



(19) 대한민국 지식재산청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년10월20일

(11) 등록번호 10-2874000

(24) 등록일자 2025년10월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 1/715 (2011.01) G06N 3/044 (2023.01)

G06N 3/0464 (2023.01) G06N 3/08 (2023.01)

(52) CPC특허분류

H04B 1/715 (2013.01)

G06N 3/044 (2023.01)

(21) 출원번호 10-2023-0182016

(22) 출원일자 2023년12월14일

심사청구일자 2023년12월14일

(65) 공개번호 10-2025-0091749

(43) 공개일자 2025년06월23일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020200061216 A

KR101997802 B1

KR1020230094147 A

KR1020170069765 A

(73) 특허권자

국립한밭대학교 산학협력단

대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)

(72) 발명자

정의립

대전광역시 유성구 어은로 57, 101동 1802호(어은동, 한빛아파트)

조아민

충청북도 옥천군 옥천읍 옥천동이로 27-7

이민아

대전광역시 유성구 구즉로 16, 102동 1405호(송강동, 한마을아파트)

(74) 대리인

특허법인지평

전체 청구항 수 : 총 8 항

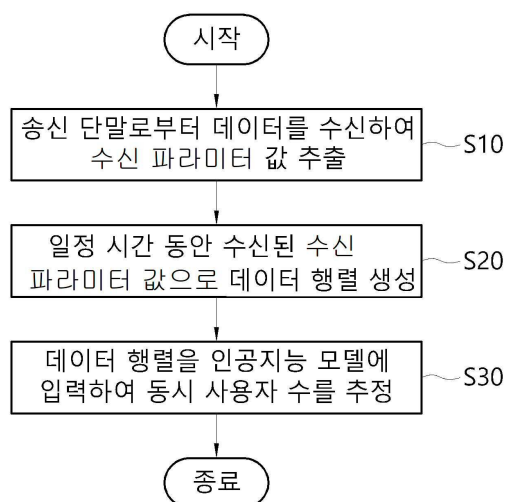
심사관 : 구영희

(54) 발명의 명칭 비 직교 주파수 도약 시스템에서 인공지능 기반 동시 사용자 수 추정 방법

### (57) 요약

본 발명은 비 직교 주파수 도약 시스템의 수신 단말에서 수행되는 동시 사용자 수 추정 방법으로서, 비 직교 주파수 도약 시스템의 수신 단말에서 수행되는 동시 사용자 수 추정 방법으로서, 수신 파라미터를 추출하는 단계와, 상기 추출된 수신 파라미터를 시간에 따른 데이터 행렬로 변환하는 단계와, 상기 데이터 행렬을 입력으로 하는 인공지능 모델을 사용하여, 수신 파라미터의 편차에 따른 동시 사용자 수를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G06N 3/0464** (2023.01)

**G06N 3/08** (2023.01)

**H04B 2201/713** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호      | 1711198517              |
| 과제번호        | 2022M1B3A3082072        |
| 부처명         | 과학기술정보통신부               |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                  |
| 연구사업명       | 무인이동체 미래선도 핵심기술개발       |
| 연구과제명       | 혼간섭 제거 고신뢰성 PHY 설계      |
| 기 여 율       | 1/1                     |
| 과제수행기관명     | 한밭대학교                   |
| 연구기간        | 2021.11.01 ~ 2025.10.31 |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

비 직교 주파수 도약 시스템의 수신 단말에서 수행되는 동시 사용자 수 추정 방법으로서,

LLR(Log Likelihood Ratio)인 수신 파라미터를 추출하는 단계;

상기 추출된 수신 파라미터를 시간에 따른 데이터 행렬로 변환하는 단계; 및

상기 데이터 행렬을 입력으로 하는 인공지능 모델을 사용하여, 수신 파라미터의 편차에 따른 동시 사용자 수를 추정하는 단계를 포함하는 동시 사용자 수 추정 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수신 파라미터는,

송신 단말의 도약 홉을 수신하여 추출하는 것을 특징으로 하는 동시 사용자 수 추정 방법.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 데이터 행렬은,

M(M은 양의 정수)개의 타임 슬롯에 해당하는 N(N은 양의 정수)개의 도약 홉에 대한 LLR 값을 저장하여 행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 동시 사용자 수 추정 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 N개의 도약 홉은 1개의 타임 슬롯을 구성하는 것을 특징으로 하는 동시 사용자 수 추정 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 수신 파라미터의 편차는,

동시 사용자 수의 증가에 따라 증가하는 것을 특징으로 하는 동시 사용자 수 추정 방법.

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

제6항에 있어서,

상기 인공지능 모델은,

상기 LLR 값의 편차에 따른 동시 사용자 수의 변화를 학습하는 것을 특징으로 하는 동시 사용자 수 추정 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 인공지능 모델은,

상기 데이터 행렬에서 LLR 값의 편차에 해당하는 동시 사용자 수를 추정하는 것을 특징으로 하는 동시 사용자 수 추정 방법.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 인공지능 모델은,

DNN(Deep Neural Network), CNN(Convolutional Neural Network) 또는 RNN(Recurrent Neural Network)을 사용하는 것을 특징으로 하는 동시 사용자 수 추정 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 비 직교 주파수 도약 시스템에서 동시 사용자 수를 추정하는 방법에 관한 것으로, 더 상세하게는 인공지능에 기반하여 사용자 수를 추정하는 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 일반적으로, 주파수 도약 기법은 무선 통신에서 안전성과 보안성을 향상시키기 위해 사용하는 통신 기법이다.

[0003] 주파수 도약 기법은 주파수를 가변 하여 신호를 동적으로 이동하는 방법으로, 주로 사용되는 두 가지 주파수 도약 방법은 직교 주파수 도약(Orthogonal Frequency Hopping, OFH)과 비 직교 주파수 도약 (Non-Orthogonal Frequency Hopping, NOFH)이 있다.

[0004] 간섭이나 주요 주파수에 대한 강력한 저항을 보장해야하는 상황에서는 비 직교 주파수 도약을 주로 사용한다.

[0005] 비 직교 주파수 도약 시스템은, 중앙 집중 제어 장치가 존재하지 않는 시스템이다. 이는 모든 노드가 독립적으로 통신할 수 있어 자유로운 데이터 교환이 가능하다. 그러나 이러한 비 직교 주파수 도약 시스템은 통신 두절이 발생하면 중앙 제어 장치가 없어, 근본적인 원인을 신속하게 파악할 수 없으므로, 개별 단말기의 독립적인 의사 결정이 필요하다.

[0006] 중앙 집중 제어 장치를 갖춘 시스템은 통신 문제를 진단할 뿐만 아니라 송수신을 조율하여 통신 관리를 하지만, 없는 경우 모든 판단은 단말이 스스로 해야 한다.

[0007] 이와 같이 비 직교 주파수 도약 시스템에서 동시 사용자 수를 판단하는 것은, 적어도 단말에서 통신 두절의 원인을 대략적으로 파악하는 요소가 되며, 종래에는 등록특허 10-2056403호(대규모 다중 입출력 시스템에서 무허가 무선통신을 위한 유효 사용자와 채널, 데이터의 동시 추정 및 검출 기법, 2019년 12월 10일 등록)에는 유효 사용자 수를 추정하는 방법이 기재되어 있다.

[0008] 좀 더 구체적으로, 탐욕 알고리즘을 수행하기 위해 사용자의 활성벡터, 파일럿 신호의 관측 값, 데이터 심볼의 관측 값 및 반복횟수를 초기화하는 단계, 초기화 수행 후 활성 사용자를 추정하고, 활성 사용자에 해당하는 활성벡터에서 검출된 인덱스를 업데이트하는 단계, 활성벡터를 이용하여 채널 초기값 및 데이터 심볼을 추정하는 단계, 활성사용자를 추정하기 위한 잔여벡터를 업데이트하는 단계 및 모든 사용자가 식별되었는지 판단하고, 모든 사용자가 식별될 때까지 활성 사용자를 검출하는 단계부터 반복하는 단계를 포함한다.

[0009] 이와 같은 종래의 방법들은 동시 사용자의 수를 추정하기 위하여, 매우 복잡한 방법 및 연산을 수행해야 하며, 이는 중앙 집중 제어 장치가 없는 비 직교 주파수 도약 시스템에 적용하는 경우 단말의 리소스 문제에 따라 적용이 어렵다는 한계가 있었다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0010] 상기와 같은 문제점을 감안한 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 비 직교 주파수 도약 시스템에서 보다

간단한 처리 과정을 통해 동시 사용자 수를 추정할 수 있는 방법을 제공함에 있다.

[0011] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

### 과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명 비 직교 주파수 도약 시스템의 동시 사용자 수 추정 방법은, 비 직교 주파수 도약 시스템의 수신 단말에서 수행되는 동시 사용자 수 추정 방법으로서, 수신 파라미터를 추출하는 단계와, 상기 추출된 수신 파라미터를 시간에 따른 데이터 행렬로 변환하는 단계와, 상기 데이터 행렬을 입력으로 하는 인공지능 모델을 사용하여, 수신 파라미터의 편차에 따른 동시 사용자 수를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수신 파라미터는, 송신 단말의 도약 홉을 수신하여 추출할 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수신 파라미터는, 수신 단말이 수신하는 신호의 LLR(Log likelihood Ratio)값일 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시 예에서, 상기 데이터 행렬은, M(M은 양의 정수)개의 타임 슬롯에 해당하는 N(N은 양의 정수)개의 도약 홉에 대한 LLR 값을 저장하여 행렬을 생성할 수 있다.

[0016] 본 발명의 실시 예에서, 상기 N개의 도약 홉은 1개의 타임 슬롯을 구성할 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시 예에서, 상기 수신 파라미터의 편차는, 동시 사용자 수의 증가에 따라 증가할 수 있다.

[0018] 본 발명의 실시 예에서, 상기 인공지능 모델은, 상기 LLR 값의 편차에 따른 동시 사용자 수의 변화를 학습할 수 있다.

[0019] 상기 인공지능 모델은, 상기 데이터 행렬에서 LLR 값의 편차에 해당하는 동시 사용자 수를 추정할 수 있다.

[0020] 본 발명의 실시 예에서, 상기 인공지능 모델은, DNN(Deep Neural Network), CNN(Convolutional Neural Network) 또는 RNN(Recurrent Neural Network)을 사용할 수 있으나 이에 제한되지 않으며, 알려진 다양한 인공지능 모델을 사용할 수 있다.

### 발명의 효과

[0021] 본 발명은 사용자 수에 따른 사용자 주파수간 충돌 정도를 확인할 수 있는 지표인 매 도약 홉의 수신 파라미터를 수신기에서 확인하고, 그 편차를 이용하여 현재 시스템에서 동시 사용자의 수를 추정하는 방법을 사용하여, 더 간단한 처리를 통해 동시 사용자 수를 추정할 수 있는 효과가 있다.

[0022] 또한, 본 발명은 동시 사용자 수의 추정을 통해 통신 가능 여부를 판단하여, 통신이 불가능한 경우 대기하는 방식을 사용하여, 통신의 지속적인 시도에 의해 발생할 수 있는 통신 두절 확률을 줄이고, 통신 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 비 직교 주파수 도약 시스템의 동시 사용자 수 추정 방법의 순서도이다.

도 2는 본 발명에 적용되는 데이터 행렬의 예시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신 신호의 LLR을 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 본 발명 비 직교 주파수 도약 시스템의 동시 사용자 수 추정 방법에 대하여 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0025] 본 발명의 실시 예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이며, 아래에 설명되는 실시 예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시 예는 본 발명을 더욱 충실하고 완전하게 하며 당업

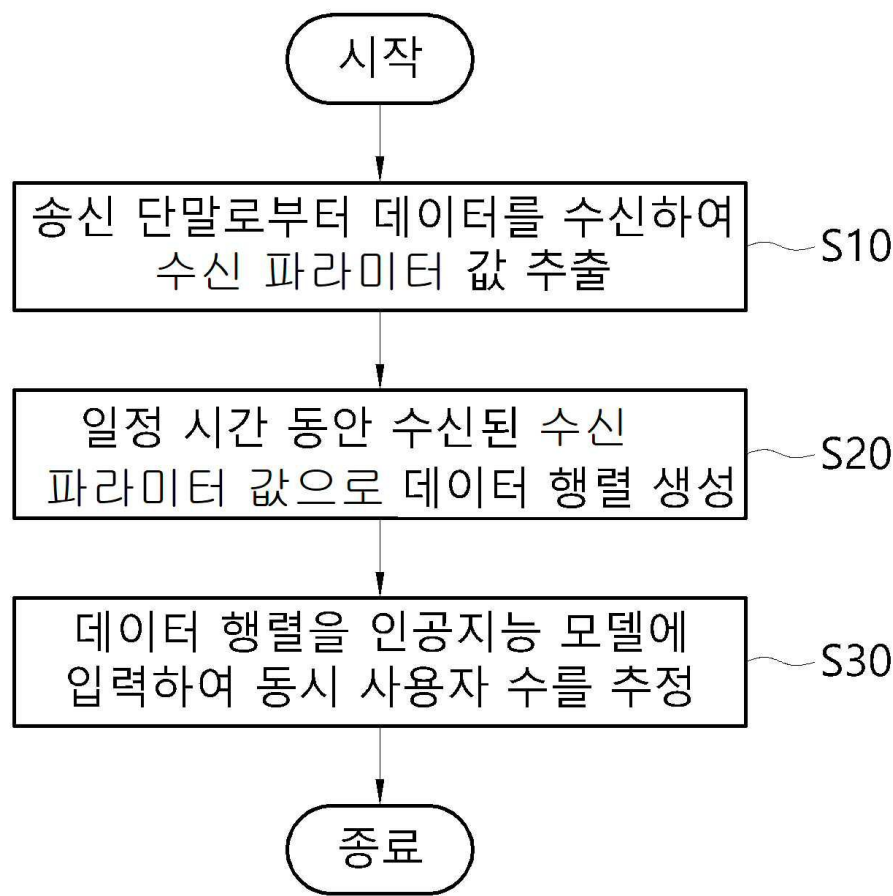
자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.

- [0026] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시 예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 경우 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 하나 이상의 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [0027] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 부재, 영역 및/또는 부위들을 설명하기 위하여 사용되지만, 이들 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부위들은 이들 용어에 의해 한정되지 않음은 자명하다. 이들 용어는 특정 순서나 상하, 또는 우열을 의미하지 않으며, 하나의 부재, 영역 또는 부위를 다른 부재, 영역 또는 부위와 구별하기 위하여만 사용된다. 따라서, 이하 상술할 제1 부재, 영역 또는 부위는 본 발명의 가르침으로부터 벗어나지 않고서도 제2 부재, 영역 또는 부위를 지칭할 수 있다.
- [0028] 이하, 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 실시 예들을 개략적으로 도시하는 도면들을 참조하여 설명한다. 도면들에 있어서, 예를 들면, 제조 기술 및/또는 공차에 따라, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시 예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 되며, 예를 들면 제조상 초래되는 형상의 변화를 포함하여야 한다.
- [0029] 또한, 본 발명은 비 직교 주파수 도약 시스템에 적용되는 동시 사용자 수를 추정하는 방법에 관한 것으로, 본 발명의 각 단계를 수행하는 수행 주체는 단말기이며, 구체적으로 수신측 단말인 것으로 한다. 이하의 설명에서 구체적인 언급이 없더라도 본 발명 방법의 수행 주체는 수신측 단말의 프로세서인 것으로 이해되어야 한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비 직교 주파수 도약 시스템의 동시 사용자 수 추정 방법의 순서도이다.
- [0031] 도 1을 참조하면, 송신 단말로부터 데이터를 수신하여 수신 파라미터 값을 추출하는 단계(S10)와, 일정 시간 동안 수신된 수신 파라미터 값을 데이터 행렬로 변환하는 단계(S20)와, 데이터 행렬을 인공지능 모델의 입력으로 하여 학습함으로써 동시 사용자 수를 추정하는 단계(S30)를 포함할 수 있다.
- [0032] 이하, 상기와 같이 구성되는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 비 직교 주파수 도약 시스템의 동시 사용자 수 추정 방법의 구성과 작용에 대하여 보다 상세히 설명한다.
- [0033] 먼저, S10단계에서는 송신 단말로부터 데이터를 수신하여 수신 파라미터 값을 추출한다.
- [0034] 이때 수신 파라미터는 LLR(Log Likelihood Ratio)일 수 있다.
- [0035] 비 직교 주파수 도약 시스템은 하나 이상의 송신 단말과 하나 이상의 수신기를 포함할 수 있으며, 수신기는 다수의 송신 단말로부터 데이터를 수신하여 LLR(Log Likelihood Ratio) 값을 추출한다.
- [0036] LLR은 수신된 데이터의 각 비트가 1 또는 0이 될 확률의 비에 로그함수를 취한 값일 수 있으며, 현재 비 직교 주파수 도약 시스템에서 사용자간 주파수의 충돌 정도를 확인할 수 있는 지표로 사용될 수 있다.
- [0037] 그 다음, S20단계에서는 일정 시간 동안 수신된 LLR 값을 데이터 행렬로 변환한다.
- [0038] 행렬 변환의 예는 M개의 타임 슬롯에 해당하는 N개의 도약 홉에 대한 LLR 값을 저장하여 행렬을 생성할 수 있다.
- [0039] N개의 도약 홉은 1개의 타임 슬롯을 구성한다.
- [0040] 이때, M, N은 양의 정수인 것으로 하며, 필요에 따라 그 값이 정해질 수 있다.
- [0041] 도 2에는 변환된 행렬의 예를 도시하였다.
- [0042] 비 직교 주파수 도약은 사용자마다 도약 주파수가 무작위이기 때문에 동시 사용자 수가 증가할수록 동일한 주파수로 도약할 확률이 높아져 사용자 간 신호의 충돌 확률이 증가한다.
- [0043] 충돌이 발생할수록 수신기에서 추출한 매 도약 홉의 LLR 값의 편차가 더 크게 나타나고, 평균적으로 더 큰 값을 가지게 된다.

- [0044] 즉, 동시 사용자가 많을수록 LLR 값의 편차는 커지게 된다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신 신호의 LLR을 설명하기 위한 도면이다.
- [0046] 도 3의 (a)는 동시 사용자가 2명인 경우의 LLR 값 분포이며, 도 3의 (b)는 동시 사용자가 11명인 경우의 LLR 값 분포를 나타낸다.
- [0047] 이에 도시한 바와 같이 동시 사용자가 많을수록 LLR 값의 편차가 증가하게 된다.
- [0048] 이를 이용하여 S30단계에서는 데이터 행렬을 인공지능 모델의 입력으로 하여 학습함으로써 동시 사용자 수를 추정할 수 있다.
- [0049] 상기 인공지능 모델은 데이터 행렬을 입력으로 하며, 정답 데이터는 현재 시스템의 동시 사용자 수이다.
- [0050] 인공지능 모델의 입력으로 사용하는 데이터 행렬은 무조건 LLR 값일 필요는 없으며, 사용자 수에 따라 구분할 수 있는 특징을 갖는 신호라면 인공지능 모델의 입력 데이터로 사용될 수 있다.
- [0051] 인공지능 모델은 딥러닝의 심층 신경망(Deep Neural Network, DNN)을 사용할 수 있다. 또한 CNN(Convolutional Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network)과 같은 모델이 인공지능 모델로서 사용될 수 있다.
- [0052] 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 인공지능 모델이 본 발명에 적용될 수 있다.
- [0053] 즉, S30단계에서 사용하는 인공지능 모델은 데이터 행렬을 입력 받아 학습하여 LLR 값의 분포를 구하여 그 편차에 따라 동시 사용자의 수를 추정하는 알고리즘을 사용하는 것이면 그 종류에 무관하게 적용될 수 있다.
- [0054] 다른 예로서, 상기 인공지능 모델은, 통신 대상과의 거리, 이동체의 속도, 신호의 대역 폭, 채널 환경, 도약 흡수를 더 고려하여 동시 사용자의 수를 추정할 수 있다.
- [0055] 이와 같이 본 발명은 LLR의 편차를 이용하여 동시 사용자의 수를 추정함으로써, 동시 사용자 수의 추정 과정을 단순화할 수 있다.
- [0056] 또한, 중앙 집중 제어 장치가 존재하지 않는 비 직교 주파수 도약 시스템에서, 추정된 현재 동시 사용자 수와 최대 운용 가능한 동시 사용자 수를 비교하여, 현재 시스템의 통신 가능 여부를 판단할 수 있다.
- [0057] 통신 가능 여부 판단 결과 통신이 가능한 상태인 현재 추정된 동시 사용자 수가 최대 운용 가능한 동시 사용자 수 미만인 경우에는 통신을 수행할 수 있으며, 추정된 동시 사용자 수가 최대 운용 가능한 동시 사용자 수 이상인 경우에는 다른 사용자의 통신 사용이 종료할 때까지 대기 후, 통신 가능한 상태에서 통신을 수행할 수 있게 된다.
- [0058] 따라서 동시 사용자가 최대 운용 가능한 동시 사용자 수 이상인 환경에서, 통신을 시도하다가 발생할 수 있는 통신 두절 확률을 줄일 수 있으며, 통신 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0059] 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고 본 발명의 기술적 요지를 벗어나지 아니하는 범위 내에서 다양하게 수정, 변형되어 실시될 수 있음은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어서 자명한 것이다.

도면

도면1



도면2

|     |           |           |           |          |           |
|-----|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| $M$ | $x_{1,1}$ | $x_{1,2}$ | $x_{1,3}$ | $\cdots$ | $x_{1,N}$ |
|     | $x_{2,1}$ | $x_{2,2}$ | $x_{2,3}$ | $\cdots$ | $x_{2,N}$ |
|     | $x_{3,1}$ | $x_{3,2}$ | $x_{3,3}$ | $\cdots$ | $x_{3,N}$ |
|     | $\vdots$  | $\vdots$  | $\vdots$  | $\vdots$ | $\vdots$  |
|     | $x_{M,1}$ | $x_{M,2}$ | $x_{M,3}$ | $\cdots$ | $x_{M,N}$ |
| $N$ |           |           |           |          |           |



도면3

