

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0046482
G01S 15/02 (2006.01) (43) 공개일자 2006년05월17일

(21) 출원번호 10-2005-0052854
(22) 출원일자 2005년06월20일

(30) 우선권주장 10/872,864 2004년06월21일 미국(US)

(71) 출원인 제너럴 일렉트릭 캄파니
미합중국 뉴욕, 웨넬데디, 윈 리버 로우드

(72) 발명자 리그비 케네스 웨인
미국 뉴욕주 12065 클리프톤 파크 레드 메이플 레인 4에이

(74) 대리인 김창세
장성구

심사청구 : 없음

(54) 초음파 시스템의 제어 방법, 자동 제어 초음파 시스템 및자동 인에이블 및 디스에이블 시스템

요약

초음파 시스템(10)을 작동하는 방법 및 시스템이 제공된다. 본 방법은 트랜스듀서 구성 요소 어레이(18)와 활상 대상(16) 간의 상대적인 움직임을 추정하는 단계와, 상대적인 움직임을 추정에 응답하여 적응적 빔 형성기 시스템(26)을 제어하는 단계를 포함한다.

대표도

도 2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일측면에 따라서 구현된 예시적인 초음파 시스템의 일실시예를 도시하는 도면,

도 2는 적응적 빔 형성기를 제어할 수 있는 하나의 방법을 예시하는 흐름도,

도 3은 연속적인 화상 프레임에 걸쳐 계산된 합산된 절대값 차를 나타내는 그래프,

도 4는 복수의 직사각형 블록으로 분할된 예시적인 화상 프레임을 도시하는 개략도.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

- 10 : 초음파 시스템 12 : 획득 서브시스템
 14 : 프로세싱 서브시스템 16 : 촬상 대상
 18 : 트랜스듀서 20 : T/R 스위칭 회로
 22 : 송신기 24 : 수신기
 26 : 적응적 빔 형성기 28 : 제어 프로세서
 30 : 복조기 32 : 화상 모드 프로세서
 34 : 스캔 변환기 36 : 디스플레이 프로세서
 38 : 모니터 40 : 유저 인터페이스
 42 : 원격 접속 서브시스템 44 : 웹 서버
 46 : 인터페이스 48 : 데이터 저장소
 50 : 촬상 워크스테이션 64 : 임계값
 66 : 화상 프레임 68 : 블록
 70 ~ 78 : 픽셀

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 초음파 시스템에 관한 것이며, 보다 상세하게는, 초음파 시스템에 사용되는 적응적 빔 형성기 시스템을 제어하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

초음파 시스템은 초음파 에너지를 촬상 대상에 전송하는데 사용되는 트랜스듀서 구성 요소 어레이를 포함한다. 트랜스듀서 어레이는 화상을 생성하여 디스플레이하기 위해서, 초음파 에너지를 전송하여, 촬상 대상으로부터 후방 산란 초음파 신호를 수신한다. 후방 산란 신호는 처리되어 화상을 생성하고 디스플레이한다.

전형적으로, 초음파 시스템은 초음파 에너지의 빔을 전송하는 전송 빔 형성기를 포함한다. 초음파 시스템은 커맨드 데이터를 빔 형성기 시스템에 전송하여 원하는 파형의 빔을 형성하는 제어 프로세서를 더 포함한다. 유사하게, 수신 빔 형성기 시스템은 제어 프로세서로부터의 명령어에 따라서 시간 지연 및 집속 동작(time delaying and focusing operations)을 수행하여, 수신된 빔 신호를 생성한다. 그 다음, 수신된 빔 신호는 처리되어 초음파 화상을 생성한다.

상술한 초음파 촬상 시스템은, 초음파 펄스가 전달되는 매체에서의 기지의 일정한 사운드 속도가 있다고 가정한다. 사운드 속도가 일정하지 않으면, 어레이의 특정 구성 요소로부터 전송된 사운드 펄스는 원하는 초점에서 예상보다 일찍 또는 늦게 도달할 것이며, 다른 펄스와 적절히 조합되지 않을 것이다. 결과적으로, 순수 전송된 파는 최적으로 집속되지 않을 것이다. 유사하게, 수신시에, 어레이의 각각의 구성 요소 상의 신호는 합산 전에 지연되지 않아서, 수신 집속은 저하될 것이다. 추정 전파 시간으로부터의 편차가 측정되거나 추정될 수 있으면, 초음파 화상은 편차에 대한 인가된 시간 지연을 정정함으로써 개선될 수 있다. 이러한 촬상 시스템은 시간 지연이 고정되고 사전 결정된 빔 형성기 시스템과는 구별되는 "적응적" 빔 형성기 시스템을 포함한다 할 것이다.

잘못 수신된 빔 신호를 정정하는 한가지 방법은 하나의 프레임의 음향 라인에 대해 측정된 도달 시간 에러를 측정하고 그 측정된 에러를 다음 프레임의 동일 음향 라인에 인가함으로써 정정된다. 이러한 방법은, 일반적으로, 도달 시간 에러는 촬상 대상에 대한 트랜스듀서의 상대적인 위치에 따라 변할 수 있기 때문에, 트랜스듀서가 신속하게 이동하고 있을 때, 전체적으로 정확하지 않을 것이다. 또한, 적응적 빔 형성기 시스템은 일부 환경에서 다른 방식으로 화상 아티팩트를 생성하거나 그 화상을 저하시킬 수 있다.

따라서, 적응적 빔 형성기 시스템이 디스에이블 또는 인에이블될 수 있는 초음파 시스템에 사용하기 위한 적응적 빔 형성기 시스템을 설계하는 것이다. 또한, 초음파 시스템을 이용하여 사용자에게 빔 형성기 시스템의 상태를 표시할 수 있으며, 또한, 조작자가 원할 때 빔 형성기 시스템을 디폴트 시간 지연으로 리셋할 수 있게 하는 것이 바람직하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

간략하게, 본 발명의 일측면에 따르면, 초음파 시스템을 제어하는 방법이 제공된다. 본 방법은 트랜스듀서 구성 요소 어레이와 촬상 대상 간의 상대적인 움직임을 추정하는 단계와, 상대적인 움직임을 추정에 응답하여 적응적 빔 형성기 시스템을 제어하는 단계를 포함한다.

본 발명의 다른 측면에 따르면, 자동 제어의 초음파 시스템이 제공된다. 초음파 시스템은 초음파 빔을 생성하도록 구성된 적응적 빔 형성기 시스템과, 적응적 빔 형성기 시스템에 연결되어 있으며, 초음파 빔을 촬상 대상에 전송하고 촬상 대상으로부터 반사 신호를 수신하도록 구성된 트랜스듀서 구성 요소 어레이를 포함한다. 초음파 시스템은 트랜스듀서 구성 요소 어레이와 촬상 대상 간의 상대적인 움직임을 추정하고, 상대적인 움직임을 응답하여 적응적 빔 형성기 시스템을 제어하도록 구성된 프로세싱 시스템을 더 포함한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 이들 및 다른 특징, 측면 및 이점은 다음의 상세한 설명을 첨부한 도면을 기준으로 읽을 경우에 보다 잘 이해될 것이며, 도면에서, 동일 참조 부호는 유사 구성 요소를 나타낸다.

도 1은 본 발명의 일측면에 따라서 구현된 초음파 시스템(10)의 실시예에 대한 블록도이다. 초음파 시스템은 획득 서브시스템(12)과 프로세싱 서브시스템(14)으로 구성되어 있다. 획득 서브시스템(12)은 트랜스듀서 구성 요소 어레이(18)(트랜스듀서 어레이), 송신/수신 스위칭 회로(20), 송신기(22), 수신기(24) 및 빔 형성기(26)를 포함한다. 프로세싱 서브시스템(14)은 제어 프로세서(28), 복조기(30), 촬상 모드 프로세서(32), 스캔 변환기(34) 및 디스플레이 프로세서(36)를 포함한다. 디스플레이 프로세서는 화상을 디스플레이하는 모니터에 또한 연결되어 있다. 유저 인터페이스(40)는 제어 프로세서 및 디스플레이 모니터와 상호 작용한다. 제어 프로세서는 웹 서버(44) 및 원격 접속 인터페이스(46)를 포함하는 원격 접속 서브시스템(42)에 또한 연결될 수 있다. 프로세싱 서브시스템은 데이터 저장소(repository)에 또한 연결되어 초음파 화상 데이터를 수신한다. 데이터 저장소는 화상 워크스테이션(50)과 상호 작용한다.

본 명세서에 사용된 바와 같이, "하도록 구성된" 등은 구성 요소가 서로 협력하여 상술한 효과를 제공할 수 있게 하는 구성 요소 간의 기계적 또는 구조적인 접속을 지칭하며, 이들 용어는 주어진 입력 신호에 응답하여 출력을 제공하는 결과를 수행하도록 프로그래밍되는 아날로그 또는 디지털 컴퓨터 또는 특정 용도 장치(ASIC 등)와 같은 전기 구성 요소의 동작 기능을 또한 지칭한다.

아키텍처 및 모듈은 디지털 신호 프로세서를 구비한 회로 보드와 같은 전용 하드웨어 구성 요소일 수 있거나, 상용 PC 등의 범용 컴퓨터 또는 프로세서 상에서 동작하는 소프트웨어일 수 있다. 여러 아키텍처 및 모듈은 본 발명의 여러 실시예에 따라서 조합 또는 분리될 수 있다.

획득 서브시스템(10)에서, 트랜스듀서 어레이(18)는 촬상 대상(16)과 접촉하고 있다. 트랜스듀서(16)는 송신/수신(T/R) 스위칭 회로(20)에 연결되어 있다. T/R 스위칭 회로(20)는 송신기(22)의 출력과 수신기(24)의 입력에 연결되어 있다. 수신기(24)의 출력은 적응적 빔 형성기(26)에서의 입력이다. 적응적 빔 형성기(26)는 송신기(22)의 입력과 복조기(30)의 입력에 또한 연결되어 있다. 적응적 빔 형성기는 도면에 도시된 바와 같이, 제어 프로세서에 또한 연결되어 있다.

프로세싱 서브시스템(14)에서, 복조기(30)의 출력은 촬상 모드 프로세서(32)의 입력에 연결되어 있다. 제어 프로세서는 촬상 모드 프로세서(32), 스캔 변환기(34) 및 디스플레이 프로세서(36)와 인터페이싱한다. 촬상 모드 프로세서(32)의 출력은 스캔 변환기(34)의 입력에 연결되어 있다. 스캔 변환기(34)의 출력은 디스플레이 프로세서(36)의 입력에 연결되어 있다. 디스플레이 프로세서(36)의 출력은 모니터(38)에 연결되어 있다.

초음파 시스템(10)은 초음파 에너지를 촬상 대상(16)에 전송하고, 촬상 대상으로부터의 후방 산란 초음파 신호를 처리하여 화상을 생성 및 디스플레이한다. 초음파 에너지의 전송된 빔을 생성하기 위해서, 제어 프로세서(28)는 커맨드 데이터를 적응적 빔 형성기(26)에 전송하여 송신 파라미터를 생성하여 원하는 조정 각도로 트랜스듀서 어레이(18)의 표면에서의 특정 포인트로부터 시작하는 원하는 형상의 빔을 생성한다.

본 발명의 일 측면에 따르면, 적응적 빔 형성기(26)는 트랜스듀서 및 촬상 대상 간의 상대적인 움직임에 기초하여, 인에이블(또는 턴 온) 및 디스에이블(턴 오프)되도록 구성된다. 제어 프로세서는, 상대적인 움직임이 임계값보다 작을 때, 커맨드 데이터를 전송하여 적응적 빔 형성기 시스템을 인에이블하도록 구성된다. 유사하게, 상대적인 움직임이 임계값보다 크면, 제어 프로세서는 적응적 빔 형성기 시스템을 디스에이블하도록 구성되어 있다.

다른 실시예에서, 적응적 빔 형성기(266)는 트랜스듀서와 촬상 대상 간의 접촉 상태에 기초하여 인에이블 또는 디스에이블되도록 구성되어 있다. 적응적 빔 형성기를 제어하는 방식이 도 2와 관련하여 보다 상세히 설명된다.

특정 실시예에서, 적응적 빔 형성기는 각각의 음향 라인 획득에 대해 상이한 트랜스듀서 개구 크기를 지원하는 빔 형성 채널과 트랜스듀서 구성 요소 간의 구성가능 접촉부를 포함한다. 적응적 빔 형성기 시스템은 인에이블 조건 동안에 트랜스듀서의 제 1 개구 사이즈를 지원하도록 구성된, 빔 형성 채널과 트랜스듀서 구성 요소 간의 복수의 제 1 접촉부를 포함한다. 제 1 개구는 초음파 파면의 높은 분할 샘플링을 위해서 구성되어 있다.

적응적 빔 형성기 시스템은 적응적 빔 형성기 시스템의 디스에이블 조건 동안에 제 2 개구 사이즈를 지원하도록 구성된, 빔 형성 채널과 트랜스듀서 구성 요소 간의 복수의 제 2 접촉부를 더 포함한다.

일 실시예에서, 복수의 제 1 접촉부는 1.75D 또는 2D 접촉 토폴로지로 형성된다. 다른 실시예에서, 복수의 제 2 접촉부는 1D 접촉 토폴로지로 형성된다. 다른 실시예에서, 복수의 제 2 접촉부는 1.5D 접촉 토폴로지로 형성된다.

계속해서 도 1에서, 전송 파라미터는 적응적 빔 형성기(26)로부터 송신기(22)로 전송된다. 송신기(22)는 송신 파라미터를 이용하여, T/R 스위칭 회로(20)를 통해 트랜스듀서 어레이(18)로 전송되는 전송 신호를 적절히 지연한다. 전송 신호는 서로에 대해서 특정 레벨 및 시간 지연으로 설정되고, 트랜스듀서(18)의 개별적인 트랜스듀서 구성 요소에 제공된다. 전송 신호는 트랜스듀서 구성 요소를 여기하여 동일 시간 지연 및 레벨 관계를 가진 초음파를 방출한다. 결과적으로, 초음파 에너지의 전송된 빔은, 트랜스듀서(18)가 예를 들어, 초음파 젤(gel)을 이용함으로써 촬상 대상에 음향적으로 연결될 때 스캔 라인을 따라 스캔 평면 내의 대상에 형성된다. 이러한 프로세스를 전자 스캐닝이라 한다.

전형적으로, 트랜스듀서(18)는 양방향 트랜스듀서이다. 초음파가 촬상 대상에 전송될 때, 초음파는 구조 내의 조직 및 혈액 샘플에서 벗어나 후방 산란된다. 트랜스듀서(18)는 후방 산란 파가 복귀하는 조직으로의 거리와, 후방 산란 파가 복귀하는 트랜스듀서 어레이(18)의 표면에 대한 각도에 기초하여, 후방 산란 파를 상이한 회수로 수신한다. 트랜스듀서 구성 요소는 후방 산란 파로부터의 초음파 에너지를 전기 신호로 변환한다.

수신된 전기 신호는 T/R 스위칭 회로(20)를 통해 수신기(24)로 라우팅된다. 수신기(24)는 수신된 신호를 증폭하여 디지털화하고, 이득 보상 등의 다른 기능을 제공한다. 디지털화된 수신 신호는 여러 회수로 각각의 트랜스듀서 구성 요소에 의해 수신된 후방 산란 파에 대응하며, 후방 산란 파의 진폭 및 시간 지연 정보를 유지한다.

디지털화된 수신 신호는 적응적 빔 형성기(26)에 전송된다. 제어 프로세서(28)는 커맨드 데이터를 적응적 빔 형성기(26)에 전송한다. 적응적 빔 형성기(26)는, 전형적으로 스캔 라인을 따라 전송된 이전 초음파의 포인트 및 조정각에 대응하여, 커맨드 데이터를 이용하여 조정값으로 트랜스듀서(18)의 표면 상의 포인트로부터 개시하는 수신 빔을 형성한다. 적응적 빔 형성기(26)는 제어 프로세서(28)로부터의 커맨드 데이터의 명령어에 따라서, 시간 지연 및 집속을 수행함으로써 적절한 수신 신호에 대해 작동하여, 촬상 대상 내의 스캔면 내의 스캔 라인을 따라 샘플 채적에 대응하는 수신 빔 신호를 생성한다. 여러 트랜스듀서 구성 요소로부터의 수신 신호의 진폭 및 시간 지연은 수신 빔 신호를 생성하는데 사용된다.

따라서, 적응적 빔 형성기는 전송 및 수신 신호에 시간 지연 세트를 인가하도록 구성되며, 또한, 빔 형성 시간 지연이 인가된 후에 수신 신호 상의 상대적인 도달 시간 에러를 추정하도록 구성된다. 또한, 적응적 빔 형성기는 송신 및 수신 빔 형성 시간 지연을 수정하고, 후속 전송 이벤트 동안에 도달 시간 에러 추정값을 이용하도록 구성되어 있다. 적응적 빔 형성기 시스템이 디스에이블될 때, 디폴트의 정정되지 않은 이미지가 생성된다.

수신된 빔 신호는 프로세싱 서브시스템(14)으로 전송된다. 복조기(30)는 수신 빔 신호를 복조하여, 스캔 평면 내의 샘플 체적에 대응하는 한 쌍의 I 및 Q 복조 데이터 값을 생성한다.

복조 데이터는 촬상 모드 프로세서(32)로 전송된다. 촬상 모드 프로세서(32)는 파라미터 추정 기술을 이용하여, 복조 데이터로부터의 촬상 파라미터 값을 스캔 시퀀스 형태로 생성한다. 촬상 파라미터는 예를 들어, B 모드, 컬러 속도 모드, 스펙트럼 도플러 모드, 및 조직 속도 촬상 모드 등의 여러 가능한 촬상 모드에 대응하는 파라미터를 포함할 수 있다. 촬상 파라미터 값은 스캔 변환기(34)로 전달된다. 스캔 변환기(34)는 스캔 시퀀스 형태로부터 디스플레이 형태로의 변환을 수행함으로써 파라미터 데이터를 처리한다. 변환은 파라미터 데이터에 대한 보간 동작을 수행하여 디스플레이 형태로 디스플레이 픽셀 데이터를 생성하는 것을 포함한다.

스캔 변환된 픽셀 데이터는 모니터(38) 상의 디스플레이를 위해서, 디스플레이 프로세서(36)로 전송되어, 스캔 변환된 픽셀 데이터의 최종 공간 또는 시간적 필터링을 수행하고, 스캔 변환된 픽셀 데이터에 그레이스케일 또는 컬러를 인가하고, 디지털 픽셀 데이터를 아날로그 데이터로 변환한다. 인터페이스 유닛(40)은 모니터(38) 상에 디스플레이된 데이터에 기초하여, 제어 프로세서(28)와 상호 작용한다. 인터페이스 유닛(40)은 적응적 빔 형성기 시스템의 동작 상태에 대한 모니터(38) 상의 표시자를 초음파 시스템을 이용하여 사용자에게 제공하도록 또한 구성된다. 표시자는 사용자에게 적응적 빔 형성기(26)가 인에이블 또는 디스에이블되는지를 디스플레이한다. 사용자에게 제공된 표시자는 시각적 마커 또는 청각적 신호 또는 이들의 조합을 포함한다.

상술한 바와 같이, 적응적 빔 형성기(26)는 트랜스듀서와 촬상 대상 간의 상대적인 움직임에 기초하여 인에이블 및 디스에이블된다. 트랜스듀서와 촬상 대상의 상대적인 움직임을 결정하는 한 가지 방법은 촬상 대상(18)의 화상 프레임의 시퀀스에서 픽셀 값을 관측하는 것이다.

일반적으로, 화상 내의 각각의 위치의 픽셀 값은 상대적인 움직임으로 인해 각각의 프레임에서 변할 것이다. 예를 들어, 화상 패턴은 화상 픽셀의 양단에서 하나의 유닛으로서 동일 방향 또는 방위각으로, 또는 몇몇 조합으로 이동할 수 있다. 대략 예를 들어, 조작자가 초음파 스캔과 동일한 평면에서 촬영 대상의 피부에 걸쳐서 트랜스듀서를 이동시키면, 방위각에서의 픽셀의 평행 이동이 발생한다. 유사하게, 대략, 예를 들어, 촬상 대상의 호흡이 횡격막과 간을 함께 이동시키면, 동일 방향에서의 픽셀의 평행 이동이 발생할 것이다. 트랜스듀서가 스캔 면에 수직, 즉 상향으로 이동할 때, 또는 트랜스듀서가 회전할 때 다른 변화가 발생한다. 이러한 경우에, 픽셀 값은 화상에 걸쳐 평행 이동하지 않지만 대신에 천천히 변할 것이다.

그러나, 상술한 각각의 경우에 있어서, 움직임이 음향 프레임 속도에 비해 상대적으로 저속인 경우에, 임의의 주어진 픽셀의 값은 프레임 사이에서 저속으로 변화하는 경향, 즉, 상관될 수 있다. 임의의 주어진 픽셀에 분포하는 촬상 대상은 트랜스듀서에 대해서 고정된 위치에 위치한 체적 내에 있다. 체적은 방위 빔 폭, 상향 빔 폭 및 펄스 길이에 대략 동일한 치수를 갖는다. 트랜스듀서가 이동하고 있을 때, 각각의 프레임에서 촬상 대상의 일부는 그 체적 내로 이동하고, 촬상 대상의 다른 일부는 체적에서 벗어나 이동한다. 트랜스듀서가 저속으로 이동하고 있을 때, 작은 비율의 체적이 각각의 후속 프레임에서 상이하여, 픽셀 값의 변화는 각각의 후속 프레임에서 작게 될 것이다. 트랜스듀서가 고속으로 이동할수록, 체적 내에 대체되는 촬상 대상의 비율은 커지며, 임의의 주어진 픽셀 값이 평균적으로, 체적 내의 모든 촬상 대상이 각각의 프레임에 대체되는 포인트까지 보다 많이 변할 것이다. 이러한 포인트에서, 프레임 당 대략 방위 빔 폭의 방위 방향으로 변위하면, 인접 프레임의 픽셀 값은 상관되지 않을 것이다. 유사하게, 음향 프레임 당 상향 빔 폭의 상향 방향으로 변위하면, 또는 프레임 당 대략 펄스 폭의 동일 방향으로 변위하면, 픽셀 값은 상관되지 않을 것이다.

상대적인 움직임의 측정값이 추정되는 방법이 도 2와 관련해서 이하에 보다 상세히 설명되어 있다. 도 2는 초음파 시스템(10)의 적응적 빔 형성기(26)를 제어하는 하나의 방법을 나타내는 흐름도이다. 각각의 단계는 이하에 보다 상세히 설명된다.

단계(52)에서, 촬상 대상의 복수의 화상 프레임이 생성된다. 화상 프레임은 복수의 픽셀을 포함하며, 각각의 픽셀은 대응하는 픽셀 값을 갖는다.

단계(54)에서, 트랜스듀서와 촬상 대상 간의 상대적인 움직임이 발생하고, 화상 프레임의 대응하는 변위가 결정된다. 일실 시예에서, 제 1 화상 프레임 내의 적어도 하나의 픽셀에 대한 픽셀 값을 후속의 적어도 하나의 화상 프레임 내의 하나의 픽셀에 대한 픽셀 값과 비교함으로써 변위가 결정된다. 특정 실시예에서, 제 1 화상 프레임과 후속 화상 프레임은 인접한다.

단계(56)에서, 합산된 절대값 차를 계산함으로써 변위가 결정된다. 합산된 절대값 차(SAD)는 한 쌍의 연속적인 화상 프레임에 걸친 적어도 하나의 픽셀에 대한 픽셀 값의 절대값 차의 합을 포함한다. 다른 실시예에서, 합산된 절대값 차는, SAD 값이 0과 대략 1 사이에 있도록 정규화된다.

단계(58)에서, 추정된 상대적인 움직임은 임계값과 비교된다. 상대적인 움직임이 임계값보다 적으면, 적응적 빔 형성기 시스템은 단계(60)에서 도시된 바와 같이 인에이블된다. 상대적인 움직임이 임계값보다 크면, 적응적 빔 형성기 시스템은 단계(62)에서 도시된 바와 같이 디스에이블된다.

도 2의 단계(56)를 참조하면, 합산된 절대값 차의 값은 연속적인 프레임 내의 픽셀 값의 차이의 절대값의 합(픽셀 위치 세트에 걸쳐)이다. SAD 값은 다음의 수학식에 기초하여 계산된다.

$$S_j = \sum_{i=1}^N |p_j[i] - p_{j-1}[i]| \quad \text{수학식 (1)}$$

상술한 수학식에서, S_j 는 제 j 화상 프레임의 SAD 값이며, $p_j[i]$ 는 제 j 프레임의 제 i 픽셀 값이며, 합은 화상에서 N 픽셀 값 세트에 걸친 값이다.

상술한 설명으로부터, 수학식 1에 정의된 SAD 값은, 화상 변위가 작을 때 작게 되려는 경향이 있으며, 화상 변위가 증가할 때 커지게 되는 경향이 있다. 화상 변위의 증가에 따른 SAD 값의 증가는, 연속적인 프레임의 픽셀 값이 상관되지 않도록 변위가 이루어질 때까지 계속된다. SAD 값이 포화 상태로 되는 변위는 절대 체적의 대응 치수와 대략 동일하다. 따라서, 수학식 1을 이용하여 구별될 수 있는 상대적인 움직임에 대한 상한값이 적용된다. 대부분의 경우에, 상한값은 원하는 바보다 낮다.

SAD 값이 포화 상태로 되는 변위는 각각의 화상 프레임의 픽셀 값을 저역 통과 필터링함으로써 증가될 수 있다. 필터링의 결과는 각각의 화상 프레임 내의 픽셀 값의 상관 길이를 증가시키며, SAD 값이 포화 상태로 되는 상대적인 변위를 증가시킨다. 화상 프레임을 필터링하는 한가지 방법은 화상 프레임 내의 픽셀을 "블록 평균화"하는 것이다. 도 4의 블록(68)에 도시된 바와 같이, 각각의 블록 내의 픽셀 값은 합산된다. 합산된 값 세트는 SAD 값의 계산을 위한 보다 작은 세트의 새로운 픽셀 값으로서 취급된다. 필터링된 SAD 값은 블록 길이에 대략 동일한 변위에서 포화 상태로 되며, 이는 픽셀 체적의 치수보다 상당히 크게 될 수 있다. 따라서, SAD 값이 포화 상태로 되는 상대적인 움직임은 저역 통과 필터링을 이용하여 증가된다.

일실시예에서, 상대적인 움직임은 연속적인 화상 프레임 쌍에 대해서 계산된 SAD 값을 이용하여 추정될 수 있다. 화상 영역은 $NBlock$ 비중첩 블록으로 분할되며, 각각의 블록은 M 개의 픽셀을 포함한다. 도 4는 각각이 9개의 픽셀을 포함하는 16개의 비중첩 블록을 포함하는 예시적인 화상 프레임(66)을 도시한다. 예를 들어, 블록(68)은 픽셀(70-78)을 포함한다.

각각의 블록 내의 M개의 픽셀 값(P)은 합산되어 $NBlock$ 블록 합(B_i)을 형성한다.

$$B_i = \sum_{j=1}^M P_{ij} \quad i = 1, NBlock. \quad \text{수학식 (2)}$$

수학식(2)으로부터, 제 k 화상 프레임에 대한 정규화된 블록 평균 SAD 값이 다음의 수학식에 나타낸 바와 같이 계산될 수 있다.

$$SAD_k = \frac{1}{NBlock \sigma^{(k)}} \sum_{i=1}^{NBlock} |B_i^{(k)} - B_i^{(k-1)}| \quad \text{수학식 (3)}$$

여기서, $B_i^{(k)}$ 는 프레임 k에 대한 제 i 블록 합이며, $B_i^{(k-1)}$ 는 프레임 k-1의 제 i 블록 합이며, $\sigma^{(k)}$ 는 프레임 k에 대한 블록 합의 표준 편차이다.

블록 합의 표준 편차는 다음의 수학식으로부터 정의된다.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{NBlock} \sum_{i=1}^{NBlock} B_i^2 - \left(\frac{1}{NBlock} \sum_{i=1}^{NBlock} B_i \right)^2} \quad \text{수학식 (4)}$$

수학식 (3) 및 (4)로부터 나타난 표준 편차에 의한 정규화는 상관되지 않은 화상에 있어서 SAD 값을 대략 1로 한다. 한 쌍의 화상이 일치하면 SAD 값이 0이라는 것과 SAD 값은 음의 정수가 아님을 알 수 있다.

예를 들어, 샘플 포인트의 고정 그리드(grid)에 대해서 단일 화상을 상대적으로 시프팅함으로써 형성된 한 쌍의 화상 프레임에 대해 한 쌍의 화상 프레임에 대한 SAD 값은, 시프트가 0으로부터 증가함에 따라, 0으로부터 증가할 것이다. 블록 사이즈의 대략의 선형 치수의 시프트에 있어서, 또한 보다 큰 시프트에 있어서, SAD 값은 평균적으로 대략 1로 될 것이다. 따라서, SAD 값은 선택된 블록의 대략 사이즈까지의 시프트에 있어서 한 쌍의 화상 간의 시프트의 추정값이다.

임계값은 트랜스듀서와 촬상 대상 간의 2가지 유형의 상대적인 움직임을 구별하기 위해 정의될 수 있다. 움직임의 제 1 측정값은, SAD 값이 임계값보다 낮을 때의 상태로 정의된다. 일실시에에서, 움직임의 제 1 측정값은 저속 이동 상태를 포함한다. 움직임의 제 2 측정값은, SAD 값이 임계값보다 높을 때의 상태로서 정의된다. 일실시에에서, 움직임의 제 2 측정값은 고속 이동 상태를 포함한다. 일실시에에서, 임계값은 대략 1/2와, 임계값을 원하는 상대적인 움직임으로 크기 조정하도록 선택된 블록의 치수(방위 및 동일 방향의)로 설정될 수 있다.

도 3은 각각의 화상 프레임에 대한 SAD 값을 나타내는 그래프이다. x 축은 화상 프레임을 나타내며, y 축은 SAD 값을 나타낸다. 임계값은 기준 번호(64)로 표현된다. 상대적인 움직임이 고속 이동 상태에 있을 때, 즉, SAD 값이 임계값 보다 크면, 적응적 빔 형성기가 디스에이블된다. 유사하게, 상대적인 움직임이 저속 이동 상태에 있을 때, 즉, SAD 값이 임계값 보다 적을 때, 적응적 빔 형성기가 인에이블된다.

고속 이동 상태에서 저속 이동 상태로의 시스템의 고속 시프팅 및 그 반대의 고속 시프팅을 제거하기 위해 히스테리시스가 사용될 수 있다. 예를 들어, 고속 이동 상태에서 저속 이동 상태로의 변이는, SAD 값이 최소한 A 연속 프레임에 대해서 임계값 아래로 떨어지는 경우에만 이루어지며, 여기서, A는 적절히 선택된 낮은 정수이다. 유사하게, 저속 이동 상태에서 고속 이동 상태로의 변이는, SAD 값이 최소한 B 연속 프레임에 대해서 임계값 위로 올라가는 경우에만 이루어지며, 여기서, B는 적절히 선택된 낮은 정수이며, 반드시 A와 동일한 것은 아니다.

다른 실시예에서, 적응적 빔 형성기는 트랜스듀서와 촬상 대상 간의 접촉 상태에 기초하여 인에이블 및 디스에이블된다. 화상 프레임의 시퀀스의 픽셀 값은, 트랜스듀서가 촬상 대상과 접촉 상태에 있는지 여부를 추정하는데 사용될 수 있다. 트랜스듀서가 촬상 대상과 접촉 상태에 있을 때, 접촉 상태로서 정의된다. 트랜스듀서가 촬상 대상과 접촉 상태에 있지 않을 때, 비접촉 상태로서 정의된다.

접촉 상태는 초음파 시스템에 의해 화상을 관측하는 것에 기초하여 결정될 수 있다. 전형적으로, 화상은, 트랜스듀서가 촬상 대상과 접촉 상태에 있지 않을 때가 접촉 상태, 즉 신호를 수신하고 있을 때보다 어둡다. 화상 영역에 걸쳐 평균 픽셀 값을 계산하고, 그 평균 픽셀 값을 접촉 임계값 레벨과 비교함으로써, 접촉 상태가 결정된다.

접촉 상태 결정은 히스테리시스를 사용함으로써 평균값의 작은 임의 변화에 대하여 보다 신뢰성 있게 이루어질 수 있다. 하나의 상태에서 다른 상태로의 변이, 예를 들어, 접촉 상태에서 비접촉 상태로의 변이는, 평균 픽셀 값이 최소한 X 연속 프레임에 대해서 접촉 임계값 아래로 떨어지는 경우에만 이루어지며, 여기서, X는 적절히 선택된 낮은 정수이다. 유사하게, 비접촉 상태에서 접촉 상태로의 변이는, 평균 픽셀 값이 최소한 Y 연속 프레임에 대해서 접촉 임계값 위로 올라가는 경우에만 이루어지며, 여기서, Y는 적절히 선택된 낮은 정수이며, 반드시 X와 동일한 것은 아니다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 초음파 시스템이 접촉 상태와 저속 이동 상태에 있을 때, 적응적 빔 형성기가 인에이블된다. 다른 모든 경우에, 적응적 빔 형성기는 디스에이블된다.

본 명세서에서 본 발명의 특정 특징만이 예시되고 설명되었지만, 당업자라면 여러 수정 및 변경을 행할 수 있다. 따라서, 첨부한 청구 범위는 본 발명의 사상 범위 내에서 이러한 모든 수정 및 변경을 커버하고자 한다는 것을 알아야 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

초음파 시스템(10)을 제어하는 방법에 있어서,

트랜스듀서 구성 요소 어레이(18)와 촬상 대상(16) 간의 상대적인 움직임을 추정하는 단계와,

상기 상대적인 움직임의 추정에 응답하여, 적응적 빔 형성기 시스템(26)을 제어하는 단계를 포함하되,

상기 제어 단계는,

상기 상대적인 움직임이 임계값과 동일 또는 클 때, 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 디스에이블하는 단계와,

상기 상대적인 움직임이 상기 임계값보다 작을 때, 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 인에이블하는 단계를 포함하는 초음파 시스템의 제어 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 트랜스듀서와 상기 촬상 대상 간의 접촉 상태를 검출하는 단계와,

상기 접촉 상태에 응답하여 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 제어하는 단계를 더 포함하되,

상기 제어 단계는, 상기 트랜스듀서 어레이가 상기 촬상 대상과 접촉 상태에 있지 않을 때 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 디스에이블하는 단계와, 상기 트랜스듀서 어레이가 상기 촬상 대상과 접촉 상태에 있을 때 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 인에이블하는 단계를 포함하는 초음파 시스템의 제어 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 시스템을 이용하여, 상기 사용자에게, 상기 적응적 빔 형성기 시스템의 동작 상태의 표시자를 제공하는 단계를 더 포함하되, 상기 표시자는 시각적 마커, 청각적 신호 또는 이들의 조합 중 적어도 하나로 사용자에게 제공되며, 상기 적응적 빔 형성기 시스템의 동작 상태는 디스에이블 상태와 인에이블 상태를 포함하는 초음파 시스템의 제어 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 추정 단계는,

상기 촬상 대상의 복수의 화상 프레임(66) - 상기 화상 프레임은 복수의 픽셀(70)을 포함하며, 각각의 픽셀은 대응하는 픽셀 값을 가짐 - 을 생성하는 단계와,

상기 화상 프레임의 변위를 결정하는 단계를 포함하되,

상기 변위는 제 1 화상 프레임의 적어도 하나의 픽셀에 대한 픽셀값과, 적어도 하나의 후속 화상 프레임의 적어도 하나의 픽셀에 대한 픽셀값을 비교함으로써 결정되며, 상기 변위의 결정은 합산된 절대값 차를 계산하는 것을 포함하며, 상기 합

산된 절대값 차는 한 쌍의 화상 프레임에 걸친 적어도 하나의 픽셀의 픽셀값의 차이의 절대값의 합을 포함하며, 상기 합산된 절대값 차의 계산은, 상기 값이 0과 1 사이에 있도록 상기 합산된 절대값 차를 정규화하는 것을 포함하는 초음파 시스템의 제어 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 제어 단계는 움직임의 제 1 측정값과 움직임의 제 2 측정값 사이의 변이의 히스테리시스를 이용하는 단계를 포함하는 초음파 시스템의 제어 방법.

청구항 6.

자동 제어 초음파 시스템에 있어서,

초음파 빔을 생성하도록 구성된 적응적 빔 형성기 시스템과,

상기 적응적 빔 형성기 시스템에 연결되어 있으며 상기 초음파 빔을 촬상 대상에 전송하여 상기 촬상 대상으로부터 반사 신호를 수신하도록 구성된 트랜스듀서 구성 요소 어레이와,

상기 트랜스듀서 어레이와 상기 촬상 대상 간의 상대적인 움직임을 추정하도록 구성되고, 상기 상대적인 움직임에 응답하여 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 제어하도록 구성된 프로세싱 시스템 - 상기 제어 단계는 상기 상대적인 움직임이 임계값과 동일 또는 클 때 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 디스에이블하는 단계와, 상기 상대적인 움직임이 상기 임계값보다 적을 때 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 인에이블하는 단계를 포함함 - 과,

상기 프로세싱 시스템에 연결되어 있으며, 상기 초음파 시스템을 이용하여 사용자에게 상기 적응적 빔 형성기 시스템의 동작 상태의 표시자를 제공하도록 구성된 인터페이스 유닛을 포함하는 자동 제어 초음파 시스템.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 프로세싱 시스템은 또한,

상기 트랜스듀서 구성 요소와 상기 촬상 대상 간의 접촉 상태를 결정하도록,

상기 트랜스듀서가 상기 촬상 대상과 접촉 상태에 있지 않을 때 상기 빔 형성기 시스템을 디스에이블하도록,

상기 트랜스듀서가 상기 촬상 대상과 접촉 상태에 있을 때 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 인에이블하도록 구성된 자동 제어 초음파 시스템.

청구항 8.

초음파 시스템에 이용하도록 구성된 적응적 빔 형성기 시스템을 자동으로 인에이블 및 디스에이블하는 시스템에 있어서,

트랜스듀서 구성 요소 어레이와 촬상 대상 간의 상대적인 움직임을 추정하는 수단과,

상기 상대적인 움직임의 추정에 응답하여 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 제어하는 수단을 포함하는 자동 인에이블 및 디스에이블 시스템.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 제어 수단은,

상기 상대적인 움직임이 임계값보다 크거나 같을 때 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 디스에이블하는 수단과,

상기 상대적인 움직임이 임계값보다 적을 때 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 인에이블하는 수단을 포함하는 자동 인에이블 및 디스에이블 시스템.

청구항 10.

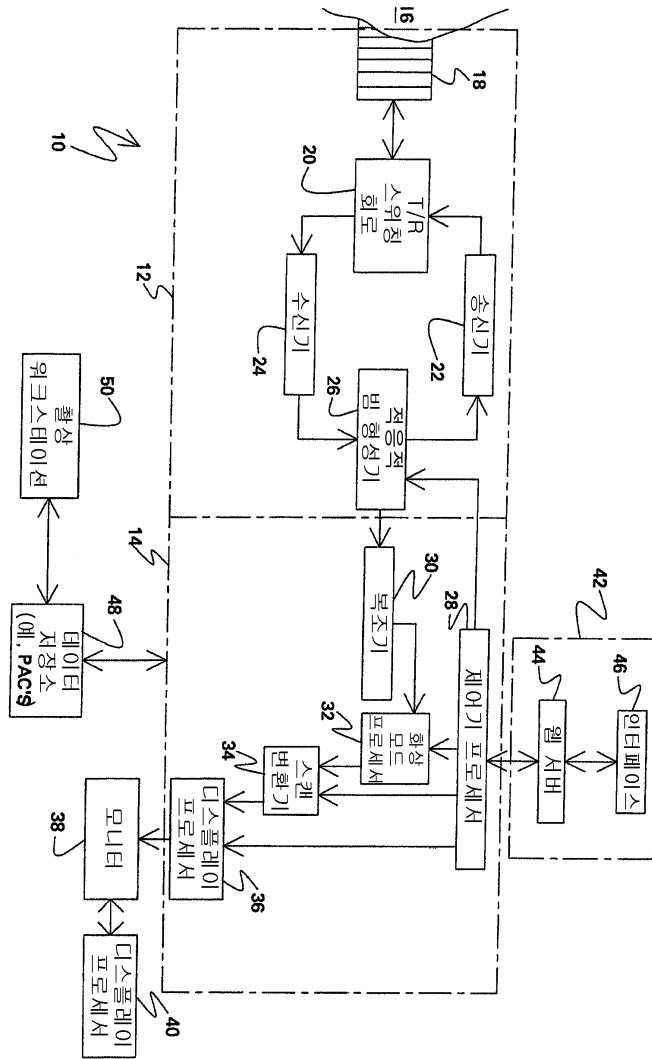
제 8 항에 있어서,

상기 트랜스듀서 구성 요소와 상기 촬상 대상 간의 접촉 상태를 결정하는 수단과,

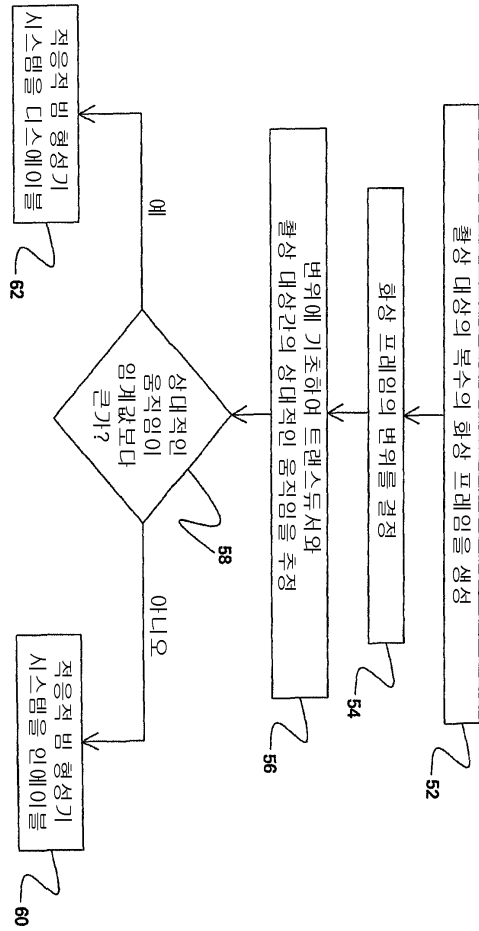
상기 접촉 상태에 응답하여 상기 적응적 빔 형성기 시스템을 제어하는 수단을 더 포함하는 자동 인에이블 및 디스에이블 시스템.

도면

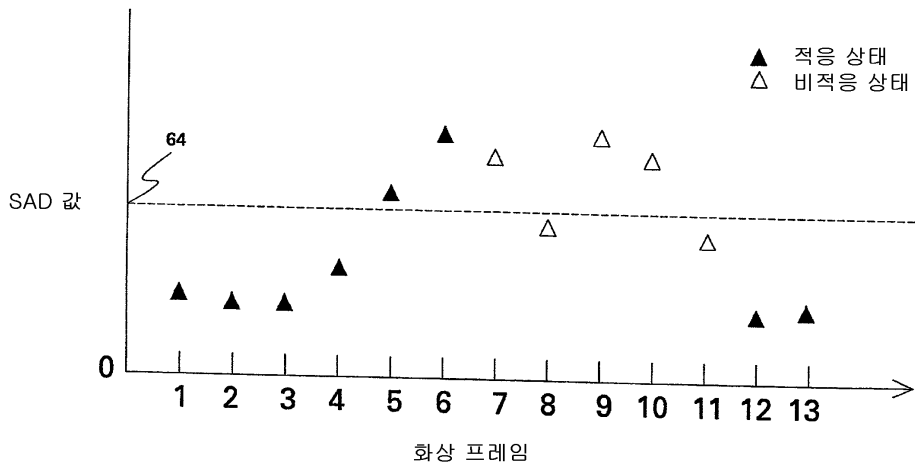
도면1



도면2



도면3



도면4

66

68
↙

70	71	72			
73	74	75			
76	77	78			

专利名称(译)	超声波系统的控制方法，自动控制超声波系统和自动启用和禁用系统		
公开(公告)号	KR1020060046482A	公开(公告)日	2006-05-17
申请号	KR1020050052854	申请日	2005-06-20
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	RIGBY KENNETH WAYNE		
发明人	RIGBY, KENNETH WAYNE		
IPC分类号	G01S15/02 A61B8/12 G01S7/52 G01S15/89		
CPC分类号	G01S7/5205 G01S15/8909 G01S7/52049		
代理人(译)	张居正，KU SEONG		
优先权	10/872864 2004-06-21 US		
其他公开文献	KR101167308B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了操作超声系统 (10) 的方法和系统。该方法包括控制估计图像拾取对象 (16) 和换能器配置元件阵列 (18) 之间的相对运动的步骤，以及响应于相对运动的估计的自适应波束形成器系统 (26) 的步骤。

