



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0088909
(43) 공개일자 2009년08월20일

(51) Int. Cl.

A61B 8/14 (2006.01) G01N 21/17 (2006.01)
G01S 7/52 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7012565

(22) 출원일자 2007년12월19일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2009년06월17일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2007/055231

(87) 국제공개번호 WO 2008/075299

국제공개일자 2008년06월26일

(30) 우선권주장

60/870,713 2006년12월19일 미국(US)

(71) 출원인

코닌클리케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.

네덜란드왕국, 아인드호펜, 그로네보르스베그 1

(72) 발명자

부처, 마이클

미국, 뉴욕 10510-8001, 브리아클리프 매노, 스카
보로우 로드 345, 사서함 3001

(74) 대리인

문경진

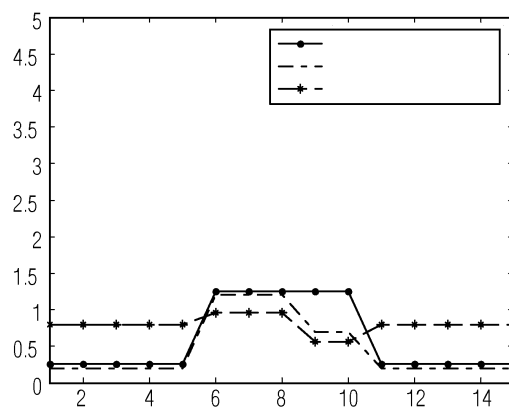
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 결합된 광음향 및 초음파 이미징 시스템

(57) 요약

본 발명은 동일한 대상의 광음향 및 초음파 이미지를 동시에 디스플레이하도록 적응되는 시스템을 제공한다. 이 이미지 결합기는 결합 이미지를 생성하기 전에 2개 이미지의 공간적 및 시간적 보간을 실행할 수 있다. 이후, 이 결합 이미지는 LCD 또는 CRT와 같은 디스플레이상에 디스플레이된다. 이 시스템은 초음파 데이터로부터 획득된 움직임을 사용하여 광음향 이미지를 향상시킬 수 있으며, 이에 의해 그 명백한 프레임 속도를 증가시키고, 연속적인 프레임을 등록하여 아티팩트를 감소시킨다. 이 시스템은 공간적으로 및 시간적으로 등록되는 결합된 초음파 및 광음향 이미지를 생성할 수 있다.

대표도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

이미징 시스템으로서,

(a) 광음향 신호를 생성하는 수단;

(b) (i) 초음파를 전송하고, (ii) 상기 초음파로부터 생성된 초음파 신호를 수신하며, (iii) 광음향 신호 수단으로부터 생성된 광음향 신호를 수신하도록 적응된 적어도 하나의 제 1 트랜듀서;

(c) 상기 초음파 신호에 기초하여 움직임 예측하도록 적응된 움직임 예측기; 및

(d) 수신된 초음파 및 광음향 신호 및 움직임 예측기로부터 생성된 초음파 데이터, 광음향 데이터 및 움직임 예측기 데이터를 수신하고 결합하고, 움직임을 정정하여 적어도 하나의 광음향 이미지를 생성하도록 적응된 이미지 결합기

를 포함하는, 이미징 시스템.

청구항 2

결합된(combined) 이미징 시스템으로서,

(a) 광음향 신호를 생성하는 수단;

(b) (i) 초음파를 전송하고, (ii) 상기 초음파로부터 생성된 초음파 신호를 수신하며, (iii) 광음향 신호 수단으로부터 생성된 광음향 신호를 수신하도록 적응된 적어도 하나의 제 1 트랜듀서;

(c) 상기 초음파 신호에 기초하여 움직임을 예측하도록 적응된 움직임 예측기; 및

(d) 수신된 초음파 및 광음향 신호 및 움직임 예측기로부터 생성된 초음파 데이터, 광음향 데이터 및 움직임 예측기 데이터를 수신하고 결합하여, 움직임을 위해 정정하여 적어도 하나의 결합 이미지를 생성하도록 적응된 이미지 결합기

를 포함하는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 결합 이미지는 프레임 버퍼에 의해 수신되고, 상기 프레임 버퍼는, (i) 상기 이미지 결합기로부터 생성된 결합 이미지 출력을 저장하고, (ii) 상기 결합 이미지를 디스플레이 수단 및/또는 데이터 저장 수단쪽으로 전송하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 광음향 신호 수단은 샘플 내의 광음향 신호를 생성하도록 적응된 조명 시스템에 의해 성취되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 조명 시스템은 에너지 빔을 특징으로 하는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 에너지 빔은 레이저인, 결합된 이미징 시스템.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 디스플레이 수단은 LCD 및 CRT로 구성되는 그룹으로부터 선택되고, 상기 데이터 저장 수단은 프린터, 하드 디스크, 콤팩트 디스크, 플래시 드라이브로 구성되는 그룹으로부터 선택되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 프레임 버퍼가 약 55Hz의 속도로 일련의 결합 이미지를 전송하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 9

제 3 항에 있어서,

상기 수신된 초음파 신호는 초음파 빔형성기에 의해 빔형성되어 일련의 무선 주파수 신호를 생성하는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 무선 주파수 신호의 적어도 일부가 움직임 예측기에 의해 수신되고 나머지 부분은 초음파 스캔 컨버터를 통과하여 상기 이미지 결합기에 의해 수신되도록 적응된 초음파 이미지를 생성하는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 움직임 예측기가 상기 이미지 결합기에 의해 수신될 보상 신호를 생성하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 이미지 결합기는 약 55Hz의 속도로 초음파 이미지를 수신하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 움직임 예측기가 수신된 초음파 신호 및 초음파 이미지에 기초하여 보상 신호를 생성하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 14

제 3 항에 있어서,

상기 수신된 광음향 신호는 상기 이미지 결합기에 의해 수신될 광음향 이미지를 생성하도록 적응된 광음향 스캔 컨버터를 통과하는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 이미지 결합기가 약 10Hz의 속도로 광음향 이미지 신호를 수신하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 움직임 예측기가 무선 주파수 신호의 일부에 기초하여 대상의 움직임 및 변형을 예측하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 17

제 2 항에 있어서,

상기 초음파 신호는 펄스형 도플러 모드로 생성되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 18

제 3 항에 있어서,

상기 이미지 결합기는 상기 프레임 버퍼쪽으로 전송될 수신된 초음파 신호로부터 발생하는 데이터 및 수신된 광음향 신호로부터 발생하는 데이터를 포함하는 결합 프레임 시퀀스를 생성하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 19

제 2 항에 있어서,

상기 이미지 결합기가 수신된 광음향 신호의 공간적 및/또는 시간적 보간 및 재샘플링을 실행하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 이미지 결합기가 적어도 하나의 초음파 이미지 및 적어도 하나의 광음향 이미지의 픽셀값의 결합에 기초하여 출력 프레임을 생성하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 21

제 3 항에 있어서,

상기 디스플레이 수단은 각 이미지에서의 대응하는 해부학적 특징이 식별될 수 있도록, 상이한 이미지가 공간적으로 등록될 수 있는 것을 허용하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 22

제 3 항에 있어서,

상기 디스플레이 수단이,

단지 광음향 이미지만을 디스플레이, 나란히 광음향 이미지와 초음파 이미지를 디스플레이, 초음파 이미지 상에 광음향 이미지를 중첩, 어느 광음향 픽셀이 디스플레이될지를 선택하도록 도플러 정보를 이용, 및 도플러와 광음향 산소화 정보를 결합으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 디스플레이 옵션으로 이미지를 디스플레이하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 23

샘플의 이미지를 결합하는 방법으로서,

- (a) 광음향 신호를 생성하도록 적응된 조명 시스템을 이용하여 샘플을 조명하는 단계;
- (b) 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하도록 적응되는 초음파 전송 수단을 이용하여 상기 샘플쪽으로 초음파를 전송하는 단계;
- (c) 초음파 이미징 수단을 통하여 수신된 초음파 신호의 일부로부터 적어도 하나의 초음파 이미지를 생성하는 단계;
- (d) 움직임 예측기를 통하여 수신된 초음파 신호의 나머지 부분으로부터 움직임 예측을 생성하는 단계;
- (e) 광음향 이미징 수단을 통하여 수신된 광음향 신호로부터 적어도 하나의 광음향 이미지를 생성하는 단계; 및
- (f) 상기 초음파 이미지, 움직임 예측 및 광음향 이미지를 결합하고 디스플레이 수단쪽으로 결합 이미지를

전송하도록 적응된 이미지 결합기에서의 움직임을 정정하는 결합 및 정정 단계를 포함하는, 샘플의 이미지를 결합하는 방법.

청구항 24

결합된 이미징 시스템으로서,

- (a) 광음향 신호를 생성하는 수단;
- (b) 초음파를 전송하도록 적응되는 적어도 하나의 제 1 트랜듀서;
- (c) (i) 상기 초음파로부터 생성된 초음파 신호를 수신하며, (ii) 광음향 신호 수단으로부터 생성된 광음향 신호를 수신하도록 적응된 적어도 하나의 제 2 트랜듀서;
- (d) 상기 초음파 신호에 기초하여 움직임을 예측하도록 적응된 움직임 예측기; 및
- (e) 수신된 초음파 및 광음향 신호 및 움직임 예측기로부터 생성된 초음파 데이터, 광음향 데이터 및 움직임 예측기 데이터를 수신하고 결합하여, 움직임을 정정하여 결합 이미지를 생성하도록 적응된 이미지 결합기를 포함하는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 25

결합된 이미징 시스템으로서,

- (a) 광음향 신호를 생성하는 수단;
- (b) (i) 초음파를 전송하고, (ii) 상기 초음파로부터 생성된 초음파 신호를 수신하며, (iii) 광음향 신호 수단으로부터 생성된 광음향 신호를 수신하도록 적응된 적어도 하나의 제 1 트랜듀서;
- (c) 결합 이미지를 생성하기 위해, 수신된 초음파 및 광음향 신호로부터 생성된 초음파 데이터, 광음향 데이터를 수신하고 결합하도록 적응되는 이미지 결합기를 포함하는, 결합된 이미징 시스템.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 초음파 신호는 상기 움직임 예측기에 의해 수신되며, 상기 움직임 예측기는 상기 초음파 신호에 기초하여 움직임을 예측하고 움직임 왜곡을 정정하기 위해 상기 이미지 결합기에 의해 수신된 움직임 예측 데이터를 생성하도록 적응되는, 결합된 이미징 시스템.

명세서

기술 분야

<1> 본 발명은 광음향 및 초음파 이미징과 관련된 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 광음향(PA: PhotoAcoustic) 단층 촬영법은 최근에 부상하는 의료 이미징 양식이다(예를 들면, S.Manohar, A.Kharine, J.C.G.van Hespén, W.Steenbergen 및 T.G. van Leeuwen의 "The Twente Photoacoustic Mammoscope: System Overview and Performance"(Physics in Medicine and Biology, Vol.50, No. 11, pp.2543-2557, June 2005); M. Xu 및 L. Wang의 "Universal back-projection algorithm for photoacoustic computer tomography"(Physical Review E, Vol. 71, No. 1, pp. 16706, 2005)를 참조). 일반적으로, 짧은 레이저 펄스가 관심 대상(예를 들면, 인간 또는 동물 조직)에 발사된다. 레이저 에너지는 대상 내의 구조에 의해 흡수되고, 이는 급격한 온도 증가 및 열 팽창을 야기한다. 이러한 열 팽창은 초음파로 하여금 대상을 통하여 전파를 야기하며, 여기서 이들 초음파는 대상의 표면에 위치한 초음파 트랜듀서에 의해 수신된다. 이들 신호는 레이저의 파장으로 대상의 흡수 이미지를 생성하기 위해 빔형성될 수 있다. 레이저 방사선이 대상 내에서 흩어지므로, 조명이 강하게 집중되지 못하고, 이미지가 단일의 레이저 펄스로부터 형성될 수 있다. 신호 대 잡음비(SNR)를 증

가시킴을 위해, 이들 이미지의 수개가 평균화될 수 있다.

- <3> 초음파 이미징은 확립된 의료 이미징 양식이다. 이미지는 초음파 에너지의 집중한 펄스를 신체 내로 전송함으로써 형성된다. 이 펄스는 신체 내의 구조 사이에서의 경계에 의해 반사된다. 이 반사는 초음파 트랜듀서쪽으로 다시 전파되고 이후 빔형성되어 하나의 A-라인을 형성한다. 각 전송이 초음파 이미지의 하나의 라인을 형성하기 위해 사용된다. 초음파 이미지는 그러므로 복수의 전송에 의해 형성된다.
- <4> 최근에, 초음파 이미징과 결합한 광음향 이미징을 실행하는데 관심이 있다(J. Niederhauser, M. Jaeger, R. Lemor, P. Weber, 및 M. Frenz의 "Combined Ultrasound and Optoacoustic System for Real-Time High-Contrast Vascular Imaging In Vivo"(IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 24, No. 4, pp. 436-440, April 2005)를 참조). 지금까지, 이들 시스템은 2개 모드로 동작하며, 즉 비록 상당한 하드웨어 및 처리가 이미징의 양쪽 타입에 공통적일지라도, 선택된 모드에 따라, 광음향 또는 초음파 이미지를 생성한다.
- <5> 연구자들은 2개의 양식으로부터의 이미지가 나란히 디스플레이되는 시스템을 기술하고 있다(예를 들면, J. Niederhauser, M. Jaeger, R. Lemor, P. Weber, 및 M. Frenz의 "Combined Ultrasound and Optoacoustic System for Real-Time High-Contrast Vascular Imaging in Vivo"(IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 24, no. 4, pp. 436-440, April 2005)을 참조). 이 장치의 문제점은 동일한 해부학적 구조로부터 발생하는 2개 이미지에서의 특징을 식별하는 것이 어려울 수 있다는 것이다.
- <6> PA 이미지의 프레임 속도는 레이저의 펄스 반복 속도 및 충분한 신호 대 잡음비를 달성하기 위해 수개 펄스를 평균화할 (가능한) 필요성에 의해 제한된다. 일반적인 레이저의 펄스 반복 속도는 10Hz이다. 그러므로, 이는 PA 이미지의 최대 프레임 속도이다. 평균화는 이를 감소시킬 것이다. 이는 초음파 보다 현저하게 더 낮은 속도이다. 초음파 프레임 속도는 일반적으로는 10cm의 이미징 깊이 및 128개 이미지 라인에 대하여 60Hz이다. 만일 PA 이미지 및 초음파 이미지가 인터리빙된 방식으로 획득된다면, 따라서 속도는 감소될 수 있다. 예를 들면, 만일 PA 이미지가 10Hz에서 획득된다면, 초음파 프레임 속도는 5Hz 내지 55Hz 만큼씩 감소될 것이다.
- <7> PA 이미지의 비교적 낮은 프레임 속도는 상이한 PA 프레임 결합을 어렵게 만들 수 있다. 이는 수개 PA 프레임이 평균화되거나 또는 상이한 파장으로 획득된 PA 프레임이 비교되는 때 발생할 필요가 있다(예를 들면, X. Wang, Y. Pang, G. Ku, X. Xie, G. Stoica 및 L. Wang의 "Noninvasive laser-induced photoacoustic tomography for structural and functional in vivo imaging of the brain"(Nature Biotechnology, Vol. 21, No. 7, pp. 803-806, July 2003)을 참조). 이미징되는 대상(예를 들면, 인간 신체 또는 작은 동물)이 2개의 프레임이 획득되는 시간 사이에서 움직일 수 있다. 만일 프레임이 평균화된다면, 이는 결과로서 생기는 이미지의 공간 해상도를 감소시킬 것이다. 만일 프레임이 상이한 레이저 파장에 대응한다면, 움직임은 도 1b에 도시된 바와 같이, 오동작 및 가능하게는 아티팩트(artifact)를 야기할 것이다.
- <8> 도 1(a) 및 도 1(b)를 참조하면, 상이한 파장(람다 1 및 람다 2)으로 획득된 PA 프레임의 부정확한 등록으로부터 발생하는 아티팩트가 디스플레이된다. 그래프는 이미지를 통한 단면을 나타낸다. 가로 좌표는 픽셀값이다. 도 1(a)에서, 2개의 프레임이 정확하게 등록된다. 2개 파장의 이미지 사이에서의 정확한 비율은 흑색으로 도시된다. 도 1(b)에서, 람다 2 프레임은 프레임 사이의 시간 동안 움직임때문에 시프팅된다. 이제 이 비율은 이제 부정확하며 4번째 및 5번째 샘플에서 큰 아티팩트 값을 보인다.
- <9> 따라서, PA 및 초음파 이미지를 위한 효과적인 이미지 결합 시스템에 대한 필요성이 존재한다. 이들 및 다른 필요성은 본 발명의 어셈블리 및 방법에 의해 해소 및/또는 극복된다.

발명의 상세한 설명

- <10> 본 발명은 실시간으로 광음향 이미지 및 초음파 이미지를 생성하기 위한 시스템 및 방법을 제공한다. 본 발명과 결합하는 예시적인 이미지 시스템은, (a) 광음향 신호를 생성하는 수단; (b) (i) 초음파를 전송하고, (ii) 상기 초음파로부터 생성된 초음파 신호를 수신하며, (iii) 광음향 신호 수단으로부터 생성된 광음향 신호를 수신하도록 적응된 적어도 하나의 제 1 트랜듀서; (c) 상기 초음파 신호에 기초하여 움직임을 예측하도록 적응된 움직임 예측기; 및 (d) 수신된 초음파 및 광음향 신호 및 움직임 예측기로부터 생성된 초음파 데이터, 광음향 데이터 및 움직임 예측기 데이터를 수신하고 결합하고, 움직임을 정정하여 적어도 하나의 광음향 이미지를 생성하도록 적응된 이미지 결합기를 포함한다. 광음향 이미지는 움직임 예측기 데이터를 이용하여 이미지 결합기에 의해 움직임에 대하여 정정될 수 있다. 예시적인 이미지 결합기는 수신된 초음파 및 광음향 신호 및 움직임 예측기로부터 생성된 초음파 데이터, 광음향 데이터 및 움직임 예측기 데이터를 수신하고 결합하여 결합 이미지를 생성하

도록 적응된다.

- <11> 본 발명에 따른 예시적인 시스템에서, 결합 이미지는 프레임 버퍼에 의해 수신되며, 이 프레임 버퍼는, (i) 이미지 결합기로부터 생성된 결합 이미지 출력을 저장하고, (ii) 디스플레이 수단쪽으로 결합 이미지를 전송하도록 적응된다. 전형적으로는, 광음향 신호 수단은 샘플 내의 광음향 신호를 생성하도록 적응된 조명 시스템에 의해 성취된다. 일반적으로는, 이 조명 시스템은 레이저와 같은 에너지 빔에 의해 특징화된다. 디스플레이 수단은 일반적으로 의료 이미징을 위해 사용되는 LCD 또는 CRT와 같은 임의 디스플레이 시스템일 수 있다.
- <12> 예시적인 실시예에서, 프레임 버퍼는 약 55Hz의 속도로 일련의 결합 이미지를 전송하도록 적응된다. 전형적으로는, 수신된 초음파 신호는 초음파 빔형성기에 의해 빔형성되어 일련의 무선 주파수 신호를 생성한다. 무선 주파수 신호의 일부는 움직임 예측기에 의해 수신되고 나머지 부분이 검출되고 초음파 스캔 컨버터를 통과하여 이미지 결합기에 의해 수신되도록 적응되는 초음파 이미지를 생성한다. 예시적인 실시예에서, 모든 무선 주파수 신호는 PA 이미징에서의 움직임 왜곡을 정정하도록 PA 이미지만을 생성하는 때 움직임 예측기에 의해 수신된다. 일반적으로는, 초음파 신호 통로는 필터링, 검출 및 혼합을 포함하는 일련의 스테이지 통과를 포함한다. 이 움직임 예측기가 이미지 결합기에 의해 수신될 보상 신호를 생성하도록 적응된다. 본 발명과 결합된 예시적인 이미지 결합기가 약 55Hz의 속도로 초음파 이미지 신호를 수신하도록 적응된다.
- <13> 예시적인 실시예에서, 수신된 광음향 신호는 이미지 결합기에 의해 수신된 광음향 이미지를 생성하도록 적응된 광음향 스캔 컨버터를 통과한다. 본 발명에 따른 예시적인 이미지 결합기가 약 10Hz의 속도로 광음향 이미지 신호를 수신하도록 적응된다. 전형적으로는, 움직임 예측기가 무선 주파수 신호의 일부에 기초하여 대상의 움직임을 예측하도록 적응된다. 예시적인 실시예에서, 초음파 신호가 펄스된 도플러 모드로 생성될 수 있다.
- <14> 본 발명에 따른 예시적인 이미지 결합기가 수신된 초음파 신호로부터 생성되는 데이터 및 수신된 광음향 신호로부터 생성되는 데이터를 포함하는 결합 프레임 시퀀스를 생성하도록 적응된다. 이 결합 프레임 시퀀스는 프레임 버퍼에 전송된다. 이미지 결합기가 수신된 광음향 신호의 공간적 및 시간적 보간 및 재샘플링을 실행하도록 적응되어야 한다. 전형적으로는, 이 이미지 결합기가 적응되어 적어도 하나의 초음파 이미지 및 적어도 하나의 광음향 이미지의 픽셀값의 결합에 기초하여 출력 프레임을 생성한다.
- <15> 예시적인 실시예에서, 디스플레이 수단이 적응되어, 각 이미지에서의 대응하는 해부학적 특징이 식별될 수 있도록 상이한 이미지가 공간적으로 등록되는 것을 허용한다. 이 디스플레이 수단이 적응되어, 단지 광음향 이미지만을 디스플레이, 나란히 광음향 이미지와 초음파 이미지를 디스플레이, 초음파 이미지 상에 광음향 이미지를 중첩, 어느 광음향 픽셀이 디스플레이될지를 선택하도록 도플러 정보를 이용, 및 도플러와 광음향 산소화 정보를 결합으로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 디스플레이 옵션으로 이미지를 디스플레이한다.
- <16> 본 발명은 샘플의 이미지를 결합하는 예시적인 방법을 기술하며, 이 방법은, (a) 광음향 신호를 생성하도록 적응된 조명 시스템을 이용하여 샘플을 조명하는 단계; (b) 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하도록 적응되는 초음파 전송 수단을 이용하여 상기 샘플쪽으로 초음파를 전송하는 단계; (c) 초음파 이미징 수단을 통하여 수신된 초음파 신호의 일부로부터 초음파 이미지를 생성하는 단계; (d) 움직임 예측기를 통하여 수신된 초음파 신호의 나머지 부분으로부터 움직임 예측을 생성하는 단계; (e) 광음향 이미징 수단을 통하여 수신된 광음향 신호로부터 광음향 이미지를 생성하는 단계; 및 (f) 상기 초음파 이미지, 움직임 예측 및 광음향 이미지를 디스플레이 수단쪽으로 결합 이미지를 전송하도록 적응된 이미지 결합기에서 결합하는 단계를 포함한다.
- <17> 개시된 시스템 및 방법의 추가적인 특징, 기능 및 이익은 이어지는 설명으로부터 특히 첨부된 도면과 결합하여 읽는 경우 명백해질 것이다.
- <18> 개시된 시스템 및 방법을 만들고 이용함에 있어 당업자를 돕기 위해, 첨부된 도면이 참조된다.

실시예

- <21> 본 발명은 광음향(PA: PhotoAcoustic) 및 초음파 이미지를 결합하는 시스템 및 방법에 대한 것이다. 이러한 시스템 및 방법은 PA 또는 초음파 이미지 생성 수단을 사용하여 이미지를 생성할 수 있다. 이들 이미지의 획득은 인터리빙되어, 사용자의 관점으로부터, 이들 이미지가 동시에 획득되도록 나타날 수 있다. 2개의 이미징 양식은 상이한 콘트라스트 메커니즘에 의존하고, 이들은 그러므로 상이한 정보를 생성할 것이다. 예를 들면, 초음파 이미지는 상이한 음향 임피던스를 갖는 상이한 조직 사이의 경계를 보여주며, 반면에 PA 이미지는 사용된 해당 광학 파장에서 레이저 에너지의 흡수를 보여준다.
- <22> 본 발명에 따른 시스템은 동일한 대상의 PA 및 초음파 이미지를 동시에 디스플레이하기 위해 사용된다. 본 발명

과 결합된 시스템의 예시적인 실시예는 결합 이미지를 생성하기에 앞서 2개 이미지(PA 및 초음파)의 공간적 및 시간적 보간을 실행하는 이미지 결합기를 포함한다. 이후, 이 결합 이미지가 CRT 및/또는 LCD와 같은 디스플레이 수단상에 디스플레이된다. 예시적인 실시예에서, 이 결합 이미지는 또한 데이터로서 프린터, 하드 디스크, 콤팩트 디스크, 및/또는 플래시 드라이브와 같은 데이터 스토리지 또는 처리 수단쪽으로 전송될 수 있다. 본 발명에 따른 예시적인 이미지 결합기는 초음파 데이터로부터 획득된 움직임 예측을 이용하여 광음향 이미지를 개선할 수 있는데, 즉 그 명백한 프레임 속도를 증가시키고, 연속적인 프레임을 등록시켜 아티팩트를 감소시킨다. 예시적인 결합된 시스템은 공간적으로 그리고 시간적으로 등록된 결합된 초음파 및 PA 이미지를 생성할 수 있다.

<23> 도 2를 참조하면, 결합된 PA 및 초음파 이미징 시스템을 위한 예시적인 이미지 결합기의 개략도가 도시된다. 본 발명에 따른 예시적인 시스템은 초음파 신호 통로, PA 신호 통로, 움직임 예측기, 프레임 버퍼 및 디스플레이와 결합하여 사용된다. 초음파 이미지는 전형적으로 트랜듀서, 초음파 빔형성기 및 초음파 스캔 컨버터를 이용하여 형성된다. 이들 컴포넌트는 현재의 현대식 초음파 기계에서 일반적으로 발견되는 컴포넌트와 동일할 수 있다. 초음파 에너지는 초음파 빔형성기와 트랜듀서를 사용하여 일련의 초점이 맞추어진 빔으로 전달된다. 트랜듀서에 의해 수신된 에너지는 이후 빔형성되어 A-라인으로 알려진 대응하는 일련의 무선 주파수(RF)를 생성한다. 이들 신호가 검출되고 이후 스캔 변환되어 B-모드 초음파 이미지를 형성한다. 또한 동일한 컴포넌트가 펄스된 도플러 모드로 사용되어 움직임을 검출 및 측정할 수 있다.

<24> PA 신호는 짧은 레이저 펄스를 이용하여 대상을 조명함으로써 생성된다. 이 신호는 PA 및 초음파 신호 통로에 공통인 트랜듀서에 의해 수신된다. 이 신호는 PA 빔형성기를 통과하고, 이는 이들이 공간적으로 국부화되는 것을 허용한다. PA 스캔 컨버터는 이후 이 신호를 재샘플링하고 PA 이미지를 생성하기 위해 사용된다. 예시적인 실시예에서, 단일 트랜듀서가 사용되어 초음파를 전송하고 전송된 초음파에 의해 생성된 초음파 신호를 수신하고 PA 신호를 수신한다. 그러나, 본 발명과 결합되는 시스템은 복수의 트랜듀서를 가지는 실시예를 포함한다. 예시적인 실시예에서, 제 1 트랜듀서는 초음파를 전송하고 제 2 트랜듀서는 전송된 초음파에 의해 생성된 초음파 신호를 수신하고 PA 신호를 수신한다.

<25> 움직임 예측기가 사용되어 초음파 데이터를 이용하여 대상의 움직임을 예측한다. 움직임 예측을 성취하기 위해, 동일한 이미지 위치로부터 다른 시간에 수신된 신호를 비교하는 것이 필수적이다. 이는 이 RF A-라인 신호가 검출되고 스캔 변환되기 전에 이 라인 신호를 이용하여 이루어질 수 있다. 따라서, 축상의 움직임을 매우 정확하게 예측하는 것이 가능하다. 이러한 움직임 예측 방법은 이전에 탄성 초음파 영상(elastography)에서 사용되었다(예를 들면, E. E. Konofagou, T. Harrigan, 및 J. Ophir의 "Shear strain estimation and lesion mobility assessment in elastography"(Ultrasonics, Vol. 38, No. 1-8, pp. 400-4, 2000); J. Ophir, S. K. Alam, B. Garra, F. Kallel, E. Konofagou, T. Krouskop, 및 T. Varghese의 "Elastography: ultrasonic estimation and imaging of the elastic properties of tissues"(Proceedings of the Institution of Mechanical Engineer. Part H, Journal of Engineering in Medicine, Vol. 213, No.3, pp. 203-33, 1999); J. Ophir, I. Cespedes, H. Ponnekanti, Y. Yazdi, 및 X. Li의 "Elastography: a quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues"(Ultrasonic Imaging, Vol. 13, No. 2, pp. 111-34, 1991)를 참조). 전술한 간행물의 내용은 참조로 여기에 병합되어 있다.

<26> 또한, 스펙클 추적을 이용하여 일련의 초음파 이미지로부터 움직임을 예측하는 것이 가능하다(검출 및 스캔 변환 이후)(예를 들면, E. J. Chen, R. S. Adler, P. L. Carson, W. K. Jenkins, 및 W. D. O'Brien, Jr.,의 "Ultrasound tissue displacement imaging with application to breast cancer"(Ultrasound in Medicine and Biology, Vol. 21, No. 9, pp. 1153-62, 1995); M. O'Donnell, A. R. Skovoroda, B. M. Shapo, 및 S. Y. Emelianov의 "Internal displacement and strain imaging using ultrasonic speckle tracking"(IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, Vol. 41, No. 3, pp. 314-25, May 1994)를 참조). 예시적인 실시예에서, 움직임 예측기는 초음파 빔형성기 및 초음파 이미지로부터의 신호를 수신하여 움직임 예측을 생성한다.

<27> 추가의 대안적인 예측 방법은 특정 도플러 시퀀스로부터 유도된 도플러 정보를 이용하는 단계를 포함한다(예를 들면, D. A. Christensen의 "Ultrasonic Bioinstrumentation"(John Wiley & Sons, 1988)을 참조). 전술한 간행물의 내용은 참조로 여기에 병합되어 있다. 초음파 이미지 생성기는 움직임 예측을 실행하기 위해 콘트라스팅 구조(contrasting structure)를 포함할 필요가 없는 것으로 이해된다. 이 움직임 예측은 균일한 스펙클 텍스처(speckle texture)의 영역상에서 실행될 수 있다.

- <28> 초음파 신호로부터 추출된 움직임 정보가 초음파 이미지 상에 디스플레이될 수 있다. 상업적인 초음파 스캐너는 전형적으로 연속과 도플러, 컬러 도플러, 파워 도플러 및 펄스된 도플러 모드를 포함한다. 일부는 또한 탄성 초음파 영상, 도플러 스트레인 속도 이미징 및 조직 도플러 이미징의 특징을 이룬다.
- <29> 본 발명에 따른 예시적인 이미지 결합기는 적어도 다음의 2개의 기능을 실행할 수 있다:
- <30> 1. PA 이미지 시퀀스의 공간 및 시간적 보간 및 재샘플링, 따라서 초음파 신호로부터 유도된 움직임 예측을 이용; 및
- <31> 2. 하나 이상의 초음파 이미지 및 하나 이상의 PA 이미지의 픽셀값의 결합에 기초하여 출력 프레임을 생성.
- <32> 이미지 결합기의 출력은 전형적으로는 초음파 및 PA 정보 둘 다를 포함하는 결합 프레임 시퀀스이다. 이 정보는 전형적으로는 프레임 버퍼 내에 저장된다. 이 프레임 버퍼는 디스플레이 수단 상에 순서적으로 디스플레이되도록 적응된 복수의 프레임을 포함한다. 예시적인 디스플레이 수단은 CRT, LCD, 또는 임의의 다른 타입의 정보 디스플레이 시스템을 포함하지만, 이에 한정되지 않는다.
- <33> 본 발명에 따른 시스템은 단일 디스플레이 수단 상에 디스플레이될 초음파 및 PA 양식에 의해 획득된 이미지를 허용하도록 적응된다. 더욱이, 예시적인 시스템은 비록 이들 이미지가 상이한 속도로 획득될지라도, 이들이 동일한 속도로 디스플레이되는 것을 허용한다. 예시적인 시스템은 2개 이미지에서의 대응하는 해부학적 특징이 식별되도록, 상이한 이미지가 공간적으로 등록되는 것을 허용한다. 본 발명과 결합되는 추가 측면은 상이한 PA 이미지가 결합되기 전에 등록되는 것을 허용하는 단계를 포함하며, 따라서 이는 오동작 아티팩트를 감소시킨다.
- <34> PA 이미지 시퀀스의 공간 및 시간적 재샘플링은 다음과 같이 기능한다:
- <35> 1. 공간 재샘플링: PA 이미지는 초음파 이미지로부터 상이한 공간 격자상에 재구성될 수 있다. 그러므로, PA 이미지가 초음파 이미지 상에 중첩될 수 있기 전에 PA 이미지의 공간 보간 및 재샘플링이 요구된다. 이러한 기능성은 PA 스캔 변환 모듈 내에서 실행될 수 있다. 그러나, 공간 재샘플링(증가된 정확도, 또는 더 적은 계산을 위해) 이전에, 복수의 PA 프레임을 결합하기와 같은 특정 동작을 실행하는 것이 바람직할 수 있다(예를 들면, P. Thevenaz, T. Blu, 및 M. Unser의 "Interpolation revisited [medical images application]"(Medical Imaging, IEEE Transactions, Vol. 19, No. 7, pp. 739-758, 2000)를 참조).
- <36> 2. 초음파없는 시간적 업 샘플링: PA 프레임은 비디오를 위해 개발된 표준 기술을 이용하여 시간적으로 업샘플링될 수 있다(예를 들면, H. A. Karim, M. Bister, 및 M. U. Siddiqui의 "Low rate video frame interpolation - challenges and solution"(in Proc. Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2003. Proceedings. (ICASSP '03), 2003 IEEE International Conference, 2003년도, Vol. 3, pp. III-117-20 vol.3.)를 참조). 이는 PA 프레임이 각 초음파 프레임에 대해 보간되는 것을 허용한다. 대안적으로는, PA 프레임 및 초음파 프레임 둘 다가 비디오 디스플레이 속도에 따라 보간될 수 있다.
- <37> 3. 인식된 PA 리플레시 속도를 증가시키기 위해 초음파 움직임 정보를 이용: 예시적인 PA 이미징 시스템을 위한 최대 프레임 속도는 전형적으로 약 10Hz이다. 이 속도로 리플레시되는 이미지는 사용자에게 "갑작스런 움직임(jerky)"으로 보이게 될 것이다. 본 발명과 결합된 예시적인 시스템을 이용하면, 이미지 내의 대상의 움직임 및 변형이 움직임 예측기에 의해 검출 및 예측될 수 있다. 이후, 초음파 움직임 필드(이는 전형적으로는 55Hz에서 측정됨)가 사용되어 PA 이미지를 와핑(warp)할 수 있다. 와핑된 PA 이미지가 이후 65Hz 속도로 디스플레이될 수 있다.
- <38> 4. 결합하기 전에 PA 이미지를 등록하기 위해 초음파 움직임 정보를 이용: 위에 언급된 바와 같이, 적당하게 등록되지 않은 2개의 PA 프레임을 결합하는 것은 블러(blurring) 또는 다른 아티팩트를 야기할 수 있다. 초음파 움직임 필드가 사용되어 PA 프레임 획득 사이의 간격 동안 발생한 대상의 변형을 예측할 수 있다. 이후, 움직임 필드가 사용되어 양쪽 프레임이 대상의 동일한 구성에 대응하도록 PA 프레임 중 하나를 와핑할 수 있다. 이는 블러 또는 다른 아티팩트를 감소시킬 것이다.
- <39> 5. PA 이미지의 어느 부분이 결합할지를 결정하기 위해 초음파 움직임 정보를 이용: 특정 PA 이미지의 시야 내에 있는 일부 구조가 너무 빨리 움직여 초음파 움직임 예측기에 의해 정확하게 추적되지 않는 것이 가능하다. 이러한 급속한 움직임은 여전히 움직임 예측기에 의해 표시될 수 있을 것이다. 예를 들면, 스펙클 추적 알고리즘에서의 상관값은 특정 임계값 미만일 수 있다. 와핑에 의해 이미지의 이들 부분을 등록하려 시도하기 보다는, 오히려 PA 프레임의 이들 부분을 결합하지 않는 것이 유리할 수 있다.
- <40> 6. 탐침 위치에서의 큰 변화가 발생하는 시간을 검출하고 평균화를 중지하기 위해 초음파 정보를 이용: 위에 언

급된 바와 같이, 충분한 신호 대 잡음비(SNR: Signal-to-Noise Ratio)를 달성하기 위해 수개의 PA 프레임을 평균하는 것이 필수적일 수 있다. 이는 예시적인 시스템의 시간적 해상도를 감소시키고 이미지에 지속성(persistence)을 제공한다. 이는 단점을 가지는데, 왜냐하면 탐침이 신체의 상이한 부분으로, 또는 상이한 방향으로 움직이는 때, 비록 이전 이미지가 매우 상이한 해부에 대응할지라도, 이 이전 이미지가 지속될 것이라는 점 때문이다. 이전 이미지가 새로운 이미지 상에 겹치지 않도록, 초음파가 사용되어 이러한 조건을 검출하고 평균화를 리셋할 수 있다. 이러한 시나리오에서, 충분한 (등록된) 이미지가 평균화기에 이용가능하고 충분한 SNR를 갖는 양호한 이미지를 생성하는데 이용 가능할 때까지 수 프레임 동안 PA 이미지의 디스플레이를 중지하는 것이 또한 적절할 수 있다.

- <41> 본 발명에 따른 결합된 이미징 시스템은 다음을 포함하는 수개의 디스플레이 옵션을 성취하도록 적용될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다:
- <42> 1. PA 이미지만 디스플레이: PA 이미지는 여전히 위에 기술된 초음파 움직임 정보에 의해 향상될 수 있다.
- <43> 2. PA 및 초음파 이미지를 나란히 디스플레이: 이미지는 비록 이들이 상이한 속도로 획득되었을 지라도, 동일한 (비디오) 속도로 디스플레이된다.
- <44> 3. 초음파 이미지 상에 PA 이미지를 중첩: 게다가, PA 이미지는 초음파 이미지를 디스플레이하기 위해 사용된 상이한 컬러맵(color-map)을 이용하여 디스플레이될 수 있다. 이 PA 이미지는 임계 미만의 픽셀이 투명하게 나타나고 사용자가 뒤에 있는 초음파 이미지를 "때뚫어 볼 수 있도록(see through)" 임계에서 설정될 수 있다. 이 이미지의 역할은 역전되어 초음파 이미지가 PA 이미지 상에 중첩될 수 있다.
- <45> 4. 어느 PA 픽셀이 디스플레이되는지를 선택하도록 도플러 정보를 이용: 초음파로부터의 도플러 신호(컬러 도플러, 또는 파워 도플러)가 사용되어 이미지 스캔 내에 움직임이 있는 위치를 검출할 수 있다. PA 이미지가 이 도플러 신호가 특정 임계 설정을 초과하는 픽셀 상에만 컬러 중첩으로서 디스플레이될 것이다. 예를 들면, 혈액은 PA 이미징을 위해 보통 사용되는 광 파장에 대하여 강한 흡수제이다. 결과로서 발생하는 이미지는 따라서 특정 속도 이상으로 움직이는 혈액의 이미지가 될 것이다.
- <46> 5. 도플러 및 PA 산소화 정보를 결합: 2개의 상이한 파장의 PA 이미지를 비교함으로써, 혈액의 산소화를 결정하는 것이 가능하다. 이 산소화 값은 도플러 신호로부터 도출된 속도와 곱해질 수 있으며, 결과가 사용자에게 이미지로서 디스플레이될 수 있다. 이 이미지는 산소가 이미징되고 있는 혈관으로 수송되고 있었던 속도의 측정일 것이다.
- <47> 본 발명과 결합된 예시적인 시스템을 위한 가능한 사용의 예는 인간 또는 작은 동물의 의료 이미징을 포함하나, 이에 한정되지 않는다. 예시적인 이미징 시스템이 예를 들면, 필립스 iU22 또는 iE33과 같은 현재의 현대식 초음파 기계에 더해질 수 있다.
- <48> 비록 본 발명이 예시적인 실시예 및 이들의 구현예를 참조하여 기술되었을 지라도, 개시된 시스템 및 방법은 이러한 예시적인 실시예/구현예에 제한되지 않는다. 오히려, 본 명세서에 제공된 설명으로부터 당업자에게 쉽게 명백하게 되는 바와 같이, 개시된 시스템 및 방법은 본 발명의 기술 사상 또는 범위를 벗어나지 않으면서도 수정, 변경 및 개선되기 쉽다. 따라서, 본 발명은 명백히 이러한 수정, 변경 및 개선을 본 발명의 범위 내에 포함한다.

산업상 이용 가능성

- <49> 본 발명은 광음향 및 초음파 이미징과 관련된 시스템 및 방법에 이용가능하다. 이 시스템은, (a) 광음향 신호를 생성하는 수단; (b) (i) 초음파를 전송하고, (ii) 상기 초음파로부터 생성된 초음파 신호를 수신하며, (iii) 광음향 신호 수단으로부터 생성된 광음향 신호를 수신하도록 적용된 적어도 하나의 제 1 트랜듀서; (c) 상기 초음파 신호에 기초하여 움직임을 예측하도록 적용된 움직임 예측기; 및 (d) 수신된 초음파 및 광음향 신호 및 움직임 예측기로부터 생성된 초음파 데이터, 광음향 데이터 및 움직임 예측기 데이터를 수신하고 결합하여, 움직임을 정정하여 적어도 하나의 광음향 이미지를 생성하도록 적용된 이미지 결합기를 포함한다.

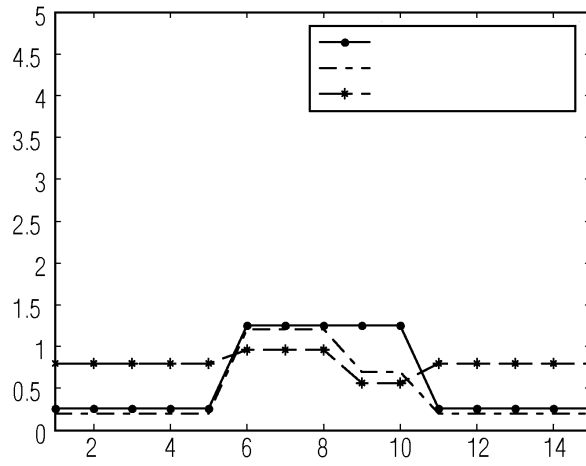
도면의 간단한 설명

- <19> 도 1a 및 도 1b는 상이한 파장으로 획득된 PA 프레임의 부정확한 등록으로부터 발생하는 아티팩트를 예시하는 그래프.

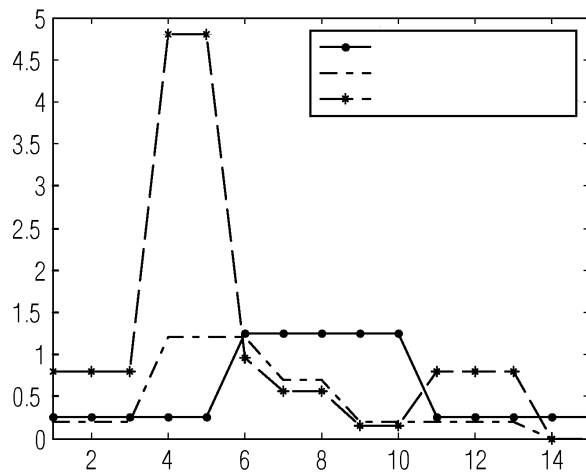
<20> 도 2는 본 발명과 결합되는 결합된 PA 및 초음파 이미저 시스템을 예시하는 개략도.

도면

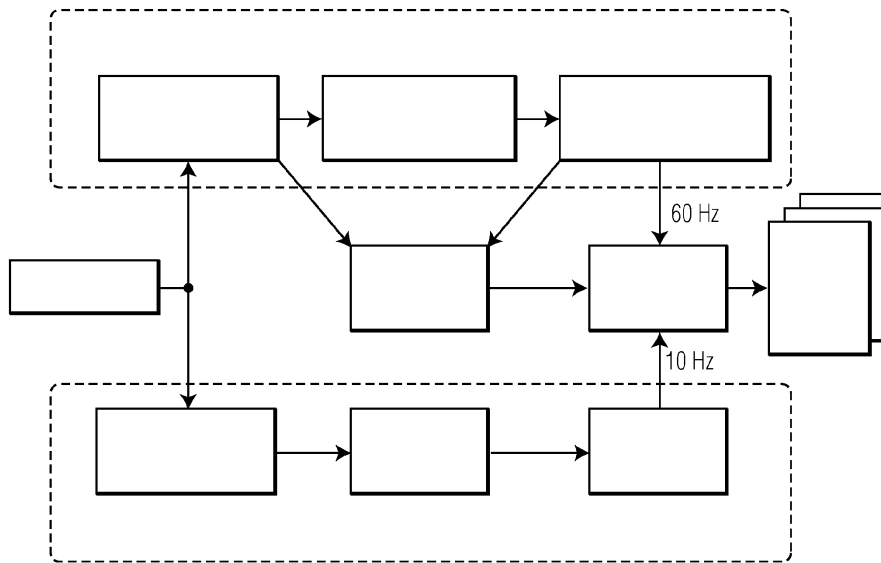
도면1a



도면1b



도면2



专利名称(译)	组合光声和超声成像系统		
公开(公告)号	KR1020090088909A	公开(公告)日	2009-08-20
申请号	KR1020097012565	申请日	2007-12-19
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	科宁欣克利凯恩菲利普斯日元.V.		
当前申请(专利权)人(译)	科宁欣克利凯恩菲利普斯日元.V.		
[标]发明人	BURCHER MICHAEL		
发明人	BURCHER, MICHAEL		
IPC分类号	A61B8/14 G01N21/17 G01S7/52		
CPC分类号	A61B5/7207 A61B8/5276 A61B8/08 A61B5/0059 G01N21/1702 G01S15/899 A61B8/488 G01S7/52074 A61B5/0095 A61B8/5238 A61B8/14 A61B8/4416 A61B5/0035 A61B8/5261		
代理人(译)	MOON , KYOUNG金		
优先权	60/870713 2006-12-19 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的目的是提供一种系统，该系统适用于同时显示同一物体的光声和超声图像。在图像合并创建组合图像之前，它可以强制执行时间插值。此后，该组合图像显示在诸如LCD和CRT的显示器中。该系统可以使用从超声数据获得的运动来改善光声图像。并且明显的帧速率随之增加。注册连续帧并减少伪像。可以创建组合的超声和光声图像，其中该系统在空间上在时间上被登记。光声，超声波，成像，断层扫描，图像。

