



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0070591
(43) 공개일자 2019년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
A61B 8/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0171258

(22) 출원일자 2017년12월13일

심사청구일자 2017년12월13일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

송대경

서울특별시 종로구 평창문화로 156, 101동 703호
(평창동, 평창동 롯데캐슬 로잔)

김민

서울특별시 성북구 길음로 118, 403동 1602호(길
음동, 길음뉴타운)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인충현

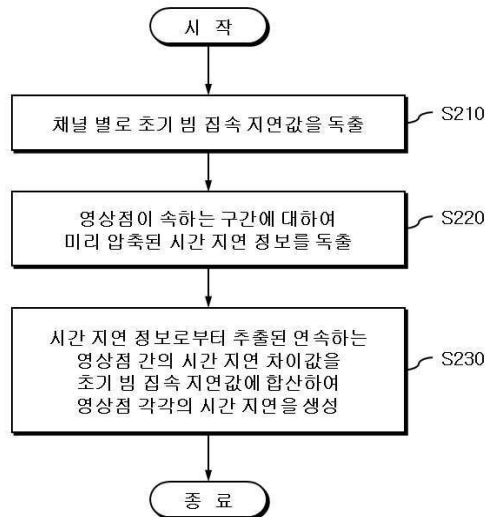
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 수신 동적 빔 집속을 위한 시간 지연 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 수신 동적 빔 집속을 위한 시간 지연 기술에 관한 것으로, 채널 각각을 시간 지연하는 방법은, 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값을 독출하고, 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 미리 압축된 시간 지연 정보를 독출하며, 독출된 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성한다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

여선미

경기도 고양시 일산서구 강선로 169, 1502동(일산
동, 후곡마을15단지아파트)

김진현

서울특별시 중랑구 신내로21길 6, 525동 805호(북
동, 신내두산대림아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711055600

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 현장진료를 위한 IT융합 휴대용 초음파 영상 시스템 개발

기 여 율 1/2

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10053241

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 글로벌 융합우수기술연구센터(ATC)사업

연구과제명 비뇨기과학 및 대장항문외과 전용임상을 지원하는 범용 초음파

기 여 율 1/2

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

빔 집속을 위해 채널 각각의 시간 지연 정보를 전처리하는 방법에 있어서,

각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하는 단계;

수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계; 및

압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 저장하는 단계를 포함하는 시간 지연 정보의 전처리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계는,

모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수를 매칭함으로써 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축하는 것을 특징으로 하는 시간 지연 정보의 전처리 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계는,

시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것을 특징으로 하는 시간 지연 정보의 전처리 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는,

인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 정보의 전처리 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며,

영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 정보의 전처리 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

압축된 상기 시간 지연 차이값은,

시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값의 반복 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 빔 집속을 위한 채널 각각의 시간 지연의 생성시에 참조되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 정보

의 전처리 방법.

청구항 7

빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 방법에 있어서,

각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값을 독출하는 단계;

시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 미리 압축된 시간 지연 정보를 독출하는 단계; 및

독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 단계를 포함하는 시간 지연 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 미리 압축된 시간 지연 정보는,

모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축하는 것을 특징으로 하는 시간 지연 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 미리 압축된 시간 지연 정보는,

시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것을 특징으로 하는 시간 지연 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는,

인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 단계는,

독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성하는 것을 특징으로 하는 시간 지연 방법.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 13

빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 장치에 있어서,

각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하고, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축

하며, 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 미리 저장하는 저장부; 및
상기 저장부로부터 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값과 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 압축된 시간 지연 정보를 독출하고, 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 처리부를 포함하는 시간 지연 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 저장부는,

모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 미리 저장되는 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 포함함으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축하는 것을 특징으로 하는 시간 지연 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 저장부는,

시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것을 특징으로 하는 시간 지연 장치.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는,

인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 장치.

청구항 17

제 13 항에 있어서,

상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며,

영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한되는 것을 특징으로 하는 시간 지연 장치.

청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 처리부는,

독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성하는 것을 특징으로 하는 시간 지연 장치.

청구항 19

제 13 항 내지 제 18 항 중에 어느 한 항에 따른 시간 지연 장치; 및

복수 개의 채널에 대응하는 소자(element)로 구성된 트랜스듀서 어레이(transducer array)를 포함하고,

상기 시간 지연 장치 및 상기 트랜스듀서 어레이를 이용하여 집속점에 대한 초음파 신호를 송수신하는 빔 집속 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 채널을 이용하여 집속점에 빔 집속하는 기술에 관한 것으로, 특히 수신 동적 빔 집속을 위한 시간 지연에 관한 정보를 전처리하고, 전처리된 시간 지연에 관한 정보에 기초하여 각각의 채널별로 영상점에 대한 시간 지연을 생성하는 장치, 방법 및 그 방법을 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 영상 장치에서 복수 개의 소자(element)로 구성된 트랜스듀서 어레이(transducer array)를 이용하여 수신된 초음파 신호를 모든 영상점에 대하여 시간 지연을 통해 빔 집속을 수행하는 것을 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)이라고 한다. 이러한 수신 동적 빔 집속을 위해서는 각각의 채널 별로 적용되는 시간 지연을 모든 영상점에 대하여 갱신(update) 하여야 하기 때문에 각각의 채널 별로 시간 지연 산출기(delay calculator)가 필요하다. 이러한 시간 지연 산출기는 하드웨어 복잡도에 가장 큰 영향을 끼치며, 가장 많은 로직(logic) 양을 차지하게 된다. 그러나 하드웨어 복잡도는 시스템에 크기에 큰 영향을 미치기 때문에 소형화 시스템에서는 하드웨어의 복잡도를 줄이고, 정확한 시간 지연 값을 갖는 것이 중요한 과제로 주목되어 왔다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2004-0069378, "송신집속점 선택 기능을 구비한 초음파 영상 획득 장치 및 방법", 삼성메디슨 주식회사

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 소형 초음파 장비에서 수신 동적 빔 집속에 따른 하드웨어의 복잡도가 증가하는 한계를 극복하고, 영상점에 대한 시간 지연을 미리 연산하는 경우에도 오차(error)의 개입으로 인해 정확도가 감소하거나 오차의 보상을 위한 추가적인 연산이 발생하는 오버헤드(overhead)의 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각의 시간 지연 정보를 전처리하는 방법은, 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하는 단계; 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계; 및 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연 값을 저장하는 단계를 포함한다.

[0006] 일 실시예에 따른 시간 지연 정보의 전처리 방법에서, 상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계는, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수를 매칭함으로써 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 또한, 상기 시간 지연 차이값을 압축하는 단계는, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다. 나아가, 상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는, 인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정될 수 있다.

[0007] 일 실시예에 따른 시간 지연 정보의 전처리 방법에서, 상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며, 영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한될 수 있다.

- [0008] 일 실시예에 따른 시간 지연 정보의 전처리 방법에서, 압축된 상기 시간 지연 차이값은, 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값의 반복 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 빔 집속을 위한 채널 각각의 시간 지연의 생성시에 참조될 수 있다.
- [0009] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 방법은, 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값을 독출하는 단계; 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 미리 압축된 시간 지연 정보를 독출하는 단계; 및 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0010] 다른 실시예에 따른 시간 지연 방법에서, 상기 미리 압축된 시간 지연 정보는, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 또한, 상기 미리 압축된 시간 지연 정보는, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다. 나아가, 상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는, 인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정될 수 있다.
- [0011] 다른 실시예에 따른 시간 지연 방법에서, 상기 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 단계는, 독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성할 수 있다.
- [0012] 한편, 이하에서는 상기 기재된 시간 지연 정보의 전처리 방법 및 시간 지연 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.
- [0013] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 장치는, 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하고, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하며, 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 미리 저장하는 저장부; 및 상기 저장부로부터 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값과 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 압축된 시간 지연 정보를 독출하고, 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 처리부를 포함한다.
- [0014] 다른 실시예에 따른 시간 지연 장치에서, 상기 저장부는, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 미리 저장되는 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 포함함으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 또한, 상기 저장부는, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다. 나아가, 상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는, 인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정될 수 있다.
- [0015] 다른 실시예에 따른 시간 지연 장치에서, 상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며, 영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한될 수 있다.
- [0016] 다른 실시예에 따른 시간 지연 장치에서, 상기 처리부는, 독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성할 수 있다.
- [0017] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 빔 집속 장치는, 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하고, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하며, 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 미리 저장하고, 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연

값과 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 압축된 시간 지연 정보를 독출하고, 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 시간 지연 장치; 및 복수 개의 채널에 대응하는 소자(element)로 구성된 트랜스듀서 어레이(transducer array)를 포함하고, 상기 시간 지연 장치 및 상기 트랜스듀서 어레이를 이용하여 집속점에 대한 초음파 신호를 송수신한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시예들은, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 시간 지연 차이값을 압축하는 기술적 수단을 도입함으로써 지연 산출기(delay calculator)를 고속의 룩-업 테이블(look-up table, LUT)로 대체함으로써 하드웨어 복잡도를 감소시킬 수 있고, 오차(error)의 개입이 없으므로 높은 정확도를 유지할 수 있을 뿐만 아니라, 그로 인한 오차의 보상이 불필요하여 추가적인 연산에 따른 오버헤드(overhead)를 원천적으로 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예들이 구현되는 빔 집속 환경에서 각각의 채널별로 영상점의 시간 지연 차이를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 수신 동적 빔 집속을 위한 샘플링(sampling)을 설명하기 위한 도면이다.

도 3 및 도 4는 수신 동적 빔 집속 과정에서 영상점의 거리에 따른 시간 지연의 증가량의 추이를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 수신 동적 빔 집속 과정에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연의 차이의 특징과 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 이용한 시간 지연의 처리 방식을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각의 시간 지연 정보를 전처리하는 방법을 도시한 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 방법을 도시한 흐름도이다.

도 8은 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 이용한 시간 지연을 처리하는 빔 집속 방식을 설명하기 위한 계통도이다.

도 9는 도 8의 계통도에 제시된 구성을 활용하여 수신 동적 빔 집속 과정에서 채널 각각을 시간 지연하는 방법을 도시한 흐름도이다.

도 10은 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수를 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 장치를 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 구성 요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0021] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0022] 특별히 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해

석되지 않는다.

- [0023] 도 1은 본 발명의 실시예들이 구현되는 빔 집속 환경에서 각각의 채널별로 영상점의 시간 지연 차이를 설명하기 위한 도면이다. 도 1에는 복수 개의 소자(element)로 구성된 트랜스듀서 어레이(transducer array)를 이용하여 각각의 채널 별로 주사선을 생성하되, 모든 영상점에 대해 인접하는 영상점 간의 시간 지연 차이(coarse delay)가 나타나게 되는 상황을 보여준다.
- [0024] 환자가 처치(care)받는 위치와 근접한 곳에서 임상병리검사를 실시(point of care, POC)하는 환경을 위해서는 초음파 장비의 소형화가 필수적으로 요구된다. 이러한 소형 초음파 장비에서는 수신 동적 빔 집속이 가장 하드웨어의 부담을 가중시키는 요인으로 지목되었는데, 빔 집속을 위한 시간 지연을 사전에 미리 산출하는 방식을 고려할 수 있다. 즉, 룩-업 테이블(look-up table)의 형태로 각각의 채널별로 영상점들의 시간 지연 값을 산출하여 미리 저장한 후, 필요시 이를 탐색/독출하여 실시간 시간 지연 연산에 따른 부담을 감소시킬 수 있다.
- [0025] 그런데, 이러한 룩-업 테이블을 활용한 사전 연산 방식의 경우, 어떠한 정보를 어떠한 방식으로 미리 산출하여 저장하는지를 결정할 필요가 있으며, 구현의 편의성 내지 성능의 관점에서 다양한 접근 방법이 제시될 수 있다. 각각의 영상점에 대한 시간 지연값을 근사화하여 추정하고, 이때 발생할 수 있는 오차(error)를 보상하는 형태의 처리 방식도 채택할 수 있으나, 여전히 정밀도의 향상을 위해서는 오차나 손실없는 데이터의 처리가 필요하다. 다만, 모든 영상점에 대한 정확한 시간 지연 값을 저장하는데 수반되는 데이터 저장 공간 내지 메모리량을 고려하여 실시간 빔 집속 구현에 적합한 기술적 수단의 제시가 요구된다.
- [0026] 따라서, 본 발명의 실시예들은 이러한 요구 사항과 문제 인식에 기반하여 안출된 것으로서, 룩-업 테이블(look-up table)의 형태로 각각의 채널별로 영상점들의 시간 지연 값을 산출하여 미리 저장하되, 각각의 영상점 간의 시간 지연(coarse delay)의 차이를 나타내는 증분을 수신 동적 빔 집속에서 나타나는 반복성의 특징을 활용하여 압축함으로써, 모든 영상점에 대한 집속을 상대적으로 적은 메모리량을 사용하여 처리할 수 있는 시간 지연 기술을 제안하고자 한다.
- [0027] 특히, 영상점 간의 시간 지연의 증분이 연속될 경우 이들 간에 동일한 값이 연속해서 나타난다는 점에 주목하고, 반복되는 값과 반복 횟수만으로 시간 지연의 변화 추이를 기록하는 무손실 압축 방식을 제안한다. 이러한 무손실 압축 방식은 런 길이 인코딩(run length encoding)에 따라 처리될 수 있으며, 동일한 값이 반복되는 구간이 많을수록 더 높은 압축률을 보이게 된다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 이전 영상점과 이에 연속하는 다음 영상점의 시간 지연(coarse delay) 차이가 크지 않고, 차이 값이 반복되는 것이 많으므로 무손실 압축 기법인 런 길이 인코딩을 활용하여 수신 동적 빔 집속 데이터를 압축할 수 있다. 이러한 방식은 각각의 영상점 간의 시간 지연의 증분을 기록함에 있어서, 오차가 없다는 점이 장점이며, 그로 인해 별도의 오차 보정 과정도 불필요하다.
- [0029] 이러한 무손실 압축 방식은 다음과 같은 이론에 근거하여 그 도입에 따른 기술적 타당성을 확보하였는데, 도 2 내지 도 5를 참조하여 설명하도록 한다.
- [0030] 우선, 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 수신 동적 빔 집속 기술은 모든 영상점에 대해 집속을 하는 방식으로, 어떠한 영상점에 집속을 하기 위해서는 각 채널 소자(channel element)에 대해 송신된 파형이 영상점에 도달했다가 다시 돌아오는데 걸리는 시간을 계산해야 한다. 송신한 빔이 영상점에 도달하는 거리(R)와 영상점에서 반사된 파형이 각각의 소자(element)로 도달하는 거리를 음파의 속도(c)로 나누어 계산할 수 있다.
- [0031] 도 2는 수신 동적 빔 집속을 위한 샘플링(sampling)을 설명하기 위한 도면으로서, 각각의 채널 별로 ADC를 샘플링 주파수(F_s)로 샘플링한다. 이때, 주사선 내에서 샘플링 주파수로 샘플링된 모든 영상점에 대해 집속을 하고자 하므로, 각각의 채널 별로 몇 번째 샘플링된 데이터를 가져와야 할지를 계산할 필요가 있다. 각각의 채널 별로 집속을 위한 샘플 데이터의 위치를 시간 지연(coarse delay)이라고 명명하자.
- [0032] 일반화한 트랜스듀서의 모델을 도시한 도 3을 참조하여 수신 동적 빔 집속을 위한 각각의 채널 소자에 대한 시간 지연(coarse delay) $\tau_{ch}^*(k)$ 은 다음의 수학식 1과 같이 표현된다.

수학식 1

$$\tau_{ch}^*(k) = \tau_{ch}(k) \times f_s = \frac{R(k) + \sqrt{R(k)^2 + d_{ch}^2 - 2R(k)d_{ch}\cos\theta}}{c/f_s}$$

$$= \frac{k + \sqrt{k^2 + (\frac{d_{ch}}{d_u})^2 - 2k(\frac{d_{ch}}{d_u})\cos\theta}}{2}$$

[0033]

[0034] 수학식 1을 참조하면, 각각의 채널별 시간 지연(coarse delay) $\tau_{ch}^*(k)$ 은 시간 지연(time delay) $\tau_{ch}(k)$ 에 샘플링 주파수 f_s 를 승산하여 산출된다. 또한, $R(k)$ 는 어퍼처(aperture)의 중심으로부터 주사선 내의 k 번째 영상점까지의 거리를 나타내고, d_u 는 주사선 내 각 영상점 간의 거리를 나타내며, d_{ch} 는 어퍼처의 중심으로부터 ch 번째 채널까지의 거리를 나타낸다.

[0035] 이때, 도 3을 참조하여 주사선 상의 영상점 번호 k 가 증가하면서 채널별 시간 지연(coarse delay)의 증가량을 살펴보면 다음의 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$\frac{\Delta\tau_{ch}^*(k)}{\Delta k} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{k - (\frac{d_{ch}}{d_u}) \times \cos\theta}{\sqrt{(k - (\frac{d_{ch}}{d_u}) \times \cos\theta)^2 + (\frac{d_{ch}}{d_u})^2 (1 - \cos^2\theta)}}$$

[0036]

[0037] 수학식 2를 참조하면 $1 - \cos^2\theta > 0$ 이므로, 채널별 시간 지연(coarse delay)의 증가량은 k 가 증가할수록 절대로 '1'을 넘지 못하며, 빠르게 '1'로 수렴하게 된다.

[0038] 도 4는 수신 동적 빔 집속 과정에서 영상점의 거리에 따른 시간 지연의 증가량의 추이를 예시한 그래프로서, [A] 및 [B]의 그래프를 살펴보면, k 의 증가에 따라 채널별 시간 지연(coarse delay)의 증가량이 특정한 임계값(예시된 도면에서는 '1')로 수렴하고 있음을 보여준다.

[0039] 도 5는 수신 동적 빔 집속 과정에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연의 차이의 특징과 룩업 테이블(look-up table, LUT)을 이용한 시간 지연의 처리 방식을 설명하기 위한 도면으로서, 1 내지 1024 번째 영상점에 대한 채널별 시간 지연(coarse delay)의 분포를 나타낸 그래프 [A]와 이를 확대한 그래프 [B]를 예시하였다.

[0040] 도 5를 참조하면, 이전 영상점과 다음 영상점의 채널별 시간 지연(coarse delay)의 차이는 '1'을 넘지 않고, 증분 값이 빠르게 '1'로 수렴하기 때문에 채널별 시간 지연의 증분값이 대부분 같을 것임을 예상할 수 있으며, 이러한 차이 값을 런 길이 부호화(run length encoding)를 이용해 무손실 압축하여 저장하면 룩업 테이블에 요구되는 메모리를 현저히 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 주사선 내의 모든 영상점에 대해서 정확한 빔 집속이 가능하다. 이하에서는 상기된 원리 및 아이디어를 채택하여 본 발명의 실시예들을 순차적으로 기술한다.

[0041] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각의 시간 지연 정보를 전처리(pre-processing)하는 방법을 도시한 흐름도로서, 시간 지연 차이값을 압축하기 위한 인코딩 방식을 제안한다.

[0042] S110 단계에서는, 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연(coarse delay) 차이값을 산출한다.

[0043] S120 단계에서는, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축한다. 시간 지연 차이값을 압축하는 이 과정은, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수를 매칭(matching)함으로써 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만

으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 즉, 이 과정은, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다.

- [0044] 또한, 앞서 제시된 수학적 식 1에 따라 상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며, 영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한됨으로써, 런 길이 부호화에 적합함을 확인한 바 있다.
- [0045] S130 단계에서는, S120 단계를 통해 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값(initial beamforming delay)을 저장한다. 이렇게 저장된 압축된 채널별 시간 지연 차이값과 초기 빔 집속 지연값은 이후 모든 집속점에 대한 시간 지연을 생성하는 과정에서 필요하다. 따라서, 압축된 상기 시간 지연 차이값은, 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값의 반복 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 빔 집속을 위한 채널 각각의 시간 지연의 생성시에 참조될 수 있다.
- [0046] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 방법을 도시한 흐름도로서, 앞서 도 6을 통해 제시한 시간 지연 정보의 전처리 과정이 이미 수행되었음을 전제로 하여, 압축된 시간 지연 정보를 이용한 디코딩 방식을 제안한다.
- [0047] S210 단계에서, 시간 지연 장치는, 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값을 독출한다.
- [0048] S220 단계에서, 시간 지연 장치는, 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 미리 압축된 시간 지연 정보를 독출한다. 여기서, 미리 압축된 시간 지연 정보는, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 룩-업 테이블(look-up table, LUT)에 미리 저장됨으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 특히, 상기 미리 압축된 시간 지연 정보는, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다.
- [0049] S230 단계에서, 시간 지연 장치는, S220 단계를 통해 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성한다. 이때, 영상점 각각의 시간 지연을 생성하는 이 과정은, 독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성함으로써, 고속의 신호 복원이 가능하다.
- [0050] 도 8은 룩-업 테이블(look-up table, LUT)을 이용한 시간 지연을 처리하는 빔 집속 방식을 설명하기 위한 계통도이다.
- [0051] 룩-업 테이블(delay LUT block)(22)은, 다음 영상점의 시간 지연(coarse delay)과의 차이값이 동일한 것들을 묶어 그 갯수를 길이(length), 해당 차이값을 증분(increment)으로서 나타내어 저장한다.
- [0052] 지연 누산기(delay accumulator)(24)는, 초기에 제어기(controller)(26)로부터 각각의 채널별로 초기 지연값(initial delay)을 독출(load)하고, 룩-업 테이블(22)로부터 다음 영상점과의 시간 지연(coarse delay) 차이값을 나타내는 증분(increment) 값을 하나씩 입력받아 축적해가며 다음 영상점과 시간 지연(coarse delay)을 계산한다.
- [0053] 버퍼 메모리(RF buffer memory)(25)는, 샘플링된 해당 채널의 데이터를 입력받아 메모리에 저장하고, 지연 누산기(24)에서 출력되는 시간 지연(coarse delay)에 해당하는 주소(address)의 데이터를 내보낸다.
- [0054] 제어기(controller)(26)는, 룩-업 테이블(22), 지연 누산기(24) 및 버퍼 메모리(25)를 제어한다.
- [0055] 도 9는 도 8의 계통도에 제시된 구성을 활용하여 수신 동적 빔 집속 과정에서 채널 각각을 시간 지연하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0056] 먼저 S310 단계를 통해 초기 지연값(initial delay)을 지연 누산기로 가져오고, 룩-업 테이블의 주소를 리셋(reset)함으로써, 초기화 준비를 마친다.
- [0057] S320 단계에서는 현재 설정된 룩-업 테이블의 주소를 이용하여 룩-업 테이블을 탐색함으로써 증분(increment) 및 길이(length) 값을 가져온다. 이때 시간 지연의 횟수를 나타내는 카운터(counter) 값을 리셋한다.

- [0058] S330 단계에서는 증분 값을 지연 누산기에 축적함으로써 시간 지연을 생성하는데, 이때 시간 지연의 횟수를 계산하되, S340 단계를 통해 반복 횟수에 도달할 때까지 S330 단계를 반복한다. 여기서, 반복 횟수란 앞서 S320 단계를 통해 가져온 길이(length) 값을 의미하므로, S340 단계에서는 계수된 카운터 값과 길이 값의 일치 여부를 검사하게 된다.
- [0059] S350 단계에서는 최종 영상점에 도달했는지를 검사하여 여전히 시간 지연을 생성하여야 하는 영상점이 남아있다고 판단되면, S360 단계를 통해 룩-업 테이블의 다음 주소를 설정하고, S320 단계로 진행하여 룩-업 테이블의 탐색 및 시간 지연 과정을 반복한다.
- [0060] 도 10은 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수를 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0061] 앞서 검토한 바와 같이, 본 발명의 실시예들의 구현 환경에서는 시간 지연(coarse delay)의 증분값이 '1'을 넘어가지 않으므로, 증분(increment) 비트(bit) 수는 0.25 해상도(resolution)에서는 3 bit만이 필요하다. 또한, 길이(length) 비트(bit)를 증가시킬수록 인접한 동일한 증분값들을 많이 압축할 수 있지만, 같은 증분값을 가진 개수가 적은 부분에서는 메모리의 저장 공간을 낭비하게 된다. 따라서, 도 10의 [B]에 예시된 바와 같이 길이 비트가 증가하면서 총 메모리(total memory)는 컨벡스 함수(convex function)가 될 것이고, 총 메모리가 가장 많이 감소하는 지점인 7~9 bit로 길이 비트를 결정할 수 있다.
- [0062] 요약하건대, 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는, 인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정되는 것이 바람직하다.
- [0063] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속을 위해 채널 각각을 시간 지연하는 장치(20)를 도시한 블록도로서, 도 6 및 도 7을 통해 설명한 시간 지연 정보를 전처리하는 방법 및 시간 지연 방법을 장치 구성의 관점에서 재구성한 것이다. 따라서, 여기서는 설명의 중복을 피하고자 각 구성의 기능을 약술하도록 한다.
- [0064] 저장부(21)는, 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 산출하고, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 상기 시간 지연 차이값을 압축하며, 압축된 상기 시간 지연 차이값과 상기 각각의 채널의 초기 빔 집속 지연값을 미리 저장하는 구성이다.
- [0065] 상기 저장부(21)는, 모든 영상점에 대하여 집속하는 수신 동적 빔 집속에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값과 해당 시간 지연 차이값이 연속하여 반복되는 횟수가 매칭되어 미리 저장되는 룩-업 테이블(look-up table, LUT)(22)을 포함함으로써, 하나의 시간 지연 차이값과 그에 대응하는 반복 횟수만으로 복수개의 영상점 간의 시간 지연 차이값을 압축할 수 있다. 또한, 상기 저장부(21)는, 시간 지연 차이값을 증분(increment)으로 설정하고 해당 증분의 반복 횟수를 매칭하여 기록하는 런 길이 부호화(run length encoding)에 따르는 것이 바람직하다.
- [0066] 처리부(23)는, 상기 저장부(21)로부터 각각의 채널 별로 초기 빔 집속 지연값과 시간 지연을 생성하고자 하는 영상점이 속하는 구간에 대하여 압축된 시간 지연 정보를 독출하고, 독출된 상기 시간 지연 정보로부터 추출된 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값을 상기 초기 빔 집속 지연값에 합산하여 영상점 각각의 시간 지연을 생성한다. 이때, 상기 처리부(23)는, 독출된 상기 시간 지연 정보 내에 포함된 시간 지연 차이값 별 반복 횟수만큼 이웃하는 영상점에 대한 시간 지연을 연속적으로 생성할 수 있다.
- [0067] 여기서, 상기 시간 지연 차이값을 위한 비트(bit) 수는, 인접한 영상점의 동일한 증분에 대한 압축률에 비례하여 설정되며, 상기 시간 지연 차이값의 압축에 따라 감소하는 메모리의 크기가 최대가 되도록 결정될 수 있다. 또한, 상기 각각의 채널 별로 이웃하는 영상점 간의 시간 지연 차이값은 시간 지연값에 샘플링 주파수를 승산한 값에 따르며, 영상점의 거리에 따른 상기 시간 지연의 증분은 선형적으로 증가하되 임계치 이하로 제한될 수 있다.
- [0068] 한편, 본 발명의 또 다른 실시예에 다른 빔 집속 장치는, 상기 시간 지연 장치(20) 이외에, 복수 개의 채널에 대응하는 소자(element)로 구성된 트랜스듀서 어레이(transducer array)(10)를 더 포함함으로써, 상기 시간 지연 장치(20) 및 상기 트랜스듀서 어레이(10)를 이용하여 집속점에 대한 초음파 신호를 송수신할 수 있다.
- [0069] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 수신 동적 빔 집속(dynamic receive beamforming)에서 연속하는 영상점 간의 시간 지연 차이값의 반복성을 이용하여 시간 지연 차이값을 압축하는 기술적 수단을 도입함으로써 지연 산출기(delay calculator)를 고속의 룩-업 테이블(look-up table, LUT)로 대체함으로써 하드웨어 복잡도를 감소

시킬 수 있고, 오차(error)의 개입이 없으므로 높은 정확도를 유지할 수 있을 뿐만 아니라, 그로 인한 오차의 보상이 불필요하여 추가적인 연산에 따른 오버헤드(overhead)를 원천적으로 방지할 수 있다.

[0070] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[0071] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

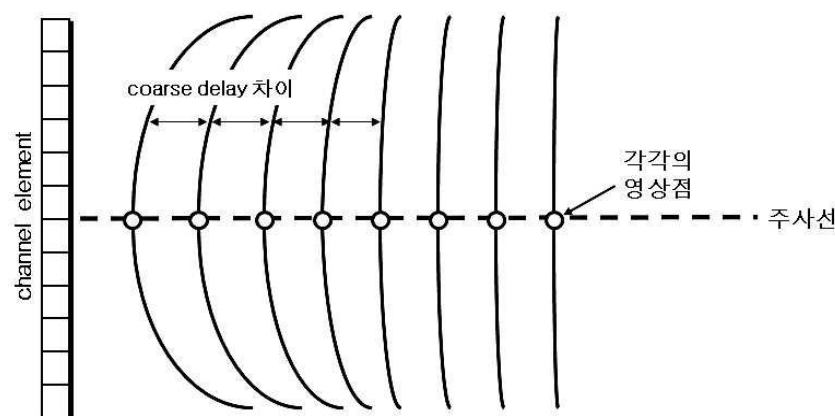
[0072] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

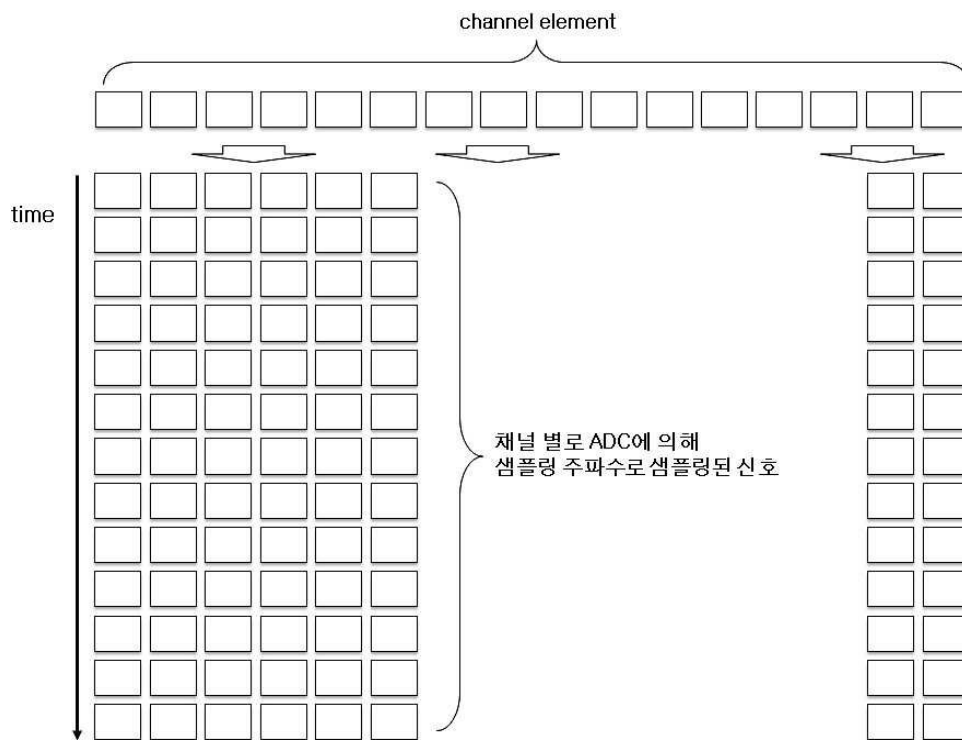
[0073] 10: 트랜스듀서 어레이(transducer array)
20: 시간 지연 장치
21: 저장부
22: 룩-업 테이블(look-up table, LUT)
23: 처리부
24: 지연 누산기(delay accumulator)
25: 버퍼 메모리(buffer memory)
26: 제어기(controller)

도면

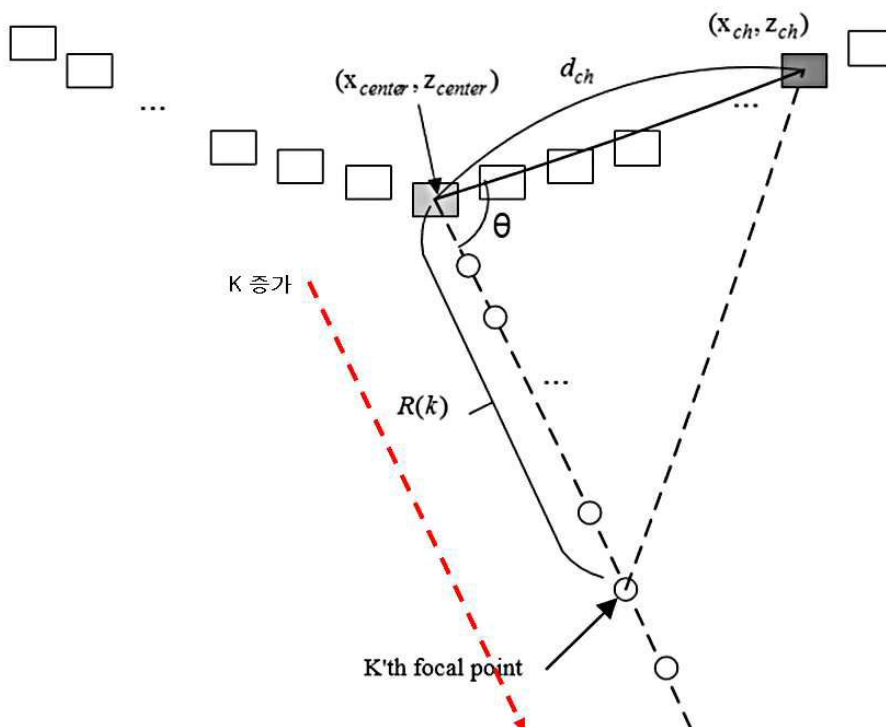
도면1



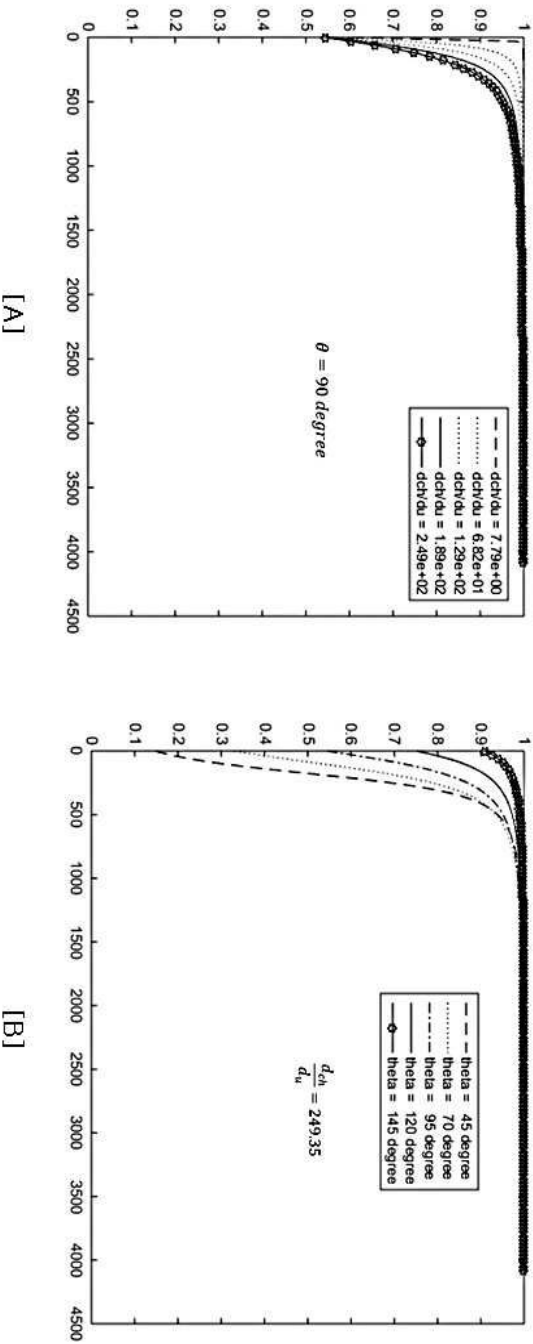
도면2



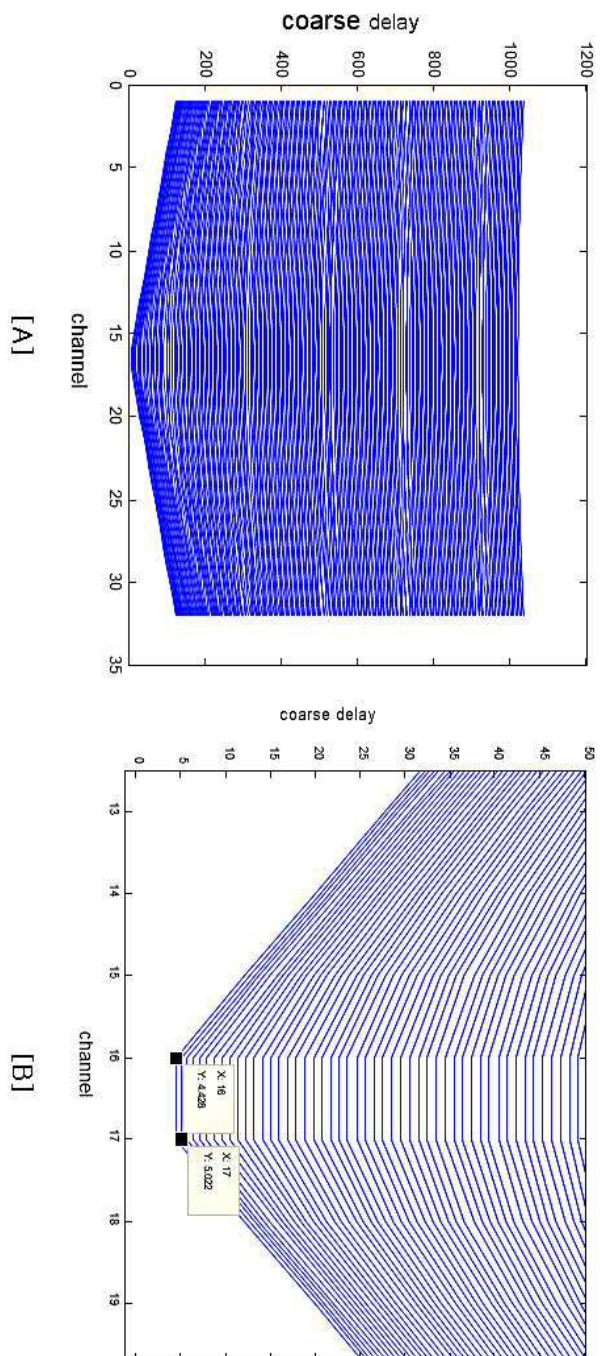
도면3



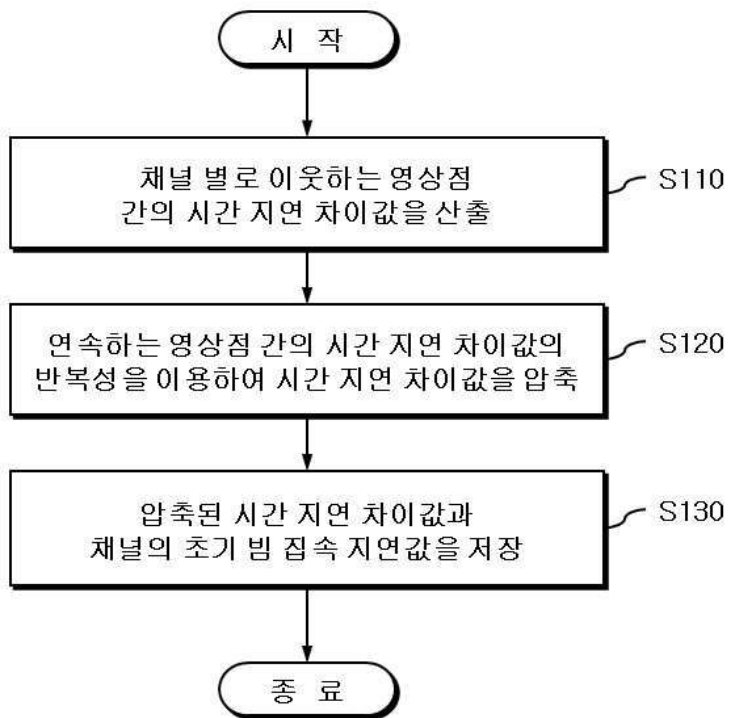
도면4



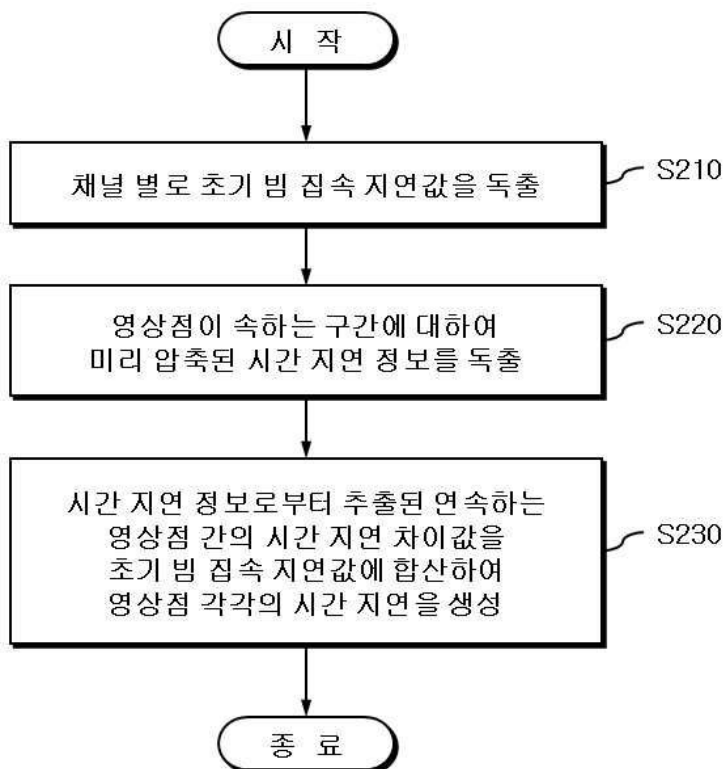
도면5



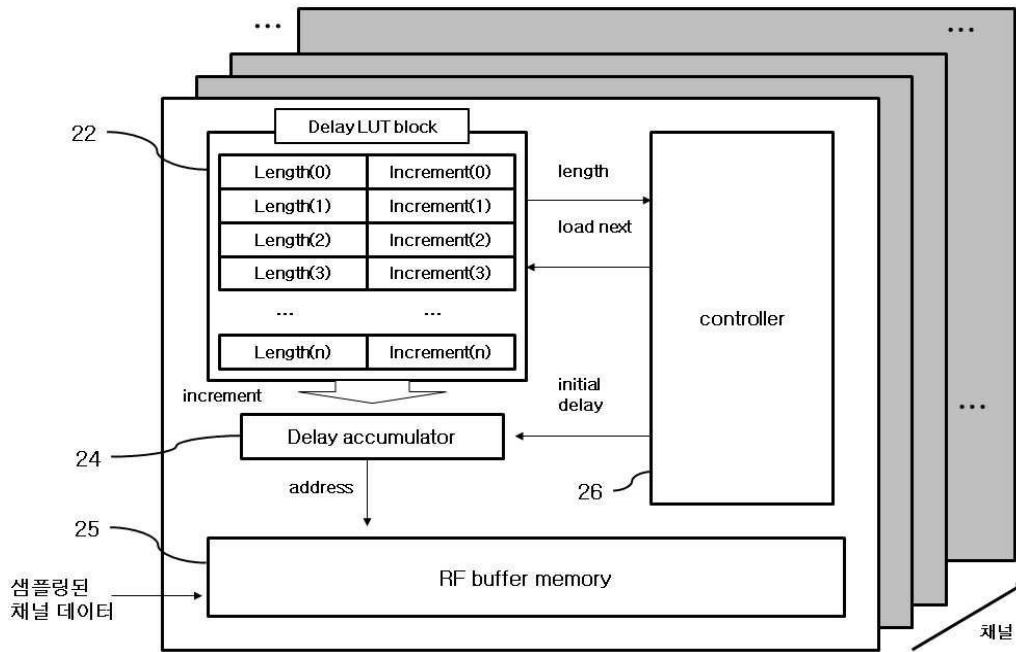
도면6



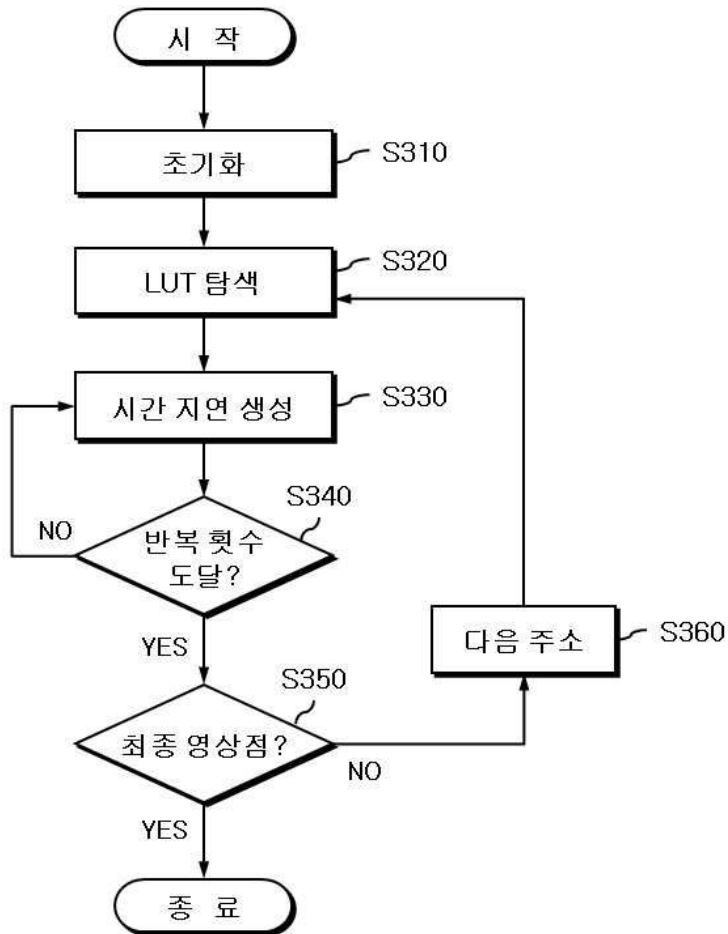
도면7



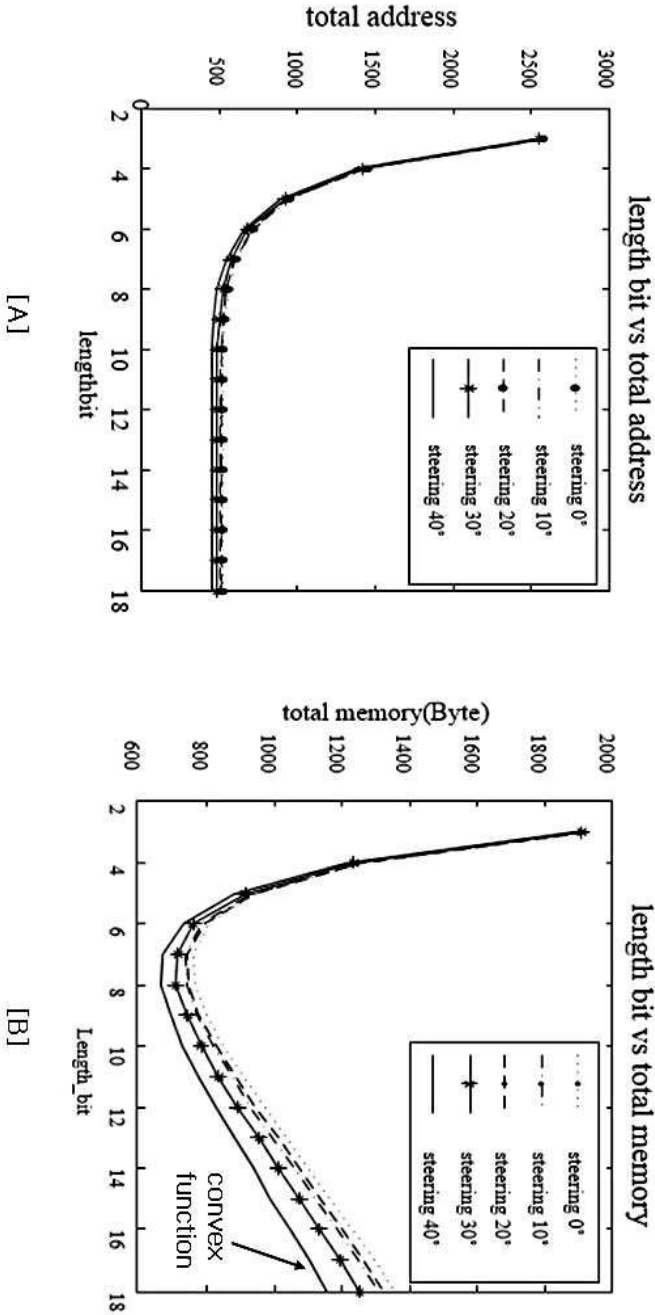
도면8



도면9



도면10



도면11

