



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월02일
(11) 등록번호 10-1934112
(24) 등록일자 2018년12월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03H 17/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H03H 17/0213 (2013.01)
H03H 17/0294 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0046973

(22) 출원일자 2015년04월02일

심사청구일자 2017년08월02일

(65) 공개번호 10-2016-0119323

(43) 공개일자 2016년10월13일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090051122 A

KR1020050021687 A

JP09261008 A

(73) 특허권자

한국전자통신연구원

대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)

(72) 발명자

김청섭

대전광역시 유성구 가정로 43 106동 406호 (신성동, 삼성한울아파트)

김강희

대전광역시 유성구 신성남로 115번길 8

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 9 항

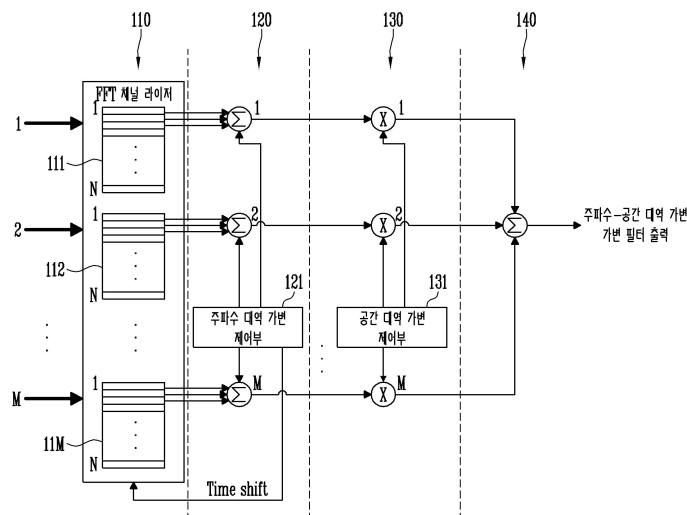
심사관 : 최규돈

(54) 발명의 명칭 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법 및 장치에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법은, M 개의 배열 안테나 입력을 이용하여 N point FFT(Fast Fourier Transform) 처리를 수행하여 N 개의 채널을 갖는 M 개의 FFT 채널 블록을 생성하는 단계, 주파수 대역 가변 파라미터 값에 따라 상기 각 FFT 채널 블록의 N 개의 채널 중 일부 채널을 병합하는 단계, 공간 대역 가변 파라미터 값에 따라 상기 각 FFT 채널 블록의 병합된 채널에서 공간 응답 벡터 채널 중 일부 채널을 병합하는 단계 및 모든 채널을 병합하여 출력하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H03H 2218/06 (2013.01)

(72) 발명자

태기철

대전광역시 서구 둔산북로 175 (햇님아파트) 2동
902호

김상원

대전광역시 유성구 노은로 416 510동 1202호 (하
기동, 송림마을5단지아파트)

강홍용

대전광역시 유성구 지족로 362 (지족동, 반석마을
3단지아파트) 311동 1203호

최용석

대전광역시 유성구 어은로 57 133동 701호 (어은
동, 한빛아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 13-921-01-002

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 ETRI연구개발지원사업

연구과제명 스마트 전파 모니터링 플랫폼 기술개발(보안과제)

기여율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2013.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

M 개의 배열 안테나 입력을 이용하여 N point FFT(Fast Fourier Transform) 처리를 수행해 N 개의 채널을 갖는 M 개의 FFT 채널 블록을 생성하는 단계;

주파수 대역 가변 파라미터 값에 따라 상기 각 FFT 채널 블록의 N 개의 채널 중 일부 채널을 병합하여 주파수 대역 필터 구성을 위한 M개의 제1 병합 채널들을 출력하는 단계;

공간 대역 가변 파라미터 값에 따라 상기 각 FFT 채널 블록의 제1 병합 채널들에서 일부 채널을 병합하여 공간 대역 필터 구성을 위한 M개의 제2 병합 채널들을 출력하는 단계; 및

주파수-공간 대역 필터를 제공하기 위해 상기 제2 병합 채널들을 모두 병합하여 출력하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공간 대역 필터 구성을 위한 제2 병합 채널들을 출력하는 단계는,

상기 공간 대역 가변 파라미터 값을 설정하는 단계; 및

상기 공간 대역 가변 파라미터 값을 바탕으로 Sum-Filter와 공간 대역을 확장 또는 축소하기 위한 윈도우 함수를 이용하여 상기 공간 대역 필터의 대역폭을 설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 공간 대역 필터의 대역폭을 설정하는 단계는,

상기 공간 대역 필터의 대역폭에서 형성되는 빔의 null 지점을 이용하여 상기 공간 대역 필터의 대역폭을 확장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 공간 대역 필터의 대역폭을 설정하는 단계는,

상기 공간 대역 필터의 대역폭에서 형성되는 빔의 최대 지점 및 윈도우 함수를 이용하여 상기 공간 대역 필터의 대역폭을 축소하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 공간 대역 필터의 대역폭을 설정하는 단계는,

공간 간섭 제거 값을 입력 받아 상기 공간 대역 필터의 대역폭에서 특정 공간 대역의 간섭 제거를 수행하는 단

계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 공간 대역 가변 파라미터 값을 설정하는 단계는,

광대역 신호의 중심 주파수, 배열 안테나 간 거리 및 상기 광대역 신호의 입사 방향 중 적어도 하나 이상을 입력으로 하여 상기 공간 대역 가변 파라미터 값을 설정하는 것을 특징으로 하는 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 공간 대역 필터 구성을 위한 제2 병합 채널들을 출력하는 단계는,

상기 공간 대역 필터의 대역폭에 대한 조건을 만족하는 상기 공간 대역 필터의 가변 가중 주파수를 설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 공간 대역 필터의 대역폭은 광대역 신호의 중심 주파수와 상기 배열 안테나 간 거리의 조합인 것을 특징으로 하는 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

M 개의 배열 안테나 입력을 이용하여 N point FFT(Fast Fourier Transform) 처리를 수행하여 N 개의 채널을 갖는 M 개의 FFT 채널 블록을 생성하고, 주파수 대역 가변 파라미터 값에 따라 상기 각 FFT 채널 블록의 N 개의 채널 중 일부 채널을 병합하여 주파수 대역 필터 구성을 위한 M개의 제1 병합 채널들을 출력하고, 공간 대역 가변 파라미터 값에 따라 상기 각 FFT 채널 블록의 제1 병합 채널들에서 일부 채널을 병합하여 공간 대역 필터 구성을 위한 M개의 제2 병합 채널들을 출력하고, 주파수-공간 대역 필터를 제공하기 위해 상기 제2 병합 채널들을 모두 병합하여 출력하도록 제어하는 제어부를 포함하는 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 무선 통신 시스템에서 사용하는 수신기는 높은 샘플링율(sampling rate)을 갖는 광대역 신호로부터 특정 신호의 기저대역 신호 처리를 수행할 수 있다. 이때, 광대역 신호는 모든 방향에서 들어오는 신호들의 합으로 구성되어 사용자가 요구하는 특정 방향 및 주파수의 신호에 비해 간섭 및 잡음이 증가하는 문제점이 있다.

[0003] 이러한, 문제점을 개선하기 위하여 복수 개의 안테나에서 수신된 신호를 복수 개의 주파수 관련 협대역 및 공간적으로 필터링하여 기저대역의 신호를 처리할 필요가 있으나 배열 안테나의 개수, 선택 주파수 및 FFT 분해능

등으로 사용 가능한 공간, 주파수 대역폭 등의 제한이 있다. 특히, 최근 디지털 빔 형성을 이용한 공간 필터는 안테나의 개수 등 제한 조건에 의해 빔 대역 형성이 자유롭지 못하다는 제한이 있다. 따라서, 대역폭 조절 및 선택적 공간간섭 제거가 가능하면서도 구조적으로 간단하고 일관성이 있으며 성능이 우수한 공간-주파수 대역 필터가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 대역 가변 주파수-공간 필터를 구현하여 동시 다수개의 채널에 대하여 다양한 대역폭을 지원할 수 있으며 구조적으로 간단한 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법 및 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법은, M 개의 배열 안테나 입력을 이용하여 N point FFT(Fast Fourier Transform) 처리를 수행하여 N 개의 채널을 갖는 M 개의 FFT 채널 블록을 생성하는 단계, 주파수 대역 가변 파라미터 값에 따라 상기 각 FFT 채널 블록의 N 개의 채널 중 일부 채널을 병합하는 단계, 공간 대역 가변 파라미터 값에 따라 상기 각 FFT 채널 블록의 병합된 채널에서 공간 응답 벡터 채널 중 일부 채널을 병합하는 단계 및 모든 채널을 병합하여 출력하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 장치는, M 개의 배열 안테나 입력을 이용하여 N point FFT(Fast Fourier Transform) 처리를 수행하여 N 개의 채널을 갖는 M 개의 FFT 채널 블록을 생성하고, 주파수 대역 가변 파라미터 값에 따라 상기 각 FFT 채널 블록의 N 개의 채널 중 일부 채널을 병합하며, 공간 대역 가변 파라미터 값에 따라 상기 각 FFT 채널 블록의 병합된 채널에서 공간 응답 벡터 채널 중 일부 채널을 병합하고, 모든 채널을 병합하여 출력하도록 제어하는 제어부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 따르면, 복수 개의 채널에 대하여 다양한 대역폭을 지원할 수 있으며 구조적으로 간단하고 효율적인 대역 가변 주파수-공간 필터를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터에서 시간과 주파수 필터의 제어 및 관계를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터에서 공간 필터의 제어 및 공간 대역과 방향의 관계를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터에서 공간 필터의 제어를 통한 공간 대역폭 확장을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터에서 공간 필터의 제어를 통한 공간 대역폭 축소 및 동시 대역 통과를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터에서 공간 필터의 제어를 통한 특정 공간간섭 제거를 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 상세히 설명한다. 이 때, 첨부된 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다.

[0010] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 장치를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 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.

- [0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법을 나타내는 도면이다.
- [0012] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법은 크게 4 단계로 구성된다. 먼저, 첫 번째 단계(110)는 M개의 배열 안테나 입력을 이용하여 각각 N point FFT(Fast Fourier Transform)를 수행한 후, M*N개의 FFT 채널 블록(111, 112, ..., 11M)을 생성 하는 단계이다. 여기서, 주파수 대역 필터의 기본 대역은 샘플링 주파수(F_s) / N 으로 구할 수 있다. 또한 주파수 대역 가변 제어부의 타임 쉬프터(time shifter)의 입력을 받아 타임 쉬프터의 입력이 2 이상인 경우, FFT 채널 블록은 M*N*time shifter로 변환되고, 주파수 필터의 기본대역은 $F_s/N * \text{time shifter}$ 가 되어 주파수 가변 필터의 기본 구조가 구성된다.
- [0013] 다음으로, 두 번째 단계(120)는 주파수 대역 가변 제어부(121)로부터 설정값을 입력 받아 N개의 채널들 중 특정 채널들을 합하는 방식을 이용하여 대역 필터를 구성하는 단계이다. 이러한 주파수 대역 가변 제어부(121)에서 신호 처리는 아래에서 살펴볼 공간 대역 가변 제어부(122)의 신호 처리와 구조적으로 동일하며, 이러한 구조적인 동일성은 H/W 구현 시 크기를 줄이고 계산량을 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [0014] 그 후, 세 번째 단계(130)는 공간 대역 가변 제어부(131)로부터 설정값을 입력받아 120 단계와 동일한 방식으로 공간 응답 벡터 채널들 중 특정 채널을 합하는 방식을 이용하여 공간 대역 필터를 구성하는 단계이다. 위에서 설명한 것과 같이 주파수 대역 가변 필터와 공간 대역 가변 필터의 구조가 동일하여 H/W 구현 시 크기를 줄이고 계산량을 감소시킬 수 있다. 130 단계에서는 공간 대역 가변 제어부(131)로 공간 간섭 제거값을 받아 특정 공간 대역의 간섭을 제거하는 것도 가능하다.
- [0015] 한편, 도 1에서는 주파수 대역 가변 제어부(121)와 공간 대역 가변 제어부(131)가 별도의 블록으로 구성되고, 각 블록이 상이한 기능을 수행하는 것으로 기술하였지만 이는 기술상의 편의를 위한 것일 뿐, 반드시 이와 같이 각 기능이 구분되는 것은 아니다. 예를 들어, 주파수 대역 가변 제어부(121)와 공간 대역 가변 제어부(131)가 수행하는 기능을 하나의 제어부가 수행할 수도 있다.
- [0016] 마지막으로 네 번째 단계(140)는 130 단계에서 출력되는 출력 값들을 모두 합하여 주파수-공간 대역 필터의 출력을 완성하는 단계이다.
- [0017] 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법은 정형화 하기 쉬운 형태로 구성 되어 있어 FPGA(Field-Programmable Gate Array) 등의 구현에 있어 유리하고, 메모리 등을 이용한 구조를 이용하여 주파수-공간에 대한 대역 가변 필터 제어값을 적은 계산량으로도 구현할 수 있다.
- [0018] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0019] 도 2를 참조하면, 도 1에서 개시하고 있는 구현 방법을 순서도로 표현하고 있다. 도 2에서는 하나의 제어부가 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법을 제어하는 것으로 가정하여 설명한다. 다만, 이는 하나의 예시에 불과하고, 다른 변형예들도 가능하다.
- [0020] 먼저, 210 단계에서 M 개의 배열 안테나 입력을 이용하여 N point FFT(Fast Fourier Transform) 처리를 수행해 N 개의 채널을 갖는 M 개의 FFT 채널 블록을 생성한다. 도 1의 110 단계에서 설명한 것과 같이, 주파수 대역 필터의 기본 대역은 샘플링 주파수(F_s) / N 으로 구할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제어부는 타임 쉬프터(time shifter)의 입력에 따라, 타임 쉬프터의 입력이 2 이상인 경우, FFT 채널 블록이 M*N*time shifter로 변환되도록 제어하며, 이 경우, 주파수 필터의 기본대역은 $F_s/N * \text{time shifter}$ 가 될 수 있다.
- [0021] 그 후, 220 단계에서 주파수 대역 가변 파라미터 값에 따라 각 FFT 채널 블록의 N 개의 채널 중 일부 채널을 병합한다. 제어부가 설정값에 따라 N개의 채널들 중 특정 채널들을 합하는 방식을 이용하여 주파수 대역 필터를 구성하는 것이다. 이러한 주파수 대역 필터에 대한 내용이 도 3에 도시되어 있다.
- [0022] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터에서 시간과 주파수 필터의 제어 및 관계를 나

타내는 도면이다.

[0023] 도 3을 참조하면, bin number와 bin 샘플링 레이트를 바탕으로 주파수 bins를 위한 Sum-Filter와 윈도우 및 그 오버랩된 함수를 곱하여 bin 합을 위한 파라미터, 윈도우 함수 및 오버랩 포인트를 선택할 수 있다. 이 경우, FFT를 수행하는 단위는 $M/(N * Interfer_i * BW_2)$ 가 될 수 있다. 여기서 $Interfer_i$ 는 다채널 필터의 간섭을 최소화 하기 위한 M에 대한 zero padding 배수(값이 증가 할수록 간섭은 감소)이고, BW_2 는 채널 합을 대역폭이 샘플링 이론에 어긋나지 않게 설정하는 값(여기서는 2)이 될 수 있다. 도 3에 따르면, 시간적으로 이동하면 최종 발생하는 채널 대역폭은 시간적으로 발생하는 샘플링 율의 1/2이 되고, 각 채널의 샘플링율이 2배라는 것을 이용하여 하향 주파수 변환기 부분의 알고리즘을 최소화 할 수 있다.

[0024] 이러한 주파수 대역 필터에 대한 신호 처리 과정은 아래에서 살펴볼 공간 대역 가변 필터의 신호 처리와 구조적으로 동일하며, 이러한 구조적인 동일성은 H/W 구현 시 크기를 줄이고 계산량을 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.

[0025] 다시 도 2로 돌아가서, 230 단계에서 공간 대역 가변 파라미터 값에 따라 각 FFT 채널 블록의 병합된 채널에서 공간 응답 벡터 채널 중 일부 채널을 병합한다. 공간 응답 벡터 채널들 중 특정 채널을 합하는 방식을 이용하여 공간 대역 필터를 구성하는 것이다. 이러한 주파수 대역 필터에 대한 내용이 도 4에 도시되어 있다.

[0026] 도 4를 참조하면, 중심 주파수와 배열 안테나간 거리를 바탕으로 공간 응답 벡터를 위한 Sum-Filter와 윈도우 함수를 곱하여, 공간 벡터 파라미터, 윈도우 함수, Fractional weight를 선택할 수 있다. 좀 더 상세하게는, 제어부는 광대역 신호의 중심 주파수, 배열 안테나 간 거리 및 신호의 입사 방향 등을 입력으로 하여 사용자가 요구하는 적절한 공간 대역 필터를 구성할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 주파수 대역 필터와 기본 응답 벡터와 달리 방향에 대한 배열 안테나 응답이 공간 대역 필터의 기본 벡터가 된다. 이때, 공간 분해를 1도 간격으로 구성할 경우, 배열 안테나 응답 벡터는 Matrix $M * 360$ 이 된다. 공간 필터 대역의 가변 가중 주파수 F_{weight} 값은 공간 응답 matrix의 $2 * k$ 개의 열 벡터의 조합으로 표현 가능하며, 수학식 (1)로 구현할 수 있다.

[0027]
$$F_{weight} = \sum_{L=cen-k}^{cen+k} [A_L * W_{coeff}]$$
 수학식(1)

[0028] 이때, $Bw = \frac{d}{\lambda} < 0.5$ 의 조건을 만족해야 한다. 여기서 Cen는 중심 주파수를 의미한다. 또, A_L 은 배열안테나 응답벡터의 $M * 1$ 의 L번째 열 벡터 이고, k의 최대값은 주파수 및 배열 안테나 간 거리의 조합인 B_w 의 경우에 형성되는 빔의 최대점을 기준으로 최소가 되는 지점의 절대값보다 작거나 같아야 한다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이웃 공간 필터 출력간의 간섭을 줄이고 공간 필터 대역을 확장하기 위하여 $M * 1$ 의 윈도우 함수를 곱할 수 있다. 수학식(1)에 의해 구현되는 공간 필터는 전형적인 빔 형성의 null 지점의 배열 안테나 응답을 이용하여 대역 확장 필터를 구현할 수 있으며, 최대 지점의 배열 안테나 응답 및 윈도우 함수를 이용하여 대역 축소 필터를 구현할 수도 있다. 이 경우, 공간 간섭 제거값을 입력 받아 특정 공간 대역의 간섭을 제거하는 것도 가능하다. 또한, k의 개수가 증가함에 따라 통과 대역 내 크기가 일정한 flat zone 공간 필터의 구현이 가능하다.

[0029] 다시 도 2로 돌아와서, 240 단계에서는 모든 채널을 병합하여 출력한다.

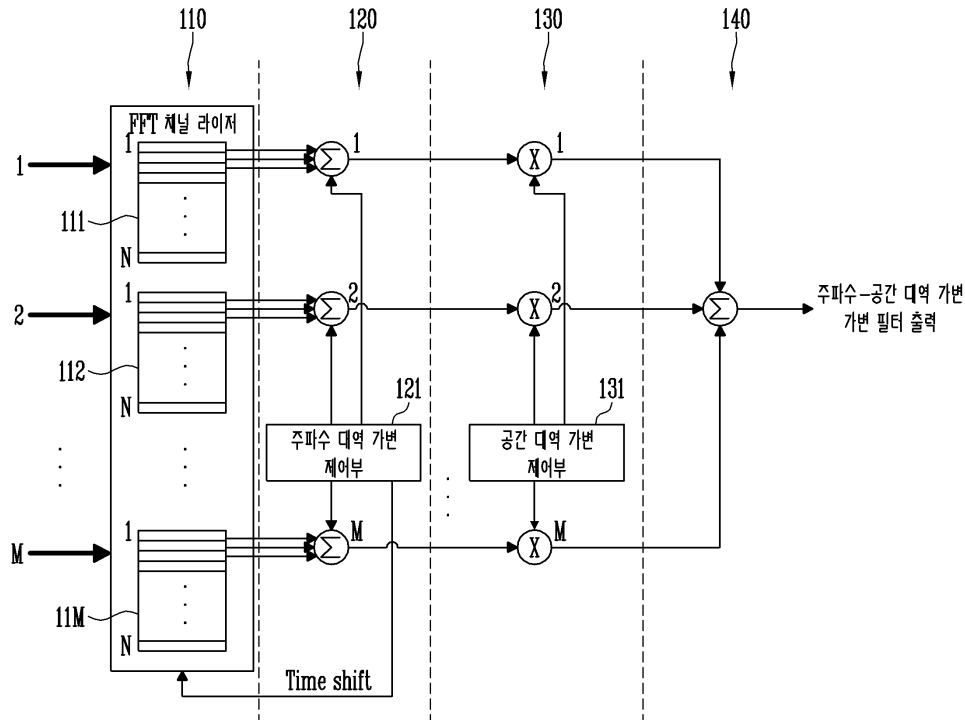
[0030] 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터 구현 방법은 정형화 하기 쉬운 형태로 구성되어 있어 FPGA(Field-Programmable Gate Array) 등의 구현에 있어 유리하고, 메모리 등을 이용한 구조를 이용하여 주파수-공간에 대한 대역 가변 필터 제어값을 적은 계산량으로도 구현할 수 있다.

- [0031] 지금까지 살펴본 발명의 실시예들은 프로세서에 의해 수행되는 명령들로 구현되어 컴퓨터에 의해 판독 가능한 저장 매체에 저장될 수 있다. 이러한 명령들이 프로세서에 의해 실행되는 경우, 위에서 설명한 흐름도 및/또는 블록도에서 특정된 기능들/동작들을 구현하는 수단을 생성할 수 있다. 흐름도/블록도들에서의 각 블록은 본 발명의 실시예들을 구현하는 하드웨어 및/또는 소프트웨어모듈 또는 로직을 나타낼 수도 있다. 또한, 블록도들에 언급한 기능들은 도면들에서 언급한 순서를 벗어나 발생할 수도 있고, 동시에 발생할 수도 있다.
- [0032] 컴퓨터에 의해 판독 가능한 매체는 예를 들어, 플로피 디스크, ROM, 플래시 메모리, 디스크 드라이브 메모리, CD-ROM, 및 다른 영구 저장부와 같은 비휘발성 메모리를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않고 다양한 매체가 사용 가능하다.
- [0033] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터에서 공간 필터의 제어를 통한 공간 대역폭 확장을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0034] 도 5를 참조하면, 도 5는 공간 대역 확장 필터의 테스트 결과를 도시한 것으로 beam response 는 Bw 의 제한 조건에서 고유의 빔 형성 패턴이며, overlap response와 window response 는 각각 고유의 빔 최소 지점의 배열 안테나 응답, 최대지점 및 중간지점 등 k의 개수가 5일 경우 F_{weight} 를 구한 후, 도 1의 140 단계를 수행한 결과와 윈도우 함수를 곱한 결과이다. 도 5의 그림에서 대역 확장 및 flat 대역이 넓어지는 것을 확인할 수 있다. 여기서 F_{weight} 는 대역 내 큰 간섭 신호를 공간적으로 제거하기 위해 특정 빔 형성 null weight(capon beam forming weight 등)의 생성 및 사용도 가능하다.
- [0035] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터에서 공간 필터의 제어를 통한 공간 대역폭 축소 및 동시 대역 통과를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0036] 도 6을 참조하면, 도 6은 공간 대역 축소 필터의 테스트 결과를 도시한 것으로, beam response 는 Bw 의 제한 조건에서 고유의 빔 형성 패턴이며, overlap response 는 고유의 빔 최소 지점의 배열 안테나 응답, 최대지점 및 중간지점 등 k의 개수가 5일 경우 F_{weight} 를 구한 후, 도 1의 140 단계를 수행한 결과이고, s-overlap response 는 고유의 빔 최소 지점 배열 안테나 응답, 최대지점 및 중간지점 등 k의 개수가 5일 경우 F_{weight} 를 구한 후, 윈도우 함수를 곱한 결과이며, 고유의 빔 최대지점 및 최소지점을 중심으로 하는 3 개의 공간대역 필터가 형성되는 것을 알 수 있다. Window response 는 고유의 빔 최소 지점 두 배의 배열 안테나 응답, 최대지점 및 중간지점 등 k의 개수가 5일 경우 F_{weight} 를 구한 후, 윈도우 함수를 곱한 결과이며 고유의 빔 최대지점이 최소가 되고 빔 최소 지점이 최대가 되는 2 개의 공간 대역 필터가 구현되었음을 알 수 있다.
- [0037] 위의 결과를 바탕으로 전형적인 빔 형성 패턴의 최대, 최소 지점에 해당하는 배열 안테나 응답 벡터의 조합으로 다양한 공간 대역 확장 필터가 구현 가능한 것을 알 수 있다.
- [0038] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 대역 가변 주파수-공간 필터에서 공간 필터의 제어를 통한 특정 공간간섭 제거를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0039] 도 7을 참조하면, 도 7은 특정 공간 필터 대신에 특정 공간에 대한 간섭을 제거한 결과를 도시한 것으로, power spectrum1은 목적 신호의 방향(방위각 30°, 양각 10°)을 나타내며, power spectrum2는 제거해야 할 신호의 방향(방위각 60°, 양각 40°)을 나타낸다. Target beam response는 도 5, 6 에서 설명한 공간 필터로는 공간간섭 제거가 효율적으로 이루어지지 않지만, 도 7의 rejection beam response 에서는 공간 간섭만 정확히 제거되고 목적 신호 방향에 대해서는 이득을 가지는 것을 특징으로 한다. 따라서, 초분해능 기반의 계수를 이용하여 공간적으로 이웃한 간섭에 대해서도 강력한 제거가 가능하다.
- [0040] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들

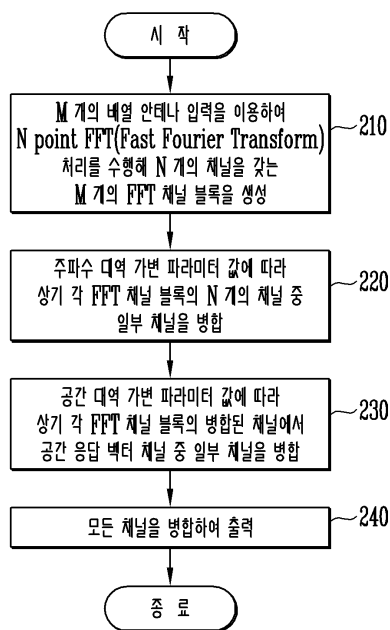
이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

도면

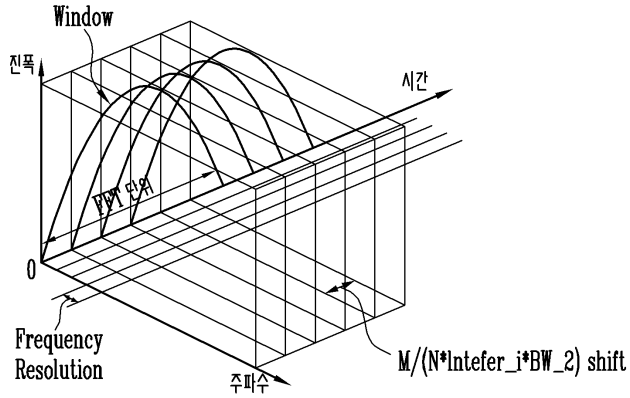
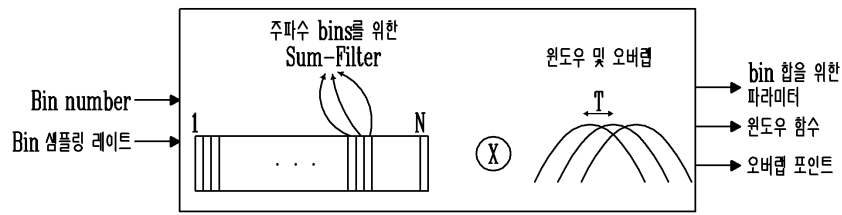
도면1



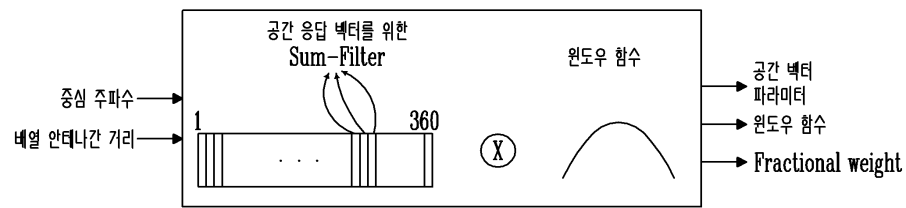
도면2



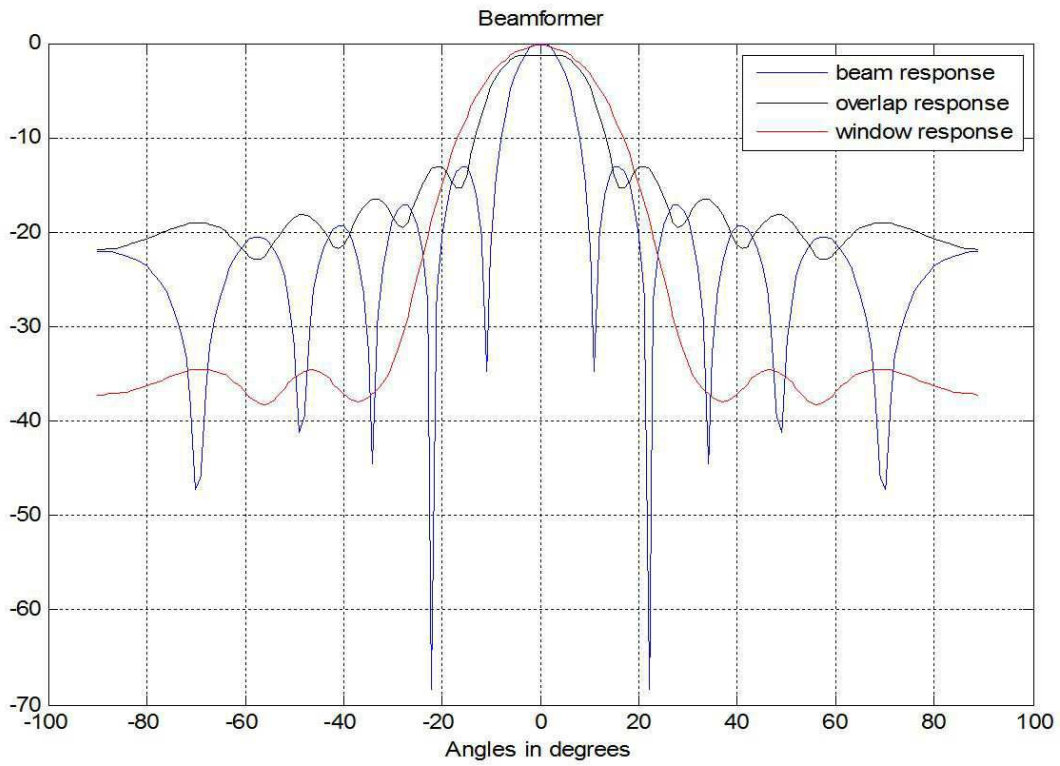
도면3



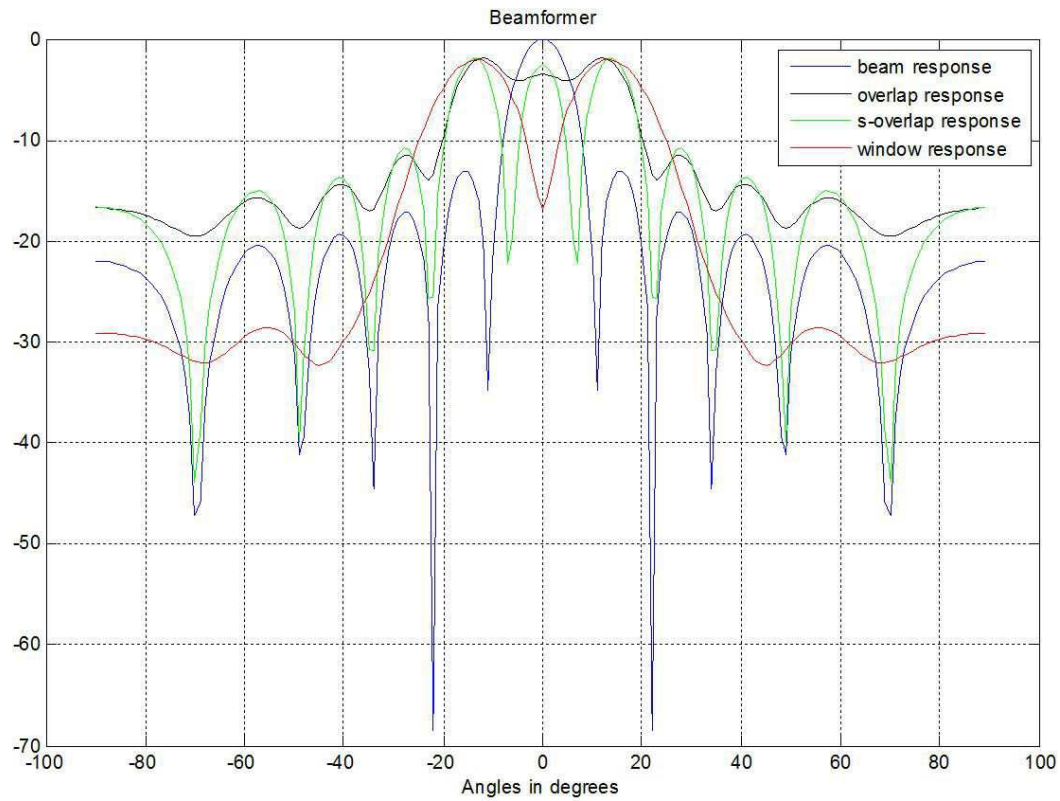
도면4



도면5



도면6



도면7

