)})}^{(\ell)} = 0$

$\mathbf{r}_j^{(\ell)} = \mathbf{y}^{(j)} - \mathbf{A}\widehat{\mathbf{x}}_j^{(\ell)}$

If$\ell = K_a$ or $||\mathbf{r}_i^{(\ell)}||_2 < ||\mathbf{r}_{th}||_2$, stop

Otherwise, start new sub-iteration

Output : $\{\widehat{\mathbf{x}}_m^{(j)}\}_{j=1}^{N_c}$

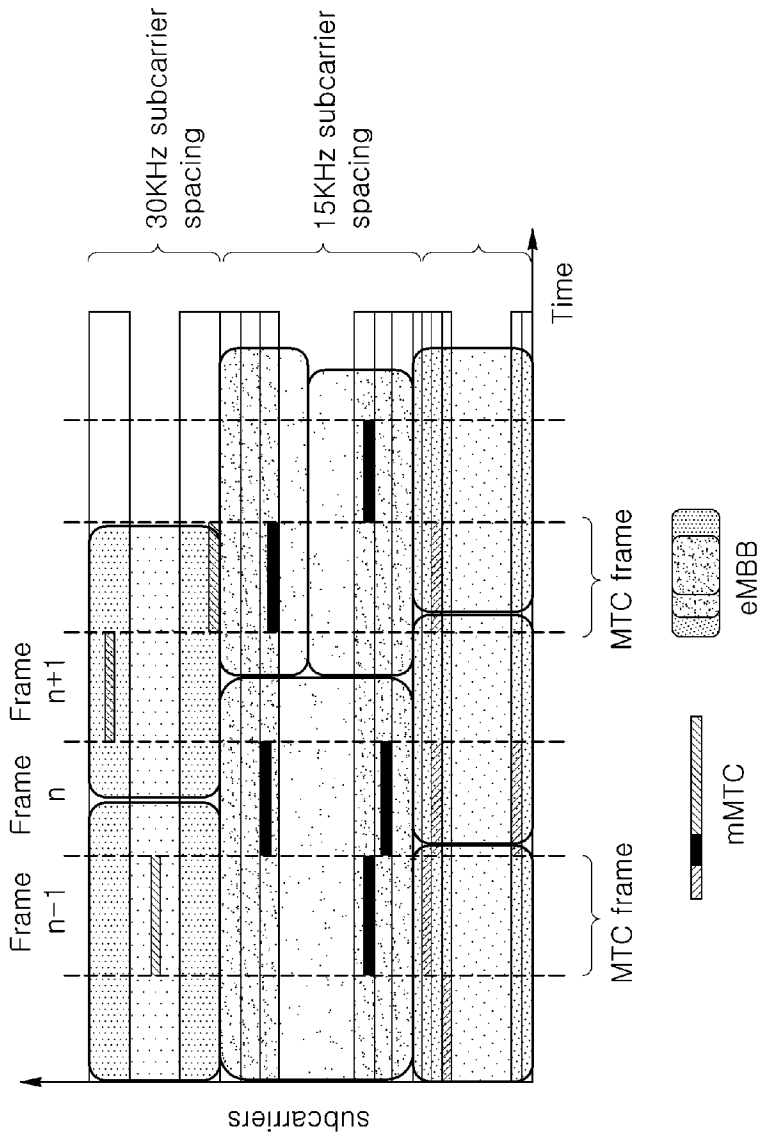
Update :$\mathbf{W}^{(I)}$ with (5)

if $I = I_{\max}$, *stop.*

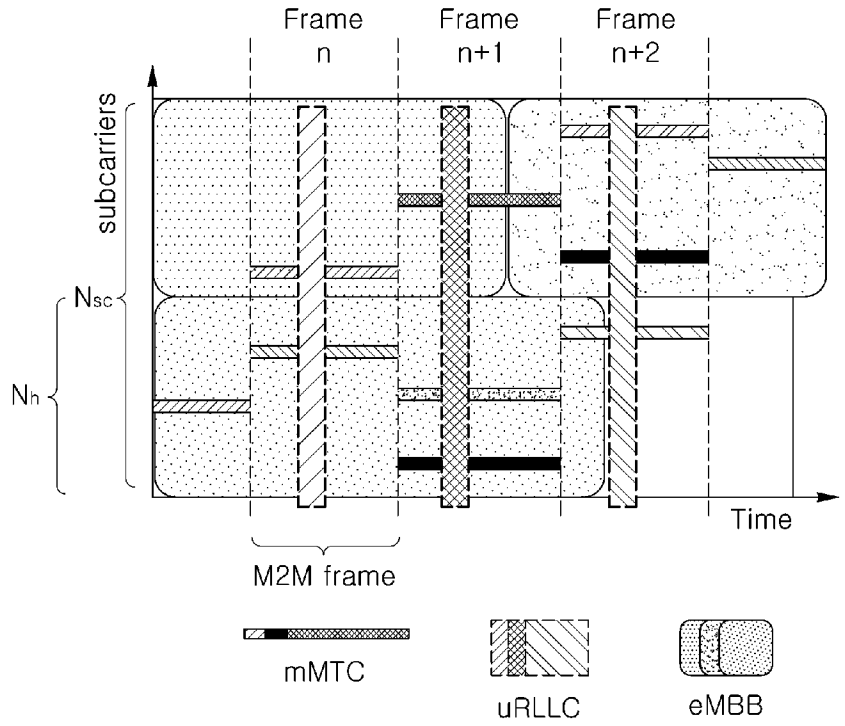
otherwise, $I \rightarrow I + 1$ and begin new iteration

Output : $\{\widehat{\mathbf{x}}_m^{(j)}\}_{j=1}^{N_c}$

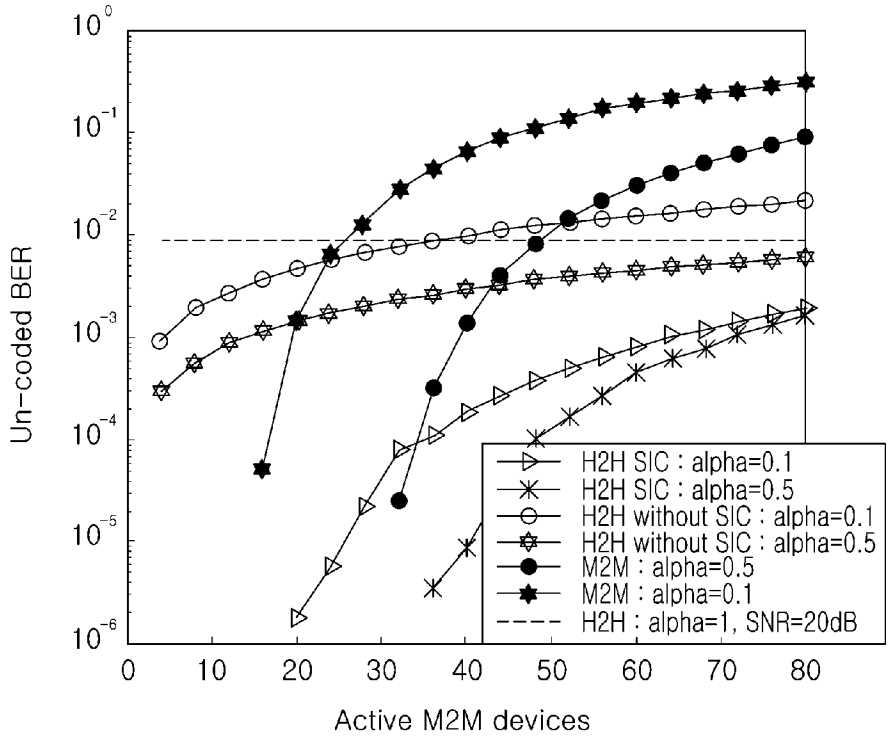
[도4]


30KHz subcarrier spacing
15KHz subcarrier spacing
Time
Frame n-1
Frame n
Frame n+1
MTC frame
MTC frame
eMBB
mMTC
subcarriers

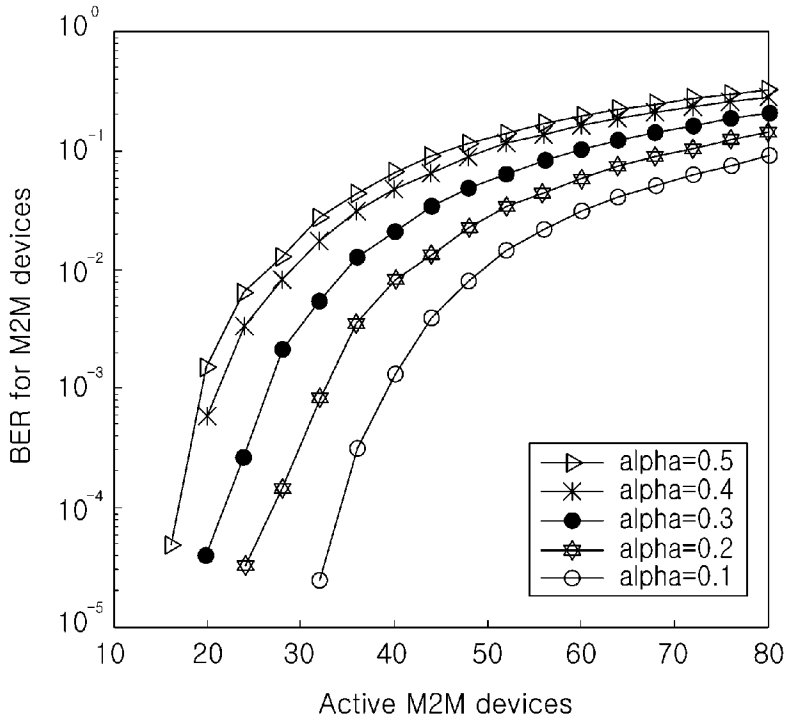
[도5]


Frame
n
Frame
n+1
Frame
n+2
subcarriers
Nsc
Nh
Time
M2M frame
mMTC
uRLLC
eMBB

[도6]


Un-coded BER
Active M2M devices
H2H SIC : alpha=0.1
H2H SIC : alpha=0.5
H2H without SIC : alpha=0.1
H2H without SIC : alpha=0.5
M2M : alpha=0.5
M2M : alpha=0.1
H2H : alpha=1, SNR=20dB

[도7]


BER for M2M devices
Active M2M devices
alpha=0.5
alpha=0.4
alpha=0.3
alpha=0.2
alpha=0.1