



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0008260
(43) 공개일자 2015년01월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 1/00 (2006.01) A61B 8/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0081651
(22) 출원일자 2013년07월11일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(72) 발명자
김규홍
서울 강남구 남부순환로363길 30, 103동 1202호
(도곡동, 쌍용예가아파트)
박성찬
경기도 수원시 영통구 영통2동 벽적골9단지아파트
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인세립

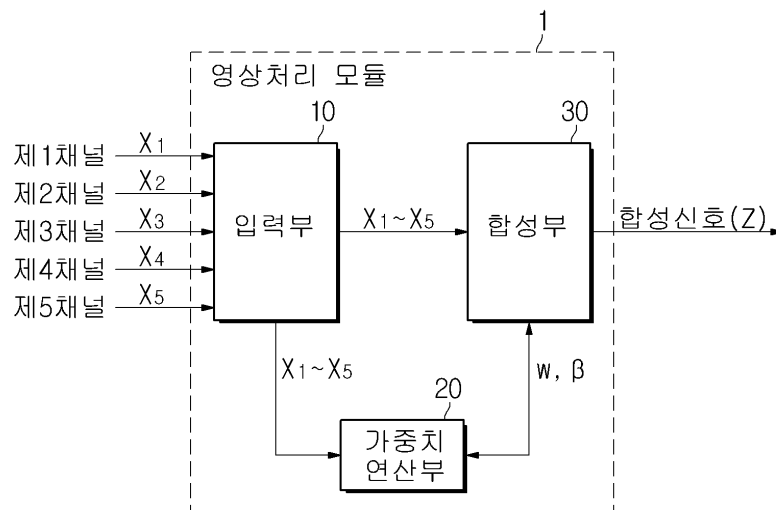
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 영상 처리 모듈, 초음파 영상 장치, 영상 처리 방법 및 초음파 영상 장치의 제어 방법

(57) 요약

영상 처리 모듈은, 입력 신호가 복수 채널로 입력되되, 각 채널마다 복수의 입력 신호가 입력되는 입력부, 상기 각 채널로 입력되는 복수의 입력 신호 중 적어도 하나의 입력 신호를 변환하거나 또는 상기 각 채널로 입력되는 복수의 입력 신호를 합성한 합성된 입력 신호를 변환하여 획득된 변환 신호를 기초로 상기 각 채널에 적용되는 적어도 하나의 가중치를 연산하는 가중치 연산부 및 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널로 입력되는 복수의 입력 신호를 합성하는 합성부를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박수현

경기 화성시 동탄지성로 42, 222동 604호 (반송동,
시범한빛마을동탄아이파크아파트)

강주영

경기도 용인시 기흥구 보정동 죽전자이 2차 아파트
617호

김정호

경기 용인시 수지구 심곡로 16, 503동 903호 (상현
동, 금호베스트빌5차아파트)

배무호

서울 송파구 올림픽로35길 104, 19동 808호 (신천
동, 장미아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

입력 신호가 복수 채널로 입력되되, 각 채널마다 복수의 입력 신호가 입력되는 입력부;

상기 각 채널로 입력되는 복수의 입력 신호 중 적어도 하나의 입력 신호를 변환하거나 또는 상기 각 채널로 입력되는 복수의 입력 신호를 합성한 합성된 입력 신호를 변환하여 획득된 변환 신호를 기초로 상기 각 채널에 적용되는 적어도 하나의 가중치를 연산하는 가중치 연산부; 및

상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널로 입력되는 복수의 입력 신호를 합성하는 합성부;

를 포함하는 영상 처리 모듈.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 합성부는, 상기 각 채널의 복수의 입력 신호를 합성하여 복수 채널의 합성된 입력 신호를 생성하고, 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널의 합성된 입력 신호를 합성하여 상기 복수의 입력 신호를 합성하는 영상 처리 모듈.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 합성부는, 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널의 입력 신호를 합성하여 복수의 합성된 입력 신호를 생성하고, 상기 합성된 입력 신호를 합성하여 상기 복수의 입력 신호를 합성하는 영상 처리 모듈.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 변환 신호는, 상기 각 채널의 복수의 입력 신호를 합성하여 생성된 합성된 입력 신호를 변환하여 획득된 것인 영상 처리 모듈.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 가중치는, 입력 신호에 대한 가중치인 입력 신호 가중치 또는 상기 변환 신호에 대한 가중치인 변환 신호 가중치인 영상 처리 모듈.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 입력 신호 가중치는, 상기 변환 신호 가중치를 변환하여 획득 가능한 영상 처리 모듈.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 가중치 연산부는, 상기 복수의 변환 신호에 대한 공분산을 연산하고, 상기 연산된 공분산의 근사값을 기초로 상기 가중치를 연산하는 영상 처리 모듈.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 가중치 연산부는, 상기 연산된 공분산에 근사한 테플리츠(teopltz) 행렬을 연산하고, 상기 테플리츠 행렬을 이용하여 상기 가중치를 연산하는 영상 처리 모듈.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 가중치 연산부는, 상기 테플리츠 행렬에 대한 역행렬을 연산하고, 상기 연산된 역행렬을 기초로 상기 변환 신호에 대한 가중치인 변환 신호 가중치를 연산하여 상기 가중치를 연산하는 영상 처리 모듈.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 가중치 연산부는, 상기 변환 신호 가중치를 변환하여 상기 입력 신호에 대한 가중치인 입력 신호 가중치를 연산하여 상기 각 채널의 입력 신호에 적용되는 적어도 하나의 입력 신호 가중치를 연산하는 영상 처리 모듈.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 합성부는 상기 변환 신호 가중치와 상기 변환 신호를 가중합하여 상기 복수 회 입력된 복수 채널의 입력 신호를 합성하는 영상 처리 모듈.

청구항 12

피사체로 초음파를 조사하고 에코 초음파를 수신 및 변환하여 복수 채널의 초음파 신호를 출력하되, 각 채널마다 복수의 초음파 신호를 출력하는 복수의 초음파 소자; 및

상기 각 채널로 입력되는 복수의 초음파 신호 중 적어도 하나의 초음파 신호를 변환하거나 또는 상기 각 채널로 입력되는 복수의 초음파 신호를 합성하여 획득된 합성된 초음파 신호를 변환하여 변환 초음파 신호를 획득하고, 상기 획득한 변환 초음파 신호를 기초로 상기 각 채널에 적용되는 적어도 하나의 가중치를 연산하고, 상기 연산된 가중치를 이용하여 상기 복수의 초음파 신호를 합성하는 빔포밍부;

를 포함하되,

상기 복수의 초음파 소자 중 일부의 초음파 소자가 상기 피사체로 초음파를 조사하는 초음파 영상 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 복수의 초음파 소자는, 각각 순차적으로 피사체로 초음파를 조사하는 초음파 영상 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 빔포밍부는, 상기 각 채널의 복수의 초음파 신호를 합성하여 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 생성하고, 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 합성하여 상기 복수의 초음파 신호를 합성하는 초음파 영상 장치.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 빔포밍부는, 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널의 초음파 신호를 합성하여 복수의 합성된 초음파 신호를 생성하고, 상기 복수의 합성된 초음파 신호를 합성하여 상기 복수의 초음파 신호를 합성하는 초음파 영상 장치.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 가중치는, 상기 초음파 신호에 대한 가중치인 초음파 신호 가중치 또는 상기 변환 초음파 신호에 대한 가중치인 변환 초음파 신호 가중치인 초음파 영상 장치.

청구항 17

각 채널마다 복수의 입력 신호가 입력되는 복수 채널의 입력 신호를 입력받는 입력 단계;

상기 각 채널로 입력되는 복수의 입력 신호 중 적어도 하나의 입력 신호를 변환하거나 또는 상기 각 채널로 입력되는 복수의 입력 신호를 합성한 합성된 입력 신호를 변환하여 획득한 변환 신호를 기초로 상기 각 채널에 적용되는 적어도 하나의 가중치를 연산하는 가중치 연산 단계; 및

상기 가중치를 이용하여 상기 복수의 입력 신호를 합성하는 합성 단계;

를 포함하는 영상 처리 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 합성 단계는, 상기 각 채널의 복수의 입력 신호를 합성하여 복수 채널의 합성된 입력 신호를 생성하고, 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널의 합성된 입력 신호를 합성하여 상기 복수의 입력 신호를 합성하는 영상 처리 방법.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 합성 단계는, 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널의 입력 신호를 합성하여 복수의 합성된 입력 신호를 생성하고, 상기 합성된 입력 신호를 합성하여 상기 복수의 입력 신호를 합성하는 영상 처리 방법.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 가중치 연산 단계는,

상기 복수의 입력 신호 중 적어도 하나의 입력 신호에 대한 적어도 하나의 변환 신호를 획득하는 변환 신호 획득 단계;

상기 변환 신호에 대한 공분산을 연산하는 공분산 연산 단계;

상기 연산된 공분산에 대한 근사치를 연산하는 근사화 단계;

상기 근사화한 결과를 기초로 상기 입력 신호에 대한 입력 신호 가중치 또는 상기 변환 신호에 대한 변환 신호 가중치를 연산하는 가중치 연산 단계; 및

상기 입력 신호에 대한 입력 신호 가중치 또는 상기 변환 신호 가중치를 이용하여 합성 신호를 생성하는 합성 신호 생성 단계;

를 포함하는 영상 처리 방법.

청구항 21

각 채널마다 복수의 입력 신호가 입력되는 복수 채널의 초음파 신호를 획득하는 초음파 신호 획득 단계;

상기 획득한 초음파 신호 사이의 시간차를 보정하여 시간차가 보정된 초음파 신호를 생성하는 시간차 보정 단계;

상기 각 채널로 입력되는 복수의 초음파 신호 중 적어도 하나의 초음파 신호를 변환하거나 또는 상기 각 채널로 입력되는 복수의 초음파 신호를 합성하여 획득된 합성된 초음파 신호를 변환하여 변환 초음파 신호를 획득하고, 상기 획득한 변환 초음파 신호를 기초로 상기 각 채널에 적용되는 적어도 하나의 가중치를 연산하는 가중치 연산 단계; 및

상기 가중치를 이용하여 빔 포밍된 초음파 신호를 생성하는 합성 단계;

를 포함하되,

상기 초음파 신호 획득 단계는, 복수의 초음파 소자 중 각각의 초음파 소자가 목표 부위로 초음파를 순차적으로 조사하고, 상기 복수의 초음파 소자가 상기 목표 부위에서 반사되는 에코 초음파를 수신하여 복수 채널의 초음파 신호를 획득하는 단계인 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 합성 단계는, 상기 각 채널의 복수의 초음파 신호를 합성하여 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 생성하고, 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 합성하여 상기 복수의 초음파 신호를 합성하는 단계인 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 합성 단계는, 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널의 초음파 신호를 합성하여 복수의 합성된 초음파 신호를 생성하고, 상기 복수의 합성된 초음파 신호를 합성하여 상기 복수의 초음파 신호를 합성하는 단계인 초음파 영상 장치의 제어 방법.

명세서

기술분야

[0001] 영상 처리 모듈 및 영상 처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 빔 포밍(beam forming)은 수집된 복수 채널의 데이터로부터 특정 공간의 반사와 크기를 추정하기 위하여 복수 채널의 데이터를 집속하는 것이다. 이와 같은 빔 포밍은 음향 탐지기(SONAR, sound navigation and ranging), 레이더(rader), 초음파 영상 장치(ultrasound imaging apparatus) 등에서 이용되고 있다.

[0003] 구체적으로 빔 포밍은 각 센서나 데이터 입력부가 입력받은 각 데이터를 적절하게 조합하면서 소정의 가중치를 부가하여 특정 위치의 신호를 강조하고, 다른 위치의 신호는 상대적으로 감쇄시켜 초음파 신호를 집속함으로써 피사체의 탐지나 진단에 적절한 신호 및 영상데이터를 획득할 수 있도록 한다.

[0004] 빔 포밍은, 빔 포밍에 사용되고 각 데이터에 부가되는 가중치의 특징에 따라 데이터 독립형 빔 포밍 방식(data-independent beamforming, fixed beamforming)과 적응형 빔 포밍 방식(data-dependant beamforming, adaptive beamforming) 으로 구별될 수 있다. 데이터 독립형 빔 포밍은, 입력되는 데이터와 무관하게 미리 정해진 동일한 가중치를 각 데이터에 동일한 가중치를 적용하여 빔 포밍을 수행하는 것이다. 고정 빔 포밍(fixed beamforming)이라고 한다. 적응형 빔 포밍은 입력되는 데이터에 서로 상이한 가중치를 적용하여 빔 포밍을 수행하도록 한다. 적응형 빔 포밍의 경우 입력되는 데이터에 따라서 입력된 데이터에 상응하는 최적의 가중치를 결정한 후 결정된 가중치를 입력되는 데이터에 적용하여 빔 포밍을 수행하도록 하는 것이다.

[0005] 초음파 영상 장치는, 초음파의 성질을 이용하여 피사체, 예를 들어 인체 내부의 각종 조직에 대한 초음파 영상을 획득하는 장치이다. 초음파 영상 장치는, 엑스선 등에 의한 피폭의 위험성이 없을 뿐만 아니라 실시간으로 영상을 표시할 수 있고, 또한 다른 영상 장치, 일례로 자기 공명 영상 장치(Magnetic resonance imaging apparatus)에 비해 상대적으로 저렴하고 소형이어서 의료 분야 등 다양한 분야에서 널리 이용되고 있다. 이러한 초음파 영상 장치 역시 수집된 복수 채널의 초음파 신호를 빔 포밍하여 초음파 영상을 생성한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 빔 포밍을 이용하는 각종 장치의 성능을 개선할 수 있도록 하는 영상 처리 모듈 및 영상 처리 방법과, 개선된 초음파 영상 장치 및 초음파 영상 장치를 제어하는 방법을 제공하는 것을 하나의 목적으로 한다.

[0007] 빔 포밍을 수행함에 있어서 빔 포밍에 필요한 연산량을 감소시키거나 또는 연산량을 증가시키지 않으면서도 향상된 화질, 높은 해상도와 우수한 신호 대 잡음비(SNR, signal noise rate)의 영상을 획득할 수 있는 영상 처리 모듈, 초음파 영상 장치, 영상 처리 방법 및 초음파 영상 장치의 제어 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 과제의 해결을 위하여 영상 처리 모듈, 초음파 영상 장치, 영상 처리 방법 및 초음파 영상 장치의 제어 방법의 제어 방법이 제공된다.

[0009] 영상 처리 모듈은 구체적으로 입력 신호가 복수 채널로 입력되되, 각 채널마다 복수의 입력 신호가 입력되는 입력부, 상기 각 채널로 입력되는 복수의 입력 신호 중 적어도 하나의 입력 신호를 변환하거나 또는 상기 각 채널로 입력되는 복수의 입력 신호를 합성한 합성된 입력 신호를 변환하여 획득된 변환 신호를 기초로 상기 각 채널에 적용되는 적어도 하나의 가중치를 연산하는 가중치 연산부 및 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널로 입력되는 복수의 입력 신호를 합성하는 합성부를 포함할 수 있다.

- [0010] 여기서 상기 합성부는, 상기 각 채널의 복수의 입력 신호를 합성하여 복수 채널의 합성된 입력 신호를 생성하고, 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널의 합성된 입력 신호를 합성하여 상기 복수의 입력 신호를 합성하도록 할 수도 있고, 상기 가중치를 이용하여 상기 복수 채널의 입력 신호를 합성하여 복수의 합성된 입력 신호를 생성하고, 상기 합성된 입력 신호를 합성하여 상기 복수의 입력 신호를 합성하도록 할 수도 있다.
- [0011] 초음파 영상 장치는, 피사체로 초음파를 조사하고 에코 초음파를 수신 및 변환하여 복수 채널의 초음파 신호를 출력하되, 각 채널마다 복수의 초음파 신호를 출력하는 복수의 초음파 소자 및 상기 각 채널로 입력되는 복수의 초음파 신호 중 적어도 하나의 초음파 신호를 변환하거나 또는 상기 각 채널로 입력되는 복수의 초음파 신호를 합성하여 획득된 합성된 초음파 신호를 변환하여 변환 초음파 신호를 획득하고, 상기 획득한 변환 초음파 신호를 기초로 상기 각 채널에 적용되는 적어도 하나의 가중치를 연산하고, 상기 연산된 가중치를 이용하여 상기 복수의 초음파 신호를 합성하는 빔포밍부를 포함하고 있을 수 있다.
- [0012] 여기서 복수의 초음파 소자 중 일부의 초음파 소자가 상기 피사체로 초음파를 조사하도록 할 수 있다. 더 구체적으로 상기 복수의 초음파 소자는, 각각 순차적으로 피사체로 초음파를 조사하도록 할 수 있다.
- [0013] 영상 처리 방법은, 각 채널마다 복수의 입력 신호가 입력되는 복수 채널의 입력 신호를 입력받는 입력 단계, 상기 각 채널로 입력되는 복수의 입력 신호 중 적어도 하나의 입력 신호를 변환하거나 또는 상기 각 채널로 입력되는 복수의 입력 신호를 합성한 합성된 입력 신호를 변환하여 획득한 변환 신호를 기초로 상기 각 채널에 적용되는 적어도 하나의 가중치를 연산하는 가중치 연산 단계 및 상기 가중치를 이용하여 상기 복수의 입력 신호를 합성하는 합성 단계를 포함하고 있을 수 있다.
- [0014] 초음파 영상 장치의 제어 방법은, 각 채널마다 복수의 입력 신호가 입력되는 복수 채널의 초음파 신호를 획득하는 초음파 신호 획득 단계, 상기 획득한 초음파 신호 사이의 시간차를 보정하여 시간차가 보정된 초음파 신호를 생성하는 시간차 보정 단계, 상기 각 채널로 입력되는 복수의 초음파 신호 중 적어도 하나의 초음파 신호를 변환하거나 또는 상기 각 채널로 입력되는 복수의 초음파 신호를 합성하여 획득된 합성된 초음파 신호를 변환하여 변환 초음파 신호를 획득하고, 상기 획득한 변환 초음파 신호를 기초로 상기 각 채널에 적용되는 적어도 하나의 가중치를 연산하는 가중치 연산 단계 및 상기 가중치를 이용하여 빔 포밍된 초음파 신호를 생성하는 합성 단계를 포함하고 있을 수 있다.
- [0015] 이 경우 상기 초음파 신호 획득 단계는, 복수의 초음파 소자 중 각각의 초음파 소자가 목표 부위로 초음파를 순차적으로 조사하고, 상기 복수의 초음파 소자가 상기 목표 부위에서 반사되는 에코 초음파를 수신하여 복수 채널의 초음파 신호를 획득하는 단계일 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 상술한 바와 같은 영상 처리 모듈, 초음파 영상 장치, 영상 처리 방법 및 초음파 영상 장치의 제어 방법을 통하여 빔 포밍을 이용하는 각종 장치의 성능을 개선할 수 있게 되어, 영상 처리에 있어서 요구되는 연산량을 증가 없이도 양질의 영상을 획득할 수 있게 된다.
- [0017] 빔 포밍에 요구되는 연산량을 증가시키지 않거나 또는 감소시키면서 동시에 품질이 개선된 빔 포밍 결과를 획득할 수 있으며, 이에 따라 획득되는 영상의 화질이나 해상도, 신호 대 잡음비 역시 개선되는 효과도 얻을 수 있다.
- [0018] 또한 빔 포밍을 수행하는 각종 장치가 빔 포밍을 위해 요구하는 리소스를 절감할 수 있게 되고, 더 나아가 빔 포밍을 수행하는 장치의 과부하 등과 같은 각종 문제점을 해결하는 효과도 얻을 수 있게 된다. 또한 빔 포밍 장치의 리소스 사용량의 감소에 따라 각종 장치에서 소비되는 소비 전력의 감소나 연산 장치의 저사양화 등의 장점을 얻을 수 있으며, 이에 따른 비용 절감의 효과도 얻을 수 있다.
- [0019] 뿐만 아니라 입력 신호에 대한 빔 포밍 속도의 증가 및 빔 포밍 시간의 단축을 통하여 빔 포밍 연산 속도를 개선함으로써 빔 포밍을 요구하는 장치의 빔 포밍이 신속하게 처리될 수 있게 된다.
- [0020] 또한 영상 처리 모듈을 이용하는 각종 영상 장치, 예를 들어 초음파 영상 장치에 있어서 초음파 영상을 실시간으로 연산, 생성 및 사용자에게 표시가 가능하게 되는 장점도 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 영상 처리 모듈의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 2는 입력 신호를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 영상 처리 모듈의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 4 및 도 5는 합성부의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 가중치 연산부의 일 실시예에 대한 블록도이다.
- 도 7은 합성부의 동작의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 영상 처리 모듈의 다른 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 9는 합성부의 동작의 다른 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10 내지 도 11은 영상 처리 모듈의 다른 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 12는 영상 처리 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.
- 도 13은 가중치 연산 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.
- 도 14 내지 도 16은 영상 처리 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.
- 도 17은 초음파 영상 장치의 일 실시예에 대한 사시도이다.
- 도 18은 초음파 영상 장치의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- 도 19는 초음파 탐침부의 일 실시예에 대한 평면도이다.
- 도 20은 초음파 탐침부의 초음파 소자의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 21은 초음파 영상 장치의 빔 포밍부에 대한 구성도이다.
- 도 22 및 도 23은 빔 포밍부의 여러 실시예를 도시한 구성도이다.
- 도 24는 초음파 영상 장치를 제어하는 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하 도 1 내지 도 11을 참조하여 영상 처리 모듈 및 영상 처리 방법의 일 실시예에 대해서 설명하도록 한다.
- [0023] 도 1은 영상 처리 모듈의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- [0024] 영상 처리 모듈(1)은, 일 실시예에 있어서, 도 1에 도시된 바와 같이 입력부(10), 가중치 연산부(20) 및 합성부(30)를 포함하고 있을 수 있다.
- [0025] 입력부(10)는 복수 채널의 입력 신호(x_1 내지 x_5)를 입력받고, 가중치 연산부(20)는 각 채널의 입력 신호(x_1 내지 x_5)에 적용되는 가중치를 연산하고, 합성부(30)는 가중치 연산부(20)에서 연산된 가중치를 이용하여 입력부(10)로 입력된 입력 신호(x_1 내지 x_5) 또는 입력 신호(x_1 내지 x_5)를 변환시킨 변환 신호(u)를 합성함으로써 합성 신호(z)를 출력한다.
- [0026] 도 2는 입력부에 입력되는 입력 신호를 설명하기 위한 도면이다.
- [0027] 도 2에 도시된 바를 참조하면 입력부(10)는 복수 채널의 입력 신호(x_1 내지 x_5)를 입력받을 수 있다. 이 경우 입력부(10)는 복수 회수로 복수 채널의 입력 신호(x_1 내지 x_5)를 입력받을 수 있다. 다시 말해서 입력부(10)는 적어도 하나의 채널, 일례로 제1 채널로 복수의 입력 신호, 예를 들어 제11 입력 신호 내지 제13 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13})를 입력받을 수 있다. 더 나아가 입력부(10)는 입력 신호(x_1 내지 x_4)가 입력되는 각각의 채널, 일례로 제1 채널 내지 제4 채널마다 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13} , x_{21} 내지 x_{23} , x_{31} 내지 x_{33} 및 x_{41} 내지 x_{43})를 입력받을 수도 있다.
- [0028] 이 경우 각 채널, 일례로 제1 채널을 통해 입력되는 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13})는 순차적으로 입력될 수 있다. 또한 각 채널로 입력되는 입력 신호(x_{11} 내지 x_{43})는 소정의 시간 간격마다 입력될 수도 있다.

- [0029] 한편 각각의 채널의 입력되는 입력 신호(x_{11} 내지 x_{43})는 입력부(10)에 입력되는 순서 또는 입력되는 시기에 따라서 서로 소정의 관련을 가진 신호일 수도 있다. 예를 들어 제1 채널을 통해 가장 먼저 입력되는 입력 신호(x_{11})는 다른 채널, 일례로 제2 채널 내지 제4 채널을 통해 가장 먼저 입력되는 입력 신호(x_{21} , x_{31} 및 x_{41})와 서로 관련되어 있을 수 있다. 예를 들어 각 채널로 가장 먼저 입력되는 각각의 입력 신호(x_{11} , x_{21} , x_{31} 및 x_{41})는 동일한 목표 부위에서 동일한 시점에 반사된 에코 음파나 에코 초음파를 상이한 트랜스듀서(transducer)가 수신하여 생성된 복수 채널의 전기적 신호일 수도 있다.
- [0030] 도 1에 도시된 바를 참조하면 입력부(10)에서 입력된 입력 신호(x_1 내지 x_5)는 가중치 연산부(20) 및 합성부(30)로 전달된다.
- [0031] 가중치 연산부(20)는 입력 신호(x)나 변환 신호(u) 등에 적용될 소정의 가중치(ω , β)를 연산하고, 연산된 가중치(ω , β)를 합성부(30)로 전달하도록 할 수 있다. 여기서 변환 신호(u)는 입력 신호(x)를 변환하여 획득된 신호를 의미한다.
- [0032] 실시예에 따라서 가중치 연산부(20)에 의해 연산되는 가중치는, 일 실시예에 의하면 입력 신호 가중치(ω)일 수도 있다. 입력 신호 가중치(ω)는 입력부(10)로 입력되는 복수 채널의 입력 신호(x_1 내지 x_4)를 합성할 경우, 각각의 채널의 입력 신호(x_1 내지 x_4)에 적용되는 가중치일 수 있다. 또한 입력 신호 가중치(ω)는 입력부(10)의 동일한 채널에 입력되는 복수의 입력 신호, 예를 들어 제1 채널로 입력되는 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13})를 합성하여 획득된 복수 채널의 합성된 입력 신호(도 4의 x_s)에 적용되는 가중치일 수도 있다.
- [0033] 이와 같은 입력 신호 가중치(ω)는 가중치 연산부(20)에 의해 입력 신호(x)로부터 직접 연산될 수도 있지만, 먼저 연산된 변환 신호 가중치(β)를 기초로 입력 신호 가중치(ω)를 연산될 수도 있다.
- [0034] 또한 가중치 연산부(20)에 의해서 연산되는 가중치는, 다른 일 실시예에 의하면 변환 신호 가중치(β)일 수도 있다. 가중치 연산부(20)에서 연산된 변환 신호 가중치(β)는 복수 채널의 입력 신호(x_1 내지 x_4)를 변환한 변환 신호(u_1 내지 u_4)를 합성할 경우, 각각의 채널의 변환 신호(u_1 내지 u_4)에 적용되는 가중치로 이용될 수 있다. 또한 변환 신호 가중치(β)는 합성된 변환 신호에 부가될 가중치(도 8의 u_{s1} 내지 u_{s3})로 이용될 수도 있다. 여기서 합성된 변환 신호(u_{s1} 내지 u_{s3})는 동일한 채널에 입력되는 복수의 입력 신호, 예를 들어 제1 채널로 입력되는 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13})를 합성하고 합성된 입력 신호(x_s)를 변환하여 획득한 신호일 수도 있고, 또한 동일 채널로 입력되는 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13})을 먼저 변환하고, 동일 채널의 복수의 변환된 입력 신호를 합성하여 획득한 신호일 수도 있다.
- [0035] 합성부(30)는 전달받은 신호를 합성하도록 한다.
- [0036] 합성부(30)는 입력부(10)나 변환부(11) 등으로부터 복수 채널의 복수의 입력 신호(x) 또는 복수 채널의 복수의 변환 신호(u)를 전달받고, 전달받은 복수 채널의 복수의 입력 신호(x) 또는 복수 채널의 복수의 변환 신호(u)를 합성하여 소정의 합성 신호(z)를 생성하도록 할 수 있다. 또한 합성부(30)는 전달받은 신호를 합성함에 있어서 가중치 연산부(20)에서 생성된 입력 신호 가중치(ω) 또는 변환 신호 가중치(β)를 이용할 수도 있다.
- [0037] 합성부(30)는 일 실시예에 의하면 입력부(10)로부터 직접 복수 채널의 복수의 입력 신호(x_1 내지 x_4)를 전달받고 복수 채널의 복수의 입력 신호(x_1 내지 x_4)를 합성하여 합성 신호(z)를 생성하도록 할 수 있다. 이 경우 합성부(30)는 가중치 연산부(20)에서 연산된 입력 신호 가중치(ω)를 이용하여 복수 채널의 복수의 입력 신호(x_1 내지 x_4)를 합성할 수 있다.
- [0038] 또 다른 일 실시예에 의하면 합성부(30)는 입력 신호(x)를 변환하여 획득한 복수 채널의 변환 신호(u)를 합성하여 합성 신호(z)를 생성할 수도 있다. 이 경우 합성부(30)는 가중치 연산부(20)에서 연산된 변환 신호 가중치(β)를 이용하여 복수 채널의 변환 신호(u_1 내지 u_4)를 합성할 수 있다.
- [0039] 도 3은 영상 처리 모듈의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- [0040] 도 3에 도시된 바와 같이 영상 처리 모듈(1)은, 일 실시예에 의하면 입력부(10), 변환부(11), 가중치 연산부, 제1 합성부(31) 및 제2 합성부(32)를 포함할 수 있다. 이 경우 제1 합성부(31)에서 합성된 입력 신호(x_{1s} 내지 x_{5s})는 제2 합성부(32)로 전달될 수 있다.
- [0041] 입력부(10)는 복수 채널의 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{44})를 입력받을 수 있다. 입력부(10)는 복수 채널의 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{44})를 제1 합성부(31) 및 변환부(11)로 전달할 수 있다.
- [0042] 도 4는 제1 합성부의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

- [0043] 제1 합성부(31)는, 도 4에 도시된 바와 같이 동일한 채널의 복수의 입력 신호, 예를 들어 제11 입력 신호 내지 제13 입력 신호(x11 내지 x13)를 합성하여 적어도 하나의 채널의 합성된 입력 신호(x1s)를 생성하도록 할 수 있다. 이 경우 제1 합성부(31)는 예를 들어 동일 채널의 각각의 입력 신호(x11 내지 x13)를 별도의 가중치 없이 모두 합하여 합성된 입력 신호(x1s)를 생성할 수도 있고, 또한 동일 채널의 각각의 입력 신호(x11 내지 x13)에 소정의 가중치를 부가한 후 가중치가 부가된 각각의 입력 신호를 합하여 합성된 입력 신호(x1s)를 생성하도록 할 수도 있다.
- [0044] 제1 합성부(31)는 도 2에 도시된 복수의 채널, 일례로 제1 채널 내지 제4 채널 각각마다 입력되는 복수의 입력 신호(x11 내지 x13, x21 내지 x23, x31 내지 x33 및 x41 내지 x43) 중 동일한 채널의 입력 신호를 합성하여 복수 채널의 합성된 입력 신호(x1s 내지 x4s)를 생성하도록 할 수도 있다.
- [0045] 일 실시예에 의하면 제1 합성부(31)는 입력부(10)로부터 복수 채널의 복수의 입력 신호(x11 내지 x41)를 입력받고, 동일한 채널의 입력 신호를 합성하여 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)를 출력하도록 한다.
- [0046] 도 3에 도시된 바와 같이 일 실시예에 있어서 제1 합성부(31)에서 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)는 제2 합성부(32)로 전달될 수 있다. 또한 실시예에 따라서 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)는 변환부(11)로 전달될 수도 있다.
- [0047] 도 5는 제2 합성부의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0048] 제2 합성부(32)는, 도 5에 도시된 바와 같이 서로 상이한 채널의 복수의 입력 신호, 예를 들어 제11 입력 신호 내지 제41 입력 신호(x11 내지 x41)를 합성하여 하나의 합성된 입력 신호(xs1)를 생성하도록 할 수 있다. 이 경우 합성되는 복수의 입력 신호(x11 내지 x41)는 상호 관련되는 입력 신호일 수 있다. 예를 들어 동일한 목표 부위에서 동일한 시각에 반사된 음파, 초음파, 극초단파 등에 따라 생성된 복수 채널의 전기적 신호일 수도 있다. 제2 합성부(32)는 예를 들어 상이한 채널의 입력 신호(x11 내지 x41)를 별도 처리 없이 모두 합하여 합성된 입력 신호(xs1)를 생성할 수도 있고, 또한 각각의 채널에 소정의 가중치를 부가한 후 가중치가 부가된 각 채널의 입력 신호(x11 내지 x41)를 합하여 합성된 입력 신호(xs1)를 생성하도록 할 수도 있다.
- [0049] 영상 처리 모듈(1)의 일 실시예에 의하면 영상 처리 모듈(1)은, 도 3에 도시된 바와 같이 신호를 변환하는 변환부(11)를 더 포함할 수 있다.
- [0050] 변환부(11)는 복수 채널의 입력 신호(x) 또는 각 채널의 입력 신호(x11 내지 x43)가 합성된 입력 신호(x1s 내지 x4s)를 변환하여 적어도 하나의 채널의 변환 신호(u)를 획득하도록 할 수 있다.
- [0051] 일 실시예에 의하면 변환부(11)는, 입력부(10)로부터 복수 채널의 복수의 입력 신호(x)를 전달받고, 소정의 변환 함수(V)를 이용하여 복수 채널의 복수의 입력 신호(x)에 대한 적어도 하나의 채널의 변환 신호(u)를 획득하도록 할 수 있다. 다른 일 실시예에 의하면 변환부(11)는, 도 3에 도시된 바와 같이 제1 합성부(20)로부터 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)를 전달받고, 전달받은 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)에 소정의 변환 함수(V)를 적용하여 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)에 대한 적어도 하나의 채널의 변환 신호(u)를 생성하도록 할 수도 있다.
- [0052] 변환부(11)가 변환 함수(V)를 이용하여 입력 신호(x) 또는 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)를 변환하는 과정을 수학식으로 표현하면 다음의 수학식 1과 같이 주어질 수 있다.

수학식 1

$$u = V^H x$$

- [0053]
- [0054] 여기서 x는 입력 신호 또는 합성된 입력 신호이고, V는 소정의 변환 함수이다. u는 입력 신호를 소정의 변환 함수(V)를 이용하여 변환하여 획득한 변환 신호를 의미한다.
- [0055] 한편 실시예에 따라서 입력 신호 또는 합성된 입력 신호 x와 변환 신호 u는 (A×B)의 행렬로 표현될 수 있다. 여기서 A와 B는 자연수이다. 특히 B가 1이면 입력 신호 x 및 변환 신호 u는 (A×1)의 행렬로 표현된다. 이는 하

기의 수학적식 2 및 수학적식 3과 같이 표현될 수 있다.

수학적식 2

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{pmatrix}$$

[0056]

수학적식 3

$$u = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{pmatrix}$$

[0057]

[0058]

여기서 m과 n은 양의 정수이다.

[0059]

수학적식 2 및 수학적식 3과 같이 입력 신호 또는 합성된 입력 신호(x)와 변환 신호(u)가 정의되는 경우, 입력 신호나 합성된 입력 신호(x)의 차원은 m차원으로 주어지고, 변환 신호(u)의 차원은 n차원으로 주어지게 된다.

[0060]

여기서 입력 신호 또는 합성된 입력 신호(x)의 차원은 입력 신호 또는 합성된 입력 신호(x)의 채널의 개수로 정의될 수 있다. 변환 신호(u)의 차원은 변환 신호(u)의 채널의 개수로 정의될 수 있다. 또한 수학적식 2의 입력 신호(x)에 대한 행렬의 각 성분, 일례로 x_m 은 m번째 채널로 입력되는 입력 신호 또는 m번째 채널의 합성된 입력 신호를 의미할 수 있다. 마찬가지로 수학적식 3의 변환 신호 u의 각 성분, 일례로 u_n 은 각 채널의 입력 신호가 변환되어 획득된 n번째 채널의 변환 신호를 의미한다. 물론 입력 신호(x) 및 변환 신호(u)의 각 성분(x_1 내지 x_m , u_1 내지 u_n) 역시 소정의 행렬, 예를 들어 $(1 \times a)$ 행렬로 정의될 수도 있을 것이다.

[0061]

변환 함수(V)는 입력 신호(x) 또는 각 채널의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{43})가 합성된 입력 신호(x_s)를 변환 신호(u)로 변환시키기 위한 소정의 함수이다.

[0062]

일 실시예에 의하면 변환 함수(V)는 적어도 하나의 기저 벡터(basis vector) 또는 복수의 기저 벡터들의 조합으로 형성된 것일 수 있다. 이때 변환 함수(V)를 이루는 복수의 기저 벡터는 서로 직교하는 것일 수 있다. 이 경우 복수의 기저 벡터는, 예를 들어 고유 벡터(eigenvector)이거나, 또는 푸리에 기저 벡터(Fourier basis vector)일 수도 있다. 변환 함수 데이터베이스(12)에 저장된 이와 같이 고유 벡터나 푸리에 기저 벡터와 같은 다양한 기저 벡터는 변환부(11)에 제공될 수 있다.

[0063]

한편 변환 함수(V)를 위한 적어도 하나의 기저 벡터 또는 복수의 기저 벡터들은 최소 분산(minimum variance)에 따라 입력 신호(x)에 부가되는 가중치인 입력 신호 가중치(ω)의 최적값에 대한 주성분 분석을 통해 획득된 것일 수도 있다.

[0064]

영상 처리 모듈(1)은, 일 실시예에 의하면 도 3에 도시된 바와 같이 이와 같은 변환 함수(V) 또는 변환 함수(V)를 생성하기 위해 이용되는 적어도 하나의 기저 벡터를 저장하고 있는 변환 함수 데이터베이스(12)를 더 포함할 수 있다. 일 실시예에 의하면 변환 함수 데이터베이스(12)의 적어도 하나의 변환 함수(V)는, 경험적으로 또는 이론적으로 얻을 수 있는 다양한 입력 신호(x) 또는 합성된 입력 신호(x_s)를 기초로 미리 연산하여 획득된 변환 함수일 수도 있다. 또한 변환 함수 데이터베이스(12)는 변환 함수(V) 생성을 위한 적어도 하나의 기저 벡

터를 포함하고 있을 수도 있다.

[0065] 변환부(11)는, 일 실시예에 의하면 도 3에 도시된 바와 같이 변환 함수 데이터베이스(12)를 열람한 후, 변환 함수 데이터베이스(12)에서 적어도 하나의 변환 함수(V)를 선택하여 호출할 수 있다. 이때 변환부(11)는 입력 신호(x) 또는 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)에 따라서 적절한 변환 함수(V)를 선택하여 호출하도록 할 수도 있고, 입력 신호(x) 또는 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)와 무관하게 임의의 변환 함수(V)를 선택하여 호출할 수도 있다. 또한 변환부(11)는 항상 동일한 변환 함수(V)를 호출할 수도 있다. 변환부(11)는 호출된 변환 함수(V)를 이용하여 입력 신호(x) 또는 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)를 변환 신호(u)로 변환하도록 할 수 있다. 한편 변환부(11)에 의해 호출되는 변환 함수(V)는 시스템 장치에 미리 정의된 설정이나 또는 사용자의 선택에 따라서 결정된 것일 수도 있다.

[0066] 또한 변환부(11)는, 만약 변환 함수 데이터베이스(12)가 변환 함수(V)를 생성하기 위해 이용되는 적어도 하나의 기저 벡터를 저장하고 있는 경우, 변환 함수 데이터베이스(12)로부터 적어도 하나의 기저 벡터를 호출하도록 할 수도 있다. 이 경우 변환부(11)는 호출된 적어도 하나의 기저 벡터를 조합하여 적어도 하나의 변환 함수(V)를 생성한 후, 생성된 적어도 하나의 변환 함수(V)를 이용하여 입력 신호(x) 또는 합성 신호(x1s 내지 x5s)를 변환하도록 할 수도 있다. 이 경우 변환부(11)는 입력 신호(x) 또는 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)에 따라서 적절한 기저 벡터를 호출할 수도 있고, 입력 신호(x) 또는 합성된 입력 신호(x1s 내지 x5s)와 무관하게 임의의 기저 벡터를 호출하거나 또는 동일한 기저 벡터만을 호출하여 적어도 하나의 변환 함수(V)를 생성할 수도 있다. 또한 변환부(11)는 영상 처리 모듈(1)이 설치된 시스템 장치에 미리 정의된 설정 또는 이를 이용하는 사용자의 선택에 따라서 변환 함수 데이터베이스(12)에 저장된 복수의 기저 벡터 중 적어도 하나의 기저 벡터를 선택하고, 선택된 복수의 기저 벡터를 조합하여 변환 함수(V)를 결정할 수도 있다.

[0067] 물론 변환부(11)는 변환 함수 데이터베이스(12)의 열람 없이 미리 정의된 소정의 변환 함수(V)를 이용하여 입력 신호(x) 또는 합성 신호(x1s 내지 x5s)를 변환 신호(u)로 변환시키도록 할 수도 있을 것이다.

[0068] 변환부(11)에서 변환된 변환 신호(u)는 도 3에 도시된 바와 같이 가중치 연산부(20)로 전달될 수 있다. 이 경우 가중치 연산부(20)는 일 실시예에 의하면 변환 신호(u)를 이용하여 입력 신호 가중치(ω)를 연산하도록 할 수 있다.

[0069] 도 6은 가중치 연산부의 일 실시예에 대한 블록도이다.

[0070] 도 6에 도시된 바를 참조하면 가중치 연산부(20)는 가중치의 연산을 위해서 공분산 연산부(21), 근사화부(22), 역행렬 계산부(23) 및 제1 가중치 계산부(24)를 포함할 수 있으며, 실시예에 따라서 제2 가중치 계산부(25)를 더 포함할 수도 있다.

[0071] 공분산 연산부(21)는 입력 신호(x)를 변환하여 획득한 변환 신호(u)에 대한 공분산(covariance)을 연산하도록 한다. 공분산은 하기의 수학식 4에 따라서 연산될 수 있다.

수학식 4

$$R=E(XX^H)$$

[0073] 만약 변환 신호(u)가 가중치 연산부(20)에 입력되는 경우 공분산 연산부(21)는 하기의 수학식 5에 따라 공분산을 연산한다.

수학식 5

$$R_1=E[u \cdot u^H]$$

[0075] 여기서 R_1 은 공분산을 의미하고, u 는 변환 신호를 의미한다.

[0076] 이와 다르게 만약 입력 신호(x)가 가중치 연산부(20)에 입력되는 경우에는 공분산 연산부(21)는 하기의 수학식 6에 따라서 공분산을 연산하도록 할 수 있다.

수학식 6

$$R_1 = E[V^H x \cdot x^H V]$$

[0077]

[0078] 여기서 R_1 은 공분산을 의미하고, V 는 상술한 변환 함수를 의미하며, x 는 입력 신호를 의미한다. 여기서 상술한 수학식 1을 대입하면, 하기의 수학식 7에 기재된 바와 같이, 입력 신호(x) 및 수학식 6을 이용해 공분산을 연산하는 것은 수학식 5에 기재된 변환 신호(u)에 대한 공분산을 연산하는 것과 동일하게 된다.

수학식 7

$$\begin{aligned} R_1 &= E[V^H x \cdot x^H V] \\ &= E[u \cdot u^H] \end{aligned}$$

[0079]

[0080] 공분산 연산부(21)에서 변환 신호(u)에 대한 공분산(R_1)을 연산하면 연산 결과는 근사화부(22)로 전달된다. 근사화부(22)는 연산된 공분산(R_1)을 이용하여 공분산(R_1)에 근사치를 연산하도록 할 수 있다. 일 실시예에 의하면 근사화부(22)는 소정의 행렬 형태로 표현된 공분산(R_1)을 기초로 테플리츠 행렬 형태의 근사 행렬을 생성함으로써 공분산(R_1)에 근사치를 연산하도록 할 수도 있다.

[0081] 테플리츠 행렬은 각각의 대각선(diagonal) 상의 모든 요소들의 값이 동일한 행렬을 의미한다. 테플리츠 행렬은 역행렬을 연산하는 것이 간단하고, 정보 처리 장치를 이용하여 역행렬을 연산하는 경우 다른 행렬에 비해 연산량이 적다. 따라서 역행렬 연산 속도를 개선시킬 수 있다.

[0082] 공분산 연산부(22)는 하기의 수학식 8을 이용하여 공분산(R_1)과 근사한 테플리츠 행렬을 획득한다.

수학식 8

$$\tilde{R}_{1,m} = \frac{1}{L-m} \sum_{l=1}^{L-m} R_{1,l,l+m} \quad (m=0,1,\dots,L-1)$$

[0083]

[0084] 여기서 $R_{1,l,l+m}$ 는 공분산(R_1)의 l 행, m 열의 요소를 의미한다. L 은 상기 변환 신호에 대한 공분산 R 의 행의 개수를 의미한다.

[0085] 수학식 8에 따라 $\tilde{R}_{1,m}$ 이 획득되면, $\tilde{R}_{1,m}$ 을 공분산(R_1)을 근사화한 근사 행렬($\tilde{R}_1$)의 m 번째 대각

선에 입력한다. 그 결과 최종적으로 공분산(R_1)을 테플리츠 근사화한 근사 행렬 $\widetilde{R}_1$ 이 획득될 수 있다.

[0086] 근사화부(22)에서 연산된 근사 행렬 $\widetilde{R}_1$ 은 역행렬 계산부(23)로 전달된다. 역행렬 계산부(23)는 근사 행렬 $\widetilde{R}_1$ 에 대한 역행렬 $\widetilde{R}_1^{-1}$ 을 연산한다.

[0087] 역행렬 계산부(23)에 의해 연산된 역행렬 $\widetilde{R}_1^{-1}$ 은 제1 가중치 계산부(24)로 전달된다. 제1 가중치 계산부(24)는 전달된 근사 행렬의 역행렬을 기초로 변환 신호 가중치(β)를 연산한다. 제1 가중치 계산부(24)는 실시예에 따라서 다음의 수학적 식 9에 따라 변환 신호 가중치(β)를 연산하도록 할 수 있다.

수학적 식 9

$$\beta = \frac{\widetilde{R}_1^{-1} v_1}{v_1^H \widetilde{R}_1^{-1} v_1}$$

[0089] 여기서 β 는 연산된 변환 신호 가중치이다. $\widetilde{R}_1^{-1} \widetilde{R}_1^{-1}$ 은 상술한 역행렬 계산부(23)에서 계산한 근사 행렬 $\widetilde{R}_1$ 에 대한 역행렬이다. v_1 은 조향 벡터이다.

[0090] 조향 벡터(v_1)는 신호의 위상을 제어하기 위한 것이다. 일 실시예에 의하면 수학적 식 9의 조향 벡터(v_1)는 소정의 변환 함수에 의해 변환된 조향 벡터일 수 있다. 이 경우 조향 벡터의 변환을 위해서 입력 신호(x)를 변환하는데 이용하였던 변환 함수(V)와 동일한 변환 함수(V)를 이용할 수도 있다. 그러면 구체적으로 변환된 조향 벡터 v_1 는 다음의 수학적 식 10에 의해 연산될 수 있다.

수학적 식 10

$$v_1 = V^H a$$

[0092] 여기서 a는 변환 전에 미리 정의된 조향 벡터를 의미하고, v_1 은 변환된 조향 벡터를 의미한다.

[0093] 상술한 수학적 식 9에 의해 연산된 변환 신호 가중치(β)는 입력되는 입력 신호(x)에 따라 달라질 수 있고, 또한 공분산 연산부(21)에서 이용된 변환 함수(V)에 따라 달라질 수 있다. 이 경우 변환 함수(V)는 사전에 미리 연산되어 정의되어 있고 입력 신호(x)에 따라서 선택되어 사용될 수 있으므로 변환 신호 가중치(β)는 입력 신호(x)에 따라 주로 변화하게 된다.

[0094] 변환 신호 가중치(β)는 소정의 열벡터(column vector)로 주어질 수 있다. 만약 변환 함수(V)가 (MxN)의 행렬로 표현되는 경우에는 변환 신호 가중치(β)는 (Nx1)행렬, 즉 (Nx1) 열벡터로 주어진다.

[0095] 한편 연산된 변환 신호 가중치(β)는 도 6에 도시된 바와 같이 제2 가중치 계산부(25)로 전달될 수도 있고, 또는 합성부(30)로 전달될 수도 있다.

[0096] 만약 도 3에 도시된 바와 같이 입력부(10)가 제1 합성부(31)에 입력 신호(x_1 내지 x_5)를 전달한다면, 제1 가중치 계산부(24)는 연산된 변환 신호 가중치(β)를 제2 가중치 계산부(25)로 전달하여 입력 신호(x) 또는 합성 신호(x_{1s} 내지 x_{5s})의 각 채널에 적용될 가중치인 입력 신호 가중치(ω)를 연산하도록 할 수 있다.

[0097] 제1 가중치 계산부(24)가 변환 신호 가중치(β)를 제2 가중치 계산부(25)로 전달하면, 제2 가중치 계산부(25)는 전달받은 변환 신호 가중치(β)를 기초로 입력 신호 가중치(ω)를 연산한다. 입력 신호 가중치(ω)는 소정의 변환 함수(V)와 제1 가중치 계산부(24)에서 연산한 변환 신호 가중치(β)를 조합하여 연산할 수 있다. 예를 들어 제2 가중치 계산부(25)는 변환부(11) 및/또는 공분산 연산부(21)에서 이용된 변환 함수(V)를 변환 신호 가중치(β)와 조합하여 입력 신호 가중치(ω)를 연산하도록 할 수 있다. 이를 수학식으로 표현하면 다음의 수학식 11과 같다.

수학식 11

[0098]
$$\omega = V\beta$$

[0099] 이와 같이 연산된 입력 신호 가중치(ω)는 입력 신호(x)의 빔 포밍을 위해 최적의 가중치가 될 수 있다. 만약 입력 신호 가중치(ω)가 입력 신호(x)에 대한 최적값이라고 하자. 이 경우 수학식 11을 검토하였을 때, 결국 변환 신호 가중치(β)는, 입력 신호(x)에 대한 입력 신호 가중치(ω)의 최적값을 연산하기 위해 적어도 하나의 변환 함수(V)에 부가되는 가중치임을 알 수 있다.

[0100] 연산된 입력 신호 가중치(ω)는 도 3에 도시된 바와 같이 제2 합성부(31)로 전달될 수 있다.

[0101] 제2 합성부(31)는 가중치 연산부(20)에서 전달받은 변환 신호 가중치(β)를 이용하여 전달받은 복수 채널의 신호를 합성하도록 한다. 도 3에 도시된 바를 참조하면 제2 합성부(31)는 제1 합성부(31)에 의해 합성된 복수 채널의 합성된 입력 신호(x_{1s} 내지 x_{5s})를 합성하도록 한다.

[0102] 도 7은 합성의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

[0103] 도 7에 도시된 바와 같이 일 실시예에 의하면 복수 채널의 복수의 입력 신호의 합성을 위해서, 먼저 동일 채널로 입력되는 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13} , x_{21} 내지 x_{23} , x_{31} 내지 x_{33} 및 x_{41} 내지 x_{43})가 합성될 수 있다. 예를 들어 제1 채널을 통해 입력되는 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13})가 합성되어 제1 채널의 합성된 입력 신호(x_{1s})가 생성되도록 할 수 있다. 그 결과 각 채널 별로 합성된 입력 신호(x_{1s} 내지 x_{4s})가 획득된다. 이는 상술한 제1 합성부(31)에서 수행될 수 있다. 이어서 각 채널 별로 합성된 복수 채널의 합성된 입력 신호(x_{1s} 내지 x_{4s})는 도 8에 도시된 바와 같이 합성될 수 있다. 그 결과 적어도 하나의 합성 신호(z)가 생성된다.

[0104] 이 경우 각각의 채널마다 소정의 가중치, 일례로 가중치 연산부(20)에서 전달되는 입력 신호 가중치(ω)가 부가되어 입력 신호(x_{1s} 내지 x_{4s})가 합성될 수도 있다. 구체적으로 각 채널 별로 합성된 복수 채널의 합성된 입력 신호(x_{1s} 내지 x_{4s})와 입력 신호 가중치(ω)를 하단의 수학식 12와 같이 가중합하여 도 7에 도시된 바와 같은 적어도 하나의 합성 신호(z)를 생성하도록 할 수 있다.

수학식 12

[0105]
$$Z = \omega X$$

[0106] 여기서 X 는 상이한 채널의 서로 상응하는 입력 신호(x_{11} 내지 x_{41}) 또는 제1 합성부(10)에서 합성된 합성된 입력 신호(x_{1s} 내지 x_{5s})로 이루어진 변수이다. 이와 같은 합성은 상술한 제2 합성부(32)에서 수행될 수 있다.

- [0107] 도 8은 영상 처리 모듈의 다른 실시예에 대한 구성도이다.
- [0108] 도 8에 도시된 바를 참조하면 다른 일 실시예에 의한 영상 처리 모듈(1)은 입력부(10), 변환부(11), 가중치 연산부(20), 제1 합성부(31) 및 제2 합성부(32)를 포함하되, 제2 합성부(32)에서 합성된 입력 신호(xs1 내지 xs3)가 제1 합성부(31)로 전달되도록 할 수도 있다. 이 경우 먼저 서로 관련된 상이한 채널의 입력 신호(x11 내지 x41)가 먼저 합성되고, 이후 합성된 복수의 입력 신호(xs3 내지 xs1)가 합성될 수 있다.
- [0109] 입력부(10)는 복수 채널의 복수의 입력 신호(x1 내지 x4)를 입력받고, 이를 제2 합성부(32) 및 변환부(11)로 전달할 수 있다.
- [0110] 변환부(11)는 복수 채널의 입력 신호(x)를 변환하여 적어도 하나의 채널의 변환 신호(u)를 생성한다. 이 경우 변환부(11)는 소정의 변환 함수(V)를 이용하여 복수 채널의 입력 신호(x)를 변환할 수 있다. 실시예에 따라서 변환부(11)는 변환 함수 데이터베이스(12)로부터 소정의 변환 함수(V)를 호출한 후 호출된 변환 함수(V)를 이용하여 복수 채널의 입력 신호(x)를 변환할 수도 있다. 생성된 변환 신호(u)는 가중치 연산부(20)로 전달될 수 있다.
- [0111] 가중치 연산부(20)는 전달받은 변환 신호(u)를 이용하여 입력 신호 가중치(ω)를 연산할 수 있다. 이를 위해서 가중치 연산부(20)는 도 6에 도시된 바와 같이 가중치의 연산을 위해서 공분산 연산부(21), 근사화부(22), 역행렬 계산부(23), 제1 가중치 계산부(24) 및 제2 가중치 계산부(25)를 포함할 수 있다. 한편 필요에 따라서 가중치 연산부(20)는 변환부(11)로부터 소정의 변환 함수(V) 또는 관련 정보를 전달받을 수도 있다. 가중치 연산부(20)에서 생성된 입력 신호 가중치(ω)는 제2 합성부(32)로 전달된다.
- [0112] 도 9는 합성의 다른 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0113] 도 9에 도시된 바와 같이 일 실시예에 의하면 입력되는 복수의 입력 신호(x11 내지 x44) 중에서 상이한 채널의 서로 상응하는 입력 신호(x11 내지 x41)가 먼저 합성될 수 있다. 예를 들어 먼저 입력되는 각 채널, 일례로 제1 채널 내지 제4 채널의 입력 신호(x11 내지 x41)를 합성하여, 합성된 입력 신호(xs1)를 생성하도록 할 수 있다. 다시 말해서 도 9의 중앙에 도시된 바와 같이 순차적으로 입력되는 복수 채널의 입력 신호(x12 내지 x42)들을 합성하여 복수의 합성된 입력 신호(xs1 내지 xs3)를 획득한다.
- [0114] 이때 각 채널마다 소정의 가중치, 일례로 입력 신호 가중치(ω)가 부가되어 각 채널의 입력 신호(x11 내지 x41)가 합성될 수도 있다. 이와 같은 입력 신호 가중치(ω)는 가중치 생성부(20)에서 연산되어 전달될 수 있다. 이 경우 상술한 수학적 12가 이용될 수도 있을 것이다. 다만 수학적 12에서 Z는 합성 신호(z)가 아닌 복수의 합성된 입력 신호(xs3 내지 xs1)이다. 만약 각 채널을 통해 입력되는 입력 신호(x11 내지 x41)이 초음파 영상 장치의 초음파 프로브가 수집한 초음파 신호인 경우, 이와 같은 합성은 복수 채널의 초음파 신호를 소정의 빔 포밍 계수를 이용하여 집속함으로써 초음파 영상을 합성하는 과정에 대응될 수 있을 것이다.
- [0115] 이상 설명한 합성은 제2 합성부(32)에 의해 수행될 수 있다.
- [0116] 제2 합성부(32)는 도 8에 도시된 바와 같이 입력부(10)로부터 복수 채널의 복수의 입력 신호(x11 내지 x44)를 전달받고, 복수 채널의 복수의 입력 신호(x11 내지 x44)를 입력 신호 가중치(ω)를 이용하여 합성하도록 할 수 있다. 그 결과 제2 합성부(32)는 적어도 하나의 채널의 복수의 합성된 입력 신호(xs1 내지 xs3)를 출력할 수 있다. 제2 합성부(32)에서 합성된 복수의 합성된 입력 신호(xs1 내지 xs3)는 도 8에 도시된 바와 같이 제1 합성부(31)로 전달될 수 있다.
- [0117] 복수의 합성된 입력 신호(xs1 내지 xs3)는 도 9에 도시된 바와 같이 다시 합성된다. 그 결과 하나의 합성 신호(z)가 생성된다. 이 경우 각각의 합성된 입력 신호(xs1 내지 xs3)가 별도의 가중치 없이 모두 합성하여 합성 신호(z)가 생성될 수도 있고, 또한 각각의 합성된 입력 신호(xs1 내지 xs3)마다 소정의 가중치를 부가하여 합성하여 합성 신호(z)를 생성하도록 할 수도 있다.
- [0118] 이와 같은 합성은 제1 합성부(31)에 의해 수행될 수 있다.
- [0119] 제1 합성부(31)는 제2 합성부(32)로부터 복수의 합성된 입력 신호(xs1 내지 xs3)를 전달받고, 전달받은 복수의 합성된 입력 신호(xs1 내지 xs3)를 합성하여 적어도 하나의 합성 신호(z)를 생성하도록 한다.

- [0120] 도 10은 영상 처리 모듈의 또 다른 실시예에 대한 구성도이다.
- [0121] 도 10에 도시된 바를 참조하면 또 다른 일 실시예에 의한 영상 처리 모듈(1)은 입력부(10), 변환부(11), 가중치 연산부(20), 제1 합성부(31) 및 제2 합성부(32)를 포함하되, 입력부(10)를 통해 입력된 입력 신호(x_1 내지 x_5)가 제1 합성부로 전달되지 않고 오직 변환부(11)로만 전달하도록 할 수도 있다. 또한 이 경우 변환부(11)는 입력 신호(x_1 내지 x_5)를 기초로 생성한 변환 신호(u)를 가중치 연산부(20)뿐만 아니라 제1 합성부(31)로도 전달할 수 있다.
- [0122] 입력부(10)는, 도 10에 도시된 바와 같이 복수 채널의 복수의 입력 신호(x_1 내지 x_4)를 입력받고, 입력받은 복수 채널의 복수의 입력 신호(x_1 내지 x_4)를 변환부(11)로 전달할 수 있다.
- [0123] 변환부(11)는 복수 채널의 복수의 입력 신호(x)를 변환하여 적어도 하나의 채널의 복수의 변환 신호(u)를 생성한다. 이 경우 변환부(11)는 소정의 변환 함수(V)를 이용하여 복수 채널의 입력 신호(x)를 변환할 수 있다. 실시예에 따라서 변환부(11)는 변환 함수 데이터베이스(12)로부터 소정의 변환 함수(V)를 호출한 후 호출된 변환 함수(V)를 이용하여 복수 채널의 입력 신호(x)를 변환할 수도 있다. 변환부(11)는 생성된 변환 신호(u)를 가중치 연산부(20) 및 제1 합성부(31)로 전달할 수 있다.
- [0124] 가중치 연산부(20)는 변환 신호(u)를 전달받는다. 한편 연산 상 필요하다면 가중치 연산부(20)는 변환부(11)로부터 소정의 변환 함수(V) 또는 관련 정보를 더 전달받을 수도 있다.
- [0125] 가중치 연산부(20)는 전달받은 변환 신호(u)를 이용하여 변환 신호 가중치(β)를 연산할 수 있다. 다시 도 6을 참조하면 가중치 연산부(20)는 공분산 연산부(21), 근사화부(22), 역행렬 계산부(23) 및 제1 가중치 계산부(24)를 포함할 수 있으며, 이들에 의해 변환 신호 가중치(β)를 연산할 수 있다. 변환 신호 가중치(β)가 연산되면, 도 6 및 도 10에 도시된 바와 같이 가중치 연산부(20)의 제1 가중치 계산부(24)는 연산된 변환 신호 가중치(β)를 합성부(30), 보다 상세하게는 제2 합성부(32)로 전달하도록 한다. 이 경우 연산된 변환 신호 가중치(β)는 제2 가중치 계산부(25)로 반드시 전달될 필요는 없다.
- [0126] 제1 합성부(31)는 변환부(11)로부터 적어도 하나의 채널의 복수의 변환 신호(u)를 전달받는다. 제1 합성부(31)는 전달된 적어도 하나의 채널의 복수의 변환 신호(u)를 합성하도록 한다. 구체적으로 제1 합성부(31)는 전달받은 적어도 하나의 채널의 복수의 변환 신호(u) 중에서 동일한 채널의 복수의 변환 신호(u)를 도 4 또는 도 7의 좌측에 도시된 것과 같이 합성하여, 적어도 하나의 채널의 합성된 변환 신호(u_1s 내지 u_4s)를 생성하도록 한다. 제1 합성부(31)는 생성된 적어도 하나의 채널의 합성된 변환 신호(u_1s 내지 u_4s)를 제2 합성부(32)로 전달한다.
- [0127] 제2 합성부(32)는, 제1 합성부(31)로부터 전달받은 적어도 하나의 채널의 합성된 변환 신호(u_1s 내지 u_4s)를 합성하여 적어도 하나의 합성 신호(z)를 출력할 수 있다. 구체적으로 제2 합성부(32)는 서로 상이한 채널의 합성된 변환 신호(u_1s 내지 u_4s)를 도 5에 도시된 바와 같이 합성하여 적어도 하나의 합성 신호(z)를 생성하도록 할 수 있다.
- [0128] 제2 합성부(32)는 예를 들어 상이한 채널의 변환 신호(u_1s 내지 u_4s)를 별도 처리 없이 모두 합하여 합성 신호(z)를 생성할 수도 있고, 또한 각각의 채널에 소정의 가중치를 부가한 후 가중치가 부가된 각 채널의 변환 신호(u_1s 내지 u_4s)를 합하여 합성 신호(z)를 생성하도록 할 수도 있다. 이 경우 이용되는 가중치는 변환 신호 가중치(β)일 수도 있다.
- [0129] 한편 만약 오직 하나의 채널의 합성된 변환 신호(u_1s)가 제2 합성부(32)에 전달되는 경우에는, 제2 합성부(32)는 별도의 합성 과정을 수행하지 않을 수도 있을 것이다.
- [0130] 만약 도 10에 도시된 바와 같이 제1 합성부(31) 또는 제2 합성부(32)가 변환부(11)로부터 직간접적으로 변환 신호(u)를 전달받는 경우에는, 제2 합성부(32)는 상이한 채널의 서로 상응하는 복수의 합성된 변환 신호(u)와 변환 신호 가중치(β)를 하단의 수학적 식 13에 기재된 바와 같이 가중합하여 합성 신호(z) 또는 합성된 입력 신호(xs_1 내지 xs_3)를 생성하도록 할 수 있다.

수학식 13

$$Z = \beta u$$

여기서 Z 는 합성 신호이고, β 는 변환 신호 가중치이며, u 는 변환 신호 또는 제1 합성부(31)에서 합성된 변환 신호($u1s$ 내지 $u4s$)를 의미한다.

수학식 12 및 수학식 13에 따라 출력되는 복수의 합성된 합성 신호(z)는 동일할 수 있다. 다시 말해서 가중치 연산부(20)를 통해 입력 신호 가중치(ω)를 연산한 후 제1 합성부(31)에 의해 합성된 입력 신호($x1s$ 내지 $x5s$)와 입력 신호 가중치(ω)를 가중합한 결과 신호(z)와, 가중치 연산부(20)를 통해 변환 신호 가중치(β)를 연산한 후, 제1 합성부(31)에서 합성된 변환 신호($u1s$ 내지 $u4s$)와 변환 신호 가중치(β)를 가중합한 결과 신호(z)는 서로 동일할 수 있다. 이는 아래의 수학식 14와 같이 증명될 수 있다.

수학식 14

$$\begin{aligned} Z &= \beta^H u \\ &= \beta^H V^H x \\ &= (V\beta)^H x \\ &= w^H x \end{aligned}$$

도 11은 영상 처리 모듈의 또 다른 실시예에 대한 구성도이다.

도 11에 도시된 바를 참조하면 영상 처리 모듈(1)은, 또 다른 일 실시예에 있어서, 입력부(10), 변환부(11), 가중치 연산부(20), 제1 합성부(31) 및 제2 합성부(32)를 포함할 수 있다. 도 10을 통해 설명한 바와 동일하게 입력부(10)를 통해 입력된 입력 신호($x1$ 내지 $x5$)는 제1 합성부(31)로 전달되지 않고, 오직 변환부(11)로만 전달될 수 있다. 이 경우 도 10의 실시예와 상이하게 변환부(11)는 변환 신호(u)를 가중치 연산부(20)와 제2 합성부(32)로 전달하도록 한다.

입력부(10)는, 복수 채널의 복수의 입력 신호($x1$ 내지 $x4$)를 입력받고, 복수 채널의 복수의 입력 신호($x1$ 내지 $x4$)를 변환부(11)로 전달할 수 있다.

변환부(11)는 복수 채널의 복수의 입력 신호(x)를 변환하여 적어도 하나의 채널의 복수의 변환 신호(u)를 생성한다. 상술한 바와 동일하게 변환부(11)는 소정의 변환 함수(V)를 이용하여 복수 채널의 입력 신호(x)를 변환할 수 있다. 또한 변환부(11)는 적어도 하나의 채널의 복수의 변환 신호(u) 생성에 필요한 소정의 변환 함수(V)를 변환 함수 데이터베이스(12)로부터 획득할 수도 있다. 변환부(11)는 생성된 변환 신호(u)를 가중치 연산부(20) 및 제2 합성부(32)로 전달한다.

가중치 연산부(20)는 변환 신호(u)를 전달받고, 전달받은 변환 신호(u)를 이용하여 변환 신호 가중치(β)를 연산할 수 있다. 구체적으로 도 6에 도시된 바와 같이 가중치 연산부(20)는 공분산 연산부(21), 근사화부(22), 역행렬 계산부(23) 및 제1 가중치 계산부(24)를 포함할 수 있다. 가중치 연산부(20)는 이들을 통하여 변환 신호 가중치(β)를 연산할 수 있다. 변환 신호 가중치(β)가 연산되면, 가중치 연산부(20)의 제1 가중치 계산부(24)는 연산된 변환 신호 가중치(β)를 도 6 및 도 11에 도시된 바와 같이 제2 합성부(32)로 전달하도록 한다.

제2 합성부(32)는, 변환부(11)로부터 전달받은 적어도 하나의 채널의 변환 신호(u)를 합성하여 적어도 하나의 합성된 변환 신호($us1$ 내지 $us3$)를 생성할 수 있다. 구체적으로 제2 합성부(32)는 도 5에 도시된 바와 같이 서로 상이한 채널의 변환 신호(u)를 합성하여 적어도 하나의 합성된 변환 신호($us1$ 내지 $us3$)를 생성하도록 할 수 있다. 이 경우 제2 합성부(32)에서 합성되는 서로 상이한 채널의 변환 신호(u)는 상호 관련되는 상이한 채널의 입력 신호(x)를 변환하여 획득된 것일 수도 있다.

- [0141] 제2 합성부(32)는 예를 들어 상이한 채널의 변환 신호(u)를 별도 처리 없이 모두 합하여 합성 신호(z)를 생성할 수도 있고, 또한 각각의 채널에 소정의 가중치를 부가한 후 가중치가 부가된 각 채널의 변환 신호($u1s$ 내지 $u4s$)를 합하여 합성 신호(z)를 생성하도록 할 수도 있다. 이 경우 이용되는 가중치는 변환 신호 가중치(β)일 수도 있다.
- [0142] 제1 합성부(31)는 제2 합성부(32)로부터 적어도 하나의 합성된 변환 신호($us1$ 내지 $us3$)를 전달받을 수 있다. 제1 합성부(31)는 전달된 적어도 하나의 합성된 변환 신호($us1$ 내지 $us3$)를 합성하여 합성 신호(z)를 생성하도록 한다. 구체적으로 제1 합성부(31)는 적어도 하나의 합성된 변환 신호($us1$ 내지 $us3$)를 도 4 또는 도 8의 우측에 도시된 것과 같이 합성하여, 합성 신호(z)를 생성하도록 할 수 있다.
- [0143] 이하 상술한 영상 처리 모듈(1)에 의해 수행될 수 있는 영상 처리 방법의 일 실시예에 대해 설명하도록 한다. 도 12는 영상 처리 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.
- [0144] 도 12에 도시된 바와 같이 영상 처리 방법의 일 실시예에 의하면, 먼저 복수 채널의 입력 신호가 입력될 수 있다.(s41) 이때 각각의 채널마다 복수의 입력 신호(x)가 입력될 수 있다. 따라서 채널의 숫자 및 각 채널로 입력되는 입력 신호의 입력 회수 사이의 곱만큼 복수의 입력 신호(x)가 입력될 수 있다.
- [0145] 각 채널마다 복수의 입력 신호(x)가 입력되면, 각 채널마다 입력된 복수의 입력 신호(x)를 합성하도록 한다. 다시 말해서 도 4에 도시된 바와 같이 동일한 채널로 입력되는 복수의 입력 신호($x11$ 내지 $x13$)를 합성한다.(s42) 그에 따라 복수 채널의 합성된 입력 신호($x1s$)이 출력될 수 있다. 여기서 합성된 입력 신호($x1s$)의 채널의 개수는 입력 신호의 채널의 개수와 동일할 수 있다.
- [0146] 합성된 입력 신호(일례로 $x1s$ 내지 $x4s$ 등)에 적용될 적어도 하나의 입력 신호 가중치(ω)를 연산한다.(s43) 입력 신호 가중치(ω)는 입력 신호(x)를 기초로 획득될 수도 있고, 합성된 입력 신호($x1s$ 내지 $x4s$)를 기초로 획득될 수도 있다. 또한 입력 신호(ω)나 합성된 입력 신호($x1s$ 내지 $x4s$)와 무관하게 결정될 수도 있다. 연산되는 입력 신호 가중치(ω)는 각각의 채널마다 상이할 수도 있고, 일부의 채널 사이에만 동일할 수도 있고, 또한 모든 채널에 대해 동일할 수도 있다.
- [0147] 일 실시예에 의하면 입력 신호 가중치(ω)는 변환 신호 가중치(β)를 먼저 연산한 후, 연산된 변환 신호 가중치(β)를 이용하여 연산될 수도 있다. 이 경우 입력 신호 가중치(ω)는 상술한 수학식 11을 이용하여 연산될 수도 있다. 도 13은 가중치 연산 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다. 도 13에 도시된 가중치 연산 방법에 따르면, 먼저 입력 신호(x)가 입력되면(s50), 입력 신호(x)에 대한 소정의 공분산(R_l)을 연산하고,(s51) 소정의 공분산(R_l)에 근사한 근사값, 일례로 테플리츠 행렬을 연산하도록 할 수 있다.(s52) 그리고 연산된 근사값의 역원, 일례로 테플리츠 행렬의 역행렬을 연산한다.(s53) 이어서 연산된 근사값의 역원, 일례로 테플리츠 행렬의 역행렬을 이용하여 입력 신호 가중치(ω) 또는 변환 신호 가중치(β)를 연산하도록 한다. 실시예에 따라서 연산된 근사값의 역원을 이용하여 변환 신호 가중치(β)를 먼저 연산하도록 할 수 있다. 이어서 연산된 변환 신호 가중치(β)와 변환 함수(V)를 이용하여 입력 신호 가중치(ω)를 연산하도록 할 수 있다.
- [0148] 이어서 도 12에 도시된 바와 같이 복수 채널의 합성된 입력 신호($x1s$ 내지 $x4s$)를 합성하여 적어도 하나의 합성 신호(z)를 획득하도록 한다.(s44) 예를 들어 도 5에 도시된 바와 같이 복수 채널의 합성된 입력 신호($x1s$ 내지 $x4s$)를 합성하도록 한다. 여기서 입력 신호 가중치(ω)를 이용하여 복수 채널의 합성된 입력 신호($x1s$ 내지 $x4s$)를 합성하여 합성 신호(z)를 생성할 수도 있다. 일 실시예에 의하면, 수학식 12에 도시된 바와 같이 입력 신호 가중치(ω)와 합성된 입력 신호($x1s$ 내지 $x4s$)를 가중합하여 합성 신호(z)를 연산하도록 할 수도 있다.
- [0149] 도 14 내지 도 16은 영상 처리 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.
- [0150] 도 14에 도시된 바와 같이 영상 처리 방법의 다른 일 실시예에 의하면, 먼저 복수 채널의 입력 신호(x)가 입력된다.(s71) 상술한 바와 마찬가지로 각각의 채널마다 복수의 입력 신호(x)가 입력될 수 있다.
- [0151] 각각의 채널의 입력 신호(x)의 합성에 이용될 적어도 하나의 입력 신호 가중치(ω)가 연산된다.(s72) 일 실시예에 의하면 입력 신호 가중치(ω)는 수학식 11에 따라 결정될 수 있다. 연산되는 입력 신호 가중치(ω)는 도 12를 통해 설명한 입력 신호 가중치(ω)와 동일할 수 있다.
- [0152] 복수 채널의 입력 신호(x)가 합성된다.(s73) 보다 구체적으로는 서로 다른 채널의 입력 신호 중 입력 시각 또는

입력 순서가 동일한 것과 같이 상호 관련이 있거나, 서로 상응하거나 또는 서로 대응될 수 있는 각각의 채널의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{41})들을 도 5에 도시된 것과 같이 합성하여 복수 채널의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{41})가 합성될 수 있도록 할 수 있다.

[0153] 이 경우 단계 s72에서 연산된 입력 신호 가중치(ω)를 각 채널의 입력 신호(x)에 적용하여 복수 채널의 입력 신호(x)를 합성할 수도 있다. 예를 들어 수학적 식 12에 도시된 바와 같이 입력 신호 가중치(ω)와 각 채널의 입력 신호(x)를 가중합하여 합성하도록 할 수도 있다.

[0154] 각 채널의 입력 신호(x)가 합성되면, 합성된 복수의 입력 신호(일례로 x_{s1} 등)를 합성하도록 한다.(s74) 구체적으로 도 4에 도시된 바와 같이 복수의 합성된 입력 신호(일례로 x_{11} 내지 x_{13} 등)를 합성하여 적어도 하나의 합성 신호(z)를 생성하도록 한다.

[0155] 도 15에 도시된 바와 같이 영상 처리 방법의 또 다른 일 실시예에 의하면, 먼저 복수 채널의 입력 신호(x)가 입력된다.(s81) 상술한 바와 마찬가지로 각각의 채널마다 복수의 입력 신호(x)가 입력될 수 있다.

[0156] 복수 채널의 입력 신호(x)의 변환 신호(u)를 획득한다.(s82) 이 경우 수학적 식 1에 기재된 바와 같이 소정의 변환 함수(V)를 입력 신호(x)에 적용하여 변환 신호(u)를 획득할 수 있다.

[0157] 한편 변환 신호(u)는 실시예에 따라서 복수 채널로 입력되는 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{44})를 모두 변환하여 획득된 것일 수도 있고, 복수 채널로 입력되는 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{44}) 중 일부를 변환하여 획득된 것일 수도 있다.

[0158] 또한 실시예에 따라서 변환 신호(u)는 복수 채널로 입력되는 복수의 입력 신호(x) 중 서로 상이한 채널의 상호 대응되는 복수 채널의 입력 신호(x_1 내지 x_4)를 합성하여 획득된 합성된 입력 신호(도 5의 x_{s1})를 변환한 것일 수도 있다. 또한 변환 신호(u)는 동일한 채널로 입력되는 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13})를 합성하여 획득된 복수 채널의 합성된 입력 신호(도 4의 x_{1s})를 변환하여 획득된 것일 수도 있다.

[0159] 변환 신호 가중치(β)가 연산된다.(s83) 변환 신호 가중치(β)는 입력 신호(x) 또는 변환 신호(u)를 이용하여 연산될 수 있다. 구체적으로 도 13에 도시된 바와 같이 변환 신호 가중치(β)를 연산하기 위해서 먼저 변환 신호(u)의 공분산(R_1)이 연산될 수 있다.(s51, 수학적 식 5 참조) 이어서 연산된 변환 신호(u)의 공분산(R_1)과 근사한 근사값, 일례로 공분산(R_1)과 근사한 테플리츠 행렬이 연산되고(s52, 수학적 식 8 참조) 연산된 근사값의 역원, 일례로 테플리츠 행렬의 역행렬이 연산될 수 있다.(s53) 그리고 연산된 근사값의 역원, 일례로 테플리츠 행렬의 역행렬을 이용하여 변환 신호 가중치(β)를 연산하도록 할 수 있다.(s54, 수학적 식 9 참조)

[0160] 이어서 도 15에 도시된 바와 같이 동일 채널의 복수의 변환 신호(u)를 합성하도록 한다. 이 경우 도 5에 도시된 바와 같이 복수의 변환 신호(u)가 합성될 수 있다. 그 결과 복수 채널의 합성된 변환 신호를 획득된다.(s84) 동일 채널의 복수의 변환 신호(u)는 변환 신호 가중치(β)의 연산 단계(s83)에 선행하여 수행될 수도 있고, 동시에 수행될 수도 있으며, 또한 후행하여 수행될 수도 있을 것이다. 만약 상술한 단계 s82에서 변환 신호(u)가 동일 채널의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13})를 합성하여 획득된 합성된 입력 신호(x_{1s})를 변환한 신호인 경우, 본 단계(s84)는 생략될 수도 있다.

[0161] 복수 채널의 합성된 변환 신호를 도 4에 도시된 바와 같이 합성한다.(s85) 이 경우 각각의 채널마다 단계 s83에서 연산된 변환 신호 가중치(β)를 적용하여 복수 채널의 합성된 변환 신호를 합성하도록 할 수도 있다.

[0162] 도 16에 도시된 바와 같이 영상 처리 방법의 또 다른 일 실시예에 의하면, 먼저 복수 채널의 입력 신호(x)가 입력될 수 있고, 각각의 채널마다 복수의 입력 신호(x)가 입력될 수 있다.(s91)

[0163] 복수 채널의 입력 신호(x)의 변환 신호(u)를 획득한다.(s92) 이 경우 소정의 변환 함수(V)를 이용하여 입력 신호(x)에 대응되는 변환 신호(u)를 획득할 수 있다.

[0164] 한편 변환 신호(u)는, 실시예에 따라서 복수 채널로 입력되는 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{44})를 변환하여 획득된 것일 수도 있고, 서로 상이한 채널의 상호 대응되는 복수 채널의 입력 신호(x_1 내지 x_4)를 합성하여 획득된 합성된 입력 신호(도 5의 x_{s1})를 변환한 것일 수도 있으며, 또한 동일한 채널로 입력되는 복수의 입력 신호(x_{11} 내지 x_{13})를 합성하여 획득된 복수 채널의 합성된 입력 신호(x_{1s})를 변환하여 획득된 것일 수도 있다.

- [0165] 이어서 변환 신호 가중치(β)가 연산된다.(s93) 변환 신호 가중치(β)는 입력 신호(x) 또는 변환 신호(u)를 이용하여 연산될 수 있다. 이를 위해 도 13에 도시된 가중치 연산 방법이 이용될 수 있으며, 구체적으로 상술한 수학식 5, 수학식 6, 수학식 8 및 수학식 9가 이용될 수도 있다.
- [0166] 복수 채널의 변환 신호(u)를 합성한다.(s94) 이 경우 도 4에 도시된 바와 같이 복수 채널의 변환 신호(u)를 합성하도록 할 수 있다. 실시예에 따라서 각각의 채널마다 단계 s93에서 연산된 변환 신호 가중치(β)를 적용하여 복수 채널의 변환 신호를 합성하여 복수의 합성된 변환 신호를 생성하도록 할 수도 있다.
- [0167] 복수의 합성된 변환 신호를 합성하도록 한다.(s95) 구체적으로 도 5에 도시된 바와 같이 복수의 합성된 변환 신호를 합성할 수 있다. 그 결과 합성 신호(z)가 생성된다.
- [0168] 이상 설명한 영상 처리 모듈(1)과 영상 처리 방법은, 예를 들어 초음파 영상 장치, 음파 탐지 장치(sonar) 또는 레이더(Rader) 등에서 이용될 수도 있고, 또한 음향 신호 처리 분야의 어레이 마이크론(array microphone)이나 어레이 스피커(array speaker) 등에서도 이용될 수 있다. 또한 어레이 안테나(array antenna)에서도 이용될 수 있을 것이다.
- [0169] 이하 도 17 내지 도 24를 참조하여 상술한 바와 같이 영상 처리 모듈(1)이 적용된 일례로서 초음파 영상 장치의 일 실시예에 대해 설명하고, 아울러 이와 같은 초음파 영상 장치를 제어하는 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0170] 도 17은 초음파 영상 장치의 일 실시예에 대한 사시도이고, 도 18은 초음파 영상 장치의 일 실시예에 대한 구성도이다.
- [0171] 초음파 영상 장치는, 피사체 내부의 목표 부위로부터 전달되는 초음파를 수집한 후, 수집된 초음파의 정보를 기초로 초음파 영상을 생성한다. 이를 위해서 초음파 영상 장치는, 도 17 및 도 18에 도시된 바와 같이 피사체(ob)로부터 초음파를 수신하여 전기적 신호, 즉 초음파 신호로 변환하는 초음파 탐침부(p)와, 초음파 신호를 기초로 초음파 영상을 생성하는 본체부(m)를 포함하고 있을 수 있다.
- [0172] 초음파 탐침부(p)는 초음파를 이용하여 피사체(ob)의 목표 부위(ob1)에 대한 정보를 수집하는데, 초음파 탐침부(p)는 예를 들어 도 8에 도시된 바와 같이 초음파 프로브(ultrasonic probe)일 수 있다.
- [0173] 구체적으로 도 17 및 도 18에 도시된 바를 참조하면 초음파 탐침부(p)는 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)를 포함하고 있을 수 있다.
- [0174] 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)는 일 실시예에 의하면 소정 주파수의 초음파를 발생시켜 피사체(ob) 내부의 목표 부위(ob1)에 조사할 수 있다. 구체적으로 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)는 본체부(m) 등에 마련된 초음파 발생 제어부(210)의 제어에 따라서 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)에 인가되는 펄스 신호 또는 교류 전류를 따라서 초음파를 생성할 수 있다. 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)에서 발생된 초음파는 피사체 내부의 목표 부위 방향으로 조사될 수 있다. 이 경우 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)는 피사체 내부의 특정 목표 부위에서 조사된 초음파가 집중하도록 포커싱할 수도 있다.
- [0175] 또한 초음파 탐침부(p)의 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)는 외부에서 발생된 초음파를 수신할 수 있다. 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)는, 수신한 초음파의 주파수에 따라 진동하여 수신한 초음파의 주파수에 상응하는 교류 전류를 출력하도록 할 수 있다. 다시 말해서 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)는 수신한 초음파를 소정의 전기적 신호(x, 이하 초음파 신호)로 변환시킬 수 있다. 이때 출력되는 초음파 신호(x)는 아날로그 신호일 수 있다. 상술한 바와 같이 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)가 초음파를 피사체(ob)의 목표 부위로 조사한 경우, 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)는 피사체(ob)의 목표 부위에서 반사된 초음파, 즉 에코 초음파를 수신하도록 할 수도 있다.
- [0176] 일 실시예에 의하면 초음파 탐침부(p)의 모든 초음파 소자(p1 내지 p5)가 피사체(ob)의 목표 부위로 조사하고, 목표 부위에서 반사된 에코 초음파를 수신하도록 할 수 있다. 또한 다른 일 실시예에 의하면 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5) 중 일부의 초음파 소자는 피사체(ob)의 목표 부위로 초음파를 조사하도록 하고, 다른 일부의 초음파 소자는 목표 부위에서 반사된 초음파를 수신하도록 하는 것도 가능하다.

- [0177] 도 19는 초음파 탐침부의 일 실시예에 대한 평면도이다. 도 17 및 도 19에 도시된 바에 의하면 초음파 탐침부(p)의 일 말단에 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5)가 설치되어 있을 수 있다. 예를 들어 초음파 탐침부(p)의 말단에 64개 또는 128개의 초음파 소자(p1 내지 p5)가 설치되어 있을 수 있다. 초음파 탐침부(p)의 일 말단에 설치된 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5)는 수신한 초음파를 초음파 신호(x)로 변환하여 출력하도록 한다. 그 결과 도 19에 도시된 바와 같이 초음파 소자(p1 내지 p5)의 개수에 상응하는 복수의 채널, 일례로 64개 또는 128개(x1 내지 x10)의 채널의 초음파 신호가 본체부(m)로 전달될 수 있다.
- [0178] 한편 일 실시예에 의하면 적어도 하나의 초음파 소자(p1 내지 p5)는 초음파 탐침부(p) 말단에 배치된 초음파 트랜스듀서(p10)일 수 있다.
- [0179] 트랜스듀서(transducer)란 소정 형태의 에너지, 일례로 파동 에너지나 빛 에너지를 상이한 형태의 에너지, 일례로 파동 에너지나 빛 에너지 등으로 변환하는 장치를 말한다. 초음파 트랜스듀서(p10)는 파동 에너지와 전기적 에너지를 상호 변환시킨다. 구체적으로 초음파 트랜스듀서(p10)는 입력되는 소정의 펄스 전류에 따라 진동하여 초음파를 생성하도록 하고, 또한 외부에서 수신되는 초음파, 예를 들어 에코 초음파에 따라 진동하여 소정 펄스의 전기적 신호를 생성하도록 한다. 이에 따라서 초음파 트랜스듀서(p10)는 상술한 초음파 발생부(p11) 및 초음파 수신부(p12)의 기능을 모두 수행할 수 있게 된다.
- [0180] 구체적으로 초음파 트랜스듀서(p10)는, 외부의 전원 공급 장치나 또는 내부의 축전 장치, 예를 들어 배터리 등과 같은 전원(211)으로부터 교류 전류를 공급받고, 인가되는 전원에 따라서 초음파 트랜스듀서(p10)의 압전 진동자나 박막 등이 진동함으로써 초음파를 생성한다. 반대로 초음파 트랜스듀서(p10)는 초음파의 수신에 따라 압전 물질이나 박막이 진동하게 되면 압전 물질이나 박막의 진동 주파수에 대응하는 주파수의 교류 전류를 생성하여 초음파를 전기적 신호, 즉 초음파 신호(x)로 변환한다.
- [0181] 초음파 트랜스듀서(p10)로는 자성체의 자왜 효과를 이용하는 자왜 초음파 트랜스듀서(Magnetostrictive Ultrasonic Transducer), 압전 물질의 압전 효과를 이용한 압전 초음파 트랜스듀서(Piezoelectric Ultrasonic Transducer) 또는 미세 가공된 수백 또는 수천 개의 박막의 진동을 이용하여 초음파를 송수신하는 정전용량 미세가공 초음파 트랜스듀서(cMUT, Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer) 등이 이용될 수 있다. 이외에 전기적 신호에 따라 초음파를 생성하거나 또는 초음파에 따라 전기적 신호를 생성할 수 있는 다른 종류의 트랜스듀서 역시 이상 설명한 초음파 트랜스듀서로 이용될 수 있다.
- [0182] 도 20은 초음파 탐침부의 초음파 소자의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0183] 일 실시예에 의하면 초음파 조사 시에 모든 초음파 소자(p1 내지 p5)가 동시에 피사체(ob)로 초음파를 조사하지 않을 수도 있다. 예를 들어 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5)는 서로 상이한 시간에 피사체(ob) 내부의 동일한 또는 상이한 목표 부위로 초음파를 조사하도록 할 수 있다. 또한 각각의 초음파 소자 집단이 서로 상이한 시간에 피사체(ob) 내부의 동일한 또는 상이한 목표 부위로 초음파를 조사하도록 할 수도 있다. 이 경우 초음파 소자 집단은 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5) 중 일부의 초음파 소자로 이루어진 집단을 의미한다.
- [0184] 다시 말해서 소정의 초음파 조사 타이밍에 소정의 단일 초음파 소자, 일례로 제1 초음파 소자(p1)만이 목표 부위로 초음파를 조사하거나, 소정의 초음파 소자 집단, 일례로 제1 초음파 소자(p1) 및 제2 초음파 소자(p2)만이 목표 부위로 초음파를 조사하도록 할 수도 있다.
- [0185] 이 경우 실시예에 따라서 각각의 단일 초음파 소자(p1 내지 p5)나 소정의 초음파 소자 집단은 소정의 순서에 따라서 순차적으로 동일하거나 또는 상이한 목표 부위로 초음파를 조사하도록 할 수 있다. 예를 들어 특정 가장 자리에 근접하여 배치된 초음파 소자부터 다른 가장 자리에 근접하여 배치된 초음파 소자까지 순차적으로 초음파를 발생시켜 피사체(ob) 내의 동일하거나 또는 상이한 목표 부위로 초음파를 조사하도록 할 수도 있다.
- [0186] 단일 또는 일부의 초음파 소자에 의해 조사된 초음파가 목표 부위에서 반사되면, 목표 부위에서 반사된 에코 초음파는 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5)가 수신하도록 할 수 있다. 이 경우 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5) 전부가 목표 부위에서 반사된 에코 초음파를 수신하도록 할 수도 있다.
- [0187] 결과적으로 초음파 탐침부(p)는 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5) 중 개별 초음파 소자 또는 일부의 초음파 소자가 서로 상이한 시간에 피사체(ob)로 초음파를 조사하도록 하여, 복수 회수로 피사체(ob)에 초음파를 조사하도록 할 수 있게 된다.
- [0188] 이하 각각의 단일 초음파 소자가 상이한 시기에 초음파를 발생시키고, 복수의 초음파 소자가 초음파를 수신하는 과정에 대해 보다 상세히 설명하도록 한다.

- [0189] 도 20에 도시된 바를 참조하면 예를 들어 먼저 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5) 중 제1 초음파 소자(p1)만이 동작하여 피사체(ob)로 초음파를 조사하도록 할 수 있다. (도 20의 (a)) 이 경우 제1 초음파 소자(p1)로만 펄스 신호를 인가시키고 다른 초음파 소자(p2 내지 p5)에는 펄스 신호를 인가시키지 않음으로써 제1 초음파 소자(p1)만이 초음파를 발생시키도록 할 수 있다.
- [0190] 제1 초음파 소자(p1)에서 조사된 초음파는 피사체(ob)에서 반사된다.
- [0191] 피사체(ob)에 반사된 에코 초음파는 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5)로 전달된다. 일 실시예에 의하면 도 20에 도시된 바와 같이 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5) 전부가 피사체(ob)에서 반사된 에코 초음파를 수신하고, 수신한 에코 초음파를 초음파 신호로 변환할 수 있다. 다른 일 실시예에 의하면 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5) 중 일부의 초음파 소자, 일례로 홀수번째 초음파 소자 또는 짝수번째 초음파 소자만이 피사체(ob)에서 반사된 에코 초음파를 변환하여 초음파 신호를 생성하도록 할 수도 있다. 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5)에 의해 생성된 초음파 신호는 초음파 탐지부(p) 내의 소정의 저장 공간(미도시)에 저장될 수도 있고, 본체부(m)로 전달된 후 저장될 수도 있다. 본체부(m)는 생성된 초음파 신호를 기초로 초음파 영상, 일례로 제1 영상을 생성할 수 있다.
- [0192] 이어서 제2 초음파 소자(p2)가 동작하여 피사체(ob)로 초음파를 조사하도록 할 수 있다. (도 20의 (b)) 마찬가지로 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5)의 전부 또는 일부는 피사체(ob)에 반사된 에코 초음파를 수신하여 초음파 신호로 변환할 수 있다. 이와 같이 변환된 초음파 신호는 제2 영상의 생성에 이용될 수 있다. 상술한 바와 마찬가지로 제2 초음파 소자(p2)의 동작에 따라 수집된 초음파 신호는 본체부(m)의 빔 포밍부(100)로 전달될 수 있다.
- [0193] 순차적으로 제3 초음파 소자 내지 제5 초음파 소자(p3 내지 p5)가 동작하여 피사체(ob)로 초음파를 조사하도록 할 수 있다. (도 20의 (c) 내지 (e)) 동일하게 복수의 초음파 소자(p1 내지 p5)의 전부 또는 일부는 피사체(ob)에 반사된 에코 초음파를 수신하여 초음파 신호로 변환하도록 할 수 있다. 이와 같이 변환된 초음파 신호를 이용하여 소정의 초음파 영상, 일례로 제3 영상 내지 제5 영상을 생성할 수 있다. 마찬가지로 제3 초음파 소자 내지 제5 초음파 소자(p3 내지 p5)의 초음파 조사에 따라 획득된 초음파 신호는 본체부(m)의 빔 포밍부(100)로 전달될 수 있다.
- [0194] 이에 따라 복수 회수로 조사되어 피사체(ob)로부터 복수 회수로 반사되는 초음파를 수신하여 복수 채널의 초음파 신호가 복수 회수로 본체부(m)로 전달될 수 있게 된다. 다시 말하면 각 채널마다 복수의 초음파 신호를 본체부(m)로 전달할 수 있다. 이때 각 채널을 통해 본체부(m)로 전달되는 초음파 신호의 개수는, 초음파 탐침부(p)의 개별 초음파 소자(p1 내지 p5)가 피사체(ob)에 초음파를 조사한 조사 회수와 동일할 수 있다.
- [0195] 각각의 개별 초음파 소자(p1 내지 p5) 또는 개별 초음파 소자 집단이 초음파를 발생시키는 경우에 있어서, 각각의 개별 초음파 소자(p1 내지 p5) 또는 개별 초음파 소자 집단에 의한 송신 초점(Tx focal point)은 모두 동일할 수도 있고, 모두 상이할 수도 있으며, 일부는 동일하고 일부는 상이할 수도 있다.
- [0196] 또한 이 경우 초음파 탐침부(p)에 의해 생성되는 초음파의 송신 빔은 다양한 형태로 만들어질 수 있다. 예를 들어 상술한 바와 같이 초음파 소자(p1 내지 p5)가 순차적으로 초음파를 송신하여 피사체(ob) 내부에 넓게 확산되도록 하는 방법도 있고, 복수의 초음파 소자 집단이 순차적으로 송신 빔을 생성하도록 하되, 복수의 초음파 소자를 포함하는 초음파 소자 집단이 순차적으로 동작하여 확산되는 형태의 초음파 송신 빔을 생성하도록 하는 방법도 있다. 또한 복수의 초음파 소자 집단이 순차적으로 송신 빔을 생성하도록 하되, 초음파 소자 집단의 복수의 초음파 소자가 특정 초점을 향해 집중되도록 하고, 집중 후 확산되는 형태의 송신 빔을 생성하도록 하는 방법도 가능하다. 또한 초음파 소자 집단의 복수의 초음파 소자가 평면파를 생성하도록 하는 방법도 있다.
- [0197] 도 18에 도시된 바에 의하면 본체부(m)는, 일 실시예에 있어서 빔포밍부(100), 시스템 제어부(200), 초음파 발생 제어부(210), 영상 처리부(300), 저장부(310), 입력부(i) 및 디스플레이부(d)를 포함할 수 있다.
- [0198] 빔 포밍부(100)는 초음파 탐침부(p)로부터 복수 채널의 초음파 신호를 전달받고, 초음파 신호(x)를 빔 포밍한다.
- [0199] 도 21은 빔 포밍부의 일 실시예를 도시한 도면이다.
- [0200] 도 21에 도시된 바와 같이 빔 포밍부(100)는 제1 시차보정부(110), 제2 시차보정부(120) 및 집속부(130)를 포함

하고 있을 수 있다.

- [0201] 도 18에 도시된 바와 같이 피사체(ob)의 목표 부위(ob1)에서 반사되거나 또는 생성된 초음파는 상술한 바와 같이 초음파 소자(p1 내지 p5)에 의해 수신된다.
- [0202] 초음파 탐침부(p)에 설치된 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5)와 목표 부위 사이의 거리는 서로 상이한데 반해 음속은 거의 일정하기 때문에, 도 20에 도시된 바와 같이 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5)가 서로 상이한 시간에 초음파를 발생시켜 초음파 신호를 수집하는 경우, 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5)에서 발생된 초음파가 피사체(ob)의 목표 부위에 도달하는 시간은 서로 상이할 수 있다. 또한 마찬가지로 동일한 목표 부위에서 반사된 초음파라고 하더라도 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5)와 목표 부위 사이의 거리 차 때문에 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5)가 동일 목표 부위에서 반사된 초음파를 수신하는 시간 역시 서로 상이할 수 있다.
- [0203] 다시 말해서 개별 초음파 소자(p1 내지 p5)는 서로 상이한 시간에 동일한 시점에 조사되어 동일한 목표 부위에서 반사된 에코 초음파를 수신하게 된다. 그 결과 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5)가 출력하는 각각의 초음파 신호 사이에는 소정의 시간차가 존재한다. 따라서 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5)가 서로 다른 시간에 수신한 초음파라고 하더라도 동일한 목표 부위에서 동일한 시간에 반사된 초음파일 수 있으므로 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5)에 의해 발생된 초음파 신호 사이의 시간차가 먼저 보정될 필요가 있다.
- [0204] 빔 포밍부(100)의 제1 시차보정부(110) 및 제2 시차보정부(120)는 이와 같은 초음파 신호 간의 시간 차를 보정한다. 예를 들어 제1 시차보정부(110) 및 제2 시차보정부(120)는 도 21에 도시된 바와 같이 특정 채널로 입력되는 초음파 신호(x)의 전송을 미리 정해진 바에 따라 일정 정도 지연시켜 각 채널로 입력되는 초음파 신호(x1 내지 x5)의 시차를 보정하도록 할 수 있다. 그 결과 각 채널로 입력되는 초음파 신호(x1 내지 x5)가 동일한 시간에 집속부(130)에 도달하게 될 수 있다.
- [0205] 여기서 제1 시차 보정부(110)는 각 개별 초음파 소자(p1 내지 p5)에서 발생된 초음파가 목표 부위에 도달하는 시간을 반영하여 초음파 조사 시에 발생한 시간차를 보정하도록 한다. 즉, 제1 시차 보정부(110)는 개별 초음파 소자(p1 내지 p5)에 의해 발생된 음장(sound field)이 원하는 초점에 도달하는 시간을 고려한 포커싱(focusing)을 위한 포커싱 지연(focusing delay)을 수행한다.
- [0206] 제2 시차보정부(120)는 목표 부위에서 반사된 에코 초음파가 각 개별 초음파 소자(p1 내지 p5)에 도달하는 시간을 고려하여 초음파 수신 시에 발생한 시간차를 보정하도록 한다.
- [0207] 실시예에 따라서 도 21에 도시된 바와 같이 먼저 제1 시차보정부(110)가 초음파 조사 시의 시차를 보정하고, 이어서 제2 시차 보정부(120)가 제1 시차 보정부(110)에서 보정된 초음파 신호를 지연시켜 초음파 수신 시의 시차를 보정하도록 할 수 있다. 또한 다른 실시예에 의하면 먼저 제2 시차보정부(120)가 초음파 수신 시의 시차를 보정하고, 이어서 제1 시차 보정부(110)가 초음파 조사 시의 시차를 보정하도록 할 수도 있다.
- [0208] 집속부(130)는 시간차가 보정된 초음파 신호(x')를 집속하도록 한다.
- [0209] 집속부(130)는 복수 채널의 초음파 신호(x1 내지 x5)를 조합하여, 빔 포밍된 초음파 신호를 출력함으로써, 에코 초음파를 기초로 한 적어도 하나의 초음파 영상을 생성하도록 한다.
- [0210] 실시예에 따라서 집속부(130)는 입력된 각 초음파 신호마다 소정의 가중치, 즉 빔 포밍 계수를 부가하여 특정 채널의 신호를 강조하거나 특정 채널의 신호를 상대적으로 감쇠시켜 초음파 신호를 집속하도록 한다. 이에 따라 사용자의 요구 사항이나 사용자의 편의에 따른 초음파 영상을 생성할 수 있게 된다. 이 경우 집속부(130)는 초음파 수신부(p12)에 의해 출력되는 초음파 신호와 무관하게 정해진 빔 포밍 계수를 이용하여 초음파 신호를 집속하도록 할 수 있다.(데이터 독립형 빔 포밍 방식) 또한 입력되는 초음파 신호를 기초로 최적의 빔 포밍 계수를 연산한 후 연산된 빔 포밍 계수를 이용하여 초음파 신호를 집속하도록 할 수도 있다.(적응형 빔 포밍 방식)
- [0211] 이하 도 22 및 도 23을 참조하여 빔 포밍부(100)의 집속부(130)의 일 실시예에 대해 설명하도록 한다.
- [0212] 도 22는 빔 포밍부의 일 실시예를 도시한 구성도이다. 도 22에 도시된 바와 같이 집속부(130)는 변환부(131), 합성부(132) 및 가중치 연산부(133)를 포함하고 있을 수 있다.
- [0213] 변환부(131)는, 제1 시차보정부(110) 및 제2 시차보정부(120)에 의해 시간차가 보정된 복수 채널의 복수의 초음파 신호(x')를 입력받고, 입력된 복수의 초음파 신호(x')를 변환하여 변환 초음파 신호(u)를 생성한다. 일 실시예에 의하면 변환부(131)는 도 22에 도시된 바와 같이 생성된 변환 초음파 신호(u)를 가중치 연산부(133)로 전달할 수 있다.

- [0214] 변환부(131)는 소정의 변환 함수(V)를 이용하여 변환 초음파 신호(u)를 생성하도록 할 수 있다. 이 경우 변환부(121)는 상술한 수학식 1을 이용하여 변환 초음파 신호(u)를 연산할 수 있다.
- [0215] 변환부(131)는 소정의 변환 함수(V)를 변환 함수 데이터베이스(134)로부터 호출한 후, 호출된 변환 함수(V)를 이용하여 변환 초음파 신호(u)를 생성하도록 할 수도 있다. 이 경우 변환부(131)는 변환 함수 데이터베이스(134)로부터 적절한 변환 함수(V)를 선택한 후, 선택된 변환 함수(V)를 기초로 초음파 신호(x')에 대한 변환 초음파 신호(u)를 생성하도록 할 수도 있다.
- [0216] 일 실시예에 있어서 변환 함수 데이터베이스(134)는 적어도 하나의 변환 함수(V)를 저장하고 있을 수 있다. 이 경우 변환 함수 데이터베이스(134)에 저장된 적어도 하나의 변환 함수(V)는 경험적으로 또는 이론적으로 얻을 수 있는 다양한 형태의 초음파 신호(x)를 기초로 미리 계산된 것일 수 있다. 예를 들어 변환 함수 데이터베이스(134)에 저장된 적어도 하나의 변환 함수(V)는 사전에 별도의 시편 등에 대한 초음파 조사를 통해 획득된 여러 초음파 신호(x)를 이용하여 연산된 것일 수 있다.
- [0217] 또한 변환 함수 데이터베이스(130)에 포함된 변환 함수(V)들은 미리 연산된 소정의 빔 포밍 계수를 기초로 획득된 하나의 기저 벡터 또는 복수의 기저 벡터의 조합으로 형성된 것일 수 있다. 미리 연산된 빔 포밍 계수는 경험적으로 또는 이론적으로 얻을 수 있는 다양한 형태의 초음파 신호(x)를 이용하여 연산된 것일 수 있다. 이 경우 빔 포밍 계수는 복수의 채널의 초음파 신호에 대해 최소 분산법을 적용하여 얻은 최적의 빔 포밍 계수일 수 있다. 빔 포밍 계수를 기초로 획득한 기저 벡터들은 빔 포밍 계수에 대해 주 성분 분석을 수행하여 획득될 수 있다. 한편 변환 함수(V)를 형성하는 복수의 기저 벡터는 서로 직교하는 직교 벡터일 수 있으며, 더욱 구체적으로는 고유 벡터이거나 푸리에 기저 벡터일 수 있다.
- [0218] 다른 일 실시예에 의하면 변환 함수 데이터베이스(134)는 변환 함수(V)를 형성하기 위한 적어도 하나의 기저 벡터를 저장하고 있을 수도 있다. 이 경우 변환부(131)는 변환 함수 데이터베이스(134)로부터 적어도 하나의 기저 벡터를 호출한 후, 호출된 적어도 하나의 기저 벡터를 이용하여 초음파 신호에 적절한 변환 함수(V)를 생성하도록 할 수도 있다.
- [0219] 가중치 연산부(133)는, 일 실시예에 의하면 도 22에 도시된 바와 같이 변환 초음파 신호(u)를 변환부(131)로부터 전달받고, 전달받은 변환 초음파 신호(u)를 기초로 합성부(132)에서 이용될 적어도 하나의 가중치를 연산한다. 도면상 도시되지는 않았으나 가중치 연산부(133)는 제2 시차보정부(120)로부터 직접 시차가 보정된 초음파 신호(x')를 전달받고 전달받은 초음파 신호(x')를 기초로 적어도 하나의 가중치를 연산할 수도 있다.
- [0220] 일 실시예에 의하면 가중치 연산부(133)에서 연산되는 가중치는, 제1 시차보정부(110) 및 제2 시차보정부(120)로부터 전달된 초음파 신호(x')에 적용되는 초음파 신호 가중치(ω)일 수 있다.
- [0221] 가중치 연산부(133)는 변환부(131)로부터 전달되는 변환 신호(u)에 대한 공분산을 연산하도록 할 수 있다. 이 경우 상술한 수학식 5가 이용될 수 있다. 실시예에 따라서 가중치 연산부(133)는 제2 시차보정부(120)로부터 시차가 보정된 초음파 신호(x)를 직접 전달받은 후, 변환 함수 데이터베이스(130)에서 독출한 소정의 변환 함수(V)를 이용하여 공분산(R_1)을 연산하도록 할 수도 있다. 이 경우 상술한 수학식 6이 이용될 수 있을 것이다.
- [0222] 이어서 가중치 연산부(133)는 연산된 공분산(R_1)을 기초로 공분산(R_1)에 근사한 근사치를 연산한다. 이 경우 공분산(R_1)에 근사한 근사치는 근사 행렬 형태로 표현될 수 있으며, 또한 근사 행렬은 테플리츠 행렬일 수도 있다. 보다 구체적으로는 가중치 연산부(133)는 상술한 수학식 8에 따라서 소정의 행렬 형태로 표현된 공분산(R_1)을 기초로 테플리츠 행렬 형태의 근사 행렬을 생성하도록 할 수 있다. 기설명한 바와 같이 테플리츠 행렬은 역행렬의 연산이 간단하므로, 적은 리소스를 소모하면서도 신속하게 역행렬을 연산할 수 있다.
- [0223] 가중치 연산부(133)는 근사치, 일례로 테플리츠 행렬의 역행렬을 연산한 후, 연산된 역행렬을 이용하여 변환 초음파 신호 가중치(β)를 연산한다. 이 경우 상술한 수학식 9가 이용될 수 있다. 변환 초음파 신호 가중치(β)는 합성부(132)가 변환 신호(u)를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성하는 경우에, 빔 포밍 계수로 이용될 수 있다.
- [0224] 이어서 가중치 연산부(133)는 변환 초음파 신호 가중치(β)를 기초로 초음파 신호 가중치(ω)를 연산하도록 할 수 있다. 이 경우 가중치 연산부(133)는 상술한 수학식 11에 따라 초음파 신호 가중치(ω)를 연산할 수도 있다. 다시 말해서 가중치 연산부(133)는 변환 초음파 신호 가중치(β)와 변환 함수(V)를 가중합하여 초음파 신호 가중치(ω)를 연산 및 획득할 수 있다. 가중치 연산부(133)는 변환 함수 데이터베이스(130)로부터 소정의 변환 함

수(V)를 읽어들이고 후 읽어들이는 변환 함수(V)를 초음파 신호 가중치(ω)에 적용할 수도 있다. 한편 이 경우 초음파 신호 가중치(ω) 연산에 이용되는 변환 함수(V)는 변환부(131)에서 변환 초음파 신호(u)를 연산하기 위해 사용한 변환 함수(V)와 동일한 변환 함수(V)일 수도 있고, 상이한 변환 함수(V)일 수도 있다. 가중치 연산부(133)에서 연산 및 획득된 초음파 신호 가중치(ω)는 합성부(132)가 시차 보정된 초음파 신호(x')를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성하는 경우에 빔 포밍 계수로 이용될 수 있다.

[0225] 가중치 연산부(133)에서 연산된 가중치, 일례로 초음파 신호 가중치(ω)는 합성부(132)로 전달될 수 있다.

[0226] 합성부(132)는 시차가 보정된 초음파 신호(x')를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성할 수 있다. 구체적으로 합성부(132)는 도 7 및 도 9에 도시된 바와 같이 초음파 신호를 합성하도록 할 수 있다.

[0227] 예를 들어 도 7에 도시된 바와 같이 각 채널의 복수의 초음파 신호를 먼저 합성하여 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 먼저 생성하도록 할 수 있다. 이어서 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성하도록 할 수도 있다. 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 합성하는 경우 합성부(132)는 소정의 가중치를 이용하여 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 합성할 수도 있다. 구체적으로 합성부(132)는 복수 채널의 합성된 초음파 신호와 소정의 가중치를 가중합하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성할 수도 있다. 이 경우 이용되는 가중치는 가중치 연산부(133)로부터 전달되는 초음파 신호 가중치(ω)일 수 있다. 이 경우 수학식 12가 연산에 이용될 수도 있다.

[0228] 한편 합성부(132)는 도 9에 도시된 바와 같이 복수 채널의 초음파 신호를 먼저 합성하여 복수의 합성된 초음파 신호를 생성하도록 할 수 있다. 합성부(132)는 복수 채널의 초음파 신호를 합성하기 위해 적어도 하나의 가중치, 일례로 초음파 신호 가중치(ω)를 이용할 수도 있다. 복수의 합성된 초음파 신호 각각은 도 20에 도시된 바와 같이 복수의 초음파 영상, 일례로 제1 영상 내지 제5 영상에 대응될 수 있다. 이어서 합성부(132)는 복수의 합성된 초음파 신호를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성하도록 할 수 있다.

[0229] 합성부(132)에서 출력되는 빔 포밍된 초음파 신호(z)는 도 18 및 도 22에 도시된 바와 같이 영상 처리부(220)로 전달될 수 있다.

[0230] 도 23은 빔 포밍부의 다른 실시예를 도시한 구성도이다. 도 22에 도시된 것과 마찬가지로 집속부(130)는 도 23에 도시된 바와 같이 변환부(131), 합성부(132) 및 가중치 연산부(133)를 포함하고 있을 수 있다.

[0231] 변환부(131)는, 상술한 바와 동일하게 복수의 초음파 신호(x')를 변환하여 변환 초음파 신호(u)를 생성한다. 구체적으로 변환부(131)는 소정의 변환 함수(V)를 이용하여 변환 초음파 신호(u)를 생성하도록 할 수 있다. 또한 변환부(131)는 소정의 변환 함수(V)를 변환 함수 데이터베이스(134)로부터 호출하거나 또는 적어도 하나의 기저 벡터를 호출한 후 호출된 기저 벡터를 기초로 변환 함수(V)를 생성한 후, 호출되거나 생성된 변환 함수(V)를 이용하여 변환 초음파 신호(u)를 생성하도록 할 수도 있다. 한편 도 23에 도시된 바와 같이 변환부(131)는, 생성된 변환 초음파 신호(u)를 가중치 연산부(133) 및 합성부(132) 양자 모두에 전달한다.

[0232] 가중치 연산부(133)는, 일 실시예에 의하면 도 23에 도시된 바와 같이 변환 초음파 신호(u)를 변환부(131)로부터 전달받고, 전달받은 변환 초음파 신호(u)를 기초로 합성부(132)에서 이용될 적어도 하나의 가중치를 연산한다. 물론 가중치 연산부(133)는 제2 시차보정부(120)로부터 직접 시차가 보정된 초음파 신호(x')를 전달받고 전달받은 초음파 신호(x')를 기초로 적어도 하나의 가중치를 연산할 수도 있다.

[0233] 일 실시예에 의하면 가중치 연산부(133)는, 변환부(131)에서 변환된 변환 초음파 신호(u)의 합성에 이용되는 변환 초음파 신호 가중치(β)를 연산할 수 있다.

[0234] 구체적으로 가중치 연산부(133)는 상술한 바와 같이 수학식 5 또는 수학식 6을 이용하여 변환 신호(u)에 대한 공분산을 연산하고, 연산된 공분산(R_1)을 기초로 공분산(R_1)에 근사한 근사치를 연산한 후, 근사치의 역행렬을 연산하도록 한다. 이 경우 공분산(R_1)에 근사한 근사치는 테플리츠 행렬일 수도 있다. 이 경우 수학식 8에 따라서 테플리츠 행렬이 연산될 수도 있다. 그리고 연산된 역행렬을 이용하여 변환 초음파 신호 가중치(β)를 연산한다. 이 경우 상술한 수학식 9가 이용될 수 있다. 변환 초음파 신호 가중치(β)는 합성부(132)가 변환 신호(u)를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성하는 경우에, 빔 포밍 계수로 이용될 수 있다.

[0235] 가중치 연산부(133)에서 연산된 변환 초음파 신호 가중치(β)는 합성부(132)가 변환 초음파 신호(u)를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성하는 경우에 빔 포밍 계수로 이용될 수 있다.

[0236] 가중치 연산부(133)에서 연산된 가중치, 일례로 변환 초음파 신호 가중치(β)는 합성부(132)로 전달될 수 있다.

[0237] 합성부(132)는 변환 초음파 신호(u)를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성할 수 있다. 상술한 바와 동일하게 합성부(132)는 도 7 및 도 9에 도시된 바와 같이 변환 초음파 신호(u)를 합성하도록 할 수 있다.

[0238] 예를 들어 도 7에 도시된 바와 같이 각 채널의 복수의 변환 초음파 신호(u)를 합성하여 복수 채널의 합성된 변환 초음파 신호를 먼저 생성하고, 복수 채널의 합성된 변환 초음파 신호를 합성하여 최종적으로 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성하도록 할 수도 있다. 복수 채널의 합성된 변환 초음파 신호를 합성하는 경우 합성부(132)는 소정의 가중치, 일례로 변환 초음파 신호 가중치(β)를 이용하여 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 합성할 수도 있다. 이 경우 수학적 식 13이 연산에 이용될 수도 있다.

[0239] 합성부(132)는 또한 도 9에 도시된 바와 같이 복수 채널의 변환 초음파 신호를 먼저 합성하여 복수의 합성된 변환 초음파 신호를 생성하고, 복수의 합성된 변환 초음파 신호를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성하도록 할 수 있다. 이 경우 복수 채널의 변환 초음파 신호의 합성을 가중치 연산부(133)에서 전달된 변환 초음파 신호 가중치(β)를 이용할 수도 있다.

[0240] 합성부(132)에서 출력되는 빔 포밍된 초음파 신호(z)는 도 18 및 도 23에 도시된 바와 같이 영상 처리부(220)로 전달될 수 있다.

[0241] 이하 빔 포밍부(100)에서 처리되는 빔 포밍 프로세스에 대해 설명하도록 한다.

[0242] 초음파 영상 장치에서 수행되는 빔 포밍 프로세스는 일반적으로 다음의 수학적 식 15와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 15

$$z[n] = \sum_{m=0}^{M-1} w_m[n] x_m[n - \Delta_m[n]]$$

[0243]

[0244] 여기서 n은 거리에 대한 식별값을 의미하는 값이고, x_m 은 m번째 채널의 초음파 신호를 의미한다. $w_m[n]$ 은 m번째 채널의 초음파 신호에 대한 빔 포밍 계수(w)를 의미한다. 한편 Δ_m 은 특정 채널로 입력되는 초음파 신호의 전송 시간을 지연시키는 시간 지연값이다. $x_m[n - \Delta_m]$ 은 시차가 보정된 각 채널의 초음파 신호를 의미한다.

[0245] 만약 입력 신호가 시간차가 이미 보정된 것이라고 하면, $z[n]$ 은 하기의 수학적 식 16처럼 표현될 수 있다.

수학적 식 16

$$z[n] = \sum_{m=0}^{M-1} w_m[n] y_m[n]$$

[0246]

[0247] 한편 상술한 바와 같이 각각의 초음파 소자(p1 내지 p5) 또는 초음파 소자 집단이 서로 상이한 시간에 초음파를 발생시켜 복수 채널의 복수의 초음파 신호가 빔 포밍부(100)로 전달되는 경우 빔 포밍부(100)에서 처리되는 빔 포밍 프로세스는 일 실시예에 의하면 다음의 수학적 식 17과 같이 주어질 수 있다.

수학식 17

$$z[n] = \sum_{p=0}^{P-1} \left[\sum_{m=0}^{M-1} (w_m[n] x_{m,p}[n - \Delta_m[n] - \tau_p[n]]) \right]$$

[0248]

[0249]

여기서 $x_{m,p}$ 는 m번째 채널로 p번째 순서로 입력되는 신호를 의미한다. 즉, p번째 초음파 조사에 따라 m번째 초음파 소자(p_m)가 변환하여 생성한 초음파 신호이다. n은 거리에 대한 식별값을 의미한다. 수학식 16에 의하면 채널의 개수는 M개이고, 초음파 조사 회수는 P회이다.

[0250]

$\Delta_m[n]$ 은 제1 시간 지연부(110)에서 처리될 수 있는 제1 시간 보정값이고, $\tau_p[n]$ 은 제2 시간 지연부(120)에서 처리될 수 있는 제2 시간 보정값을 의미한다. 제2 시간 보정값은 p번째 초음파로부터 음장이 원하는 초점에 도달하는 시간을 보정하기 위한 것이다.

[0251]

w_m 은 $x_{m,p}$ 에 적용되는 가중치이다. 여기서 w_m 은 소정의 윈도우 함수(window function) 또는 아포다이제이션 함수(apodization function)일 수 있다. 윈도우 함수는 일례로 헨(Hann), 해밍(Hamming), 직사각형 윈도우(rectangle window) 등일 수 있다. 또 $z[n]$ 은 결과 신호, 즉 빔 포밍된 초음파 신호(z)이다.

[0252]

또한 빔 포밍부(100)에서 처리되는 빔 포밍 프로세스는 다른 일 실시예에 의하면 다음의 수학식 18과 같이 주어질 수 있다.

수학식 18

$$z[n] = \sum_{m=0}^{M-1} \left[w_m[n] \left(\sum_{p=0}^{P-1} x_{m,p}[n - \Delta_m[n] - \tau_p[n]] \right) \right]$$

[0253]

[0254]

이 경우 여기서 $x_{m,p}$, n, $\Delta_m[n]$, $\tau_p[n]$ 및 w_m 은 수학식 16에서 의미하는 바와 동일하다. 수학식 17에 의하면 시간차가 보정된 M개의 채널의 초음파 신호 $x_{m,p}$ 와 가중치 w_m 를 가중합한 후 가중합된 신호를 초음파 조사 회수만큼 합산하여 결과 신호 $z[n]$ 을 연산하도록 한다. 반면에 수학식 18에 의하면 먼저 시간차가 보정된 각 채널의 초음파 신호 $x_{m,p}$ 를 P번째 신호까지 합산한 후, M개 채널의 합산 결과와 가중치 w_m 를 가중합하여 결과 신호 $z[n]$ 을 연산하도록 하는 점에서 수학식 16과는 차이가 있다.

[0255]

여기서 $y_1[n]$ 을 다음의 수학식 19와 같이 정의한다.

수학식 19

$$y_{1m}[n] = \sum_{p=0}^{P-1} x_{m,p}[n - \Delta_m[n] - \tau_p[n]]$$

[0256]

[0257]

그러면 수학식 18은 하기의 수학식 20과 같이 표현될 수 있다.

수학식 20

$$z[n] = \sum_{m=0}^{M-1} w_m[n] y_{1m}[n]$$

[0258]

[0259]

수학식 20은 수학식 16과 그 형태가 동일하다. 따라서 $y_{1m}[n]$ 을 수학식 16의 $y_m[n]$ 으로 간주하여 연산할 수 있게 된다. 이 경우 최소 분산법을 이용하면 적절한 $w_m[n]$ 을 연산할 수 있게 되어 연산량이 상대적으로 감소하게 된다.

[0260]

도 18을 다시 참조하면 본체부(m)는 영상처리부(300)를 더 포함할 수 있다.

[0261]

영상 처리부(300)는 도 18에 도시된 바와 같이 빔 포밍부(100)가 초음파 신호(x)를 집속하여 출력하는 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 전달받는다. 일 실시예에 의하면 초음파 영상 장치의 영상처리부(300)는 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 기초로 사용자, 예를 들어 의사나 환자 등이 시각적으로 피사체, 예를 들어 인체의 내부를 확인할 수 있는 형태로 영상화하여 초음파 영상을 생성하도록 할 수 있다. 또한 영상처리부(300)는 소정의 점 확산 함수(PSF, point spread function)를 이용하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 기초로 원래의 영상과 동일하거나 유사한 초음파 영상을 생성하도록 할 수도 있다.

[0262]

또한 영상처리부(300)는 생성된 초음파 영상에 대해 영상후처리(post-processing)를 더 수행할 수도 있다. 예를 들어 영상처리부(220)는 초음파 영상의 대조도(contrast)나 명암(brightness) 또는 선예도(sharpness)를 보정할 수도 있다. 이 경우 영상처리부(300)는 생성된 초음파 영상의 일부분만을 더 강조하거나 또는 약화시키도록 영상을 보정할 수도 있다. 또한 만약 복수의 초음파 영상이 생성된 경우에는 영상처리부(300)는 복수의 초음파 영상을 이용하여 입체 초음파 영상을 생성할 수도 있을 것이다. 이와 같은 영상처리부(300)의 추가적인 영상 처리는 기정해진 설정에 따라 수행될 수도 있고, 입력부(i)를 통해 입력되는 사용자의 지시 또는 명령에 따라 더 수행될 수도 있다.

[0263]

영상 처리부(300)에서 복원되거나 또는 별도의 영상 처리가 수행된 초음파 영상은 저장부(310) 또는 디스플레이부(d)로 전달된다.

[0264]

저장부(310)는 영상처리부(300)에서 생성하거나 별도의 후처리가 수행된 초음파 영상을 일시적 또는 비일시적으로 저장하도록 할 수 있다.

[0265]

디스플레이부(d)는 영상처리부(300)에서 생성되거나 저장부(310)에 저장된 초음파 영상을, 사용자의 요청이나 시스템 설정 등에 따라 사용자에게 표시하여 사용자가 피사체(ob) 내부의 구조나 조직 등을 시각적으로 확인할 수 있도록 한다. 디스플레이부(d)는 초음파 영상을 실시간(real-time)으로 사용자에게 표시할 수도 있다. 디스플레이부(d)는 일 실시예에 의하면 도 17이나 도 18에 도시된 것처럼 본체부(m)에 직접 설치될 수도 있고, 본체부(m)와 유무선 통신망 등으로 연결된 별도의 워크 스테이션 등에 설치될 수도 있다.

[0266]

초음파 영상 장치의 본체부(m)는 초음파 발생 제어부(210)를 포함하고 있을 수 있다. 초음파 발생 제어부(210)는 일 실시예에 의하면 시스템 제어부(200) 등의 명령에 따라서 펄스 신호를 생성하여 각각의 초음파 소자(p1 내지 p3)에 전달하여 각각의 초음파 소자(p1 내지 p3)가 펄스 신호에 따라 초음파를 생성하도록 할 수 있다. 이 경우 초음파 발생 제어부(210)는 복수의 초음파 소자(p1 내지 p3) 중 일부의 초음파 소자, 일례로 단일 초음파 소자만이 초음파를 생성하도록 제어할 수도 있다. 더 나아가 초음파 발생 제어부(210)는 각각의 초음파 소자(p1 내지 p3) 또는 각각의 초음파 소자 집단이 소정의 순서에 따라 동작하도록 각각의 초음파 소자(p1 내지 p3) 또는 초음파 소자 집단을 제어할 수도 있다.

[0267]

또한 초음파 발생 제어부(210)는 다른 실시예에 의하면 시스템 제어부(200) 등의 제어 명령에 따라서 전원(211)에 대한 별도의 제어 신호를 생성하도록 할 수 있다. 전원(211)은 초음파 발생 제어부(210)의 제어에 따라 각각의 초음파 소자(p1 내지 p3)로 소정의 교류 전류를 인가하여 각각의 초음파 소자(p1 내지 p3)의 압전 소자나 박막 등이 진동하도록 함으로써 각각의 초음파 소자(p1 내지 p3)가 초음파를 발생시키도록 한다.

[0268]

초음파 영상 장치의 본체부(m)는 도 18에 도시된 바와 같이 시스템 제어부(200)를 포함하고 있을 수 있다. 시스

템 제어부(220)는 상술한 초음파 탐침부(p), 빔 포밍부(100), 초음파 발생 제어부(210), 영상처리부(220), 저장부(221) 및 디스플레이부(d) 등 초음파 영상 장치의 전반적인 동작을 제어하도록 한다.

[0269] 실시예에 따라서 시스템 제어부(220)는 미리 정해진 시스템 설정에 따라서 초음파 영상 장치의 동작을 제어하도록 할 수도 있고, 별도의 입력부(i)를 통해 입력되는 사용자의 지시 또는 명령에 따라서 소정의 제어 명령을 생성한 후 초음파 영상 장치의 동작을 제어하도록 할 수 있다.

[0270] 입력부(i)는 초음파 영상 장치의 제어를 위해 사용자로부터 소정의 지시나 명령을 입력 받는다. 입력부(i)는 예를 들어 키보드(keyboard), 마우스(mouse), 트랙볼(trackball) 또는 터치스크린(touch screen) 등과 같은 다양한 사용자 인터페이스를 포함하고 있을 수 있다. 일 실시예에 의하면 입력부(i)는 본체부(m)에 직접 설치되어 있을 수도 있고, 또한 본체부(m)와 유무선 통신망 등으로 연결된 워크 스테이션 등에 마련되어 있을 수도 있다.

[0271] 도 24는 초음파 영상 장치를 제어하는 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.

[0272] 도 24에 도시된 바를 참조하면 초음파 탐침부(p)의 첫번째 초음파 소자가 동작한다.(s410, s411) 그리고 목표 부위로 초음파가 조사되고 조사된 초음파는 목표 부위에서 반사된다.(s412) 반사된 에코 초음파를 모든 초음파 소자(p1 내지 p5)가 수신한다.(s413) 모든 초음파 소자(p1 내지 p5)는 수신된 에코 초음파에 상응하는 초음파 신호를 출력하고, 필요에 따라서 출력된 초음파 신호는 별도로 저장된다.(s414)

[0273] 이어서 순차적으로 다음 초음파 소자, 일례로 두번째 초음파 소자가 동작한다.(s415, s416, s411) 동일하게 목표 부위로 초음파가 조사된다.(s412) 이 경우 두번째 초음파 조사의 포커스는 첫번째 초음파 조사의 포커스와 동일할 수도 있고 상이할 수도 있다. 두번째 초음파 조사에 따른 에코 초음파를 모든 초음파 소자(p1 내지 p5)가 수신한 후, 수신된 에코 초음파에 상응하는 초음파 신호를 출력하고 저장한다.(s411 내지 s415) 이와 같은 과정을 미리 정해진 초음파 소자에 대해 반복한다. 그에 따라 복수 채널의 복수의 초음파 신호가 획득된다.

[0274] 이어서 복수 채널의 복수의 초음파 신호 사이의 시간차를 보정하도록 한다.(s420) 구체적으로 초음파가 원하는 목표 부위에 도달하는데 소요되는 시간에 따른 시간차 및 목표 부위에서 반사되어 각각의 초음파 소자에 도달하는 시간에 따른 시간차가 보정될 수 있다.

[0275] 이어서 변환 함수가 결정된다.(s430) 이 경우 변환 함수는 미리 정의되어 있을 수도 있고, 별도로 미리 저장된 복수의 변환 함수 중에서 선택될 수도 있다. 또한 적어도 하나의 기저 벡터를 이용하여 변환 함수를 생성할 수도 있다. 변환 함수는 복수 채널의 복수의 초음파 신호에 따라 가변적일 수 있다.

[0276] 이어서 변환 함수를 이용하여 보정된 초음파 신호를 변환하고,(s431) 변환된 초음파 신호에 대한 공분산을 연산하도록 한다. 실시예에 따라서 초음파 신호를 변환하지 않고 바로 초음파 신호에 대한 공분산을 연산할 수도 있다.

[0277] 연산된 공분산에 대한 근사치를 연산하도록 한다.(s433) 실시예에 따라서 연산된 공분산에 대한 근사치는 근사 행렬의 형태로 표현될 수 있고, 더 상세하게는 테플리츠 행렬 형태로 표현될 수 있다.

[0278] 이어서 공분산에 대한 근사치를 이용하여 소정의 가중치를 연산하도록 한다.(s434) 이 경우 연산되는 가중치는 빔 포밍에 이용되는 빔 포밍 계수가 될 수 있다. 한편 소정의 가중치는 예를 들어 변환 초음파 신호 가중치(β)일 수도 있고, 초음파 신호 가중치(ω)일 수도 있다. 일 실시예에 의하면, 소정의 가중치는 먼저 공분산에 대한 근사치, 일례로 테플리츠 행렬 형태의 근사치의 역행렬을 연산하고, 연산된 역행렬을 수학식 9에 대입함으로써 연산될 수 있다. 이 경우 연산되는 가중치는 변환 신호의 합성에 이용되는 변환 초음파 신호 가중치(β)일 수 있다. 변환 초음파 신호 가중치(β)가 연산된 후, 연산된 변환 신호 가중치(β)를 변환 함수를 이용하여 변환하여 초음파 신호의 빔 포밍에 이용되는 초음파 신호 가중치(ω)를 연산하도록 할 수도 있다.

[0279] 연산된 소정의 가중치를 이용하여 초음파 신호 또는 변환 초음파 신호를 합성하여 빔 포밍을 수행한다.(s435) 만약 초음파 신호를 합성하는 경우 소정의 가중치는 초음파 신호 가중치(ω)일 수 있다. 만약 변환 초음파 신호를 합성하는 경우 소정의 가중치는 변환 초음파 신호 가중치(β)일 수도 있다.

[0280] 보다 구체적으로 초음파 신호 또는 변환 초음파 신호를 합성하는 경우에 있어서, 일 실시예에 의하면 각 채널로 입력되는 복수의 초음파 신호 또는 복수의 변환 초음파 신호를 먼저 합성하여 복수 채널의 합성된 초음파 신호 또는 복수 채널의 합성된 변환 초음파 신호를 얻을 후, 복수 채널의 합성된 초음파 신호 또는 복수 채널의 합성된 변환 초음파 신호를 초음파 신호 가중치(ω) 또는 변환 초음파 신호 가중치(β)를 적용하여 합성하도록 할

수 있다.

[0281] 또한 다른 실시예에 의하면 먼저 복수 채널의 초음파 신호 또는 복수 채널의 변환 초음파 신호를 초음파 신호가중치(ω) 또는 변환 초음파 신호가중치(β)를 적용하여 합성하고, 복수의 합성된 초음파 신호 또는 복수의 합성된 변환 초음파 신호를 다시 합성하도록 할 수도 있다.

[0282] 그 결과 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 얻을 수 있다.

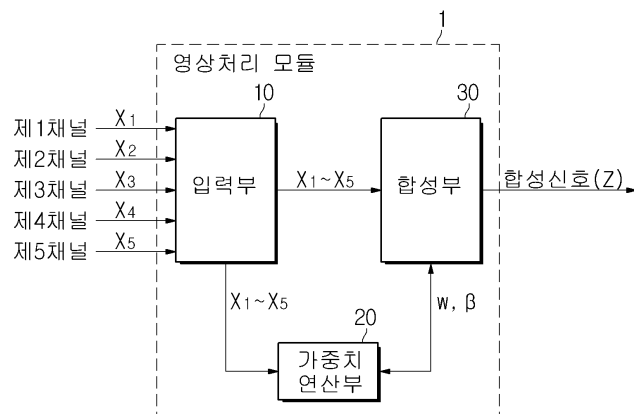
[0283] 이어서 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 이용하여 최종적인 초음파 영상을 생성하도록 한다.(s440) 실시예에 따라서 빔 포밍된 초음파 신호(z)에 점 확산 함수 등을 적용하여 더 보정한 후 최종적인 초음파 영상을 생성하도록 한다. 필요에 따라서 생성된 초음파 영상에 대한 영상 후처리가 더 수행될 수도 있다.

부호의 설명

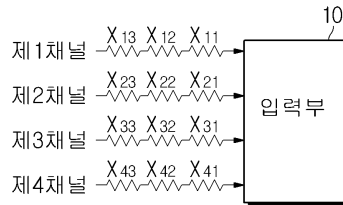
[0284]	10 : 입력부	12: 변환 함수 데이터베이스
	20 : 가중치 연산부	30 : 합성부
	31 : 제1 합성부	32 : 제2 합성부
	100 : 빔 포밍부	110 : 제1 시차 보정부
	120 : 제2 시차 보정부	130 : 집속부
	131 : 변환부	132 : 합성부
	123 : 가중치 연산부	200 : 시스템 제어부
	210 : 초음파 발생 제어부	300 : 영상처리부
	310 : 저장부	

도면

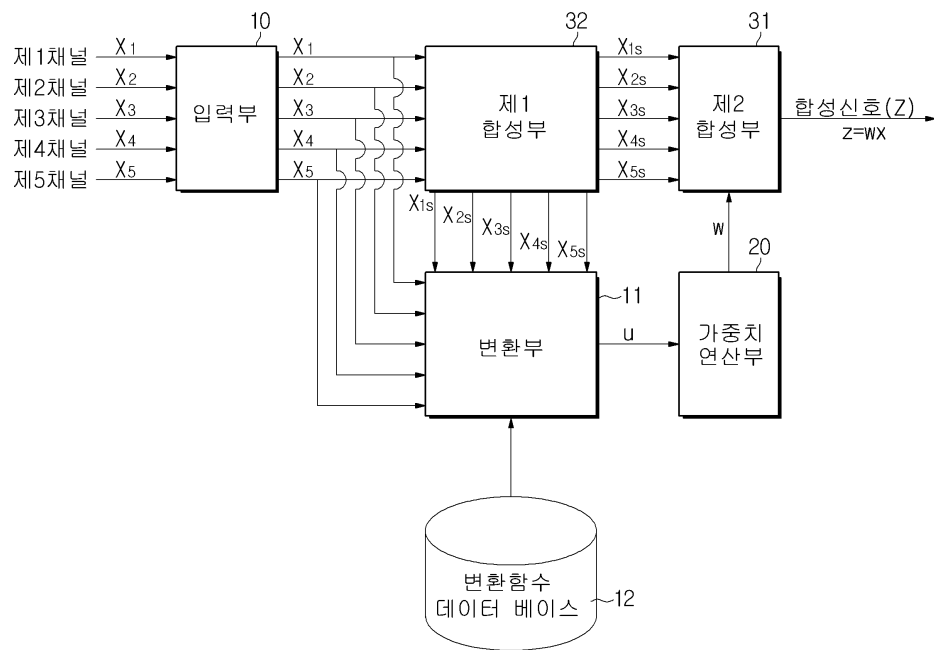
도면1



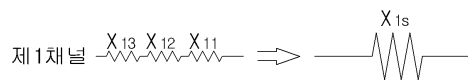
도면2



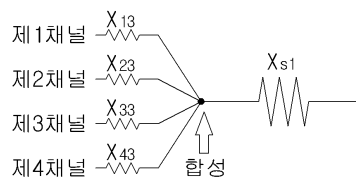
도면3



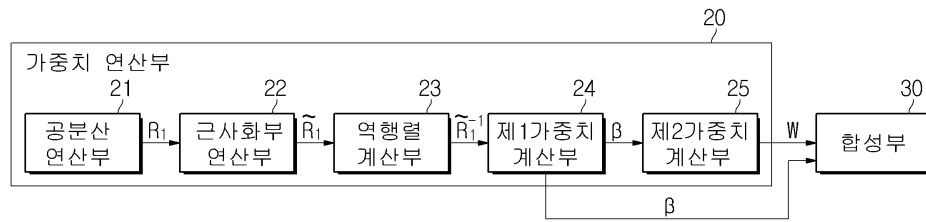
도면4



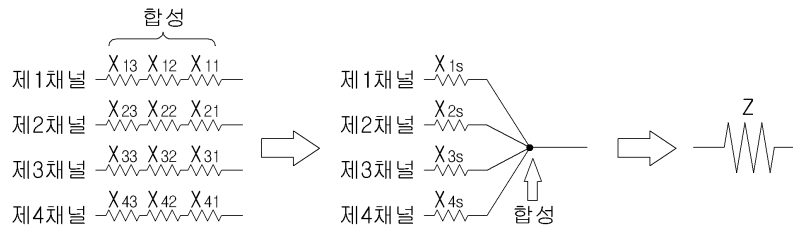
도면5



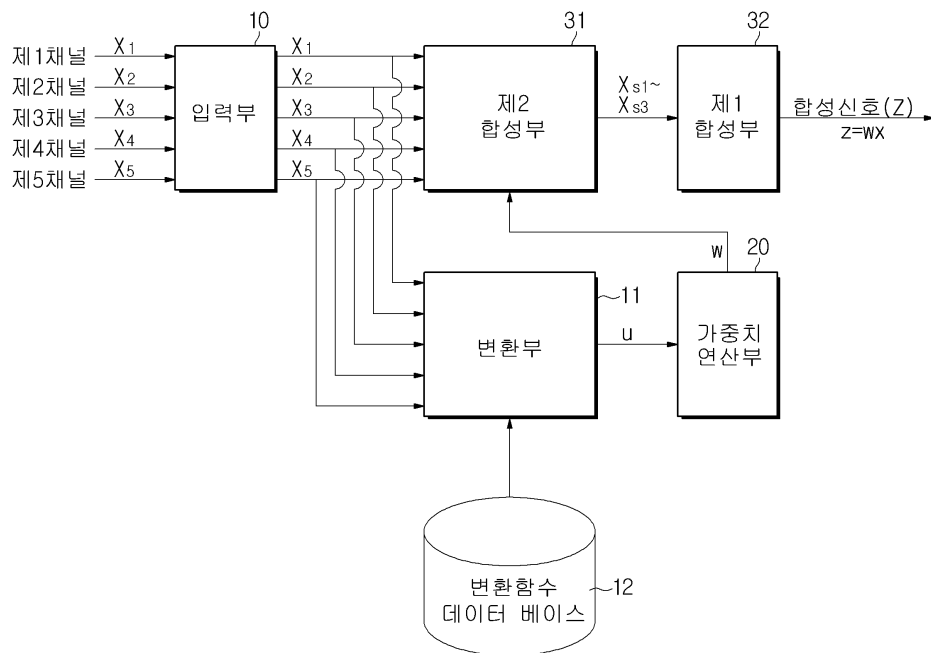
도면6



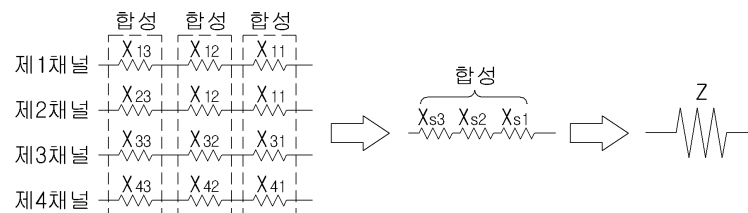
도면7



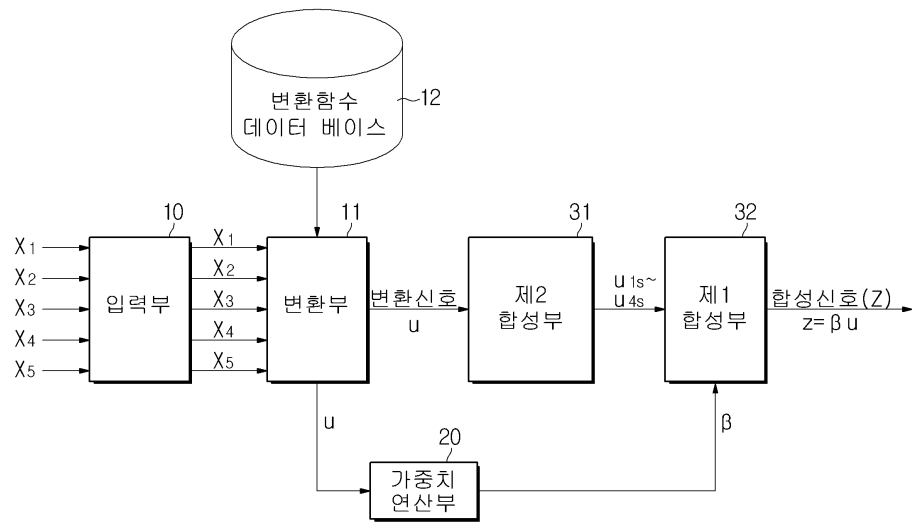
도면8



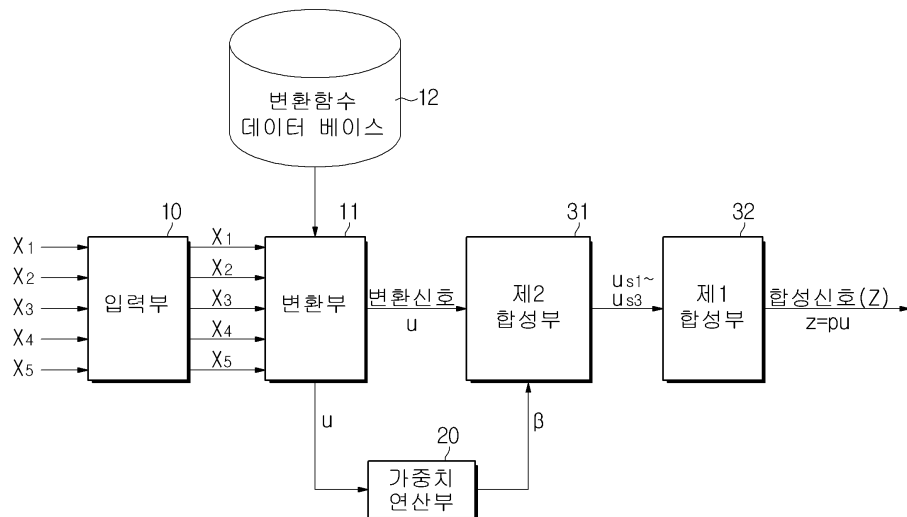
도면9



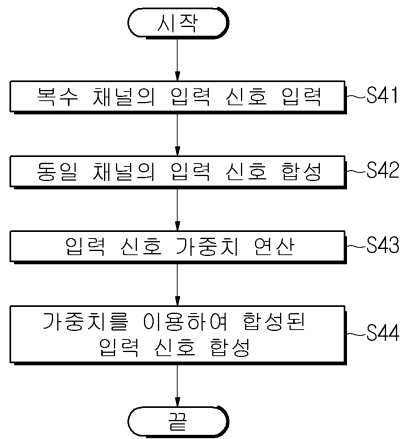
도면10



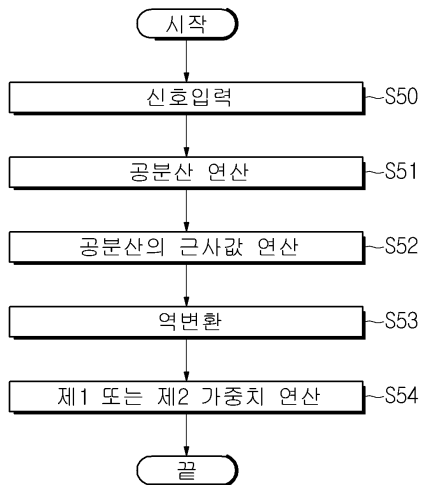
도면11



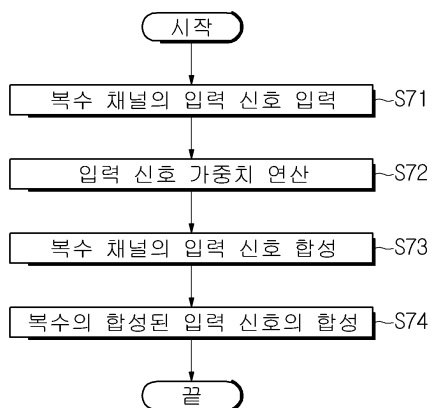
도면12



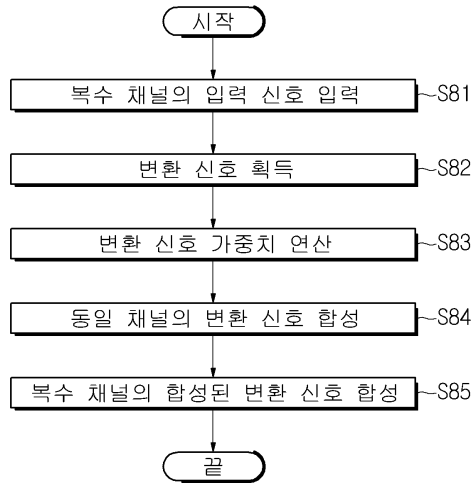
도면13



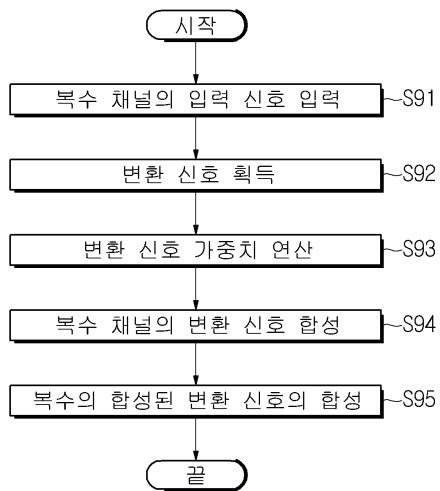
도면14



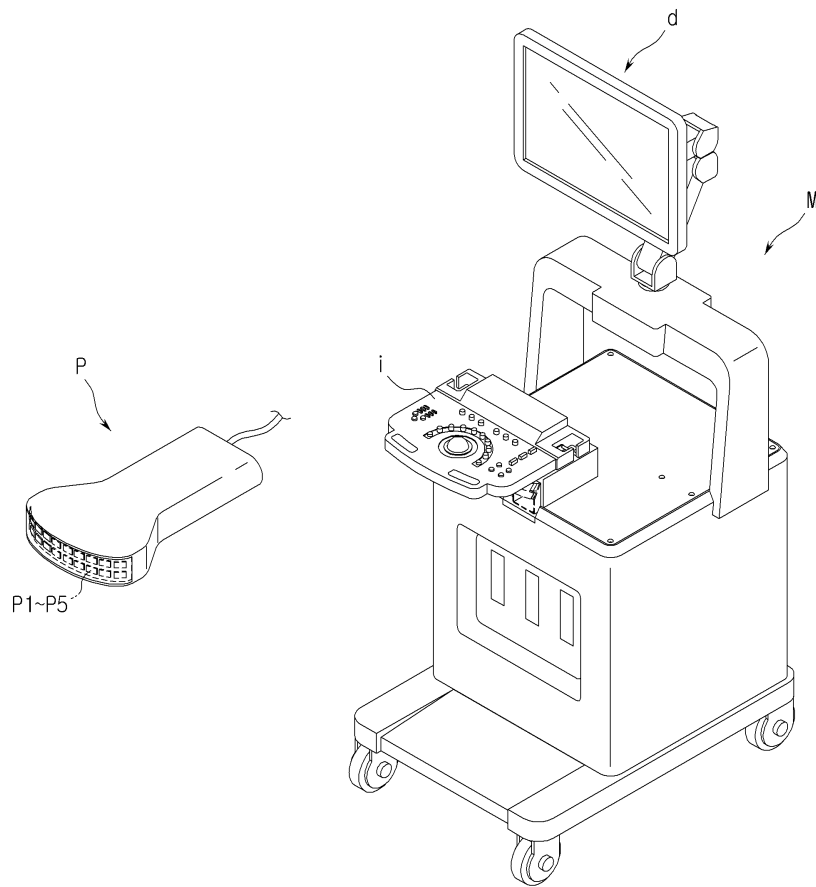
도면15



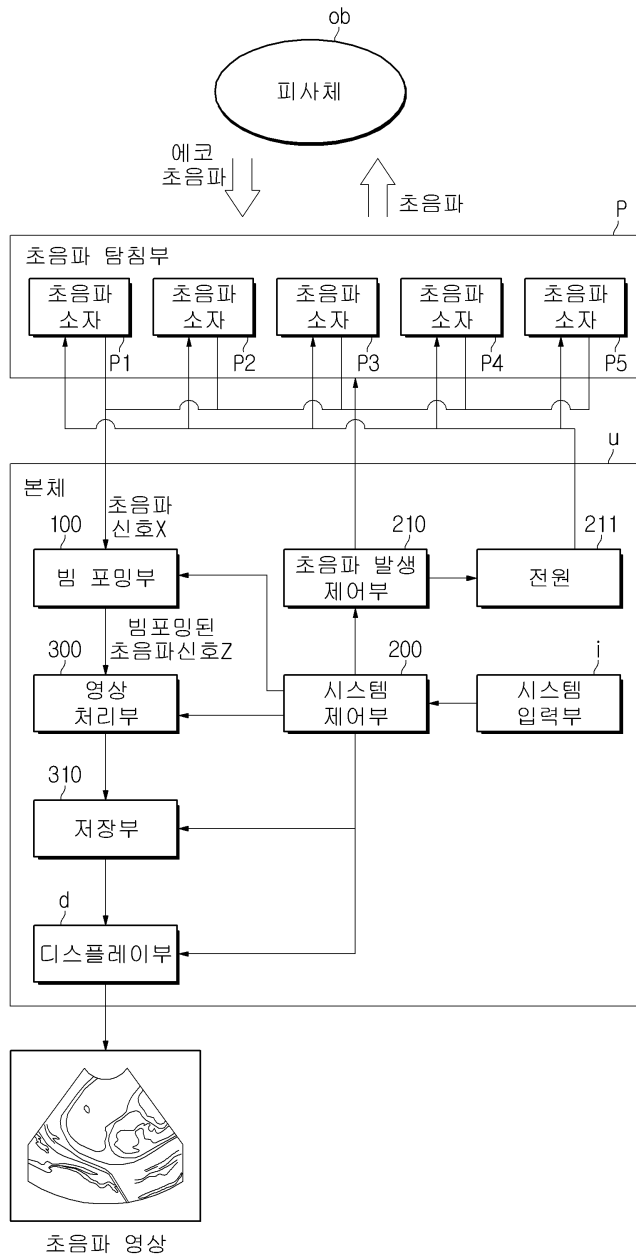
도면16



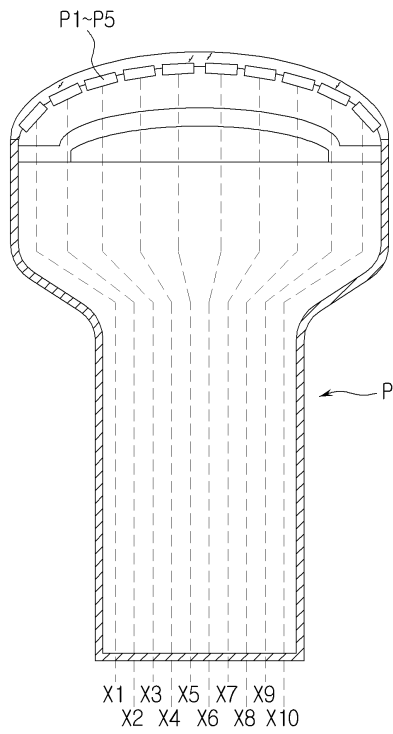
도면17



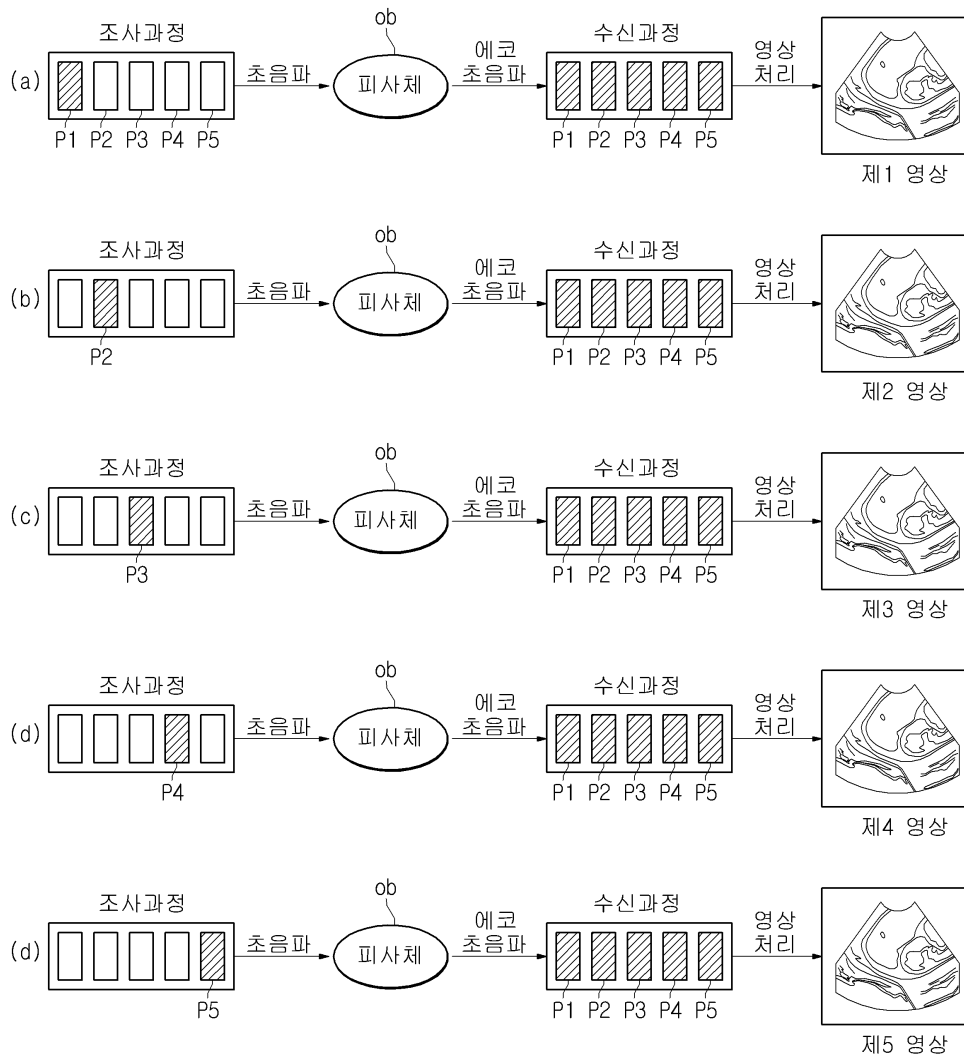
도면18



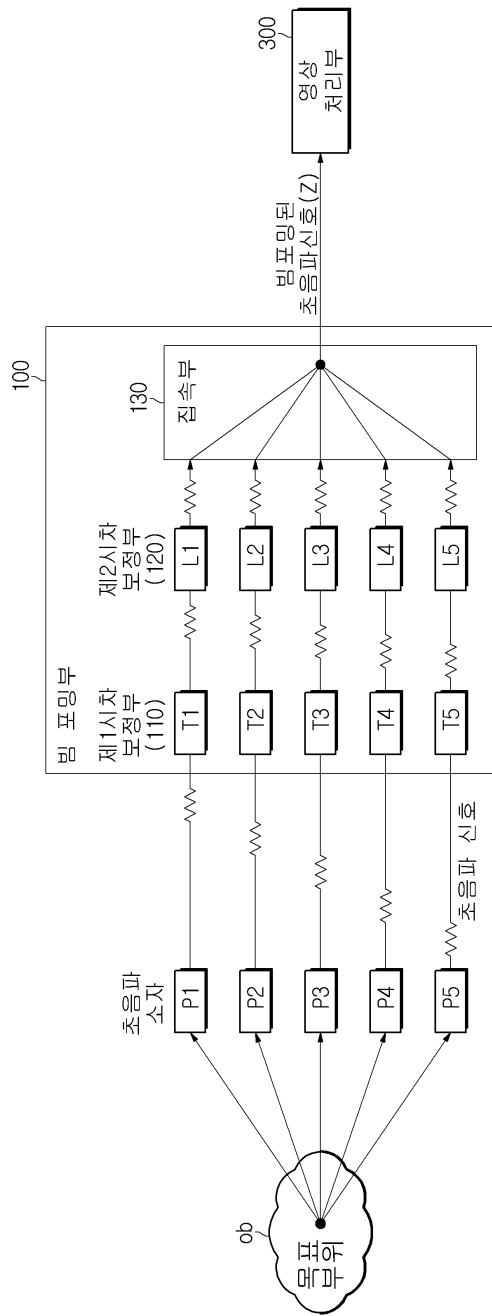
도면19



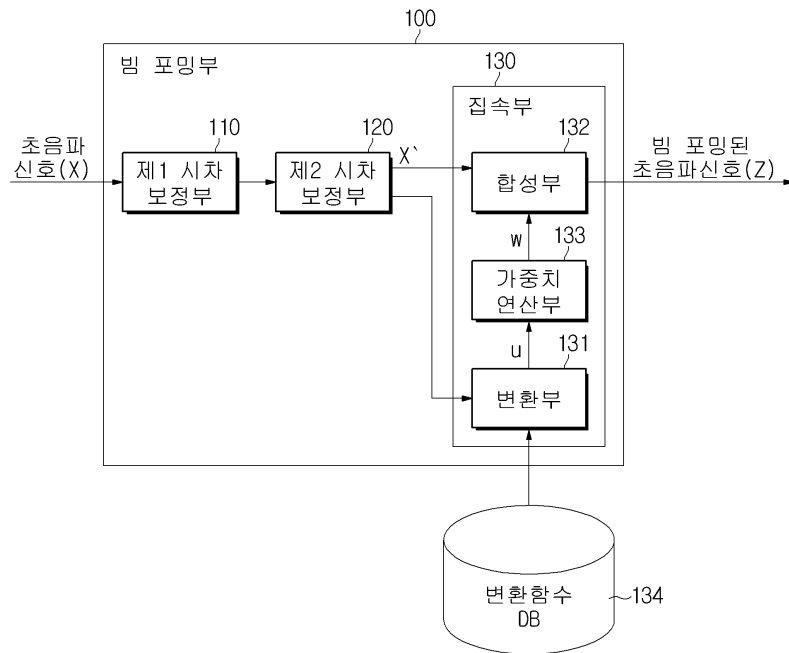
도면20



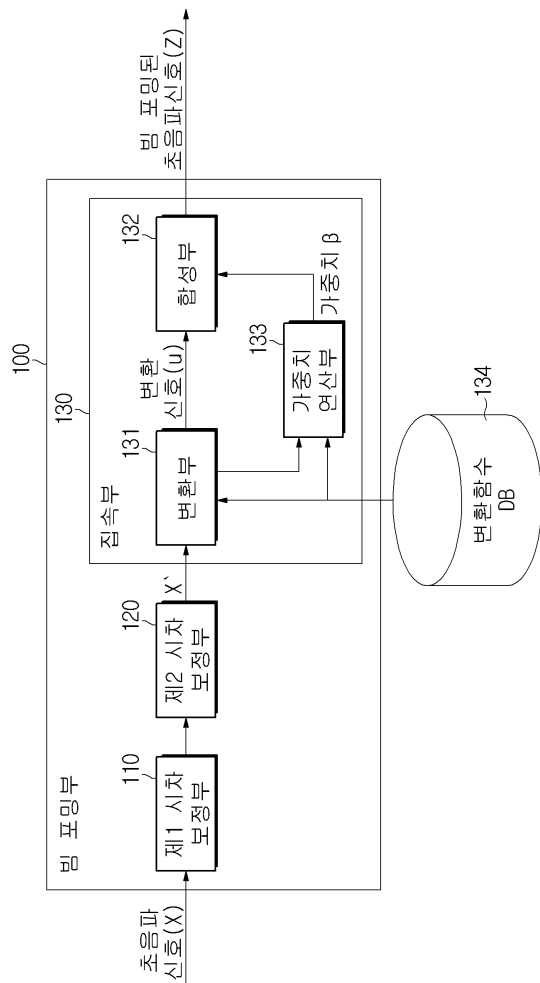
도면21



도면22



도면23



도면24

