



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0047086
(43) 공개일자 2020년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01S 19/01 (2010.01)

(52) CPC특허분류

G01S 19/015 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0129094

(22) 출원일자 2018년10월26일

심사청구일자 2018년10월26일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

원중훈

경기도 광명시 소하로 38 (소하동, 휴먼시아) 212동 703호

김형필

경기도 안산시 상록구 충장로 565 (월피동, 주공 1단지아파트) 113동 1203호

이정훈

경기도 시흥시 죽율로 40 (죽율동, 시흥6차푸르지오 2단지 보육시설) 210동 601호

(74) 대리인

이원희

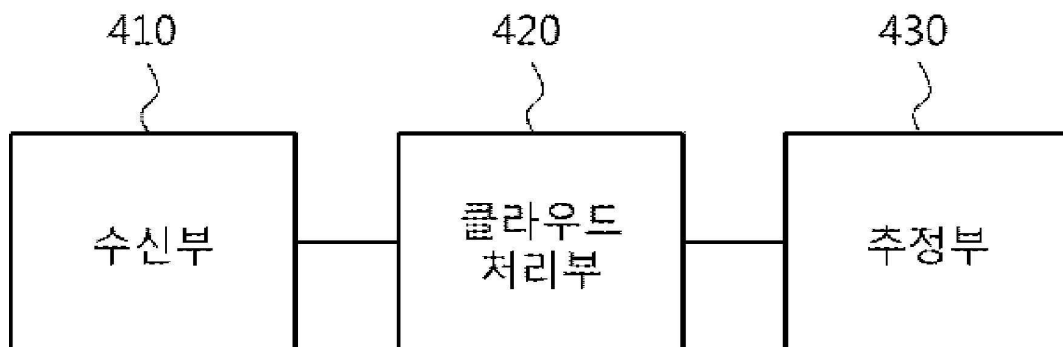
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명은 다수의 저가 GNSS 수신부가 넓은 영역에 조밀한 밀도로 분포된 환경에서, 미약한 재밍 신호를 감지하고 재밍 신호 종류를 판별하며 재밍 신호원의 위치를 추정하는 재밍 감시 기술(시스템)에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 서버를 활용하여, 중앙처리국에서 효율적으로 미약 재밍 신호를 감지하고 신호원의 위치를 추정할 수 있는 기술 및 시스템에 관한 것으로, 재밍원(jammer)의 방해 신호를 포함하는 통신 신호를 수신하는 복수의 수신부, 상기 수신부에서 수신한 통신 신호를 이용해 동일한 방해신호를 포함하는 수신부들을 분류하는 클라우드 처리부 및 상기 동일 방해신호를 포함하는 수신부들의 위치 및 도달 시간 차이 정보를 이용해 상기 재밍원의 위치를 추정하는 추정부를 포함하는 구성을 개시한다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 57640-1

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기본연구(교육부)

연구과제명 [Ezbaro] 클라우드 데이터 처리방식 저가 고효율 GNSS 제밍 감시 기술

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

재밍원(jammer)의 방해 신호를 포함하는 통신 신호를 수신하는 복수의 수신부;

상기 수신부에서 수신한 통신 신호를 이용해 동일한 방해신호를 포함하는 수신부들을 분류하는 클라우드 처리부; 및

상기 동일 방해신호를 포함하는 수신부들의 위치를 이용해 상기 재밍원의 위치를 추정하는 추정부;를 포함하는 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 클라우드 처리부는,

상기 복수의 통신 신호를 상관 비교하여 동일한 방해신호를 포함하는 수신부를 분류하는 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 클라우드 처리부는,

상기 통신 신호의 FFT(Fast Fourier Transform) 결과 값의 시간에 따른 2D 이미지를 이용해 상관 비교하는 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 통신 신호는,

특정 A 수신부에서 수신된 통신신호는 하기 수학식 1의 형태로 표시되는 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시스템.

[수학식 1]

$$r_A(t) = S(t - \tau_{S,A})e^{-j2\pi(f_S + f_{S,A})t} + J(t - \tau_{J,A})e^{-j2\pi(f_J + f_{J,A})t} + \eta_A$$

(여기서 r_A 는 수신부 A에 수신된 신호를, S, J는 위성 신호와 재밍 신호를, f_S , f_J 는 위성 및 재밍 신호의 중심 주파수를, $\tau_{S,A}$, $\tau_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 재밍 신호의 시간 지연을, $f_{S,A}$, $f_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 재밍 신호의 도플러 주파수를, η_A 는 수신부 A에 유입된 잡음 요소이다.)

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 클라우드 처리부는,

하기 수학식 2를 이용해 상기 통신 신호의 상관 비교를 수행하는 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시스템.

[수학식 2]

$$R(t_{corr}) = FFT\{r_A(t)r_B(t - t_{corr})^*\}$$

(여기서 r_A , r_B 는 수신부 A, B에 수신된 신호, t_{corr} 은 수신된 신호간의 시간 지연의 차이다.)

청구항 6

복수의 위치에서 재밍원(jammer)의 방해 신호를 포함하는 통신 신호를 수신하는 단계;

상기 수신한 복수의 통신 신호를 이용해 동일한 방해신호를 포함하는 위치들을 분류하는 단계; 및

상기 동일 방해신호를 포함하는 위치들을 이용해 상기 재밍원의 위치를 추정하는 단계;를 포함하는 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 분류 단계는,

상기 복수의 통신 신호를 상관 비교하여 동일한 방해신호를 포함하는 위치들을 분류하는 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 분류 단계는,

상기 통신 신호의 FFT(Fast Fourier Transform) 결과 값의 시간에 따른 2D 이미지를 이용해 상관 비교하는 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 통신 신호는,

특정 A 위치에서 수신된 통신신호는 하기 수학식 1의 형태로 표시되는 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법.

[수학식 1]

$$r_A(t) = S(t - \tau_{S,A})e^{-j2\pi(f_S + f_{S,A})t} + J(t - \tau_{J,A})e^{-j2\pi(f_J + f_{J,A})t} + \eta_A$$

(여기서 r_A 는 수신부 A에 수신된 신호를, S, J는 위성 신호와 재밍 신호를, f_S , f_J 는 위성 및 재밍 신호의 중심 주파수를, $\tau_{S,A}$, $\tau_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 재밍 신호의 시간 지연을, $f_{S,A}$, $f_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 재밍 신호의 도플러 주파수를, η_A 는 수신부 A에 유입된 잡음 요소이다.)

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 분류 단계는,

하기 수학적 식 2를 이용해 상기 통신 신호의 상관 비교를 수행하는 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법.

[수학적 식 2]

$$R(t_{corr}) = FFT\{r_A(t)r_B(t - t_{corr})^*\}$$

(여기서 r_A , r_B 는 수신부 A, B에 수신된 신호, t_{corr} 은 수신된 신호간의 시간 지연의 차이다.)

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 다수의 저가 GNSS 수신부가 넓은 영역에 조밀한 밀도로 분포된 환경에서, 미약한 재밍 신호를 감지하고 재밍 신호 종류를 판별하며 재밍 신호원의 위치를 추정하는 재밍 감시 방법 및 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 서버를 활용하여, 중앙처리국에서 효율적으로 미약 재밍 신호를 감지하고 신호원의 위치를 추정할 수 있는 기술 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] GNSS에서 사용되는 위성 신호는 지표상에서 매우 낮은 전력 세기를 갖기 때문에 재밍에 매우 취약하다. 이에 따라 GNSS 재밍 신호 감지 및 신호원 위치추정 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0003] 재밍 신호 감지 기술은 안테나 기반 감지, GNSS 수신부 상관 전(Pre-correlation) 동작 기반 감지, 상관 후(Post-correlation) 동작 기반 감지로 분류할 수 있다. 안테나 기반 감지 기술은 주로 GNSS 수신부 안테나를 제어하는 것에 기반을 두며, 상관 전 동작 기반 감지 기술은 GNSS 수신부 프론트-엔드(Front-end) 부분의 신호처리 결과 데이터를 감시하는 것에 기반을 두고, 상관 후 동작 기반 감지 기술은 수신부의 안테나와 프론트-엔드를 제외한 부분의 신호처리 결과 데이터를 감시하는 것에 기반을 둔다.
- [0004] 재밍 신호원 위치추정 기술은 재밍 신호의 신속한 완화 및 제거에 중요한 역할을 하며, 일반적으로 수신 신호 세기, 신호의 도착 각도, 도착 방향, 도착 시간 차이, 도착 주파수 차이 측정치 등을 처리한 결과를 이용한다.
- [0005] 앞서 제시한 다양한 기술의 이용을 통해 재밍 신호를 감지하고 종류를 판별하며 신호원의 위치를 추정할 수 있다.
- [0006] 그러나 종래 기술에서는 신뢰도 높은 결과 획득을 위해 고가의 장비를 이용하며, 이에 따라 다수의 장비를 운용함에 어려움이 있다. 결과적으로 매우 제한적인 재밍 신호 감시 가능 영역을 갖는다는 문제점이 있다.
- [0007] 또한, IOT 단말의 위치 정보 및 재밍 신호의 수신 세기 정보를 이용하는 재밍 위치 추정 기술에서는 자유 공간 경로 손실 모델을 적용하여 송수신부 간 거리를 추정하는데, 이는 단말기의 주변 환경(장애물, 음영의 존재 등)에 따라 경로 손실 요소가 상당히 다를 수 있으므로 정확한 위치 추정에 어려움이 있다. 그리고 재밍 신호의 유형을 파악할 수 없어, 실제로 재밍을 제거하려는 경우에 도움이 될 수 있는 재밍의 종류 및 외형을 예측하기 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 별도의 고가의 재밍원 위치 추정 장비 없이도, 기존의 시스템을 이용해 재밍원의 위치를 추정할 수 있고, 재밍원의 종류를 파악할 수 있는 방법 및 시스템을 제공하고자 한다.
- [0010] 또한, 상관을 이용해 재밍신호를 비교하여 다수의 위성 신호가 존재하는 중에 재밍원의 신호를 구분하고 위치를 파악할 수 있는 방법 및 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기한 문제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시스템은 재밍원(jammer)의 방해 신호를 포함하는 통신 신호를 수신하는 복수의 수신부, 상기 수신부에서 수신한 통신 신호를 이용해 동일한 방해신호를 포함하는 수신부들을 분류하는 클라우드 처리부 및 상기 동일 방해신호를 포함하는 수신부들의 위치를 이용해 상기 재밍원의 위치를 추정하는 추정부를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 클라우드 처리부는 상기 복수의 통신 신호를 상관 비교하여 동일한 방해 신호를 포함하는 수신부를 분류할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 클라우드 처리부는 상기 통신 신호의 FFT(Fast Fourier Transform) 결과 값의 시간에 따른 2D 이미지를 이용해 상관 비교할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 통신 신호는 특정 A 수신부에서 수신된 통신신호는 하기 수학식 1의 형태로 표시될 수 있다.

[0016] [수학식 1]

$$r_A(t) = S(t - \tau_{S,A})e^{-j2\pi(f_S + f_{S,A})t} + J(t - \tau_{J,A})e^{-j2\pi(f_J + f_{J,A})t} + \eta_A$$

[0018] (여기서 r_A 는 수신부 A에 수신된 신호를, S, J는 위성 신호와 재밍 신호를, f_S , f_J 는 위성 및 재밍 신호의 중심 주파수를, $\tau_{S,A}$, $\tau_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 재밍 신호의 시간 지연을, $f_{S,A}$, $f_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 재밍 신호의 도플러 주파수를, η_A 는 수신부 A에 유입된 잡음 요소이다.)

[0019] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 클라우드 처리부는 하기 수학식 2를 이용해 상기 통신 신호의 상관 비교를 수행할 수 있다.

[0020] [수학식 2]

$$R(t_{corr}) = FFT\{r_A(t)r_B(t - t_{corr})^*\}$$

[0022] (여기서 r_A , r_B 는 수신부 A, B에 수신된 신호, t_{corr} 은 수신된 신호간의 시간 지연의 차이이다.)

[0023] 상기한 문제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법은 복수의 위치에서 재밍원(jammer)의 방해 신호를 포함하는 통신 신호를 수신하는 단계, 상기 수신한 복수의 통신 신호를 이용해 동일한 방해신호를 포함하는 위치들을 분류하는 단계 및 상기 동일 방해신호를 포함하는 위치들을 이용해 상기 재밍원의 위치를 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 분류 단계는 상기 복수의 통신 신호를 상관 비교하여 동일한 방해신호를 포함하는 위치들을 분류할 수 있다.

[0025] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 분류 단계는 상기 통신 신호의 FFT(Fast Fourier Transform) 결과 값의 시간에 따른 2D 이미지를 이용해 상관 비교할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 통신 신호는, 특정 A 위치에서 수신된 통신신호는 하기 수학식 1의 형태로 표시될 수 있다.

[0027] [수학식 1]

$$r_A(t) = S(t - \tau_{S,A})e^{-j2\pi(f_S + f_{S,A})t} + J(t - \tau_{J,A})e^{-j2\pi(f_J + f_{J,A})t} + \eta_A$$

[0029] (여기서 r_A 는 수신부 A에 수신된 신호를, S, J는 위성 신호와 재밍 신호를, f_S , f_J 는 위성 및 재밍 신호의 중심 주파수를, $\tau_{S,A}$, $\tau_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 재밍 신호의 시간 지연을, $f_{S,A}$, $f_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및

재밍 신호의 도플러 주파수를, n_A 는 수신부 A에 유입된 잡음 요소이다.)

[0030] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 분류 단계는 하기 수학적 식 2를 이용해 상기 통신 신호의 상관 비교를 수행할 수 있다.

[0031] [수학적 식 2]

$$R(t_{corr}) = FFT\{r_A(t)r_B(t - t_{corr})^*\}$$

[0032] (여기서 r_A , r_B 는 수신부 A, B에 수신된 신호, t_{corr} 은 수신된 신호간의 시간 지연의 차이이다.)

발명의 효과

[0036] 본 발명에 따르면, 다수의 저가 GNSS 수신부와 클라우드 데이터 처리방식을 이용해 GNSS 재밍 신호 감시 영역의 사각지대를 최소화하여 재밍 신호의 유무와 유형을 판별하고 신호원의 위치를 추정할 수 있다. 따라서 광역에 걸친 재밍 신호의 신속한 완화 및 신호원의 제거가 가능하다.

[0037] 기존에 제시된 '재밍 추정 시스템 및 방법(선행조사 1)'은 재밍 신호 수집 단계에서 개별 IOT 단말에서 각각 선처리(pre-processing)한 재밍 신호의 수신 세기 정보만을 중앙에서 수집하여 처리하는 방식이므로, 재밍 신호의 유무 및 신호원의 위치를 대략적으로만 추정할 수 있으나, 본 발명은 클라우드 빅데이터를 중앙에서 처리하여 재밍 신호 유무 및 종류 판별이 가능함과 동시에 신호원 위치 추정의 정확성을 획기적으로 향상시킬 수 있다.

[0038] 또한, GNSS 수신부로는 기존에 민간에 많이 보급된 스마트폰/차량 네비/기지국 등에 장착된 모듈을 활용할 수 있음에 따라 비용-효율적이며, 이에 따라 통신사와 국가망을 연동하여 통신사에서 수집한 클라우드 빅데이터를 중앙에서 수집하여 국가단위의 GNSS 재밍 감시 및 대응 체계를 구축할 수 있다.

[0039] 한편, 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 이하에서 설명할 내용으로부터 통상의 기술자에게 자명한 범위 내에서 다양한 효과들이 포함될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시나리오의 예이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법이 적용 예이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법의 상관 기술의 적용을 위한 신호 수신 시나리오의 예이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시스템의 블록도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 단일 수신부에 대한 시간-주파수 영역 2-D 이미지 생성 방법의 일 예시이다.

도 6는 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 방식의 일 예시이다.

도 7은 일반적인 위성 신호의 시간 영역 상관 형태의 일 예시이다.

도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 CWI 유형 재밍 신호의 시간 영역 상관 형태의 일 예시이다.

도 9는 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 '클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법 및 시스템'을 상세하게 설명한다. 설명하는 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 당업자가 용이하게 이해할 수 있도록 제공되는 것으로 이에 의해 본 발명이 한정되지 않는다. 또한, 첨부된 도면에 표현된 사항들은 본 발명의 실시 예들을 쉽게 설명하기 위해 도식화된 도면으로 실제로 구현되는 형태와 상이할 수 있다.

[0042] 한편, 이하에서 표현되는 각 구성부는 본 발명을 구현하기 위한 예일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 다른 구현에서

는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다른 구성부가 사용될 수 있다.

- [0043] 또한, 각 구성부는 순전히 하드웨어 또는 소프트웨어의 구성만으로 구현될 수도 있지만, 동일 기능을 수행하는 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 구성들의 조합으로 구현될 수도 있다. 또한, 하나의 하드웨어 또는 소프트웨어에 의해 둘 이상의 구성부들이 함께 구현될 수도 있다.
- [0044] 또한, 어떤 구성요소들을 '포함'한다는 표현은, '개방형'의 표현으로서 해당 구성요소들이 존재하는 것을 단순히 지칭할 뿐이며, 추가적인 구성요소들을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다.
- [0045] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시나리오의 예이다.
- [0046] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법은 다수의 저가 GNSS 수신부(예, 스마트폰/차량 네비/기지국)가 분포된 환경에서 일부 수신부가 미약한 재밍 신호원 영향권 내에 들어오면, 클라우드 서버에 전송되는 해당 수신부들의 데이터에는 재밍 신호가 포함되어 있을 수 있다. 기존 방법에서는 재밍 신호 수집 단계에서 개별 IOT 단말에서 각각 선처리(pre-processing)한 재밍 신호의 수신세기 정보만을 중앙에서 수집하여 처리하는 방식이므로, 재밍 신호의 유무 및 신호원의 위치를 대략적으로만 추정할 수 있으나, 본 발명은 상기 재밍 신호의 유무 및 유형 판별, 그리고 상기 재밍 신호원 위치추정을 담당하는 중앙처리국은 연동 받은 클라우드 빅데이터에 시간-주파수 상관 기술을 적용하여 재밍 신호의 유형, 두 신호 간 TDOA 및 FDOA 정보를 얻음으로써 상기 재밍 신호원의 정확한 위치를 추정할 수 있다. 이때 재밍 신호원 영향권 내의 사용자(U1-U1) 간, 영향권 밖의 사용자(U2-U2) 간, 영향권 안/밖의 사용자(U1-U2) 간 상관 기술 적용 결과는 서로 다르게 나타남에 따라 종합적인 재밍신호원 광역 감시가 가능하다. 이때 도 1의 강력한 재밍 신호원을 감시하는 시나리오는 종래의 기술을 묘사한 것이다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법의 상관 기술의 적용을 위한 신호 수신 시나리오의 예이다.
- [0048] 도 3을 참조하면, 본 발명에서 다루고 있는 '상관'은 일반적으로 서로 다른 수신부로부터 획득한 데이터 간에 적용될 수 있다. 따라서 재밍 신호 감지 및 위치추정을 위해 적용되는 시간-주파수 상관 기술은 도 3과 같이 기본적으로 서로 다른 위치에 있는 두 수신부에 관한 것일 수 있다. 서로 다른 위치에 있기 때문에 수신되는 위성 및 재밍 신호는 서로 다른 시간 지연 값을 포함할 수 있다.
- [0049] 수신부 A 및 수신부 B가 각각 상기 재밍원(Jammer)으로부터 상이한 거리에 위치하므로, 동일한 재밍 신호가 각각의 수신부에 도착하는 시간은 거리에 따른 차이를 가질 수 있다.
- [0050] 본 발명에 적용되는 시간-주파수 상관 기법은 다음과 같이 2가지 상관을 포함할 수 있다.
- [0051] - 시간-주파수 영역에서의 2-D 이미지 상관
- [0052] - 시간-주파수 영역에서의 신호 상관
- [0053] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시스템의 블록도이다.
- [0054] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 시스템은 수신부(410), 클라우드 처리부(420) 및 추정부(430)를 포함할 수 있다.
- [0055] 상기 수신부(410)는 상기 재밍원에서 발생하는 방해신호를 포함하는 모든 통신 신호를 수신할 수 있다. 상기 수신부(410)는 복수로 포함될 수 있다. 상기 수신부(410)는 각각 상이한 위치에 배치될 수 있다. 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호를 안테나를 이용해 수신할 수 있다. 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호의 주파수에 따라 수신 가능한 주파수를 변화시킬 수 있다. 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호에 유입된 잡음을 필터링 할 수 있다. 상기 수신부(410)는 수신하려는 신호의 대역 외의 대역을 필터링할 수 있다. 상기 수신부(410)가 수신하는 상기 통신 신호는 상기 통신 신호가 신호원 또는 상기 재밍원과 수신부 간 발생한 거리에 대한 정보를 포함할 수 있다. 즉, 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호 또는 방해 신호가 신호원 또는 재밍원과 수신부 간 발생한 거리에 대한 정보를 이용하여 복수의 수신부 간 도달한 시간의 차이를 인지할 수 있다.
- [0056] 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호를 선처리 하지 않고 상기 클라우드 처리부(420)에 전송할 수 있다. 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호를 선처리 하여 상기 클라우드 처리부(420)에 전송할 수 있다.
- [0057] 상기 클라우드 처리부(420)는 복수의 상기 수신부(410)에서 통신 신호를 수신받아 처리하는 중앙 서버의 일부일 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 수신부(410)가 송신한 통신 신호를 수신할 수 있다. 상기 클라우드

처리부(420)는 상기 통신 신호가 재밍원이 발생시킨 방해 신호를 포함하는지 여부를 판단할 수 있다.

[0058] 상기 클라우드 처리부(420)는 시간-주파수 영역에서의 2-D 이미지 상관을 이용해 상기 복수의 수신부(410) 중에서 동일한 방해신호를 포함하는 통신 신호를 전송한 수신부(410)들을 찾을 수 있다.

[0059] 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호의 데이터를 이용해 2D 이미지를 생성할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 FFT(Fast Fourier Transform)으로 변환할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 FFT로 변환하여 주파수 영역에서 그 성분이 표시되도록 할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 길이를 n 샘플 단위로 하여 FFT로 변환할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 FFT 변환된 통신 신호를 색깔로 진폭(amplitude)를 표시하여 가로축의 한 라인에 표시되도록 할 수 있다. 즉, 상기 FFT 변환된 통신 신호를 위에서 바라보는 형태가 세로로 표시되도록 표시하여 2D 이미지를 생성할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 시간의 흐름에 따라 상기 FFT 변환된 통신 신호의 2D 이미지가 연속적으로 표시되도록 할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 2D 이미지를 이용해 상관 비교를 할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 2D 이미지를 이용한 상관 비교를 통해 복수의 상기 수신부(420)들 중 동일한 재밍 신호를 포함하는 수신부들을 찾을 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 변환한 2D 이미지가 동일한 수신부(410)를 동일한 신호를 포함하는 수신부로 판단할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 2D 이미지가 방해신호를 포함하지 않는 통신 신호의 2D 이미지와 상이한 경우 방해 신호를 포함하는 것으로 판단할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 방해 신호를 포함하는 수신부(410) 중 동일한 2D 이미지를 가지는 수신부가 동일한 재밍원으로부터 방해신호를 수신한 수신부(410)로 분류할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 동일한 방해 신호를 수신한 수신부(410)들을 그룹화하여 구분할 수 있다.

[0060] 상기 클라우드 처리부(420)는 시간-주파수 영역에서의 신호 상관을 이용해 상기 복수의 수신부(410) 중에서 동일한 방해신호를 포함하는 통신 신호를 전송한 수신부(410)들을 찾을 수 있다.

[0061] 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 수신부(410)를 임의의 2개의 수신부(410)를 A, B로 구분한다고 할 때, 수신 신호를 하기 수학식 1 및 수학식 2와 같이 표시될 수 있다.

[0062] [수학식 1]

$$r_A(t) = S(t - \tau_{S,A})e^{-j2\pi(f_S + f_{S,A})t} + J(t - \tau_{J,A})e^{-j2\pi(f_J + f_{J,A})t} + \eta_A$$

[0064] [수학식 2]

$$r_B(t) = S(t - \tau_{S,B})e^{-j2\pi(f_S + f_{S,B})t} + J(t - \tau_{J,B})e^{-j2\pi(f_J + f_{J,B})t} + \eta_B$$

[0066] 여기서 r_A , r_B 는 수신부 A, B에 수신된 신호를, S , J 는 위성 신호와 재밍 신호를, f_S , f_J 는 위성 및 재밍 신호의 중심주파수를, $\tau_{S,A}$, $\tau_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 재밍 신호의 시간 지연을, $f_{S,A}$, $f_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 재밍 신호의 도플러 주파수를, $\tau_{S,B}$, $\tau_{J,B}$ 는 수신부 B에 대한 위성 및 재밍 신호의 시간 지연을, $f_{S,B}$, $f_{J,B}$ 는 수신부 B에 대한 위성 및 재밍 신호의 도플러 주파수를, η_A , η_B 는 수신부 A, B에 유입된 잡음 요소를 나타낸다.

[0067] 상기 수신부(410) A 및 B에서 수신한 신호의 상관은 다음의 수학식 3과 같이 계산될 수 있다.

[0068] [수학식 3]

$$R(t_{corr}) = FFT\{r_A(t)r_B(t - t_{corr})^*\}$$

[0070] 여기서 r_A , r_B 는 수신부 A, B에 수신된 신호, t_{corr} 은 A, B에 수신된 신호간의 시간 지연의 차이이다.

[0071] 서로 다른 시간 지연을 가지는 위성 신호와 재밍 신호가 합성된 두 IF 신호를 시간-주파수 영역에서 상관하면, 상관 최댓값은 $\tau_{S,B} - \tau_{S,A}$ 와 $f_{S,B} - f_{S,A}$, 그리고 $\tau_{J,B} - \tau_{J,A}$ 와 $f_{J,B} - f_{J,A}$ 의 정보를 가진 위치에 각각 존재하게 된다. 이때 위성 신호의 시간 영역 상관 형태는 Peak가 발생하는 것이 잘 알려져 있지만, 방해 신호의 상관 형태는 유형에 따라 서로 다른 특징을 보인다. 재밍 신호의 시간 영역 상관 형태의 특징을 분석함으로써 재밍 신호

의 유무 및 유형을 2차적으로 판별할 수 있다.

- [0072] 상기 추정부(430)는 상기 클라우드 처리부(420)에서 상기 통신 신호를 이용해 상관 비교 결과를 이용해 상기 제밍원의 위치를 추정할 수 있다. 상기 추정부(430)는 동일한 방해 신호를 포함하는 위치가 파악된 복수의 수신부들 간 TDOA 정보를 이용하여 상기 제밍원의 위치를 추정할 수 있다.
- [0073] 미약 방해 신호원 영향권 내에 위치하는 일부 수신부들은 일반적으로 제밍 신호의 전력 세기가 위성 신호보다 큼에 따라, 상관 최댓값 또한 더 큰 값을 가질 수 있다. 이때 상기 추정부(430)는 상관 최댓값을 분석함으로써 수신부 간 제밍 신호의 도착시간 차이 정보인 $\tau_{J,B} - \tau_{J,A}$ 를 획득할 수 있다. 이 TDOA(Time Difference of Arrival) 정보를 다수의 수신부로부터 획득하면, 제밍의 위치를 추정할 수 있다. 또한 TDOA와 함께 획득할 수 있는 수신부 간 제밍 신호의 도플러 주파수 차이 정보인 FDOA(Frequency Difference of Arrival)를 이용하면, 수신부와 제밍원의 상대적인 움직임을 고려하여 위치의 변화를 추정할 수 있다. 결과적으로 TDOA 정보만 이용할 때 보다 더 정확하게 제밍원의 위치추정을 할 수 있다.
- [0074] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 단일 수신부에 대한 시간-주파수 영역 2-D 이미지 생성 방법의 일 예시이다.
- [0075] 도 5를 참조하면, 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호의 데이터를 이용해 2D 이미지를 생성할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 FFT(Fast Fourier Transform)으로 변환할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 도 5 (a)와 같이 상기 통신 신호를 FFT로 변환하여 주파수 영역에서 그 성분이 표시되도록 할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 길이를 n 샘플 단위로 하여 FFT로 변환할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 도 5 (b)와 같이 상기 FFT 변환된 통신 신호를 색깔로 진폭(amplitude)를 표시하여 가로축의 한 라인에 표시되도록 할 수 있다. 즉, 상기 FFT 변환된 통신 신호를 위에서 바라보는 형태가 세로로 표시되도록 표시하여 2D 이미지를 생성할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 시간의 흐름에 따라 상기 FFT 변환된 통신 신호의 2D 이미지가 연속적으로 표시되도록 할 수 있다.
- [0076] 도 6는 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 방식의 일 예시이다.
- [0077] 도 6을 참조하면, 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 2D 이미지를 이용해 상관 비교를 할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 2D 이미지를 이용한 상관 비교를 통해 복수의 상기 수신부(420)들 중 동일한 제밍 신호를 포함하는 수신부들을 찾을 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 변환한 2D 이미지가 동일한 수신부(410)를 동일한 신호를 포함하는 수신부로 판단할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 2D 이미지가 방해신호를 포함하지 않는 통신 신호의 2D 이미지와 상이한 경우 방해 신호를 포함하는 것으로 판단할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 방해 신호를 포함하는 수신부(410) 중 동일한 2D 이미지를 가지는 수신부가 동일한 제밍원으로부터 방해신호를 수신한 수신부(410)로 분류할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 동일한 방해 신호를 수신한 수신부(410)들을 그룹화하여 구분할 수 있다.
- [0078] 도 7은 일반적인 위성 신호의 시간 영역 상관 형태의 일 예시이고, 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 CWI 유형 제밍 신호의 시간 영역 상관 형태의 일 예시이다.
- [0079] 도 7 및 도 8을 참조하면, 위성 신호의 시간 영역 상관 형태는 Peak가 발생하는 것이 잘 알려져 있지만, 방해 신호의 상관 형태는 유형에 따라 서로 다른 특징을 보인다. 도 8은 CWI 유형 제밍 신호의 시간 영역 상관 형태를 보여준다. 이 특징을 분석함으로써 제밍 신호의 유무 및 유형을 2차적으로 판별할 수 있다.
- [0080] 도 9은 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 제밍 감시 방법의 흐름도이다.
- [0081] 도 9를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 제밍 감시 방법은 복수의 위치에서 제밍원(jammer)의 방해 신호를 포함하는 통신 신호를 수신하는 단계(S710)를 포함할 수 있다.
- [0082] S710 단계에서, 상기 수신부(410)는 상기 제밍원에서 발생하는 방해신호를 포함하는 모든 통신 신호를 수신할 수 있다. 상기 수신부(410)는 복수로 포함될 수 있다. 상기 수신부(410)는 각각 상이한 위치에 배치될 수 있다. 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호를 안테나를 이용해 수신할 수 있다. 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호의 주파수에 따라 수신 가능한 주파수를 변화시킬 수 있다. 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호에 유입된 잡음을 필터링 할 수 있다. 상기 수신부(410)는 수신하려는 신호의 대역 외의 대역을 필터링할 수 있다. 상기 수신부(410)가 수신하는 상기 통신 신호는 상기 통신 신호가 신호원 또는 상기 제밍원과 수신부 간 발생한 거리에 대한 정보를 포함할 수 있다. 즉, 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호 또는 방해 신호가 신호원 또는 제밍원과 수신부 간 발생한 거리에 대한 정보를 이용하여 복수의 수신부 간 도달한 시간의 차이를 인지할 수 있다.

- [0083] 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호를 선처리 하지 않고 상기 클라우드 처리부(420)에 전송할 수 있다. 상기 수신부(410)는 상기 통신 신호를 선처리 하여 상기 클라우드 처리부(420)에 전송할 수 있다.
- [0084] 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 제밍 감시 방법은 상기 수신한 복수의 통신 신호를 이용해 동일한 방해신호를 포함하는 위치들을 분류하는 단계(S720)를 포함할 수 있다.
- [0085] S720 단계에서, 상기 클라우드 처리부(420)는 복수의 상기 수신부(410)에서 통신 신호를 수신받아 처리하는 중앙 서버의 일부일 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 수신부(410)가 송신한 통신 신호를 수신할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호가 제밍원이 발생시킨 방해 신호를 포함하는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0086] 상기 클라우드 처리부(420)는 시간-주파수 영역에서의 2-D 이미지 상관을 이용해 상기 복수의 수신부(410) 중에서 동일한 방해신호를 포함하는 통신 신호를 전송한 수신부(410)들을 찾을 수 있다.
- [0087] 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호의 데이터를 이용해 2D 이미지를 생성할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 FFT(Fast Fourier Transform)으로 변환할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 FFT로 변환하여 주파수 영역에서 그 성분이 표시되도록 할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 길이를 n 샘플 단위로 하여 FFT로 변환할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 FFT 변환된 통신 신호를 색깔로 진폭(amplitude)를 표시하여 가로축의 한 라인에 표시되도록 할 수 있다. 즉, 상기 FFT 변환된 통신 신호를 위에서 바라보는 형태가 세로로 표시되도록 표시하여 2D 이미지를 생성할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 시간의 흐름에 따라 상기 FFT 변환된 통신 신호의 2D 이미지가 연속적으로 표시되도록 할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 2D 이미지를 이용해 상관 비교를 할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 2D 이미지를 이용한 상관 비교를 통해 복수의 상기 수신부(420)들 중 동일한 제밍 신호를 포함하는 수신부들을 찾을 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 통신 신호를 변환한 2D 이미지가 동일한 수신부(410)를 동일한 신호를 포함하는 수신부로 판단할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 2D 이미지가 방해신호를 포함하지 않는 통신 신호의 2D 이미지와 상이한 경우 방해 신호를 포함하는 것으로 판단할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 방해 신호를 포함하는 수신부(410) 중 동일한 2D 이미지를 가지는 수신부가 동일한 제밍원으로부터 방해신호를 수신한 수신부(410)로 분류할 수 있다. 상기 클라우드 처리부(420)는 동일한 방해 신호를 수신한 수신부(410)들을 그룹화하여 구분할 수 있다.
- [0088] 상기 클라우드 처리부(420)는 시간-주파수 영역에서의 신호 상관을 이용해 상기 복수의 수신부(410) 중에서 동일한 방해신호를 포함하는 통신 신호를 전송한 수신부(410)들을 찾을 수 있다.
- [0089] 상기 클라우드 처리부(420)는 상기 수신부(410)를 임의의 2개의 수신부(410)를 A, B로 구분한다고 할 때, 수신 신호를 하기 수학식 1 및 수학식 2와 같이 표시될 수 있다.
- [0090] [수학식 1]
- $$r_A(t) = S(t - \tau_{S,A})e^{-j2\pi(f_S+f_{S,A})t} + J(t - \tau_{J,A})e^{-j2\pi(f_J+f_{J,A})t} + \eta_A$$
- [0091]
- [0092] [수학식 2]
- $$r_B(t) = S(t - \tau_{S,B})e^{-j2\pi(f_S+f_{S,B})t} + J(t - \tau_{J,B})e^{-j2\pi(f_J+f_{J,B})t} + \eta_B$$
- [0093]
- [0094] 여기서 r_A , r_B 는 수신부 A, B에 수신된 신호를, S , J 는 위성 신호와 제밍 신호를, f_S , f_J 는 위성 및 제밍 신호의 중심주파수를, $\tau_{S,A}$, $\tau_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 제밍 신호의 시간 지연을, $f_{S,A}$, $f_{J,A}$ 는 수신부 A에 대한 위성 및 제밍 신호의 도플러 주파수를, $\tau_{S,B}$, $\tau_{J,B}$ 는 수신부 B에 대한 위성 및 제밍 신호의 시간 지연을, $f_{S,B}$, $f_{J,B}$ 는 수신부 B에 대한 위성 및 제밍 신호의 도플러 주파수를, η_A , η_B 는 수신부 A, B에 유입된 잡음 요소를 나타낸다.
- [0095] 상기 수신부(410) A 및 B에서 수신한 신호의 상관은 다음의 수학식 3과 같이 계산될 수 있다.

[0096] [수학식 3]

$$R(t_{corr}) = FFT\{r_A(t)r_B(t - t_{corr})^*\}$$

[0098] 여기서 r_A , r_B 는 수신부 A, B에 수신된 신호, t_{corr} 은 A, B에 수신된 신호간의 시간 지연의 차이이다.

[0099] 서로 다른 시간 지연을 가지는 위성 신호와 재밍 신호가 합성된 두 IF 신호를 시간-주파수 영역에서 상관하면, 상관 최댓값은 $\tau_{S,B} - \tau_{S,A}$ 와 $f_{S,B} - f_{S,A}$, 그리고 $\tau_{J,B} - \tau_{J,A}$ 와 $f_{J,B} - f_{J,A}$ 의 정보를 가진 위치에 각각 존재하게 된다. 이때 위성 신호의 시간 영역 상관 형태는 Peak가 발생하는 것이 잘 알려져 있지만, 방해 신호의 상관 형태는 유형에 따라 서로 다른 특징을 보인다. 재밍 신호의 시간 영역 상관 형태의 특징을 분석함으로써 재밍 신호의 유무 및 유형을 2차적으로 판별할 수 있다.

[0100] 본 발명의 일 실시 예에 따른 클라우드 데이터 처리 GNSS 재밍 감시 방법은 상기 동일 방해신호를 포함하는 위치들을 이용해 상기 재밍원의 위치를 추정하는 단계(S730)를 포함할 수 있다.

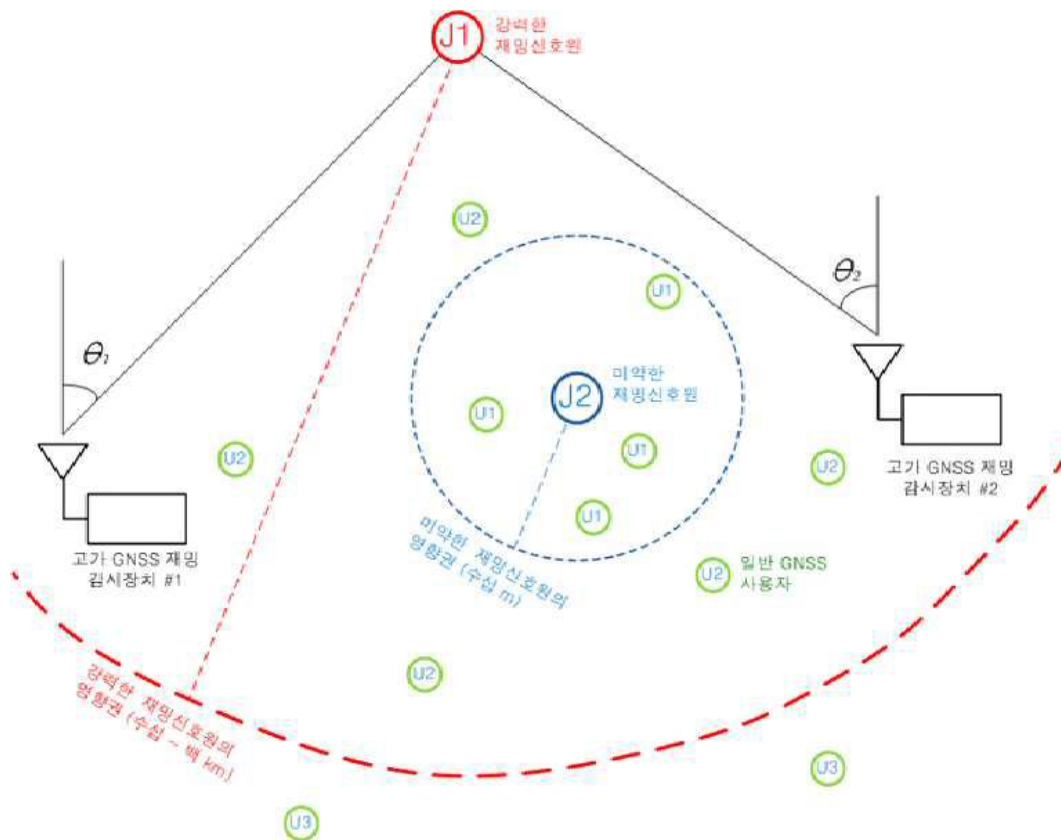
[0101] S730 단계에서, 상기 추정부(430)는 상기 클라우드 처리부(420)에서 상기 통신 신호를 이용해 상관 비교 결과를 이용해 상기 재밍원의 위치를 추정할 수 있다. 상기 추정부(430)는 동일한 방해 신호를 포함하는 복수의 수신부들의 위치 및 도달 시간 차이 정보를 파악하여 상기 재밍원의 위치를 추정할 수 있다.

[0102] 미약 방해 신호원 영향권 내에 위치하는 일부 수신부들은 일반적으로 재밍 신호의 전력 세기가 위성 신호보다 큼에 따라, 상관 최댓값 또한 더 큰 값을 가질 수 있다. 이때 상기 추정부(430)는 상관 최댓값을 분석함으로써 수신부 간 재밍 신호의 도착시간 차이 정보인 $\tau_{J,B} - \tau_{J,A}$ 를 획득할 수 있다. 이 TDOA(Time Difference of Arrival) 정보를 다수의 수신부로부터 획득하면, 재밍의 위치를 추정할 수 있다. 또한 TDOA와 함께 획득할 수 있는 수신부 간 재밍 신호의 도플러 주파수 차이 정보인 FDOA(Frequency Difference of Arrival)를 이용하면, 수신부와 재밍원의 상대적인 움직임을 고려하여 위치의 변화를 추정할 수 있다. 결과적으로 TDOA 정보만 이용할 때 보다 더 정확하게 재밍원의 위치추정을 할 수 있다.

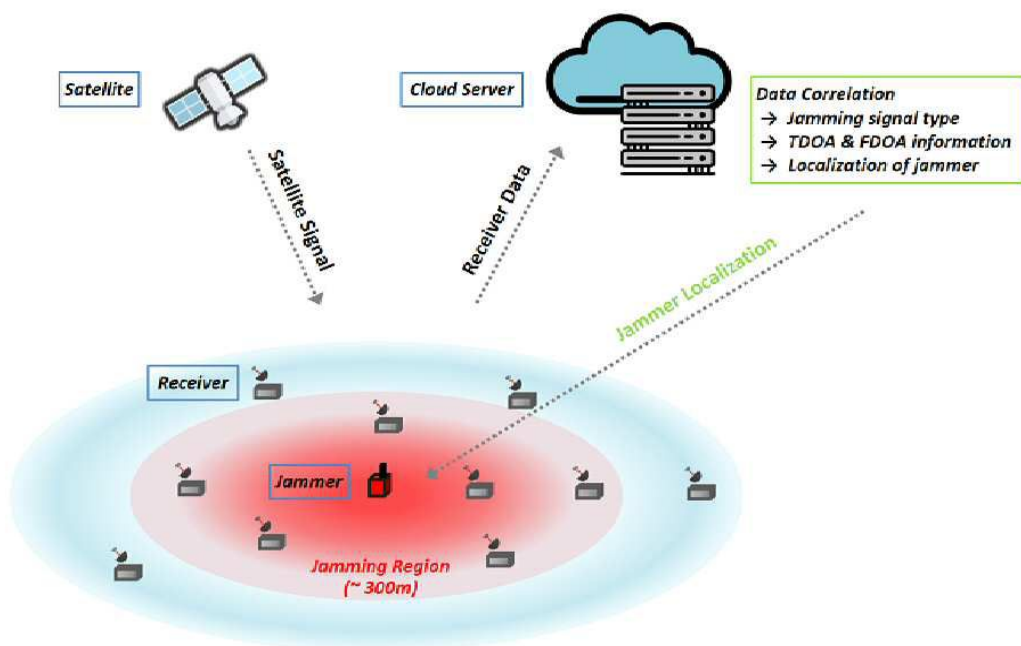
[0104] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

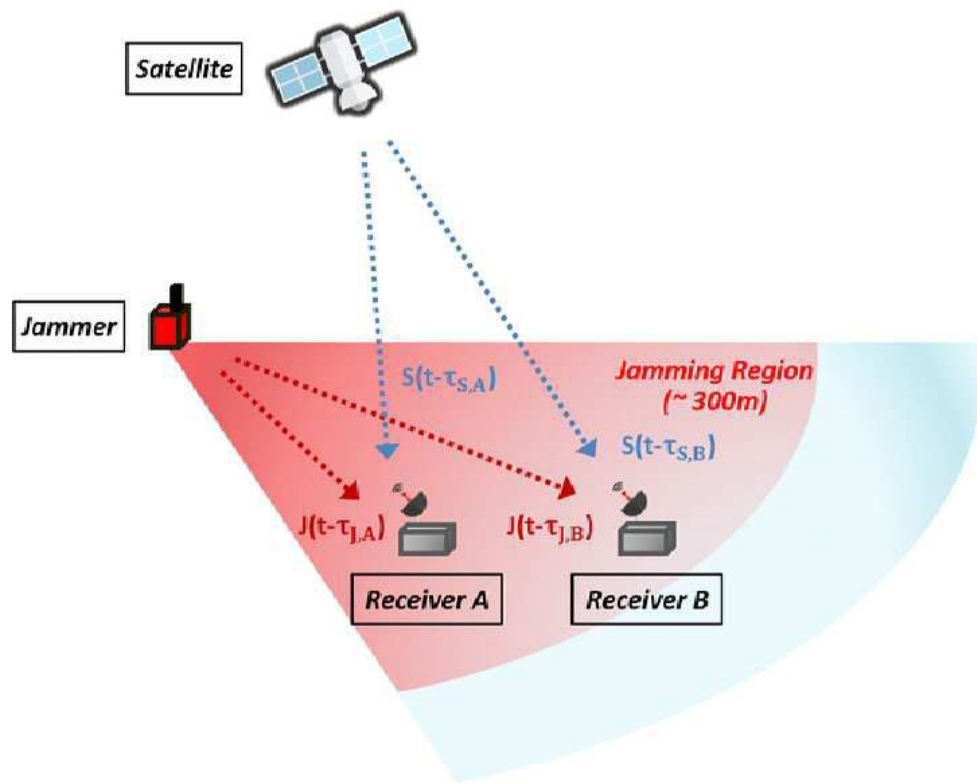
도면1



도면2



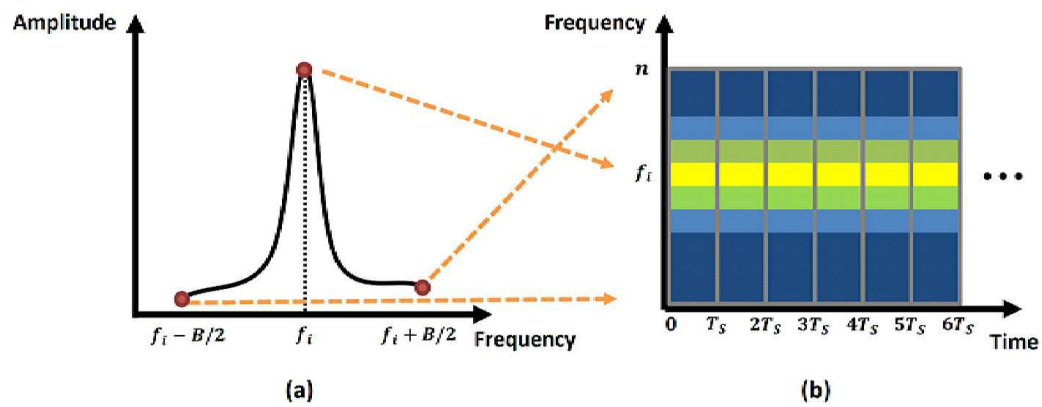
도면3



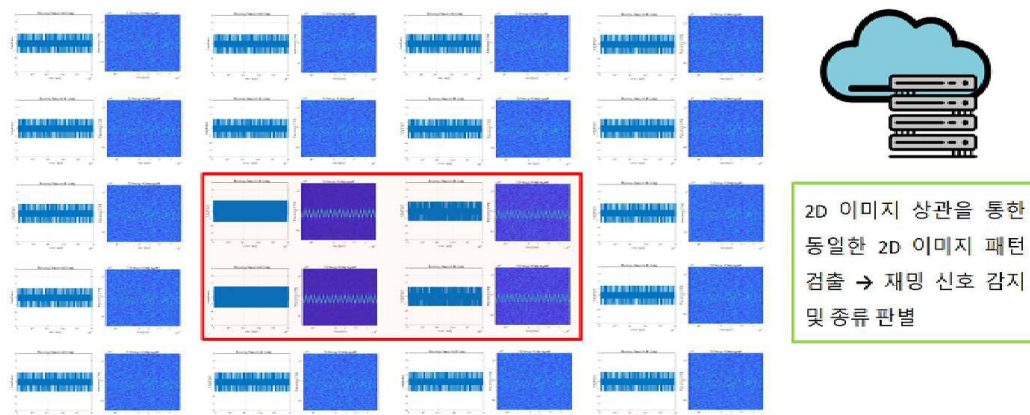
도면4



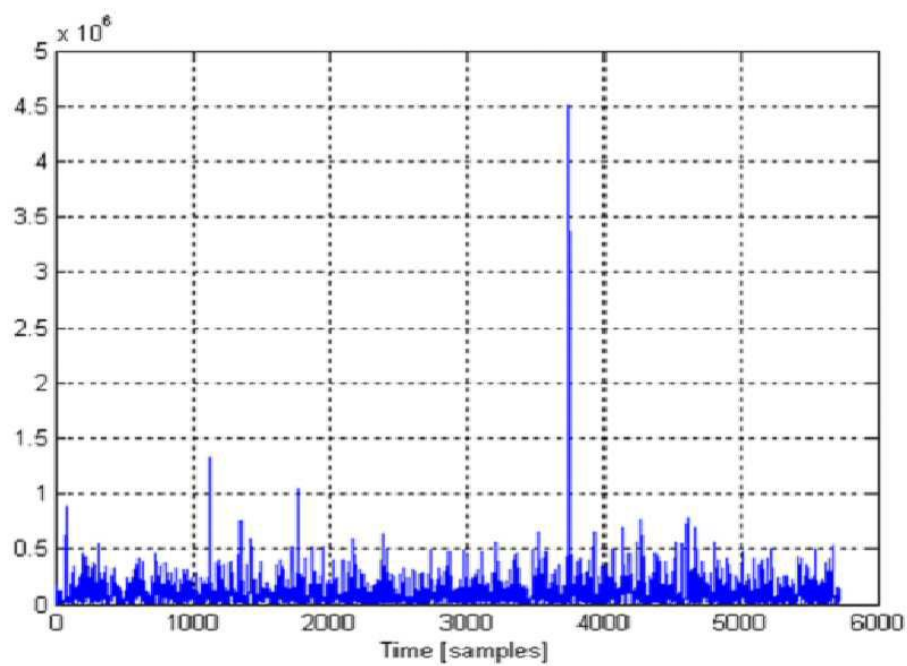
도면5



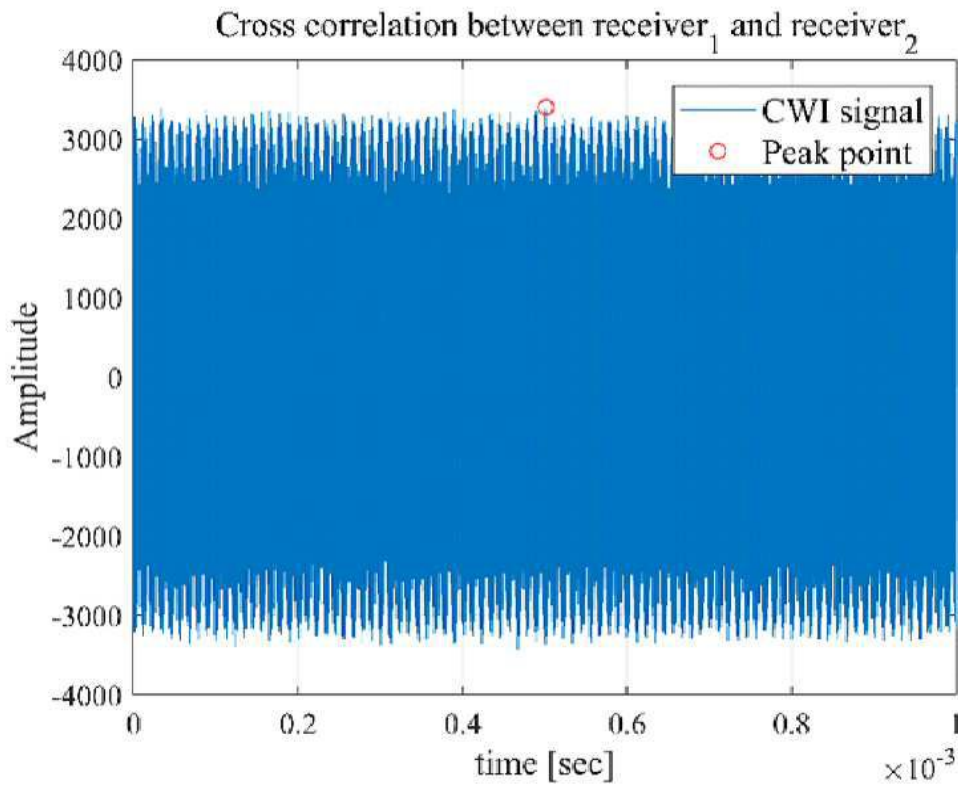
도면6



도면7



도면8



도면9

