



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0067961
(43) 공개일자 2018년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/00 (2006.01) G01J 1/16 (2006.01)

G01J 9/02 (2006.01) G02B 6/26 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61B 5/0059 (2013.01)

A61B 5/7264 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0169430

(22) 출원일자 2016년12월13일

심사청구일자 2016년12월13일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

김태근

서울특별시 양천구 목동서로 400, 1003동 204호
(신정동, 목동신시가지아파트10단지)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 스윕 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 스윕 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치 및 그 방법에 대한 것이다.

본 발명에 따른 스윕 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치는 스윕 소스(Swept source)로부터 입사된 입사광을 기준광과 물체광으로 분리하고, 기준거울로부터 반사된 상기 기준광과 대상체로부터 반사된 상기 물체

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



광을 집광시켜 간섭광을 생성하고, 생성된 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 광 검출부; 상기 광 검출부를 통해 상기 대상체의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보를 입력받아 전산지능을 학습하는 전산지능 학습부; 및 상기 학습된 전산지능을 이용하여 상기 대상체의 피하지방의 두께를 추정하는 전산지능추정부를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 피하지방층의 깊이 위치별로 각각 검출된 간섭광의 파장별 분포가 학습된 전산지능을 이용하여 피하지방층의 두께를 정확하게 추정할 수 있어 장치 신뢰도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

(52) CPC특허분류

G01J 1/1626 (2013.01)

G01J 9/0246 (2013.01)

G02B 6/262 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 H8601-16-1009

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 ICT융합 고급인력과정 지원사업

연구과제명 웰니스 삶을 위한 WellTEC 코칭 서비스 및 콘텐츠 개발

기 여 율 1/1

주관기관 순천향대학교 산학협력단

연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

스weep 소스(Swept source)로부터 입사된 입사광을 기준광과 물체광으로 분리하고, 기준거울로부터 반사된 상기 기준광과 대상체로부터 반사된 상기 물체광을 집광시켜 간섭광을 생성하고, 생성된 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 광 검출부;

상기 광 검출부를 통해 상기 대상체의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보를 입력받아 전산지능을 학습하는 전산지능학습부; 및

상기 학습된 전산지능을 이용하여 상기 대상체의 피하지방의 두께를 추정하는 전산지능추정부를 포함하는 sweep 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 sweep 소스는,

시간에 따라 파장을 변화시켜 광원을 방출하는 sweep 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 광 검출부는,

상기 입사광을 상기 기준광과 상기 물체광으로 각각 분리하는 분광기,

상기 기준광과 상기 물체광을 광섬유로 집광시켜 상기 간섭광을 생성하는 광커플러, 및

상기 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 광 검출기를 포함하는 sweep 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기준거울은,

상기 입사광이 조사되는 방향과 직교하는 방향으로 이동하여 상기 기준광을 반사하고,

상기 광 검출부는,

상기 기준거울의 위치에 대응하여 상기 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 sweep 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 기준광과 상기 물체광의 경로 길이는 동일한 sweep 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전산지능학습부는,

상기 기준 거울의 위치에 대응하여 수집된 상기 대상체의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보에

대한 학습 데이터를 생성하고, 상기 학습 데이터를 이용하여 상기 간섭광의 파장과 상기 대상체의 피하지방층 두께와의 상관 관계를 학습하는 스융 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전산지능은 데이터의 학습 기능을 가지는 신경망 또는 퍼지 논리를 포함하는 스융 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치.

청구항 8

피하지방층 두께 추정 장치를 이용한 피하지방층 두께 추정 방법에 있어서,

스융 소스(Swept source)로부터 입사된 입사광을 기준광과 물체광으로 분리하고, 기준거울로부터 반사된 상기 기준광과 대상체로부터 반사된 상기 물체광을 집광시켜 간섭광을 생성하고 상기 생성된 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 단계;

상기 대상체의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보를 입력받아 전산지능을 학습하는 단계; 및

상기 학습된 전산지능을 이용하여 상기 대상체의 피하지방의 두께를 추정하는 단계를 포함하는 피하지방층 두께 추정 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 스융 소스는,

시간에 따라 파장을 변화시켜 광원을 방출하는 피하지방층 두께 추정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 단계는,

상기 입사광을 상기 기준광과 상기 물체광으로 각각 분리하고, 상기 기준광과 상기 물체광을 광섬유로 집광시켜 상기 간섭광을 생성하며, 상기 생성된 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 피하지방층 두께 추정 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 기준거울은,

상기 입사광이 조사되는 방향과 직교하는 방향으로 이동하여 상기 기준광을 반사하고,

상기 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 단계는,

상기 기준거울의 위치에 대응하여 상기 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 피하지방층 두께 추정 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 기준광과 상기 물체광의 경로 길이는 동일한 피하지방층 두께 추정 방법.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 전산지능을 학습하는 단계는,

상기 기준 거울의 위치에 대응하여 수집된 상기 대상체의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보에 대한 학습 데이터를 생성하고, 상기 학습 데이터를 이용하여 상기 간섭광의 파장과 상기 대상체의 피하지방층

두께와의 상관 관계를 학습하는 피하지방층 두께 추정 방법.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 전산지능은 데이터의 학습 기능을 가지는 신경망 또는 퍼지 논리를 포함하는 피하지방층 두께 추정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스융 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 스융 소스를 이용하여 대상체의 피하지방층 두께를 추정하는 스융 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 주로 지방 세포로 구성된 피하지방층은 진피와 근막 사이에 위치하며, 영양분을 저장하고, 지방을 합성하며, 열을 차단하여 열손상을 방지하고, 충격을 흡수하여 몸을 보호하는 역할을 담당한다. 피하지방은 신체 부위에 따라, 성별에 따라, 연령에 따라 두께가 다르며 일반적으로 여성이 남성에 비하여 두껍고, 중년층의 경우 허리의 피하지방이 가장 두껍다.

[0003] 피하지방은 내장지방과 달리 건강상의 큰 문제를 일으키지는 않으나, 외모를 중시하는 현대사회의 분위기와 더불어 미용적으로 큰 관심의 대상이 되고 있다. 피하지방을 측정하는 방법 중 하나인 스융 소스 광 단층 촬영기는 단층영상을 촬영하는 시스템으로 생체조직의 3차원 영상을 얻는 기법이다. 그러나 생체로부터 산란되는 빛에 의한 오염으로 선명한 영상을 얻을 수 있는 촬영 깊이의 한계가 있다. 따라서, 단층영상기법을 이용해 단층 영상을 얻어 지방층의 두께를 측정하는 방법은 그 한계가 명확하다.

[0004] 대안으로 Line CCD 와 grating을 이용해 각각의 깊이위치에서 간섭광의 파장분포를 얻어 전산지능을 학습시키는 방법이 제안되었으나 line CCD의 좁은 다이내믹레인지(dynamic range) 그리고 높은 직류(DC)값 등으로 각각의 깊이 위치에서 파장별 분포를 고신뢰도로 얻어내는 것에는 한계가 있다.

[0005] 따라서, 선명한 영상을 얻을 수 있는 촬영 깊이에 한계가 없고, 두께가 두꺼운 피하지방도 손쉽게 두께를 측정할 수 있는 장치의 개발이 필요하다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 등록특허공보 제10-0716801호(2007. 05. 14. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 스융 소스를 이용하여 대상체의 피하지방층 두께를 추정하는 스융 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따른 스융 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치는, 스융 소스(Swept source)로부터 입사된 입사광을 기준광과 물체광으로 분리하고, 기준거울로부터 반사된 상기 기준광과 대상체로부터 반사된 상기 물체광을 집광시켜 간섭광을 생성하고, 생성된 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 광 검출부; 상기 광 검출부를 통해 상기 대상체의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보를 입력받아 전산지능을 학습하는 전산지능학습부; 및 상기 학습된 전산지능을 이용하여 상기 대상체의 피하지방의 두께를 추정하는 전산지능추정부를 포함한다.

[0009] 상기 스융 소스는, 시간에 따라 파장을 변화시켜 광원을 방출할 수 있다.

[0010] 상기 광 검출부는, 상기 입사광을 상기 기준광과 상기 물체광으로 각각 분리하는 분광기, 상기 기준광과 상기 물체광을 광섬유로 집광시켜 상기 간섭광을 생성하는 광커플러, 및 상기 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 광 검출기를 포함할 수 있다.

- [0011] 상기 기준거울은, 상기 입사광이 조사되는 방향과 직교하는 방향으로 이동하여 상기 기준광을 반사하고, 상기 광 검출부는, 상기 기준거울의 위치에 대응하여 상기 간섭광의 파장 분포 정보를 검출할 수 있다.
- [0012] 상기 기준광과 상기 물체광의 경로 길이는 동일할 수 있다.
- [0013] 상기 전산지능학습부는, 상기 기준 거울의 위치에 대응하여 수집된 상기 대상체의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보에 대한 학습 데이터를 생성하고, 상기 학습 데이터를 이용하여 상기 간섭광의 파장과 상기 대상체의 피하지방층 두께와의 상관 관계를 학습할 수 있다.
- [0014] 상기 전산지능은 데이터의 학습 기능을 가지는 신경망 또는 퍼지 논리를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 피하지방층 두께 추정 장치를 이용한 피하지방층 두께 추정 방법은, 스윕 소스(Swept source)로부터 입사된 입사광을 기준광과 물체광으로 분리하고, 기준거울로부터 반사된 상기 기준광과 대상체로부터 반사된 상기 물체광을 집광시켜 간섭광을 생성하고 상기 생성된 간섭광의 파장 분포 정보를 검출하는 단계; 상기 대상체의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보를 입력받아 전산지능을 학습하는 단계; 및 상기 학습된 전산지능을 이용하여 상기 대상체의 피하지방의 두께를 추정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0016] 이와 같이 본 발명에 따르면, 피하지방층의 깊이 위치별로 각각 검출된 간섭광의 파장별 분포가 학습된 전산지능을 이용하여 피하지방층의 두께를 정확하게 추정할 수 있어 장치 신뢰도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0017] 또한 본 발명에 따르면, 비숙련자도 빠르고 간편하게 대상체의 피하지방층 두께를 추정할 수 있어 사용자 만족도 향상에 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스윕 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치를 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 스윕 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 광 검출부를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 역전파 신경망의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [0020] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0021] 먼저, 도 1을 통해 본 발명의 실시예에 따른 스윕 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치에 대하여 설명한다.
- [0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 스윕 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치를 나타낸 블록도이다.
- [0023] 도 1에서와 같이 본 발명의 실시예에 따른 스윕 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치(100)는, 광 검출부(110), 전산지능학습부(120) 및 전산지능추정부(130)를 포함한다.
- [0024] 먼저, 광 검출부(110)는 시간에 따라 파장을 변화시켜 광원을 방출하는 스윕 소스(Swept source)로부터 입사된 입사광을 기준광과 물체광으로 분리하고, 기준거울로부터 반사된 기준광과 대상체로부터 반사된 물체광을 집광시켜 간섭광을 생성하고, 생성된 간섭광의 파장 분포 정보를 검출한다.
- [0025] 이때, 기준광은 입사광이 조사되는 방향과 직교하도록 위치한 기준 거울로부터 반사된 것이고, 물체광은 피하지방층의 두께를 추정하고자 하는 대상체의 신체로부터 반사된 것이다.
- [0026] 또한, 기준거울은 입사광이 조사되는 방향과 직교하는 방향으로 이동하여 기준광을 반사한다. 기준 거울은 이동 과정에서 입사광을 반사시키고, 광 검출부(110)는 기준 거울의 위치에 대응하여 각 깊이 위치에 따른 간섭광의

파장 분포 정보를 검출할 수 있다. 이때, 기준 거울은 광 검출부(110)의 외부에 위치할 수 있으며, 광 검출부(110)에 포함되어 구성될 수도 있다.

- [0027] 또한, 간섭광은 기준광과 물체광의 경로 길이가 동일한 경우에만 생성되므로 광 검출부(110)는 기준광과 물체광의 경로 길이가 동일하도록 측정하고자 하는 대상체의 깊이에 따라 기준거울의 위치를 조절하여 간섭광의 파장 분포 정보를 검출한다.
- [0028] 그리고, 전산지능학습부(120)는 광 검출부(110)를 통해 대상체의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보를 입력받아 전산지능을 학습한다.
- [0029] 상기 전산지능학습부(120)는, 기준 거울의 위치에 대응하여 수집된 대상체의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보에 대한 학습 데이터를 생성하고, 학습 데이터를 이용하여 간섭광의 파장과 대상체의 피하지방층 두께와의 상관 관계를 학습한다.
- [0030] 여기서, 전산지능(Computational intelligence)이란 각 깊이 위치에 따른 간섭광의 파장 분포 정보를 학습 데이터와 테스트 데이터로 나누고, 학습 데이터를 이용하여 간섭광의 파장 분포 정보와 피하지방층 두께와의 관계를 학습하고, 학습된 모델을 이용하여 대상체의 피하지방층 두께를 추정하는 시스템으로서, 신경망(Neural network)이나 퍼지논리(Fuzzy logic)등을 포함한다.
- [0031] 신경망은 입력 패턴과 출력 패턴이 맵핑(mapping)되고, 이와 같은 과정의 반복을 통하여 신경망은 입력 패턴과 출력 패턴과의 관계에 대하여 학습하게 된다. 그리고 추후에 입력되는 패턴과 가장 유사한 패턴 그룹을 찾음으로써, 입력 패턴에 대응되는 출력 패턴에 대하여 모델링 한다.
- [0032] 퍼지 논리는 불분명한 상태나 모호한 상태를 이진법적 논리에서 벗어나 다치성으로 표현하는 논리 개념으로서, 각 대상이 그 그룹에 속하는 정도를 소속 함수(membership function)로 나타냄으로써 수학적으로 모델링을 할 수 있다.
- [0033] 마지막으로 전산지능추정부(130)는 전산지능학습부(120)에 의해 학습된 전산지능을 이용하여 대상체의 피하지방층의 두께를 추정한다.
- [0034] 즉, 전산지능추정부(130)는 입력된 대상체의 간섭광의 파장 분포 정보에 대응되는 출력 패턴을 추출하여 대상체의 피하지방층 두께를 추정할 수 있다. 이때, 기준 거울의 깊이 위치와 기준 거울의 깊이 위치에 따른 파장을 파장 분포 정보로 사용할 수 있다.
- [0035] 이하에서는 도 2 내지 도 4를 통해 본 발명의 실시예에 따른 스융 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 방법에 대하여 설명한다.
- [0036] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 스융 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도로서, 이를 참조하여 본 발명의 구체적인 동작을 설명한다.
- [0037] 본 발명의 실시예에 따르면, 먼저, 광 검출부(110)가 스융 소스(Swept source)로부터 입사된 입사광을 기준광과 물체광으로 분리한다(S210).
- [0038] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 광 검출부를 설명하기 위한 도면이다.
- [0039] 즉, 도 3에서와 같이, S210 단계에서는 스융 소스(Swept source)로부터 입사된 입사광이 분광기(111)에 의해 기준광과 물체광으로 각각 분리된다.
- [0040] 이때, 스융 소스는, 시간에 따라 파장을 변화시켜 광원을 방출한다.
- [0041] 자세히는, 광 검출부(110)는 두 개의 분광기(111)를 이용하여 입사광을 기준광과 물체광으로 분리할 수 있다. 그리고 분광기(111)는 기준광을 기준 거울(112)으로 전달하고, 물체광을 피하지방층의 두께를 추정하고자 하는 대상체(200)의 신체의 일부로 전달한다.
- [0042] 여기서, 대상체(200)는 피하지방층의 두께 정보를 사전에 알고 있는 기준체일 수 있다.
- [0043] 그리고, 광 커플러(113)는 기준거울(112)로부터 반사된 기준광과 대상체(200)로부터 반사된 물체광을 집광시켜 간섭광을 생성한다(S220).
- [0044] 자세히는, 광 검출부(110)는 광 커플러(113)를 이용하여 기준 거울(112)로부터 반사된 기준광과 대상체(200)로부터 반사된 물체광을 광섬유로 집광시켜 간섭광을 생성한다.

- [0045] 즉, 도 3에 표시된 이동 경로를 보면 알 수 있듯이, 스왑 소스로부터 입사된 입사광이 두 개의 분광기(111)를 통해 각각 기준광과 물체광으로 분리되어 기준 거울(112)과 대상체(200)로부터 각각 반사되면 광 커플러(115)에서 상호 간섭되어 간섭광이 생성된다.
- [0046] 이때, 기준거울(112)은, 입사광이 조사되는 방향과 직교하는 방향으로 이동하여 기준광을 반사한다.
- [0047] 그리고 간섭광은 기준광과 물체광의 경로 길이가 동일한 경우에만 생성되므로 광 검출부(110)는 기준광과 물체광의 경로 길이가 동일하도록 측정하고자 하는 대상체의 깊이에 따라 기준거울의 위치를 조절하여 간섭광의 파장 분포 정보를 검출한다.
- [0048] 그리고 광 검출기(114)는 S220 단계에서 생성된 간섭광의 파장 분포 정보를 검출한다(S230).
- [0049] 이때, 광 검출기(114)는 각 파장별로 빛을 검출하기 위해 포토디텍터어레이가 적용될 수도 있다.
- [0050] 또한 광 검출기(114)는 기준거울(112)의 위치에 대응하여 간섭광의 파장 분포 정보를 검출할 수도 있다.
- [0051] 예를 들면, 대상체(200)의 깊이 위치를 도 3에서와 같이 피하지방(A 위치), 내장 지방(B 위치) 및 후복막장 지방(C 위치)과 같이 설정하여 기준광과 물체광의 경로 길이가 동일해지도록 기준거울(112)의 위치를 조절하면서 S210 내지 S230 단계를 반복 수행하여 대상체(200)의 각 깊이 위치별로 간섭광의 파장 분포 정보를 검출할 수도 있다.
- [0052] 그리고 전산지능학습부(120)는 대상체(200)의 각 깊이 위치별로 검출된 간섭광의 파장 분포 정보를 입력받아 전산지능을 학습한다(S240).
- [0053] 상세히는 전산지능학습부(120)는 기준 거울(112)의 스캔 과정을 통하여 수집된 간섭광의 파장 분포 정보에 대한 학습 데이터를 생성하고, 학습 데이터를 이용하여 간섭광의 파장과 피하지방층 두께와의 상관 관계를 학습하여, 추정 모델을 모델링한다. 여기서 학습 데이터는 각 깊이 위치에 따른 간섭광의 파장 분포 정보로부터 생성된 것으로, 신경망 학습을 위한 데이터를 의미한다.
- [0054] 또한, 전산지능학습부(120)는 각 깊이 위치에 따른 간섭광의 파장 분포 정보로부터 신경망 학습을 위한 학습 데이터와 학습된 모델의 적합성 판단을 위한 테스트 데이터를 생성한다. 각 학습 데이터와 테스트 데이터를 구성하는 특징 벡터(vector)는 입력정보와 출력정보로 구성되거나, 입력정보로만 구성될 수 있다. 즉, 특징 벡터의 입력은 1차원, 2차원 또는 3차원의 정보로 표현될 수 있으며, 특징 벡터가 3차원인 경우 다음의 수학적 식 1과 같이 표현된다.

수학적 식 1

$$x(n, m)$$

- [0055]
- [0056] 여기서, n은 기준 거울(112)의 깊이 위치를 의미하고, m은 간섭광의 파장을 의미하며, x의 값은 해당 깊이 위치에서 해당 파장의 빛의 세기를 나타낸다. 이때, 빛의 세기는 연속적인 값을 가질 수 있으며, 연속적인 값은 양자화하여 "0", "1"의 비트 배열(bit array)로 표현될 수 있다.
- [0057] 그리고 수 개의 출력의 조합으로 지방층의 두께에 대하여 범위를 지정할 수 있다. 예를 들어, 3개의 출력을 갖는 신경망의 경우, 출력이 (0,0,0)이면 지방층의 두께가 가장 얇은 경우이고, (1,1,1)이면 지방층의 두께가 가장 두꺼운 경우로 조합에 따라 8단계로 나눌 수 있다.
- [0058] 그리고 전산지능학습부(120)는 기준 거울(112)의 깊이 위치에 따른 간섭광의 빛의 세기를 입력으로 하고, 해당 깊이 위치에 따른 간섭광을 반사한 대상체(200)의 신체 일부가 지방인지 피부인지 여부를 출력으로 하는 추정 모델을 생성한다.
- [0059] 또한 전산지능학습부(120)는 학습 데이터를 이용하여 지방층의 실제 두께의 범위를 추정하고, 이를 통하여 추정 모델을 학습할 수 있다. 지방층의 두께가 0cm~1cm인 경우는 (0,0,0)으로, 1cm~2cm인 경우는 (0,0,1), 2cm~3cm인 경우는 (0,1,0) 그리고 7cm~8cm는 (1,1,1)로 표현할 수도 있다. 설명의 편의상 3개의 출력을 갖는 신경망을 기본 모델로 설명하였으나, 이에 한정하지 않고 다양한 개수의 출력의 조합으로 응용하여 적용할 수 있다.
- [0060] 그리고 신경망 모델링을 위한 각 깊이 위치에 따른 간섭광의 파장분포의 특징 벡터는 다음의 수학적 식 2와 같이

표현될 수 있다.

수학식 2

$$(x_1, x_2, \dots, x_l, y_1, y_2, \dots, y_m, z_1, z_2, \dots, z_n)$$

[0061]

[0062]

이러한 특징 벡터를 가지는 학습 데이터와 테스트 데이터를 이용하여 신경망 모델을 개발할 때, 신경망의 전체 입력 뉴런의 수는 $l+m+n$ 의 수로 결정되고, 출력 뉴런은 1에서 1까지의 조합으로 구성될 수 있다. 전술한 바와 같이, 각 깊이 위치에 따른 간섭광의 파장 분포 벡터는 입력 정보만으로 구성될 수 있다. 이 경우, 신경망 모델 개발에 이용되는 각 깊이 위치에 따른 간섭광의 파장 분포 벡터는 다음의 수학식 3과 같이 표현된다.

수학식 3

$$(x_1, x_2, \dots, x_l, y_1, y_2, \dots, y_m, z_1, z_2, \dots, z_n)$$

[0063]

[0064]

각 깊이 위치에 따른 간섭광의 파장 분포 벡터에는 노이즈가 포함될 수 있다. 그리고 학습 패턴의 필터링에서는 준비된 각 깊이 위치에 따른 특징 벡터의 노이즈를 줄이기 위한 신호 처리 기법을 적용할 수 있다.

[0065]

예를 들어, 웨이블릿(Wavelet)기법을 적용하여 노이즈를 줄일 수 있으며, 노이즈를 줄일 수 있는 다양한 기법들은 당업자라면 용이하게 알 수 있으므로, 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0066]

그리고 전산지능학습부(120)를 통해 구성된 학습 패턴과 테스트 패턴은 신경망 모델 개발을 위해 이용된다.

[0067]

신경망의 경우, 크게 감독형(Supervised)과 비감독형(Unsupervised)으로 구분되며, 경우에 따라서는 감독형과 비감독형을 결합한 구조가 이용되기도 한다. 감독형 신경망의 경우, 특징 벡터는 입력 패턴과 출력 패턴으로 구성되며, 비감독형 신경망의 경우 특징 벡터는 단지 입력 패턴으로만 구성된다. 감독형 신경망 중 가장 광범위하게 이용되는 구조는 역전파(Backpropagation) 신경망이며, 이외에 Radial basis function network과 Generalized regression neural network 등이 있다.

[0068]

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 역전파 신경망의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0069]

도 4와 같이, 역전파 신경망은 입력층, 은닉층, 그리고 출력층으로 구성된다. 은닉층의 수는 일반적으로 하나를 이용하지만 2개 이상도 이용될 수 있다. 입력층 뉴런의 수는 특징벡터를 구성하는 모든 원소의 수, 즉 $l+m+n$ 의 수와 일치하며, 출력층 뉴런의 수는 3개이다. 경우에 따라서는 Bias 뉴런이 은닉층과 출력층의 뉴런들에 연결되는 구조가 이용될 수 있다. 역전파 신경망을 이용할 경우 학습에 이용되는 가장 전형적인 학습알고리즘에는 Generalized delta rule이 있으며 학습에 이를 적용한다.

[0070]

역전파 신경망은 입력 패턴을 신경망의 입력층에 전달한다. 이때, 신경망은 출력층에서 출력 패턴이 생성될 때까지 층에서 층으로 입력 패턴을 전파한다. 그리고 출력 패턴이 목표 패턴과 다르면 그 오차를 계산한 후 출력층에서 입력층까지 신경망을 따라 거꾸로 전파한다. 이와 같이, 역전파 신경망은 오차가 전파되면서 가중치가 수정될 수 있다.

[0071]

역전파 신경망의 경우 학습 성능을 최적화함으로써, 추정 성능을 향상시킬 수 있다. 역전파 신경망의 경우 학습에 영향을 주는 인자에는 학습 허용도, 은닉층의 뉴런 수, 초기 웨이트의 크기, 뉴런 활성화 함수의 경사 등이 있다. 역전파 신경망의 학습 성능을 최적화하기 위해서는 각 인자의 값을 변화시키면서 최적화할 있으며, 유전자 알고리즘과 같은 최적화 기법을 적용할 수 있다.

[0072]

모델링 과정은 학습과 테스트 과정으로 구성된다. 학습 과정에서는 전술한 Generalized delta rule과 학습데이터를 이용하여 모델을 개발하고 학습이 끝나면 테스트 데이터를 이용해서 모델의 추정 성능을 평가한다. 평가의 경우 일반적으로 Root-Mean-Squared Error(RMSE)가 이용되며, 이외에도 모델 예측치와 실제치의 차이를 이용한

다른 평가식이 이용될 수 있다.

- [0073] 마지막으로 전산지능추정부(130)는 S240 단계에서 학습된 전산지능을 이용하여 대상체(200)의 피하지방의 두께를 추정한다(S250).
- [0074] 자세히는, 전산지능 추정부(130)는 학습 데이터를 이용하여 간섭광의 파장과 피하지방층의 두께와의 상관 관계를 학습한 추정 모델에 테스트 데이터를 입력하고, 그 결과에 따른 출력 패턴을 이용하여 대상체(200)의 피하지방층 두께를 추정한다. 여기서 테스트 데이터는 기준 거울(112)의 각 깊이 위치에 따른 간섭광의 파장 분포 정보를 포함하며, 이때의 간섭광은 피하지방층의 두께를 추정하고자 하는 대상체(200)로부터 반사된 물체광을 포함한다.
- [0075] 이때, 전산지능 추정부(130)는 수신된 간섭광의 파장 분포 정보를 기준 거울(113)의 각 깊이 위치별로 추정 모델에 입력하거나, 기준 거울(112)의 각 깊이 위치별로 연속적으로 수신된 간섭광의 파장 분포 정보를 2차원 배열로 한 번에 추정 모델에 입력하여 대상체(200)의 피하지방층의 두께를 추정할 수 있다.
- [0076] 먼저, 전산지능 추정부(130)가 기준 거울(112)의 각 깊이 위치별로 추정 모델에 입력하는 경우, 전산지능 추정부(130)는 기준 거울(112)의 각 깊이 위치별 수신된 간섭광의 파장 분포 정보를 추정 모델에 입력하여, 해당 깊이 위치에 대응되는 대상체(200)의 신체의 부위가 지방으로 구성되어 있는지 또는 피부로 구성되어 있는지를 판단한다.
- [0077] 예를 들어, 추정 모델이 해당 부위가 지방으로 판단된 경우는 On을 출력하고, 해당 부위가 피부로 판단된 경우는 Off를 출력하도록 생성된 경우, 전산지능 추정부(130)는 On이 연속되어 출력되는 구간을 추출하고, On이 연속되어 출력되는 출력의 개수를 이용하여 대상체(200)의 피하지방층의 두께를 추정할 수 있다.
- [0078] 또한, 전산지능 추정부(130)는 출력된 On과 Off의 출력 패턴을 이용하여 피하지방층보다 더 깊은 위치의 내장 지방이나 후복막장 지방 등의 두께도 측정할 수 있다.
- [0079] 다음으로, 간섭광의 파장 분포 정보를 2차원 배열로 한 번에 추정 모델에 입력하는 경우, 전산지능 추정부(130)는 출력 패턴의 값을 이용하여 대상체(200)의 피하지방층 두께를 추정할 수 있다.
- [0080] 예를 들어, S240 단계에서 전산지능학습부(120)가 3개의 출력을 갖는 추정 모델을 기본 모델로 생성하고, 출력 패턴이 (0,0,0)인 경우, 전산지능 추정부(130)는 피하지방층의 두께가 0~1cm인 것으로 추정한다. 그리고 출력 패턴이 (0,0,1)인 경우는 1cm~2cm인 것으로, (0,1,0)인 경우는 2cm~3cm인 것으로 판단하며 이와 같은 방식으로 출력 패턴이 (1,1,1)인 경우 전산지능 추정부(130)는 피하지방층의 두께가 7cm~8cm인 것으로 추정할 수 있다.
- [0081] 설명의 편의상, 전산지능학습부(120)에서 학습된 추정 모델이 3개의 출력을 갖는 것으로 설명하였으나, 이에 한정하지 않고, 다양한 개수의 출력을 갖는 추정 모델을 생성할 수 있으며, 전산지능 추정부(130)는 다양한 개수의 출력을 갖는 추정 모델을 이용하여 더 넓은 범위의 피하지방층 두께를 추정하거나, 더 세밀하게 피하지방층의 두께를 추정할 수 있다.
- [0082] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 스윙 소스 간섭계를 이용한 피하지방층 두께 추정 장치 및 그 방법은 피하지방층의 깊이 위치별로 각각 검출된 간섭광의 파장별 분포가 학습된 전산지능을 이용하여 피하지방층의 두께를 정확하게 추정할 수 있어 장치 신뢰도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0083] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 비숙련자도 빠르고 간편하게 대상체의 피하지방층 두께를 추정할 수 있어 사용자 만족도 향상에 효과가 있다.
- [0084] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

- [0085] 100 : 두께 추정 장치 110 : 광 검출부
- 111 : 분광기 112 : 기준 거울
- 113 : 광 커플러 114 : 광 검출기

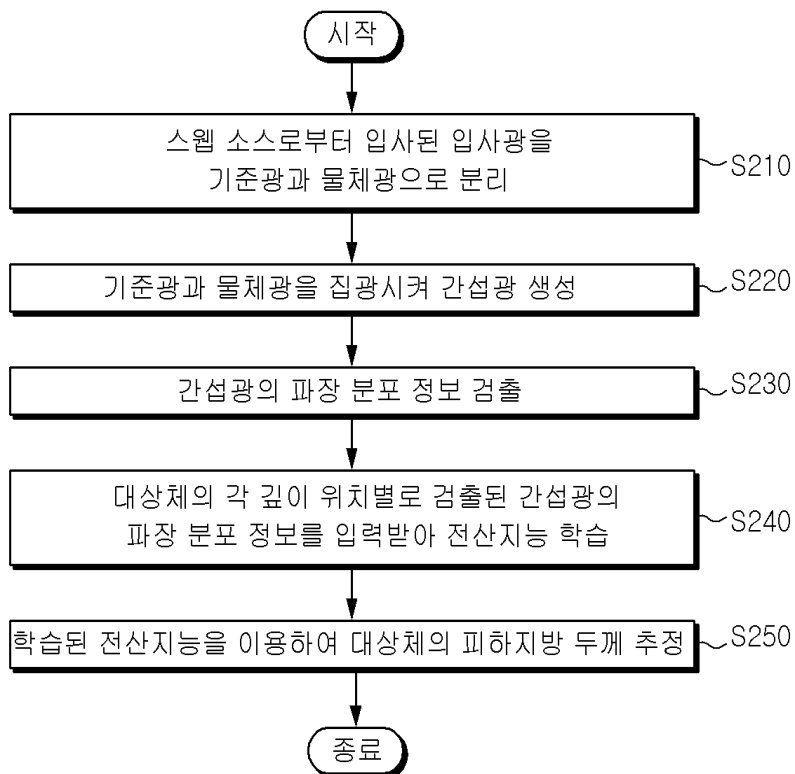
120 : 전산지능학습부 130 : 전산지능추정부
200 : 대상체

도면

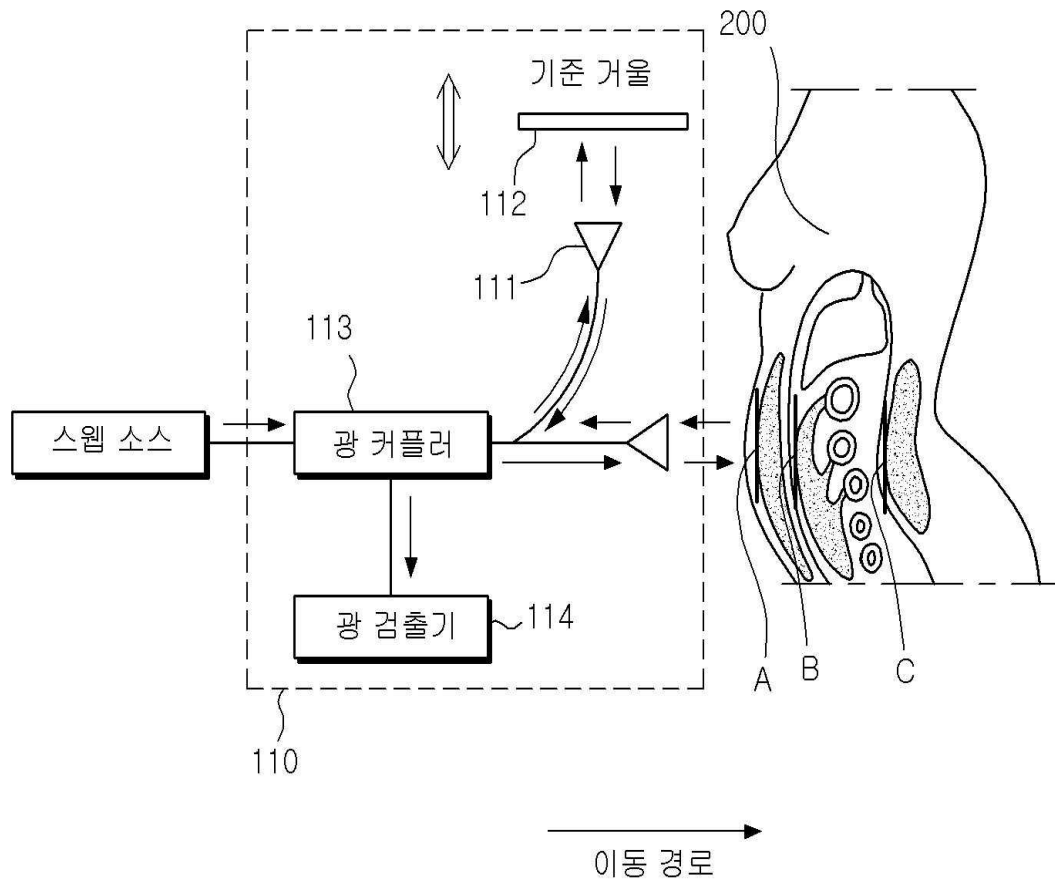
도면1



도면2



도면3



도면4

