



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0047607  
(43) 공개일자 2023년04월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 3/46 (2018.01) G01S 3/02 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01S 3/46 (2018.01)  
G01S 3/023 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0130658  
(22) 출원일자 2021년10월01일  
심사청구일자 2021년10월01일

(71) 출원인  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
김태욱  
서울특별시 서대문구 연희로20길 33(연희동)  
장준영  
서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 509호(신촌동)  
(74) 대리인  
민영준

전체 청구항 수 : 총 16 항

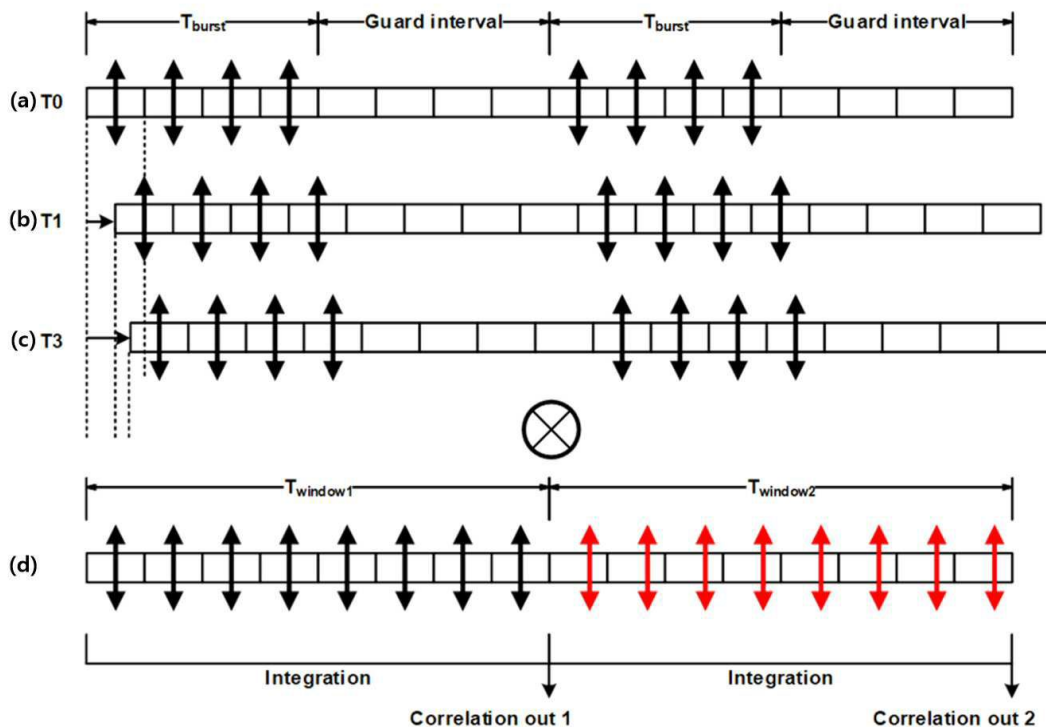
(54) 발명의 명칭 광대역 무선 통신 기반 도래각 추정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 송신기로부터 단위 신호 시간 길이를 갖고 기지정된 횟수 연속하여 전송되는 송신 신호가 기지정된 간격으로 배치된 다수의 안테나 각각으로 수신되어 획득되는 다수의 수신 신호 각각을 템플릿 신호를 비교하기 위한 시간 구간인 윈도우 시간을 설정하는 윈도우 설정부, 상기 송신 신호에 대응하는 파형의 템플릿 신호를 연속

(뒷면에 계속)

대표도 - 도8



하여 생성하되, 상기 윈도우 시간 단위로 생성 시점을 조절하여 생성하는 템플릿 생성부, 상기 다수의 안테나 각각에 대응하여 구비되어, 상기 다수의 수신 신호 중 대응하는 수신 신호와 상기 템플릿 신호를 상관하여 획득되는 상관 신호의 레벨을 검출하는 다수의 신호 상관부 및 연속하는 서로 다른 윈도우 시간에서 검출된 상관 신호 각각의 레벨에 따라 상기 다수의 수신 신호 각각이 대응하는 안테나에 수신된 수신 시간을 판별하고, 판별된 수신 시간 사이의 차를 이용하여 상기 송신 신호의 도래각을 추정하는 도래각 판별부를 포함하여, 간단한 하드웨어 구성으로 정확하게 도래각을 검출할 수 있는 도래각 추정 장치 및 방법을 제공한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711126437
과제번호	2017-0-00418-005
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송연구개발사업
연구과제명	초고속 샘플링 기법을 이용한 시간도메인 인공지능 레이더 SoC (System On a Chip)
설계 연구	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광대역 무선 통신 시스템의 수신기에 구비되는 도래각 추정 장치에 있어서,

송신기로부터 단위 신호 시간 길이를 갖고 기지정된 횟수 연속하여 전송되는 송신 신호가 기지정된 간격으로 배치된 다수의 안테나 각각으로 수신되어 획득되는 다수의 수신 신호 각각을 템플릿 신호를 비교하기 위한 시간 구간인 윈도우 시간을 설정하는 윈도우 설정부;

상기 송신 신호에 대응하는 파형의 템플릿 신호를 연속하여 생성하되, 상기 윈도우 시간 단위로 생성 시점을 조절하여 생성하는 템플릿 생성부;

상기 다수의 안테나 각각에 대응하여 구비되어, 상기 다수의 수신 신호 중 대응하는 수신 신호와 상기 템플릿 신호를 상관하여 획득되는 상관 신호의 레벨을 검출하는 다수의 신호 상관부; 및

연속하는 서로 다른 윈도우 시간에서 검출된 상관 신호 각각의 레벨에 따라 상기 다수의 수신 신호 각각이 대응하는 안테나에 수신된 수신 시간을 판별하고, 판별된 수신 시간 사이의 차를 이용하여 상기 송신 신호의 도래각을 추정하는 도래각 판별부를 포함하는 도래각 추정 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 템플릿 생성부는

연속하는 제1 윈도우 시간과 제2 윈도우 시간 중 제2 윈도우 시간에서 상기 템플릿 신호를 제1 윈도우 시간에 생성되는 템플릿 신호보다 지연하여 생성하는 도래각 추정 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 템플릿 생성부는

상기 제2 윈도우 시간에서 상기 템플릿 신호를 상기 제1 윈도우 시간에 생성되는 템플릿 신호보다 단위 신호 시간의 1/2보다 작은 시간 범위에서 지연하여 생성하는 도래각 추정 장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 도래각 판별부는

연속하는 제1 및 제2 윈도우 시간 중 제1 윈도우 시간에 획득된 상관 신호인 제1 상관 신호의 레벨과 수신 시간 사이의 관계가 미리 저장된 룩업 테이블을 이용하여, 상기 수신 신호가 대응하는 안테나에 수신된 수신 시간에 대한 2개의 후보 시간을 획득하고, 상기 제1 상관 신호의 레벨과 제2 윈도우 시간에 획득된 상관 신호인 제2 상관 신호의 레벨을 비교하여, 상기 2개의 후보 시간 중 하나를 수신 시간으로 선택하는 도래각 추정 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 도래각 판별부는

상기 제1 상관 신호의 레벨보다 상기 제2 상관 신호의 레벨이 낮으면, 2개의 후보 시간 중 더 늦은 시간을 수신 시간으로 판별하고, 상기 제1 상관 신호의 레벨보다 상기 제2 상관 신호의 레벨이 높으면, 2개의 후보 시간 중 더 이른 시간을 수신 시간으로 판별하는 도래각 추정 장치.

#### 청구항 6

제4항에 있어서, 상기 도래각 판별부는

상기 다수의 안테나 각각으로 수신된 수신 신호 사이의 수신 시간차를 기반으로 다수의 안테나 사이의 간격과 도래각에 의해 상기 송신 신호가 상기 다수의 안테나 각각에 수신되는 거리차를 나타내는 경사 거리를 계산하고, 상기 경사 거리와 상기 다수의 안테나 사이의 간격에 기반하여 상기 도래각을 계산하는 도래각 추정

장치.

## 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 윈도우 설정부는

상기 윈도우 시간을 상기 송신기로부터 상기 송신 신호가 기지정된 횟수로 연속하여 전송되는 버스트 시간과 상기 버스트 시간과 동일한 시간 길이를 갖고 송신 신호가 전송되지 않는 가드 구간의 합으로 설정하는 도래각 추정 장치.

## 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 다수의 신호 상관부 각각은

상기 다수의 안테나 중 대응하는 안테나로 수신된 상기 수신 신호와 상기 템플릿 신호를 합성하여 합성 신호를 출력하는 신호 합성기;

단위 신호 시간 동안 상기 합성 신호를 누적하여 상기 상관 신호를 획득하는 적분기; 및

상기 상관 신호의 레벨을 디지털로 변환하여 출력하는 디지털 변환기를 포함하는 도래각 추정 장치.

## 청구항 9

광대역 무선 통신 시스템의 수신기에 구비되는 도래각 추정 장치의 도래각 추정 방법에 있어서,

송신기로부터 단위 신호 시간을 갖고 기지정된 횟수 연속하여 전송되는 송신 신호가 기지정된 간격으로 배치된 다수의 안테나 각각으로 수신되어 획득되는 다수의 수신 신호 각각을 템플릿 신호를 비교하기 위한 시간 구간인 윈도우 시간을 설정하는 단계;

상기 송신 신호에 대응하는 파형의 템플릿 신호를 연속하여 생성하되, 상기 윈도우 시간 단위로 생성 시점을 조절하여 상기 템플릿 신호를 생성하는 단계;

상기 다수의 안테나를 통해 수신된 다수의 수신 신호 각각과 상기 템플릿 신호를 상관하여 획득되는 다수의 상관 신호의 레벨을 검출하는 단계; 및

연속하는 서로 다른 윈도우 시간에서 검출된 상관 신호 각각의 레벨에 따라 상기 다수의 수신 신호 각각이 대응하는 안테나에 수신된 수신 시간을 판별하고, 판별된 수신 시간 사이의 차를 이용하여 상기 송신 신호의 도래각을 추정하는 단계를 포함하는 도래각 추정 방법.

## 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 템플릿 신호를 생성하는 단계는

연속하는 제1 윈도우 시간과 제2 윈도우 시간 중 제2 윈도우 시간에서 상기 템플릿 신호를 제1 윈도우 시간에 생성되는 템플릿 신호보다 지연하여 생성하는 도래각 추정 방법.

## 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 템플릿 신호를 생성하는 단계는

상기 제2 윈도우 시간에서 상기 템플릿 신호를 상기 제1 윈도우 시간에 생성되는 템플릿 신호보다 단위 신호 시간의 1/2보다 작은 시간 범위에서 지연하여 생성하는 도래각 추정 방법.

## 청구항 12

제10항에 있어서, 상기 도래각을 추정하는 단계는

연속하는 제1 및 제2 윈도우 시간 중 제1 윈도우 시간에 획득된 상관 신호인 제1 상관 신호의 레벨과 수신 시간 사이의 관계가 미리 저장된 룩업 테이블을 이용하여, 상기 수신 신호가 대응하는 안테나에 수신된 수신 시간에 대한 2개의 후보 시간을 획득하고, 상기 제1 상관 신호의 레벨과 제2 윈도우 시간에 획득된 상관 신호인 제2 상관 신호의 레벨을 비교하여, 상기 2개의 후보 시간 중 하나를 수신 시간으로 선택하는 단계; 및

상기 다수의 안테나 각각에 대해 선택된 수신 시간 사이의 시간차와 상기 다수의 안테나 사이의 간격을 기반으

로 상기 도래각을 판별하는 단계를 포함하는 도래각 추정 방법.

### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 수신 시간으로 선택하는 단계는

상기 제1 상관 신호의 레벨보다 상기 제2 상관 신호의 레벨이 낮으면, 2개의 후보 시간 중 더 늦은 시간을 수신 시간으로 판별하고, 상기 제1 상관 신호의 레벨보다 상기 제2 상관 신호의 레벨이 높으면, 2개의 후보 시간 중 더 이른 시간을 수신 시간으로 판별하는 도래각 추정 방법.

### 청구항 14

제12항에 있어서, 상기 도래각을 판별하는 단계는

상기 다수의 안테나 각각으로 수신된 수신 신호 사이의 수신 시간차를 기반으로 다수의 안테나 사이의 간격과 도래각에 의해 상기 송신 신호가 상기 다수의 안테나 각각에 수신되는 거리차를 나타내는 경사 거리를 계산하는 단계; 및

상기 경사 거리와 상기 다수의 안테나 사이의 간격에 기반하여 상기 도래각을 계산하는 단계를 포함하는 도래각 추정 방법.

### 청구항 15

제9항에 있어서, 상기 윈도우 시간을 설정하는 단계는

상기 윈도우 시간을 상기 송신기로부터 상기 송신 신호가 기지정된 홉수로 연속하여 전송되는 버스트 시간과 상기 버스트 시간과 동일한 시간 길이를 갖고 송신 신호가 전송되지 않는 가드 구간의 합으로 설정하는 도래각 추정 방법.

### 청구항 16

제9항에 있어서, 상기 다수의 상관 신호의 레벨을 검출하는 단계는

상기 다수의 안테나 중 대응하는 안테나로 수신된 상기 수신 신호와 상기 템플릿 신호를 합성하여 합성 신호를 출력하는 단계;

단위 신호 시간 동안 상기 합성 신호를 누적하여 상기 상관 신호를 획득하는 단계; 및

상기 상관 신호의 레벨을 디지털로 변환하여 출력하는 단계를 포함하는 도래각 추정 방법.

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 도래각 추정 장치 및 방법에 관한 것으로, 광대역 무선 통신 기반 도래각 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 최근 근거리 통신 방식으로 새로운 광대역 주파수(Ultra-Wideband, 이하 UWB) 임펄스 기반 무선 통신 방식(802.15.4z, 또는 15.4z)이 각광받고 있다. 이 통신 방식은 데이터 전송뿐만 아니라 송수신기간의 거리 및 위치 정보 탐지까지도 지원하지만 이를 위해 송수신기간의 정밀한 동기화 및 신호의 교환 시간 측정까지 필요하다.

[0003] 도 1은 종래의 광대역 무선 통신에서 거리 측정 방식의 일 예를 나타낸다.

[0004] 도 1에서는 2개의 통신 장치(A, B) 사이의 거리를 측정하는 방식으로, 여기서는 통신 신호의 지연 시간( $T_{\text{prop}}$ )을 측정하여, 2개의 통신 장치(A, B) 사이의 거리를 판별한다. 우선 제1 통신 장치(A)가 지정된 신호를 제2 통신 장치(B)로 전송하고, 신호를 수신한 제2 통신 장치(B)는 수신된 신호를 다시 제1 통신 장치(A)로 재송신한다. 이에 제1 통신 장치는 제2 통신 장치(B)로 신호를 송신한 시점부터, 제2 통신 장치(B)에서 전송된 신호가 수신

되는 시점까지의 라운드 시간( $T_{\text{round}}$ )을 측정한다.

[0005] 라운드 시간( $T_{\text{round}}$ )은 도 1과 같이, 제1 통신 장치(A)에서 제2 통신 장치(B)로, 그리고 제2 통신 장치(B)에서 다시 제1 통신 장치(A)로의 2번의 전송 지연 시간( $T_{\text{prop}}$ )과 제2 통신 장치(B)가 전송된 신호에 대해 반응하는 반응 시간( $T_{\text{response}}$ )의 합으로 구성된다. 따라서 라운드 시간( $T_{\text{round}}$ )이 측정되고, 제2 통신 장치(B)의 반응 시간( $T_{\text{response}}$ )을 알고 있다면, 전송 지연 시간( $T_{\text{prop}}$ )이 용이하게 계산되며, 계산된 전송 지연 시간( $T_{\text{prop}}$ )으로부터 2개의 통신 장치(A, B) 사이의 거리를 판별할 수 있다. 그리고 판별된 거리를 기반으로 이때, 정확한 반응 시간( $T_{\text{response}}$ )을 획득하기 위해서는 2개의 통신 장치(A, B)이 동기화되어야 하며, 신호가 2개의 통신 장치(A, B) 사이에서 왕복하여야 하므로, 하드웨어적인 부담 증가뿐만 아니라 다양한 서비스를 충족시키기 위한 통신 규격에 따른 시스템 구현을 어렵게 하는 요인이 된다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국 등록 특허 제10-1750906호 (2017.06.20 등록)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 템플릿 신호를 이용하여 용이하게 도래각을 추정할 수 있는 도래각 추정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 간단한 하드웨어 구성으로 송신기가 위치하는 방향을 판별할 수 있는 도래각 추정 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 장치는 송신기로부터 단위 신호 시간 길이를 갖고 기지정된 횟수 연속하여 전송되는 송신 신호가 기지정된 간격으로 배치된 다수의 안테나 각각으로 수신되어 획득되는 다수의 수신 신호 각각을 템플릿 신호를 비교하기 위한 시간 구간인 윈도우 시간을 설정하는 윈도우 설정부; 상기 송신 신호에 대응하는 파형의 템플릿 신호를 연속하여 생성하여 생성되, 상기 윈도우 시간 단위로 생성 시점을 조절하여 생성하는 템플릿 생성부; 상기 다수의 안테나 각각에 대응하여 구비되어, 상기 다수의 수신 신호 중 대응하는 수신 신호와 상기 템플릿 신호를 상관하여 획득되는 상관 신호의 레벨을 검출하는 다수의 신호 상관부; 및 연속하는 서로 다른 윈도우 시간에서 검출된 상관 신호 각각의 레벨에 따라 상기 다수의 수신 신호 각각이 대응하는 안테나에 수신된 수신 시간을 판별하고, 판별된 수신 시간 사이의 차를 이용하여 상기 송신 신호의 도래각을 추정하는 도래각 판별부를 포함한다.

[0010] 상기 템플릿 생성부는 연속하는 제1 윈도우 시간과 제2 윈도우 시간 중 제2 윈도우 시간에서 상기 템플릿 신호를 제1 윈도우 시간에 생성되는 템플릿 신호보다 지연하여 생성할 수 있다.

[0011] 상기 템플릿 생성부는 상기 제2 윈도우 시간에서 상기 템플릿 신호를 상기 제1 윈도우 시간에 생성되는 템플릿 신호보다 단위 신호 시간의 1/2보다 작은 시간 범위에서 지연하여 생성할 수 있다.

[0012] 상기 도래각 판별부는 연속하는 제1 및 제2 윈도우 시간 중 제1 윈도우 시간에 획득된 상관 신호인 제1 상관 신호의 레벨과 수신 시간 사이의 관계가 미리 저장된 룩업 테이블을 이용하여, 상기 수신 신호가 대응하는 안테나에 수신된 수신 시간에 대한 2개의 후보 시간을 획득하고, 상기 제1 상관 신호의 레벨과 제2 윈도우 시간에 획득된 상관 신호인 제2 상관 신호의 레벨을 비교하여, 상기 2개의 후보 시간 중 하나를 수신 시간으로 선택할 수 있다.

[0013] 상기 도래각 판별부는 상기 제1 상관 신호의 레벨보다 상기 제2 상관 신호의 레벨이 낮으면, 2개의 후보 시간 중 더 늦은 시간을 수신 시간으로 판별하고, 상기 제1 상관 신호의 레벨보다 상기 제2 상관 신호의 레벨이 높으면, 2개의 후보 시간 중 더 이른 시간을 수신 시간으로 판별할 수 있다.

- [0014] 상기 도래각 판별부는 상기 다수의 안테나 각각으로 수신된 수신 신호 사이의 수신 시간차를 기반으로 다수의 안테나 사이의 간격과 도래각에 의해 상기 송신 신호가 상기 다수의 안테나 각각에 수신되는 거리차를 나타내는 경사 거리를 계산하고, 상기 경사 거리와 상기 다수의 안테나 사이의 간격에 기반하여 상기 도래각을 계산할 수 있다.
- [0015] 상기 윈도우 설정부는 상기 윈도우 시간을 상기 송신기로부터 상기 송신 신호가 기지정된 횟수로 연속하여 전송되는 버스트 시간과 상기 버스트 시간과 동일한 시간 길이를 갖고 송신 신호가 전송되지 않는 가드 구간의 합으로 설정할 수 있다.
- [0016] 상기 다수의 신호 상관부 각각은 상기 다수의 안테나 중 대응하는 안테나로 수신된 상기 수신 신호와 상기 템플릿 신호를 합성하여 합성 신호를 출력하는 신호 합성기; 단위 신호 시간 동안 상기 합성 신호를 누적하여 상기 상관 신호를 획득하는 적분기; 및 상기 상관 신호의 레벨을 디지털로 변환하여 출력하는 디지털 변환기를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 도래각 추정 방법은 송신기로부터 단위 신호 시간을 갖고 기지정된 횟수 연속하여 전송되는 송신 신호가 기지정된 간격으로 배치된 다수의 안테나 각각으로 수신되어 획득되는 다수의 수신 신호 각각을 템플릿 신호를 비교하기 위한 시간 구간인 윈도우 시간을 설정하는 단계; 상기 송신 신호에 대응하는 고품질의 템플릿 신호를 연속하여 생성하되, 상기 윈도우 시간 단위로 생성 시점을 조절하여 상기 템플릿 신호를 생성하는 단계; 상기 다수의 안테나를 통해 수신된 다수의 수신 신호 각각과 상기 템플릿 신호를 상관하여 획득되는 다수의 상관 신호의 레벨을 검출하는 단계; 및 연속하는 서로 다른 윈도우 시간에서 검출된 상관 신호 각각의 레벨에 따라 상기 다수의 수신 신호 각각이 대응하는 안테나에 수신된 수신 시간을 판별하고, 판별된 수신 시간 사이의 차를 이용하여 상기 송신 신호의 도래각을 추정하는 단계를 포함한다.

### 발명의 효과

- [0018] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 도래각 추정 장치 및 방법은 미리 지정된 템플릿 신호를 이용하여 다수의 안테나 각각으로 수신된 수신 신호 사이의 지연 시간차를 감지하고, 감지된 수신 신호들의 지연 시간차를 기반으로 송신기에서 전송된 신호의 도래각을 간단한 하드웨어 구성으로 정확하게 검출할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 종래의 광대역 무선 통신에서 거리 측정 방식의 일 예를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 장치의 개략적 구성을 나타낸다.
- 도 3은 도 2의 송신기에서 통신 규격에 따라 전송되는 송신 신호의 일 예를 나타낸다.
- 도 4는 도 2의 수신기에서 생성되는 템플릿 신호의 일 예를 나타낸다.
- 도 5는 수신 각도에 따른 수신 신호의 지연 시간차를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 수신 신호와 템플릿 신호 사이의 상관을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 도 5의 상관 결과에 따른 지연 시간 측정의 문제를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8 및 도 9는 본 실시예에 따라 생성되는 템플릿 신호와 수신 신호 사이의 상관을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 방법을 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0021] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.
- [0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기



재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

- [0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 장치의 개략적 구성을 나타내고, 도 3은 도 2의 송신기에서 통신 규격에 따라 전송되는 송신 신호의 일 예를 나타내며, 도 4는 도 2의 수신기에서 생성되는 템플릿 신호의 일 예를 나타낸다.
- [0024] 도 2를 참조하면, 본 실시예의 도래각 추정 장치는 광대역 무선 통신 시스템의 통신 장치에서 수신기(10)에 포함되어 구성될 수 있다. 여기서는 설명의 편의를 위하여 송신기(20)와 수신기(10)를 구분하여 설명하지만 광대역 무선 통신 시스템의 통신 장치 각각은 송신기와 수신기가 통합된 송수신기로 구현될 수 있다.
- [0025] 도 3에 도시된 바와 같이, 송신기(20)는 미리 지정된 파형의 송신 신호를 생성하여 수신기(10)로 전송한다. 본 실시예에서 송신기(20)가 802.15.4z 통신 규격에 의해 지정된 송신 신호를 생성하여 전송하는 것으로 가정하며, 이해의 편의를 위하여 해당 주파수 대역의 송신 신호를 간략하게 화살표로 표시하였다. 송신기(20)는 기지정된 송신 신호를 지정된 횟수로 연속하여 전송한 후, 동일한 시간만큼 송신 신호 전송을 중지하며, 이후 다시 송신 신호를 기지정된 횟수만큼 전송하는 과정을 반복한다.
- [0026] 하나의 송신 신호의 시간 길이를 단위 신호 시간( $T_{\text{chip}}$ )이라 할 때, 송신기(20)가 지정된 개수의 송신 신호를 연속하여 전송하는 시간 길이를 나타내는 버스트 시간( $T_{\text{burst}}$ )은 단위 신호 시간( $T_{\text{chip}}$ )의 배수로 표현될 수 있다. 도 3에서는 송신기(20)가 4개의 신호를 연속하여 전송하므로, 버스트 시간( $T_{\text{burst}}$ )은 단위 신호 시간( $T_{\text{chip}}$ )의 4배( $T_{\text{burst}} = 4 \times T_{\text{chip}}$ )이다. 그리고 신호 전송을 중지하는 시간 구간은 가드 구간(Guard interval)이라 하며, 버스트 시간( $T_{\text{burst}}$ )과 동일한 길이의 시간 구간으로 설정된다.
- [0027] 따라서 도 3의 경우, 송신기(20)는 버스트 시간( $T_{\text{burst}}$ ) 동안 4개의 송신 신호를 연속하여 전송하고, 버스트 시간( $T_{\text{burst}}$ )과 동일한 길이의 시간 구간인 가드 구간(Guard interval) 동안 송신 신호 전송을 중지한 후 다시 버스트 시간( $T_{\text{burst}}$ ) 동안 4개의 송신 신호를 연속하여 전송하는 과정을 반복한다.
- [0028] 한편 본 실시예에서 수신기(10)는 다수의 안테나(RA1, RA2)를 구비한다. 즉 수신기(10)는 다수의 안테나(RA1, RA2)는 기지정된 패턴에 따라 서로 이격되어 배치되는 배열 안테나를 포함한다. 여기서는 간단한 일 예로 수신기(10)가 2개의 안테나(RA1, RA2)만을 구비하는 것으로 도시하였으나, 수신기(10)는 2개 이상의 다수의 안테나를 구비할 수 있으며, 다수의 안테나는 서로 기지정된 간격만큼 이격되어 배치될 수 있다.
- [0029] 또한 본 실시예에 따른 수신기(10)는 템플릿 생성부(100), 윈도우 설정부(200) 및 다수의 신호 상관부(310, 320)를 포함할 수 있다.
- [0030] 템플릿 생성부(100)는 송신기(20)에서 생성된 송신 신호에 대응하는 파형의 템플릿 신호를 생성하여 출력한다. 여기서 송신 신호는 미리 지정된 파형의 신호이므로, 템플릿 생성부(100)는 송신 신호와 동일한 파형의 템플릿 신호를 생성할 수 있다. 본 실시예에서 템플릿 생성부(100)는 도 4에 도시된 바와 같이, 단위 신호 시간( $T_{\text{chip}}$ ) 간격으로 연속하여 반복적으로 템플릿 신호를 생성할 수 있으며, 템플릿 신호의 생성 시간을 지연 조절할 수도 있다.
- [0031] 윈도우 설정부(200)는 송신기(20)에서 전송되어 다수의 안테나(RA1, RA2) 각각으로 수신된 수신 신호와 템플릿 생성부(100)에서 생성된 템플릿 신호를 비교하기 위한 윈도우를 설정한다. 여기서 윈도우 시간( $T_{\text{window}}$ )은 버스트 시간( $T_{\text{burst}}$ )과 가드 구간(Guard interval)의 합에 대응하는 길이의 윈도우 시간( $T_{\text{window}}$ )을 갖도록 설정될 수 있다. 상기한 바와 같이, 가드 구간(Guard interval)은 버스트 시간( $T_{\text{burst}}$ )과 동일한 시간 길이를 가지므로, 윈도우 시간( $T_{\text{window}}$ )은 버스트 시간( $T_{\text{burst}}$ )의 2배 길이로 설정되는 것으로 볼 수도 있다.
- [0032] 다수의 신호 상관부(310, 320) 각각은 다수의 안테나(RA1, RA2) 중 대응하는 안테나를 통해 수신된 수신 신호와 템플릿 신호를 기지정된 방식으로 비교하여 수신 신호 사이의 지연 시간 차를 계산한다.
- [0033] 다수의 신호 상관부(310, 320)는 각각 증폭기(311, 321), 신호 합성기(312, 322), 적분기(313) 및 디지털 변환기(314, 324)를 포함할 수 있다.
- [0034] 증폭기(311, 321)는 다수의 안테나(RA1, RA2) 중 대응하는 안테나를 통해 수신된 수신 신호를 증폭하여 출력하



고, 신호 합성기(312, 322)는 증폭기(311, 321)에서 증폭된 수신 신호와 템플릿 생성부(100)에서 생성되는 템플릿 신호를 합성하여 출력한다. 그리고 적분기(313, 323)는 신호 합성기(312, 322)에서 출력되는 합성 신호를 단위 신호 시간( $T_{chip}$ ) 동안 적분하여 상관 신호를 출력한다. 여기서 상관 신호는 수신 신호와 템플릿 신호 사이의 상관 결과에 따른 전압 레벨의 형태로 출력될 수 있다.

[0035] 디지털 변환기(314, 324)는 상관 신호의 레벨을 디지털 데이터로 변환하여 출력한다.

[0036] 그리고 도시하지 않았으나, 본 실시예의 도래각 추정 장치는 다수의 신호 상관부(310, 320) 각각에서 획득된 상관 데이터를 기반으로 각 안테나로 수신된 수신 신호의 지연 시간 차를 계산하고, 계산된 지연 시간차로부터 도래각을 판별하는 도래각 판별부를 더 포함한다.

[0037] 도 5는 수신 각도에 따른 수신 신호의 지연 시간차를 설명하기 위한 도면이다.

[0038] 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이, 2개의 안테나(RA1, RA2)가 기지정된 간격만큼 서로 이격하여 배치되고, 송신 신호(Tx)가 각도( $\Phi$ )의 방향에서 입사되는 경우, 2개의 안테나(RA1, RA2)의 배치 위치 간격으로 인해, 송신 신호(Tx)는 각 안테나(RA1, RA2)에 도달되는 시점에 대한 시간 차이가 발생하게 되며, 이로 인해 각 안테나(RA1, RA2)에 수신된 수신 신호(Rx) 사이에도 (b)와 같이 지연 시간차( $T_{delay}$ )가 발생하게 된다. 이에 지연 시간차( $T_{delay}$ )가 측정되면, 측정된 지연 시간차( $T_{delay}$ )로부터 경사 거리(R delta)를 계산할 수 있으며, 경사 거리(R delta)와 2개의 안테나(RA1, RA2)의 배치 위치 간격(Antenna space)를 알고 있다면, 송신 신호(Tx)가 입사되는 도래각( $\Phi$ )은 용이하게 계산될 수 있다.

[0039] 그리고 2개의 안테나(RA1, RA2)로 수신된 수신 신호(Rx) 사이의 지연 시간차( $T_{delay}$ )는 템플릿 신호를 이용하여 상관함으로써 측정될 수 있다.

[0040] 도 6은 수신 신호와 템플릿 신호 사이의 상관을 설명하기 위한 도면이다.

[0041] 도 6에서 (a) 내지 (c)는 서로 다른 시간에 수신기(10)의 안테나에 수신된 수신 신호(Rx)를 나타내고, (d)는 템플릿 생성부(100)에서 생성된 템플릿 신호를 나타내며, (e)는 수신 신호(Rx)와 템플릿 신호 사이의 상관 결과를 나타낸다.

[0042] 도 6의 (a) 내지 (c)의 수신 신호(Rx)와 (d)의 템플릿 신호를 비교하면, (a)는 안테나로 수신된 수신 신호(Rx)와 템플릿 신호의 위상이 일치하는 경우를 나타내고, (b)는 수신 신호(Rx)와 템플릿 신호의 위상이 180도 차이가 나는 경우를 나타내며, (c)는 수신 신호(Rx)와 템플릿 신호가 단위 신호 시간( $T_{chip}$ )만큼의 시간차를 가져 다시 위상이 일치하는 경우를 나타낸다.

[0043] 이에 (a) 내지 (c)까지의 단위 신호 시간( $T_{chip}$ ) 동안 서로 다른 시간에 수신되는 수신 신호(Rx)와 템플릿 신호를 합성한 상관 신호는 (e)와 같이 나타나게 된다.

[0044] 즉 수신 신호(Rx)와 템플릿 신호 사이의 상관 결과는 수신 신호(Rx)와 템플릿 신호 사이의 위상이 동일한 경우에 가장 높게 나타나고, 위상이 서로 상이할 수록 낮아지며, 180도 위상 차가 발생된 이후, 다시 높아지게 된다.

[0045] 따라서 수신 신호의 수신 시간과 상관 신호의 전압 레벨 사이의 관계가 미리 저장된 룩업 테이블 등을 이용하면, 단위 신호 시간( $T_{chip}$ ) 내에서 수신 신호가 수신된 시간을 검출할 수 있게 된다.

[0046] 비록 수신 신호(Rx)가 단위 신호 시간( $T_{chip}$ ) 이상만큼 지연되어 수신되는 경우, 상관 신호의 레벨은 다시 동일하게 반복하여 나타나게 되지만, 이 경우에는 윈도우의 크기가 버스트 시간( $T_{burst}$ )과 가드 구간(Guard interval)의 합에 대응하는 윈도우 시간( $T_{window}$ )으로 설정되어 있으므로, 가드 구간(Guard interval)에 의해 윈도우에서 수신된 수신 신호(Rx)에 대응하는 단위 신호 시간( $T_{chip}$ ) 구간을 용이하게 검출할 수 있다.

[0047] 이에 도래각 판별부는 수신 신호(Rx)와 템플릿 신호 사이의 상관을 이용하여 수신 신호가 수신된 시간을 검출할 수 있으며, 각 안테나(RA1, RA2)에서의 수신 시간차이를 기반으로 경사 거리(R delta)를 용이하게 계산할 수 있다. 도 5의 (a)를 참조할 때, 경사 거리(R delta)는 제1 안테나(RA1)에 수신 신호(Rx)가 수신된 시간(T1)과 제2 안테나(RA2)에 수신 신호(Rx)가 수신된 시간(T2) 사이의 차이(T1 ?? T2)에 광속(c)을 곱하여 계산될 수 있다.

[0048] 도 7은 도 5의 상관 결과에 따른 지연 시간 측정의 문제를 설명하기 위한 도면이다.

- [0049] 도 6에서는 수신 신호와 템플릿 신호 사이의 상관 결과인 상관 신호의 전압 레벨에 따라 수신 신호(Rx)가 대응하는 안테나로 수신된 시간을 정확하게 검출할 수 있는 것으로 설명하였다. 그러나 도 7에 도시된 바와 같이, 상관 신호의 전압 레벨은 수신 신호와 템플릿 신호 사이의 위상차가 180도인 경우를 기준으로 양측에서 서로 대칭을 이루는 형태로 나타나므로, 2개의 안테나(RA1, RA2) 각각에서 수신된 수신 신호에 대한 상관 신호의 전압 레벨(V1, V2)가 획득되더라도, 템플릿 신호에 대비하여 수신 신호(Rx)가 지연된 시간을 정확하게 판정하기 어렵다는 문제가 있다.
- [0050] 즉 제2 안테나(RA2)로 수신된 수신 신호와 템플릿 신호 사이의 상관 신호의 전압 레벨(V2)이 획득된 경우, 해당 전압 레벨(V2)에 대응하는 시간은 T2와 T2e 의 2가지이다. 따라서 T2와 T2e 중 어느 시간이 수신 신호(Rx)가 수신된 시간인지 판별할 수 없다.
- [0051] 도 8 및 도 9는 본 실시예에 따라 생성되는 템플릿 신호와 수신 신호 사이의 상관을 설명하기 위한 도면이다.
- [0052] 상기한 도 7의 문제를 해소하기 위해, 본 실시예에서는 템플릿 신호 생성부(100)가 도 8에 도시된 바와 같이, 윈도우 시간( $T_{\text{window1}}$ ,  $T_{\text{window2}}$ )에 따라 서로 다른 시간에 생성하여 출력한다. 도 8에서 템플릿 신호 생성부(100)는 제1 윈도우 시간( $T_{\text{window1}}$ ) 동안에는 도 5에서와 동일한 시간에 템플릿 신호를 생성하여 출력하는 반면, 제2 윈도우 시간( $T_{\text{window2}}$ ) 동안에는 기지정된 시간 간격만큼 지연하여 출력한다. 여기서 제2 윈도우 시간( $T_{\text{window2}}$ )에 템플릿 신호는 단위 신호 시간( $T_{\text{chip}}$ )의  $1/2(T_{\text{chip}}/2)$ 보다 작은 시간 범위 내에서 지연되어 생성되어야 한다.
- [0053] 따라서 동일한 수신 신호(Rx)에 대해 템플릿 신호와 상관을 하더라도 상관 신호가 도 9에 도시된 바와 같이, 제1 윈도우에서와 제2 윈도우에서 서로 상이하게 나타나게 된다.
- [0054] 도 9와 같이 제1 윈도우에서 상관 신호의 레벨이 V3.1로 나타난 경우, 수신 신호(Rx)가 수신된 시간은 T3와 T3e 중 하나이며, 제1 윈도우에서는 이를 구분할 수가 없다. 이에 제2 윈도우에서 수신 신호에 대한 상관 신호의 레벨을 확인한다. 만일 제2 윈도우에서 상관 신호의 레벨이 V3.2로 나타나는 경우, 즉 제1 윈도우에서의 상관 신호의 레벨(V3.1)보다 제2 윈도우에서의 상관 신호의 레벨(V3.2)이 낮은 경우( $V3.1 > V3.2$ ), 도래각 판별부는 수신 신호(Rx)가 수신된 시간을 T3로 판별할 수 있다. 반면, 제2 윈도우에서 상관 신호의 레벨이 V3.2e로 나타나는 경우, 즉 제1 윈도우에서의 상관 신호의 레벨(V3.1)보다 제2 윈도우에서의 상관 신호의 레벨(V3.2e)이 높은 경우( $V3.1 < V3.2$ ), 도래각 판별부는 수신 신호(Rx)가 수신된 시간을 T3e로 판별할 수 있다.
- [0055] 그리고 도래각 판별부는 각 안테나(RA1, RA2)에 대해 판별된 수신 신호(Rx)의 수신 시간의 차이에 따라 경사 거리(R delta)를 계산할 수 있으며, 계산된 경사 거리(R delta)와 제1 및 제2 안테나(RA1, RA2)의 배치 위치에 따라 도래각을 정확하게 판별할 수 있다.
- [0056] 결과적으로 본 실시예의 도래각 추정 장치는 템플릿 신호를 윈도우에 따라 서로 다른 시점에 지연 생성하여 수신 신호와 상관하여 상관 신호의 레벨을 검출함으로써 용이하게 도래각을 추정할 수 있다.
- [0057] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 도래각 추정 방법을 나타낸다.
- [0058] 도 2 내지 도 9를 참조하여, 본 실시예에 따른 도래각 추정 방법을 설명하면, 도래각 추정 장치는 우선 수신 신호(Rx)와 템플릿 신호를 상관할 구간을 나타내는 윈도우의 크기, 즉 윈도우 시간( $T_{\text{window}}$ )을 설정한다(S11). 여기서 윈도우 시간( $T_{\text{window}}$ )은 송신기(20)가 전송하는 신호의 시간 길이를 나타내는 단위 신호 시간( $T_{\text{chip}}$ )에 따라 송신기(20)가 송신 신호(Tx)를 기지정된 횟수로 전송하는 버스트 시간( $T_{\text{burst}}$ )과 송신기(20)가 송신 신호를 버스트 시간과 동일한 시간 동안 전송 중지하는 가드 구간(Guard Interval)의 합에 대응하는 크기로 설정된다.
- [0059] 윈도우 시간( $T_{\text{window}}$ )이 설정되면, 송신 신호(Tx)에 대응하는 파형의 템플릿 신호를 제1 윈도우 시간( $T_{\text{window1}}$ )동안 반복하여 생성한다(S12). 그리고 제1 윈도우 시간( $T_{\text{window1}}$ )동안 생성된 템플릿 신호와 다수의 안테나(RA1, RA2) 중 대응하는 안테나로 수신된 수신 신호(Rx)를 상관하여 제1 상관 신호를 획득한다(S13). 제1 상관 신호가 획득되면, 획득된 제1 상관 신호의 레벨을 판별한다(S14).
- [0060] 그리고 제1 윈도우 시간( $T_{\text{window1}}$ )이후 제2 윈도우 시간( $T_{\text{window2}}$ )동안에는 템플릿 신호를 제1 윈도우 시간( $T_{\text{window1}}$ )보다 단위 신호 시간( $T_{\text{chip}}$ )의  $1/2(T_{\text{chip}}/2)$ 보다 작은 시간 범위 내에서 지연하여 생성한다(S15). 제2 윈도우 시간( $T_{\text{window1}}$ )동안 지연되어 생성된 지연 템플릿 신호와 다수의 안테나(RA1, RA2) 중 대응하는 안테나로 수신된 수신 신호(Rx)를 상관하여 제2 상관 신호를 획득한다(S16). 제2 상관 신호가 획득되면, 획득된 제2 상관 신호의

레벨을 판별한다(S17).

[0061] 제1 및 제2 상관 신호의 레벨이 판별되면, 각 안테나(RA1, RA2)에 대해 획득된 제1 상관 신호의 레벨과 제1 및 제2 상관 신호의 레벨 사이의 관계에 따라 각 안테나(RA1, RA2)에 수신 신호(Rx)가 수신된 수신 시간을 판별한다(S18).

[0062] 여기서, 우선 각 안테나(RA1, RA2)에 대해 획득된 제1 상관 신호의 레벨을 상관 신호의 레벨과 수신 시간 사이의 관계가 미리 저장된 룩업 테이블에 입력하여 각 안테나(RA1, RA2)에 수신 신호(Rx)가 수신된 수신 시간에 대한 2개의 후보 시간을 획득할 수 있다. 그리고 제1 상관 신호의 레벨보다 제2 상관 신호의 레벨이 낮으면, 2개의 후보 시간 중 더 늦은 시간을 수신 시간으로 판별하고, 제1 상관 신호의 레벨보다 제2 상관 신호의 레벨이 높으면, 더 이른 시간을 수신 시간으로 판별한다.

[0063] 한편 다수의 안테나(RA1, RA2) 각각에 대한 수신 시간이 판별되면, 판별된 수신 시간에 따라 경사 거리(R delta)를 계산하고, 계산된 경사 거리(R delta)와 다수의 안테나(RA1, RA2)의 배치 간격에 기반하여 삼각 측량 기법으로 도래각( $\Phi$ )을 추정한다(S19).

[0064] 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행시키기 위한 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 여기서 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 또한 컴퓨터 저장 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함하며, ROM(판독 전용 메모리), RAM(랜덤 액세스 메모리), CD(컴팩트 디스크)-ROM, DVD(디지털 비디오 디스크)-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등을 포함할 수 있다.

[0065] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

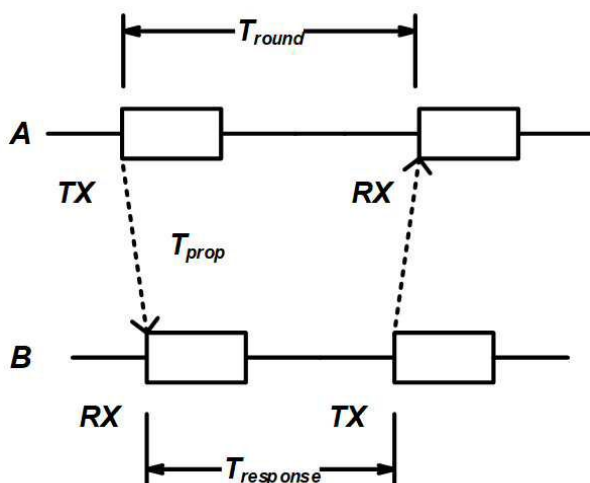
[0066] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

## 부호의 설명

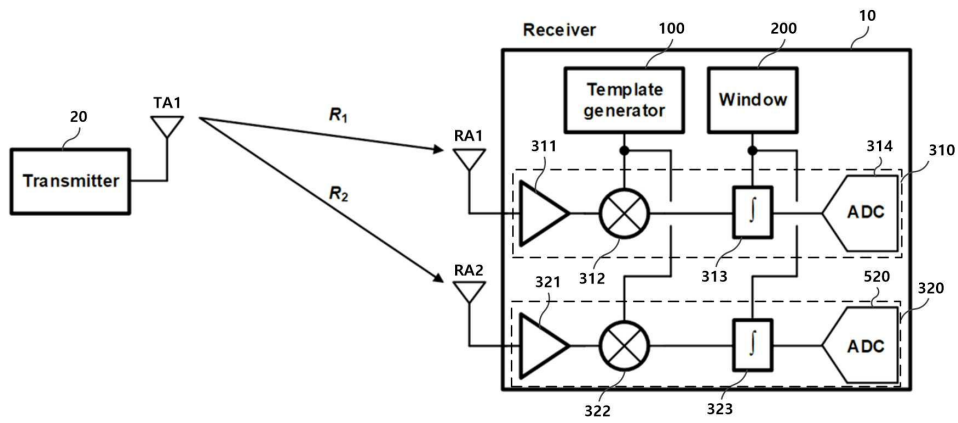
[0067] 10: 수신기    20: 송신기  
100: 템플릿 생성부    200: 윈도우 설정부  
310, 320: 신호 상관부    311, 321: 증폭기  
312, 322: 신호 합성기    313, 323: 적분기  
314, 324: 디지털 변환기

## 도면

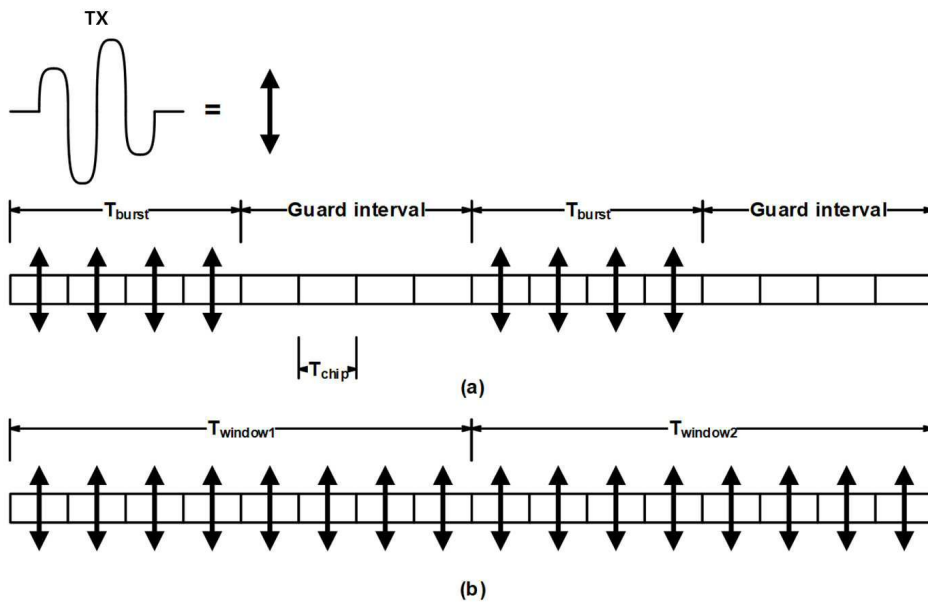
### 도면1



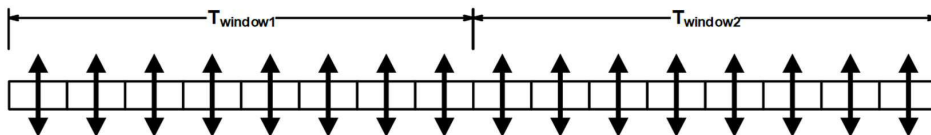
도면2



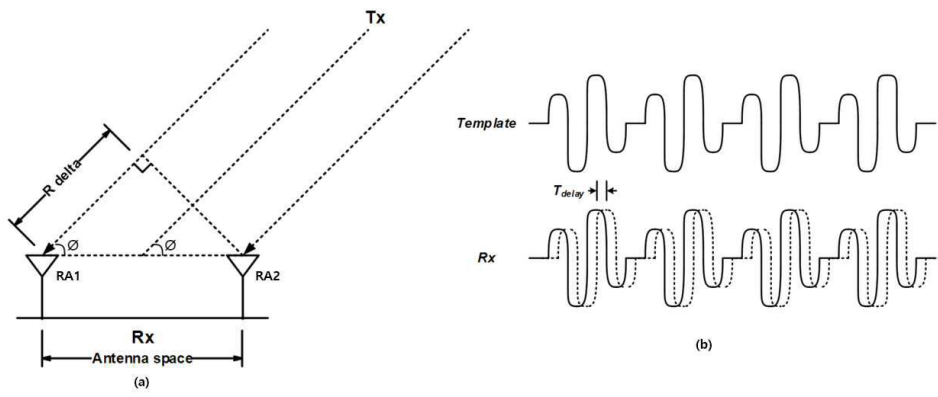
도면3



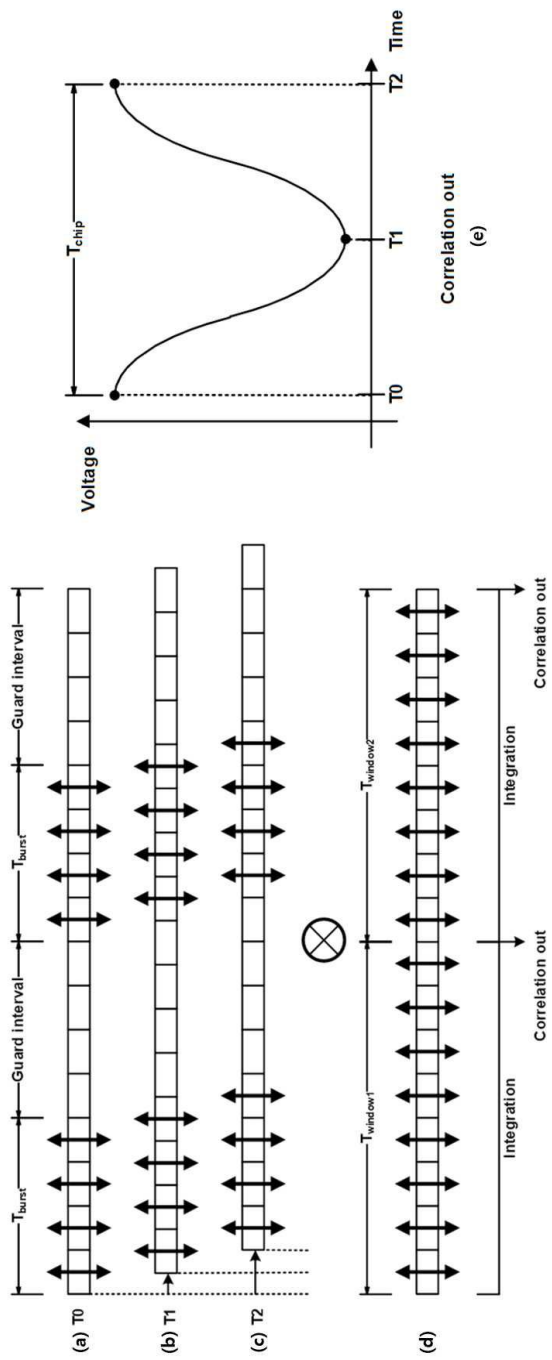
도면4



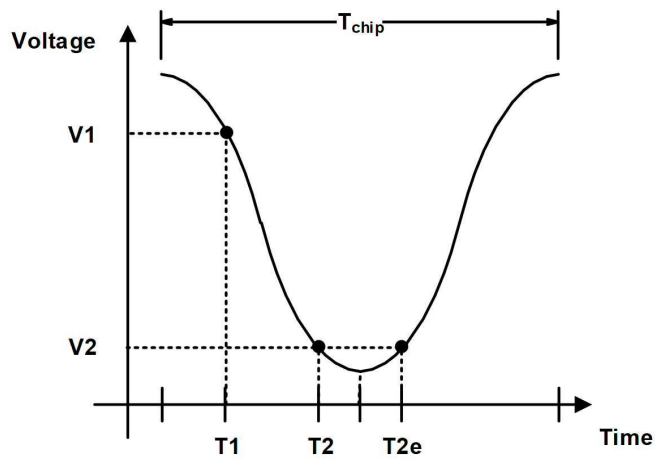
도면5



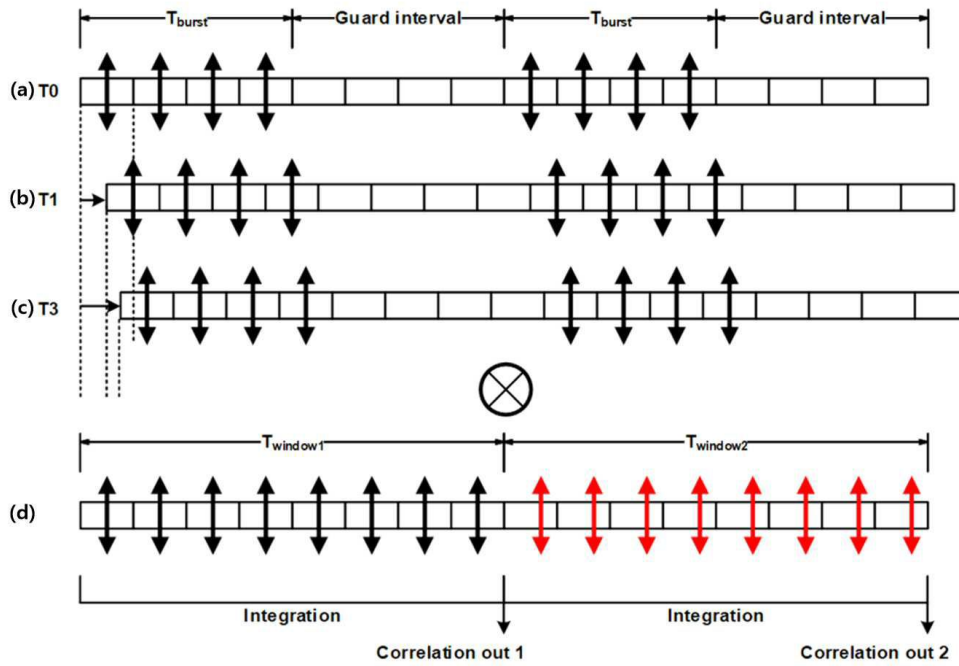
도면6



도면7

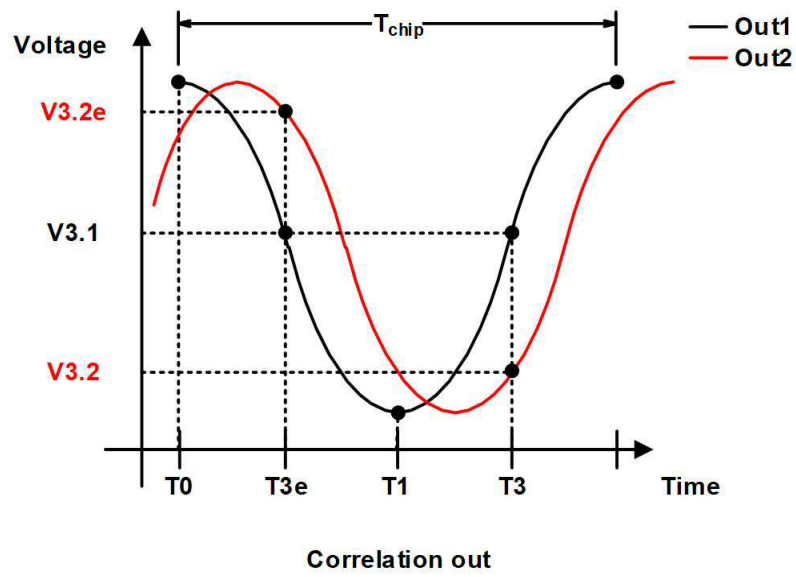


도면8





도면9



도면10

