



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0109192
(43) 공개일자 2022년08월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/30 (2010.01) G01S 19/23 (2010.01)
G01S 3/14 (2006.01) H04B 7/185 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 19/30 (2013.01)
G01S 19/23 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0012561
(22) 출원일자 2021년01월28일
심사청구일자 2021년01월28일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
황석승
광주광역시 광산구 왕버들로132번길 35, 603동
1302호 (수완동, 광주 수완6차 대방 노블랜드)
김세연
광주광역시 동구 용산3길 17, 305동 404호 (용산
동, 모아엘가 에듀파크)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

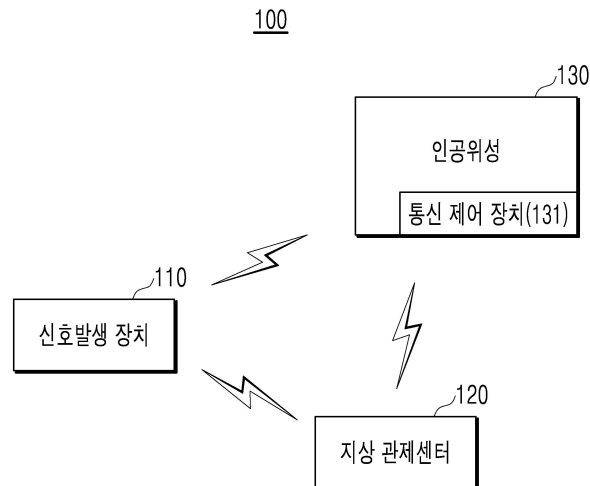
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **인공위성의 통신 제어 장치 및 방법**

(57) 요약

인공위성의 통신 제어 장치 및 방법이 개시된다. 인공위성의 통신 제어 장치는 프로세서와, 프로세서와 동작 가능하게 연결되고 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드를 저장하는 메모리와, 지상 관제센터와 통신하는 송수신 인터페이스를 포함하고, 메모리는 프로세서를 통해 실행될 때 프로세서로 하여금, 지상 관제센터로부터 지상의 신호발생 장치의 위치 정보를 수신하고, 신호발생 장치의 위치 정보 및 지상 관제센터의 위치 정보에 기초하여, 인공위성에서 수신하게 되는 신호발생 장치로부터의 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하고, 도래각에 기반하여 인공위성에서 타겟 신호를 탐지하기 위한 방향으로 빔(beam) 형성을 수행하도록 야기하는 코드를 저장할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01S 3/14 (2013.01)

H04B 7/18515 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20200492
과제번호	2020-C-G031-010106
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	산학공동기술개발과제
연구과제명	무인이동체 측위 성능 고도화를 위한 지능형 모드선택 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2020.05.01 ~ 2021.01.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345316044
과제번호	2018R1D1A1B07041644
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(교육부)(R&D)
연구과제명	적응신호처리 기반의 고성능 수중 위치추정 기술 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2023.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

인공위성의 통신을 제어하는 장치로서,

프로세서;

상기 프로세서와 동작 가능하게 연결되고 상기 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드를 저장하는 메모리;
및

지상 관제센터와 통신하는 송수신 인터페이스를 포함하고,

상기 메모리는 상기 프로세서를 통해 실행될 때 상기 프로세서로 하여금,

상기 지상 관제센터로부터 지상의 신호발생 장치의 위치 정보를 수신하고,

상기 신호발생 장치의 위치 정보 및 상기 지상 관제센터의 위치 정보에 기초하여, 상기 인공위성에서 수신하게 되는 상기 신호발생 장치로부터의 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하고,

상기 도래각에 기반하여 상기 인공위성에서 상기 타겟 신호를 탐지하기 위한 방향으로 빔(beam) 형성을 수행하도록 야기하는 코드를 저장하는,

인공위성의 통신 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 송수신 인터페이스는,

상기 신호발생 장치에서 발생하는 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호로 판단됨에 따라, 상기 지상 관제센터로부터 상기 신호발생 장치의 위치 정보를 수신하는,

인공위성의 통신 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지를 판단하고,

상기 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 상기 지상 관제센터로 상기 이상 신호의 신호원인 상기 신호발생 장치의 위치 정보를 요청하도록 야기하는 코드를 추가로 저장하는,

인공위성의 통신 제어 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 신호발생 장치의 위치 정보는, 상기 지상 관제센터의 위치를 제1 원점으로 하는 2차원 좌표계 내에서의 제 1 위치를 포함하고,

상기 2차원 좌표계는 상기 제1 원점과 상기 인공위성의 지상에 투영된 위치인 지상 투영점을 연결하는 선을 x축으로 하고, 지상에서 x축에 수직하는 선을 y축으로 하는 2차원 좌표계인,

인공위성의 통신 제어 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 지상 관제센터의 위치 정보와 상기 인공위성의 현재 위치에 기초하여, 상기 제1 위치를, 상기 인공위성의 현재 지상 투영점을 제2 원점으로 하는 3차원 좌표계 내에서의 제2 위치로 변환시키도록 야기하는 코드를 추가로 저장하며,

상기 3차원 좌표계는 상기 현재 지상 투영점과 상기 지상 관제센터의 위치를 연결하는 선을 x축으로 하고 지상에서 x축에 수직하는 선을 y축으로 하며 상기 제2 원점에서 상기 인공위성으로 연결되는 선을 z축으로 하는 3차원 좌표계인,

인공위성의 통신 제어 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 타겟 신호에 대한 고도각은 상기 인공위성과 상기 제2 원점 사이의 거리, 상기 신호발생 장치와 상기 인공위성 사이의 거리, 상기 신호발생 장치와 상기 인공위성의 지상 투영점 사이의 거리에 기초하여 결정되는,

인공위성의 통신 제어 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 인공위성은 복수의 지상 관제센터와 통신하도록 구성되며,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지를 판단하고,

상기 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 상기 탐지된 신호의 신호원이 위치할 가능성이 있는 영역을 추정하고, 상기 복수의 지상 관제센터 중 상기 영역의 중점을 기준으로 가장 가까운 곳에 위치한 제1 지상 관제센터로 상기 이상 신호의 신호원인 상기 신호발생 장치의 위치 정보를 요청하도록 야기하는 코드를 추가로 저장하는,

인공위성의 통신 제어 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 인공위성은 복수의 지상 관제센터와 통신하도록 구성되며,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지 판단하고,

상기 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 상기 탐지된 신호의 신호원이 위치할 가능성이 있는 영역을 추정하고, 상기 복수의 지상 관제센터 중 상기 영역의 중점을 기준으로 가장 가까운 곳에 위치한 제1 지상 관제센터 및 다음으로 가까운 곳에 위치한 제2 지상 관제센터로 상기 이상 신호의 신호원인 상기 신호발생 장치의 위치 정보 및 이상 신호의 신호 강도 정보를 요청하고,

상기 제1 지상 관제센터 및 상기 제2 지상 관제센터로부터 수신되는 정보에 포함된 상기 이상 신호의 신호 강도 정보에 기초하여 상기 제1 지상 관제센터 및 상기 제2 지상 관제센터로부터 수신되는 상기 신호발생 장치의 위치 정보 중 적어도 하나를 이용하여 상기 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하도록 야기하는 코드를 추가로 저장하는,

인공위성의 통신 제어 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 인공위성 내 빔형성기에서, 상기 도래각에 기반하여 상기 신호발생 장치의 위치 정보에 대응하는 방향으로 빔을 형성하고, 상기 방향과 상이한 방향에 널(null)을 형성하도록 하여, 상기 빔형성기를 통해 상기 타겟 신호로부터 간섭신호 및 잡음을 제거하여 상기 타겟 신호에서 목적하는 신호를 추출하도록 야기하는 코드를 저장하는,

인공위성의 통신 제어 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 인공위성 내 빔형성기는 고정된 상기 지상 관제센터의 위치에 대응하는 방향으로 빔을 형성하도록 초기 설정되어 있고,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 빔형성기에서 상기 신호발생 장치의 위치에 대응하는 방향으로 빔을 형성함에 따라, 상기 지상 관제센터의 위치에 대응하는 방향에 널을 형성하도록 야기하는 코드를 저장하는,

인공위성의 통신 제어 장치.

청구항 11

인공위성의 통신을 제어하는 방법으로서,

지상 관제센터로부터 지상의 신호발생 장치의 위치 정보를 수신하는 단계;

상기 신호발생 장치의 위치 정보 및 상기 지상 관제센터의 위치 정보에 기초하여, 상기 인공위성에서 수신하게 되는 상기 신호발생 장치로부터의 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하는 단계; 및

상기 도래각에 기반하여 상기 인공위성에서 상기 타겟 신호를 탐지하기 위한 방향으로 빔(beam) 형성을 수행하도록 하는 단계를 포함하는,

인공위성의 통신 제어 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 신호발생 장치의 위치 정보를 수신하는 단계는,

상기 신호발생 장치에서 발생하는 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호로 판단됨에 따라, 상기 지상 관제센터로부터 상기 신호발생 장치의 위치 정보를 수신하는 단계를 포함하는,

인공위성의 통신 제어 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지를 판단하고,

상기 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 상기 지상 관제센터로 상기 이상 신호의 신호원인 상기 신호발생 장치의 위치 정보를 요청하는 단계를 더 포함하는,

인공위성의 통신 제어 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 신호발생 장치의 위치 정보는, 상기 지상 관제센터의 위치를 제1 원점으로 하는 2차원 좌표계 내에서의 제1 위치를 포함하고,

상기 2차원 좌표계는 상기 제1 원점과 상기 인공위성의 지상에 투영된 위치인 지상 투영점을 연결하는 선을 x축으로 하고, 지상에서 x축에 수직하는 선을 y축으로 하는 2차원 좌표계인,

인공위성의 통신 제어 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하는 단계 이전에,

상기 지상 관제센터의 위치 정보와 상기 인공위성의 현재 위치에 기초하여, 상기 제1 위치를, 상기 인공위성의 현재 지상 투영점을 제2 원점으로 하는 3차원 좌표계 내에서의 제2 위치로 변환시키는 단계를 더 포함하고,

상기 3차원 좌표계는 상기 현재 지상 투영점과 상기 지상 관제센터의 위치를 연결하는 선을 x축으로 하고 지상에서 x축에 수직하는 선을 y축으로 하며 상기 제2 원점에서 상기 인공위성으로 연결되는 선을 z축으로 하는 3차원 좌표계인,

인공위성의 통신 제어 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 타겟 신호에 대한 고도각은 상기 인공위성과 상기 제2 원점 사이의 거리, 상기 신호발생 장치와 상기 인공위성 사이의 거리, 상기 신호발생 장치와 상기 인공위성의 지상 투영점 사이의 거리에 기초하여 결정되는,

인공위성의 통신 제어 방법.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 인공위성은 복수의 지상 관제센터와 통신하도록 구성되며,

상기 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지를 판단하고,

상기 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 상기 탐지된 신호의 신호원이 위치할 가능성이 있는 영역을 추정하고, 상기 복수의 지상 관제센터 중 상기 영역의 중점을 기준으로 가장 가까운 곳에 위치한 제1 지상 관제센터로 상기 이상 신호의 신호원인 상기 신호발생 장치의 위치 정보를 요청하는 단계를 더 포함하는,

인공위성의 통신 제어 방법.

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 인공위성은 복수의 지상 관제센터와 통신하도록 구성되며,

상기 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지 판단하고,

상기 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 상기 탐지된 신호의 신호원이 위치할 가능성이 있는 영역을 추정하고, 상기 복수의 지상 관제센터 중 상기 영역의 중점을 기준으로 가장 가까운 곳에 위치한 제1 지상 관제센터 및 다음으로 가까운 곳에 위치한 제2 지상 관제센터로 상기 이상 신호의 신호원인 상기 신호발생 장치의 위치 정보 및 이상 신호의 신호 강도 정보를 요청하는 단계를 더 포함하고,

상기 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하는 단계는,

상기 제1 지상 관제센터 및 상기 제2 지상 관제센터로부터 수신되는 정보에 포함된 상기 이상 신호의 신호 강도 정보에 기초하여 상기 제1 지상 관제센터 및 상기 제2 지상 관제센터로부터 수신되는 상기 신호발생 장치의 위치 정보 중 적어도 하나를 이용하여 상기 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하는 단계를 포함하는,

인공위성의 통신 제어 방법.

청구항 19

제11항에 있어서,

상기 빔 형성을 수행하도록 하는 단계는,

상기 인공위성 내 빔형성기에서, 상기 도래각에 기반하여 상기 신호발생 장치의 위치 정보에 대응하는 방향으로 빔을 형성하고, 상기 방향과 상이한 방향에 널(null)을 형성하도록 하는 단계를 포함하는,

인공위성의 통신 제어 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 인공위성 내 빔형성기는 고정된 상기 지상 관제센터의 위치에 대응하는 방향으로 빔을 형성하도록 초기 설정되어 있고,

상기 널을 형성하도록 하는 단계는,

상기 빔형성기에서 상기 신호발생 장치의 위치에 대응하는 방향으로 빔을 형성함에 따라, 상기 지상 관제센터의 위치에 대응하는 방향에 널을 형성하도록 하는 단계를 포함하는,

인공위성의 통신 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지상 관제센터로부터 수신한 신호발생 장치의 위치 정보에 기초하여, 신호발생 장치에서 발생하는 타겟 신호를 인공위성에서 용이하게 탐지할 수 있게 하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인공위성은 빔형성기를 이용하여 지상의 신호를 효율적으로 수신하기 위해, 신호의 정확한 도래각(Angle-of-Arrival: AOA)이 필요하다. 인공위성은 예컨대, MUSIC(Multiple Signal Classification)과 같은 고분해능의 방향탐지 알고리즘을 이용하여 신호의 방향 정보를 추정할 수 있다.

[0003] 그러나, 인공위성이 약250~36,000km의 매우 높은 고도에 위치하므로, 일반적으로 인공위성에 도달하게 되는 신호의 세기가 매우 약해진다. 뿐만 아니라, 지구의 각종 전리층의 영향 및 강우와 같은 기후변화, 인공위성의 제한된 면적에 사용되는 충분하지 않은 안테나 요소 개수 등의 요인으로 인해, 인공위성은 도래각을 정확하게 추정하기가 어렵다. 즉, 상당한 거리와, 낮은 신호전력 및 높은 전력의 간섭을 고려해야 하는 위성환경에서 인공위성이 도래각을 정확하게 추정하는 것은 매우 어렵다.

[0004] 따라서, 인공위성에서 도래각을 파악할 수 없는 지상의 신호를 정확하게 수신하는 것이 용이하지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일실시예는, 인공위성에서 직접적으로 지상의 신호를 탐지하여 신호의 도래각을 계산하지 않고, 지상 관제센터로부터 수신된 신호원(신호를 발생한 신호발생 장치)의 위치 정보에 기초하여 인공위성에서의 신호에 대한 도래각을 계산함으로써, 인공위성에서 지상의 신호에 대한 도래각을 용이하게 파악할 수 있게 하는 것을

목적으로 한다.

[0006] 본 발명의 일실시예는, 지상에서 발생한 신호가 이상 신호로 판단되면, 지상 관제센터로부터 수신된 신호원(신호를 발생한 신호발생 장치)의 위치 정보에 기초하여 인공위성에서 지상의 신호를 탐지하도록 함으로써, 지상의 신호를 인공위성에서 지속적으로 확인할 필요없이, 지상에서 이상 신호가 발생된 경우에만, 인공위성에서 해당 신호를 신속하게 확인할 수 있게 하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 본 발명의 일실시예는, 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 지상 관제센터로부터 수신된 신호원의 위치 정보에 기초하여 인공위성에서 지상의 신호를 탐지하도록 함으로써, 지상의 특정 영역에서 발생하는 신호만을 모니터링할 수 있게 하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명의 일실시예는, 인공위성이 복수의 지상 관제센터와 통신할 때, 지상에서 발생한 신호가 이상 신호일 경우, 복수의 지상 관제센터로부터 각각 제공된 신호원의 위치 정보 및 신호의 신호 강도 정보에 기초하여, 인공위성에서의 신호에 대한 도래각을 계산함으로써, 도래각에 대한 정확도를 높이는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일실시예는 지상 관제센터로부터 수신된 신호발생 장치의 위치 정보에 기초하여, 신호발생 장치에서 발생하는 타겟 신호를 인공위성에서 용이하게 탐지할 수 있게 하는 인공위성의 통신 제어 장치 및 방법일 수 있다.

[0010] 본 발명의 일실시예는, 프로세서와, 프로세서와 동작 가능하게 연결되고 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드를 저장하는 메모리와, 지상 관제센터와 통신하는 송수신 인터페이스를 포함하고, 메모리는 프로세서를 통해 실행될 때 프로세서로 하여금, 지상 관제센터로부터 지상의 신호발생 장치의 위치 정보를 수신하고, 신호발생 장치의 위치 정보 및 지상 관제센터의 위치 정보에 기초하여, 인공위성에서 수신하게 되는 신호발생 장치로부터의 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하고, 도래각에 기반하여 인공위성에서 타겟 신호를 탐지하기 위한 방향으로 빔(beam) 형성을 수행하도록 야기하는 코드를 저장하는, 인공위성의 통신 제어 장치일 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 일실시예는, 인공위성의 통신을 제어하는 방법으로서, 지상 관제센터로부터 지상의 신호발생 장치의 위치 정보를 수신하는 단계와, 신호발생 장치의 위치 정보 및 지상 관제센터의 위치 정보에 기초하여, 인공위성에서 수신하게 되는 신호발생 장치로부터의 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하는 단계와, 도래각에 기반하여 인공위성에서 타겟 신호를 탐지하기 위한 방향으로 빔(beam) 형성을 수행하도록 하는 단계를 포함하는, 인공위성의 통신 제어 방법일 수 있다.

[0013] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예들에 의하면, 인공위성에서 직접적으로 지상의 신호를 탐지하여 신호의 도래각을 계산하지 않고, 지상 관제센터로부터 수신된 신호원(신호를 발생한 신호발생 장치)의 위치 정보에 기초하여 인공위성에서의 신호에 대한 도래각을 계산함으로써, 인공위성에서 지상의 신호에 대한 도래각을 용이하게 파악할 수 있게 한다.

[0015] 본 발명의 실시예들에 의하면, 지상에서 발생한 신호가 이상 신호로 판단되면, 지상 관제센터로부터 수신된 신호원(신호를 발생한 신호발생 장치)의 위치 정보에 기초하여 인공위성에서 지상의 신호를 탐지하도록 함으로써, 지상의 신호를 인공위성에서 지속적으로 확인할 필요없이, 지상에서 이상 신호가 발생된 경우에만, 인공위성에서 해당 신호를 신속하게 확인할 수 있게 한다.

[0016] 본 발명의 실시예들에 의하면, 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 지상 관제센터로부터 수신된 신호원의 위치 정보에 기초하여 인공위성에서 지상의 신호를 탐지하도록 함으로써, 지상의 특정 영역에서 발생하는 신호만을 모니터링할 수 있게 한다.

[0017] 또한, 본 발명의 실시예들에 의하면, 인공위성이 복수의 지상 관제센터와 통신할 때, 지상에서 발생한 신호가 이상 신호일 경우, 복수의 지상 관제센터로부터 각각 제공된 신호원의 위치 정보 및 신호의 신호 강도 정보에

기초하여, 인공위성에서의 신호에 대한 도래각을 계산함으로써, 도래각에 대한 정확도를 높일 수 있게 한다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 환경의 일례를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 제어 장치의 구성에 대한 일례를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 제어 장치에서 계산하는 도래각으로서의 고도각 및 방위각을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 제어 장치의 구성에 대한 다른 일례를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 5 내지 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 제어 장치에 대한 성능평가 시뮬레이션 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 제어 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 설명되는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 아래에서 제시되는 실시 예들로 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있고, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 아래에 제시되는 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0020] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0021] 이하, 본 발명에 따른 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0023] 본 발명에서의 '타겟 신호'는 신호발생 장치에서 발생하는 '신호' 중에서 이상 신호로 판단됨에 따라, 인공위성에서의 탐지 대상이 되는 신호를 의미할 수 있다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 환경의 일례를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 환경(100)은 신호발생 장치(110), 지상 관제센터(120) 및 인공위성(130)을 포함할 수 있다.
- [0027] 신호발생 장치(110)는 지상에 위치하고, 신호를 발생할 수 있다.
- [0028] 지상 관제센터(120)는 신호발생 장치(110)에서의 신호 발생을 감지함에 따라 신호발생 장치(110)의 위치를 추정하여 위치 정보를 생성할 수 있다. 이때, 지상 관제센터(120)는 신호가 기설정된 기준(예컨대, 기설정된 주파수, 크기, 주파수의 형태, 신호 발생 지속 시간 등)에 기초하여 이상 신호로 판단되면, 신호발생 장치(110)의 위치 정보를 인공위성(130)에 전송할 수 있다.

- [0029] 인공위성(130)은 통신 제어 장치(131)를 포함할 수 있으며, 통신 제어 장치(131)를 통해 신호발생 장치(110) 및 지상 관제센터(120)와의 통신을 제어할 수 있다.
- [0030] 인공위성(130)은 통신 제어 장치(131)에서의 제어에 따라, 지상 관제센터(120)로부터 신호발생 장치(110)의 위치 정보를 수신하고, 신호발생 장치(110)의 위치 정보에 기초하여 신호발생 장치(110)에서 발생하는 신호를 탐지할 수 있다. 이때, 인공위성(130) 내 통신 제어 장치(131)는 신호발생 장치(110)의 위치 정보에 기초하여 신호발생 장치(110)로부터의 신호에 대한 도래각을 계산하고, 도래각에 기반하여 인공위성(130) 내 빔형성기(도시하지 않음)를 제어함으로써, 신호발생 장치(110)에서 발생하는 신호를 탐지할 수 있다.
- [0031] 인공위성(130)은 위치정보를 알 수 없는 지상의 장치로부터 해당 장치가 전송한 신호를 획득하는 것이 용이하지 않은 점을 고려하여, 신호발생 장치(110)의 위치를 직접적으로 추정하지 않고, 지상 관제센터(120)로부터 신호발생 장치(110)의 위치 정보를 먼저 수신받고, 수신된 신호발생 장치(110)의 위치 정보에 기초하여 신호에 대한 도래각을 계산한 후, 도래각에 기반하여 신호발생 장치(110)로부터의 신호를 탐지함으로써, 지상의 신호를 용이하고 정확하게 획득할 수 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 제어 장치의 구성에 대한 일례를 개략적으로 도시한 도면이다. 또한, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 제어 장치에서 계산하는 도래각으로서의 고도각 및 방위각을 설명하기 위한 도면이다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 인공위성의 통신 제어 장치(200)는 송수신 인터페이스(210), 프로세서(220) 및 메모리(230)를 포함할 수 있다.
- [0035] 송수신 인터페이스(210)는 지상 관제센터와 통신할 수 있다. 송수신 인터페이스(210)는 신호발생 장치에서 발생하는 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호로 판단됨에 따라, 지상 관제센터로부터 신호발생 장치의 위치 정보를 수신할 수 있다. 이때, 신호가 기설정된 기준(예컨대, 기설정된 주파수, 크기, 주파수의 형태, 신호 발생 지속 시간 등)을 만족하지 않는 경우, 이상 신호로 판단될 수 있다. 신호에 대한 이상 신호 여부 판단은 지상 관제센터에 의해 수행될 수 있으나, 이에 한정되지 않고 예컨대, 인공위성의 통신 제어 장치(200) 내 프로세서(220)에 의해 수행될 수 있다. 또한, 일례로서, 지상 관제센터에서의 이상 신호 여부 판단 결과와 프로세서(220)에서의 이상 신호 여부 판단 결과가 상이할 경우, 지상 관제센터에서의 이상 신호 여부 판단 결과에 따라, 송수신 인터페이스(210)에서의 신호발생 장치의 위치 정보 수신 여부가 결정될 수 있다.
- [0036] 신호발생 장치의 위치 정보를 인공위성에 제공하는 지상 관제센터는 예컨대, Time of Arrival(TOA) 삼변측량법(Trilateration), Time Difference of Arrival(TDOA) 등의 다양한 위치추정 기법을 사용하여 신호발생 장치의 위치 정보를 추정할 수 있다.
- [0037] 다른 일례로서, 프로세서(220)는 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준(예컨대, 기설정된 주파수, 크기, 주파수의 형태, 신호 발생 지속 시간 등)에 기초하여 이상 신호인지를 판단하고, 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 지상 관제센터로 이상 신호의 신호원인 신호발생 장치의 위치 정보를 요청할 수 있다. 즉, 프로세서(220)는 특정 지역(또는, 특정 나라)에서 발생한 신호가 이상 신호인지를 모니터링할 수 있으며, 모니터링 결과 상기 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 지상 관제센터로 이상 신호의 신호원인 신호발생 장치의 위치 정보를 요청할 수 있다. 여기서, 신호에 대한 이상 신호 여부 판단은 인공위성의 통신 제어 장치(200) 내 프로세서(220)에 의해 수행될 수 있으나, 이에 한정되지 않고 예컨대, 지상 관제센터에 의해 수행될 수 있다.
- [0038] 실시예에서, 지상의 신호에 대한 탐지는 지상 관제센터 또는 인공위성의 통신 제어 장치(200) 내 프로세서(220)에 의해 수행될 수 있다. 지상의 신호가 지상 관제센터에 의해 설정된 주기마다 탐지되는 경우, 프로세서(220)는 인공위성으로 하여금, 지상의 신호를 지속적으로 탐지할 필요없이, 지상 관제센터에 의해 탐지된 지상의 신호가 이상 신호일 경우에 한하여, 지상의 신호를 타겟 신호로 탐지하도록 함으로써, 인공위성에서의 불필요한 동작을 생략하고 이에 대한 에너지를 절감할 수 있게 한다.
- [0039] 프로세서(220)는 신호발생 장치에서 발생하는 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호로 판단되거나, 또는 신호발생 장치의 위치 정보를 지상 관제센터에 요청함에 연동하여, 지상 관제센터로부터 지상의 신호발생 장치의 위치 정보를 수신할 수 있다. 프로세서(220)는 신호발생 장치의 위치 정보 및 지상 관제센터의 위치 정보에 기초하여, 인공위성에서 수신하게 되는 신호발생 장치로부터의 타겟 신호에 대한 도래각을 계산할 수 있다. 지

상 관계센터의 위치 정보는 메모리(230)에 저장될 수 있다.

[0040] 타겟 신호에 대한 도래각은 도 3에 도시된 바와 같이, 타겟 신호의 고도각(elevation angle)(θ) 및 방위각(azimuth angle)(ϕ)으로 나타낼 수 있다.

[0041] 여기서, 신호발생 장치의 위치 정보는 지상 관계센터의 위치를 제1 원점으로 하는 2차원 좌표계 내에서의 제1 위치를 포함할 수 있다. 이때, 2차원 좌표계는 제1 원점과 인공위성의 지상에 투영된 위치인 지상 투영점을 연결하는 선을 x축으로 하고, 지상에서 x축에 수직하는 선을 y축으로 하는 2차원 좌표계일 수 있다. 여기서, 2차원 좌표계는 지상관계 센터를 기준(원점)으로 하고, 고도(Z)축을 고려하지 않은 X-Y 평면에 매칭될 수 있다. 또한, 2차원 좌표계는 신호발생 장치의 고도 및 지상 관계센터의 고도에 기반하여 형성될 수 있다.

[0042] 프로세서(220)는 지상 관계센터의 위치 정보와 인공위성의 현재 위치에 기초하여, 제1 위치를, 인공위성의 현재 지상 투영점을 제2 원점으로 하는 3차원 좌표계 내에서의 제2 위치로 변환시킨 후, 타겟 신호의 고도각을 계산할 수 있다. 여기서, 3차원 좌표계는 현재 지상 투영점과 지상 관계센터의 위치를 연결하는 선을 x축으로 하고 지상에서 x축에 수직하는 선을 y축으로 하며 제2 원점에서 인공위성으로 연결되는 선을 z축으로 하는 3차원 좌표계일 수 있다.

[0043] 타겟 신호에 대한 고도각은 인공위성과 제2 원점 사이의 거리(r_1), 신호발생 장치와 인공위성 사이의 거리(r_2), 신호발생 장치와 인공위성의 지상 투영점 사이의 거리(r_3)에 기초하여 결정될 수 있다.

[0044] 타겟 신호에 대한 고도각을 계산하기 위해, 먼저 프로세서(220)는 [수학식 3]에 의해, 인공위성과 제2 원점 사이의 거리(r_1), 신호발생 장치와 인공위성 사이의 거리(r_2), 신호발생 장치와 인공위성의 지상 투영점 사이의 거리(r_3)를 각각 계산할 수 있다.

수학식 1

$$r = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

[0045] 여기서, r은 임의의 두 좌표(x_1, y_1)과 (x_2, y_2) 간의 거리를 의미할 수 있다.

[0046] 이후, 프로세서(220)는 예컨대, [수학식 2]와 같은 제2코사인 법칙 및 [수학식 3]를 이용하여, 신호발생 장치의 위치 정보를 기반으로 하는 타겟 신호에 대한 고도각($\theta, 90^\circ \sim 270^\circ$)을 계산할 수 있다. 이때, 프로세서(220)는 인공위성과 제2 원점 사이의 거리(r_1) 및 신호발생 장치와 인공위성 사이의 거리(r_2) 사이의 끼인각을 계산하고, 끼인각에 기초하여 타겟 신호에 대한 고도각을 계산할 수 있다.

수학식 2

$$\alpha = \cos^{-1} \left(\frac{r_1^2 + r_2^2 - r_3^2}{2r_1r_2} \right) \quad (0^\circ < \alpha < 90^\circ)$$

수학식 3

$$\theta = 180 - \alpha \quad (90^\circ < \theta < 180^\circ)$$

$$\theta = 180 + \alpha \quad (180^\circ < \theta < 270^\circ)$$

[0047] [수학식 2]에서의 α 는 도 3에 도시된 바와 같이, 고도각(θ)을 구하기 위한 r_1 과 r_2 사이의 끼인각이다. 또한, r_1 은 인공위성과 인공위성을 X-Y 평면으로 투영한 좌표(인공위성의 X-Y 평면 투영 좌표) 사이의 거리이고, r_2 는

신호원과 인공위성 사이의 거리이며, r_3 는 신호원과 인공위성의 X-Y 평면 투영 좌표(인공위성의 현재 지상 투영 점) 사이의 거리이다. 여기서, X-Y 평면은 지상관계 센터의 위치를 원점으로 좌표계에서 인공위성의 X-Y 평면 투영 좌표를 원점으로 이동시킨 좌표계를 포함하는 평면일 수 있다.

[0051] 또한, 프로세서(220)는 타겟 신호의 방위각을 계산할 수 있다. 이때, 프로세서(220)는 [수학식 4]와 같은 삼각비 법칙 및 [수학식 5]를 이용하여 방위각을 계산할 수 있다.

수학식 4

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{r_4}{r_3} \right)$$

[0052]

[0053] 여기서, r_4 는 도 3에 도시된 바와 같이, 신호원의 평면 좌표를 X축으로 투영하였을 때 X축과 만나는 교점과 인공위성의 X-Y 평면 투영 좌표 사이의 거리이다.

수학식 5

$$\phi = \begin{cases} \beta & (0^\circ < \phi < 90^\circ) \\ 180 - \beta & (90^\circ < \phi < 180^\circ) \\ 180 + \beta & (180^\circ < \phi < 270^\circ) \\ 360 - \beta & (270^\circ < \phi < 360^\circ) \end{cases}$$

[0054]

[0055] 타겟 신호에 대한 도래각이 계산되면, 프로세서(220)는 도래각에 기반하여 인공위성에서 타겟 신호를 탐지하기 위한 방향으로 빔(beam) 형성을 수행함으로써, 인공위성에서 타겟 신호를 수신할 수 있게 한다.

[0056] 프로세서(220)는 도래각에 기반하여 타겟 신호에서 목적하는 신호(원하는 신호)를 추출할 수 있다. 구체적으로, 도래각에 기반하여 인공위성에서 타겟 신호를 탐지하기 위한 방향으로의 빔 형성시, 프로세서(220)는 인공위성 내 빔형성기에서, 도래각에 기반하여 신호발생 장치의 위치 정보에 대응하는 방향으로 빔을 형성하고, 방향과 상이한 방향에 널(null)을 형성하도록 하여, 빔형성기를 통해 타겟 신호로부터 간섭신호 및 잡음을 제거하여 타겟 신호에서 목적하는 신호를 추출할 수 있다. 이때, 인공위성 내 빔형성기는 고정된 지상 관계센터의 위치에 대응하는 방향으로 빔을 형성하도록 초기 설정되어 있고, 프로세서(220)는 빔형성기에서 신호발생 장치의 위치에 대응하는 방향으로 빔을 형성함에 따라, 지상 관계센터의 위치에 대응하는 방향에 널을 형성하도록 한다. 즉, 프로세서(220)는 지상 관계센터에 향하도록 설정된 빔의 방향을 신호발생 장치에 향하도록 조정할 수 있다.

[0057] 실시예에서, 인공위성은 복수의 지상 관계센터와 통신하도록 구성될 수 있다. 인공위성이 복수의 지상 관계센터와 통신할 때, 프로세서(220)는 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지를 판단할 수 있다. 이때, 프로세서(220)는 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 탐지된 신호의 신호원이 위치할 가능성이 있는 영역을 추정하고, 복수의 지상 관계센터 중 상기 영역의 중점을 기준으로 가장 가까운 곳에 위치한 제1 지상 관계센터로 이상 신호의 신호원인 신호발생 장치의 위치 정보를 요청할 수 있다. 즉, 프로세서(220)는 상기 영역에서 신호를 가장 신속하고 정확하게 파악할 수 있는 지상 관계센터를 통해 신호발생 장치의 위치 정보를 획득할 수 있다.

[0058] 다른 일례로서, 인공위성이 복수의 지상 관계센터와 통신할 때, 프로세서(220)는 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지를 판단할 수 있다. 이때, 프로세서(220)는 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 탐지된 신호의 신호원이 위치할 가능성이 있는 영역을 추정하고, 복수의 지상 관계센터 중 상기 영역의 중점을 기준으로 가장 가까운 곳에 위치한 제1 지상 관계센터 및 다음으로 가까운 곳에 위치한 제2 지상 관계센터로 이상 신호의 신호원인 신호발생 장치의 위치 정보 및 이상 신호의 신호강도 정보를 요청할 수 있다. 프로세서(220)는 제1 지상 관계센터 및 제2 지상 관계센터로부터 수신되는 정보에 포함된 이상 신호의 신호 강도 정보에 기초하여 제1 지상 관계센터 및 제2 지상 관계센터로부터 수신되는 신호발생 장치의 위치 정보 중 적어도 하나를 이용하여, 인공위성에서 수신하게 되는 신호발생 장치로부터의 타겟 신호에 대한 도래각을 계산할 수 있다. 이때, 프로세서(220)는 제1 지상 관계센터 및 제2 지상 관계센터로부터

수신되는 신호발생 장치의 위치 정보 중 신호 강도가 큰 위치 정보를 이용하여 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하거나, 두 개의 위치 정보에 대한 신호 강도가 둘 다 임계치 이상이면, 두 개의 위치 정보를 혼합하여 위치 정보를 결정하고, 결정된 위치 정보를 이용하여 타겟 신호에 대한 도래각을 계산할 수 있다. 또한, 프로세서(220)는 한 개의 신호 강도가 임계치보다 낮으면 다른 위치 정보를 이용하여 타겟 신호에 대한 도래각을 계산할 수 있다.

- [0059] 메모리(230)는 프로세서(220)와 동작 가능하게 연결되고 프로세서(220)에서 수행되는 적어도 하나의 코드를 저장할 수 있다. 또한, 메모리(230)는 지상 관제센터의 위치 정보를 저장할 수 있으며, 업데이트 요청에 따라 지상 관제센터의 위치 정보를 업데이트할 수 있다.
- [0061] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 제어 장치의 구성에 대한 다른 일례를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0062] 도 4를 참조하면, 인공위성의 통신 제어 장치(400)는 각도 추정부(410), 빔형성부(420), 신호처리부(430) 및 데이터베이스(440)를 포함할 수 있다. 여기서, 각도 추정부(410), 빔형성부(420) 및 신호 처리부(430)는 도 2에서의 프로세서에 대응될 수 있다.
- [0063] 각도 추정부(410)는 지상 관제센터로부터 수신한 신호발생 장치의 위치에 기초하여, 신호발생 장치에서 발생하는 타겟 신호의 도래각을 계산할 수 있다. 이때, 지상 관제센터는 예컨대, Time of Arrival(TOA) 삼변측량법(Trilateration), Time Difference of Arrival(TDOA) 등의 다양한 위치추정 기법을 사용하여 신호발생 장치의 위치 정보를 추정할 수 있다.
- [0064] 각도 추정부(410)는 예컨대, 제2 코사인 법칙과 삼각비 법칙을 사용하여, 신호발생 장치에서부터 인공위성의 방향 정보를 계산할 수 있다.
- [0065] 구체적으로, 각도 추정부(410)는 [수학식 1], [수학식 2] 및 [수학식 3]를 이용하여, 신호발생 장치의 위치 정보를 기반으로 하는 타겟 신호의 도래각 중 하나인, 타겟 신호의 고도각(elevation angle)(θ , $90^\circ \sim 270^\circ$)을 계산할 수 있다.
- [0066] 이때, 각도 추정부(410)는 지상 관제센터의 위치를 원점으로 하는 X-Y 평면 상에, 인공위성을 투영한 인공위성의 투영 위치를 확인하고, 인공위성의 위치와 인공위성의 투영 위치를 연결하는 제1 직선 및 인공위성의 위치와 신호발생 장치의 위치를 연결하는 제2 직선이 이루는 각도(α)에 기초하여 도래각으로서 타겟 신호의 고도각을 계산할 수 있다. 여기서, X-Y 평면은 상기 지상관제 센터를 기준으로 고도(Z)축을 고려하지 않은 좌표 평면일 수 있다.
- [0067] 구체적으로, 각도 추정부(410)는 제1 직선의 거리(r_1), 제2 직선의 거리(r_2) 및 신호발생 장치의 위치와 인공위성의 투영 위치를 연결하는 제3 직선의 거리(r_3)를 계산하고, 제1 직선의 거리(r_1), 제2 직선의 거리(r_2) 및 제3 직선의 거리(r_3)에 기초하여 제1 직선과 제2 직선이 이루는 각도(제1 직선 및 제2 직선의 끼인각)를 계산할 수 있다. 이때, 각도 추정부(410)는 인공위성의 투영 위치가 원점이 되도록 X-Y 평면 상의 좌표를 변환함에 따라, 인공위성의 투영 좌표, 인공위성의 좌표 및 신호발생 장치의 좌표를 변환함으로써, 인공위성 기준으로 좌표를 재설정할 수 있다. 각도 추정부(410)는 변환된 인공위성의 투영 좌표, 변환된 인공위성의 좌표 및 변환된 신호발생 장치의 좌표에 기초하여 제1 직선의 거리, 제2 직선의 거리 및 제3 직선의 거리를 계산할 수 있다.
- [0068] 또한, 각도 추정부(410)는 타겟 신호의 도래각 중 다른 하나인, 타겟 신호의 방위각(azimuth angle)을 계산할 수 있다. 이때, 각도 추정부(410)는 [수학식 4] 및 [수학식 5]를 이용하여 방위각(ϕ)을 계산할 수 있다.
- [0069] 빔형성부(420)는 도래각에 기반하여 타겟 신호로부터 간섭신호 및 잡음을 제거함으로써, 타겟 신호에서 목적하는 신호를 추출할 수 있다. 구체적으로, 빔형성부(420)는 예컨대, MVDR(Minimum Variance Distortionless Response) 빔형성기일 수 있으며, 도래각에 기반하여 신호발생 장치의 위치 정보에 대응하는 방향으로 빔(beam)을 형성하고, 방향과 상이한 방향에 널(null)을 형성하여, 타겟 신호로부터 간섭신호 및 잡음을 제거할 수 있다.
- [0070] 빔형성부(420)는 목적하는 신호의 도래각이 적용된 어레이 응답벡터를 기반으로 [수학식 6]에 의해 MVDR의 가중치 벡터(w_{mvdr})를 계산할 수 있다.

수학식 6

$$\mathbf{W}_{m\hat{d}r} = (\mathbf{a}_x \mathbf{R}^{-1} \mathbf{a}_x)^{-1} \mathbf{R}^{-1} \mathbf{a}_x$$

$\mathbf{R} = E[\mathbf{h}(k)\mathbf{h}^H(k)]$ 은 수신신호 벡터에 대한 공분산 행렬이다. 간섭이 제거되어 원하는 신호와 잡음만을 포함하는 빔형성부(420)의 출력은 [수학식 7]과 같다.

수학식 7

$$y_{m\hat{d}r}(k) = \mathbf{w}_{m\hat{d}r}^H \mathbf{h}(k)$$

여기서, H 는 켤레 전치를 의미한다.

빔형성부(420)에서의 빔 형성후, 각도 추정부(410)는 예컨대, $M(M=QXP)$ 개의 안테나 요소를 가지는 배열(array) 안테나를 통해, 신호발생 장치에서 발생한 타겟 신호를 수신할 수 있다. 여기서, 타겟 신호는 목적하는 목적 신호, 다수 개의 간섭신호 및 잡음을 포함할 수 있다.

인덱스 k 에 대한 타겟 신호 벡터는 [수학식 8]와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$\mathbf{h}(k) = \mathbf{a}_x x(k) + \mathbf{A} \mathbf{r}(k) + \mathbf{n}(k)$$

$\mathbf{h}(k)$ 는 크기 M 의 타겟 신호 벡터이고, $\mathbf{a}_x$ 는 원하는 목적 신호 $x(k)$ 에 대한 크기 M 의 어레이 응답 벡터이다. $\mathbf{A}$ 는 $M \times N$ 크기를 가지는 다수 개의 간섭신호에 대한 어레이 응답 행렬이며, $\mathbf{A}$ 의 각열은 각각의 간섭신호에 대한 어레이 응답 벡터이다. $\mathbf{A}$ 는 [수학식 9]와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 9

$$\mathbf{A} \triangleq \begin{bmatrix} 1 & \dots & 1 \\ e^{-j\tau_1} & \dots & e^{-j\tau_N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{-j(Q-1)\tau_1} & \dots & e^{-j(Q-1)\tau_N} \\ e^{-j\gamma_1} & \dots & e^{-j\gamma_N} \\ e^{-j(\tau_1+\gamma_1)} & \dots & e^{-j(\tau_N+\gamma_N)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{-j((Q-1)\tau_1+(P-1)\gamma_1)} & \dots & e^{-j((Q-1)\tau_N+(P-1)\gamma_N)} \end{bmatrix}$$

여기서, $\tau_l \triangleq 2\pi(d/\lambda)\sin\theta_l \cos\phi_l$ 이고, $\gamma_l \triangleq 2\pi(d/\lambda)\sin\theta_l \cos\phi_l$ 이며, $\mathbf{r}(k)$ 는 크기 N (간섭신호의 개수)의 간섭신호 벡터이고, $\mathbf{n}(k)$ 는 independent identically distributed(i.i.d) 특성을 가지는 Additive White Gaussian Noise(AWGN) 벡터로 M 의 크기를 갖는다. 또한, θ_l 과 ϕ_l 은 l 번째 신호의 고도각과 방위각을 각각 나타내며, $\mathbf{n}(k)$ 의 각 요소는 평균이 "0"이고 분산이 " σ^2 "이라고 가정한다.

- [0081] 신호 처리부(430)는 빔형성부(420)에서 출력된 신호를 기설정된 처리 방법에 따라 가공하여 데이터베이스(440)에 저장할 수 있다.
- [0082] 데이터베이스(440)는 신호 처리부(430)에 의해 처리된 신호를 저장할 수 있다.
- [0084] 도 5 내지 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 제어 장치에 대한 성능평가 시뮬레이션 일례를 설명하기 위한 도면이다. 구체적으로, 도 5는 제1, 2 타겟 신호의 정보를 도시한 도면이고, 도 6은 제1, 2 타겟 신호의 스펙트럼을 도시한 도면이며, 도 7은 지상 관제센터로부터 수신한 제1, 2 타겟 신호에 포함된 각 신호의 위치를 도시한 도면이다. 또한, 도 8은 인공위성에서 제1, 2 타겟 신호를 수신할 때의 빔형성기에 대한 방사각 빔 패턴이고, 도 9는 인공위성에서 제1, 2 타겟 신호를 수신할 때의 빔형성기의 출력에 대한 스펙트럼을 도시한 도면이다.
- [0085] 도 5를 참조하면, 인공위성으로 전송되는 제1 타겟 신호의 정보는 테이블 1(Table 1)과 같고, 인공위성으로 전송되는 제2 타겟 신호의 정보는 테이블 2(Table 2)와 같다. 제1 타겟 신호는 한 개의 원하는 신호(Continuous Wave; CW)와 네 개의 간섭신호(CW1, CW3, Frequency Modulation; FM, Amplitude Modulation; AM) 및 잡음을 포함하는 것으로 가정한다. 각 신호의 실제 신호-대-잡음비(Signal-to-Noise Ratio (SNR))는 20dB로 가정하고, 각 신호에 대한 매개변수들은 테이블 1에 포함되어 있다. 주파수 영역에서의 제1 타겟 신호의 스펙트럼은 도 6의 (a)와 같다.
- [0086] 또한, 제2 타겟 신호는 개의 원하는 신호(Wideband; WB)와 세 개의 간섭신호(CW, FM, AM) 및 잡음을 포함하는 것으로 가정한다. 각 신호의 SNR은 20dB로 가정하고, 각 신호에 대한 매개변수들은 테이블 2에 포함되어 있다. 주파수 영역에서의 제1 타겟 신호의 스펙트럼은 도 6의 (b)와 같다.
- [0087] 한편, 지상 관제센터에서 제1 타겟 신호가 추정되는 경우, 추정된 제1 타겟 신호 내 각 신호 좌표의 위성대비 상대좌표(정규화된 좌표: Normalized Coordinate)는 위성 좌표가 (0.66, 0.545, 0.81)이고, 지상 관제센터의 좌표가 (0, 0, 0)으로 가정할 때, (-0.1, 0.68, 0), (0.41, -0.23, 0), (0.25, 0.83, 0)일 수 있다.
- [0088] 지상 관제센터로부터 인공위성에 제1 타겟 신호 내 각 신호 좌표의 위성대비 상대좌표가 수신되면, 인공위성의 통신 제어 장치는 제1 타겟 신호 내 각 신호 좌표의 위성대비 상대좌표에 기초하여, [수학식 1] 내지 [수학식 5]를 통해 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 각 신호의 고도각 및 방위각으로서, (119.8°, 12.01°), (119.8°, 260.02°), (119.8°, 92.89°), (119.8°, 319.7°), (119.8°, 84.9°)를 계산할 수 있다. 이때, 원점이었던 지상 관제센터의 좌표를 위성이 X-Y 평면으로 투영된 점으로 원점을 이동하고 모든 좌표들을 다시 설정한 후, 고도각과 방위각을 계산할 수 있다. 계산된 각 신호의 고도각 및 방위각은 테이블 1의 실제 신호의 고도각 및 방위각과 큰 차이가 없음을 확인할 수 있다.
- [0089] 또한, 지상 관제센터에서 제2 타겟 신호가 추정되는 경우, 추정된 제2 타겟 신호 내 각 신호 좌표의 위성대비 상대좌표(정규화된 좌표: Normalized Coordinate)는 위성 좌표가 (0.48, 0.61, 0.88)이고, 지상 관제센터의 좌표가 (0, 0, 0)으로 가정할 때, (0.3, 0.170), (-0.11, 0.34, 0), (-0.71, -0.27, 0), (0.52, 0.52, 0)일 수 있다.
- [0090] 지상 관제센터로부터 인공위성에 제2 타겟 신호 내 각 신호 좌표의 위성대비 상대좌표가 수신되면, 인공위성의 통신 제어 장치는 제2 타겟 신호 내 각 신호 좌표의 위성대비 상대좌표에 기초하여, [수학식 1] 내지 [수학식 5]를 통해 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이, 각 신호의 고도각 및 방위각으로서, (210.01°, 330.02°), (210.01°, 110.03°), (210.01°, 196.78°), (210.01°, 44.8°)를 계산할 수 있다. 이때, 원점이었던 지상 관제센터의 좌표를 위성이 X-Y 평면으로 투영된 점으로 원점을 이동하고 모든 좌표들을 다시 설정한 후, 고도각과 방위각을 계산할 수 있다. 계산된 각 신호의 고도각 및 방위각은 테이블 2의 실제 신호의 고도각 및 방위각과 큰 차이가 없음을 확인함으로써, 인공위성의 통신 제어 장치에 대한 성능이 우수함을 알 수 있다.
- [0091] 인공위성에 제1 타겟 신호가 수신될 때($\theta=120^\circ$ 일 때), 인공위성 내 빔형성기에 대한 방사각 빔 패턴은 예컨대, 도 8의 (a)에 도시된 바와 같고, 빔형성기의 출력에 대한 스펙트럼은 도 9의 (a)에 도시된 바와 같다. 또한, 인공위성에 제2 타겟 신호가 수신될 때($\theta=210^\circ$ 일 때), 인공위성 내 빔형성기에 대한 방사각 빔 패턴은 예컨대, 도 8의 (b)에 도시된 바와 같고, 빔형성기의 출력에 대한 스펙트럼은 도 9의 (b)에 도시된 바와 같다.

- [0092] 도 9의 (a), (b)를 통해, 원하는 신호를 제외한 간섭신호들이 효과적으로 제거되었음을 확인할 수 있다.
- [0094] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 인공위성의 통신 제어 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0095] 도 10을 참조하면, 단계 S1010에서, 인공위성의 통신 제어 장치는 지상 관제센터로부터 지상의 신호발생 장치의 위치 정보를 수신할 수 있다. 이때, 인공위성의 통신 제어 장치는 신호발생 장치에서 발생하는 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호로 판단됨에 따라, 지상 관제센터로부터 신호발생 장치의 위치 정보를 수신할 수 있다. 신호에 대한 이상 신호 여부 판단은 예컨대, 지상 관제센터 또는 인공위성의 통신 제어 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0096] 다른 일례로서, 인공위성의 통신 제어 장치는 지상 관제센터로부터 지상의 신호발생 장치의 위치 정보를 수신하기 이전에, 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지를 판단하고, 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 지상 관제센터로 이상 신호의 신호원인 신호발생 장치의 위치 정보를 요청함으로써, 지상 관제센터로부터 지상의 신호발생 장치의 위치 정보를 수신할 수 있다.
- [0097] 또한, 실시예에서, 인공위성은 복수의 지상 관제센터와 통신하도록 구성될 수 있다. 인공위성이 복수의 지상 관제센터와 통신할 때, 인공위성의 통신 제어 장치는 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지를 판단할 수 있다. 이때, 인공위성의 통신 제어 장치는 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 탐지된 신호의 신호원이 위치할 가능성이 있는 영역을 추정하고, 복수의 지상 관제센터 중 영역의 중점을 기준으로 가장 가까운 곳에 위치한 제1 지상 관제센터로 이상 신호의 신호원인 신호발생 장치의 위치 정보를 요청함으로써, 제1 지상 관제센터로부터 지상의 신호발생 장치의 위치 정보를 수신할 수 있다.
- [0098] 다른 일례로서, 인공위성이 복수의 지상 관제센터와 통신할 때, 인공위성의 통신 제어 장치는 인공위성의 미리 설정된 관심 영역에서 탐지된 신호가 기설정된 기준에 기초하여 이상 신호인지를 판단할 수 있다. 이때, 인공위성의 통신 제어 장치는 탐지된 신호가 이상 신호로 판단되는 경우, 탐지된 신호의 신호원이 위치할 가능성이 있는 영역을 추정하고, 복수의 지상 관제센터 중 영역의 중점을 기준으로 가장 가까운 곳에 위치한 제1 지상 관제센터 및 다음으로 가까운 곳에 위치한 제2 지상 관제센터로 이상 신호의 신호원인 신호발생 장치의 위치 정보 및 이상 신호의 신호 강도 정보를 요청함으로써, 제1, 2 지상 관제센터로부터 신호발생 장치의 위치 정보 및 이상 신호의 신호 강도 정보를 수신할 수 있다.
- [0099] 단계 S1020에서, 인공위성의 통신 제어 장치는 신호발생 장치의 위치 정보 및 지상 관제센터의 위치 정보에 기초하여, 인공위성에서 수신하게 되는 신호발생 장치로부터의 타겟 신호에 대한 도래각을 계산할 수 있다.
- [0100] 타겟 신호에 대한 도래각은 타겟 신호의 고도각(elevation angle)(θ) 및 방위각(azimuth angle)(ϕ)으로 나타낼 수 있다.
- [0101] 여기서, 신호발생 장치의 위치 정보는 지상 관제센터의 위치를 제1 원점으로 하는 2차원 좌표계 내에서의 제1 위치를 포함할 수 있다. 이때, 2차원 좌표계는 제1 원점과 인공위성의 지상에 투영된 위치인 지상 투영점을 연결하는 선을 x축으로 하고, 지상에서 x축에 수직하는 선을 y축으로 하는 2차원 좌표계일 수 있다.
- [0102] 인공위성의 통신 제어 장치는 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하기 이전에, 지상 관제센터의 위치 정보와 인공위성의 현재 위치에 기초하여, 상기 제1 위치를, 인공위성의 현재 지상 투영점을 제2 원점으로 하는 3차원 좌표계 내에서의 제2 위치로 변환시킬 수 있다. 여기서, 3차원 좌표계는 현재 지상 투영점과 지상 관제센터의 위치를 연결하는 선을 x축으로 하고 지상에서 x축에 수직하는 선을 y축으로 하며 제2 원점에서 인공위성으로 연결되는 선을 z축으로 하는 3차원 좌표계일 수 있다.
- [0103] 타겟 신호에 대한 고도각은 인공위성과 제2 원점 사이의 거리, 신호발생 장치와 인공위성 사이의 거리, 신호발생 장치와 인공위성의 지상 투영점 사이의 거리에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0104] 타겟 신호에 대한 고도각을 계산하기 위해, 먼저 인공위성의 통신 제어 장치는 [수학식 1]을 통해, 인공위성과 제2 원점 사이의 거리(r_1), 신호발생 장치와 인공위성 사이의 거리(r_2), 신호발생 장치와 인공위성의 지상 투영점 사이의 거리(r_3)를 각각 계산할 수 있다.
- [0105] 인공위성의 통신 제어 장치는 [수학식 2]와 같은 제2코사인 법칙 및 [수학식 3]를 이용하여, 신호발생 장치의

위치 정보를 기반으로 하는 타겟 신호의 고도각(θ , $90^\circ \sim 270^\circ$)을 계산할 수 있다.

[0106] 또한, 인공위성의 통신 제어 장치는 타겟 신호의 방위각을 계산할 수 있다. 이때, 프로세서(220)는 [수학식 4]와 같은 삼각비 법칙 및 [수학식 5]를 이용하여 방위각을 계산할 수 있다.

[0107] 실시예에서, 인공위성이 복수의 지상 관제센터와 통신할 때, 제1 지상 관제센터 및 제2 지상 관제센터로부터 이상 신호의 신호 강도 정보 및 이상 신호의 신호원인 신호발생 장치의 위치 정보가 수신되면, 인공위성의 통신 제어 장치는 수신된 정보에 기초하여, 인공위성에서 수신하게 되는 신호발생 장치로부터의 타겟 신호에 대한 도래각을 계산할 수 있다. 즉, 인공위성의 통신 제어 장치는 제1 지상 관제센터 및 제2 지상 관제센터로부터 수신되는 정보에 포함된 이상 신호의 신호 강도 정보에 기초하여 제1 지상 관제센터 및 제2 지상 관제센터로부터 수신되는 신호발생 장치의 위치 정보 중 적어도 하나를 이용하여 타겟 신호에 대한 도래각을 계산할 수 있다. 이때, 인공위성의 통신 제어 장치는 제1 지상 관제센터 및 제2 지상 관제센터로부터 수신되는 신호발생 장치의 위치 정보 중 신호 강도가 큰 위치 정보를 이용하여 타겟 신호에 대한 도래각을 계산하거나, 두 개의 위치 정보에 대한 신호 강도가 둘 다 임계치 이상이면, 두 개의 위치 정보를 혼합하여 위치 정보를 결정하고, 결정된 위치 정보를 이용하여 타겟 신호에 대한 도래각을 계산할 수 있다. 또한, 인공위성의 통신 제어 장치는 한 개의 신호 강도가 임계치보다 낮으면 다른 위치 정보를 이용하여 타겟 신호에 대한 도래각을 계산할 수 있다.

[0108] 단계 S1030에서, 인공위성의 통신 제어 장치는 도래각(예컨대, 고도각, 방위각)에 기반하여 인공위성에서 타겟 신호를 탐지하기 위한 방향으로 빔(beam) 형성을 수행하도록 한다.

[0109] 인공위성의 통신 제어 장치는 도래각에 기반하여 타겟 신호에서 목적하는 신호(원하는 신호)를 추출할 수 있다. 구체적으로, 도래각에 기반하여 인공위성에서 타겟 신호를 탐지하기 위한 방향으로의 빔 형성시, 인공위성의 통신 제어 장치는 인공위성 내 빔형성기에서, 도래각에 기반하여 신호발생 장치의 위치 정보에 대응하는 방향으로 빔을 형성하고, 방향과 상이한 방향에 널(null)을 형성하도록 하여, 빔형성기를 통해 타겟 신호로부터 간섭신호 및 잡음을 제거하여 타겟 신호에서 목적하는 신호를 추출할 수 있다. 이때, 인공위성 내 빔형성기는 고정된 지상 관제센터의 위치에 대응하는 방향으로 빔을 형성하도록 초기 설정되어 있고, 빔형성기에서 신호발생 장치의 위치에 대응하는 방향으로 빔을 형성함에 따라, 지상 관제센터의 위치에 대응하는 방향에 널을 형성할 수 있다. 즉, 인공위성의 통신 제어 장치는 지상 관제센터에 향하도록 설정된 빔의 방향을 신호발생 장치에 향하도록 조정할 수 있다.

[0111] 본 발명의 명세서(특히 특허청구범위에서)에서 "상기"의 용어 및 이와 유사한 지시 용어의 사용은 단수 및 복수 모두에 해당하는 것일 수 있다. 또한, 본 발명에서 범위(range)를 기재한 경우 상기 범위에 속하는 개별적인 값을 적용한 발명을 포함하는 것으로서(이에 반하는 기재가 없다면), 발명의 상세한 설명에 상기 범위를 구성하는 각 개별적인 값을 기재한 것과 같다.

[0112] 본 발명에 따른 방법을 구성하는 단계들에 대하여 명백하게 순서를 기재하거나 반하는 기재가 없다면, 상기 단계들은 적당한 순서로 행해질 수 있다. 반드시 상기 단계들의 기재 순서에 따라 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 본 발명에서 모든 예들 또는 예시적인 용어(예들 들어, 등등)의 사용은 단순히 본 발명을 상세히 설명하기 위한 것으로서 특허청구범위에 의해 한정되지 않는 이상 상기 예들 또는 예시적인 용어로 인해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 당업자는 다양한 수정, 조합 및 변경이 부가된 특허청구범위 또는 그 균등물의 범주 내에서 설계 조건 및 팩터에 따라 구성될 수 있음을 알 수 있다.

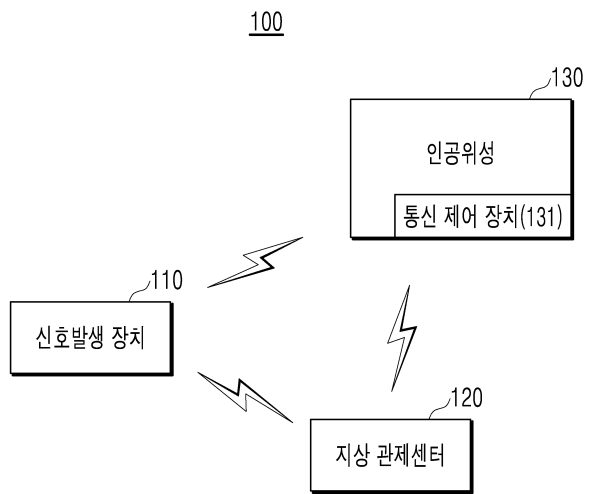
[0113] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

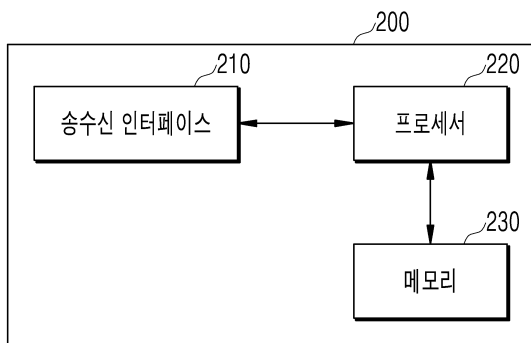
- [0114] 100: 인공위성의 통신 환경
- 110: 신호발생 장치
- 120: 지상 관제센터
- 130: 인공위성

도면

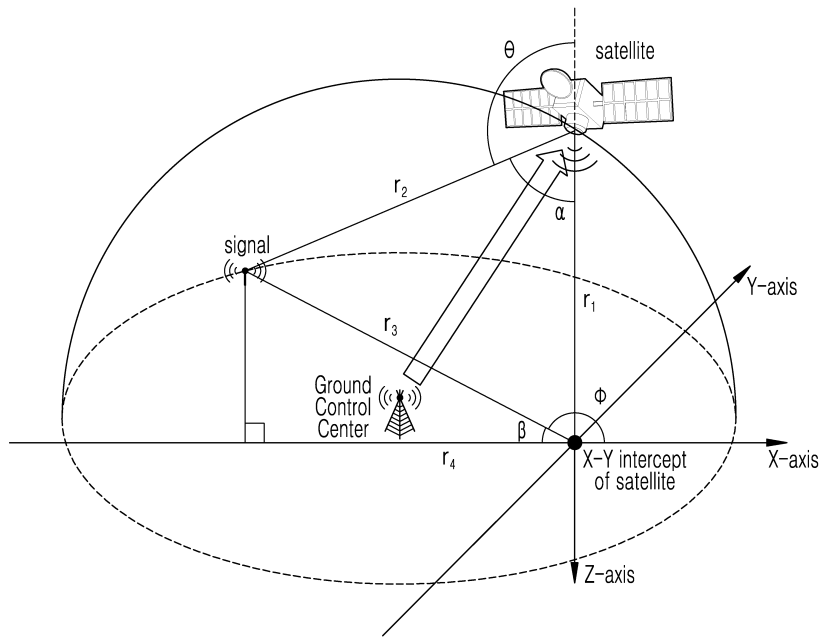
도면1



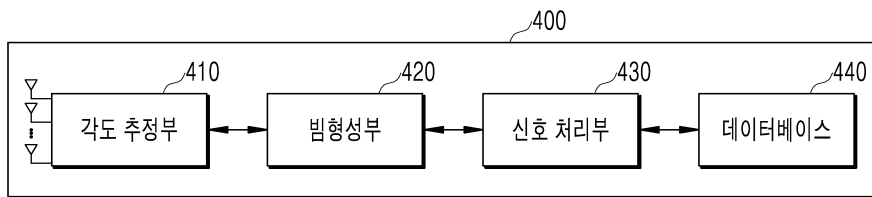
도면2



도면3



도면4



도면5

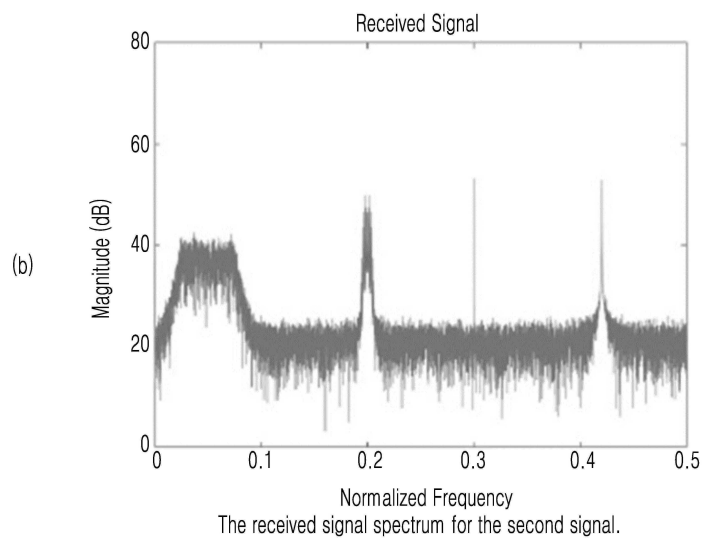
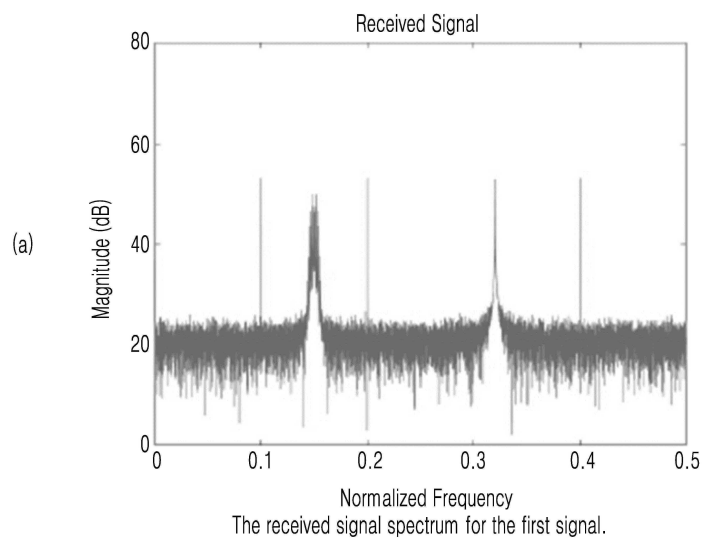
Table 1. The received signal parameter for the first signal.

Signal	Elevation (θ°)	Azimuth (ϕ°)	Center frequency
CW1	120	12	0.1
CW2 (desired)	120	260	0.2
CW3	120	93	0.4
FM	120	320	0.15
AM	120	85	0.32

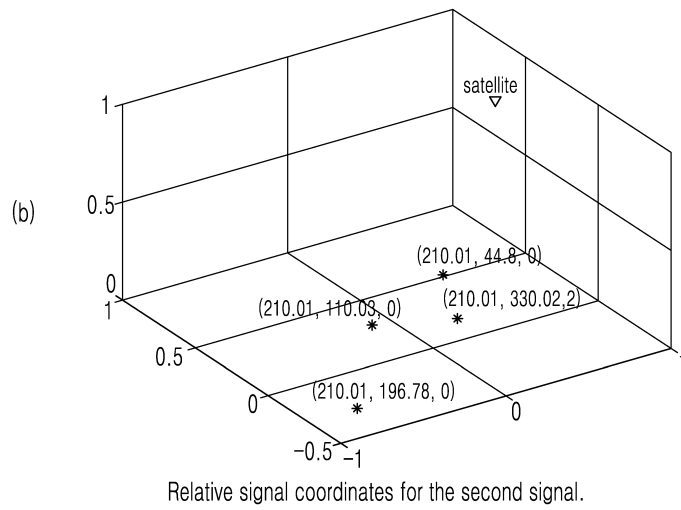
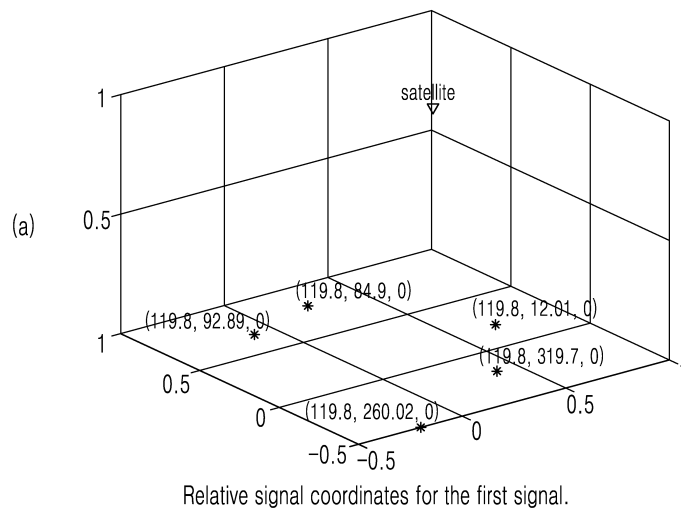
Table 2. The received signal parameter for the second signal.

Signal	Elevation (θ°)	Azimuth (ϕ°)	Center frequency
CW	210	330	0.3
WB (desired)	210	110	0.05
FM	210	197	0.2
AM	210	45	0.42

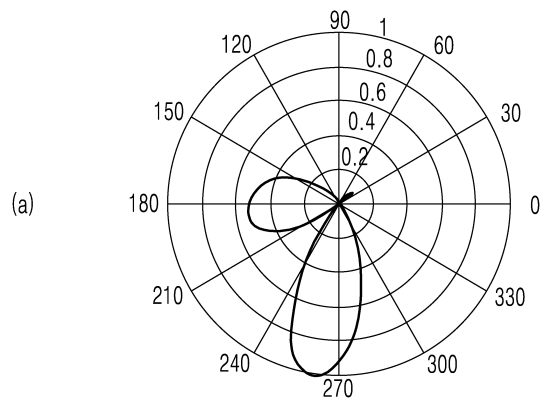
도면6



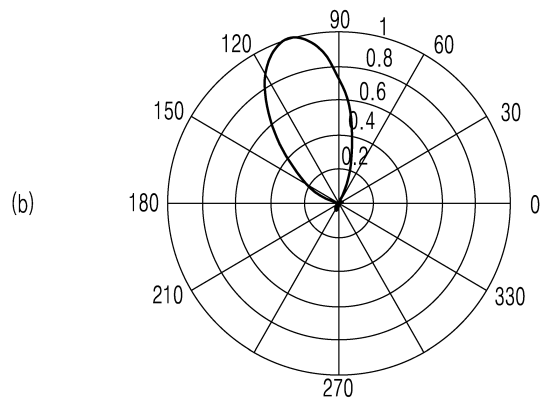
도면7



도면8

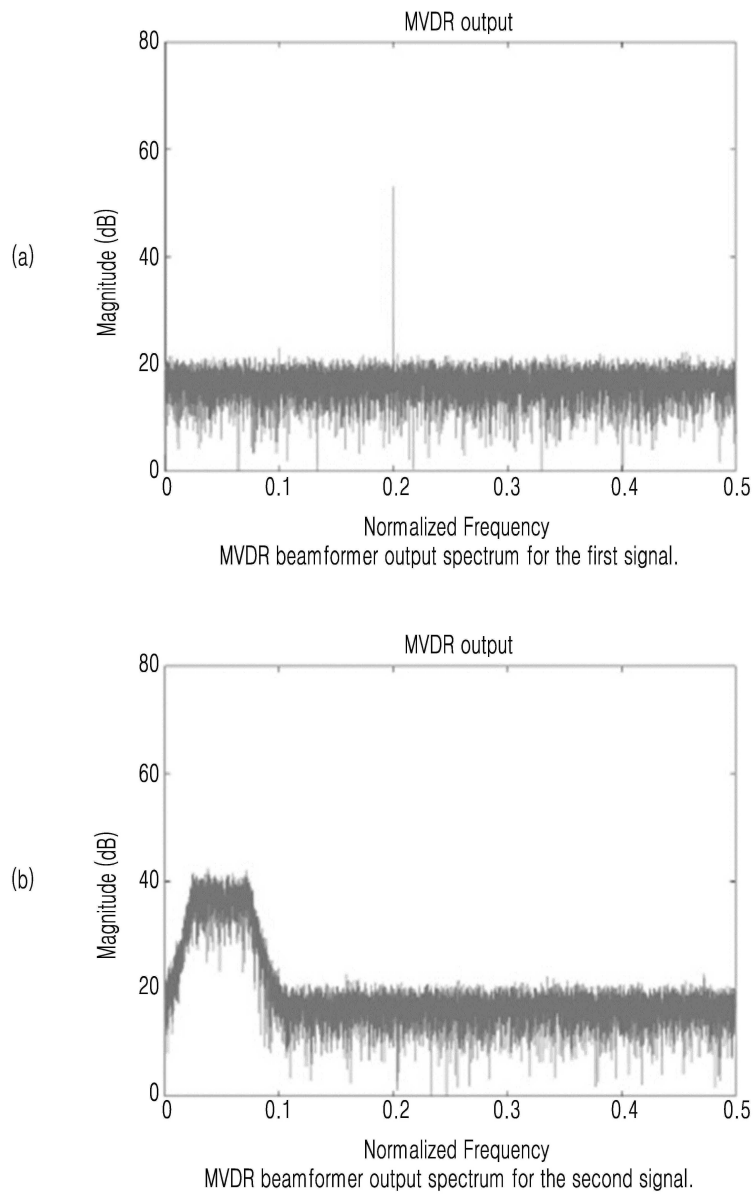


MVDR beam pattern for azimuth angle for the first signal ($\theta=120^\circ$)



MVDR beam pattern for azimuth angle for the second signal ($\theta=210^\circ$)

도면9



도면10

