



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0103822
(43) 공개일자 2019년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 3/12 (2018.01) G01S 19/24 (2010.01)
(52) CPC특허분류
G01S 3/12 (2018.01)
G01S 19/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0024735
(22) 출원일자 2018년02월28일
심사청구일자 2018년02월28일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
황석승
광주광역시 광산구 왕버들로132번길 35, 603동
1302호 (수완동, 광주 수완6차 대방 노블랜드)
(74) 대리인
리앤목특허법인

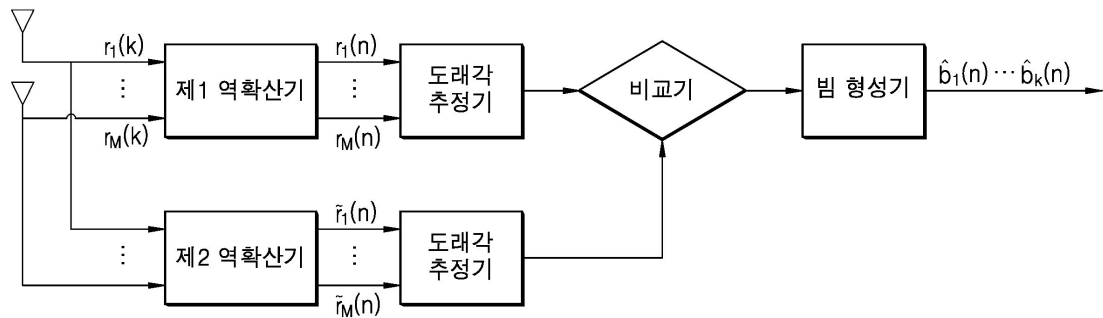
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 도래각 추정 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 역확산기 출력에 기반하여 복수개의 GPS와 간섭신호들의 도래각을 추정하는 제1 도래각 추정 단계; 제2 역확산기 출력에 기반하여 간섭 신호들의 도래각을 추정하는 제2 도래각 추정 단계; 상기 제1 도래각 추정 단계에서 추정된 도래각에는 포함되고, 상기 제2 도래각 추정 단계에서 추정된 도래각에는 포함되지 않는 도래각을 상기 복수개의 GPS의 신호들의 도래각으로 결정하는 도래각 결정 단계; 를 포함하는 도래각 추정 방법이 제공된다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345271502
 부처명 교육부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 기본연구지원사업
 연구과제명 고성능 위치추정 수신기를 위한 하이브리드형 스마트 재밍 제거 기술 연구
 기 여 율 1/2
 주관기관 조선대학교 산학협력단
 연구기간 2017.11.01 ~ 2018.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345275292
 부처명 교육부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 산학협력선도대학(LINC)육성(0.5)
 연구과제명 사회맞춤형산학협력선도대학(LINC+)육성(0.5)
 기 여 율 1/2
 주관기관 조선대학교
 연구기간 2017.04.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

제1 역확산기 출력에 기반하여 복수개의 GPS와 간섭신호들의 도래각을 추정하는 제1 도래각 추정 단계;
제2 역확산기 출력에 기반하여 간섭 신호들의 도래각을 추정하는 제2 도래각 추정 단계;
상기 제1 도래각 추정 단계에서 추정된 도래각에는 포함되고, 상기 제2 도래각 추정 단계에서 추정된 도래각에는 포함되지 않는 도래각을 상기 복수개의 GPS의 신호들의 도래각으로 결정하는 도래각 결정 단계;
를 포함하는 도래각 추정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 제1 역확산기는 합성 역확산기(Composite despreader)인, 도래각 추정 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 제2 역확산기는 복수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기(Null despreader)인, 도래각 추정 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 제1 역확산기 및 제2 역확산기에 기반한 간섭신호들의 추정된 도래각들은 동일한, 도래각 추정 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 결정된 도래각을 적응 어레이 기반의 빔형성기에 적용하는 단계; 를 추가적으로 포함하는, 도래각 추정 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 제2 역확산기는, 10 개의 동일 합성 C/A (coarse acquisition) 코드와 10 개의 음수가 곱해진 동일 합성 C/A 코드로 구성되는, 도래각 추정 방법.

청구항 7

제1 역확산기;
제2 역확산기;
상기 제1 역확산기 출력에 기반하여 복수개의 GPS와 간섭신호들의 도래각을 추정하고, 상기 제2 역확산기 출력에 기반하여 간섭 신호들의 도래각을 추정하는 도래각 추정기;
상기 제1 역확산기 출력에 기반하여 추정된 도래각에는 포함되고, 상기 제2 역확산기 출력에 기반하여 추정된 도래각에는 포함되지 않는 도래각을 상기 복수개의 GPS의 신호들의 도래각으로 결정하는 비교기;
를 포함하는 도래각 추정 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제1 역확산기는 합성 역확산기(Composite despreader)인, 도래각 추정 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제2 역확산기는 복수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기(Null despreader)인, 도래각 추정 장치.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 제2 역확산기는, 열 개의 동일 합성 C/A (coarse acquisition) 코드와 열 개의 음수가 곱해진 동일 합성 C/A 코드로 구성되는, 도래각 추정 장치.

청구항 11

도래각 추정 시스템으로서,

메모리 및 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는, 도래각 추정 방법을 실행하기 위한 명령들을 포함하고,

상기 명령들은,

제1 역확산기 출력에 기반하여 복수개의 GPS와 간섭신호들의 도래각을 추정하는 제1 도래각 추정 단계;

제2 역확산기 출력에 기반하여 간섭 신호들의 도래각을 추정하는 제2 도래각 추정 단계;

상기 제1 도래각 추정 단계에서 추정된 도래각에는 포함되고, 상기 제2 도래각 추정 단계에서 추정된 도래각에는 포함되지 않는 도래각을 상기 복수개의 GPS의 신호들의 도래각으로 결정하는 도래각 결정 단계; 을 실행하는,

도래각 추정 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 도래각 추정 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 복수개 GPS 신호의 도래각을 추정할 수 있는 도래각 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 낮은 전력의 직접 시퀀스 확산 스펙트럼(DSSS; direct-sequence spread-spectrum) 신호를 사용하는 GPS(Global Positioning System) 위성은 1574.42 MHz 반송주파수를 가지는 L_1 과 1227.60 MHz 반송주파수를 가지는 L_2 의 두 가지 타입 신호를 전송한다. 현대화된 GPS는 1227.6 MHz 반송주파수를 가지는 L_{2C} 와 1176.45 MHz 반송주파수를 가지는 L_5 두 개의 상용화된 신호를 추가로 사용한다. 또한, 물체나 사용자의 정확한 위치추정을 위해서는 최소 네 개 이상의 GPS 위성으로부터 신호를 수신 받아야 한다.

[0003] 다중 안테나 요소들을 사용하는 GPS 안테나를 위한 대부분의 빔형성기들은 GPS 신호의 효과적인 수신을 위하여 정확한 GPS AOA(Angle-of-Arrival, 도래각) 정보가 필요하다. 높은 잡음 전력 레벨과 높은 간섭신호 전력에 비해 GPS 신호의 전력은 매우 낮으므로, 정확한 GPS AOA의 정보를 추정하는 것은 매우 어렵다. 현재 개발된 GPS AOA 추정기법은 대부분 단일 GPS AOA를 추정하도록 설계되어 있다. 즉, 다수개(네 개 이상)의 GPS AOA를 추정하기 위해서는, 단일 GPS AOA 추정을 여러 번 반복하여 시행하여야 한다는 문제점이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 복수개 GPS 신호의 도래각을 추정하는 것을 일 목적으로 한다.

[0005] 본 발명은 합성 역확산기의 도래각과 복수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기의 도래각 비교를 통해 빔형성기에 적용되는 도래각을 결정하는 것을 일 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 역확산기 출력에 기반하여 복수개의 GPS와 간섭신호들의 도래각을 추정하는 제1 도래각 추정 단계; 제2 역확산기 출력에 기반하여 간섭 신호들의 도래각을 추정하는 제2 도래각 추정 단계; 상기 제1 도래각 추정 단계에서 추정된 도래각에는 포함되고, 상기 제2 도래각 추정 단계에서 추정된 도래각에는 포함되지 않는 도래각을 상기 복수개의 GPS의 신호들의 도래각으로 결정하는 도래각 결정 단계; 를 포함하는 도래각 추정 방법이 제공된다.

[0007] 본 발명에 있어서, 상기 제1 역확산기는 합성 역확산기(Composite desreader)일 수 있다.

[0008] 본 발명에 있어서, 상기 제2 역확산기는 복수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기(Null desreader)일 수 있다.

[0009] 본 발명에 있어서, 상기 제1 역확산기 및 제2 역확산기에 기반한 간섭신호들의 추정된 도래각들은 동일할 수 있다.

[0010] 본 발명에 있어서, 상기 결정된 도래각을 적응 어레이 기반의 빔형성기에 적용하는 단계; 를 추가적으로 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명에 있어서, 상기 제2 역확산기는, 열 개의 동일 합성 C/A (coarse acquisition) 코드와 열 개의 음수가 곱해진 동일 합성 C/A 코드로 구성될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 역확산기; 제2 역확산기; 상기 제1 역확산기 출력에 기반하여 복수개의 GPS와 간섭신호들의 도래각을 추정하고, 상기 제2 역확산기 출력에 기반하여 간섭 신호들의 도래각을 추정하는 도래각 추정기; 상기 제1 역확산기 출력에 기반하여 추정된 도래각에는 포함되고, 상기 제2 역확산기 출력에 기반하여 추정된 도래각에는 포함되지 않는 도래각을 상기 복수개의 GPS의 신호들의 도래각으로 결정하는 비교기; 를 포함하는 도래각 추정 장치가 제공된다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 도래각 추정 시스템으로서, 메모리 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 도래각 추정 방법을 실행하기 위한 명령들을 포함하고, 상기 명령들은, 제1 역확산기 출력에 기반하여 복수개의 GPS와 간섭신호들의 도래각을 추정하는 제1 도래각 추정 단계; 제2 역확산기 출력에 기반하여 간섭 신호들의 도래각을 추정하는 제2 도래각 추정 단계; 상기 제1 도래각 추정 단계에서 추정된 도래각에는 포함되고, 상기 제2 도래각 추정 단계에서 추정된 도래각에는 포함되지 않는 도래각을 상기 복수개의 GPS의 신호들의 도래각으로 결정하는 도래각 결정 단계; 을 실행하는, 도래각 추정 시스템이 제공된다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 의하면, 합성 역확산기의 도래각과 복수개의 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기의 도래각 비교를 통해 빔형성기에 적용되는 도래각을 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 시스템의 예를 도시한 도면이다.

도 2 는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 서버의 내부 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 3 은 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세서의 내부 구성을 나타낸 것이다.

도 4 는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 방법을 시계열적으로 나타낸 도면이다.

도 5 는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 장치의 구조를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이러한 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 명세서에 기재되

어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 본 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않으면서 일 실시예로부터 다른 실시예로 변경되어 구현될 수 있다. 또한, 각각의 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치도 본 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 행하여지는 것이 아니며, 본 발명의 범위는 특허청구범위의 청구항들이 청구하는 범위 및 그와 균등한 모든 범위를 포괄하는 것으로 받아들여져야 한다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 구성요소를 나타낸다.

[0017] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이러한 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 명세서에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 본 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않으면서 일 실시예로부터 다른 실시예로 변경되어 구현될 수 있다. 또한, 각각의 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치도 본 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 행하여지는 것이 아니며, 본 발명의 범위는 특허청구범위의 청구항들이 청구하는 범위 및 그와 균등한 모든 범위를 포괄하는 것으로 받아들여져야 한다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 구성요소를 나타낸다.

[0018] 이하에서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 여러 실시예에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0019] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 시스템의 예를 도시한 도면이다.

[0020] 도 1의 네트워크 환경은 복수의 사용자 단말들(110, 120, 130, 140), 서버(150) 및 네트워크(170)를 포함하는 예를 나타내고 있다. 이러한 도 1은 발명의 설명을 위한 일례로 사용자 단말의 수나 서버의 수가 도 1과 같이 한정되는 것은 아니다.

[0021] 복수의 사용자 단말들(110, 120, 130, 140)은 컴퓨터 장치로 구현되는 고정형 단말이거나 이동형 단말일 수 있다. 복수의 사용자 단말들(110, 120, 130, 140)의 예를 들면, 스마트폰(smart phone), 휴대폰, 내비게이션, 컴퓨터, 노트북, 디지털방송용 단말, PDA(Personal Digital Assistants), PMP(Portable MultimediaPlayer), 태블릿 PC 등이 있다. 일례로 사용자 단말 1(110)은 무선 또는 유선 통신 방식을 이용하여 네트워크(170)를 통해 다른 사용자 단말들(120, 130, 140) 및/또는 서버(150)와 통신할 수 있다.

[0022] 통신 방식은 제한되지 않으며, 네트워크(170)가 포함할 수 있는 통신망(일례로, 이동통신망, 유선 인터넷, 무선 인터넷, 방송망)을 활용하는 통신 방식뿐만 아니라 기기들간의 근거리 무선 통신 역시 포함될 수 있다. 예를 들어, 네트워크(170)는, PAN(personal area network), LAN(local area network), CAN(campus area network), MAN(metropolitan area network), WAN(wide area network), BBN(broadband network), 인터넷 등의 네트워크 중 하나 이상의 임의의 네트워크를 포함할 수 있다. 또한, 네트워크(170)는 버스 네트워크, 스타 네트워크, 링 네트워크, 메쉬 네트워크, 스타-버스 네트워크, 트리 또는 계층적(hierarchical) 네트워크 등을 포함하는 네트워크 토폴로지 중 임의의 하나 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0023] 도래각 추정을 위한 서버(150)는 복수의 사용자 단말들(110, 120, 130, 140)과 네트워크(170)를 통해 통신하여 명령, 코드, 파일, 컨텐츠, 서비스 등을 제공하는 컴퓨터 장치 또는 복수의 컴퓨터 장치들로 구현될 수 있으며, 사용자 단말들의 요청에 따라 추정된 도래각을 결정하여 제공할 수 있다.

[0024] 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 서버의 내부 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

[0025] 도 2에서는 서버(150)의 내부 구성을 설명한다. 다른 사용자 단말들(110, 120, 130, 140)들 역시 동일한 또는 유사한 내부 구성을 가질 수 있다.

[0026] 서버(150)는 메모리(211), 프로세서(212), 통신 모듈(213) 그리고 입출력 인터페이스(214)를 포함할 수 있다. 메모리(211)는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로서, RAM(random access memory), ROM(read only memory) 및 디스크 드라이브와 같은 비소멸성 대용량 기록장치(permanent mass storage device)를 포함할 수 있다. 또한, 메모리(211)에는 운영체제와 적어도 하나의 프로그램 코드(일례로 사용자 단말 1(110)에 설치되어 구동되는 프로그램이나 어플리케이션 등을 위한 코드)가 저장될 수 있다. 이러한 소프트웨어 구성요소들은 드라이브 메커니즘(drive mechanism)을 이용하여 메모리(211, 221)와는 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체로부터 로딩될 수 있다. 이러한 별도의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체는 플로피 드라이브, 디스크, 테이프, DVD/CD-ROM 드라이브, 메모리 카드 등의 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 소프트웨어

구성요소들은 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체가 아닌 통신 모듈(213)을 통해 메모리(211)에 로딩될 수도 있다.

- [0027] 프로세서(212)는 기본적인 산술, 로직 및 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리(211) 또는 통신 모듈(213)에 의해 프로세서(212)로 제공될 수 있다. 예를 들어 프로세서(212)는 메모리(211)와 같은 기록 장치에 저장된 프로그램 코드에 따라 수신되는 명령을 실행하도록 구성될 수 있다. 특히, 프로세서(212)는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 방법을 구현하기 위한 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다.
- [0028] 통신 모듈(213)은 네트워크(170)를 통해 사용자 단말 1(110)과 서버(150)가 서로 통신하기 위한 기능을 제공할 수 있으며, 다른 사용자 단말(일례로 사용자 단말 2(120)) 또는 다른 서버(일례로 서버(150))와 통신하기 위한 기능을 제공할 수 있다. 일례로, 사용자 단말 1(110)의 요청에 따라 복수개의 GPS 신호의 추정된 도래각을 반환할 수 있다.
- [0029] 입출력 인터페이스(214)는 입출력 장치(215)와의 인터페이스를 위한 수단일 수 있다. 예를 들어, 입력 장치는 키보드 또는 마우스 등의 장치를, 그리고 출력 장치는 어플리케이션의 통신 세션을 표시하기 위한 디스플레이와 같은 장치를 포함할 수 있다. 다른 예로 입출력 인터페이스(214)는 터치스크린과 같이 입력과 출력을 위한 기능이 하나로 통합된 장치와의 인터페이스를 위한 수단일 수도 있다. 보다 구체적인 예로, 사용자 단말 1(110)의 프로세서(212)는 메모리(211)에 로딩된 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리함에 있어서 서버(150)나 사용자 단말 2(120)가 제공하는 데이터를 이용하여 구성되는 서비스 화면이나 콘텐츠가 입출력 인터페이스(214)를 통해 디스플레이에 표시될 수 있다.
- [0030] 또한, 다른 실시예들에서 서버(150)는 도 2의 구성요소들보다 더 많은 구성요소들을 포함할 수도 있다. 그러나, 대부분의 종래기술적 구성요소들을 명확하게 도시할 필요성은 없다. 예를 들어, 서버(150)는 상술한 입출력 장치(215) 중 적어도 일부를 포함하도록 구현되거나 또는 트랜시버(transceiver), GPS(Global Positioning System) 모듈, 카메라, 각종 센서, 데이터베이스 등과 같은 다른 구성요소들을 더 포함할 수도 있다.
- [0031] 도 3 은 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세서의 내부 구성을 나타낸 것이다.
- [0032] 프로세서(212)는 복수개의 GPS 신호들의 도래각을 추정할 수 있는 프로그램을 포함할 수 있다. 프로세서(212) 내에서 도래각을 추정하는 구성은 도 3 에 도시된 바와 같이 제1 역확산기(310), 제2 역확산기(320), 도래각 추정기(330), 비교기(340) 및 빖형성기(350)을 포함할 수 있다. 실시예에 따라 프로세서(212)의 구성요소들은 선택적으로 프로세서(212)에 포함되거나 제외될 수도 있다. 또한, 실시예에 따라 프로세서(212)의 구성요소들은 프로세서(212)의 기능의 표현을 위해 분리 또는 병합될 수도 있다. 여기서, 프로세서(212)의 구성요소들은 서버(150)에 저장된 프로그램 코드가 제공하는 명령에 따라 프로세서(212)에 의해 수행되는 프로세서(212)의 서로 다른 기능들(different functions)의 표현들일 수 있다.
- [0033] 이러한 프로세서(212) 및 프로세서(212)의 구성요소들은 도 4 의 도래각 추정 방법이 포함하는 단계들(S1 내지 S6)을 수행하도록 서버(150)를 제어할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(212) 및 프로세서(212)의 구성요소들은 메모리(211)가 포함하는 운영체제의 코드와 적어도 하나의 프로그램의 코드에 따른 명령(instruction)을 실행하도록 구현될 수 있다.
- [0034] 상술한 바와 같이, 다중 안테나 요소들을 사용하는 GPS 안테나를 위한 대부분의 빖형성기들은 GPS 신호의 효과적인 수신을 위하여 정확한 GPS 도래각 정보가 필요하다. 높은 잡음 전력 레벨과 높은 간섭신호 전력에 비해 GPS 신호의 전력은 매우 낮으므로, 정확한 GPS 도래각 정보를 추정하는 것은 매우 어렵다. GPS 도래각을 추정하기 위해 Multiple Signal Classification(MUSIC) 이나 Estimation of Signal Parameter via Rotational Invariance Techniques(ESPRIT)와 같은 일반적인 도래각 추정 알고리즘들이 사용 된다. 이러한 도래각 추정 알고리즘들이 뛰어난 도래각 추정 성능을 가지지만, GPS 도래각을 추정할 시에는 문제점을 가진다. 역확산 이전에는 GPS 전력이 간섭이나 전력에 비해 매우 낮으므로 GPS 도래각 추정 자체가 불가능 하고, 역확산 이후에 도래각을 추정하여도 추정된 도래각들은 GPS 도래각과 간섭들의 도래각 모두를 포함한다.
- [0035] 기존의 GPS 도래각 추정기법은 대부분 단일 GPS 도래각을 추정하도록 설계되어 있다. 즉, 다수개(네 개 이상)의 GPS 도래각을 추정하기 위해서는, 단일 GPS 도래각 추정을 여러 번 반복하여 시행하여야 한다.
- [0036] 본 발명의 도래각 추정 방법은 상술한 문제점을 극복하기 위하여, 고-전력 간섭신호들이 존재할 시 다수개의 GPS 신호들의 도래각을 한 번에 효율적으로 추정하고 선택할 수 있는 다수개의 GPS 신호를 위한 널(null) 역확

산기(despreader) 기반의 GPS 도래각 추정 방법을 제안한다.

[0037] 도 4 는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 방법을 시계열적으로 나타낸 도면이다. 이하에서는, 도 3 및 도 4 를 함께 참조하여 본 발명의 도래각 추정 방법 및 컴퓨터 프로그램을 구체적으로 살펴보기로 한다.

[0038] 먼저, 본 발명의 프로세서(212)는 신호를 수신한다(S1). 이때 프로세서(212)가 수신하는 신호는 서버(150)가 수신한 신호는 복수개의 GPS 신호일 수 있다.

[0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 방법은 GPS C/A(coarse acquisition) 코드에 대한 도래각 선택을 고려한다. M 개의 안테나 어레이 요소들을 가지는 수신기에 대한 이산 샘플 인덱스 k 에서의 다수개의 GPS 신호에 대한 수신신호 벡터는 하기의 [수학식 1]과 같이 주어진다.

$$\mathbf{r}(k) = \mathbf{D}_c \begin{bmatrix} c_1(k)b_1(k) \\ \vdots \\ c_K(k)b_K(k) \end{bmatrix} + \mathbf{D}\mathbf{s}(k) + \mathbf{v}(k)$$

[0040]
[수학식 1]

[0042] 상기 [수학식 1] 에서, $c_i(k)$ 는 i번째 위성에 대한 사이크로스테이셔너리(cyclostationary) 의사랜덤 간섭(PRN; pseudorandom noise) 코드 요소 (길이 $N=20 \times 30$)이고, $b_i(k)$ 는 i번째 위성에 대한 PRN 코드의 한 사이클 길이 동안 상수(constant)를 유지하는 GPS 데이터 비트이며, $\mathbf{v}(k)$ 는 평균 0과 분산 σ^2 의 i.i.d (independent identically distributed) 특성을 가지는 AWGN(additive white Gaussian noise) 벡터(크기 M)이다.

[0043] 또한, 상기 [수학식 1]의 $\mathbf{r}(k)$ 는 수신신호 벡터(크기 $M \times 1$), $\mathbf{D}_c$ 는 i번째 위성에 대한 어레이 응답 벡터(크기 $M \times K$), $\mathbf{D}$ 는 간섭 신호들에 대한 어레이 응답 행렬(크기 $M \times L$), $\mathbf{s}(k)$ 는 간섭 신호 벡터(크기 $L \times 1$)이다. 이때, $\mathbf{D}_c$ 의 열은 GPS 신호에 대한 도래각 어레이 응답 벡터이고 K는 고려된 GPS 위성의 개수이며, $\mathbf{D}$ 의 열은 간섭신호에 대한 도래각 어레이 응답 벡터이고, L은 간섭신호들의 개수이다. 또한, 수신기는 크기 $P \times Q (M=PQ)$ 격자(grid) 안테나 어레이를 사용한다고 가정한다.

[0044] 다음으로, 프로세서(212)의 도래각 추정기(330)는 제1 역확산기(310)에 기반하여 GPS와 간섭신호들의 도래각을 추정한다(S2). 이때, 제1 역확산기(310)는 합성 역확산기일 수 있다.

[0045] 보다 상세히, 각 GPS 위성은 20개의 동일 C/A 코드로 구성된 고유의 PRN 코드를 사용한다. i 번째 위성에 대한 PRN 코드는 하기의 [수학식 2]와 같이 주어진다.

$$\mathbf{c}_i = [\mathbf{ca}_1, \dots, \mathbf{ca}_i]^T, \quad i = 1, \dots, K$$

[0046]
[수학식 2]

[0048] 상기 [수학식 2]에서 $\mathbf{ca}_i$ 는 길이 1023의 i 번째 위성에 대한 C/A 코드 행벡터이다. 위치추정을 위해 K 개의 GPS 위성으로부터 신호를 수신한다고 가정한다. 다수개의 GPS 신호들을 위한 합성(Composite) PRN 코드는 [수학식 3]과 같이 정의된다.

$$\bar{\mathbf{c}} = \sum_{i=1}^K \mathbf{c}_i$$

[0049]
[수학식 3]

[0051] 합성 역확산기에 의해 GPS 신호의 전력은 간섭 전력 레벨보다 커지므로, 합성 역확산기 출력은 다수개의 GPS 신호들, 간섭신호들, 잡음 등을 포함한다. $\mathbf{c}_i^T \mathbf{c}_i = N$, $\mathbf{c}_i^T \mathbf{c}_j = -20 (i \neq j)$ 이므로, $\bar{\mathbf{c}}$ 기반의 합성 역확산기 출력은 [수학식 4]와 같이 주어진다.

$$\bar{\mathbf{r}}(n) = \mathbf{R}(n)\bar{\mathbf{c}} = \mathbf{D}_c(N - 20(K - 1)) \begin{bmatrix} b_1(n) \\ \vdots \\ b_K(n) \end{bmatrix} + \mathbf{D}\bar{\mathbf{s}}(n) + \bar{\mathbf{v}}(n)$$

[0052]

[0053] [수학식 4]

[0054] [수학식 4] 에서 $b_i(n)$ 는 i 번째 위성에 대한 GPS 데이터 비트이고, 나머지 벡터에 대한 정의는 하기의 [수학식 5 내지 수학식 9] 에서 주어진다.

$$\mathbf{R}(n) = [\mathbf{r}(k), \dots, \mathbf{r}(k+N-1)]$$

$$\bar{\mathbf{s}}(n) = \mathbf{S}(n)\bar{\mathbf{c}}_i$$

$$\mathbf{S}(n) = [\mathbf{s}(k), \dots, \mathbf{s}(k+N-1)]$$

$$\bar{\mathbf{v}}(n) = \mathbf{V}(n)\bar{\mathbf{c}}_i$$

$$\mathbf{V}(n) = [\mathbf{v}(k), \dots, \mathbf{v}(k+N-1)]$$

[0055]

[0056] [수학식 5 내지 수학식 9]

[0057] GPS 및 간섭 신호들을 포함하는 도래각들을 추정하기 위해 역확산기 출력벡터 $\bar{\mathbf{r}}(n)$ 에 고-전력 신호들에 대해 우수한 성능을 가지는 MUSIC 알고리즘을 적용한다. 합성 역확산기 출력에 대한 자기상관(auto-correlation) 행렬은 [수학식 10]과 같이 정의 되고, 이에 대한 고유구조(eigenstructure)는 [수학식 11]과 같이 주어진다.

[0058]

$$\mathbf{R}_{\bar{\mathbf{r}}} = E[\bar{\mathbf{r}}(n)\bar{\mathbf{r}}^H(n)]$$

[0059] [수학식 10]

$$\mathbf{R}_{\bar{\mathbf{r}}}\mathbf{\Gamma} = \mathbf{\Gamma}\mathbf{A}$$

[0060]

[0061] [수학식 11]

[0062] [수학식 11]에서 $\mathbf{\Lambda} = \text{diag}\{\lambda_1, \dots, \lambda_M\}$ 는 대각(diagonal) 행렬, $\{\lambda_l\}$ 는 l 번째 고유값(eigenvalue), $\mathbf{\Gamma}$ 는 해당 고유벡터(eigenvector) 행렬이다. [수학식 11]을 기반으로 신호들의 도래각을 추정하기 위한 MUSIC 비용(cost) 함수의 역은 [수학식 12]과 같이 나타낼 수 있다.

[0063]

$$P(\theta, \phi) = \frac{1}{\mathbf{d}^H(\theta, \phi)\mathbf{\Gamma}_{M-K-L}\mathbf{\Gamma}_{M-K-L}^H\mathbf{d}(\theta, \phi)}$$

[0064] [수학식 12]

[0065] [수학식 12]에서 $\mathbf{\Gamma}_{M-K-L}$ 은 가장 작은 $M-K-L$ 개의 고유값들에 대한 $M-K-L$ 고유벡터들을 포함하는 열들로 구성된 $M \times (M-K-L)$ 행렬이다. $P(\theta, \phi)$ 의 $K+L$ 개의 가장 큰 피크들로 신호들의 도래각을 결정한다. 합성 역확산을 기반으로 하는 추정결과는 GPS와 간섭신호들의 도래각들을 포함한다.

[0066] 다음으로, 프로세서(212)의 도래각 추정기(330)는 복수개의 GPS 신호를 위한 제2 역확산기(320) 출력에 기반하여 간섭신호들의 도래각을 추정한다(S3). 이때, 제2 역확산기(320)는 복수개의 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기일 수 있다.

[0067] 복수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기는 GPS 신호들은 제거하고 간섭신호들은 유지하도록 설계되어 있으며, 그 코드는 열 개의 동일 합성 C/A코드와 열 개의 음수가 곱해진 동일 합성 C/A코드로 구성된다. 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산 코드의 예는 [수학식 13] 과 같이 주어질 수 있다.

[0068]

$$\tilde{\mathbf{c}} = [\tilde{\mathbf{c}}_a, -\tilde{\mathbf{c}}_a, \dots, \tilde{\mathbf{c}}_a, -\tilde{\mathbf{c}}_a]^T$$

[0069] [수학식 13]

[0070] [수학식 13]에서 $\tilde{\mathbf{c}}\mathbf{a}$ 는 하기의 [수학식 14]와 같이 정의될 수 있다.

$$\tilde{\mathbf{c}}\mathbf{a} = \sum_{i=1}^K \mathbf{c}\mathbf{a}_i$$

[0071] [수학식 14]

[0072] $\mathbf{c}\mathbf{a}_i^T \tilde{\mathbf{c}}\mathbf{a}_i = 1023 - (K-1)$ 이고 $\mathbf{c}_i^T \tilde{\mathbf{c}}_i = 0$ 이므로, 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기 출력은 [수학식 15]와 같이 주어진다.

$$\tilde{\mathbf{r}}(n) = \mathbf{R}(n)\tilde{\mathbf{c}}_i = \mathbf{D}\tilde{\mathbf{s}}(n) + \tilde{\mathbf{v}}(n)$$

[0073] [수학식 15]

[0074] 상기 [수학식 15]에서 새로운 벡터들에 대한 정의는 [수학식 16] 및 [수학식 17]로 주어진다.

$$\tilde{\mathbf{s}}(n) = \mathbf{S}(n)\tilde{\mathbf{c}}_i$$

[0075] [수학식 16]

$$\tilde{\mathbf{v}}(n) = \mathbf{V}(n)\tilde{\mathbf{c}}_i$$

[0076] [수학식 17]

[0077] 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기의 출력신호에 대한 자기상관 행렬을 [수학식 18]과 같이 정의하고, [수학식 11]과 [수학식 12]의 절차를 이용하여 $P(\theta, \phi)$ 의 L 개의 가장 큰 피크들로부터 간섭 신호들의 도래각을 추정할 수 있다.

$$\mathbf{R}_{\tilde{\mathbf{r}}} = E[\tilde{\mathbf{r}}(n)\tilde{\mathbf{r}}^H(n)]$$

[0078] [수학식 18]

[0079] 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기에 의해 모든 GPS 신호들은 제거되므로, [수학식 12]의 Γ_{M-K-L} 은 Γ_{M-L} 로 바뀌어야 한다. 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기 출력에 기반하여 추정된 결과는 간섭신호들의 도래각만 포함하고, GPS 신호들의 도래각은 포함하지 않는다.

[0080] 다음으로, 프로세서(212)의 비교기(340)는 추정된 도래각을 비교한다(S4). 즉, 프로세서(212)는 합성 역확산기에 기반한 GPS와 간섭신호들의 도래각과, 널 역확산기에 의한 간섭신호들의 도래각을 비교한다.

[0081] 다음으로, 프로세서(212)의 비교기(340)는 합성 역확산기에 대한 결과에는 포함되고, 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기에 대한 결과에는 포함되지 않는 도래각을 GPS 신호들의 도래각으로 결정한다(S5).

[0082] 즉, 합성 역확산기 기반으로 추정된 도래각들은 간섭과 GPS 신호들의 도래각들을 모두 포함하지만, 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기 기반으로 추정된 도래각들은 간섭 신호들의 도래각들만을 포함한다. 또, 두 역확산기에 기반한 간섭신호들의 추정된 도래각들은 동일하므로, 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 방법은 합성 역확산기에 대한 결과에는 포함되고, 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기에 대한 결과에는 포함되지 않는 도래각을 GPS 신호들의 도래각들로 결정한다.

[0083] 마지막으로, 프로세서(212)는 S5 단계에서 결정된 GPS 신호들의 도래각을 빔형성기(350)에 적용한다(S6).

[0084] 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 방법은, 한 번의 도래각 추정 및 선택으로 다수개의 GPS 신호들에 대한 도래각들을 얻을 수 있는 특징이 존재한다. 본 발명에 따른 도래각 추정 방법으로 추정된 GPS 신호의 도래각들은 간섭제거 및 GPS 신호의 효과적인 수신을 위해 MVDR(minimum-variance-distortionless-response)이나 GSC(generalized sidelobe canceler)와 같은 적응 어레이 기반의 빔형성기에 적용될 수 있다.

[0085] 도 5 는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 장치의 구조를 나타낸 것이다.

[0091] 도 5 에 도시된 도래각 추정 장치는 상술한 도래각 추정 방법 및 방법을 구현하기 위한 서버(150)와 실질적으로 동일한 프로세스로 동작할 수 있는 장치이다. 따라서, 도 5 의 도래각 추정 장치에는 상술한 도래각 추정 방법에 대한 설명이 모두 동일하게 적용될 수 있다.

[0092] 보다 상세히, 도 5 를 참조하면, 제1 역확산기 및 제2 역확산기에는 신호 $r_1(k)$ 내지 $r_M(k)$ 의 GPS 수신신호가 입력된다. 제1 역확산기는 GPS 수신 신호로부터 $r_1(n)$ 내지 $r_M(n)$ 의 합성 역확산기 출력을 생성하며, 합성 역확산기 출력으로부터 도래각 추정기는 간섭과 GPS 신호들의 도래각을 결정한다. 이에 반해, 제2 역확산기는 GPS 수신 신호로부터 $\tilde{r}_1(n)$ 내지 $\tilde{r}_M(n)$ 의 널 역확산기 출력을 생성하며, 널 역확산기 출력으로부터 도래각 추정기는 간섭 신호들의 도래각을 결정한다. 비교기는 추정된 도래각들을 비교하여, 합성 역확산기에 대한 결과에는 포함되고, 다수개의 GPS 신호를 위한 널 역확산기에 대한 결과에는 포함되지 않는 도래각을 GPS 신호들의 도래각들로 결정한다. 또한, 결정된 GPS 신호들의 도래각은 빔형성기에 적용될 수 있다.

[0093] 이상에서 본 발명이 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항과 한정된 실시예 및 도면에 의하여 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위하여 제공된 것일 뿐, 본 발명이 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정과 변경을 꾀할 수 있다.

[0094] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

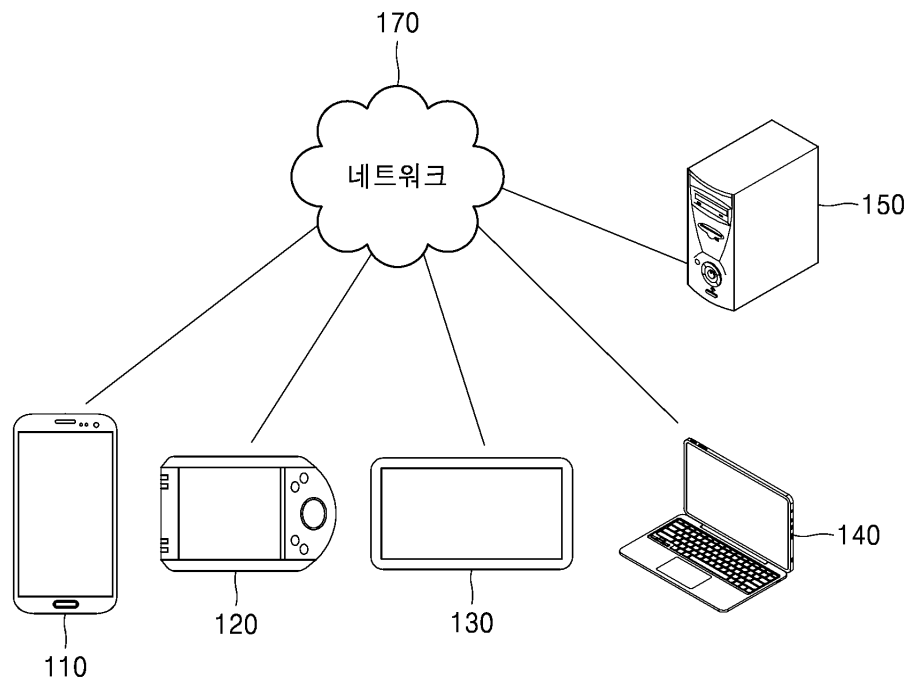
[0095] 310: 제1 역확산기 320: 제2 역확산기

330: 도래각 추정기 340: 비교기

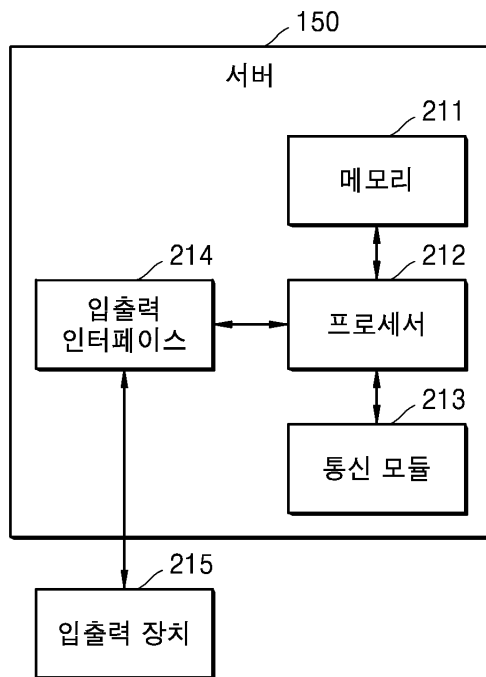
350: 빔형성기

도면

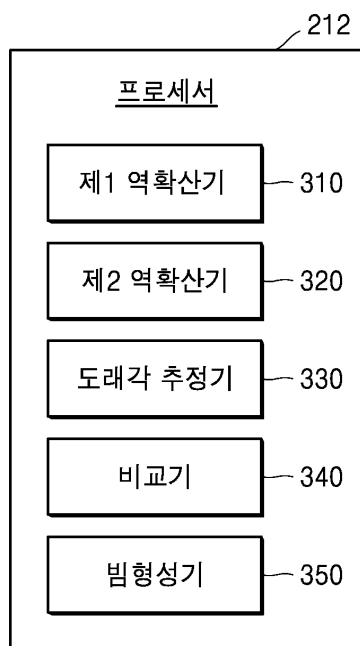
도면1



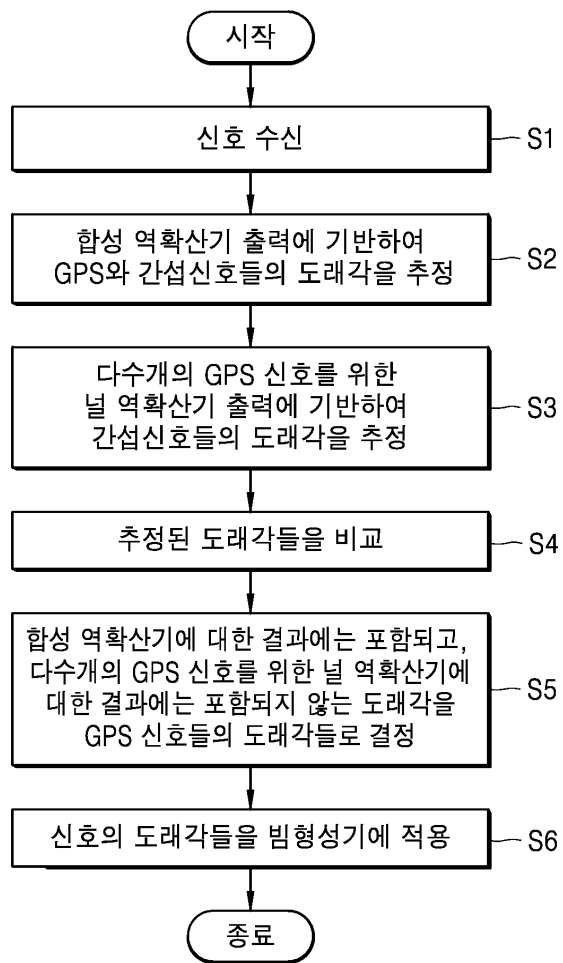
도면2



도면3



도면4



도면5

