



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월22일
(11) 등록번호 10-2446798
(24) 등록일자 2022년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 3/74 (2018.01) G01S 11/06 (2006.01)
G01S 3/14 (2006.01) H01Q 15/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 3/74 (2018.01)
G01S 11/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0012931
(22) 출원일자 2021년01월29일
심사청구일자 2021년01월29일
(65) 공개번호 10-2022-0109656
(43) 공개일자 2022년08월05일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020200061550 A*
KR1020200062531 A*
US20160223651 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김동구
서울특별시 강남구 일원로 120, 103동 1104호(일원동, 샘터마을아파트)
박홍석
서울특별시 강동구 천호대로175길 14, 1002호(길동, 다성이즈빌)
조주현
경기도 용인시 기흥구 사은로126번길 33, 209동 1603호(보라동, 민속마을신창미션힐아파트)
(74) 대리인
민영준

전체 청구항 수 : 총 10 항

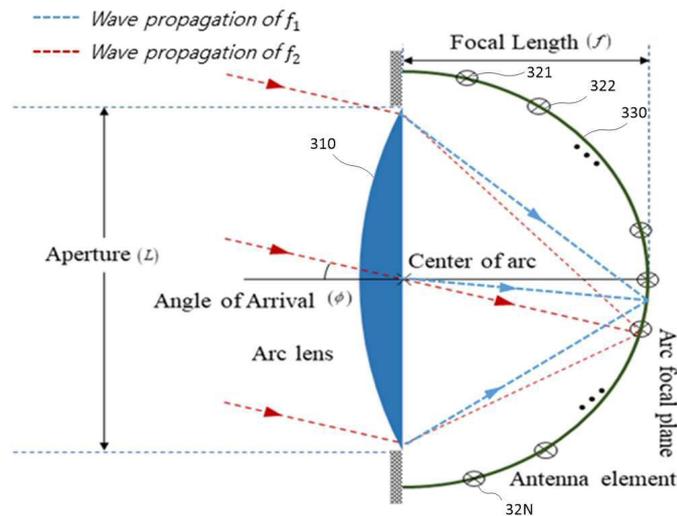
심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 다중 주파수를 이용한 렌즈 안테나 도래각 추정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 렌즈와 렌즈로부터 초점 거리 상에 서로 기지정된 간격만큼 이격되어 배치되는 다수의 안테나 소자를 포함하는 렌즈 안테나부, 렌즈 안테나부로 수신된 다중 주파수 신호에서 가장 강한 세기로 신호가 수신된 안테나 소자와 주파수를 판별하는 신호 세기 분석부 및 판별된 안테나 소자의 위치와 주파수를 이용하여 기지정된 방식으로 도래각을 추정하는 도래각 추정부를 포함하여, 신속하게 도래각을 추정할 수 있는 도래각 추정 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
G01S 3/14 (2013.01)
H01Q 15/02 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711083489
과제번호	2016-0-00208
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	차세대 5G V2X 서비스 실현을 위한 정밀 측위탐색 연계 고효율 다중안테나 정보전송
및 네트워크 기술 연구(창조씨앗형 2단계)(4/5)	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

렌즈와 상기 렌즈로부터 초점 거리 상에 서로 기지정된 간격만큼 이격되어 배치되는 다수의 안테나 소자를 포함하는 렌즈 안테나부;

상기 렌즈 안테나부로 수신된 다중 주파수 신호에서 가장 강한 세기로 신호가 수신된 안테나 소자와 주파수를 판별하는 신호 세기 분석부; 및

판별된 안테나 소자의 위치와 주파수를 이용하여 기지정된 방식으로 도래각을 추정하는 도래각 추정부를 포함하되,

상기 도래각 추정부는

상기 도래각(θ)을 수학식

$$\hat{\phi} = \sin^{-1} \left(\frac{n_i c}{f_i d N} \right)$$

(여기서 n_i 는 N개의 안테나 소자에서 렌즈 중심에 대응하는 안테나 소자를 기준(0)으로 가장 강한 세기의 신호

가 수신된 안테나 소자의 배치 위치($n_i \in \left\{ -\frac{(N-1)}{2}, -\frac{(N-2)}{2}, \dots, \frac{(N-2)}{2}, \frac{(N-1)}{2} \mid N \text{ is odd} \right\}$), f_i 가장 강한 세기로 수신된 신호의 주파수, c 는 전파 속도이며, d 는 안테나 소자간 간격, N 은 총 안테나 개수를 나타낸다.)

에 따라 추정하는 도래각 추정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 신호 세기 분석부는

상기 다수의 안테나 소자 각각에 수신된 다중 주파수 신호를 구분하여 인가받고, 상기 다수의 안테나 소자 각각에서 수신된 다중 주파수 신호를 주파수별로 구분하여 다수의 분류 신호를 획득하며, 획득된 다수의 분류 신호의 세기를 분석하여, 가장 강한 세기의 신호를 판별하며, 판별된 가장 강한 세기의 신호가 수신된 안테나 소자와 주파수를 판별하는 도래각 추정 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 신호 세기 분석부는

상기 다수의 안테나 소자 각각에서 수신된 신호에서 기지정된 다수의 주파수의 신호를 검출하여 다수의 분류 신호를 획득하는 도래각 추정 장치.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 도래각 추정 장치는

상기 렌즈 안테나부로 수신된 다중 주파수 신호를 인가받아, 필터링하여 기지정된 주파수 대역의 다중 주파수 신호를 상기 신호 세기 분석부로 전달하는 전처리부를 더 포함하는 도래각 추정 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 도래각 추정 장치는

V2X 통신 시스템의 수신 장치에 구비되어 송신 장치에서 전송된 신호의 도래각을 추정하는 도래각 추정 장치.

청구항 7

렌즈와 상기 렌즈로부터 초점 거리 상에 서로 기지정된 간격만큼 이격되어 배치되는 다수의 안테나 소자를 포함하는 렌즈 안테나로 수신된 다중 주파수 신호에서 가장 강한 세기로 신호가 수신된 안테나 소자와 주파수를 판별하는 단계; 및

판별된 안테나 소자의 위치와 주파수를 이용하여 기지정된 방식으로 도래각을 추정하는 단계를 포함하되,

상기 도래각을 추정하는 단계는

상기 도래각(ϕ)을 수학식

$$\hat{\phi} = \sin^{-1} \left(\frac{n_i c}{f_i d N} \right)$$

(여기서 n_i 는 N개의 안테나 소자에서 렌즈 중심에 대응하는 안테나 소자를 기준(0)으로 가장 강한 세기의 신호가 수신된 안테나 소자의 배치 위치($n_i \in \left\{ -\frac{(N-1)}{2}, -\frac{(N-2)}{2}, \dots, \frac{(N-2)}{2}, \frac{(N-1)}{2} \mid N \text{ is odd} \right\}$), f_i 가장 강한 세기로 수신된 신호의 주파수, c 는 전파 속도이며, d 는 안테나 소자간 간격, N 은 총 안테나 개수를 나타낸다.)

에 따라 추정하는 도래각 추정 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 안테나 소자와 주파수를 판별하는 단계는

상기 다수의 안테나 소자 각각에 수신된 다중 주파수 신호를 구분하여 인가받는 단계;

상기 다수의 안테나 소자 각각에서 수신된 다중 주파수 신호를 주파수별로 구분하여 다수의 분류 신호를 획득하는 단계;

획득된 다수의 분류 신호의 세기를 분석하여, 가장 강한 세기의 신호를 판별하는 단계; 및

판별된 가장 강한 세기의 신호가 수신된 안테나 소자와 주파수를 판별하는 단계를 포함하는 도래각 추정 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 분류 신호를 획득하는 단계는

상기 다수의 안테나 소자 각각에서 수신된 신호에서 기지정된 다수의 주파수의 신호를 검출하는 단계; 및

각 안테나 소자별로 검출된 다수의 주파수 신호 각각을 분류 신호로 획득하는 단계를 포함하는 도래각 추정 방법.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 안테나 소자와 주파수를 판별하는 단계는

상기 다중 주파수 신호를 구분하여 인가받는 단계 이전, 상기 렌즈 안테나로 수신된 다중 주파수 신호를 필터링

하여 기지정된 주파수 대역의 다중 주파수 신호를 추출하는 단계를 더 포함하는 도레각 추정 방법.

청구항 12

제7항에 따른 도레각 추정 방법을 수행하기 위한 컴퓨팅 장치에서 판독 가능한 프로그램 명령어가 기록된 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 렌즈 안테나 도레각 추정 장치 및 방법에 관한 것으로, 다중 주파수를 이용한 렌즈 안테나 도레각 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자율 주행 차량의 수가 급속히 증가함에 따라 차량 인터넷(Internet of Vehicles: 이하 IoV) 기술을 지원하는 지능형 교통 시스템(Intelligent Transportation System: 이하 ITS) 구축이 중요해지고 있다. 특히 최근 발생한 자율 주행 차량 관련 사고를 살펴보면, 차량 탑재 센서만으로는 자율 주행 차량의 신뢰성에 한계가 있음을 나타내고 있으므로, 차량 사물 통신(Vehicle to Everything: 이하 V2X)과 같은 IoV 기술의 필요성이 더욱 강조되고 있다.

[0003] 도 1은 V2X 통신 시스템의 일 예를 나타낸다.

[0004] 도 1에 도시된 바와 같이, V2X 통신 시스템에서는 차량 단말(110 ~ 113)과 노변 장치(Road Side Unit: RSU)(120)와 같은 인프라간 통신(Vehicle to Infrastructure: V2I) 또는 차량 단말간 통신(Vehicle to Vehicle: V2V)이 수행될 수 있다.

[0005] 한편 5G-PPP(The 5G Infrastructure Public Private Partnership)와 같은 단체에서는 V2X 통신 시스템을 위한 핵심성과지표(Key Performance Indicator, KPI)로써 차량의 정확한 위치를 추정하는 것을 포함시켰다.

[0006] 현재 V2X 통신 시스템은 높은 데이터 전송률을 충족시키기 위해 5G에서는 고주파수 대역의 밀리미터 웨이브파를 이용하게 되었다. 고주파수 대역 전파는 거리에 따른 신호 감쇄가 매우 크기 때문에 다수의 안테나가 배열된 어레이 안테나를 이용하여 이득(array gain)을 얻음으로써 이를 극복하도록 한다. 그러나 안테나의 개수가 증가함에 따라 기존에 공간적인 분리를 위한 빔포밍 기술을 적용하기 위해서는 RF 체인의 개수도 함께 증가하게 되어 통신 오버헤드를 발생시킨다. 이러한 문제를 해소하기 위해 최근에는 빔포밍 기술을 사용하지 않고 안테나 배열 앞에 수동 소자인 렌즈를 추가하여 이산 푸리에 변환(Discrete Fourier Transform: DFT) 빔포밍의 효과를 낼 수 있는 렌즈 안테나에 대한 연구가 활발하게 수행되고 있다.

[0007] 렌즈 안테나에서 다수의 안테나 소자들이 렌즈의 초점 거리에 맞게 아치 형태로 배치되고, 수신되는 신호는 렌즈에 의해 한 점에 모이게 된다. 이에 도레각이 변화함에 따라 다수의 안테나 중 신호를 수신하는 안테나가 달라지게 된다. 즉 다수의 안테나 중 일부 안테나만이 신호를 수신하므로, RF 체인의 개수를 크게 줄일 수 있어 제조 비용과 전력 소비를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

[0008] 그러나 V2X 통신에서는 송수신 단말이 차량에 구비되어 이동성을 가지므로 신호가 수신되는 각도인 도레각(Direction of Arrival: 이하 DoA) 또한 수시로 변화하게 되며, 이때 도레각은 연속적으로 변화하므로, 반드시 다수의 안테나 중 특정 안테나의 위치로 집중되지 않는 경우가 빈번하게 발생한다. 즉 다수의 안테나들 사이에 수신된 신호가 집중되는 경우가 발생하게 되며, 이때 수신된 신호의 세기에는 심각한 손실이 발생한다.

[0009] 이러한 문제를 방지하기 위해서는 신호가 수신되는 도레각을 정확하게 추정할 수 있어야 한다. 특히 V2X 통신에서 수신 장치는 이동 속도에 따라 도레각이 수시로 변화하므로 매우 빠르게 도레각을 추정할 수 있어야 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-1274554호 (2013.06.07 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 목적은 전송된 신호의 도래각을 매우 빠르게 추정할 수 있는 도래각 추정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- [0012] 본 발명의 다른 목적은 신호의 주파수에 따라 렌즈에 의해 신호가 집중되는 위치가 변화하는 특성을 이용하여 다중 주파수 기반으로 도래각을 추정할 수 있는 도래각 추정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 장치는 렌즈와 상기 렌즈로부터 초점 거리 상에 서로 기지정된 간격만큼 이격되어 배치되는 다수의 안테나 소자를 포함하는 렌즈 안테나부; 상기 렌즈 안테나부로 수신된 다중 주파수 신호에서 가장 강한 세기로 신호가 수신된 안테나 소자와 주파수를 판별하는 신호 세기 분석부; 및 판별된 안테나 소자의 위치와 주파수를 이용하여 기지정된 방식으로 도래각을 추정하는 도래각 추정부를 포함한다.
- [0014] 상기 신호 세기 분석부는 상기 다수의 안테나 소자 각각에 수신된 다중 주파수 신호를 구분하여 인가받고, 상기 다수의 안테나 소자 각각에서 수신된 다중 주파수 신호를 주파수별로 구분하여 다수의 분류 신호를 획득하며, 획득된 다수의 분류 신호의 세기를 분석하여, 가장 강한 세기의 신호를 판별하며, 판별된 가장 강한 세기의 신호가 수신된 안테나 소자와 주파수를 판별할 수 있다.
- [0015] 상기 도래각 추정부는 상기 도래각(θ)을 수학식

$$\hat{\phi} = \sin^{-1} \left(\frac{n_i c}{f_i d N} \right)$$

- [0016]
- [0017] (여기서 n_i 는 N개의 안테나 소자에서 렌즈 중심에 대응하는 안테나 소자를 기준(0)으로 가장 강한 세기의 신호가 수신된 안테나 소자의 배치 위치($n_i \in \left\{ -\frac{(N-1)}{2}, -\frac{(N-2)}{2}, \dots, \frac{(N-2)}{2}, \frac{(N-1)}{2} \mid N \text{ is odd} \right\}$), f_i 가장 강한 세기로 수신된 신호의 주파수, c 는 전파 속도이며, d 는 안테나 소자간 간격, N 은 총 안테나 개수를 나타낸다.)에 따라 추정할 수 있다.
- [0018] 상기 신호 세기 분석부는 상기 다수의 안테나 소자 각각에서 수신된 신호에서 기지정된 다수의 주파수의 신호를 검출하여 다수의 분류 신호를 획득할 수 있다.
- [0019] 상기 도래각 추정 장치는 상기 렌즈 안테나부로 수신된 다중 주파수 신호를 인가받아, 필터링하여 기지정된 주파수 대역의 다중 주파수 신호를 상기 신호 세기 분석부로 전달하는 전처리부를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 도래각 추정 장치는 V2X 통신 시스템의 수신 장치에 구비되어 송신 장치에서 전송된 신호의 도래각을 추정할 수 있다.
- [0021] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 도래각 추정 방법은 렌즈와 상기 렌즈로부터 초점 거리 상에 서로 기지정된 간격만큼 이격되어 배치되는 다수의 안테나 소자를 포함하는 렌즈 안테나로 수신된 다중 주파수 신호에서 가장 강한 세기로 신호가 수신된 안테나 소자와 주파수를 판별하는 단계; 및 판별된 안테나 소자의 위치와 주파수를 이용하여 기지정된 방식으로 도래각을 추정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0022] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 도래각 추정 장치 및 방법은 다중 주파수 신호가 렌즈에 의해 주파수에 따라 서로 다른 각도로 굴절되어 서로 상이한 위치에 집중되는 특성을 이용하여, 다중 주파수 신호가 수신되면 가장 강한 세기로 신호가 수신된 안테나와 주파수를 기반으로 신속하게 도래각을 추정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 V2X 통신 시스템의 일 예를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 장치의 개략적 구성을 나타낸다.
- 도 3은 도 2의 렌즈 안테나부의 구성과 렌즈 안테나부에 수신되는 신호의 주파수에 따른 변화를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 방법을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0025] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.
- [0026] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0027] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 장치의 개략적 구성을 나타내고, 도 3은 도 2의 렌즈 안테나부의 구성과 렌즈 안테나부에 수신되는 신호의 주파수에 따른 변화를 나타낸다.
- [0028] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 도래각 추정 장치는 렌즈 안테나부(210), 전처리부(220), 신호 세기 분석부(230) 및 도래각 추정부(240)를 포함할 수 있다.
- [0029] 렌즈 안테나부(210)는 도 3에 도시된 바와 같이, 신호가 수신되는 방향에 배치되는 렌즈(310)와 지지정된 패턴에 따라 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N)가 배열된 안테나 어레이를 포함한다.
- [0030] 렌즈(310)는 신호가 수신되는 방향으로 볼록한 형상을 갖는 아크 렌즈(Arc lens)로 구현된다. 렌즈(310)가 아크 렌즈로 구현됨에 따라 평면파에 가까운 형태로 입사되는 RF 신호는 입사 위치별로 서로 다르게 굴절되어 초점 거리(Focal Length) 상의 특정 위치에 집중된다. 이때 신호는 초점 거리에 해당하는 위치에 집중되며, 렌즈에 입사되는 각도, 즉 도래각에 따라 초점 거리에 따른 반원의 특정 위치에 집중된다.
- [0031] 한편, 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N)는 렌즈(310)의 초점 거리를 따라 반원형 또는 반구형 패턴으로 서로 지지정된 간격(d)만큼 이격되어 배열될 수 있다. 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N)는 렌즈(310)의 중심으로부터 초점 거리만큼 이격되어 형성되는 반원형 또는 반구형 기관(330) 상에서 지지정된 간격(d)만큼 이격된 지지정된 위치에 분산되어 배치될 수 있다.
- [0032] 이와 같은 구성을 갖는 렌즈 안테나부(210)에서 렌즈(310)에 입사되는 신호는 주파수에 따라 서로 다른 굴절률을 갖게 되며, 이에 서로 다른 주파수의 신호가 수신되면 각각 서로 다른 굴절률로 인해 서로 다른 위치에 집중되게 된다. 일 예로 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 주파수(f_1)의 신호와 제2 주파수(f_2)의 신호가 동일한 도래각(θ)으로 입사되더라도, 주파수가 상이한 두 신호는 렌즈(310)에서 서로 다른 굴절률로 굴절되어 집중됨에 따라 서로 다른 위치에서 집중된다.
- [0033] 이때 제1 주파수(f_1)의 신호와 같이 서로 지지정된 간격(d)만큼 이격되어 인접하여 배치된 안테나 소자들 사이에 신호가 집중되게 되면, 세기가 크게 저하된 신호를 수신하게 된다.
- [0034] 따라서 만일 단일 주파수의 신호를 이용하여 도래각을 추정하는 경우, 세기가 저하된 신호를 수신하게 되면 도래각을 정확하게 추정할 수 없게 되거나, 다수의 안테나에 수신된 신호의 세기를 기반으로 매우 복잡한 연산을 수행해야만 도래각을 추정할 수 있다.
- [0035] 그러나 제2 주파수(f_2)의 신호와 같이, 다른 주파수의 신호가 함께 인가되고, 인가된 다른 주파수의 신호가 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N) 중 하나에 신호가 집중되게 되면, 신호가 집중된 안테나 소자는 매우 강한 세기의 신호를 수신할 수 있다. 이 경우, 수신된 신호의 주파수와 해당 안테나의 위치를 기반으로 간단한 연산만으로

도 도래각을 매우 용이하게 추정할 수 있도록 한다.

- [0036] 이에 본 실시예에서는 송신 장치가 기지정된 서로 다른 주파수를 갖는 다중 주파수 신호를 수신 장치로 전송하고, 수신 장치에 구비되는 도래각 추정 장치는 다중 주파수 신호로부터 도래각을 추정함으로써, 이후 송신 장치와 수신 장치 사이의 통신이 원활하게 이루어지도록 한다.
- [0037] 전처리부(220)는 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N)를 통해 수신된 신호를 필터링하여 신호 세기 분석부(230)로 전달한다. 렌즈 안테나부(210)의 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N)로 수신되는 신호에는 송신 장치에서 전송한 다중 주파수 신호뿐만 아니라 다양한 노이즈 성분이 함께 수신될 수 있다. 그리고 이러한 노이즈는 송신 장치에서 전송한 다중 주파수 신호를 검출하는데 장애가 되므로, 전처리부(220)는 다중 주파수 신호의 기지정된 주파수 대역을 제외한 나머지 주파수 대역을 필터링하여 필터링된 신호를 신호 세기 분석부(230)로 전달한다. 전처리부(220)는 일 예로 대역 통과 필터로 구현될 수 있다.
- [0038] 신호 세기 분석부(230)는 렌즈 안테나부(210)의 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N) 각각을 통해 수신되고 필터링된 다중 주파수 신호를 인가받아 각 신호를 안테나별 주파수별로 구분하여 분류 신호를 획득한다. 즉 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N) 각각에 수신된 신호를 서로 구분하여 획득하고, 각 안테나 소자(321 ~ 32N)에 수신된 신호를 주파수별로 구분하여 분류 신호를 획득한다. 일 예로 도 3에 도시된 바와 같이, 렌즈 안테나부(210)에서 안테나 소자의 개수(321 ~ 32N)가 N개이고, 검출되는 수신 신호의 주파수가 2개인 경우, 신호 세기 분석부(230)는 2N개의 분류 신호를 추출할 수 있다.
- [0039] 이때 신호 세기 분석부(230)는 미리 지정된 주파수의 신호를 분류 신호로 추출할 수 있다. 비록 전처리부(220)에 의해 기지정된 주파수 대역의 신호 이외의 신호가 필터링되어 제거될지라도 해당 주파수 대역 내에서 의도하지 않은 신호, 즉 송신 장치가 전송하지 않은 신호가 포함될 수 있다. 이에 신호 세기 분석부(230)는 송신 장치가 전송하는 것으로 미리 지정된 주파수의 신호만을 분류 신호로 추출함으로써, 다른 신호로 인한 도래각 추정 오류가 발생하는 것을 방지할 수도 있다.
- [0040] 그리고 신호 세기 분석부(230)는 안테나 및 주파수별로 구분된 다수의 분류 신호 각각의 세기를 분석하여, 가장 강한 세기의 분류 신호를 검출한다. 가장 강한 세기의 분류 신호가 검출되면, 신호 세기 분석부(230)는 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N) 중 가장 강한 세기의 분류 신호가 수신된 안테나 소자와 수신된 신호의 주파수를 확인하여 도래각 추정부(240)로 전달한다.
- [0041] 도래각 추정부(240)는 신호 세기 분석부(230)에서 확인된 안테나 소자와 주파수(f_i)를 기반으로 기지정된 방식에 따라 도래각(θ)을 추정한다.
- [0042] 상기한 바와 같이, 수동 소자인 렌즈(310)는 물리적으로 이산 푸리에 변환(DFT) 빔포밍을 효과를 낼 수 있도록 한다. 이에 렌즈(310)가 중심 주파수(f_c)에 따라 θ 의 각도로 굴절시키는 경우, 중심 주파수(f_c)로부터 주파수 오프셋(Δf)을 갖는 신호가 렌즈(310)에 입사되면 렌즈(310)는 주파수 오프셋(Δf)에 대응하여 수학식 1에 따라 θ_Δ 각도만큼 입사되는 신호를 추가로 굴절시켜 집속하게 된다.

수학식 1

[0043]
$$\sin\theta_\Delta = \left(1 + \frac{\Delta f}{f_c}\right)\sin\theta$$

[0044] 수학식 1과 같은 렌즈(310)가 이산 푸리에 변환기로서 주파수별로 상이하한 특성을 나타낼 수 있다는 점에 기초하여, 도래각 추정부(240)는 수학식 2에 따라 도래각(θ)을 추정한다.

수학식 2

$$\hat{\phi} = \sin^{-1} \left(\frac{n_i c}{f_i d N} \right)$$

[0045]

[0046]

여기서 n_i 는 N개의 안테나 소자에서 렌즈 중심에 대응하는 안테나 소자를 기준(0)으로 가장 강한 세기의 신호가 수신된 안테나 소자의 배치 위치($n_i \in \left\{ -\frac{(N-1)}{2}, -\frac{(N-2)}{2}, \dots, \frac{(N-2)}{2}, \frac{(N-1)}{2} \mid N \text{ is odd} \right\}$), f_i 가장 강한 세기로 수신된 신호의 주파수, c 는 전파 속도(광속)이며, d 는 안테나 소자간 간격, N 은 총 안테나 개수를 나타낸다.

[0047]

즉 본 실시예에 따른 도래각 추정 장치는 서로 다른 주파수를 갖는 다수의 신호가 렌즈(310)를 통해 초점 거리 상의 서로 다른 위치로 집속되면, 초점 거리에 위치하는 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N)에서 수신된 신호 중 가장 강한 세기로 신호가 수신된 안테나 소자의 배치 위치(n_i)와 주파수(f_i)를 기반으로 수학식 2에 따라 매우 용이하게 도래각(θ)을 추정할 수 있다.

[0048]

경우에 따라서는 수신되는 다중 주파수 신호의 다수의 신호가 모두 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N) 사이에 집속되는 경우도 발생할 수 있으나, 이 경우에도 서로 다른 주파수를 갖는 다수의 신호에 대해 가장 강한 세기의 신호를 추출하여 도래각을 추정하므로, 도래각(θ) 추정 오차를 크게 줄일 수 있으며, 다중 주파수 신호에 포함되는 신호의 개수와 신호간 주파수 차에 따라 도래각(θ) 추정 오차는 더욱 줄일 수 있다.

[0049]

결과적으로 본 실시예에 따른 도래각 추정 장치는 매우 간단한 연산으로 빠르게 도래각(θ)을 추정할 수 있으며, 동시에 전송하는 신호의 주파수 분포에 따라 도래각 추정 오차를 저감시킬 수 있다.

[0050]

이때, 다중 주파수 신호를 전송하는 송신 장치는 다중 주파수 신호의 전송 전력이 과도하게 증가하는 것을 방지하기 위해, 전송하는 신호의 수에 반비례하여 각 신호의 전송 전력을 저감시킬 수 있다.

[0051]

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 방법을 나타낸다.

[0052]

도 2 및 도 3을 참조하여, 도 4의 도래각 추정 방법을 설명하면, 우선 송신 장치로부터 기지정된 서로 다른 주파수를 갖는 다중 주파수 신호가 전송되어 렌즈(310)와 렌즈(310)의 초점 거리 상에서 기지정된 간격(d)으로 배열된 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N)를 구비하는 렌즈 안테나부(210)로 입사된다(S10).

[0053]

렌즈 안테나부(210)로 다중 주파수 신호가 입사되면, 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N) 각각으로 수신된 다수의 수신 신호 각각에 대해 필터링 등의 전처리를 수행하여, 기지정된 주파수 대역의 신호만을 획득한다(S20).

[0054]

그리고 다수의 안테나 소자(321 ~ 32N) 각각으로 수신된 다중 주파수 신호를 안테나별 및 주파수별로 구분하여 다수의 분류 신호를 획득한다(S30). 다수의 분류 신호가 획득되면, 획득된 다수의 분류 신호 각각의 세기를 분석하여, 가장 강한 세기의 신호를 추출한다(S40). 가장 강한 세기의 신호가 추출되면, 추출된 가장 강한 세기의 신호가 수신된 안테나 소자와 해당 신호의 주파수를 판별한다(S50).

[0055]

판별된 안테나 소자의 배치 위치(n_i)와 주파수(f_i)를 기반으로 수학식 2를 이용하여 도래각(θ)을 추정한다.

[0056]

본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스 될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.

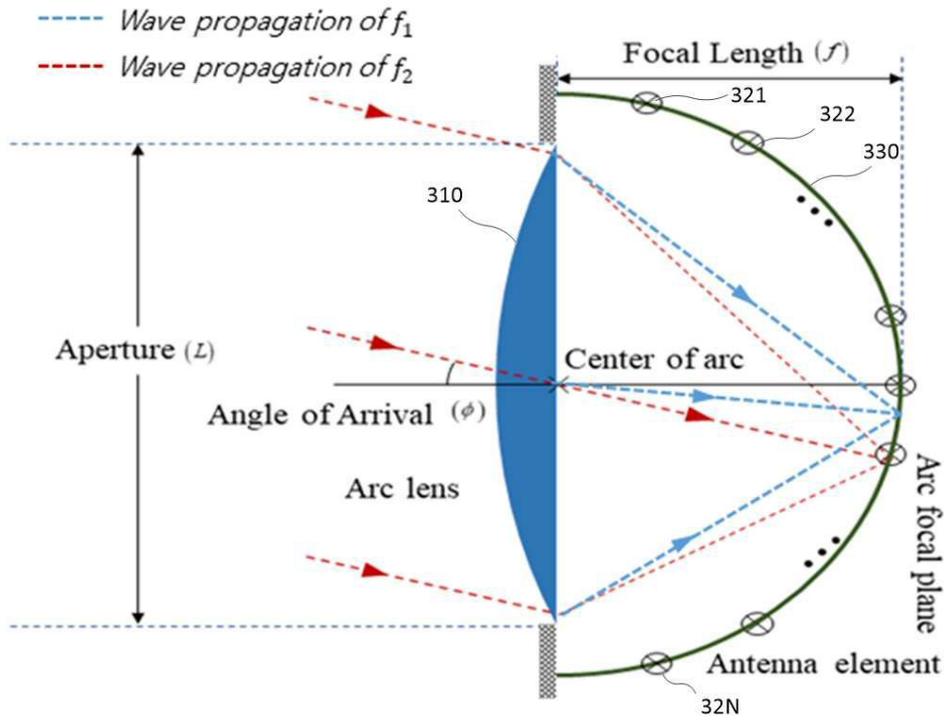
[0057]

본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0058]

따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면3



도면4

