



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월26일
(11) 등록번호 10-2014104
(24) 등록일자 2019년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 8/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7016152
(22) 출원일자(국제) 2015년12월01일
심사청구일자 2017년06월13일
(85) 번역문제출일자 2017년06월13일
(65) 공개번호 10-2017-0082630
(43) 공개일자 2017년07월14일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/083773
(87) 국제공개번호 WO 2016/088758
국제공개일자 2016년06월09일
(30) 우선권주장
JP-P-2014-243189 2014년12월01일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2011014152 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
고쿠리츠켄큐카이하츠호진 상교기쥬츠 소고켄큐쇼
일본 도쿄도 치요다쿠 카스미가세키 1-3-1
(72) 발명자
사카나시 히데노리
일본 이바라키켄 츠쿠바시 우메조노 1쵸메 1-1
츠크바 센트럴 1 고쿠리츠켄큐카이하츠호진 상교
기쥬츠 소고켄큐쇼 나이
노사토 히로카즈
일본 이바라키켄 츠쿠바시 우메조노 1쵸메 1-1
츠크바 센트럴 1 고쿠리츠켄큐카이하츠호진 상교
기쥬츠 소고켄큐쇼 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
하영욱

전체 청구항 수 : 총 21 항

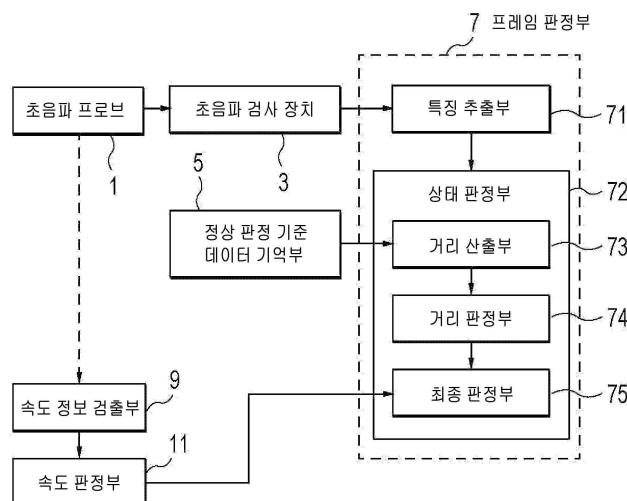
심사관 : 김석호

(54) 발명의 명칭 초음파 검사 시스템 및 초음파 검사 방법

(57) 요약

초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임으로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변을 자동 검출하는 초음파 검사 시스템의 검출 정밀도를 높인다. 프레임 판정부(7)의 특징 추출부(71)는 검사자가 초음파 프로브(1)를 피험자에 대하여 조작하여 초음파 검사 장치(3)로부터 얻은 신체의 동영상의 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출한다. 최종 판정부(75)는 상기 프레임이 병변의 화상을 포함하는 이상 프레임이라고 판단할 수 있는 것이어도 초음파 프로브(1)의 속도가 정상 속도가 아니라고 속도 판정부가 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 정상 프레임이라고 판정한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이와타 마사야

일본 이바라키켄 츠쿠바시 우메조노 1쵸메 1-1 츠쿠바 센트럴 1 고쿠리츠켄큐카이하츠호진 상교기쥬츠 소고켄큐쇼 나이

타카하시 에이이치

일본 이바라키켄 츠쿠바시 우메조노 1쵸메 1-1 츠쿠바 센트럴 1 고쿠리츠켄큐카이하츠호진 상교기쥬츠 소고켄큐쇼 나이

야마자키 유우다이

일본 이바라키켄 츠쿠바시 우메조노 1쵸메 1-1 츠쿠바 센트럴 1 고쿠리츠켄큐카이하츠호진 상교기쥬츠 소고켄큐쇼 나이

(56) 선행기술조사문헌

JP07299068 A

W02012011579 A1

KR1020140065594 A

JP5710383 B2

명세서

청구범위

청구항 1

초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변의 유무를 검사하는 초음파 검사 시스템으로서,

규정의 속도 범위 내의 속도로 초음파 프로브를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 기억하는 정상 판정 기준 데이터 기억부와,

검사자가 상기 초음파 프로브를 상기 피험자에 대하여 조작하여 상기 초음파 검사 장치로부터 얻은 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하는 특징 추출부와, 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 정상 판정 기준 데이터에 의거하여 상기 프레임이 상기 병변을 포함하지 않는 정상 프레임인지 상기 병변을 포함하는 이상 프레임인지를 판정하는 상태 판정부를 포함하는 프레임 판정부와,

각 프레임에 대하여 상기 검사자가 조작하는 상기 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보를 취득하는 속도 정보 검출부와,

상기 속도 정보 검출부가 취득한 상기 속도 정보로부터 얻은 상기 초음파 프로브의 속도가 상기 규정의 속도 범위를 기준으로 하여 미리 정한 역치를 초과하고 있지 않는 경우에는 정상 속도라고 판정하는 속도 판정부를 구비하고,

상기 프레임 판정부의 상기 상태 판정부는 상기 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 정상 판정 기준 데이터에만 의거하여 상기 프레임이 상기 이상 프레임이라고 판단할 수 있는 것이어도 상기 초음파 프로브의 속도가 상기 정상 속도가 아니라고 상기 속도 판정부가 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 상기 정상 프레임이라고 판정하는 것을 특징으로 하는 초음파 검사 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프레임 판정부는 컴퓨터를 이용하여 실현되고 있는 초음파 검사 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 소정의 분석 방법이 부분 공간법으로 이루어지고,

상기 정상 판정 기준 데이터 기억부에는 상기 추출 결과를 주성분 분석함으로써 얻은 정상 부분 공간이 상기 정상 판정 기준 데이터로서 기억되어 있고,

상기 프레임 판정부의 상기 상태 판정부는,

상기 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 정상 부분 공간의 거리를 산출하는 거리 산출부와,

상기 거리가 미리 정한 역치를 초과하고 있는지 아닌지에 의해 정상 거리인지 아닌지를 판정하는 거리 판정부와,

상기 거리 판정부가 상기 정상 거리라고 판정하고 있을 때 및 상기 거리 판정부가 상기 정상 거리가 아니라고 판정하고 또한 상기 속도 판정부가 상기 정상 속도가 아니라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 상기 정상 프레임이라고 판정하고, 상기 거리 판정부가 상기 정상 거리가 아니라고 판정하고 또한 상기 속도 판정부가 상기 정상 속도라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임을 상기 이상 프레임이라고 판정하는 최종 판정부로 이루어

지는 초음파 검사 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 정상 판정 기준 데이터를 추출할 때 있어서의 상기 소정의 분석 방법이 1 클래스 서포트 벡터 머신을 사용한 분석 방법이며, 정상 프레임만을 학습하여 정상 프레임의 정상 클래스를 상기 정상 판정 기준 데이터라고 정하고,

상기 프레임 판정부에서는 상기 프레임의 분석 데이터가 상기 정상 클래스에 들어가는지 아닌지에 의해 정상 프레임인지 아닌지를 판정하는 초음파 검사 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 속도 정보 검출부는 상기 초음파 프로브의 위치·자세 정보로부터 상기 속도에 관한 속도 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 초음파 검사 시스템.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 거리 판정부에 있어서의 상기 미리 정한 역치는 ROC 해석을 이용하여 결정되는 초음파 검사 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 속도 판정부에 있어서의 상기 미리 정한 역치(T_s)는 학습한 유선 초음파 화상에 있어서의 프로브의 평균 이동 속도(u)와 그 표준편차(σ), 파라미터(k)를 사용한 수식 $T_s = u + k \times \sigma$ 에 의해 정해지고, 여기서 파라미터(k)는 실험에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 초음파 검사 시스템.

청구항 8

초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변의 유무를 검사하는 초음파 검사 시스템으로서,

초음파 프로브를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 상기 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보에 의거하여 상기 속도의 변화의 영향을 추출 결과가 받는 것을 억제하도록 시간축 방향의 상관의 폭을 나타내는 시간축 상관폭을 조정하면서 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 기억하는 정상 판정 기준 데이터 기억부와,

검사자가 상기 초음파 프로브를 상기 피험자에 대하여 조작하여 상기 초음파 검사 장치로부터 얻은 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하는 특징 추출부와, 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 정상 판정 기준 데이터에 의거하여 상기 프레임이 상기 병변을 포함하지 않는 정상 프레임인지 상기 병변을 포함하는 이상 프레임인지를 판정하는 상태 판정부를 포함하는 프레임 판정부와,

각 프레임에 대하여 상기 검사자가 조작하는 상기 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보를 취득하는 속도 정보 검출부를 구비하고,

상기 프레임 판정부의 상기 특징 추출부는 상기 속도에 관한 속도 정보에 의거하여 시간축 방향의 상관의 폭을 나타내는 시간축 상관폭을 상기 추출 결과가 받는 상기 속도의 변화의 영향을 억제하도록 조정하는 기능을 갖고 있고,

상기 프레임 판정부의 상기 상태 판정부는 상기 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 정상 판정 기준 데이터에만 의거하여 상기 프레임이 상기 정상 프레임인지 상기 이상 프레임인지를

판정하는 것을 특징으로 하는 초음파 검사 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 소정의 분석 방법이 부분 공간법으로 이루어지고,

상기 정상 판정 기준 데이터 기억부에는 상기 추출 결과를 주성분 분석함으로써 얻은 정상 부분 공간이 상기 정상 판정 기준 데이터로서 기억되어 있고,

상기 프레임 판정부의 상기 상태 판정부는,

상기 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 정상 부분 공간의 거리를 산출하는 거리 산출부와,

상기 거리가 미리 정한 역치를 초과하고 있는지 아닌지에 의해 정상 거리인지 아닌지를 판정하는 거리 판정부와,

상기 거리 판정부가 상기 정상 거리라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 상기 정상 프레임이라고 판정하고, 상기 거리 판정부가 상기 정상 거리가 아니라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임을 상기 이상 프레임이라고 판정하는 최종 판정부로 이루어지는 초음파 검사 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 특징 추출부는 상기 속도 정보로부터 얻은 상기 초음파 프로브의 속도의 크기에 따라 광의 단조 감소하는 관계에서 상기 시간축 상관폭을 조정하는 초음파 검사 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 특징 추출부는 단계적으로 큰 값이 되는 복수의 속도 역치 범위와, 상기 복수의 속도 역치 범위에 대응한 복수의 시간축 상관폭을 준비하고, 상기 초음파 프로브의 속도와 상기 복수의 속도 역치 범위를 비교하여 상기 초음파 프로브의 속도에 대응한 상기 시간축 상관폭을 선택하도록 구성되어 있는 초음파 검사 시스템.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 정상 판정 기준 데이터를 추출할 때에 있어서의 상기 소정의 분석 방법이 1 클래스 서포트 벡터 머신을 사용한 분석 방법이며, 정상 프레임만을 학습하여 정상 프레임의 정상 클래스를 상기 정상 판정 기준 데이터라고 정하고,

상기 프레임 판정부에서는 상기 프레임의 분석 데이터가 상기 정상 클래스에 들어가는지 아닌지에 의해 정상 프레임인지 아닌지를 판정하는 초음파 검사 시스템.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 속도 정보 검출부는 상기 초음파 프로브의 위치·자세 정보로부터 상기 속도에 관한 속도 정보를 산출하는 것을 특징으로 하는 초음파 검사 시스템.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 거리 판정부에 있어서의 상기 미리 정한 역치는 ROC 해석을 이용하여 결정되는 초음파 검사 시스템.

청구항 15

초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변의 유무를 검사하기 위해서 컴퓨터를 이용하는 초음파 검사 방법으로서,

상기 컴퓨터를 이용해서,

규정의 속도 범위 내의 속도로 초음파 프로브를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 학습하여 정상 판정 기준 데이터 기억부에 기억하는 학습 스텝과,

검사자가 상기 초음파 프로브를 상기 피험자에 대하여 조작하여 상기 초음파 검사 장치로부터 얻은 신체 부분의 동영상상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하는 특징 추출 스텝과,

각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 정상 판정 기준 데이터에 의거하여 상기 프레임이 상기 병변을 포함하지 않는 정상 프레임인지 상기 병변을 포함하는 이상 프레임인지를 판정하는 프레임 판정 스텝과,

각 프레임에 대하여 상기 검사자가 조작하는 상기 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보를 취득하는 속도 정보 검출 스텝과,

상기 속도 정보 검출 스텝에서 취득한 상기 속도 정보로부터 얻은 상기 초음파 프로브의 속도가 상기 규정의 속도 범위를 기준으로 하여 정한 역치를 초과하고 있지 않는 경우에는 정상 속도라고 판정하는 속도 판정 스텝을 실행하고,

상기 프레임 판정 스텝에서는 상기 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 정상 판정 기준 데이터에만 의거하여 상기 프레임이 상기 이상 프레임이라고 판단할 수 있는 것이어도 상기 초음파 프로브의 속도가 상기 정상 속도가 아니라고 상기 속도 판정 스텝에서 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 상기 정상 프레임이라고 판정하는 것을 특징으로 하는 초음파 검사 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 소정의 분석 방법이 부분 공간법으로 이루어지고,

상기 정상 판정 기준 데이터 기억부에는 상기 추출 결과를 주성분 분석함으로써 얻은 정상 부분 공간이 상기 정상 판정 기준 데이터로서 기억되어 있고,

상기 프레임 판정 스텝은,

상기 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과를 상기 부분 공간법에 의해 분석하여 얻은 부분 공간과 상기 정상 부분 공간의 거리를 산출하는 거리 산출 스텝과,

상기 거리가 미리 정한 역치를 초과하고 있는지 아닌지에 의해 정상 거리인지 아닌지를 판정하는 거리 판정 스텝과,

상기 거리 판정 스텝이 상기 정상 거리라고 판정하고 있을 때 및 거리 판정 스텝에서 정상 거리가 아니라고 판정하고 또한 속도 판정 스텝이 정상 속도가 아니라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 상기 정상 프레임이라고 판정하고, 상기 거리 판정 스텝이 상기 정상 거리가 아니라고 판정하고 또한 상기 속도 판정 스텝이 상기 정상 속도라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임을 상기 이상 프레임이라고 판정하는 상태 판정 스텝으로 이루어지는 초음파 검사 방법.

청구항 17

초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변의 유무를 검사하기 위해서 컴퓨터를 이용하는 초음파 검사 방법으로서,

상기 컴퓨터를 이용해서,

초음파 프로브를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상상을

구성하는 복수의 프레임으로부터 상기 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보에 의거하여 상기 속도의 변화의 영향을 추출 결과가 받는 것을 억제하도록 시간축 방향의 상관의 폭을 나타내는 시간축 상관폭을 조정하면서 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 학습하여 정상 판정 기준 데이터 기억부에 기억하는 학습 스텝과,

검사자가 상기 초음파 프로브를 상기 피험자에 대하여 조작하여 상기 초음파 검사 장치로부터 얻은 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하는 특징 추출 스텝과,

각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과를 상기 소정의 분석 방법에 의해 분석하여 얻은 분석 데이터와 상기 정상 판정 기준 데이터에 의거하여 상기 프레임이 상기 병변을 포함하지 않는 정상 프레임인지 상기 병변을 포함하는 이상 프레임인지를 컴퓨터를 이용하여 판정하는 프레임 판정 스텝과,

각 프레임에 대하여 상기 검사자가 조작하는 상기 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보를 취득하는 속도 정보 검출 스텝을 구비하고,

상기 프레임 판정 스텝에서는 상기 속도 정보에 의거하여 시간축 방향의 상관의 폭을 나타내는 시간축 상관폭을 상기 추출 결과가 받는 상기 속도의 변화의 영향을 억제하도록 조정하고,

상기 프레임 판정 스텝에서는 상기 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과를 상기 소정의 분석 방법에 의해 분석하여 얻은 분석 데이터와 상기 정상 판정 기준 데이터에만 의거하여 상기 프레임이 상기 정상 프레임인지 상기 이상 프레임인지를 판정하는 것을 특징으로 하는 초음파 검사 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 소정의 분석 방법이 부분 공간법으로 이루어지고,

상기 정상 판정 기준 데이터 기억부에는 상기 추출 결과를 주성분 분석함으로써 얻은 정상 부분 공간이 상기 정상 판정 기준 데이터로서 기억되어 있고,

상기 프레임 판정 스텝은,

상기 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 정상 부분 공간의 거리를 산출하는 거리 산출 스텝과,

상기 거리가 미리 정한 역치를 초과하고 있는지 아닌지에 의해 정상 거리인지 아닌지를 판정하는 거리 판정 스텝과,

상기 거리 판정 스텝이 상기 정상 거리라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 상기 정상 프레임이라고 판정하고, 상기 거리 판정 스텝이 상기 정상 거리가 아니라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임을 상기 이상 프레임이라고 판정하는 상태 판정 스텝으로 이루어지는 초음파 검사 방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 속도의 정보로부터 얻은 상기 초음파 프로브의 속도의 크기에 따라 광의 단조 감소하는 관계에서 상기 시간축 상관폭을 조정하는 초음파 검사 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 프레임 판정 스텝에서는 단계적으로 큰 값이 되는 복수의 속도 역치 범위와, 상기 복수의 속도 역치 범위에 대응한 복수의 시간축 상관폭을 준비하고, 상기 초음파 프로브의 속도와 상기 복수의 속도 역치 범위를 비교하여 상기 초음파 프로브의 속도에 대응한 상기 시간축 상관폭을 선택하는 초음파 검사 방법.

청구항 21

제 17 항에 있어서,

상기 정상 판정 기준 데이터를 추출할 때에 있어서의 상기 소정의 분석 방법이 1 클래스 서포트 벡터 머신을 사용한 분석 방법이며, 정상 프레임만을 학습하여 정상 프레임의 정상 클래스를 상기 정상 판정 기준 데이터라고 정하고,

상기 프레임 판정 스텝에서는 상기 프레임의 분석 데이터가 상기 정상 클래스에 들어가는지 아닌지에 의해 정상 프레임인지 아닌지를 판정하는 초음파 검사 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변을 포함하는 동영상의 프레임이 병변을 포함하지 않는 정상 프레임인지 병변을 포함하는 이상 프레임인지를 검사하는 초음파 검사 시스템 및 초음파 검사 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 검사 장치에서는 측정 결과는 동영상으로서 표시된다. 예를 들면, 유선 초음파 검사에 있어서 종류성 병변은 어두운 덩어리 형상의 그림자로서 묘출되기 때문에 동영상의 각 프레임을 독립된 정지 화상으로서 취급해도 검출될 수 있다. 그 때문에 특허문헌 1(WO 2012011579)에 나타내어지는 정지 화상(병리 화상)으로부터의 이상 검출 기술에서도 종류성 병변은 발견가능하다. 그러나, 비종류성 병변의 형상은 명료하지 않아 유선 조직이 나타내는 텍스처의 변화를 관측하지 않으면 안 되기 때문에 특허문헌 1에 기재된 방법의 어프로치로 대응할 수 없어 전후의 프레임의 상관을 계속하는 등의 동영상 패턴 인식이 필수가 된다.

[0003] 특허문헌 2(일본특허공개 2000-126182호 공보)에는 초음파 프로브에 위치 센서를 부착하여 화상 정보와 위치 정보를 조합해서 내부 구조의 3차원 데이터를 구축하고, 종류상의 표면적과 체적의 비율에 의거하여 그 상이 종양인지 아닌지를 판정하는 기술이 개시되어 있다. 특허문헌 3(일본특허공개 2010-166973호 공보)에는 초음파 프로브에 위치 센서를 부착하는 것이 아니라 취득된 화상을 해석하여 위치를 추정하는 기술이 나타내어져 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) WO 2012011579
(특허문헌 0002) 일본 특허공개 2000-126182호 공보
(특허문헌 0003) 일본특허공개 2010-166973호 공보

발명의 내용

[0005] 그러나, 특허문헌 2에 나타내어진 기술에서는 형상이 명료한 종류성 병변만을 대상으로 하고 있고, 형상이 불명료한 비종류성 병변은 대상으로 하고 있지 않다.

[0006] 또한, 특허문헌 3에 기재된 기술에서는 추정 위치 정보를 보디 마크로서 화면 표시하고, 의사가 검사 부위를 파악하기 쉽게 하기 위해서 사용하는 것만으로 병변의 자동 검출에는 이용되고 있지 않다.

[0007] 본 발명의 목적은 초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변을 자동 검출하는 초음파 검사 시스템의 검출 정밀도를 높이는 것에 있다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변을 자동 검출하는 초음파 검사 방법의 검출 정밀도를 높이는 것에 있다.

[0009] 본원 제 1 발명의 초음파 검사 시스템은 초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으

로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변의 유무를 검사하기 위해서 정상 판정 기준 데이터 기억부와, 프레임 판정부와, 속도 정보 검출부와, 속도 판정부를 구비한다. 정상 판정 기준 데이터 기억부에는 사전의 학습에 의해 규정의 범위 내의 속도로 초음파 프로브를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 기억한다. 소정의 분석 방법은 임의이지만, 예를 들면 부분 공간법이나, One-class SVM(서포트 벡터 머신) 등을 사용할 수 있다. 속도 정보 검출부는 각 프레임에 대해서 검사자가 조작하는 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보를 취득한다. 속도 판정부는 속도 정보 검출부가 취득한 속도 정보로부터 얻은 초음파 프로브의 속도가 규정의 속도 범위 내의 속도(사전의 학습에 있어서 사용한 동영상을 취득했을 때의 속도)를 기준으로 하여 미리 정한 역치를 초과하고 있지 않는 경우에는 정상 속도라고 판정한다. 여기서 속도 판정부에 있어서의 미리 정한 역치는 사전의 학습에 있어서 사용한 동영상을 취득했을 때의 규정의 속도 범위 내의 속도에 의거하여 정해진 것이다.

[0010] 프레임 판정부는 검사자가 초음파 프로브를 피험자에 대하여 조작해서 초음파 검사 장치로부터 얻은 피험자의 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하는 특징 추출부와, 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 소정의 분석 방법에 의해 분석하여 얻은 정상 판정 기준 데이터에 의거하여 상기 프레임이 병변을 포함하지 않는 정상 프레임인지 병변을 포함하는 이상 프레임인지를 판정하는 상태 판정부로 이루어진다. 그리고, 프레임 판정부의 상태 판정부는 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 정상 판정 기준 데이터에만 의거하여 상기 프레임이 병변을 포함하는 이상 프레임이라고 판단할 수 있는 것이어도 초음파 프로브의 속도가 정상 속도가 아니라고 속도 판정부가 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 병변을 포함하지 않는 정상 프레임이라고 판정한다. 발명자는 초음파 프로브의 속도가 빨라지면 병변의 유무에 상관없이 프레임에 병변이 있는 것을 나타내는 특징과 매우 유사한 특징이 나타나는 것을 찾아냈다. 그래서, 본 발명은 이 지견에 의거하여 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 정상 판정 기준 데이터에만 의거하여 상기 프레임이 병변의 화상을 포함하는 이상 프레임이라고 판단할 수 있는 것이어도 초음파 프로브의 속도가 정상 속도가 아니라고 속도 판정부가 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 정상 프레임이라고 판정하는 것으로 했다. 그 결과, 본 발명에 의하면 오검출률을 대폭 억제할 수 있다. 또한 프레임 판정부는 컴퓨터를 이용하여 실현할 수 있다.

[0011] 본원 제 2 발명의 초음파 검사 시스템에서는 정상 판정 기준 데이터 기억부와, 프레임 판정부와, 속도 정보 검출부를 구비하고 있다. 정상 판정 기준 데이터 기억부는 규정의 범위 내의 속도로 초음파 프로브를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 기억한다. 속도 정보 검출부는 각 프레임에 대해서 검사자가 조작하는 초음파 프로브의 속도에 관한 정보를 취득한다. 그리고, 프레임 판정부는 검사자가 초음파 프로브를 피험자에 대하여 조작하여 초음파 검사 장치로부터 얻은 피험자의 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하는 특징 추출부와, 각 프레임의 추출 결과와 정상 판정 기준 데이터에 의거하여 상기 프레임이 병변을 포함하지 않는 정상 프레임인지 병변을 포함하는 이상 프레임인지를 판정하는 상태 판정부를 포함한다. 특히, 프레임 판정부의 특징 추출부는 속도에 관한 정보에 의거하여 시간축 방향의 상관의 폭을 나타내는 시간축 상관폭을 추출 결과가 받는 속도의 변화의 영향을 억제하도록 조정하는 기능을 갖고 있다. 그리고 프레임 판정부의 상태 판정부는 각 프레임의 추출 결과와 정상 판정 기준 데이터에만 의거하여 상기 프레임이 상기 정상 프레임인지 이상 프레임인지를 판정한다. 본 발명에 의하면 속도에 관한 정보에 의거하여 시간축 방향의 상관의 폭을 나타내는 시간축 상관폭을 추출 결과가 받는 속도의 변화의 영향을 억제하도록 조정함으로써 제 1 발명과 마찬가지로 이상 프레임의 판정의 오검출률을 대폭 저감할 수 있다.

[0012] 일반적으로, 동영상의 프레임으로부터 추출되는 입체 고차 국소 자기상관 특징에는 피험자의 신체 내부의 단면 화상을 연속적으로 표현함으로써 얻어지는 입체 구조에 관한 정보 외, 검사자에 의한 초음파 프로브의 주사 속도의 정보가 포함되어 있지만 병변의 검출이라는 목적에 관하여 후자의 정보는 거의 무관계하다. 즉, 노이즈에 지나치지 않는 후자의 정보가 본 발명에 의해 억제됨으로써 오검출의 발생도 대폭 억제된다.

[0013] 제 1 발명에 있어서, 소정의 분석 방법이 부분 공간법으로 이루어지는 경우에는 정상 판정 기준 데이터 기억부에는 추출 결과를 주성분 분석함으로써 얻은 정상 부분 공간이 상기 정상 판정 기준 데이터로서 기억된다. 프레임 판정부의 상태 판정부는 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 상기 정상 판정 기준 데이터(정상 부분 공간)의 거리를 산출하는 거리 산출부와, 거리가 미리 정한 역치를 초과하고 있는지 아닌지에 의해 정상 거리인지 아닌지를 판정하는 거리 판정부와, 거리 판정부가 정상 거리라고 판정하고 있을 때

및 거리 판정부가 정상 거리가 아니라고 판정하고 또한 속도 판정부가 정상 속도가 아니라고(속도가 미리 정한 역치를 초과하고 있다) 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 정상 프레임이라고 판정하고, 거리 판정부가 정상 거리가 아니라고 판정하고 또한 속도 판정부가 정상 속도라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임을 이상 프레임이라고 판정하는 최종 판정부로 이루어진다. 분석법으로서 부분 공간법을 사용하면 고속으로 정상 거리인지 아닌지를 판정할 수 있다는 이점이 얻어진다.

[0014] 제 2 발명에 있어서는 정상 판정 기준 데이터 기억부에는 초음파 프로브를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보에 의거하여 속도의 변화의 영향을 추출 결과가 받는 것을 억제하도록 시간축방향의 상관계수를 나타내는 시간축 상관도를 조정하면서 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 기억한다. 프레임 판정부의 특징 추출부는 속도 정보로부터 얻은 초음파 프로브의 속도의 크기를 따라 광의 단조 감소하는 관계에서 시간축 상관도를 조정한다. 구체적으로, 특징 추출부는 단계적으로 큰 값이 되는 복수의 속도 역치 범위와, 복수의 속도 역치 범위에 대응한 복수의 시간축 상관도를 준비하고, 초음파 프로브의 속도와 복수의 속도 역치 범위를 비교하여 초음파 프로브의 속도에 대응한 시간축 상관도를 선택하도록 구성하는 것이 바람직하다.

[0015] 정상 판정 기준 데이터를 산출할 때에 있어서의 소정의 분석 방법으로는 One-class SVM(Support Vector Machine; 서포트 벡터 머신)을 사용한 분석 방법을 사용할 수 있다. 이 분석 방법을 사용하는 경우에는 정상 프레임만을 학습하여 정상 클래스를 표현하는 서포트 벡터를 정상 판정 기준 데이터로서 정하고, 프레임 판정부에서는 상기 프레임의 분석 데이터가 정상 클래스에 들어가는지 아닌지에 의해 정상 프레임인지 아닌지를 판정한다. 이 판정 방법을 사용하면 부분 공간법을 사용하는 경우와 비교하여 검출 정밀도가 높다는 이점이 얻어진다.

[0016] 속도 정보 검출부는 속도에 관한 속도 정보를 속도 센서 등을 이용하여 임의로 얻을 수 있다. 또한, X선 CT나 MRI 화상과 연동한 정보나 영상을 표시하여 검사자를 지원하기 위한, 초음파 프로브의 위치나 각도를 리얼 타임으로 검출하는 기능이 탑재되어 있는 초음파 검사 장치를 이용하는 경우에는 초음파 프로브의 위치·자세 정보로부터 속도에 관한 속도 정보를 산출해도 좋다.

[0017] 거리 판정부에 있어서의 미리 정한 역치는 ROC 해석(Receiver Operating Characteristic analysis)을 이용하여 결정된다. 일반적으로, 이상 검출기의 성능을 평가하는데 있어서 진양성률(유병자에 있어서 검사가 양성인 확률)이 높고, 위양성률(무병자에 있어서 검사가 양성인 확률)은 낮은 것이 바람직하지만, 양자는 트레이드 오프의 관계에 있고, 양립하는 것은 어렵다. 즉, 진양성률을 높이기 위해서 역치를 내리면, 정상이어도 양성이라고 오판정(과검출)되는 케이스가 늘어나기 때문에 위양성률도 커져 버린다. 반대로, 위양성률을 낮게 억제하기 위해서 역치를 올리면, 이상이어도 음성이라고 오판정(간과)되는 경향이 강해져 진양성률도 저하되어버린다. ROC 해석은 역치를 변화시켰을 때의 양자의 관계를 분석하는 목적으로 널리 사용되고 있는 방법이며, 이것을 이용함으로써 양자의 적정 밸런스를 정하기 쉬워진다.

[0018] 속도 판정부에 있어서의 미리 정한 역치(T_s)는 학습한 동영상상에 있어서의 프로브의 평균 이동 속도(u)와 그 표준편차(σ), 파라미터(k)를 사용한 수식 $T_s = u + k \times \sigma$ 에 의해 정해지고, 여기서 파라미터(k)는 실험에 의해 결정할 수 있다. 이렇게 역치(T_s)를 결정하면 학습한 동영상상에 있어서의 프로브의 속도로부터 검사자가 초음파 프로브를 조작할 때의 일반적인 속도의 범위(규정의 속도 범위)를 산출할 수 있고, 그 일반적인 속도로부터 이탈하는 속도를 판정할 수 있다는 이점이 있다.

[0019] 제 1 발명은 초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변의 유무를 검사하기 위해서 컴퓨터를 이용하는 초음파 검사 방법으로서도 특정할 수 있다. 이 방법에서는 컴퓨터를 이용하여 학습 스텝과, 특징 추출 스텝과, 프레임 판정 스텝과, 속도 정보 검출 스텝과, 속도 판정 스텝을 실행한다. 학습 스텝에서는 규정의 속도 범위 내의 속도로 초음파 프로브를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 학습하여 정상 판정 기준 데이터 기억부에 기억한다. 특징 추출 스텝에서는 검사자가 초음파 프로브를 피험자에 대하여 조작하여 초음파 검사 장치로부터 얻은 신체 부분의 동영상상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출한다. 프레임 판정 스텝에서는 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 정상 판정 기준 데이터에 의거하여 상기 프레임이 병변을 포함하지 않는 정상 프레임인지 병변을 포함하는 이상 프레임인지를 판정한다. 속도 정보 검출

스텝에서는 각 프레임에 대하여 검사자가 조작하는 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보를 취득한다. 속도 판정 스텝에서는 속도 정보 검출 스텝에서 취득한 속도 정보로부터 얻은 초음파 프로브의 속도가 규정의 속도 범위를 기준으로 하여 정한 역치를 초과하고 있지 않는 경우에는 정상 속도라고 판정한다. 특히, 프레임 판정 스텝에서는 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 정상 판정 기준 데이터에만 의거하여 상기 프레임이 이상 프레임이라고 판단할 수 있는 것이어도 초음파 프로브의 속도가 정상 속도가 아니라고 속도 판정 스텝에서 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 정상 프레임이라고 판정한다.

[0020] 소정의 분석 방법이 부분 공간법으로 이루어지고, 정상 판정 기준 데이터 기억부에는 추출 결과를 주성분 분석함으로써 얻은 정상 부분 공간이 정상 판정 기준 데이터로서 기억되어 있는 경우에 있어서, 프레임 판정 스텝은 거리 산출 스텝과, 거리 판정 스텝과, 상태 판정 스텝으로 구성된다. 거리 산출 스텝에서는 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과를 부분 공간법에 의해 분석하여 얻은 부분 공간과 정상 부분 공간의 거리를 산출한다. 거리 판정 스텝에서는 거리가 미리 정한 역치를 초과하고 있는지 아닌지에 의해 정상 거리인지 아닌지를 판정한다. 상태 판정 스텝에서는 거리 판정 스텝이 정상 거리라고 판정하고 있을 때 및 거리 판정 스텝에서 정상 거리가 아니라고 판정하고 또한 속도 판정 스텝이 정상 속도가 아니라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 정상 프레임이라고 판정하고, 거리 판정 스텝이 정상 거리가 아니라고 판정하고 또한 속도 판정 스텝이 정상 속도라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임을 이상 프레임이라고 판정한다.

[0021] 제 2 발명은 초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변의 유무를 검사하기 위해서 컴퓨터를 이용하는 초음파 검사 방법으로서도 특정할 수 있다. 이 초음파 검사 방법에서는 학습 스텝과, 특징 추출 스텝과, 프레임 판정 스텝과, 속도 정보 검출 스텝으로 이루어진다.

[0022] 학습 스텝에서는 초음파 프로브를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보에 의거하여 속도의 변화의 영향을 추출 결과가 받는 것을 억제하도록 시간축 방향의 상관의 폭을 나타내는 시간축 상관폭을 조정하면서 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 학습하여 정상 판정 기준 데이터 기억부에 기억한다. 특징 추출 스텝에서는 검사자가 초음파 프로브를 피험자에 대하여 조작하여 초음파 검사 장치로부터 얻은 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출한다. 프레임 판정 스텝에서는 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석하여 얻은 분석 데이터와 정상 판정 기준 데이터에 의거하여 상기 프레임이 병변을 포함하지 않는 정상 프레임인지 병변을 포함하는 이상 프레임인지를 컴퓨터를 이용하여 판정한다. 속도 정보 검출 스텝에서는 각 프레임에 대하여 검사자가 조작하는 초음파 프로브의 속도에 관한 속도 정보를 취득한다. 특히, 프레임 판정 스텝에서는 속도 정보에 의거하여 시간축 방향의 상관의 폭을 나타내는 시간축 상관폭을 추출 결과가 받는 속도의 변화의 영향을 억제하도록 조정한다. 그리고 프레임 판정 스텝에서는 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석하여 얻은 분석 데이터와 정상 판정 기준 데이터에만 의거하여 상기 프레임이 정상 프레임인지 이상 프레임인지를 판정한다.

[0023] 이 방법에 있어서, 소정의 분석 방법이 부분 공간법으로 이루어지고, 정상 판정 기준 데이터 기억부에는 추출 결과를 주성분 분석함으로써 얻은 정상 부분 공간이 정상 판정 기준 데이터로서 기억되어 있는 경우, 프레임 판정 스텝은 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 정상 부분 공간의 거리를 산출하는 거리 산출 스텝과, 거리가 미리 정한 역치를 초과하고 있는지 아닌지에 의해 정상 거리인지 아닌지를 판정하는 거리 판정 스텝과, 거리 판정 스텝이 정상 거리라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 정상 프레임이라고 판정하고, 거리 판정 스텝이 정상 거리가 아니라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임을 이상 프레임이라고 판정하는 상태 판정 스텝으로 구성한다.

[0024] 소정의 분석 방법으로서 One-class SVM(Support Vector Machine; 서포트 벡터 머신)을 사용하는 경우에는 정상 프레임만을 학습하여 정상 클래스를 표현하는 서포트 벡터를 정상 판정 기준 데이터로서 정하고, 프레임 판정 스텝에서는 상기 프레임의 분석 데이터가 정상 클래스에 들어가는지 아닌지에 의해 정상 프레임인지 아닌지를 판정한다. 이 판정 방법을 사용하면 부분 공간법을 사용하는 경우와 비교하여 검출 정밀도가 높다는 이점이 얻어진다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 초음파 검사 시스템 및 초음파 검사 방법의 제 1 실시형태의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 2의 (A)는 입체 마스크 패턴의 예를 나타내는 도면이며, (B)는 공간 상관폭과 시간축 상관폭을 설명하기 위해서 사용하는 도면이다.
- 도 3은 ROC 해석을 설명하기 위해서 사용하는 도면이다.
- 도 4는 도 1의 실시형태를 컴퓨터를 이용하여 실현하는 경우의 소프트웨어의 알고리즘을 나타내는 플로우 차트이다.
- 도 5는 제 1 실시형태의 실험 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 초음파 검사 시스템 및 초음파 검사 방법의 제 2 실시형태의 구성을 나타내는 블록도이다.
- 도 7은 초음파 프로브의 주사 속도와 프레임의 취득 위치의 관계를 나타내는 도면이다.
- 도 8은 제 2 실시형태에 있어서의 CHLAC 특징에서의 착목 프레임을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 사전 학습을 실시하는 경우의 알고리즘을 나타내는 플로우 차트이다.
- 도 10은 도 6에 나타난 제 2 실시형태를 컴퓨터를 이용하여 실현하는 경우의 소프트웨어의 알고리즘을 나타내는 플로우 차트이다.
- 도 11은 스텝 ST9'의 상세의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 12의 (A) 및 (B)는 피험자 A에 대한 ROC 곡선을 나타내는 도면이다.
- 도 13의 (A) 및 (B)는 피험자 B에 대한 ROC 곡선을 나타내는 도면이다.
- 도 14의 (A) 및 (B)는 피험자 AB에 대한 이상 검출 결과를 나타내는 도면이다.
- 도 15의 (A) 및 (B)는 피험자 AB에 대한 이상 검출 결과를 나타내는 도면이다.
- 도 16의 (A) 및 (B)는 피험자 A에 대한 진양성률과 위양성률을 나타내는 도면이다.
- 도 17의 (A) 및 (B)는 피험자 B에 대한 진양성률과 위양성률을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하 도면을 참조하여 본 발명의 초음파 검사 시스템 및 초음파 검사 방법의 실시형태를 상세히 설명한다.
- [0027] [제 1 실시형태]
- [0028] 도 1은 본 발명의 초음파 검사 시스템 및 초음파 검사 방법의 제 1 실시형태의 구성을 나타내는 블록도이다. 본 실시형태에서는 일례로서 유선 초음파 검진에 있어서 병변을 검사한다. 상술한 바와 같이, 유선 초음파 검진에 있어서 검사하는 병변은 종류성 병변과 비종류성 병변의 2종류가 있다. 종류성 병변은 주변 조직과 비교하여 어둡게 묘출되기 때문에 정지 화상으로서 관찰함으로써 검출할 수 있다. 한편, 비종류성 병변은 어두운 그림자로서 묘출되지 않아 정지 화상에서의 발견은 곤란하기 때문에 동영상에 묘출되는 유선의 모양의 규칙적인 변화를 파악하고, 그 규칙성이 흐트러지는 부위를 검출할 필요가 있다. 종래의 유선 초음파 화상으로부터의 병변의 자동 검출 방법에서는 정지 화상으로부터만 발견가능한 종류성 병변을 검출 대상으로 하고 있고, 비종류성 병변을 검출 대상으로 하는 방법은 개발되고 있지 않다. 그래서, 본 발명의 실시형태에서는 동영상에 대한 패턴 인식 기술을 이용하여 비종류성 병변을 자동 검출하는 것을 가능하게 한다.
- [0029] 도 1은 본원 제 1 발명의 실시형태의 초음파 검사 시스템의 구성을 나타내는 블록도이다. 본 실시형태의 초음파 검사 시스템에서는 동영상에 대한 패턴 인식 기술을 이용하여 정상인 유선 초음파 화상으로부터 정상인 유선의 변화의 모양을 학습하여 정상과는 다른 것을 이상으로서 검출한다. 그래서, 도 1의 초음파 검사 시스템에서는 초음파 프로브(1)를 움직여서 초음파 검사 장치(3)로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상(신체 내부의 단면 화상에 의거하여 입체 구조 및 초음파 프로브의 속도를 가시화하는 동영상)에 의거하여 병변의 유무를 검사하기 위해서 정상 판정 기준 데이터 기억부(5)와, 프레임 판정부(7)와, 속도 정보 검출부(9)와, 속도 판정부(11)를 구비한다.
- [0030] 정상 판정 기준 데이터 기억부(5)에는 사전의 학습에 의해 규정의 범위의 속도로 초음파 프로브(1)를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으

로부터 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 기억한다. 소정의 분석 방법은 임의이지만, 예를 들면 부분 공간법이나, One-class SVM(Support Vector Machine, 서포트 벡터 머신) 등을 사용할 수 있다. 유선 초음파 화상으로부터 유선의 모양의 변화를 파악하기 위해서 동영상에 대한 특징량인 입체 고차 국소 자기상관(CHLAC; Cubic Higher-order Local Auto Correlation) 특징을 사용한다. 입체 고차 국소 자기상관 특징에 대해서는 「Takumi Kobayashi, Nobuyuki Otsu, Three-way auto-correlation approach to motion recognition, Pattern Recognition Letters, Volume 30, Issue 3, 1 February 2009, Pages 212-221」에 상세히 설명되어 있다. One-class SVM에 대해서는 「B. Scholkopf et. al.; Estimating the support of a high-dimensional distribution. Neural Computation, 13(7), 2001」에 상세히 설명되어 있다.

[0031] 본 실시형태에 있어서 CHLAC 특징을 사용하는 이유는 2개 있다. 첫번째 이유는 CHLAC 특징이 유선 초음파 화상에 많이 포함되는 스펙클 노이즈의 영향을 받기 어렵기 때문이다. 초음파의 파장에 비해 충분히 작은 생체 내의 무수한 반사체(균 반사체)에 의해 산란파가 여러가지 장소(위상)에서 생긴다. 이 산란파 중 「초음파 프로브로 되돌아오는 산란파(후방 산란파)」가 간섭하고, 랜덤으로 소회점군이 나타난다. 소회점군은 얼룩덜룩한 점 형태의 상을 보이므로 이것을 가리켜서 스펙클(소반점) 패턴 또는 스펙클 노이즈(speckle noise)라고 한다(<http://us-ism.net/mobile/sub8-S.html>). 두번째 이유는 CHLAC 특징을 사용하면 동영상에 묘출되는 대상물의 움직임이나 형태의 정보를 파악하는 것이 가능하기 때문이다. CHLAC 특징은 도 2(A)에 나타내는 바와 같이 279 종류의 입체 마스크(마스크 패턴)를 그레이 스케일의 동영상 중의 각 프레임으로부터 스캔함으로써 얻어지는 특징량이며, 279차원의 벡터로서 표현된다. 이 279라는 값은 주목 화소를 중심으로 하는 $X \times Y \times T = 3 \times 3 \times 3$ 의 소영역으로부터 임의의 2개(주목 화소도 포함시키면 3개)의 화소를 선택하는 모든 조합 중 평행 이동시켜도 등가가 되지 않는 독립된 조합만을 열거했을 때의 값이다. 2값의 동영상의 경우는 251차원의 벡터로서 표현된다. 초음파 화상 진단에서는 동영상을 좌우 반전시켜도 진단 결과는 바뀌지 않는 점에서 좌우 반전시켰을 때에 등가가 되는 마스크 패턴을 주사하여 얻어지는 특징을 통합함으로써 벡터의 차원수를 작게 억제하여 부분 공간법이나 One-class SVM의 식별 정밀도를 향상시키는 것이 가능해지지만, 그 때의 벡터 길이는 172차원이 된다. 도 2(B)에 나타내는 바와 같이 이 입체 마스크의 크기를 변경함으로써 국소적, 대국적인 정보를 파악할 수 있다. 입체 마스크의 크기는 X-Y 평면 방향의 상관의 폭을 나타내는 공간 상관폭, 시간(T)축 방향의 상관의 폭을 나타내는 시간축 상관폭을 변화시킴으로써 조정할 수 있다.

[0032] 그러나, CHLAC 특징을 유선 초음파 화상에 적용한 경우, 정상인 프레임을 이상으로 판정하여 과검출이 발생할 우려가 있다. CHLAC 특징에는 의사가 초음파 프로브를 조작했을 때의 움직임 정보도 포함되어 있기 때문에 어떤 연속하는 2 프레임 사이에서 CHLAC 특징량이 크게 변화되었을 때, 병변의 영향으로 유선의 모양이 크게 변화된 것인지 초음파 프로브의 위치가 크게 바뀌었기 때문에 촬영된 상이 크게 변화된 것인지를 구별할 수 없기 때문이다. 그래서, 본 실시형태에서는 CHLAC 특징에 의거하는 이상 검출에 추가하여 초음파 프로브의 이동 속도 정보를 이용함으로써 과검출을 억제한다.

[0033] 본 실시형태에서는 정상인 유선 초음파 화상으로부터 추출한 CHLAC 특징에 대하여 소정의 분석 방법으로서 부분 공간법을 적용하여 정상 부분 공간을 정상 판정 기준 데이터로서 산출한다. 부분 공간법에서는 주성분 분석을 이용하여 정상 클래스를 표현하는 주성분 벡터를 산출하고, 이 주성분 벡터가 뺀 공간을 정상 부분 공간으로 한다. 정상 부분 공간의 차원수는 누적 기여율에 관한 역치(T_{cc})에 의해 결정한다. 즉, 주성분 분석의 결과로서 얻어지는 주성분 벡터를 대응하는 기여율(각 고유 벡터의 고유값을 전체 고유 벡터의 고유값의 총합으로 나눈 값)이 큰 순서로 늘어놓고, 기여율을 차례로 더해 갔을 때, 역치(T_{cc})를 초과하기 직전까지의 주성분 벡터를 부분 공간의 기저 벡터로서 채용한다. 따라서, 역치(T_{cc})를 작게 함으로써 부분 공간의 차원은 적어지고, 반대로 크게 하면 부분 공간의 차원은 많아진다. 또한, 역치(T_{cc})를 사용하지 않고 부분 공간의 차원수를 직접적으로 지정해도 좋다.

[0034] 정상 부분 공간의 차원수를 규정하기 위한 역치(T_{cc})의 최적화에는 ROC 해석에 있어서의 지표의 하나인 AUC값을 이용한다. AUC값은 ROC 곡선 하의 면적이므로 분류기의 성능 지표의 하나이며, 0부터 1까지의 값을 취한다. 완전한 분류가 가능할 때의 면적(AUC값)은 1이며, 임의의 경우에는 0.5가 된다. 정상 부분 공간의 차원수를 규정하기 위한 역치(T_{cc})에 임의의 값을 설정하고, 정상과 이상을 판정하기 위한 역치(T_{NA})를 변화시키면서 진양성률(유병자에 있어서 검사가 양성일 확률)과 위양성률(무병자에 있어서 검사가 양성일 확률)을 계산하여 횡축에 위양성률, 종축에 진양성률을 취해 2차원 그래프 상에 플로팅하면 1개의 ROC 곡선을 그릴 수 있다. T_{NA} 에

대해서는 후술한다. 그리고, T_{cc} 를 소정의 최소값으로부터 최대값까지 소정의 간격으로 변화시킴으로써 복수의 ROC 곡선을 얻을 수 있다. 이들의 ROC 곡선에 있어서 최대의 AUC값을 취할 때의 역치(T_{cc})를 정상 부분 공간의 최적 차원수를 정하는 역치로서 채용한다.

[0035] 속도 정보 검출부(9)는 각 프레임에 대해서 검사자가 조작하는 초음파 프로브(1)의 속도에 관한 속도 정보를 취득한다. 초음파 프로브(1)의 위치·자세 정보는 예를 들면 초음파 프로브(1) 내에 자계 위치 센서를 실장함으로써 얻을 수 있다.

[0036] 속도 판정부(11)는 속도 정보 검출부(9)가 취득한 속도 정보로부터 얻은 초음파 프로브(1)의 속도가 사전의 학습에 있어서 사용한 동영상상을 취득했을 때의 규정의 속도 범위 내의 속도를 기준으로 하여 정한 역치(T_s)를 초과하고 있지 않은 경우에는 정상 속도라고 판정한다. 여기서 속도 판정부에 있어서의 미리 정한 역치(T_s)는 초음파 프로브(1)의 주사 속도의 영향에 의한 과검출 억제에 의한 역치이며, 학습한 유선 초음파 화상에 있어서의 초음파 프로브의 평균 이동 속도(u)와 그 표준편차(σ), 파라미터(k)를 사용한 수식 $T_s = u + k \times \sigma$ 을 사용한다. 여기서, 파라미터(k)는 실험에 의해 결정한다. 이와 관련하여 일반적인 k 는 $1 \leq k \leq 3$ 의 범위의 값이다. 이 식에 의해 구체적으로 정해진 역치(T_s)는 0보다 큰 값이다.

[0037] 프레임 판정부(7)는 검사자가 초음파 프로브(1)를 피험자에 대하여 조작하여 초음파 검사 장치(3)로부터 얻은 신체 부분의 동영상상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하는 특징 추출부(71)와, 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 정상 판정 기준 데이터 기억부(5)에 기억된 정상 판정 기준 데이터에 의거하여 상기 프레임이 병변을 포함하지 않는 정상 프레임인지 병변을 포함하는 이상 프레임인지를 판정하는 상태 판정부(72)로 이루어진다.

[0038] 특징 추출부(71)에서는 상술의 정상 판정 기준 데이터 기억부(5)에 기억한 정상 판정 기준 데이터를 얻는 경우와 마찬가지로 초음파 검사 장치(3)로부터 얻은 신체 부분의 동영상상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출한다.

[0039] 상태 판정부(72)는 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 부분 공간법에 의해 분석하여 얻은 정상 부분 공간의 거리를 산출하는 거리 산출부(73)와, 거리가 미리 정한 역치(T_{NA})를 초과하고 있는지 아닌지에 의해 정상 거리인지 아닌지를 판정하는 거리 판정부(74)와, 거리 판정부가 정상 거리라고 판정하고 있을 때 및 거리 판정부가 정상 거리가 아니라고 판정하고 또한 속도 판정부(11)가 정상 속도가 아니라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임은 정상 프레임이라고 판정하고, 거리 판정부(74)가 정상 거리가 아니라고 판정하고 또한 속도 판정부(11)가 정상 속도라고 판정하고 있을 때에는 상기 프레임을 이상 프레임이라고 판정하는 최종 판정부(75)로 이루어진다.

[0040] 거리 판정부(74)에 있어서의 정상/이상을 판정하는 역치(T_{NA})는 ROC 해석(Receiver Operating Characteristic analysis)을 이용하여 결정한다. ROC 해석에 의해 얻어지는 ROC 곡선은 횡축에 위양성률(무병자에 있어서 검사가 양성인 확률), 종축에 진양성률(유병자에 있어서 검사가 양성인 확률)을 취해 2차원 그래프 상에 플로팅한 궤적이다(<http://oku.edu.mie-u.ac.jp/~okumura/stat/ROC.html>). ROC 곡선이 좌측 상방으로 갈수록, 즉 진양성률이 1, 위양성률이 0에 가까이 갈수록 분류 성능이 높은 것을 나타낸다. ROC 곡선의 예를 도 3에 나타낸다. 이 예에서는 A, B, C에서 나타낸 프레임 중의 2차원 그래프에서의 역치(SH)일 때의 진양성률과 위양성률을 각각 ROC 곡선 상의 점에서 플로팅하고 있다. 본 실시형태에서는 ROC 곡선과 기울기 45°의 직선(L)의 접점에 대응하는 역치를 최적의 역치(T_{NA})로서 채용한다. 최적의 역치(T_{NA})를 이용하여 판정된 이상 프레임에는 초음파 프로브의 이동 속도의 변화에 기인하는 과검출이 포함될 가능성이 있다. 그래서, 본 실시형태에서는 거리 판정부(74)가 정상 거리가 아니라고 판정한 이상 프레임에 있어서, 속도 판정부(11)에서 판정한 초음파 프로브(1)의 이동 속도가 사전에 정한 역치(T_s)를 초과하는 경우는 과검출로 간주하고, 이동 속도가 역치(T_s) 이하의 것만을 최종 판정부(75)가 최종적으로 이상 프레임으로서 판정한다. 그 결과, 본 발명에 의하면 과검출률을 대폭 저감할 수 있다. 또한, 프레임 판정부(7)는 컴퓨터를 이용하여 실현할 수 있다.

[0041] [제 1 실시형태를 실시하기 위한 플로우 차트의 설명]

[0042] 도 4는 도 1의 실시형태를 컴퓨터를 이용하여 실현하는 경우의 소프트웨어의 알고리즘을 나타내는 플로우 차트이다. 도 4의 플로우 차트의 알고리즘에는 학습 페이지의 소프트웨어의 알고리즘과, 검사 페이지의 알고리즘이 포함되어 있다. 학습 페이지에서는 상술의 정상 판정 기준 데이터 기억부(5)에 기억하는 정상 판정 기준 데이터

를 작성한다. 또한, 본 실시형태에서는 분석 방법으로서 부분 공간법을 사용하고 있기 때문에 정상 판정 기준 데이터로서는 정상 부분 공간이 정상 판정 기준 데이터 기억부(5)에 기억된다. 스텝 ST1 및 ST2에서는 규정의 속도로 초음파 프로브(1)를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임에 취득한다. 본 실시형태에서는 후술의 입체 고차 국소 자기상관 특징(CHLAC 특징)은 화상 중에서 휘도가 높아 흰 부분에 강하게 반응하는 한편, 초음파 화상 중에 묘출되는 흑성 병변 등의 이상은 휘도가 낮아 어둡게 묘출된다는 미스매치를 해소하기 위해서 스텝 ST3에 있어서, 전처리로서 화상의 백흑 반전을 실시한다. 백흑 반전에 추가하여 콘트라스트 강조를 행함으로써 병변부를 보다 눈에 띄게 하는 것도 가능하다. 또한, 처리 속도를 향상시키기 위해서 백흑 반전을 행하지 않고 전처리에 요하는 처리 시간을 절감하는 것도 가능하다. 그 후, 스텝 ST4에서 취득한 프레임으로부터 입체 고차 국소 자기상관 특징(CHLAC 특징)을 추출한다. 이들의 공정은 취득한 모든 프레임에 대하여 실시된다(스텝 ST5). 그 후, 전체 프레임에 대하여 입체 고차 국소 자기상관 특징(CHLAC 특징)을 추출하면 추출 결과를 소정의 분석 방법(부분 공간법의 경우는 주성분 분석, 스텝 ST6)을 취함으로써 얻은 정상 부분 공간을 정상 판정 기준 데이터로서 정상 판정 기준 데이터 기억부(5)에 기억한다(스텝 ST7). 스텝 ST1 내지 스텝 ST7에 의해 학습 스텝이 구성되어 있다.

[0043] 검사 페이지에서는 우선 초음파 검사 장치로부터 얻은 피검자의 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임을 입력으로 함과 아울러(스텝 ST11A, ST12), 초음파 프로브의 위치·자세 정보를 자계 위치 센서 등에 의해 검출하여 입력으로 한다. 검사자가 초음파 프로브를 피험자에 대하여 조작하여 초음파 검사 장치로부터 얻은 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임에 대하여 전처리(백흑 반전)을 행한 후(스텝 ST13), 각 프레임의 입체 고차 국소 자기상관 특징(CHLAC 특징)을 추출한다(스텝 ST14: 특징 추출 스텝). 학습 페이지에 있어서 백흑 반전 이외에 콘트라스트 강조 등의 처리도 행한 경우, 또는 전처리를 전혀 행하지 않은 경우에는 검사 페이지에서도 같은 처리를 행한다.

[0044] 이어서, 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와, 학습 페이지에 있어서 학습용 동영상의 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징량의 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석하여 얻은 분석 데이터인 부분의 정상 판정 기준 데이터(정상 부분 공간)의 거리를 산출한다(스텝 ST15: 거리 산출 스텝). 그리고, 산출한 거리가 미리 정한 역치(T_{NA})에 의거하여 거리가 역치(T_{NA})를 초과하고 있는지 아닌지에 의해 정상 거리인지 아닌지를 판정한다(스텝 ST16: 거리 판정 스텝). 정상 거리라고 판정된 경우에는 스텝 ST19로 진행되고, 정상 프레임으로 판정된다. 거리가 역치(T_{NA})를 초과하고 있는 경우이면 스텝 ST17로 진행된다. 스텝 ST17(속도 정보 검출 스텝)에서는 초음파 프로브의 속도를 산출하고, 초음파 프로브의 속도가 미리 정한 역치(T_s)를 초과하고 있는지 아닌지를 판정한다(스텝 ST18: 속도 판정 스텝). 초음파 프로브의 속도가 미리 정한 역치(T_s) 이상인 경우에는 정상 속도가 아니라고 판정하여, 상술의 거리의 판정에서 정상 거리가 아니라고 판정된 이상 프레임이라도 정상 프레임이라고 판정하여 스텝 ST19로 진행된다. 초음파 프로브의 속도가 미리 정한 역치(T_s)를 초과하고 있지 않는 경우에는 정상 속도라고 판정하여 스텝 ST20으로 진행되고, 그 프레임은 이상 프레임이라고 판정된다. 그리고, 스텝 ST21에서 전체 프레임에 대하여 검사가 종료된 것이 판정되면 검사 페이지가 종료된다. 스텝 ST19~스텝 ST21에 의해 상태 판정 스텝이 구성되어 있다. 그리고, 스텝 ST15~스텝 ST21에 의해 프레임 판정 스텝이 구성되어 있다.

[0045] [실험]

[0046] 상기 실시형태의 효과를 확인하기 위해서 비종류성 병변 있음으로 진단된 피험자를 대상으로 이상 검출 실험을 행했다.

[0047] 실험에서는 상기 실시형태를 이용하여 주사 속도가 빨라지는 부위에서의 과검출이 억제가능한지 검증했다. 본 실험에서는 속도의 역치(T_s)($=u+k \times \sigma$)에 있어서의 파라미터(k)를 $k=1.8$ 로 했다. 실험 결과를 도 5에 나타낸다. 도 5 중의 위 그래프는 정상 부분 공간과의 거리를 나타내고, 아래 그래프는 주사 속도를 나타낸다. 주사 속도가 빨라지는 구간(아래 그래프에서 역치(T_s)를 초과하고 있는 구간)에 대해서는 도 5에 「빠름」이라고 기재했다. 주사 속도가 빨라지는 구간에서는 주사 속도의 영향으로 거리가 멀어지고 있는 것을 알 수 있다. 그래서, 정상 부분 공간과의 거리의 역치(T_{NA})만으로는 범위 내부의 프레임을 이상으로서 과검출해버리지만, 초음파 프로브의 주사 속도의 역치(T_s)를 사용함으로써 주사 속도가 원인으로 발생하는 과검출을 억제할 수 있는 것을 알 수 있다.

[0048] [제 2 실시형태]

[0049] 도 6은 본 발명의 초음파 검사 시스템 및 초음파 검사 방법의 제 2 실시형태의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 1에 나타난 제 1 실시형태의 블록도를 구성하는 구성요소와 동일한 구성요소에는 도 1에 붙인 부호와 동일한 부호를 붙여 설명을 생략한다. 본 실시형태에서도 일례로서 유선 초음파 검진에 있어서 병변을 검사한다. 그리고, 본 실시형태에서는 초음파 프로브(1)의 주사 속도에 따라 시간축 상관폭을 적응적으로 변화시켜서 입체 고차 국소 자기상관 특징(CHLAC 특징)을 추출한다. 이것은 CHLAC 특징을 유선 초음파 화상에 적용한 경우에 이상 검출 성능이 초음파 프로브(1)의 움직임의 영향을 받기 때문이다. 예를 들면, 도 7에 나타내는 바와 같이 초음파 프로브(1)의 주사 속도가 빠른 경우는 느린 경우와 비교하여 인접하는 프레임은 먼 위치에서 촬영된다. 그 때문에, 동일 유선을 촬영해도 주사 속도가 다른 경우는 다른 CHLAC 특징으로서 표현된다. 본 실시형태에서는 이 영향을 완화하기 위해서 도 8에 나타내는 바와 같이 시간축 상관폭(도 2)을 초음파 프로브(1)의 주사 속도에 따라 변화시켜서 등간격의 거리에서 촬영된 프레임으로부터 CHLAC 특징을 추출한다.

[0050] 본 실시형태에서는 학습 페이지에 들어가기 전에 속도를 {빠름, 보통, 느림}으로 3분할하기 위한 역치(Th1 및 Th2)를 산출하기 위한 사전 학습을 실행한다. 도 9는 사전 학습을 실시하는 경우의 알고리즘을 나타내는 플로우 차트이다. 최초에 사전의 학습에 의해 작업자가 초음파 프로브를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 속도를 산출한다(스텝 ST31~ST33). 그리고, 산출한 속도를 빠름, 보통, 느림으로 분류하기 위한 역치(Th1 및 Th2)를 결정한다(스텝 ST34 및 ST35). 이 사전 학습은 검사에 종사하는 작업자마다 행하는 것이 바람직하다. 정상 판정 기준 데이터 기억부(5')에는 초음파 프로브(1)를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상을 구성하는 복수의 프레임으로부터 역치(Th1 및 Th2)를 이용하여 적당한 시간축 상관폭을 정하면서 입체 고차 국소 자기상관 특징을 추출하고, 추출 결과를 소정의 분석 방법에 의해 분석함으로써 얻은 정상 판정 기준 데이터를 기억한다. 구체적으로는, CHLAC 특징의 시간축 상관폭을 조정하기 위해서 초음파 프로브(1)의 주사 속도를 취득하여 양자화를 행한다. 초음파 프로브에 설치된 자계 위치 센서 등으로부터 각 프레임에 있어서의 위치 정보를 취득하고, 프레임 사이에서의 주사 속도를 산출한다. 산출한 주사 속도를 [느림, 보통, 빠름]의 3 레벨로 양자화한다. 양자화의 방법으로는 이미 촬영되어 있는 유선 초음파 화상에 있어서의 초음파 프로브의 주사 속도의 최소값으로부터 최대값까지를 균등하게 3개의 구간(작은 쪽으로부터 [느림, 보통, 빠름])으로 나누어 두고 취득한 주사 속도가 어느 구간 내에 포함되는지로 판정한다. 구간의 분류 방법은 불균등해도 좋다. 주사 속도에 따라 CHLAC 특징의 시간축 상관폭을 적응적으로 변경하기 위해서 양자화된 3종류의 속도에 대하여 느린 경우는 T#large, 보통의 경우는 T#medium, 빠른 경우는 T#small로 하여 시간축 상관폭을 변경해서 CHLAC 특징을 추출한다. 각 시간축 상관폭의 설정은 임의이지만, 일반적으로 $T\#small < T\#medium < T\#large$ 로 한다. 이것에 의해 주사 속도의 크기에 따라 광의 단조 감소하는 관계에서 시간축 상관폭이 조정되게 된다. 후술하는 도 10 및 도 11에 나타난 플로우 차트를 이용한 계산기 실험에서는 $T\#large=5$, $T\#medium=3$, $T\#small=1$ 로 설정했다. 그리고, 정상인 유선 초음파 화상으로부터 추출한 CHLAC 특징에 대하여 부분 공간법을 적용하여 정상 부분 공간을 산출한다. 부분 공간법에서는 주성분 분석을 이용하여 정상 클래스를 표현하는 주성분 벡터를 산출하고, 이 주성분 벡터가 뺀 공간을 정상 부분 공간으로 한다. 또한, 정상 부분 공간의 결정 방법은 제 1 실시형태의 경우와 동일하기 때문에 생략한다.

[0051] 역치(Th1 및 Th2)는 속도 판정부(11')에 보존된다. 프레임 판정부(7')의 특징 추출부(71')는 속도 판정부(11')로부터 얻은 판정 결과에 의거하여 역치(Th1 및 Th2)에 의거하여 정해지는 단계적으로 큰 값이 되는 3개의 속도 역치 범위에 의거하여 초음파 프로브의 속도에 대응한 시간축 상관폭을 선택한다. 프레임 판정부(7')의 상태 판정부(72')는 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 정상 판정 기준 데이터에 의거하여 상기 프레임이 정상 프레임인지 이상 프레임인지를 판정한다. 거리 산출부(73'), 거리 판정부(74') 및 최종 판정부(75')의 동작은 제 1 실시형태의 거리 산출부(73), 거리 판정부(74) 및 최종 판정부(75)의 동작과 동일하다. 특징 추출부(71')는 검사 대상용의 유선 초음파 화상으로부터 초음파 프로브의 주사 속도를 기초로 시간축 상관폭을 자동 조정된 CHLAC 특징을 추출한다. 이어서, 거리 산출부(73')는 추출한 CHLAC 특징과 학습 페이지에서 작성한 정상 부분 공간의 거리를 산출한다. 거리 판정부(74') 및 최종 판정부(75')는 이 거리가 제 1 실시형태와 동일한 방법으로 결정한 역치보다 큰 경우, 그 프레임을 이상으로서 검출한다.

[0052] 본 실시형태에 의하면 속도에 관한 정보에 의거하여 시간축 방향의 상관의 폭을 나타내는 시간축 상관폭을 추출 결과가 받는 초음파 프로브의 속도의 변화의 영향을 억제하도록 조정하고 있으므로 초음파 프로브의 속도가 지나치게 빠른 것에 의해 과검출의 발생을 억제할 수 있다. 따라서, 제 1 실시형태와 같이 초음파 프로브의 속도를 직접적으로 판정 기준으로 하지 않고 이상 프레임의 판정의 오검출률을 대폭 저감할 수 있다.

[0053] [제 2 실시형태를 실시하기 위한 플로우 차트]

- [0054] 도 10은 도 6에 나타난 제 2 실시형태를 컴퓨터를 이용하여 실현하는 경우의 소프트웨어의 알고리즘을 나타내는 플로우 차트이다. 도 10의 플로우 차트의 알고리즘에는 학습 페이지의 소프트웨어의 알고리즘과, 검사 페이지의 알고리즘이 포함되어 있다. 학습 페이지에서는 상술의 정상 판정 기준 데이터 기억부(5')에 기억하는 정상 판정 기준 데이터를 작성한다. 또한, 본 실시형태에서는 분석 방법으로서 부분 공간법을 사용하고 있기 때문에 정상 판정 기준 데이터로서는 정상 부분 공간이 정상 판정 기준 데이터 기억부(5')에 기억된다. 스텝 ST1'A 및 ST2'에서는 작업자가 초음파 프로브(1)를 움직이면서 기준 피험자 또는 피험자로부터 얻은 병변이 존재하지 않는 신체 부분의 동영상상을 구성하는 복수의 프레임을 취득한다. 스텝 ST3'에 있어서, 전처리로서 화상의 백흑 반전을 실시한다. 백흑 반전에 추가하여 콘트라스트 강조를 행함으로써 병변부를 보다 눈에 띄게 하는 것도 가능하다. 또한, 처리 속도를 향상시키기 위해서 백흑 반전을 행하지 않고 전처리에 요하는 처리 시간을 절약하는 것도 가능하다. 또한, 스텝 ST1'B에서는 초음파 프로브의 위치·자세 정보를 자계 위치 센서 등을 이용하여 검출하고, 스텝 ST8'에서 각 프레임에 있어서의 초음파 프로브의 위치·자세 정보를 취득한다.
- [0055] 그리고, 스텝 ST9'에 있어서, 위치·자세 정보를 바탕으로 각 프레임에 있어서의 초음파 프로브의 주사 속도를 산출하고, 상술의 역치(Th1 및 Th2)를 이용하여 정한 속도 역치 범위를 이용하여 적당한 CHLAC 특징의 시간축 상관폭을 조정한다. 도 11에는 스텝 ST9'의 상세의 일례가 나타내어져 있다. 산출한 주사 속도를 [느림, 보통, 빠름]의 3레벨로 양자화하기 위해서 역치(Th1 및 Th2)를 사용하고 있다. 스텝 ST9'에서는 역치(Th1 및 Th2)를 결정할 때에 이미 촬영되어 있는 유선 초음파 화상에 있어서의 초음파 프로브의 주사 속도의 최소값으로부터 최대값까지를 균등하게 3개의 구간(작은 쪽으로부터 느림, 보통, 빠름)으로 나누고, 취득한 주사 속도가 어느 구간 내에 포함되는지를 판정한다. 양자화된 3종류의 속도에 대하여 느린 경우는 T#large, 보통의 경우는 T#medium, 빠른 경우는 T#small로서 시간축 상관폭을 변경한다.
- [0056] 스텝 ST4'에서는 스텝 ST9'에서 결정된 시간축 상관폭을 이용하여 각 프레임에 대해서 입체 고차 국소 자기상관 특징(CHLAC 특징)을 추출한다. 이들의 공정은 취득한 모든 프레임에 대하여 실시된다(스텝 ST5'). 그 후, 전체 프레임에 대하여 입체 고차 국소 자기상관 특징(CHLAC 특징)을 추출하면 추출 결과를 소정의 분석 방법(부분 공간법의 경우는 주성분 분석, 스텝 ST6')을 취함으로써 얻은 정상 부분 공간을 정상 판정 기준 데이터로서 정상 판정 기준 데이터 기억부(5')에 기억한다(스텝 ST7'). 스텝 ST1'~스텝 ST7'에 의해 학습 스텝이 구성되어 있다.
- [0057] 검사 페이지에서는 스텝 ST11'A 및 ST12'에서 작업자가 초음파 프로브(1)를 움직이면서 피험자로부터 얻은 신체 부분의 동영상상을 구성하는 복수의 프레임을 취득한다. 스텝 ST13'에 있어서, 전처리로서 화상의 백흑 반전을 실시한다. 학습 페이지에 있어서 백흑 반전 이외에 콘트라스트 강조 등의 처리도 행한 경우, 또는 전처리를 전혀 행하지 않았을 경우에는 검사 페이지에서도 동일한 처리를 행한다. 또한, 스텝 ST11'B에서는 초음파 프로브의 위치·자세 정보를 자계 위치 센서 등에서 검출하고, 스텝 ST28'에서 각 프레임에 있어서의 초음파 프로브의 위치·자세정보를 취득한다.
- [0058] 그리고, 스텝 ST29'에 있어서 위치·자세 정보를 바탕으로 각 프레임에 있어서의 초음파 프로브의 주사 속도를 산출하고, 상술의 역치(Th1 및 Th2)를 이용하여 정한 속도 역치 범위를 이용해서 적당한 CHLAC 특징의 시간축 상관폭을 조정한다. 스텝 ST29'에 있어서는 도 11에 나타난 스텝 ST9'와 마찬가지로 해서 취득한 주사 속도가 어느 구간 내에 포함되는지를 판정한다. 양자화된 3종류의 속도에 대하여 느린 경우는 T#large, 보통의 경우는 T#medium, 빠른 경우는 T#small로서 시간축 상관폭을 변경한다. 스텝 ST29'는 속도 정보 검출 스텝 및 프레임 판정 스텝의 일부를 구성하고 있다.
- [0059] 스텝 ST14'(특징 추출 스텝)에서는 스텝 ST29'에서 결정된 시간축 상관폭을 이용하여 각 프레임에 대해 입체 고차 국소 자기상관 특징(CHLAC 특징)을 추출한다. 이어서, 각 프레임으로부터의 입체 고차 국소 자기상관 특징의 추출 결과와 정상 판정 기준 데이터(정상 부분 공간)의 거리를 산출한다(스텝 ST15': 거리 산출 스텝). 그리고 산출한 거리가 미리 정한 역치(T_{NA})를 초과하고 있는지 아닌지에 의해 정상 거리인지 아닌지를 판정한다(스텝 ST16': 거리 판정 스텝). 정상 거리라고 판정된 경우에는 스텝 ST19'로 진행되고, 정상 프레임으로 판정된다. 거리가 역치(T_{NA})를 초과하고 있는 경우이면 스텝 ST20'으로 진행되어 이상 프레임이라고 판정한다. 이것에 의해 초음파 프로브의 주사 속도의 영향을 받는 일 없이 정상 프레임과 이상 프레임을 판정할 수 있다. 그리고 스텝 ST21'에서, 전체 프레임에 대하여 검사가 종료된 것이 판정되면 검사 페이지가 종료된다. 스텝 ST19'~스텝 ST21'에 의해 상태 판정 스텝이 구성되어 있다. 그리고, 스텝 ST15'~스텝 ST21'에 의해 프레임 판정 스텝이 구성되어 있다.
- [0060] [분석법으로서 One-class SVM을 사용하는 경우]

- [0061] 소정의 분석법으로서 One-class SVM을 사용하는 경우에는 정상인 유선 초음파 화상으로부터 추출한 CHLAC 특징에 대하여 One-class SVM(Support Vector Machine)을 적용하여 정상 클래스를 산출한다. One-class SVM에서는 데이터의 구조를 찾아낼 수 있는 커널법이라고 불리는 방법을 이용하여 학습 데이터가 많이 존재하는 영역을 추정하고, 학습 데이터가 많이 포함되는 영역(정상 클래스)과 학습 데이터가 포함되지 않는 영역으로 나누는 경계면(초평면)을 산출한다. 그리고, 검사 페이지에서는 검사 대상물의 유선 초음파 화상으로부터 추출한 CHLAC 특징이 학습으로 산출한 정상 클래스에 들어가는지 아닌지에 의해 정상 프레임인지 이상 프레임인지를 판정한다.
- [0062] [실험]
- [0063] 상기 제 2 실시형태의 효과를 확인하기 위해서 피험자 A 및 B의 2명의 피험자를 대상으로 이상 검출 실험을 행했다. 피험자 A는 종류성 병변 있음으로 진단된 환자이며, 피험자 B는 비종류성 병변 있음으로 진단된 환자이다.
- [0064] 실험 방법(분석법으로서 부분 공간법을 사용한 경우)
- [0065] 실험에서는 초음파 프로브의 주사 속도에 따른 시간축 상관폭을 변경하여 CHLAC 특징을 추출하는 것의 유효성을 검증하기 위해서 CHLAC 특징의 시간축 상관폭을 고정으로 했을 경우와, 상기 제 2 실시형태에 의거하여 시간축 상관폭을 가변으로 했을 경우에서의 ROC 곡선의 비교를 행했다. CHLAC 특징의 시간축 상관폭은 주사 속도가 [느림 보통, 빠름]에 대하여 [T#large=5, T#medium=3, T#small=1]으로 설정했다. 또한, 정상 부분 공간의 최적의 차원수를 정하기 위한 역치(T_{cc})에 대해서는 역치를 [0.9, 0.99, 0.999, 0.9999, 0.99999, 0.999999]의 6종류의 값으로 설정하여 AUC값이 최대가 될 때의 값을 채용했다.
- [0066] 실험 결과(분석법으로서 부분 공간법을 사용한 경우)
- [0067] 피험자 A 및 B에 대한 ROC 곡선을 각각 도 12(A) 및 (B) 및 도 13(A) 및 (B)에 나타낸다. CHLAC 특징의 시간축 상관폭을 가변으로 했을 때의 ROC 곡선[도 12(B) 및 도 13(B)]은 시간축 상관폭을 고정했을 때[도 12(A) 및 도 13(A)]와 비교하여 ROC 곡선이 좌측 상방에 가까워지고, AUC값이 높은 것을 알 수 있다.
- [0068] 피험자 A, B로부터 촬영된 동영상에 대한 이상 검출 결과를 도 14 및 도 15에 나타낸다. 그래프 중의 흑선은 정상과 이상을 판정하는 역치를 나타내고, 정상 부분 공간과의 거리가 역치보다 큰 경우, 그 프레임을 이상으로 판정한다. 도 14(A) 및 (B)에 있어서, P로 나타낸 부분이 병변 있음의 프레임이 연속하는 구간이다. 또한, 도 15(A) 및 (B)에 있어서는 「있음」이라고 기재한 부분이 병변 있음의 프레임이 연속하는 구간이다. 피험자 A의 이상 검출 결과에서는 시간축 상관폭을 고정으로 했을 때[도 14(A) 및 도 15(A)], 정상 프레임이어도 정상 부분 공간과의 거리가 먼 경우가 있어 과검출이 많은 것을 알 수 있다. 한편, 시간축 상관폭을 가변으로 했을 경우[도 14(B) 및 도 15(B)], 병변 있음의 프레임은 정상 프레임과 비교하여 정상 부분 공간과의 거리가 먼 경향이 있다. 이것은 시간축 상관폭을 가변으로 한 것에 의해 프로브의 주사 속도의 영향을 억제할 수 있었기 때문이다. 피험자 B에서는 과검출이 많아졌지만, 주사 속도가 빠른 프레임에 있어서의 영향이 억제되어 있는 것을 알 수 있다.
- [0069] 실험 방법(분석법으로서 One-class SVM을 사용한 경우)
- [0070] 실험에서는 제안 방법의 속도에 따른 CHLAC 특징의 유효성을 검증하기 위해서 CHLAC 특징의 시간축 상관폭을 고정으로 했을 경우와, 시간축 상관폭을 가변으로 했을 경우(제안 방법)에서의 진양성(TP)률과 위양성(FP)률의 비교를 행했다.
- [0071] CHLAC 특징의 시간축 상관폭은 주사 속도가 [느림, 보통, 빠름]에 대하여 [5, 3, 1]로 설정했다. One-class SVM에서는 커널 함수에 가우시안 커널을 사용했다.
- [0072] 실험 결과(분석법으로서 One-class SVM을 사용한 경우)
- [0073] 피험자 A, B에 대한 진양성률과 위양성률의 결과를 도 16 및 도 17에 나타낸다. 도 16으로부터 CHLAC 특징의 시간축 상관폭을 가변으로 했을 경우는 고정으로 했을 경우와 비교하여 진양성률이 높은 것을 알 수 있다. 또한, 도 17로부터 CHLAC 특징의 시간축 상관폭을 가변으로 했을 경우와 고정으로 했을 경우에는 진양성률에 변화는 없다. 그 한편, 가변으로 했을 경우는 고정으로 했을 경우와 비교하여 위양성률이 감소하고 있는 것을 알 수 있다. 즉, 시간축 상관폭을 가변으로 했을 경우는 과검출이 억제되어 있는 것을 알 수 있다. 이것은 CHLAC 특징의 시간축 상관폭을 가변으로 한 것에 의해 프로브의 주사 속도의 영향을 억제할 수 있었기 때문이라고 생각된다.

산업상 이용가능성

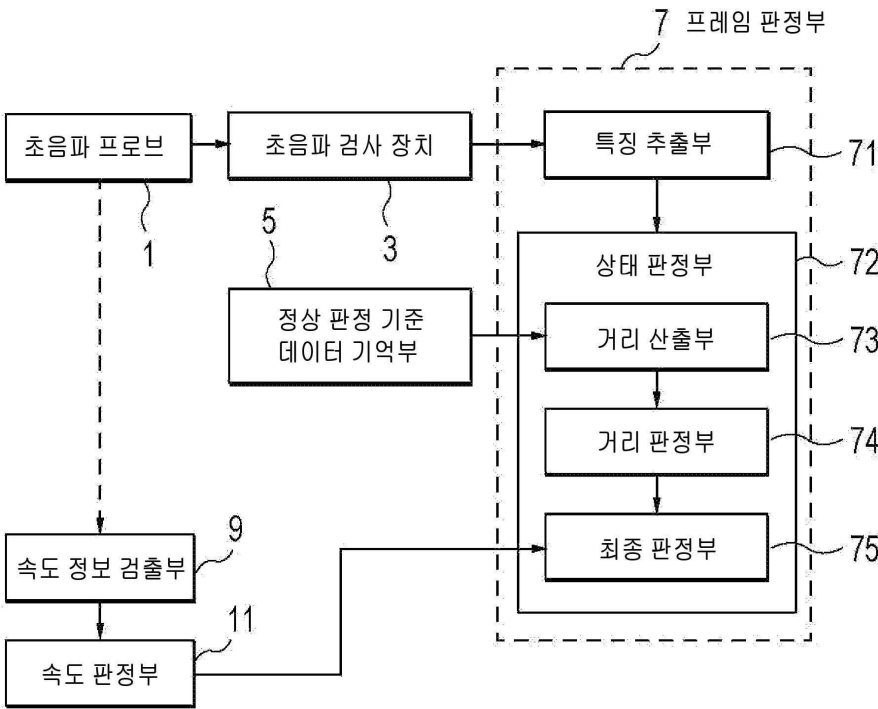
[0074] 본 발명에 의하면 초음파 프로브를 움직여서 초음파 검사 장치로부터 출력되는 시간적으로 연속한 복수의 프레임의 열로 이루어지는 동영상에 의거하여 병변을 자동 검출하는 초음파 검사 시스템의 검출 정밀도를 높일 수 있다.

부호의 설명

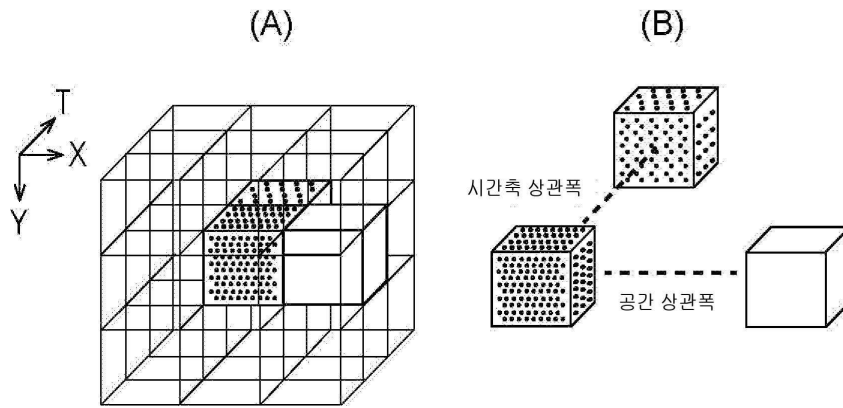
[0075]	1	초음파 프로브	3	초음파 검사 장치
	5	정상 판정 기준 데이터 기억부	7	프레임 판정부
	9	속도 정보 검출부	11	속도 판정부
	71	특징 추출부	72	상태 판정부
	73	거리 산출부	74	거리 판정부
	75	최종 판정부		

도면

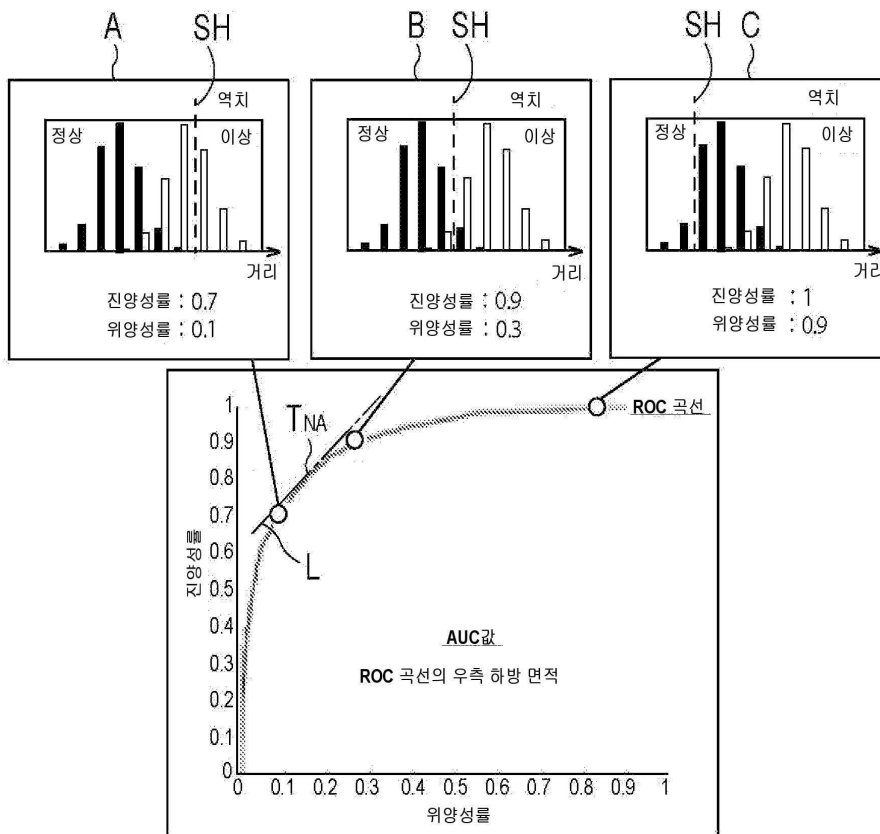
도면1



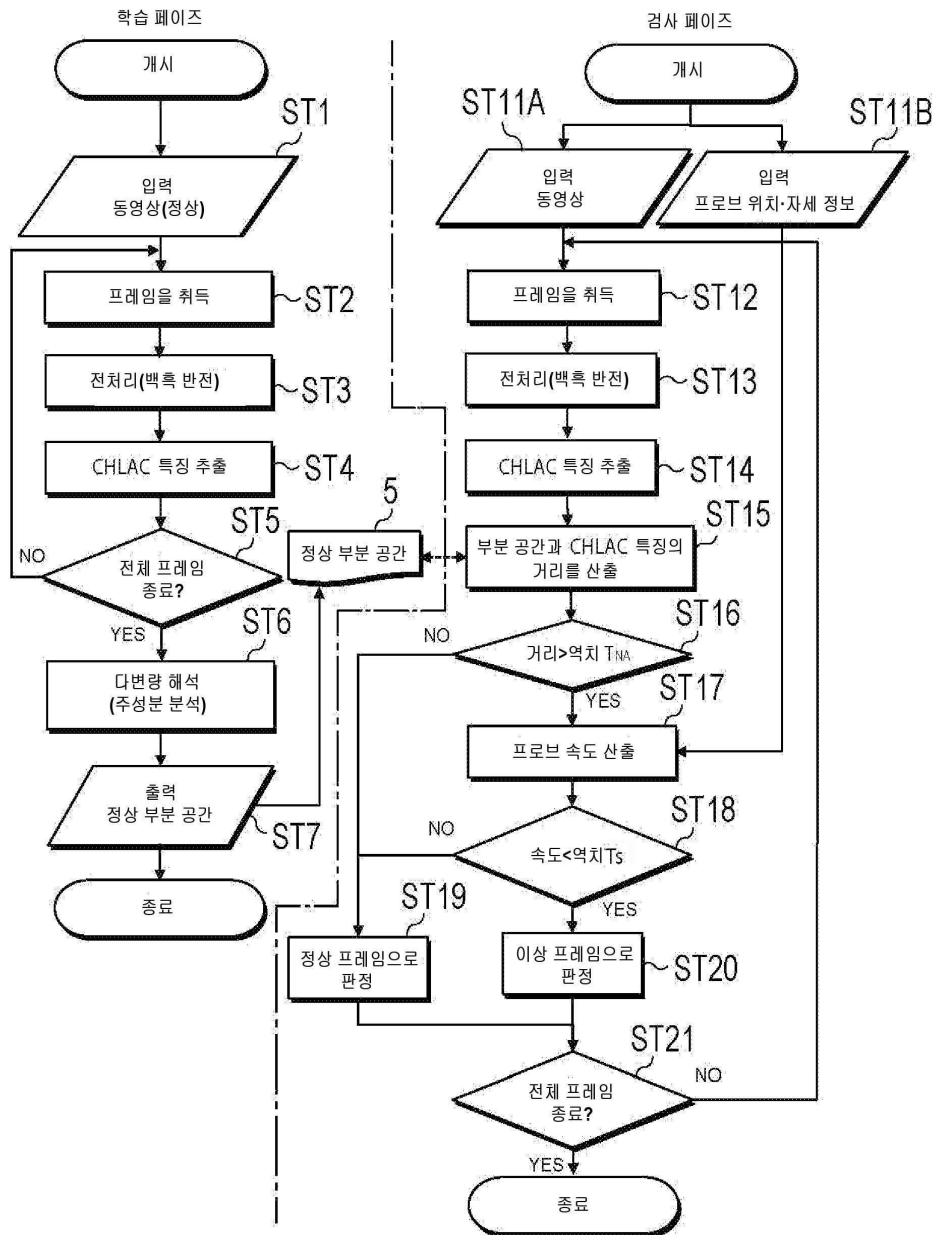
도면2



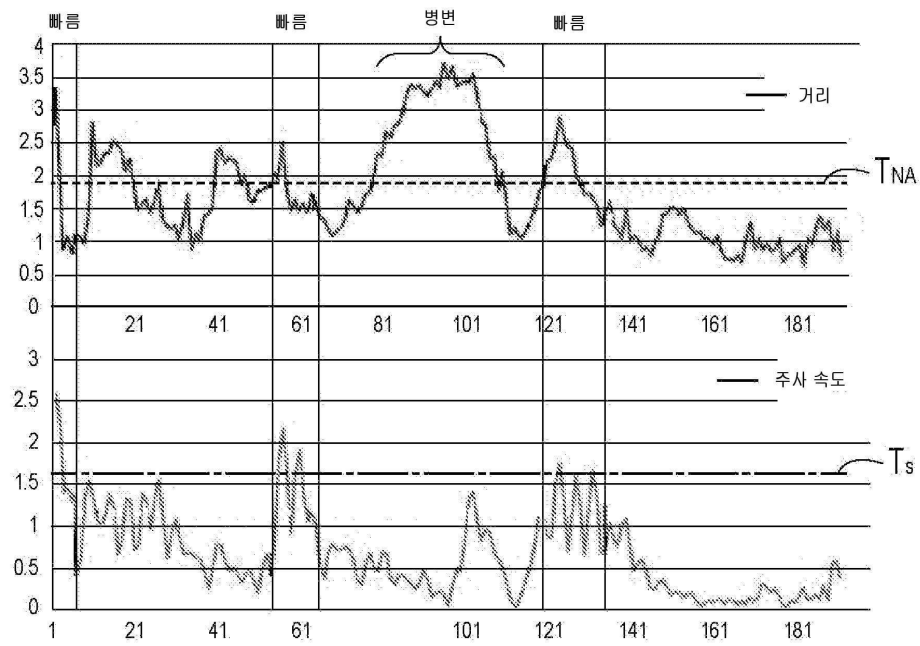
도면3



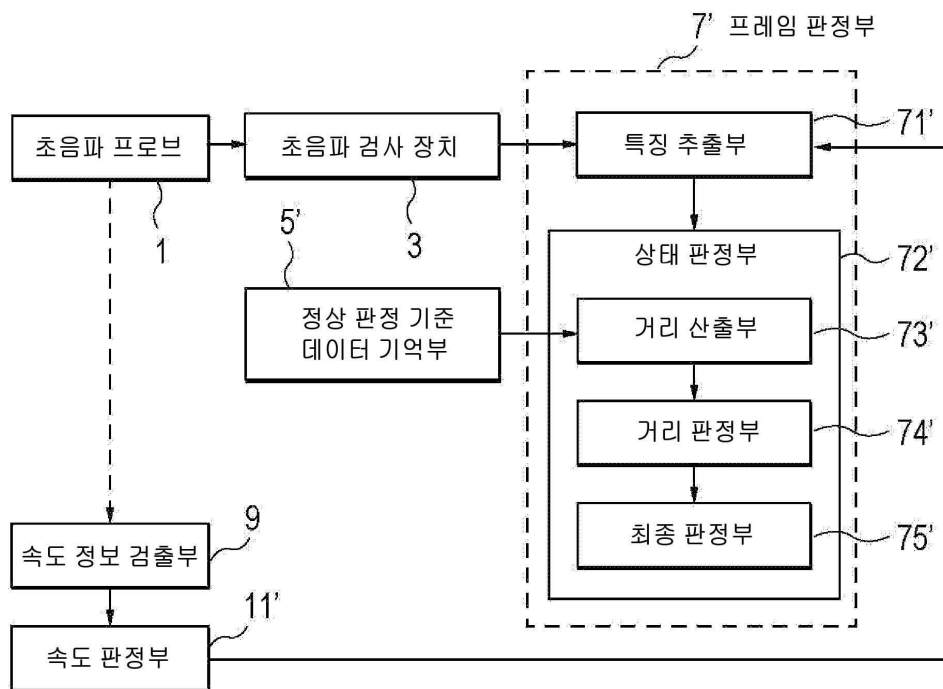
도면4



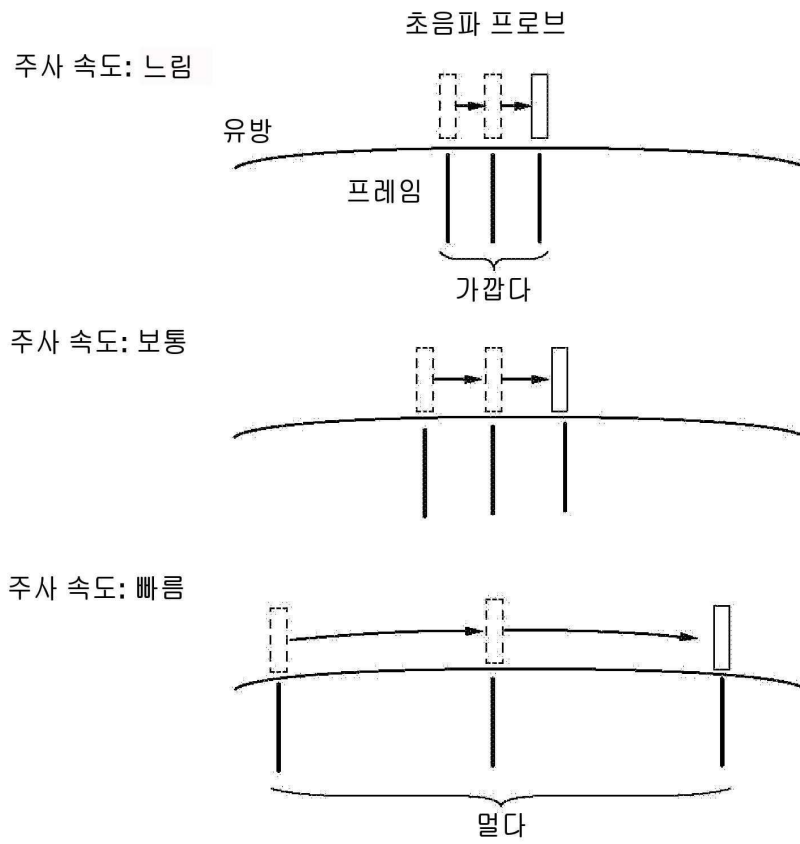
도면5



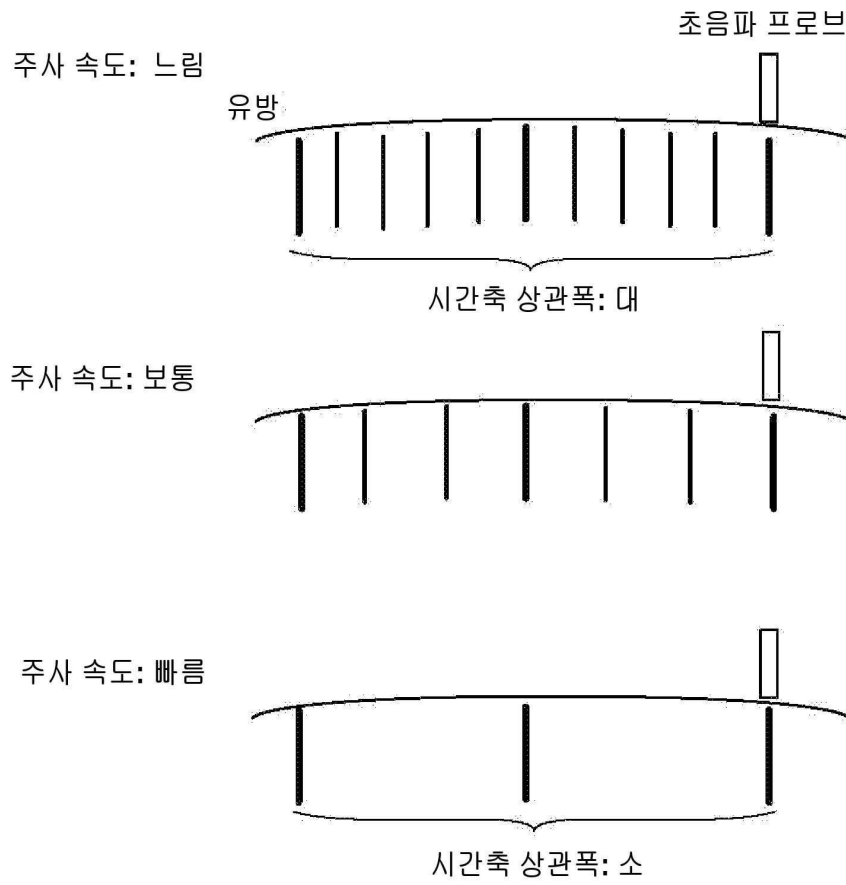
도면6



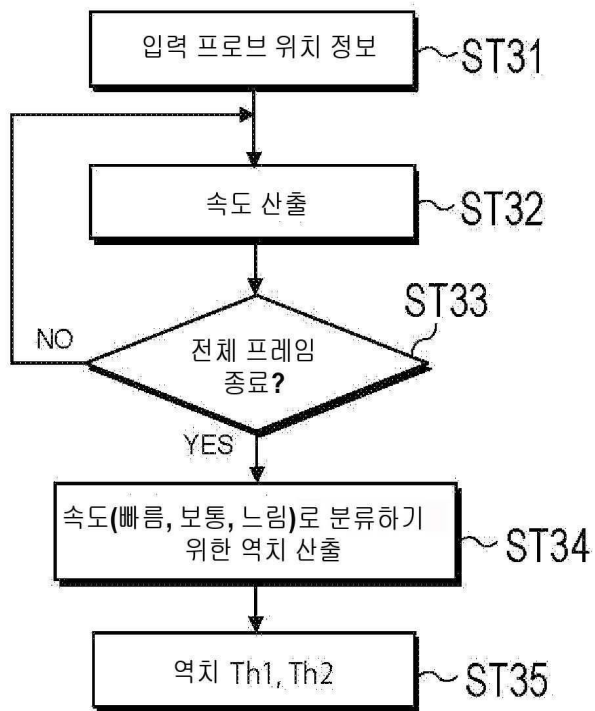
도면7



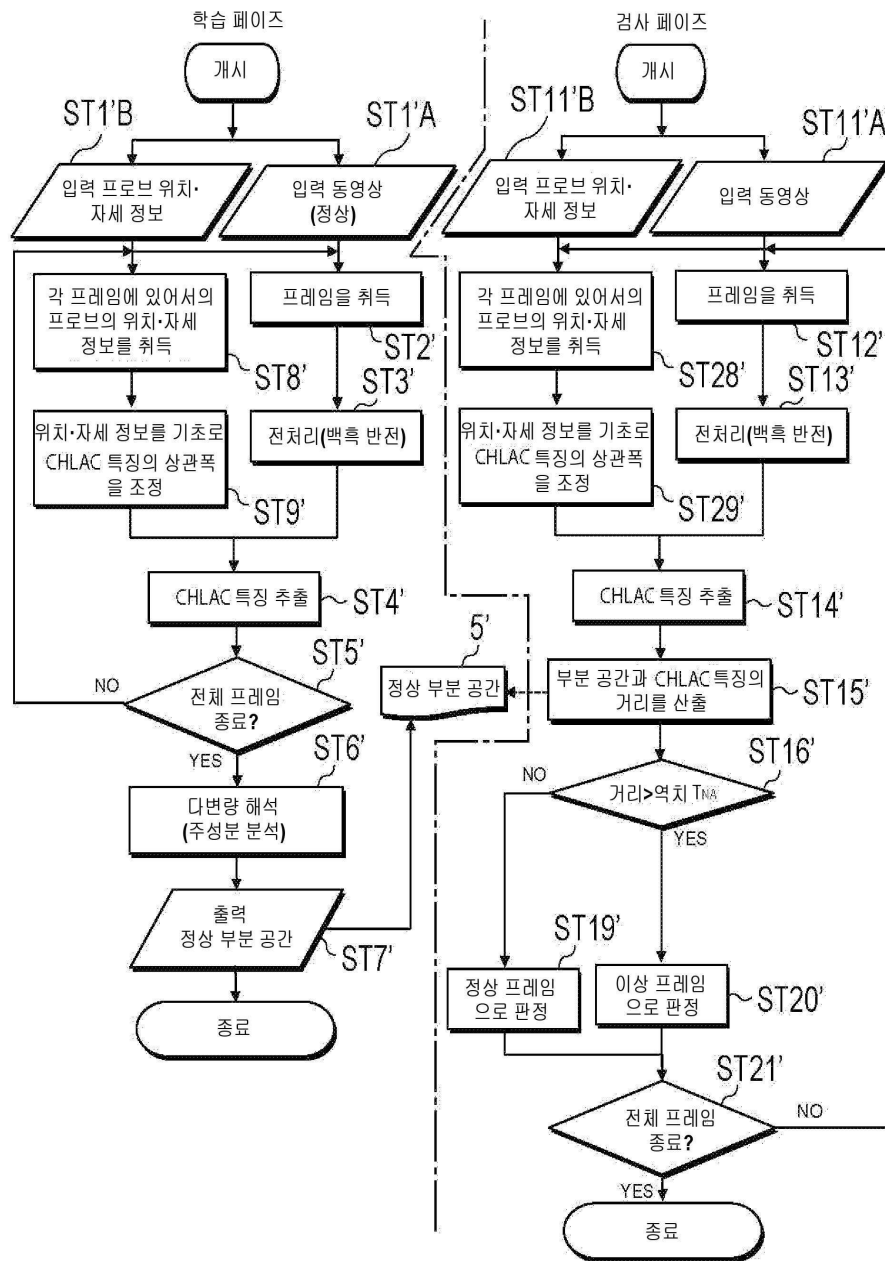
도면8



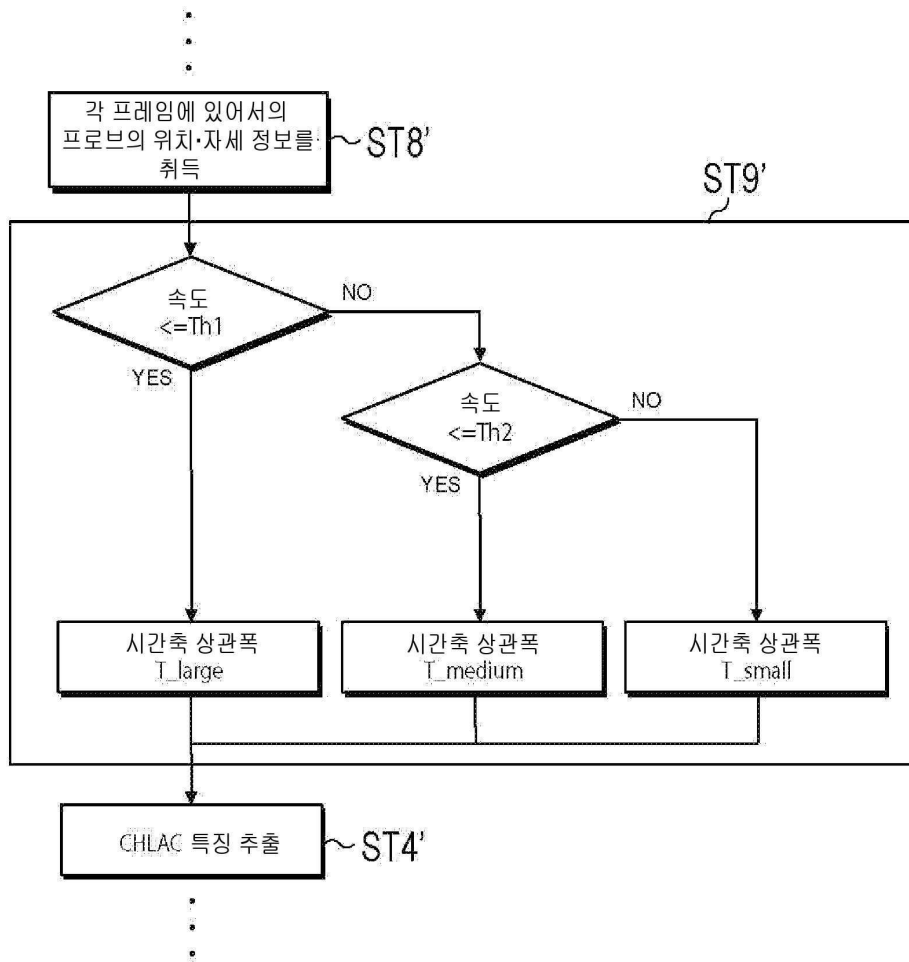
도면9



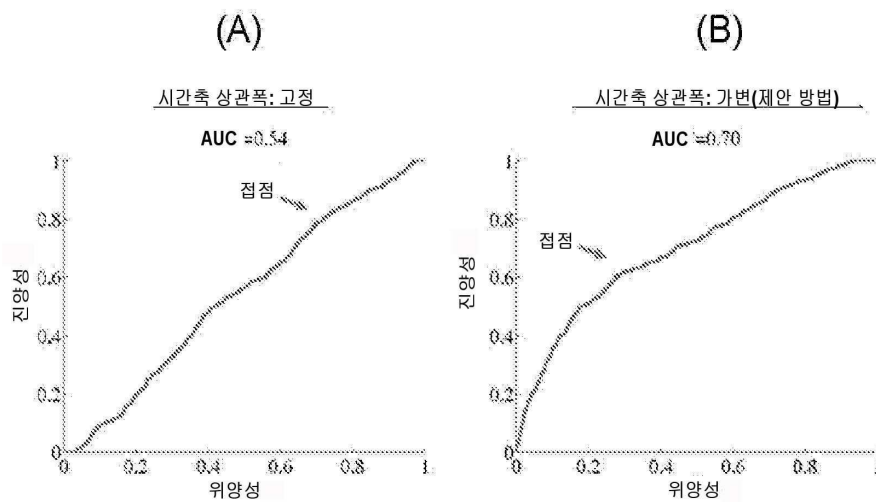
도면10



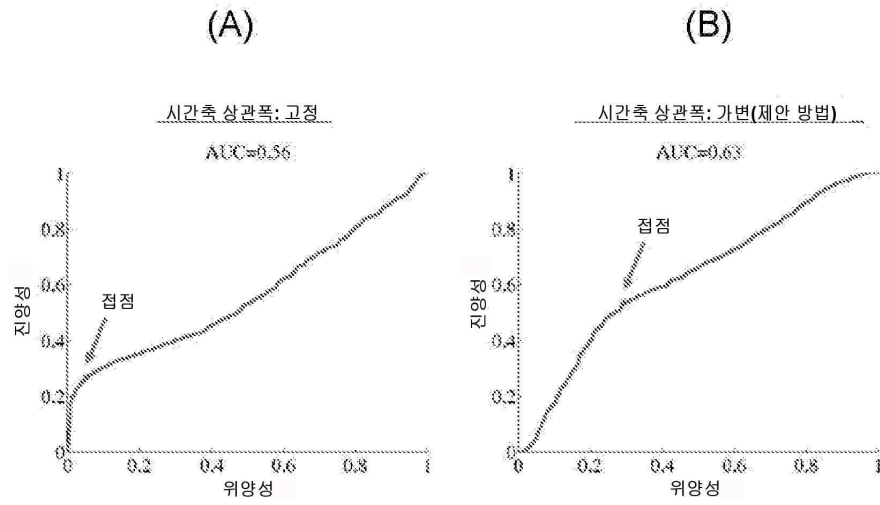
도면11



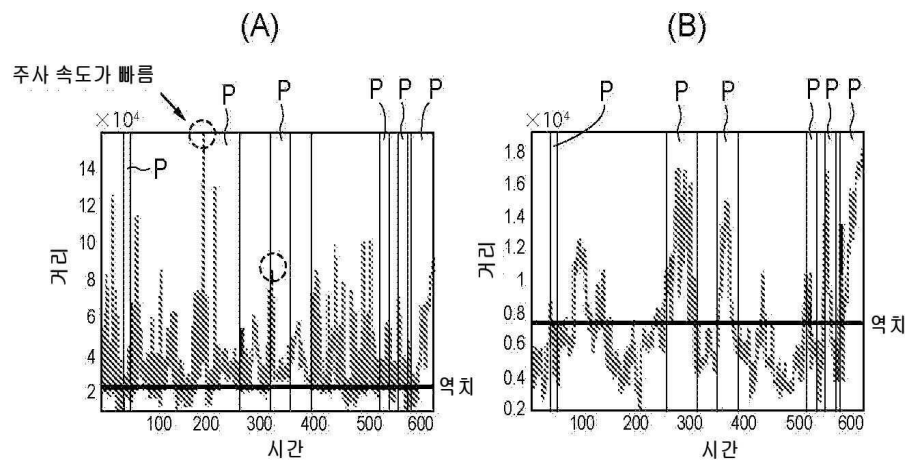
도면12



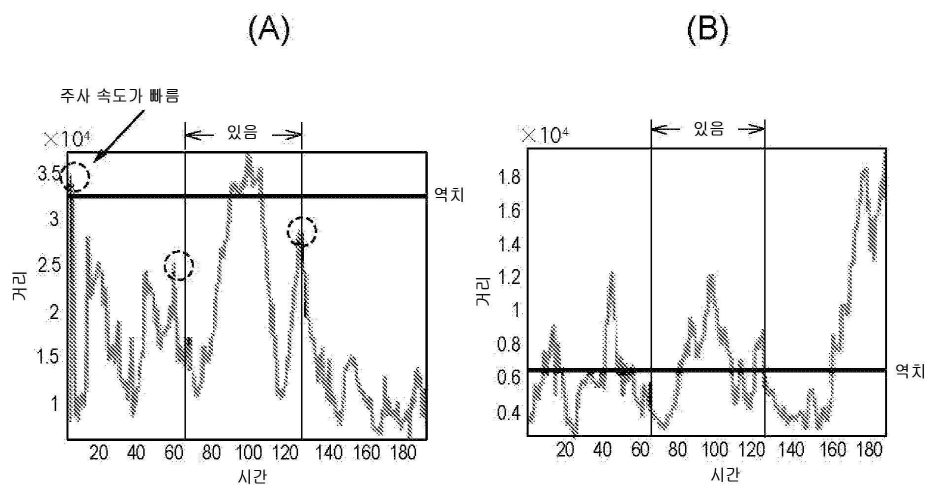
도면13



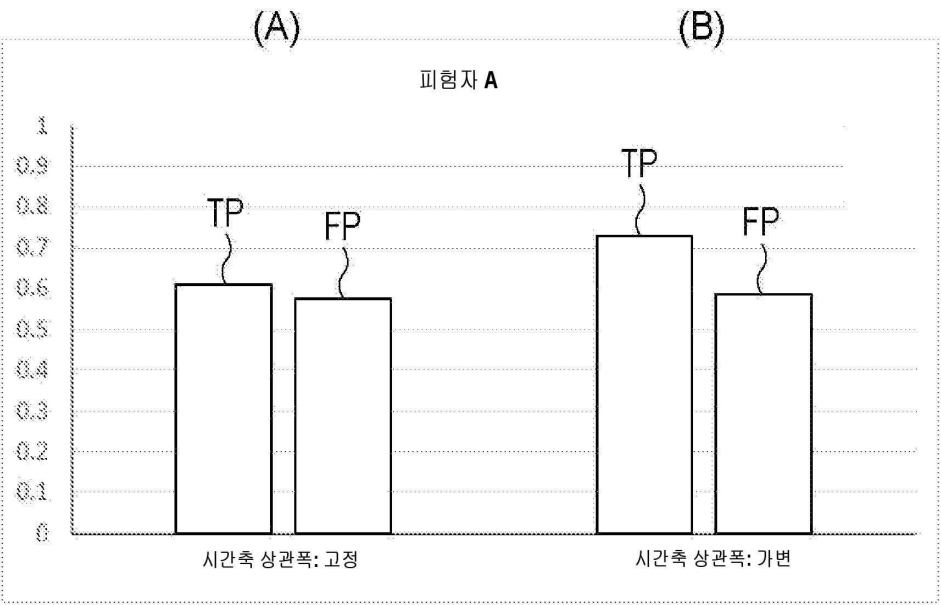
도면14



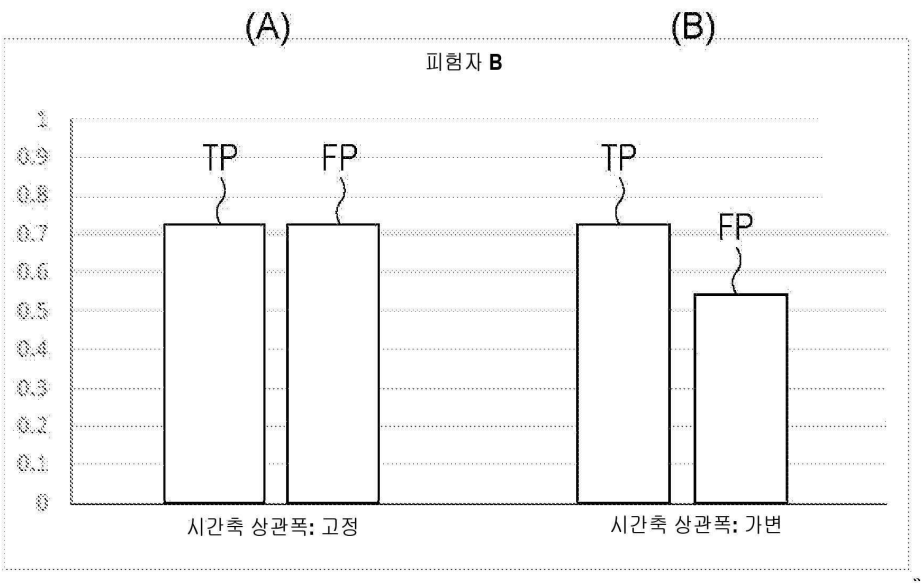
도면15



도면16



도면17



专利名称(译)	超声检查系统和超声检查方法		
公开(公告)号	KR102014104B1	公开(公告)日	2019-08-26
申请号	KR1020177016152	申请日	2015-12-01
[标]申请(专利权)人(译)	内容提示卡，库我们肯这真相茨号等内容。“那么，肯队列。		
申请(专利权)人(译)	丽思凯悟空心建久查法人sanggyo组jyucheu崇光肯kyusyo		
当前申请(专利权)人(译)	丽思凯悟空心建久查法人sanggyo组jyucheu崇光肯kyusyo		
[标]发明人	타카하시에이이치		
发明人	사카나시 히데노리 노사토 히로카즈 이와타 마사야 타카하시 에이이치 야마자키 유우다이		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/085 A61B8/5223 A61B8/5246 G06T7/0012 G06T2207/10132		
代理人(译)	Hayounguk		
审查员(译)	Gimseokho		
优先权	2014243189 2014-12-01 JP		
其他公开文献	KR1020170082630A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声检查系统基于动态图像来自动检测病变，该动态图像由时间上连续的多个帧阵列组成，并且是通过操纵超声探头从超声检查设备输出的。可以提高超声波检查系统的检测精度。帧检查器7中的特征提取器71在检查者操作超声探头1的同时，从构成从超声波检查装置3获得的人体部位的动态图像的多个帧的每个帧中提取三次高阶局部自相关特征。在考生身上。当速度确定器确定超声探头1的速度不是正常速度时，即使可以将所讨论的帧确定为包含病变的异常帧，最终确定器75也将所确定的帧确定为正常帧。

