(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017 년 8 월 10 일 (10.08.2017)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2017/135635 A1

(51) 국제특허분류:
A61B 5/026 (2006.01) *A61B 6/00* (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01) *A61B 5/02* (2006.01)
A61B 5/055 (2006.01) *G06T 7/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/000883

(22) 국제출원일: 2017 년 1 월 25 일 (25.01.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2016-0014162 2016 년 2 월 4 일 (04.02.2016) KR

(71) 출원인: **가톨릭대학교 산학협력단 (THE CATHOLIC UNIVERSITY OF KOREA INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION)** [KR/KR]; 06591 서울시 서초구 반포대로 222 가톨릭대학교 성의교정내, Seoul (KR).

(72) 발명자: **장진희 (JANG, Jin Hee)**; 06218 서울시 강남구 선릉로 69 길 19 110 동 903 호 (역삼래미안아파트), Seoul (KR). **남윤호 (NAM, Yoon Ho)**; 06522 서울시 서초구 나루터로 4 길 70-5 1502 호 (한신타운아파트), Seoul (KR). **김범수 (KIM, Bum Soo)**; 06557 서울시 서초구 방배로 37 길 26-9 101 동 1006 호 (쌍용예가클래식아파트), Seoul (KR).

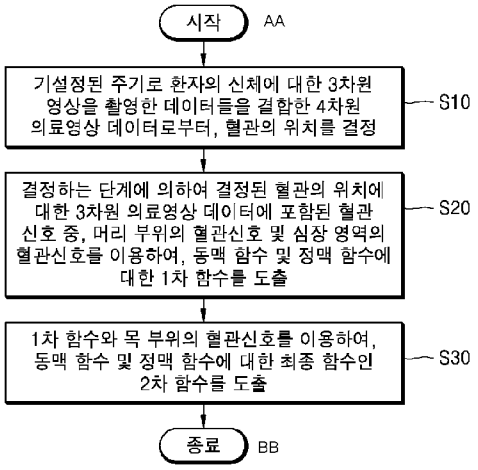
(74) 대리인: **엄명용 (EOM, Myung Yong)**; 06650 서울시 서초구 서초대로 50 길 62-9 401 호 (서초동, 한림빌딩), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: METHOD FOR ANALYZING BLOOD FLOW BY USING MEDICAL IMAGE

(54) **발명의 명칭** : 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법



S10 ... Determine blood vessel position from four-dimensional medical image data that is obtained by combining three-dimensional image data of patient's body, captured at predetermined periods
S20 ... Derive primary function for arterial and venous functions by using vascular signal for head region and vascular signal for heart region among vascular signals included in three-dimensional medical image data for blood vessel position determined in determination step
S30 ... Derive secondary function that is final function for arterial and venous functions, by using primary function and vascular signal for neck region
AA ... Start
BB ... End

(57) **Abstract**: The present invention provides a technology for deriving a mathematical function for describing venous and arterial blood flows in the body by using a four-dimensional medical image. A method for analyzing a blood flow by using a medical image according to an embodiment of the present invention comprises the steps of: determining a blood vessel position from four-dimensional medical image data that is obtained by combining three-dimensional image data of a patient's body, captured at predetermined periods; deriving a primary function for arterial and venous functions by using a vascular signal for the head region and a vascular signal for the heart region among vascular signals included in the three-dimensional image data for the blood vessel position determined in the determination step; and deriving a secondary function that is the final function for the arterial and venous functions, by using the primary function and a vascular signal for the neck region.

(57) **요약서**: 4 차원 의료영상을 이용하여 체내의 정맥 및 동맥의 혈액의 흐름에 대한 수학적 함수를 도출하기 위한 기술을 제공한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법은, 기설정된 주기로 환자의 신체에 대한 3 차원 영상을 촬영한 데이터들을 결합한 4 차원 의료영상 데이터로부터, 혈관의 위치를 결정하는 단계; 결정하는 단계에 의하여 결정된 혈관의 위치에 대한 3 차원 의료영상 데이터에 포함된 혈관 신호 중, 머리 부위의 혈관신호 및 심장 영역의 혈관신호를 이용하여, 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 1 차 함수를 도출하는 단계; 및 1 차 함수와 목 부위의 혈관신호를 이용하여, 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 최종 함수인 2 차 함수를 도출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

WO 2017/135635 A1

(84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법

기술분야

[1] 본 발명은 MRI, CT 등의 의료영상을 이용하여 체내의 혈관에서의 혈류흐름을 분석하는 기술에 관한 것으로, 구체적으로는 조영제를 체내에 투여하여 체내의 영상을 촬영 시, 촬영된 영상을 이용하여 체내의 정맥 및 동맥에서의 혈액의 흐름에 대한 함수를 도출하기 위한 기술에 관한 것이다.

배경기술

[2] 혈류와 같은 인체 내의 유체 흐름을 비침습적으로 측정하는 방법에서는, 자기 공명 영상기를 이용한 위상 대조 자기 공명 영상 기법이 널리 사용되고 있다. 상기의 기법은, 심전도의 R-wave 직후 혈류 속도의 영상을 0으로 하는 경사자계 펄스를 사용하여 속도를 반영하지 않는 레퍼런스 영상이 촬영되고, 속도부호화 경사자계를 이용하여 혈류 속도가 반영된 속도부호화 영상이 촬영된다. 이후 레퍼런스 영상과 속도 부호화 영상이 촬영된다. 이를 연속적으로 심전도의 한 주기동안 짝지어 촬영하고, 위상부호화의 크기를 달리하며 k-공간을 다 채울때까지 촬영한다. 이후, 촬영된 영상을 속도 영상으로 재구성하여, 심전도의 한 주기 동안의 혈류 속도를 측정하게 된다.

[3] 그러나 이러한 기법은, 혈류를 분석하는 데 있어서 혈류 속도만을 알 수 있고, 높은 시간해상도 및 정확한 혈류의 흐름을 표현하는 데 부족한 문제점이 지적되어 왔다.

[4] 이를 위하여, 미국등록특허 8837800호 등에서는, 동맥 및 정맥의 흐름을 분석하기 위하여, 의료영상을 이용하여 동맥 및 정맥 함수를 도출하기 위해서 영상을 구성하는 픽셀 중 일부를 선택하고, 각 픽셀들의 신호를 일반화 및 가우시안 트랜스폼을 이용하여 각 픽셀들이 구성하는 혈관에 대한 동맥함수 및 정맥함수를 도출하는 기법을 제시하고 있다.

[5] 그러나 이러한 기존의 방법에 의하여도, 정맥함수 및 동맥함수를 정확하게 도출하지 못하고 오류가 발생하는 문제점이 존재하고 있으며, 정확하게 의료영상으로부터 혈관을 인식함으로써 해당 혈관에서의 혈류를 분석하지 못하는 문제점이 지적되어 왔다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[6] 이에 본 발명은, MRI, TRMRA, CT 등 조영제를 투여하여 체내 영상을 촬영 시 생성되는 의료영상으로부터 혈관을 정확하게 인지하고, 해당 혈관을 새로운 기법으로 분석함으로써, 동맥함수 및 정맥함수를 각각 정확도가 높도록 도출함으로써, 동맥 및 정맥에서의 혈류를 정확하게 분석할 수 있는 기술을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

[7] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법은, 기설정된 주기로 환자의 신체에 대한 3차원 영상을 촬영한 데이터들을 결합한 4차원 의료영상 데이터로부터, 혈관의 위치를 결정하는 단계; 상기 결정하는 단계에 의하여 결정된 혈관의 위치에 대한 3차원 의료영상 데이터에 포함된 혈관 신호 중, 머리 부위의 혈관신호 및 심장 영역의 혈관신호를 이용하여, 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 1차 함수를 도출하는 단계; 및 상기 1차 함수와 목 부위의 혈관신호를 이용하여, 상기 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 최종 함수인 2차 함수를 도출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[8] 본 발명에 의하면, 시간대별로 촬영한 3차원 영상을 포함하는 4차원 의료영상 데이터에서의 시간대별 신호 크기의 변화를 이용하여 혈관의 위치를 정확하게 파악하고, 해당 혈관에서의 신호의 크기를 이용하여 동맥 및 정맥 함수를 정확하게 분석하고, 특히 목 부위의 혈관 신호를 이용함으로써, 매우 정확도가 높은 동맥 함수 및 정맥 함수를 도출할 수 있게 된다.

[9] 즉, 의료영상을 새로운 방식으로 분석하여 정확하게 혈류를 분석할 수 있도록 함으로써, 수학적인 모형을 이용하여 혈류역학과 관련된 다양한 정보를 추출할 수 잇고, 의미있는 특정 시점에서의 영상 및 차이영상을 생성하는 등 시각화 과정에서도 유효하게 이용할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[10] 도 1 내지 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법의 플로우차트.

[11] 도 5 내지 8은 본 발명의 일 실시예의 구현에 따라서 혈류가 분석되는 실시예.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[12] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법에 대해서 설명하기로 한다.

[13] 이하의 실시 예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 상세한 설명이며, 본 발명의 권리 범위를 제한하는 것이 아님은 당연할 것이다. 따라서 본 발명과 동일한 기능을 수행하는 균등한 발명 역시 본 발명의 권리 범위에 속할 것이다.

[14] 또한 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[15] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와

구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속" 된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[16] 도 1 내지 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법의 플로우차트이다.

[17] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법은, 의료영상을 촬영하는 장치로부터 촬영된 영상 데이터를 수신한 컴퓨터 또는 기타 장치 등 데이터 처리가 가능한 단말에 의하여 수행될 수 있다.

[18] 본 발명의 일 실시예에 따른 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법에서는, 먼저 기설정된 주기로 환자의 신체에 대한 3차원 영상을 촬영한 데이터를 결합한 4차원 의료영상 데이터로부터 혈관의 위치를 결정하는 단계(S10)가 수행된다. S10 단계에서 촬영되는 환자의 신체는 바람직하게는 머리부터 심장 부근의 가슴 영역까지를 포함함이 바람직하나, 이에 제한되지는 않을 것이다.

[19] 본 발명에 있어서 4차원 의료영상 데이터는, 예를 들어 TRMRA(time-resolved magnetic resonance angiography)를 이용하여 촬영한 데이터일 수 있다. TRMRA는 자기공명영상을 이용한 혈관조영기법(MRA)의 일종으로서, 시간에 따라서 혈관신호의 변화를 관찰할 수 있다. 본 발명의 실시예에 대한 실험에 있어서 상기의 기법을 사용시 약 2초마다 영상을 얻을 수 있다. 물론 상기의 기법 이외에, 일정한 시간마다 3차원 영상을 획득하여 4차원의 의료영상 데이터를 획득하는 모든 기법이 사용될 수 있을 것이다.

[20] 본 발명에서 의료영상 데이터를 이용하여 혈관의 위치를 결정함으로써 영상 내에서 혈관신호를 획득하도록 하는 방법은, MRA에서 조영제 투여 시의 신호 변화를 이용함에 따라서 수행될 수 있다.

[21] 즉, 혈관의 위치를 결정하는 S10 단계는, 구체적으로 4차원 의료영상 데이터를 구성하는 픽셀들 중, 시간에 다른 신호의 크기의 최대값 및 최소값의 차이값 순으로 기설정된 비율의 상위의 픽셀을 혈관을 구성하는 픽셀로 결정하게 된다.

[22] MRA 등에서 조영제를 투여한 경우, 조영제가 전달된 위치에서는 적절한 영상기법을 활용 시 신호강도가 급격하게 높아지게 된다. 이에 따라서 조영제 투여 후 시간해상도를 갖는 TRMRA 영상을 획득 시, 이에 의한 신호 변화를 통하여 혈류역학 정보를 얻을 수 있다.

[23] 이에 따라서 신호의 차이가 큰 상위의 예를 들어 10%의 픽셀들을 혈관을 촬영한 픽셀로 결정하게 되는 것이다. 이에 대한 예가 도 5에 자세하게 도시되어 있다.

[24] 도 5를 참조하면, 조영제 투여 후 촬영된 3차원 영상 데이터에서, 신호의 최대값 데이터(10)와 최소값 데이터(20)를 갖는 영상 데이터를 추출한다. 이후, 최대값과 최소값의 차이를 갖는 영상 데이터(30)를 생성 또는 추출하게 된다. 이러한

차이값들을 그래프(40)로 분석한 뒤, 이들 중 차이값이 가장 큰 순서대로, 예를 들어 10% 비율의 차이값(41)을 갖는 픽셀들을 선택하게 된다. 선택된 픽셀이 영상 데이터 상에서 위치하는 부분을 혈관 데이터(50)로 결정하게 된다.

[25] 다시 도 1에 대한 설명으로 돌아와서, S10 단계가 수행되면, S10 단계에 의하여 결정된 혈관의 위치에 대한 3차원 의료영상 데이터에 포함된 혈관 신호들 중, 머리 부위의 혈관 신호 및 심장 영역의 혈관신호를 이용하여 동맥 함수(AIF, Arterial Input Function) 및 정맥 함수(VOF, Venous Output Function)에 대한 1차 함수를 도출하는 단계(S20)를 수행하게 된다.

[26] 상기 언급한 바와 같이 본 발명에서 사용되는 의료영상 데이터는 예를 들어 환자의 머리부터 가슴 영역을 촬영한 데이터이다. 동맥 함수 및 정맥 함수는, 조영제를 투입한 후, 시간순으로 획득한 영상 분석을 위하여 정의되는 함수로서, 주요 혈관에서 시간에 따라서 신호가 변화하는 패턴으로 주로 정의된다.

[27] 이때 뇌영역을 분석 시 종종 목부위에서 정의된다. 그러나 목부위의 혈관은 정맥 및 동맥이 혼재하고 있어 동맥 함수 및 정맥 함수를 정확하게 정의하기가 힘들다. 이에 따라서, 본 발명에서는 1차적으로 동맥 함수 및 정맥 함수를 정의하고, 목 부위에서의 혈관 신호를 분석하여 1차 함수를 보정하여 최종적으로 동맥 함수 및 정맥 함수를 도출하게 되는 것이다.

[28] 1차 함수를 도출하는 데에는, 다음과 같은 조건이 적용된다. 즉, 4차원의 의료영상 데이터에서 심장 근처의 혈관 신호의 평균은 동맥 함수를 대부분 반영하며, 머리 끝에서의 평균은 정맥 함수를 대부분 반영할 것이다.

[29] 이를 이용하여, 본 발명에서는 1차 함수를 도 2 및 7에 도시된 예와 같이 도출하게 된다.

[30] 도 2와 도 7을 함께 참조하면, 먼저 4차원 의료영상 데이터(100)들 중 영상을 기준으로 기설정된 제1 높이의 상부의 혈관의 위치(R1)에서의 혈관 신호들(110)의 평균치의 패턴을 나타내는 함수를 정맥 함수에 대한 1차 함수로 도출하는 단계(S21)를 수행한다.

[31] 한편 이와 함께, 4차원 의료영상 데이터들 중 영상을 기준으로 기설정된 제1 높이의 하부의 혈관의 위치(R2)에서의 혈관 신호들(120)의 평균치의 패턴을 나타내는 함수를 동맥 함수에 대한 1차 함수로 도출하는 단계(S22)를 수행한다.

[32] 상기의 가정을 이용하여 1차 함수(130)가 도출되며 1차 함수(130)에는 각각 동맥 함수(130에서의 R2) 및 정맥 함수(130에서의 R1)가 포함될 수 있다. 상기의 과정을 통하여, 1차적으로 동맥 및 정맥을 구분하여 정확하게 혈관을 구분하도록 하게 된다.

[33] 다시 도 1에 대한 설명으로 돌아와서, S20 단계를 통하여 1차 함수가 도출되면, 도출된 1차 함수와 혈관신호들 중 목 부위의 혈관신호를 이용하여, 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 최종 함수인 2차 함수를 도출하는 단계(S30)를 수행하게 된다.

[34] 동맥 함수 및 정맥 함수를 통하여 혈류를 분석해야 하는 신체 부위에 따라서 목 부위 이외의 혈관신호를 분석할 수 있으나, 뇌영역을 분석 시 대부분 목

부위에서의 동맥 및 정맥 함수를 정의하고 있다.

[35] 이에 따라서 머리 부위 및 심장 근처의 가슴 부위의 1차 함수를 목 부위의 혈관 신호에 따라서 보정함으로써, 최종 함수로서 2차 함수를 도출하게 된다. 물론 상기 언급한 바와 같이, 목 부위 이외에, 분석 대상이 되는 신체에 따라서 다른 부위의 혈관 신호를 기준으로 2차 함수가 도출될 수 있음은 당연할 것이다.

[36] S30 단계의 수행을 위하여 4차원 의료영상 데이터들 중 목 부위의 데이터를 한정하는 것이 중요하다. 이를 위한 실시예가 도 2 및 도 6에 도시되어 있다.

[37] 도 2와 도 6을 함께 참조하면, 목 부위를 결정하기 위하여, 먼저 시간대별로 촬영된 4차원 의료영상 데이터에 있어서, 전체 시간대에 대한 평균 영상(60)을 생성하는 단계(S1)를 수행한다.

[38] 이후, 생성된 평균 영상으로부터, 기설정된 임계 크기보다 큰 신호를 갖는 픽셀을 선택한 뒤, 선택된 픽셀로 구성된 영역(70)을 미디언 필터(Median Filter)를 적용하여 모두 채움으로써 마스크 영상(80)을 생성하는 단계(S2)를 수행한다.

[39] 즉, S1 단계에 의하여 생성된 평균 영상(60)으로부터 임계 기법(thresholding)을 통하여 예를 들어 전체영역의 신호의 평균값의 0.5배수보다 큰 픽셀만을 남기고 배경이 제거된 초기 마스크를 생성한 뒤, 마스크 영역 내에 남아있는 홀(hole)들에 대해서 미디언 필터링을 통하여 채워줌으로써 최종적인 마스크를 생성하게 되는 것이다.

[40] S2 단계에 의하여 마스크가 생성되면, 몸에서 머리 방향으로 마스크의 픽셀들의 수를 계산한 다음에, 마스크 영상(80, 90) 중 기설정된 제1 높이의 상부 및 하부의 영상(81, 83)을 제외한 영역(82)들 중, 픽셀 수가 가장 적은 영역을 포함하는 기설정된 제2 높이의 영역(91)을 목 부위로 설정하는 단계(S3)를 수행한다.

[41] S3 단계는 그 수행 기준에 있어서, 목을 포함하는 단면을 찾는 것은 사람의 목이 머리와 몸에 비하여 비교적 적은 부피를 가진다는 가정에서 시작한다. 즉, 영상에 있어서 픽셀 수를 기준으로 목 부위를 결정 시 픽셀이 존재하지 않아 오류가 발생할 수 있는 영상의 맨 위 부분 및 아래 부분에 대해서는 이를 판단 대상으로부터 제외하기 위하여, 기설정된 제1 높이(예를 들어 30cm)의 상부 및 하부의 영상(81, 83)을 마스크 영상(80, 90)으로부터 제외하고, 남은 영역(82)에 있어서 픽셀 수가 가장 적은 영역을 포함하는(바람직하게는 픽셀 수가 가장 적은 영역을 중심으로) 제2 높이(예를 들어 10cm)의 영역(91)을 목 부위로 설정하게 되는 것이다.

[42] 다시 도 1에 대한 설명으로 돌아와서, 목 부위에서의 혈관 신호를 1차 함수에 반영함으로써, 2차 함수, 즉 동맥 함수와 정맥 함수의 최종 함수를 도출하게 된다. 이에 관한 구체적인 실시예가 도 4 및 8에 도시되어 있다.

[43] 도 4 및 8을 함께 참조하면, 1차 함수가 나타내는 혈관신호(140)들 중, 상기의 기법에 따라서 도출된 목 부위에서의 혈관신호(141)들을 추출하는 단계(S31)를

수행하게 된다.

[44] 이후, 추출하는 단계에서의 혈관 신호들이 최대값을 가지는 시간인 제1 시간을 계산하는 단계(S32)를 수행하게 되며, 제1 시간(150)을 동맥 또는 정맥 신호로 분류하기 위하여 기준 값을 계산하는 과정이 수행된다.

[45] 구체적으로, 상기의 1차 함수에 포함된 혈관 신호들 중 동맥 신호에 대응하는 혈관 신호가 최대값을 갖는 시간의 평균치인 제2 시간 및 정맥 신호에 대응하는 혈관 신호가 최대값을 갖는 시간의 평균치인 제3 시간을 연산하는 단계(S33)가 수행된다.

[46] S33 단계에 대해서 제2 시간 및 제3 시간이 연산되면, 제1 시간(150)과, 제2 시간 및 제3 시간을 비교하여, 목 부위에서의 혈관 신호를 정맥 신호 및 동맥 신호로 구분하는 단계(S34)를 수행한다.

[47] 구체적으로 도 8을 참조하면, 제2 시간(TTPR2)과 제3 시간(TTPR1)의 평균값((TTPR1+TTPR2)/2, 151)을 연산한다. 제1 시간(150)은 혈관 신호별로 복수개가 계산될 것이다. 계산된 제1 시간(150)들에 해당하는 혈관신호(152)들 중, (TTPR1+TTPR2)/2보다 작은 제1 시간(150)에 해당하는 혈관신호를 동맥 신호로, 큰 제1 시간에 해당하는 혈관신호를 정맥 신호로 구분하게 된다.

[48] S34가 수행되면, 구분된 신호마다 해당 신호가 최대값을 갖는 시간의 최빈값을 계산한 후, 최빈값에 가까운 기설정된 비율(예를 들어 50%)의 신호들의 평균값이 갖는 패턴을 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 제2 함수(160)로서 도출하는 단계(S35)가 수행된다.

[49] 상기와 같은 과정을 통하면, 동맥 신호와 정맥 신호가 지배적으로 분포되는 심장 부근의 영역 및 머리 영역에서 1차적으로 동맥 함수 및 정맥 함수를 도출한 뒤, 이를 관찰 대상이 되는 목 부위의 혈관 신호들에 반영하여 최종적으로 목 부위에서의 동맥 함수 및 정맥 함수를 도출하게 된다.

[50] 이와 같은 본 발명의 실시예에 의하면, 혈류를 분석하기 위한 대상이 되는 영역에서, 정확하게 동맥 및 정맥의 흐름을 수학적인 함수로서 도출할 수 있다. 이를 통해, 혈류역학과 관련된 다양한 정보를 추출해 내는 데 이용할 수 있으며, 의미있는 특정 시점에서의 영상 또는 차이영상을 보여주는 등의 시각화 과정에도 이용될 수 있어, 혈류 분석 시의 다양한 진단 및 치료에 사용될 수 있는 효과가 있다.

[51] 이상에서 전술한 본 발명의 실시 예에 따른 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법의 기능은, 사용자 단말에 기본적으로 설치된 애플리케이션(이는 단말기에 기본적으로 탑재된 플랫폼이나 운영체제 등에 포함된 프로그램을 포함할 수 있음)에 의해 실행될 수 있고, 사용자가 애플리케이션 스토어 서버, 애플리케이션 또는 해당 서비스와 관련된 웹 서버 등의 애플리케이션 제공 서버를 통해 사용자 단말에 직접 설치한 애플리케이션(즉, 프로그램)에 의해 실행될 수도 있다. 이러한 의미에서, 전술한 본 발명의 실시 예에 따른 이미지 처리 프로그램을 통한 공기 중 섬유의 실시간 검출방법의 기능은 사용자 단말에

기본적으로 설치되거나 사용자에 의해 직접 설치된 애플리케이션(즉, 프로그램)으로 구현되고 사용자 단말 등의 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다.

[52] 이상에서, 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합되거나 결합되어 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시 예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성 요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 그 모든 구성 요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성 요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수 개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 그 컴퓨터 프로그램을 구성하는 코드들 및 코드 세그먼트들은 본 발명의 기술 분야의 당업자에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실 시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 저장매체로서는 자기 기록매체, 광 기록매체, 등이 포함될 수 있다.

[53] 또한, 이상에서 기재된 "포함하다", "구성하다" 또는 "가지다" 등의 용어는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 해당 구성 요소가 내재될 수 있음을 의미하는 것이므로, 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[54] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[55]

청구범위

[청구항 1] 기설정된 주기로 환자의 신체에 대한 3차원 영상을 촬영한 데이터들을 결합한 4차원 의료영상 데이터로부터, 혈관의 위치를 결정하는 단계;
상기 결정하는 단계에 의하여 결정된 혈관의 위치에 대한 3차원 의료영상 데이터에 포함된 혈관 신호 중, 머리 부위의 혈관신호 및 심장 영역의 혈관신호를 이용하여, 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 1차 함수를 도출하는 단계; 및
상기 1차 함수와 목 부위의 혈관신호를 이용하여, 상기 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 최종 함수인 2차 함수를 도출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 혈관의 위치를 결정하는 단계는,
상기 4차원 의료영상 데이터를 구성하는 픽셀들 중, 시간에 따른 신호의 크기의 최대값 및 최소값의 차이값 순으로 기설정된 비율의 상위의 픽셀을 혈관을 구성하는 픽셀로 결정하는 것을 특징으로 하는 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
시간대별로 촬영된 4차원 의료영상 데이터에 있어서, 전체 시간대에 대한 평균 영상을 생성하는 단계;
상기 생성된 평균 영상으로부터 기설정된 임계 크기보다 큰 신호를 갖는 픽셀을 선택한 뒤, 선택된 픽셀로 구성된 영역을 미디언 필터(median filter)를 적용하여 마스크 영상을 생성하는 단계; 및
상기 생성된 마스크 영상 중, 기설정된 제1 높이의 상부 및 하부의 영상을 제외한 영역들 중, 픽셀수가 가장 적은 영역을 포함하는 기설정된 제2 높이의 영역을 목 부위로 결정하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 1차 함수를 도출하는 단계는,
상기 4차원 의료영상 데이터들 중 영상을 기준으로 기설정된 제1 높이의 상부의 혈관의 위치에서의 혈관 신호들의 평균치의 패턴을 나타내는 함수를 정맥 함수에 대한 제1 함수로 도출하는 단계; 및
상기 4차원 의료영상 데이터들 중 영상을 기준으로 기설정된 제1 높이의 하부의 혈관의 위치에서의 혈관 신호들의 평균치의 패턴을 나타내는 함수를 동맥 함수에 대한 제1 함수로 도출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 2차 함수를 도출하는 단계는,

상기 1차 함수가 나타내는 혈관신호들 중, 상기 목 부위에서의 혈관 신호를 추출하는 단계;

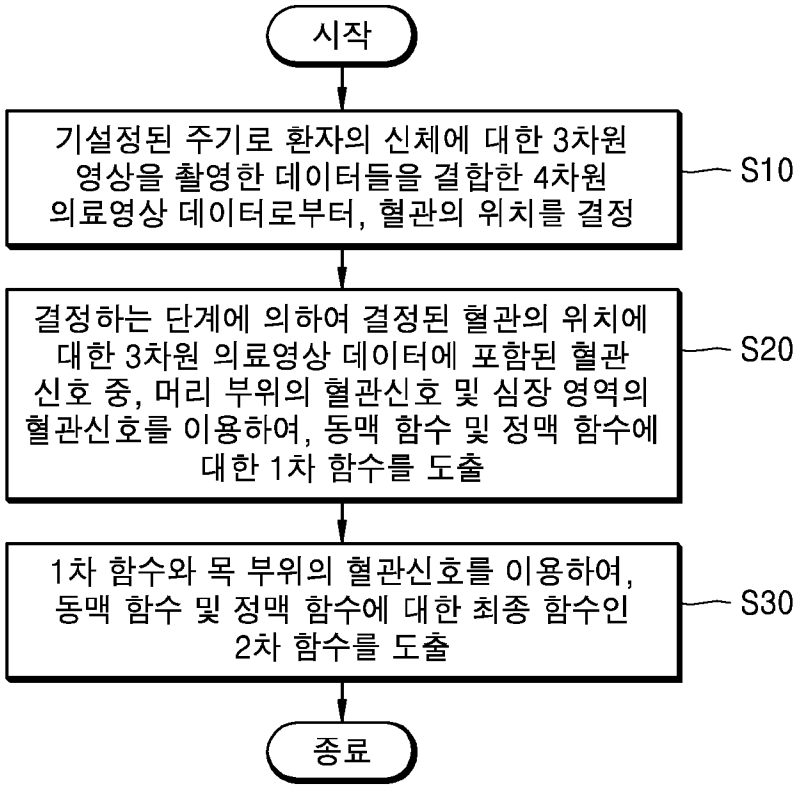
상기 추출하는 단계에서의 혈관 신호들이 최대값을 가지는 시간인 제1 시간을 계산하는 단계;

상기 제1 함수에 포함된 혈관 신호들 중, 동맥 신호에 대응하는 혈관 신호가 최대값을 갖는 시간의 평균치인 제2 시간 및 정맥 신호에 대응하는 혈관 신호가 최대값을 갖는 시간의 평균치인 제3 시간을 연산하는 단계;

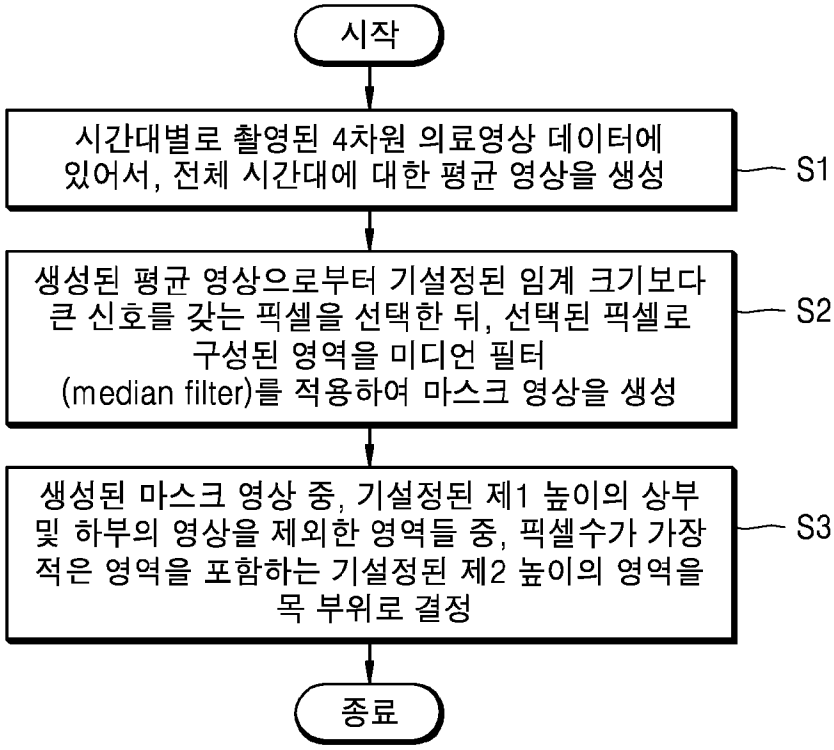
상기 제1 시간과, 상기 제2 시간 및 상기 제3 시간을 비교하여, 상기 목 부위에서의 혈관 신호를 정맥 신호 및 동맥 신호로 구분하는 단계; 및

상기 구분된 신호마다, 상기 신호가 최대값을 갖는 시간의 최빈값을 계산한 후, 상기 최빈값에 가까운 기설정된 비율의 신호들의 평균값이 갖는 패턴을 상기 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 제2 함수로 도출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료영상을 이용한 혈류 분석 방법.

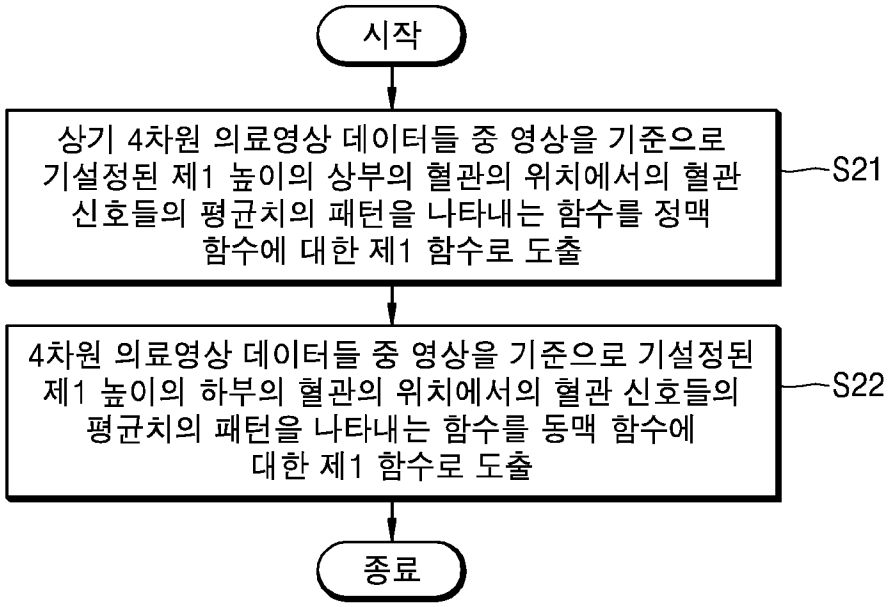
[도1]


시작
기설정된 주기로 환자의 신체에 대한 3차원 영상을 촬영한 데이터들을 결합한 4차원 의료영상 데이터로부터, 혈관의 위치를 결정
S10
결정하는 단계에 의하여 결정된 혈관의 위치에 대한 3차원 의료영상 데이터에 포함된 혈관 신호 중, 머리 부위의 혈관신호 및 심장 영역의 혈관신호를 이용하여, 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 1차 함수를 도출
S20
1차 함수와 목 부위의 혈관신호를 이용하여, 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 최종 함수인 2차 함수를 도출
S30
종료

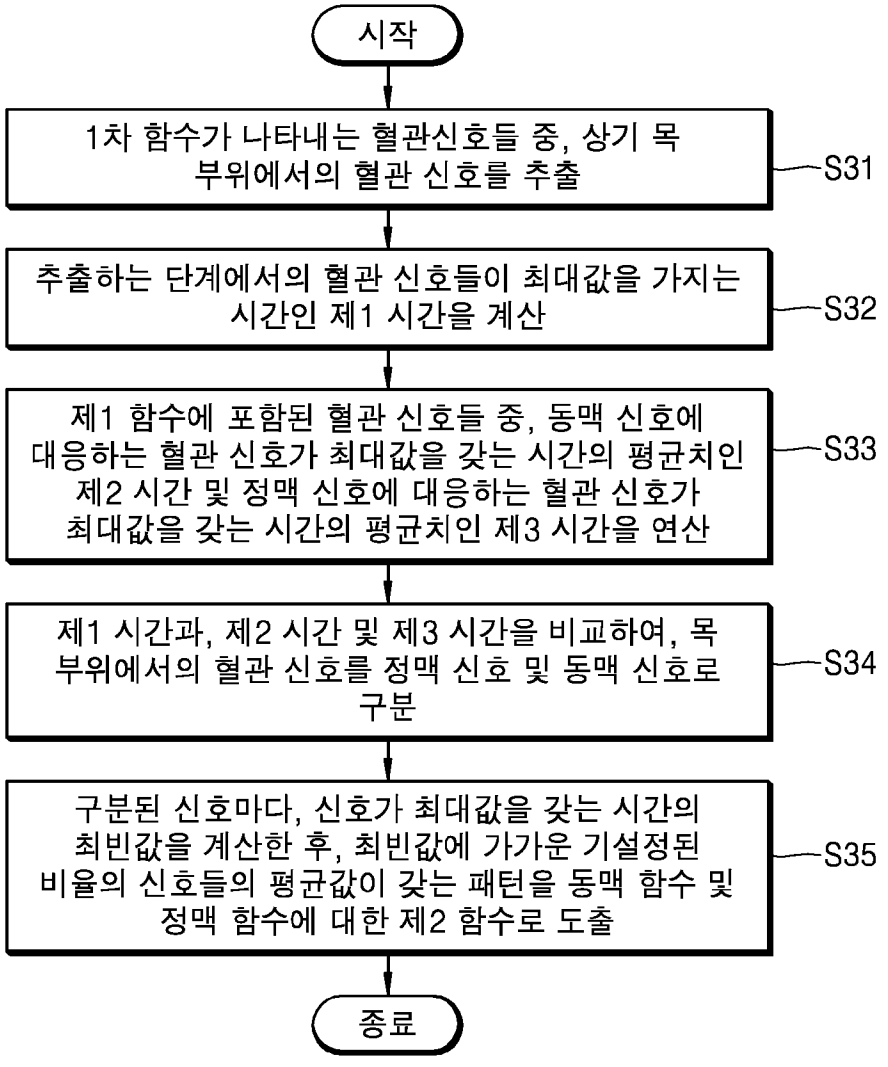
[도2]


시작
시간대별로 촬영된 4차원 의료영상 데이터에 있어서, 전체 시간대에 대한 평균 영상을 생성
S1
생성된 평균 영상으로부터 기설정된 임계 크기보다 큰 신호를 갖는 픽셀을 선택한 뒤, 선택된 픽셀로 구성된 영역을 미디언 필터 (median filter)를 적용하여 마스크 영상을 생성
S2
생성된 마스크 영상 중, 기설정된 제1 높이의 상부 및 하부의 영상을 제외한 영역들 중, 픽셀수가 가장 적은 영역을 포함하는 기설정된 제2 높이의 영역을 목 부위로 결정
S3
종료

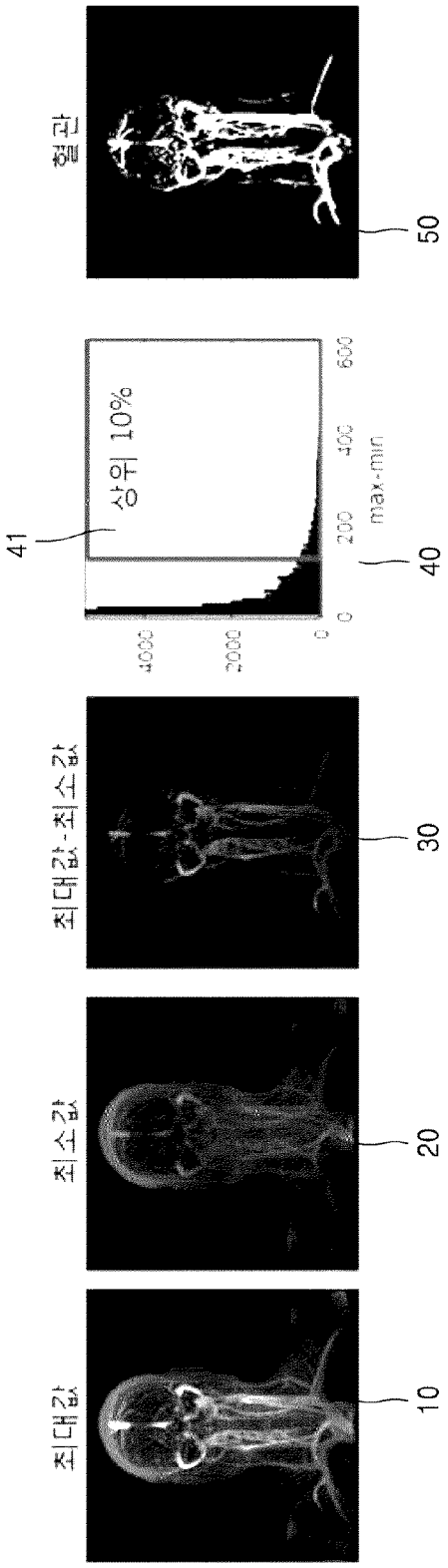
[도3]


시작
상기 4차원 의료영상 데이터들 중 영상을 기준으로 기설정된 제1 높이의 상부의 혈관의 위치에서의 혈관 신호들의 평균치의 패턴을 나타내는 함수를 정맥 함수에 대한 제1 함수로 도출
S21
4차원 의료영상 데이터들 중 영상을 기준으로 기설정된 제1 높이의 하부의 혈관의 위치에서의 혈관 신호들의 평균치의 패턴을 나타내는 함수를 동맥 함수에 대한 제1 함수로 도출
S22
종료

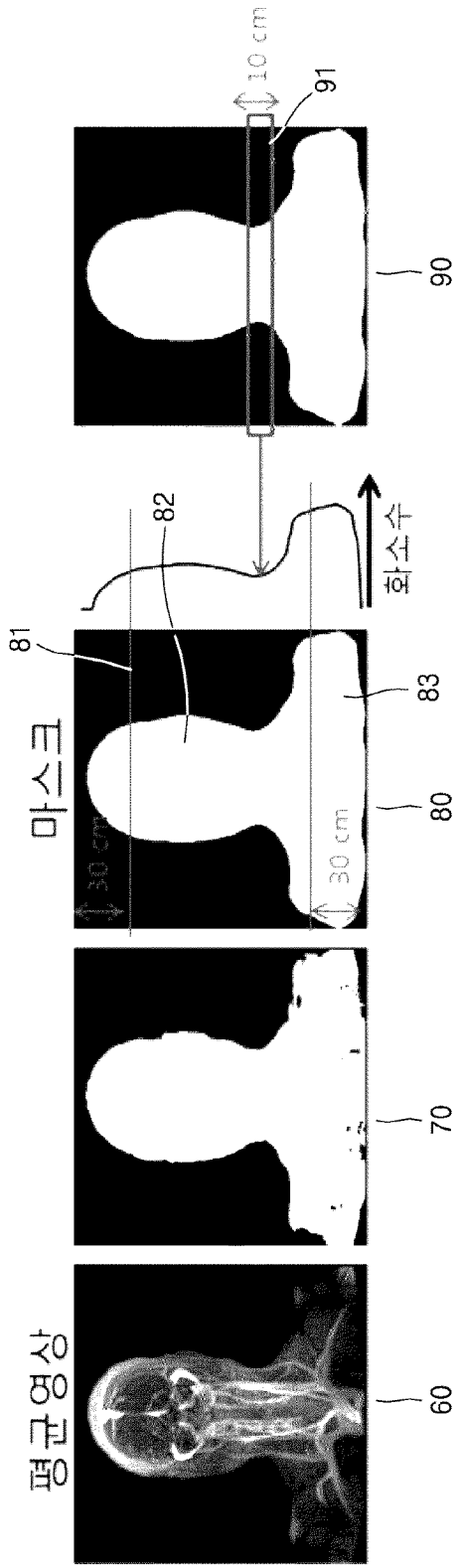
[도4]


시작
1차 함수가 나타내는 혈관신호들 중, 상기 목 부위에서의 혈관 신호를 추출
S31
추출하는 단계에서의 혈관 신호들이 최대값을 가지는 시간인 제1 시간을 계산
S32
제1 함수에 포함된 혈관 신호들 중, 동맥 신호에 대응하는 혈관 신호가 최대값을 갖는 시간의 평균치인 제2 시간 및 정맥 신호에 대응하는 혈관 신호가 최대값을 갖는 시간의 평균치인 제3 시간을 연산
S33
제1 시간과, 제2 시간 및 제3 시간을 비교하여, 목 부위에서의 혈관 신호를 정맥 신호 및 동맥 신호로 구분
S34
구분된 신호마다, 신호가 최대값을 갖는 시간의 최빈값을 계산한 후, 최빈값에 가가운 기설정된 비율의 신호들의 평균값이 갖는 패턴을 동맥 함수 및 정맥 함수에 대한 제2 함수로 도출
S35
종료

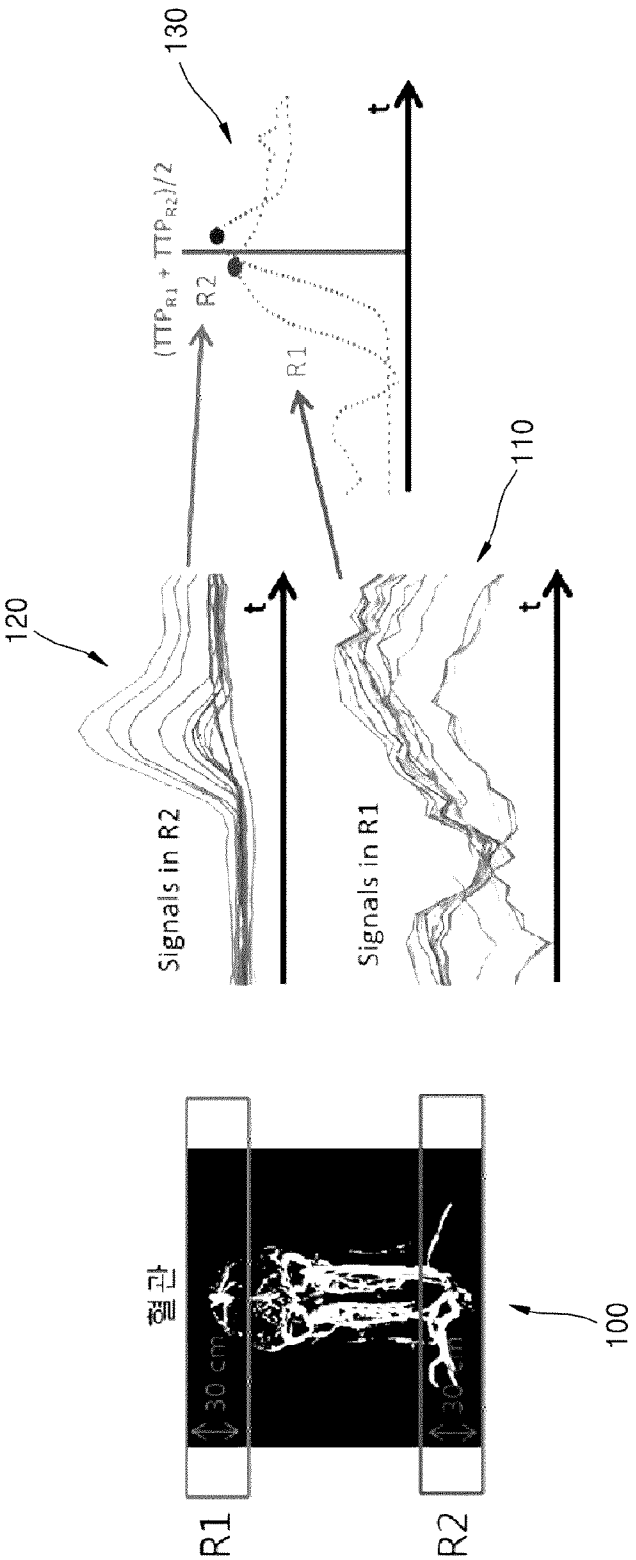
[도5]


혈관
50
41
상위 10%
4000
2000
0
200
400
600
max-min
40
최대값-최소값
30
최소값
20
최대값
10

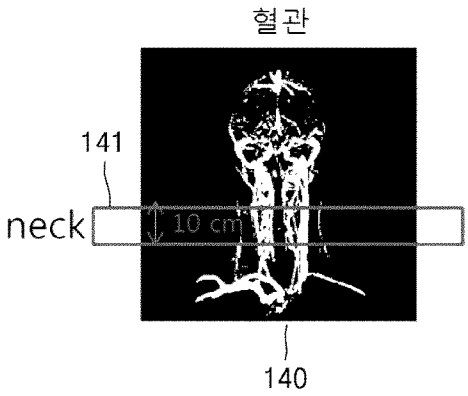
[도6]

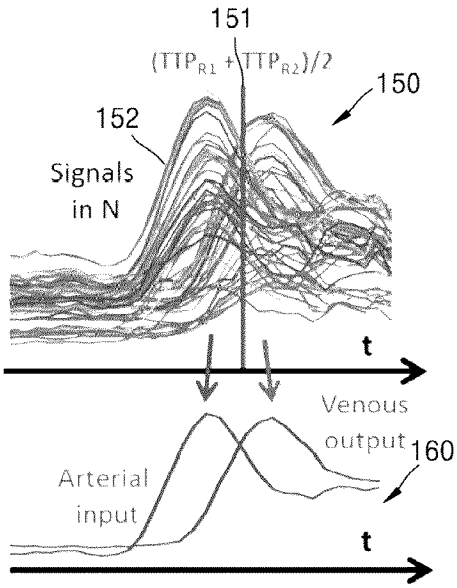


[도7]


130
$(TTP_{R1} + TTP_{R2})/2$
R2
R1
t
110
120
Signals in R2
Signals in R1
혈관
30 cm
30 cm
100
R1
R2

[도8]


혈관
141
neck
10 cm
140


151
$(TTP_{R1}+TTP_{R2})/2$
150
152
Signals
in N
t
Venous
output
160
Arterial
input
t

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2017/000883

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B 5/026(2006.01)i, A61B 5/00(2006.01)i, A61B 5/055(2006.01)i, A61B 6/00(2006.01)i, A61B 5/02(2006.01)i, G06T 7/00(2006.01)i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B 5/026; A61B 6/02; G06F 19/00; A61B 3/10; G06Q 50/22; G01P 5/00; A61B 5/0265; A61B 5/00; A61B 5/055; A61B 6/00; G06T 7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: blood flow, analysis, artery, vein, function, dimension, image

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2010-0133996 A (KAROLINSKA INSTITUTET INNOVATIONS AB.) 22 December 2010 See claims 19-22 and figure 5.	1-5
A	KR 10-2015-0113157 A (HEARTFLOW, INC.) 07 October 2015 See claims 19-25 and figures 1, 2.	1-5
A	US 2010-0056936 A1 (FUJII et al.) 04 March 2010 See claims 1-18 and figures 1, 5.	1-5
A	JP 07-092184 A (KOWA CO.) 07 April 1995 See claims 1-14 and figure 6.	1-5
A	JP 2003-019119 A (CANON INC.) 21 January 2003 See claims 1-8 and figure 2.	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 APRIL 2017 (20.04.2017)	**20 APRIL 2017 (20.04.2017)**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/000883

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2010-0133996 A	22/12/2010	AU 2009-224632 A1	17/09/2009
		AU 2009-224632 B2	26/03/2015
		CA 2731642 A1	17/09/2009
		CN 102027479 A	20/04/2011
		CN 102027479 B	17/06/2015
		EP 2277125 A1	26/01/2011
		JP 2011-515121 A	19/05/2011
		JP 5775310 B2	09/09/2015
		US 2011-0098556 A1	28/04/2011
		WO 2009-112538 A1	17/09/2009
KR 10-2015-0113157 A	07/10/2015	AU 2014-226326 A1	12/09/2014
		AU 2014-226326 B2	14/07/2016
		AU 2016-244309 A1	03/11/2016
		CA 2903146 A1	12/09/2014
		CN 105007819 A	28/10/2015
		EP 2800517 A1	12/11/2014
		JP 2016-511682 A	21/04/2016
		US 2014-0249784 A1	04/09/2014
		US 2016-103972 A1	14/04/2016
		US 9424395 B2	23/08/2016
		WO 2014-137742 A1	12/09/2014
US 2010-0056936 A1	04/03/2010	JP 4803520 B2	26/10/2011
		WO 2008-069062 A1	12/06/2008
JP 07-092184 A	07/04/1995	JP 3313841 B2	12/08/2002
		US 5598841 A	04/02/1997
JP 2003-019119 A	21/01/2003	NONE	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2017/000883

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61B 5/026(2006.01)i, A61B 5/00(2006.01)i, A61B 5/055(2006.01)i, A61B 6/00(2006.01)i, A61B 5/02(2006.01)i, G06T 7/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
A61B 5/026; A61B 6/02; G06F 19/00; A61B 3/10; G06Q 50/22; G01P 5/00; A61B 5/0265; A61B 5/00; A61B 5/055; A61B 6/00; G06T 7/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 혈류, 분석, 동맥, 정맥, 함수, 차원, 영상

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2010-0133996 A (카롤린스카 인스티튜테트 이노베이션스 아베) 2010.12.22 청구항 19-22 및 도면 5 참조.	1-5
A	KR 10-2015-0113157 A (하트플로우, 인크.) 2015.10.07 청구항 19-25 및 도면 1,2 참조.	1-5
A	US 2010-0056936 A1 (FUJII 등) 2010.03.04 청구항 1-18 및 도면 1,5 참조.	1-5
A	JP 07-092184 A (KOWA CO.) 1995.04.07 청구항 1-14 및 도면 6 참조.	1-5
A	JP 2003-019119 A (CANON INC.) 2003.01.21 청구항 1-8 및 도면 2 참조.	1-5

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2017년 04월 20일 (20.04.2017)	2017년 04월 20일 (20.04.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
김연경
전화번호 +82-42-481-3325

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/000883

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2010-0133996 A	2010/12/22	AU 2009-224632 A1	2009/09/17
		AU 2009-224632 B2	2015/03/26
		CA 2731642 A1	2009/09/17
		CN 102027479 A	2011/04/20
		CN 102027479 B	2015/06/17
		EP 2277125 A1	2011/01/26
		JP 2011-515121 A	2011/05/19
		JP 5775310 B2	2015/09/09
		US 2011-0098556 A1	2011/04/28
		WO 2009-112538 A1	2009/09/17
KR 10-2015-0113157 A	2015/10/07	AU 2014-226326 A1	2014/09/12
		AU 2014-226326 B2	2016/07/14
		AU 2016-244309 A1	2016/11/03
		CA 2903146 A1	2014/09/12
		CN 105007819 A	2015/10/28
		EP 2800517 A1	2014/11/12
		JP 2016-511682 A	2016/04/21
		US 2014-0249784 A1	2014/09/04
		US 2016-103972 A1	2016/04/14
		US 9424395 B2	2016/08/23
		WO 2014-137742 A1	2014/09/12
US 2010-0056936 A1	2010/03/04	JP 4803520 B2	2011/10/26
		WO 2008-069062 A1	2008/06/12
JP 07-092184 A	1995/04/07	JP 3313841 B2	2002/08/12
		US 5598841 A	1997/02/04
JP 2003-019119 A	2003/01/21	없음	