(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0092517
(43) 공개일자 2024년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/08 (2017.01) *G06F 17/18* (2006.01)
H04B 7/0404 (2017.01) *H04W 24/06* (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/086 (2013.01)
G06F 17/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0012105
(22) 출원일자 2023년01월30일
심사청구일자 2023년01월30일
(30) 우선권주장
1020220175226 2022년12월14일 대한민국(KR)

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 조선대길 126(서석동, 산학협력단)
(72) 발명자
황석승
광주광역시 광산구 왕버들로132번길 35, 수완6차 대방노블랜드 603동 1302호
박희선
광주광역시 서구 마재로 57, 103동 701호
(74) 대리인
특허법인지원

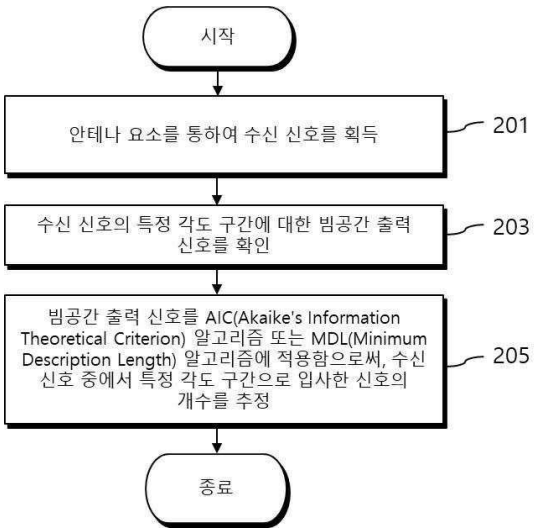
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **특정 구간에서의 신호 개수를 추정하는 전자 장치 및 그 동작 방법**

(57) 요 약

다양한 실시예들에 따라서, 빔공간 기반 AIC 또는 MDL 알고리즘을 이용하여, 특정 구간에서의 신호 개수를 추정하는 전자 장치는, 배열 안테나로 구현된 안테나 요소, 상기 안테나 요소와 전기적으로 연결된 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 안테나 요소를 통하여 수신 신호를 획득하고, 상기 수신 신호의 특정 각도 구간에 대한 빔공간 출력 신호를 확인하고, 및 상기 빔공간 출력 신호를 AIC(Akaike's Information Theoretical Criterion) 알고리즘 또는 MDL(Minimum Description Length) 알고리즘에 적용함으로써, 상기 특정 각도 구간으로 입사한 신호의 개수를 추정하도록 설정될 수 있다. 그 밖의 다양한 실시예들도 가능하다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H04B 7/0404 (2013.01)
H04W 24/06 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345356182
과제번호 LINC3.0-2022-43
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 산학연협력고도화지원
연구과제명 차세대 빔형성기를 위한 고신뢰 신호개수 추정 기술(3단계산학연협력선도대학육성사업(LINC3.0)(0.5))
기 여 율 1/2
과제수행기관명 조선대학교
연구기간 2022.08.01 ~ 2023.01.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345349354
과제번호 2018R1D1A1B07041644
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(교육부)
연구과제명 적응신호처리 기반의 고성능 수중 위치추정 기술 연구
기 여 율 1/2
과제수행기관명 조선대학교
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

빔공간 기반 AIC 또는 MDL 알고리즘을 이용하여, 특정 구간에서의 신호 개수를 추정하는 전자 장치에 있어서,

배열 안테나로 구현된 안테나 요소,

상기 안테나 요소와 전기적으로 연결된 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

안테나 요소를 통하여 수신 신호를 획득하고,

상기 수신 신호의 특정 각도 구간에 대한 빔공간 출력 신호를 확인하고, 및

상기 빔공간 출력 신호를 AIC(Akaike's Information Theoretical Criterion) 알고리즘 또는 MDL(Minimum Description Length) 알고리즘에 적용함으로써, 상기 특정 각도 구간으로 입사한 신호의 개수를 추정하도록 설정된,

전자 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 배열 안테나는 등간격 선형 배열 안테나이고,

상기 프로세서는,

하기의 [수학식 A]에 따라, 상기 등간격 선형 배열 안테나에 대응하는 상기 특정 각도 구간에 대한 상기 빔공간 출력 신호를 확인하도록 설정된,

전자 장치.

[수학식 A]

① $\mathbf{x}_B(k) = \mathbf{W}_B^H \mathbf{x}(k)$

② $\mathbf{x}(k) = \mathbf{A}\mathbf{s}(k) + \mathbf{n}(k)$

③ $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}d\sin(\theta_1)} & \cdots & e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}d\sin(\theta_L)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{-j(M-1)\frac{2\pi}{\lambda}d\sin(\theta_1)} & \cdots & e^{-j(M-1)\frac{2\pi}{\lambda}d\sin(\theta_L)} \end{bmatrix}$

④ $\mathbf{W}_B = \frac{1}{\sqrt{M}}\left[e^{-j\left(m-\frac{M-1}{2}\right)\left(\psi_c-(b-mid(b))\frac{2\pi}{M}\right)}\right],\ m=[0,\cdots,M-1],\ b=[0,\cdots,B-1]$

①식에서 $x_B(k)$는 B차원의 빔공간 출력 신호 모델, W_B는 M x B 크기의 가중치 행렬, B는 빔공간 개수, x(k)는 샘플인덱스 k에 대한 수신 신호 벡터를 나타내고,

②식에서 A는 M x L 크기의 어레이 응답 행렬, s(k)는 L x 1 크기의 신호 벡터, n(k)는 M x 1 크기의 AWGN(Addictive White Gaussian Noise) 벡터, M은 안테나 요소의 개수, L은 신호의 개수를 나타내고,

③식에서 λ는 파장, d는 안테나 요소의 간격, Θ_l은 l번째 신호에 대한 입사각(l=1,2,...,L)을 나타내고,

④식에서 ψ_c는 중앙빔, mid(b)는 b의 중앙값을 나타냄.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 프로세서는,

하기의 [수학식 B]에 따라, 상기 빔공간 출력 신호에 대한 샘플 공분산 행렬(R_B)을 산출하고, 및

상기 샘플 공분산 행렬로부터 빔공간 고유 값을 산출하도록 설정된,

전자 장치.

[수학식 B]

$$\mathrm{R}_B = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\mathrm{x}_B(k)\mathrm{x}_B^H(k)$$

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 배열 안테나는 등간격 사각 배열 안테나이고,

상기 프로세서는,

하기의 [수학식 C]에 따라, 상기 등간격 사각 배열 안테나에 대응하는 상기 특정 각도 구간에 대한 상기 빔공간 출력 신호를 확인하도록 설정된,

전자 장치.

[수학식 C]

① $\mathrm{x}_B(k) = \mathrm{W}_B^H\mathrm{x}(k)$

② $\mathrm{x}(k) = \mathrm{A}\mathrm{s}(k) + \mathrm{n}(k)$

③ $\mathrm{A} = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ e^{-j\chi_1} & \cdots & e^{-j\chi_L} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{-j(M_x-1)\chi_1} & \cdots & e^{-j(M_x-1)\chi_L} \\ e^{-j\gamma_1} & \cdots & e^{-j\gamma_L} \\ e^{-j(\chi_1+\gamma_1)} & \cdots & e^{-j(\chi_L+\gamma_L)} \\ \cdots & \ddots & \vdots \\ e^{-j((M_x-1)\chi_1+(M_y-1)\gamma_1)} & \cdots & e^{-j((M_x-1)\chi_L+(M_y-1)\gamma_L)} \end{bmatrix}$

$$\chi_i = 2\pi\left(\frac{d}{\lambda}\right)\sin\theta_i\cos\phi_i$$

$$\gamma_i = 2\pi\left(\frac{d}{\lambda}\right)\sin\theta_i\sin\phi_i$$

④ $\mathrm{W}_B = \mathrm{W}_{B_y} \otimes \mathrm{W}_{B_x}$

①식에서 $x_B(k)$는 B차원의 빔공간 출력 신호 모델, W_B는 M x B 크기의 가중치 행렬, B는 빔공간 개수, x(k)는 샘플인덱스 k에 대한 수신 신호 벡터를 나타내고,

②식에서 A는 M x L 크기의 어레이 응답 행렬, s(k)는 L x 1 크기의 신호 벡터, n(k)는 M x 1 크기의 AWGN 벡터, M(M_x x M_y)은 안테나 요소의 개수, L은 신호의 개수를 나타내고,

③식에서 λ는 파장, d는 안테나 요소의 간격, Θ는 고도각, ϕ는 방위각을 나타내고,

④식에서 W_{Bx}와 W_{By}는 각각 x축과 y축에서의 빔공간 가중치 행렬을 나타내고 W_B는 이들의 크로네커 곱을 나타냄.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 프로세서는,

하기의 [수학식 D]에 따라, 상기 빔공간 출력 신호에 대한 샘플 공분산 행렬(R_B)을 산출하고, 및

상기 샘플 공분산 행렬로부터 빔공간 고유 값을 산출하도록 설정된,

전자 장치.

[수학식 D]

$$\mathrm{R}_B = E\left[\mathbf{x}_B(k)\mathbf{x}_B^H(k)\right]$$

청구항 6

제3 항 또는 제5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프로세서는,

하기의 [수학식 E]에 따라, 상기 빔공간 고유 값을 AIC 알고리즘에 적용함으로써, 상기 신호의 개수를 추정하도록 설정된,

전자 장치.

[수학식 E]

$$AIC(L) = -2N\ln\left[\frac{\prod_{i=L+1}^{B}\alpha_i}{\left[\frac{1}{B-L}\sum_{i=L+1}^{B}\alpha_i\right]^{B-L}}\right]+2L(2B-L)$$

N은 샘플 개수, α_i는 i번째 고유 값을 나타내고, L은 {0,...,B-1}의 값을 가짐.

청구항 7

제3 항 또는 제5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프로세서는,

하기의 [수학식 F]에 따라, 상기 빔공간 고유 값을 MDL 알고리즘에 적용함으로써, 상기 신호의 개수를 추정하도록 설정된,

전자 장치.

[수학식 F]

$$MDL(L) = -N\ln\left[\frac{\prod_{i=L+1}^{B}\alpha_i}{\left[\frac{1}{B-L}\sum_{i=L+1}^{B}\alpha_i\right]^{B-L}}\right]+\frac{1}{2}L(2B-L)\ln N$$

N은 샘플 개수, α_i는 i번째 고유 값을 나타내고, L은 {0,...,B-1}의 값을 가짐.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 다양한 실시예는, 빔공간 기반 AIC(Akaike's Information Theoretical Criterion) 또는 MDL(Minimum Description Length) 알고리즘을 이용하여, 특정 구간에서의 신호 개수를 추정하는 전자 장치 및 그 동작 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 수신된 신호의 신호 개수를 추정하기 위한 다양한 기법이 존재하지만, 정보 이론에 기반한 AIC 및 MDL 기법이 가장 널리 사용되는 신호 개수 추정 기법이다. 해당 기법은 요소 공간에서 뛰어난 성능 지표를 가지고 있다. 하지만, 기존 요소 공간 기반 신호개수 추정 알고리즘은 등간격 선형 배열 안테나가 적용된 경우 -90도 ~ +90도에 해당하는 전체 고도각 혹은 방위각에 대해 입사하는 신호의 개수를 추정하고, 등간격 사각 배열 안테나가 적용된 경우 -180도 ~ +180도에 해당하는 전체 고도각 및 방위각에 대해 입사하는 신호의 개수를 추정하며, 특정 구간에 존재하는 신호의 개수는 추정할 수 없다. 또한, 배열 안테나를 구성하는 안테나 요소의 개수가 증가함에 따라, 종래의 요소공간 기반 신호개수 추정 알고리즘은 전체 범위에 대해 전체 안테나 요소 개수만큼 기준식을 반복해서 계산해야 하므로 복잡도가 급격히 증가하는 문제점이 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 특정 구간에 존재하는 신호의 개수를 추정하기 위해, 수신 신호에 빔공간 가중치 행렬을 곱하여 검색 범위를 전체 범위에서 관심있는 특정 구간으로 집중시키고, 빔공간 공분산 행렬의 고유치 값을 기반으로 AIC와 MDL 기준값을 계산하여 특정 구간에 존재하는 신호의 수를 추정하는 전자 장치를 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 다양한 실시예들에 따라서, 빔공간 기반 AIC 또는 MDL 알고리즘을 이용하여, 특정 구간에서의 신호 개수를 추정하는 전자 장치는, 배열 안테나로 구현된 안테나 요소, 상기 안테나 요소와 전기적으로 연결된 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 안테나 요소를 통하여 수신 신호를 획득하고, 상기 수신 신호의 특정 각도 구간에 대한 빔공간 출력 신호를 확인하고, 및 상기 빔공간 출력 신호를 AIC(Akaike's Information Theoretical Criterion) 알고리즘 또는 MDL(Minimum Description Length) 알고리즘에 적용함으로써, 상기 특정 각도 구간으로 입사한 신호의 개수를 추정하도록 설정될 수 있다.

발명의 효과

[0005] 본 발명은 수신 신호의 전체 구간이 아닌 특정 구간에 대하여 신호 개수를 추정함으로써, 연산에 필요한 리소스 소모량을 감소시키고, 통신 성능을 향상시키는 효과를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 전자 장치 및 네트워크의 블록도를 도시한다.

도 2는 다양한 실시예들에 따른, 전자 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 다양한 실시예들에 따른, 전자 장치 내에 구현된 등간격 사각 배열 안테나를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 이하, 본 문서의 다양한 실시예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다. 실시예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제 1," "제 2," "첫째," 또는 "둘째,"등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 어떤(예: 제 1) 구성요소가 다른(예: 제 2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제 3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.

[0008] 본 문서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한," "~하는 능력을 가지는," "~하도록 변경된," "~하도록 만들어진," "~를 할 수 있는," 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다. 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

[0009] 본 문서의 다양한 실시예들에 따른 전자 장치는, 예를 들면, 스마트폰, 태블릿 PC, 데스크탑 PC, 랩탑 PC, 넷북 컴퓨터, 워크스테이션, 서버 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0010] 도 1을 참조하여, 다양한 실시예에서의, 네트워크 환경(100) 내의 전자 장치(101)가 기재된다. 전자 장치(101)는 버스(110), 프로세서(120), 메모리(130), 입출력 인터페이스(150), 디스플레이(160), 및 통신 인터페이스(170)를 포함할 수 있다. 어떤 실시예에서는, 전자 장치(101)는, 구성요소들 중 적어도 하나를 생략하거나 다른 구성요소를 추가적으로 구비할 수 있다. 버스(110)는 구성요소들(110-170)을 서로 연결하고, 구성요소들 간의 통신(예: 제어 메시지 또는 데이터)을 전달하는 회로를 포함할 수 있다. 프로세서(120)는, 중앙처리장치, 어플리케이션 프로세서, 또는 커뮤니케이션 프로세서(communication processor(CP)) 중 하나 또는 그 이상을 포함할 수 있다. 프로세서(120)는, 예를 들면, 전자 장치(101)의 적어도 하나의 다른 구성요소들의 제어 및/또는 통신에 관한 연산이나 데이터 처리를 실행할 수 있다.

[0011] 메모리(130)는, 휘발성 및/또는 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 메모리(130)는, 예를 들면, 전자 장치(101)의 적어도 하나의 다른 구성요소에 관계된 명령 또는 데이터를 저장할 수 있다. 한 실시예에 따르면, 메모리(130)는 소프트웨어 및/또는 프로그램(140)을 저장할 수 있다. 프로그램(140)은, 예를 들면, 커널(141), 미들웨어(143), 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API)(145), 및/또는 어플리케이션 프로그램(또는 "어플리케이션")(147) 등을 포함할 수 있다. 커널(141), 미들웨어(143), 또는 API(145)의 적어도 일부는, 운영 시스템으로 지칭될 수 있다. 커널(141)은, 예를 들면, 다른 프로그램들(예: 미들웨어(143), API(145), 또는 어플리케이션 프로그램(147))에 구현된 동작 또는 기능을 실행하는 데 사용되는 시스템 리소스들(예: 버스(110), 프로세서(120), 또는 메모리(130) 등)을 제어 또는 관리할 수 있다. 또한, 커널(141)은 미들웨어(143), API(145), 또는 어플리케이션 프로그램(147)에서 전자 장치(101)의 개별 구성요소에 접근함으로써, 시스템 리소스들을 제어 또는 관리할 수 있는 인터페이스를 제공할 수 있다.

[0012] 미들웨어(143)는, 예를 들면, API(145) 또는 어플리케이션 프로그램(147)이 커널(141)과 통신하여 데이터를 주고받을 수 있도록 중개 역할을 수행할 수 있다. 또한, 미들웨어(143)는 어플리케이션 프로그램(147)으로부터 수신된 하나 이상의 작업 요청들을 우선 순위에 따라 처리할 수 있다. 예를 들면, 미들웨어(143)는 어플리케이션 프로그램(147) 중 적어도 하나에 전자 장치(101)의 시스템 리소스(예: 버스(110), 프로세서(120), 또는 메모리(130) 등)를 사용할 수 있는 우선 순위를 부여하고, 상기 하나 이상의 작업 요청들을 처리할 수 있다. API(145)는 어플리케이션(147)이 커널(141) 또는 미들웨어(143)에서 제공되는 기능을 제어하기 위한 인터페이스로, 예를 들면, 파일 제어, 창 제어, 영상 처리, 또는 문자 제어 등을 위한 적어도 하나의 인터페이스 또는 함수(예: 명령어)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(150)는, 예를 들면, 사용자 또는 다른 외부 기기로부터

입력된 명령 또는 데이터를 전자 장치(101)의 다른 구성요소(들)에 전달하거나, 또는 전자 장치(101)의 다른 구성요소(들)로부터 수신된 명령 또는 데이터를 사용자 또는 다른 외부 기기로 출력할 수 있다.

[0013] 디스플레이(160)는, 예를 들면, 액정 디스플레이(LCD), 발광 다이오드(LED) 디스플레이, 유기 발광 다이오드(OLED) 디스플레이, 또는 마이크로 전자기계 시스템 (MEMS) 디스플레이, 또는 전자종이(electronic paper) 디스플레이를 포함할 수 있다. 디스플레이(160)는, 예를 들면, 사용자에게 각종 콘텐츠(예: 텍스트, 이미지, 비디오, 아이콘, 및/또는 심볼 등)을 표시할 수 있다. 디스플레이(160)는, 터치 스크린을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 전자 펜 또는 사용자의 신체의 일부를 이용한 터치, 제스쳐, 근접, 또는 호버링 입력을 수신할 수 있다. 통신 인터페이스(170)는, 예를 들면, 전자 장치(101)와 외부 장치(예: 제 1 외부 전자 장치(102), 제 2 외부 전자 장치(104), 또는 서버(106)) 간의 통신을 설정할 수 있다. 예를 들면, 통신 인터페이스(170)는 무선 통신 또는 유선 통신을 통해서 네트워크(162)에 연결되어 외부 장치(예: 제 2 외부 전자 장치(104) 또는 서버(106))와 통신할 수 있다.

[0014] 무선 통신은, 예를 들면, LTE, LTE-A(LTE Advance), CDMA(code division multiple access), WCDMA(wideband CDMA), UMTS(universal mobile telecommunications system), WiBro(Wireless Broadband), 또는 GSM(Global System for Mobile Communications) 등 중 적어도 하나를 사용하는 셀룰러 통신을 포함할 수 있다. 한 실시예에 따르면, 무선 통신은, 예를 들면, WiFi(wireless fidelity), 블루투스, 블루투스 저전력(BLE), 지그비(Zigbee), NFC(near field communication), 자력 시큐어 트랜스미션(Magnetic Secure Transmission), 라디오 프리퀀시(RF), 또는 보디 에어리어 네트워크(BAN) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 한실시예에 따르면, 무선 통신은 GNSS를 포함할 수 있다. GNSS는, 예를 들면, GPS(Global Positioning System), Glonass(Global Navigation Satellite System), Beidou Navigation Satellite System(이하 "Beidou") 또는 Galileo, the European global satellite-based navigation system일 수 있다. 이하, 본 문서에서는, "GPS"는 "GNSS"와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 유선 통신은, 예를 들면, USB(universal serial bus), HDMI(high definition multimedia interface), RS-232(recommended standard232), 전력선 통신, 또는 POTS(plain old telephone service) 등 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 네트워크(162)는 텔레커뮤니케이션 네트워크, 예를 들면, 컴퓨터 네트워크(예: LAN 또는 WAN), 인터넷, 또는 텔레폰 네트워크 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 제 1 및 제 2 외부 전자 장치(102, 104) 각각은 전자 장치(101)와 동일한 또는 다른 종류의 장치일 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 전자 장치(101)에서 실행되는 동작들의 전부 또는 일부는 다른 하나 또는 복수의 전자 장치(예: 전자 장치(102,104), 또는 서버(106)에서 실행될 수 있다. 한 실시예에 따르면, 전자 장치(101)가 어떤 기능이나 서비스를 자동으로 또는 요청에 의하여 수행해야 할 경우에, 전자 장치(101)는 기능 또는 서비스를 자체적으로 실행시키는 대신에 또는 추가적으로, 그와 연관된 적어도 일부 기능을 다른 장치(예: 전자 장치(102, 104), 또는 서버(106))에게 요청할 수 있다. 다른 전자 장치(예: 전자 장치(102, 104), 또는 서버(106))는 요청된 기능 또는 추가 기능을 실행하고, 그 결과를 전자 장치(101)로 전달할 수 있다. 전자 장치(101)는 수신된 결과를 그대로 또는 추가적으로 처리하여 요청된 기능이나 서비스를 제공할 수 있다. 이를 위하여, 예를 들면, 클라우드 컴퓨팅, 분산 컴퓨팅, 또는 클라이언트-서버 컴퓨팅 기술이 이용될 수 있다.

[0017] 도 2는 다양한 실시예들에 따른, 전자 장치(예: 도 1의 전자 장치(101))의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0018] 도 3은 다양한 실시예들에 따른, 전자 장치(101) 내에 구현된 등간격 사각 배열 안테나를 나타내는 도면이다.

[0019] 201 동작에서, 다양한 실시예들에 따르면, 전자 장치(예: 도 1의 프로세서(120))는 안테나 요소를 통하여 수신 신호를 획득할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101)의 통신 인터페이스(예: 도 1의 통신 인터페이스(170))는 안테나 요소를 포함할 수 있고, 상기 안테나 요소는 등간격 선형 배열로 구현된 안테나이거나 등간격 사각(면형) 배열(또는 전방 배열)로 구현된 안테나일 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101)는 안테나 요소로 입사되는 수신 신호를 검출하여 샘플링할 수 있다.

[0020] 203 동작에서, 다양한 실시예들에 따르면, 전자 장치(예: 도 1의 프로세서(120))는 수신 신호의 특정 각도 구간에 대한 빔공간 출력 신호를 확인할 수 있다.

[0021] 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101) 내에 등간격 선형 배열 안테나가 구현된 경우, 전자 장치(101)는 [수학식 1]에 따라, 등간격 선형 배열 안테나에 대응하는 수신 신호의 특정 각도 구간에 대한 빔공간 출력 신호($x_B(k)$)를 확인할 수 있다.

수학식 1

[0022]

① $x_B(k) = W_B^H x(k)$

② $x(k) = As(k) + n(k)$

③ $A = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}dsin(\theta_1)} & \cdots & e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}dsin(\theta_L)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{-j(M-1)\frac{2\pi}{\lambda}dsin(\theta_1)} & \cdots & e^{-j(M-1)\frac{2\pi}{\lambda}dsin(\theta_L)} \end{bmatrix}$

④ $W_B = \frac{1}{\sqrt{M}}\left[e^{-j\left(m-\frac{M-1}{2}\right)\left(\psi_c-(b-mid(b))\frac{2\pi}{M}\right)}\right],\ m = [0,\cdots,M-1],\ b = [0,\cdots,B-1]$

[0023] ①식에서 $x_B(k)$는 B차원의 빔공간 출력 신호 모델, W_B는 M x B 크기의 가중치 행렬, B는 빔공간 개수, x(k)는 샘플인덱스 k에 대한 수신 신호 벡터를 나타내고,

[0024] ②식에서 A는 M x L 크기의 어레이 응답 행렬, s(k)는 L x 1 크기의 신호 벡터, n(k)는 M x 1 크기의 AWGN(Addictive White Gaussian Noise) 벡터, M은 안테나 요소의 개수, L은 신호의 개수를 나타내고,

[0025] ③식에서 λ는 파장, d는 안테나 요소의 간격, Θ_l은 l번째 신호에 대한 입사각(l=1,2,...,L)을 나타내고,

[0026] ④식에서 ψ_c는 중앙빔, mid(b)는 b의 중앙값을 나타낸다.

[0028] 일 실시예에 따라, 도 3을 참조하면, 전자 장치(101) 내에 등간격 사각 배열 안테나가 구현된 경우, 전자 장치(101)는 [수학식 2]에 따라, 등간격 사각 배열 안테나에 대응하는 수신 신호의 특정 각도 구간에 대한 빔공간 출력 신호($x_B(k)$)를 확인할 수 있다.

수학식 2

[0029]

① $x_B(k) = W_B^H x(k)$

② $x(k) = As(k) + n(k)$

③ $A = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ e^{-j\chi_1} & \cdots & e^{-j\chi_L} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{-j(M_x-1)\chi_1} & \cdots & e^{-j(M_x-1)\chi_L} \\ e^{-j\gamma_1} & \cdots & e^{-j\gamma_L} \\ e^{-j(\chi_1+\gamma_1)} & \cdots & e^{-j(\chi_L+\gamma_L)} \\ \cdots & \ddots & \vdots \\ e^{-j((M_x-1)\chi_1+(M_y-1)\gamma_1)} & \cdots & e^{-j((M_x-1)\chi_L+(M_y-1)\gamma_L)} \end{bmatrix}$

$\chi_i = 2\pi\left(\frac{d}{\lambda}\right)\sin\theta_i\cos\phi_i$

$\gamma_i = 2\pi\left(\frac{d}{\lambda}\right)\sin\theta_i\sin\phi_i$

④ $W_B = W_{B_y} \otimes W_{B_x}$

[0030] ①식에서 $x_B(k)$는 B차원의 빔공간 출력 신호 모델, W_B는 M x B 크기의 가중치 행렬, B는 빔공간 개수, x(k)는 샘플인덱스 k에 대한 수신 신호 벡터를 나타내고,

[0031] ②식에서 A는 M x L 크기의 어레이 응답 행렬, s(k)는 L x 1 크기의 신호 벡터, n(k)는 M x 1 크기의 AWGN 벡터, $M(M_x \times M_y)$은 안테나 요소의 개수, L은 신호의 개수를 나타내고,

[0032] ③식에서 λ는 파장, d는 안테나 요소의 간격, Θ는 고도각, ϕ는 방위각을 나타내고,

[0033] ④식에서 W_{Bx}와 W_{By}는 각각 x축과 y축에서의 빔공간 가중치 행렬을 나타내고 W_B는 이들의 크로네커 곱을 나타냄.

[0035] 205 동작에서, 다양한 실시예들에 따르면, 전자 장치(예: 도 1의 프로세서(120))는 확인된 빔공간 출력 신호를

AIC(Akaike's Information Theoretical Criterion) 알고리즘 또는 MDL(Minimum Description Length) 알고리즘에 적용함으로써, 수신 신호 중에서 특정 각도 구간으로 입사한 신호의 개수를 추정할 수 있다.

[0036] 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101) 내에 등간격 선형 배열 안테나가 구현된 경우, 전자 장치(101)는 [수학식 3]에 따라, 등간격 선형 배열 안테나에 대응하는 빔공간 출력 신호에 대한 샘플 공분산 행렬(R_B)을 산출할 수 있고, 샘플 공분산 행렬로부터 고유치 분해를 통하여 빔공간 고유 값을 산출할 수 있다. 이 때, 고유 값은 내림차순으로 정렬된 샘플 공분산 행렬의 고유 값일 수 있다.

수학식 3

[0037]
$$\mathrm{R}_B = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\mathrm{x}_B(k)\mathrm{x}_B^H(k)$$

[0038] 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101) 내에 등간격 사각 배열 안테나가 구현된 경우, 전자 장치(101)는 [수학식 4]에 따라, 등간격 사각 배열 안테나에 대응하는 빔공간 출력 신호에 대한 샘플 공분산 행렬(R_B)을 산출할 수 있고, 샘플 공분산 행렬로부터 고유치 분해를 통하여 빔공간 고유 값을 산출할 수 있다.

수학식 4

[0039]
$$\mathrm{R}_B = E\left[\mathrm{x}_B(k)\mathrm{x}_B^H(k)\right]$$

[0040] 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101) 내에 등간격 선형 배열 안테나 또는 등간격 사각 배열 안테나가 구현된 경우, 전자 장치(101)는 [수학식 5]에 따라, 빔공간 고유 값을 AIC 알고리즘에 적용함으로써, 특정 각도 구간으로 입사한 신호의 개수를 추정할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101)는 [수학식 5]의 값을 최소가 되게 하는 L값을 상기 특정 각도 구간으로 입사한 신호의 개수로 결정할 수 있다.

수학식 5

[0041]
$$AIC(L) = -2N\ln\left[\frac{\prod_{i=L+1}^{B}\alpha_i}{\left[\frac{1}{B-L}\sum_{i=L+1}^{B}\alpha_i\right]^{B-L}}\right] + 2L(2B-L)$$

[0042] N은 샘플 개수, α_i는 i번째 고유 값을 나타내고, L은 {0,...,B-1}의 값을 가질 수 있다.

[0043] 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101) 내에 등간격 선형 배열 안테나 또는 등간격 사각 배열 안테나가 구현된 경우, 전자 장치(101)는 [수학식 6]에 따라, 빔공간 고유 값을 MDL 알고리즘에 적용함으로써, 특정 각도 구간으로 입사한 신호의 개수를 추정할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101)는 [수학식 6]의 값을 최소가 되게 하는 L값을 상기 특정 각도 구간으로 입사한 신호의 개수로 결정할 수 있다.

수학식 6

[0044]
$$MDL(L) = -N\ln\left[\frac{\prod_{i=L+1}^{B}\alpha_i}{\left[\frac{1}{B-L}\sum_{i=L+1}^{B}\alpha_i\right]^{B-L}}\right]+\frac{1}{2}L(2B-L)\ln N$$

[0045] N은 샘플 개수, α_i는 i번째 고유 값을 나타내고, L은 {0,...,B-1}의 값을 가질 수 있다.

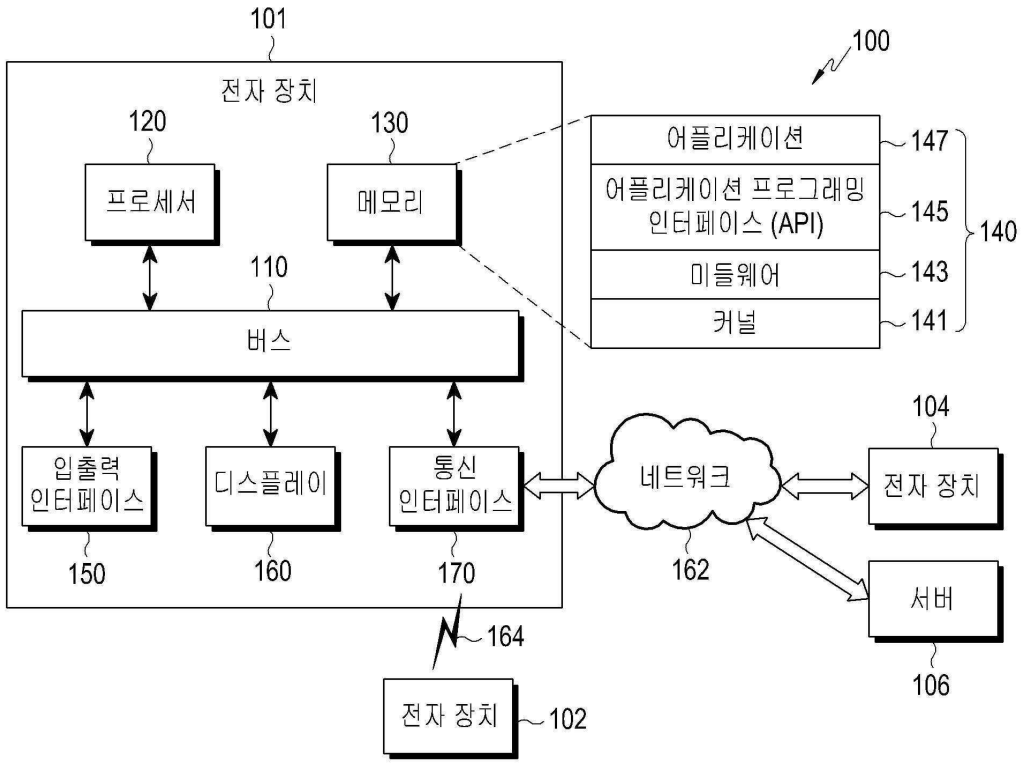
[0046] 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101)는 상술한 동작들에 따라 추정된 특정 구간에서의 신호 개수를, 향상된 통신성능을 위한 적응 신호 처리 장치 또는 빔포머에 활용할 수 있다.

[0048] 본 문서에서 사용된 용어 "모듈" 또는 "~부"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구성된 유닛을 포함하며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로 등의 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. "모듈" 또는 "~부"는, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. "모듈" 또는 "~부"는 기계적으로 또는 전자적으로 구현될 수 있으며, 예를 들면, 어떤 동작들을 수행하는, 알려졌거나 앞으로 개발될, ASIC(application-specific integrated circuit) 칩, FPGAs(field-programmable gate arrays), 또는 프로그램 가능 논리 장치를 포함할 수 있고, 프로세서(120)에 의하여 실행될 수 있다. 다양한 실시예에 따른 장치(예: 모듈들 또는 그 기능들) 또는 방법(예: 동작들)의 적어도 일부는 프로그램 모듈의 형태로 컴퓨터로 판독 가능한 저장 매체(예: 메모리(130))에 저장된 명령어로 구현될 수 있다. 상기 명령어가 프로세서(예: 프로세서(120))에 의해 실행될 경우, 프로세서가 상기 명령어에 해당하는 기능을 수행할 수 있다. 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체는, 하드디스크, 플로피디스크, 마그네틱 매체(예: 자기테이프), 광기록 매체(예: CD-ROM, DVD, 자기-광 매체 (예: 플롭티컬 디스크), 내장 메모리 등을 포함할 수 있다. 명령어는 컴파일러에 의해 만들어지는 코드 또는 인터프리터에 의해 실행될 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에 따른 모듈 또는 프로그램 모듈은 전술한 구성요소들 중 적어도 하나 이상을 포함하거나, 일부가 생략되거나, 또는 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다. 다양한 실시예에 따른, 모듈, 프로그램 모듈 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적, 병렬적, 반복적 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 적어도 일부 동작이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 다른 동작이 추가될 수 있다.

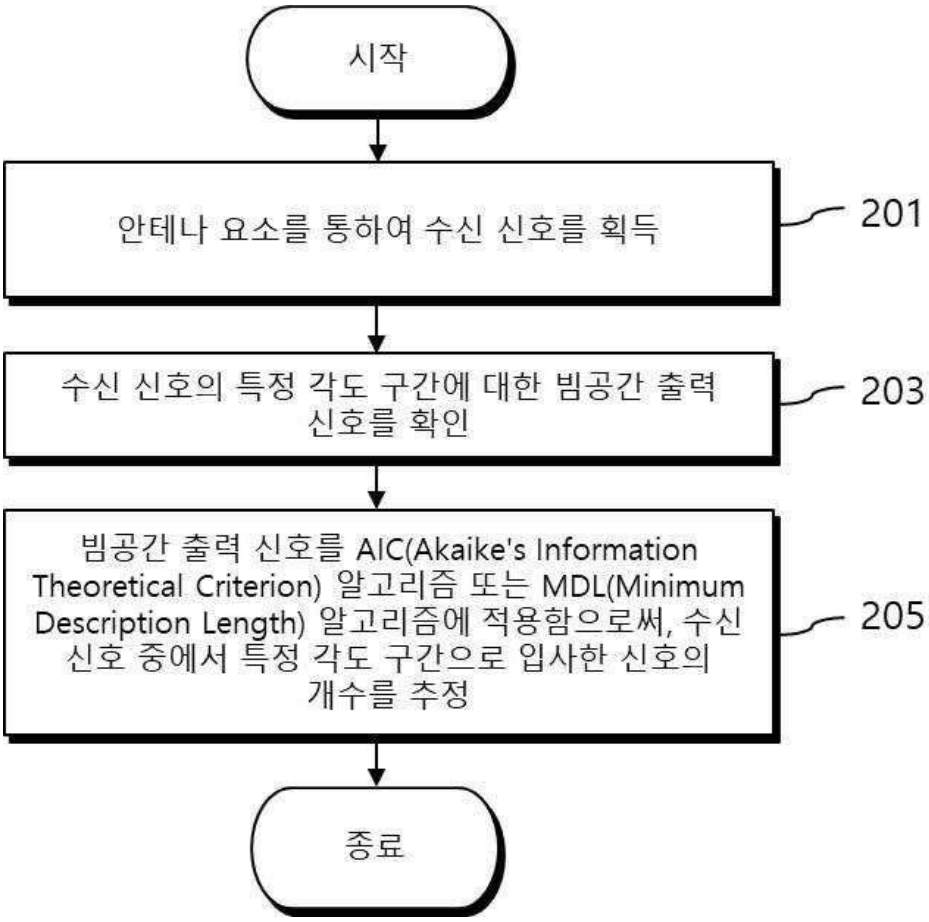
[0049] 그리고 본 문서에 개시된 실시예는 개시된, 기술 내용의 설명 및 이해를 위해 제시된 것이며, 본 개시의 범위를 한정하는 것은 아니다. 따라서, 본 개시의 범위는, 본 개시의 기술적 사상에 근거한 모든 변경 또는 다양한 다른 실시예를 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

도면

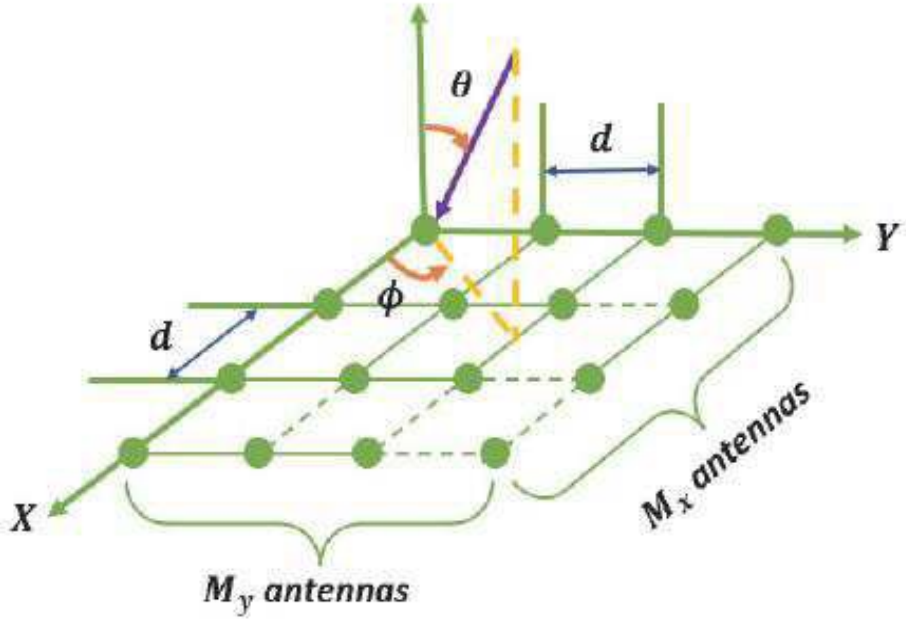
도면1


101
전자 장치
120
프로세서
130
메모리
110
버스
입출력 인터페이스
150
디스플레이
160
통신 인터페이스
170
164
전자 장치
102
100
어플리케이션
147
어플리케이션 프로그래밍 인터페이스 (API)
145
미들웨어
143
커널
141
140
네트워크
162
104
전자 장치
서버
106

도면2


시작
안테나 요소를 통하여 수신 신호를 획득
201
수신 신호의 특정 각도 구간에 대한 빔공간 출력 신호를 확인
203
빔공간 출력 신호를 AIC(Akaike's Information Theoretical Criterion) 알고리즘 또는 MDL(Minimum Description Length) 알고리즘에 적용함으로써, 수신 신호 중에서 특정 각도 구간으로 입사한 신호의 개수를 추정
205
종료

도면3


θ
d
Y
ϕ
d
X
M_x antennas
M_y antennas