



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0158691  
(43) 공개일자 2021년12월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G16H 50/50 (2018.01) G06T 19/00 (2011.01)  
G06T 7/00 (2017.01) G16H 30/20 (2018.01)  
G16H 30/40 (2018.01) G16H 50/20 (2018.01)  
G16H 70/60 (2018.01)

(52) CPC특허분류

G16H 50/50 (2018.01)  
G06T 19/006 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0077368

(22) 출원일자 2020년06월24일

심사청구일자 2020년06월24일

(71) 출원인

한양대학교 에리카산학협력단

경기도 안산시 상록구 한양대학로 55

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(뒷면에 계속)

(72) 발명자

양현동

경상남도 거제시 거제면 읍내로13길 50-1 스포츠파크빌 902호

오제훈

경기도 안양시 동안구 달안로 40, 302동 701호 (비산동, 은하수신성아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김준석

전체 청구항 수 : 총 18 항

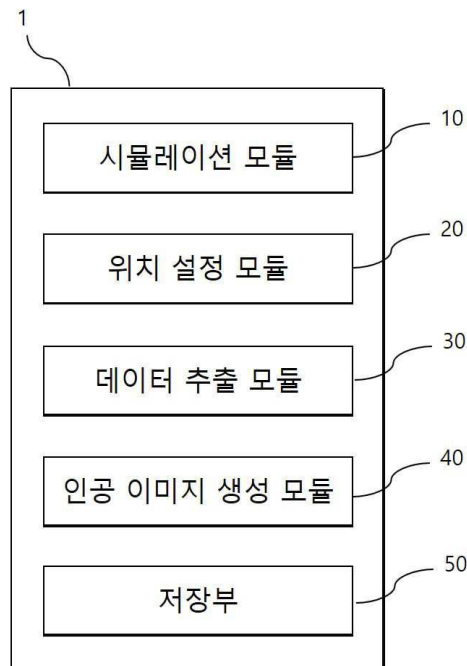
(54) 발명의 명칭 동맥류 학습 데이터 증강 시스템 및 방법

(57) 요약

시뮬레이션 결과로부터 계산되는 다양한 결과 값으로 형성된 인공적인 이미지를 증강시키기 위한 동맥류 학습 데이터 증강 방법 및 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법은, 동맥류 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하는 단계와, 시뮬레이션 결과에 기초하여 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측하는

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



단계와, 예측된 위치에 중심위치를 설정하는 단계와, 중심위치로부터 미리 설정된 반지름을 갖는 서로 다른 위치에 다수의 주변위치를 설정하는 단계와, 중심위치와 다수의 주변위치에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기에 따른 혈류데이터를 각각 추출하는 단계와, 추출된 혈류데이터를 이미지로 변환하여 혈류 이미지를 생성하는 단계와, 중심위치와 주변위치에 따른 다수의 혈류 이미지를 기준 시간 순서대로 배열한 중심 이미지와 주변 이미지를 생성하는 단계와, 중심 이미지와 주변 이미지의 배열 순서를 변경하여 서로 다른 인공 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

**G06T 7/0012** (2013.01)  
**G16H 30/20** (2018.01)  
**G16H 30/40** (2018.01)  
**G16H 50/20** (2018.01)  
**G16H 70/60** (2021.08)

(71) 출원인

**이화여자대학교 산학협력단**

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

**가톨릭관동대학교산학협력단**

강원도 강릉시 범일로579번길 24(내곡동, 가톨릭관동대학교)

(72) 발명자

**김용배**

서울특별시 강남구 압구정로 313 한양아파트 62동 403호

**조광천**

서울특별시 강서구 마곡중앙1로 71 마곡 힐스테이트 마스터 아파트 1307동 501호

**김정재**

서울특별시 성동구 동호로 93, 금호브라운스톤2차 아파트 201동 904호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711114024
과제번호	2020R1A2C1011918
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	혈류 역학과 조직 병리에 기반한 뇌동맥류의 형성 메커니즘 분석과 파열위험 예측모델 개발

텔 개발

기 여 율	1/2
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711112187
과제번호	2019R1A2C1005023
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	에너지 수확/저장장치, 센서 및 액츄에이터가 통합된 다중소재기반 고신뢰성 웨어러블 시스템 개발

블 시스템 개발

기 여 율	1/2
과제수행기관명	한양대학교(ERICA캠퍼스)
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

동맥류 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하는 단계;  
 상기 시뮬레이션 결과에 기초하여 상기 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측하는 단계;  
 예측된 위치에 중심위치를 설정하는 단계;  
 상기 중심위치로부터 미리 설정된 반지름을 갖는 서로 다른 위치에 다수의 주변위치를 설정하는 단계;  
 상기 중심위치와 다수의 상기 주변위치에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기에 따른 혈류데이터를 각각 추출하는 단계;  
 추출된 상기 혈류데이터를 이미지로 변환하여 혈류 이미지를 생성하는 단계; 및  
 상기 중심위치와 상기 주변위치에 따른 다수의 상기 혈류 이미지를 상기 기준 시간 순서대로 배열한 중심 이미지와 주변 이미지를 생성하는 단계;  
 상기 중심 이미지와 상기 주변 이미지의 배열 순서를 변경하여 서로 다른 인공 이미지를 생성하는 단계;  
 를 포함하는 동맥류 학습 데이터 증강 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 중심위치로부터 다수의 상기 주변위치와 다른 새로운 주변위치를 재설정하는 단계를 더 포함하는 동맥류 학습 데이터 증강 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,  
 상기 주변위치를 재설정하는 단계는, 상기 중심위치로부터의 회전 방향, 상기 중심위치로부터의 회전 각도, 상기 주변위치의 수, 상기 반지름 중 적어도 하나를 다르게 설정하여 서로 다른 위치에 위치하는 새로운 주변위치를 설정하는 동맥류 학습 데이터 증강 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,  
 상기 혈류데이터는 혈류의 속도, 압력, 변형률, 변형량, 응력, 힘, 벽면 전단 응력(WSS, Wall Shear Stress), 변동 전단 지수(OSI, Oscillatory Shear Index) 중 적어도 하나를 포함하는 동맥류 학습 데이터 증강 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
 상기 인공 이미지를 생성하는 단계는, 서로 다른 상기 혈류데이터에 따른 서로 다른 상기 인공 이미지를 결합하여 새로운 인공 이미지를 생성하는 동맥류 학습 데이터 증강 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,  
 상기 반지름의 크기는 상기 동맥류의 사이즈 크기에 따라 변경 가능한 동맥류 학습 데이터 증강 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 반지름의 크기는 상기 동맥류 형상의 복잡한 정도에 따라 변경 가능한 동맥류 학습 데이터 증강 방법.

#### 청구항 8

동맥류 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하는 단계;

상기 시뮬레이션 결과에 기초하여 상기 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측하는 단계;

예측된 위치에 중심위치를 설정하는 단계;

상기 중심위치로부터의 회전 방향, 상기 중심위치로부터의 회전 각도, 상기 중심위치로부터의 반지름, 개수 중 적어도 하나를 다르게 설정하여 상기 중심위치로부터 서로 다른 방향으로 동일 간격 이격된 다수의 주변위치를 설정하는 단계;

상기 중심위치와 다수의 상기 주변위치에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기에 따른 혈류데이터를 각각 추출하는 단계;

추출된 상기 혈류데이터를 이미지로 변환하여 혈류 이미지를 생성하는 단계;

상기 중심위치와 상기 주변위치에 따른 다수의 상기 혈류 이미지를 상기 기준 시간 순서대로 배열한 중심 이미지와 주변 이미지를 생성하는 단계;

상기 중심 이미지와 상기 주변 이미지로부터 인공 이미지를 생성하는 단계;

를 포함하는 동맥류 학습 데이터 증강 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 중심 이미지와 상기 주변 이미지를 생성하는 단계 이후에,

상기 중심 이미지와 상기 주변 이미지의 배열 순서를 변경하여 새로운 인공 이미지를 생성하는 단계를 더 포함하는 동맥류 학습 데이터 증강 방법.

#### 청구항 10

동맥류 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하는 시뮬레이션 모듈;

상기 시뮬레이션 결과에 기초하여 상기 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측하여 예측된 위치에 중심위치와, 상기 중심위치로부터 미리 결정된 반지름을 갖는 서로 다른 위치의 다수의 주변위치를 설정하는 위치 설정 모듈;

상기 중심위치와 다수의 상기 주변위치에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기에 따른 혈류데이터를 각각 추출하는 데이터 추출 모듈;

추출된 상기 혈류데이터를 이미지로 변환하여 인공 이미지를 생성하는 인공 이미지 생성 모듈;

을 포함하는 동맥류 학습 데이터 증강 시스템.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 위치 설정 모듈은 상기 중심위치로부터 다수의 상기 주변위치와 다른 새로운 주변위치를 재설정하는 동맥류 학습 데이터 증강 시스템.

#### 청구항 12

제10항에 있어서,

상기 인공 이미지 생성 모듈은,

상기 중심위치와 상기 새로운 주변위치의 상기 혈류데이터를 이미지로 변환하여 혈류 이미지를 생성하고,

상기 중심위치와 상기 주변위치에 따른 다수의 상기 혈류 이미지를 상기 기준 시간 순서대로 배열한 중심 이미지와 주변 이미지를 결합하여 상기 인공 이미지를 생성하는 동맥류 학습 데이터 증강 시스템.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 중심 이미지와 상기 주변 이미지의 배열 순서를 변경하여 서로 다른 인공 이미지를 반복적으로 생성 가능한 학습 데이터 증강 시스템.

#### 청구항 14

제11항에 있어서,

상기 위치 설정 모듈은 상기 중심위치로부터의 회전 방향, 상기 중심위치로부터의 회전 각도, 상기 주변위치의 수, 상기 반지름 등을 서로 다르게 설정하여 서로 다른 위치에 위치하는 상기 새로운 주변위치를 설정하는 동맥류 학습 데이터 증강 시스템.

#### 청구항 15

제10항에 있어서,

상기 혈류데이터는 혈류의 속도, 압력, 변형률, 변형량, 응력, 힘, 벽면 전단 능력(WSS, Wall Shear Stress), 변동 전단 지수(OSI, Oscillatory Shear Index) 중 적어도 하나를 포함하는 동맥류 학습 데이터 증강 시스템.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 인공 이미지 생성 모듈은 서로 다른 상기 혈류데이터에 따른 서로 다른 상기 인공 이미지를 결합하여 새로운 인공 이미지를 생성하는 동맥류 학습 데이터 증강 시스템.

#### 청구항 17

제10항에 있어서,

상기 반지름의 크기는 상기 동맥류의 사이즈 크기에 따라 변경 가능한 동맥류 학습 데이터 증강 시스템.

#### 청구항 18

제10항에 있어서,

상기 반지름의 크기는 상기 동맥류 형상의 복잡한 정도에 따라 변경 가능한 동맥류 학습 데이터 증강 시스템.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 시뮬레이션 결과로부터 계산되는 다양한 결과 값으로 형성된 인공적인 이미지를 증강시키기 위한 동맥류 학습 데이터 증강 방법 및 시스템에 대한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 일반적으로 순환기계 질환에는 혈관의 협착, 경화, 혈색 등이 있다. 이들의 질환은, 혈류의 영향에 의하여 정상 부위가 병변하는 것으로서, 그 후의 진전에 의하여 사망에 이르는 경우도 발생하며 치료 방법이 생명의 위험을 동반하는 문제가 있다. 이러한 난치성 순환기계 질환의 해결에는, 병리절편을 베이스로 한 유체해석이나 구조해석이라는 공학기술을 구사하는 것이 유용하다.

[0003] 예를 들면, 뇌동맥류는, 뇌동맥벽의 일부가 외측을 향하여 자루 모양으로 돌출한 혈관장애이지만, 뇌를 화상진단 하였을 때에 우연하게 미파열의 상태에서 발견되는 케이스가 증가하고 있다. 뇌동맥류라는 것은, 동맥벽의

취약성 등에 기인하며 그 혈관벽이 혹 모양으로 변화된 것으로서, 중막을 결여하고 있기 때문에 파괴되기 쉽고, 많은 뇌동맥류는 지주막하강에 존재하기 때문에 지주막하출혈 최대 원인이 된다. 따라서 뇌동맥류에 대해서는 개두술을 이용한 클리핑, 코일색전술, 스텐트 치료 등의 적절한 예방치료를 할 필요가 있다.

[0004] 이러한 치료들은 매우 높은 수준의 숙련도를 필요로 하나 많은 수의 의료진들이 이와 관련된 기술을 접하기가 어려우며, 개개인에 따라 혈관의 형상이 차이가 있어 같은 치료 방법이라 하더라도 형상의 차이에 따라 세밀한 치료 계획이 달라지는 문제가 있다. 이에, 최근에는 치료 계획 및 방안을 수립하고 있으나, 단순 동맥류의 형상만으로 동맥류의 예후를 예측할 수 없어 혈류 역학 시뮬레이션이 적용되고 있다.

[0005] 그러나, 동맥류 시뮬레이션은 결과를 도출하는데 많은 시간이 소요되며, 시뮬레이션 모델이 복잡하고 해석 과정이 커질수록 더욱 많은 시간이 소요되는 문제가 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2020-0027660호("수중 표적 움직임 분석 방법", 한양대학교 에리카산학협력단, 2019.11.18)

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 제10-1257097호("선 배열 소나 및 이의 표적방위 검출방법", 국방과학연구소, 2013.04.15)

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허공보 제10-1586671호("다종의 수동 소나를 이용한 표적기동분석의 병렬처리 및 융합 방법", 국방과학연구소, 2016.01.13)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 시뮬레이션 결과로부터 계산되는 다양한 결과 값으로 형성된 인공적인 이미지를 증강시키기 위한 동맥류 학습 데이터 증강 방법 및 시스템을 제공한다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 의한 동맥류 학습 데이터 증강 방법은, 동맥류 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하는 단계와, 상기 시뮬레이션 결과에 기초하여 상기 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측하는 단계와, 예측된 위치에 중심위치를 설정하는 단계와, 상기 중심위치로부터 미리 설정된 반지름을 갖는 서로 다른 위치에 다수의 주변위치를 설정하는 단계와, 상기 중심위치와 다수의 상기 주변위치에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기에 따른 혈류데이터를 각각 추출하는 단계와, 추출된 상기 혈류데이터를 이미지로 변환하여 혈류 이미지를 생성하는 단계와, 상기 중심위치와 상기 주변위치에 따른 다수의 상기 혈류 이미지를 상기 기준 시간 순서대로 배열한 중심 이미지와 주변 이미지를 생성하는 단계와, 상기 중심 이미지와 상기 주변 이미지의 배열 순서를 변경하여 서로 다른 인공 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 중심위치로부터 다수의 상기 주변위치와 다른 새로운 주변위치를 재설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 주변위치를 재설정하는 단계는, 상기 중심위치로부터의 회전 방향, 상기 중심위치로부터의 회전 각도, 상기 주변위치의 수, 상기 반지름 중 적어도 하나를 다르게 설정하여 서로 다른 위치에 위치하는 새로운 주변위치를 설정할 수 있다.

[0011] 상기 혈류데이터는 혈류의 속도, 압력, 변형률, 변형량, 응력, 힘, 벽면 전단 응력(WSS, Wall Shear Stress), 변동 전단 지수(OSI, Oscillatory Shear Index) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 인공 이미지를 생성하는 단계는, 서로 다른 상기 혈류데이터에 따른 서로 다른 상기 인공 이미지를 결합하여 새로운 인공 이미지를 생성할 수 있다.

[0013] 상기 반지름의 크기는 상기 동맥류의 사이즈 크기에 따라 변경 가능할 수 있다.

[0014] 상기 반지름의 크기는 상기 동맥류 형상의 복잡한 정도에 따라 변경 가능할 수 있다.

- [0015] 본 발명의 다른 실시예에 의한 동맥류 학습 데이터 증강 방법은 동맥류 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하는 단계와, 상기 시뮬레이션 결과에 기초하여 상기 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측하는 단계와, 예측된 위치에 중심위치를 설정하는 단계와, 상기 중심위치로부터의 회전 방향, 상기 중심위치로부터의 회전 각도, 상기 중심위치로부터의 반지름, 개수 중 적어도 하나를 다르게 설정하여 상기 중심위치로부터 서로 다른 방향으로 동일 간격 이격된 다수의 주변위치를 설정하는 단계와, 상기 중심위치와 다수의 상기 주변위치에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기에 따른 혈류데이터를 각각 추출하는 단계와, 추출된 상기 혈류데이터를 이미지로 변환하여 혈류 이미지를 생성하는 단계와, 상기 중심위치와 상기 주변위치에 따른 다수의 상기 혈류 이미지를 상기 기준 시간 순서대로 배열한 중심 이미지와 주변 이미지를 생성하는 단계와, 상기 중심 이미지와 상기 주변 이미지로부터 인공 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.
- [0016] 상기 중심 이미지와 상기 주변 이미지를 생성하는 단계 이후에, 상기 중심 이미지와 상기 주변 이미지의 배열 순서를 변경하여 새로운 인공 이미지를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 실시예에 의한 동맥류 학습 데이터 증강 시스템은, 동맥류 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하는 시뮬레이션 모듈과, 상기 시뮬레이션 결과에 기초하여 상기 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측하여 예측된 위치에 중심위치와, 상기 중심위치로부터 미리 결정된 반지름을 갖는 서로 다른 위치의 다수의 주변위치를 설정하는 위치 설정 모듈과, 상기 중심위치와 다수의 상기 주변위치에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기에 따른 혈류데이터를 각각 추출하는 데이터 추출 모듈과, 추출된 상기 혈류데이터를 이미지로 변환하여 인공 이미지를 생성하는 인공 이미지 생성 모듈을 포함한다.
- [0018] 상기 위치 설정 모듈은 상기 중심위치로부터 다수의 상기 주변위치와 다른 새로운 주변위치를 재설정할 수 있다.
- [0019] 상기 인공 이미지 생성 모듈은, 상기 중심위치와 상기 새로운 주변위치의 상기 혈류데이터를 이미지로 변환하여 혈류 이미지를 생성하고, 상기 중심위치와 상기 주변위치에 따른 다수의 상기 혈류 이미지를 상기 기준 시간 순서대로 배열한 중심 이미지와 주변 이미지를 결합하여 상기 인공 이미지를 생성할 수 있다.
- [0020] 상기 중심 이미지와 상기 주변 이미지의 배열 순서를 변경하여 서로 다른 인공 이미지를 반복적으로 생성 가능할 수 있다.
- [0021] 상기 위치 설정 모듈은 상기 중심위치로부터의 회전 방향, 상기 중심위치로부터의 회전 각도, 상기 주변위치의 수, 상기 반지름 등을 서로 다르게 설정하여 서로 다른 위치에 위치하는 상기 새로운 주변위치를 설정할 수 있다.
- [0022] 상기 혈류데이터는 혈류의 속도, 압력, 변형률, 변형량, 응력, 힘, 벽면 전단 응력(WSS, Wall Shear Stress), 변동 전단 지수(OSI, Oscillatory Shear Index) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 인공 이미지 생성 모듈은 서로 다른 상기 혈류데이터에 따른 서로 다른 상기 인공 이미지를 결합하여 새로운 인공 이미지를 생성할 수 있다.
- [0024] 상기 반지름의 크기는 상기 동맥류의 사이즈 크기에 따라 변경 가능할 수 있다.
- [0025] 상기 반지름의 크기는 상기 동맥류 형상의 복잡한 정도에 따라 변경 가능할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0026] 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법 및 시스템은 시뮬레이션을 수행하여 계산된 결과 값을 기반으로 대량의 데이터를 생성할 수 있는 특징이 있다. 특히, 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법 및 시스템은 시뮬레이션을 통해 계산된 결과 값들의 배열 순서를 변경하고 이로부터 대량의 인공 이미지를 생성할 수 있는 특징이 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 시스템의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법의 순서도이다.
- 도 3 내지 도 12는 동맥류 학습 데이터를 증강시키는 과정을 도시한 도면이다.



도 13은 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법을 적용한 딥러닝 학습 결과를 나타내는 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명의 이점 및 특징 그리고 그것들을 달성하기 위한 방법들은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 단지 청구항에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0029] 이하, 도 1 내지 도 13을 참조하여 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법 및 시스템에 관하여 설명하도록 한다.
- [0030] 도 1을 참조하여 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 시스템에 대해 설명한 후에, 도 2 내지 도 13을 참조하여 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0031] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 시스템에 대해 설명하도록 한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 시스템의 구성도이다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 시스템(1)은 동맥류 데이터를 적용한 시뮬레이션 결과로부터 다양한 학습 데이터를 생성하기 위한 것으로, 시뮬레이션을 수행하여 계산된 결과 값을 기반으로 대량의 데이터를 생성할 수 있다. 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법 및 시스템은 시뮬레이션을 통해 계산된 결과 값들의 배열 순서를 변경하고 이로부터 대량의 인공 이미지를 생성할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 시스템(1)은 시뮬레이션 모듈(10)과, 위치 설정 모듈(20)과, 데이터 추출 모듈(30)과, 인공 이미지 생성 모듈(40)을 포함한다. 구체적으로, 동맥류 학습 데이터 증강 시스템(1)은 동맥류 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하는 시뮬레이션 모듈(10)과, 시뮬레이션 결과에 기초하여 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측하여 예측된 위치에 중심위치(T, 도 4의 TWA 참조)와, 중심위치(T)로부터 미리 결정된 반지름을 갖는 서로 다른 위치의 다수의 주변위치(P, 도 4의 Point 참조)를 설정하는 위치 설정 모듈(20)과, 중심위치(T)와 다수의 주변위치(P)에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기(도 4의 60참조)에 따른 혈류데이터(도 4의 70참조)를 이미지로 변환하여 인공 이미지(도 7의 100 참조)를 생성하는 인공 이미지 생성 모듈(40)을 포함한다.
- [0035] 시뮬레이션 모듈(10)은 학습 데이터를 형성하기 위해 대상체의 동맥류 데이터를 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 시뮬레이션 모듈(10)로부터 도출된 시뮬레이션 결과는 저장부(50)에 저장되며, 이에 따라 위치 설정 모듈(20)과, 데이터 추출 모듈(30), 인공 이미지 생성 모듈(40) 등을 통해 시뮬레이션 결과에 따른 이미지가 생성될 수 있다.
- [0036] 위치 설정 모듈(20)은 시뮬레이션 결과에 기초하여 중심위치(T)와 주변위치(P)를 설정하기 위한 모듈로, 시뮬레이션 결과에 따라 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측할 수 있다. 위치 설정 모듈(20)은 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치에 중심위치(T)를 설정하고, 중심위치(T)로부터 미리 결정된 반지름을 갖는 서로 다른 위치에 다수의 주변위치(P)를 설정한다.
- [0037] 중심위치(T)와 주변위치(P)는 인공 이미지(100)를 생성하기 위한 혈류데이터를 추출하는 위치로, 시뮬레이션 결과에 기초하여 위치 설정 모듈(20)에 의해 설정될 수 있다. 중심위치(T)는 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치에 설정되며, 주변위치(P)는 중심위치(T)로부터 동일한 반지름을 갖는 위치에 설정되며, 다수 개를 포함하여 중심위치(T)를 둘러싸도록 서로 다른 위치에 설정될 수 있다. 이때, 반지름의 크기는 동맥류의 사이즈 크기나 동맥류 형상의 복잡한 정도에 따라 변경될 수 있다. 또한, 주변위치(P)는 초기에 설정되는 위치로, 반지름 이외에 중심위치(T)로부터의 회전 방향, 중심위치(T)로부터의 회전 각도, 주변위치(P)의 수 등에 의해 서로 다른 위치에 위치하는 새로운 주변위치(P)를 형성할 수 있으며, 이에 대해서는 동맥류 학습 데이터 증강 방법을 통해 보다 구체적으로 후술하도록 한다.
- [0038] 위치 설정 모듈(20)로부터 예측된 위치에 설정된 중심위치(T)와 주변위치(P)로부터 데이터 추출 모듈(30)에 의해 혈류데이터가 각각 추출될 수 있다.
- [0039] 데이터 추출 모듈(30)은 중심위치(T)와 다수의 주변위치(P)에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기(60)에 따른 혈류데이터를 각각 추출할 수 있으며, 혈류의 속도, 압력, 변형률, 변형량, 응력, 힘, 벽면 전단 응력



(WSS, Wall Shear Stress), 변동 전단 지수(OSI, Oscillatory Shear Index) 중 적어도 하나를 포함하는 혈류데이터를 추출할 수 있다. 데이터 추출 모듈(30)은 중심위치(T)와 주변위치(P)에서 미리 설정된 기준 시간동안 혈류데이터를 추출할 수 있다. 기준시간은 미리 설정된 일정시간으로, 다수로 나뉜 샘플링 주기(60)를 포함할 수 있다. 예를 들어 설명하면, 미리 설정한 시간을 1초로 가정하고 1초를 64로 나누었다고 가정하면, 기준시간이 1으로 설정되고 샘플링 주기(60)가 1/64로 설정될 수 있다. 이에, 데이터 추출 모듈(30)은 기준 시간 1초동안 중심위치와 주변위치에서 64개의 샘플링 주기(60)에 해당하는 혈류데이터를 각각 추출할 수 있으며, 이에 대해서는 도 5 내지 도 8을 참조하여 보다 구체적으로 후술하도록 한다.

[0040] 데이터 추출 모듈(30)로부터 추출된 혈류데이터는 인공 이미지 생성 모듈(40)에 의해 인공 이미지(100)로 변환될 수 있다.

[0041] 인공 이미지 생성 모듈(40)은 혈류데이터 추출 모듈(30)로부터 추출된 다수의 혈류데이터를 이미지로 변환하여 인공 이미지(100)를 생성하기 위한 모듈이다. 인공 이미지 생성 모듈(40)은 혈류데이터를 이미지로 변환하여 혈류 이미지를 생성할 수 있으며, 중심위치(T)와 주변위치(P)에 따른 다수의 혈류 이미지를 기준 시간 순서대로 배열하여 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)를 생성할 수 있다.

[0042] 인공 이미지 생성 모듈(40)은 중심위치(T)와 주변위치(P)에 따른 혈류데이터를 이미지로 변환하여 중심위치(T)에 따른 혈류 이미지와, 주변위치(P)에 따른 혈류 이미지를 각각 생성할 수 있다. 중심위치(T)에 따른 혈류 이미지는 샘플링 주기(60)에 따른 이미지로, 기준 시간 순서대로 배열되어 중심위치(T)에 따른 중심 이미지(80)가 생성될 수 있다. 주변위치(P)에 따른 혈류 이미지 또한 샘플링 주기(60)에 따른 이미지로, 기준 시간 순서대로 배열되어 주변위치(P)에 따른 주변 이미지(70)가 생성될 수 있다. 인공 이미지 생성 모듈(40)은 중심위치(T)와 주변위치(P)에서 추출된 혈류데이터를 이미지로 변환하여 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)를 각각 생성할 수 있으며, 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)를 나열하여 인공 이미지(100)를 생성할 수 있다. 또한, 인공 이미지 생성 모듈(40)은 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)의 배열 순서를 변경하여 서로 다른 배열 순서를 갖는 다수의 인공 이미지(100)를 생성할 수 있다. 인공 이미지 생성 모듈(40)은 중심위치(T)와 주변위치(P)뿐만 아니라, 새로운 주변위치(P)에 따른 새로운 혈류데이터를 이미지로 변환하여 새로운 혈류 이미지를 생성할 수 있으며, 중심 이미지(80)와 새로운 주변 이미지를 배열하고, 배열하는 순서를 변경하여 다수의 새로운 인공 이미지를 생성할 수도 있다.

[0043] 시뮬레이션 모듈(10), 위치 설정 모듈(20), 데이터 추출 모듈(30), 인공 이미지 생성 모듈(40)로부터 추출되는 시뮬레이션 결과, 중심위치(T)와 주변위치(P), 중심위치(T)와 주변위치(P)에서의 혈류데이터, 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70), 인공 이미지(100) 등은 저장부(50)에 저장될 수 있다.

[0044] 저장부(50)는 시뮬레이션 모듈(10), 위치 설정 모듈(20), 데이터 추출 모듈(30), 인공 이미지 생성 모듈(40)로부터 추출된 시뮬레이션 결과, 중심위치(T), 주변위치(P), 혈류데이터, 혈류 이미지, 중심 이미지(80), 주변 이미지(70), 인공 이미지(100) 등을 저장하는 메모리로, 롬(ROM), 고속 랜덤 액세스 메모리(RAM), 자기 디스크 저장 장치, 플래시 메모리 장치와 같은 불휘발성 메모리 또는 다른 불휘발성 반도체 메모리 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리는 반도체 메모리 장치로서 SD(Secure Digital) 메모리 카드, SDHC(Secure Digital High Capacity) 메모리 카드, mini SD 메모리 카드, mini SDHC 메모리 카드, TF(Trans Flash) 메모리 카드, micro SD 메모리 카드, micro SDHC 메모리 카드, 메모리 스틱, CF(Compact Flash), MMC(Multi-Media Card), MMC micro, XD(eXtreme Digital) 카드 등이 이용될 수 있다. 또한, 메모리는 네트워크를 통하여 액세스되는 네트워크 부착형(attached) 저장 장치를 포함할 수도 있다.

[0045] 또한, 저장부(50)는 마이크로프로세서 등으로 구현된 중앙 처리 장치(Central Processing Unit; CPU), 그래픽 처리 장치(Graphic Processing Unit; GPU) 및 다양한 종류의 저장 장치를 포함할 수 있으며, 이와 같은 장치들은 내장된 인쇄 회로 기판(Printed Circuit Board; PCB)에 마련될 수 있다.

[0046] 시뮬레이션 모듈(10), 위치 설정 모듈(20), 데이터 추출 모듈(30), 인공 이미지 생성 모듈(40) 등은 중앙 처리 장치로 기능하고, 중앙 처리 장치의 종류는 마이크로 프로세서를 포함할 수 있으며, 마이크로 프로세서는 적어도 하나의 실리콘 칩에 산술 논리 연산기, 레지스터, 프로그램 카운터, 명령 디코더나 제어 회로 등이 마련되어 있는 처리 장치를 포함할 수 있다.

[0047] 또한, 마이크로 프로세서는 이미지 또는 비디오의 그래픽 처리를 위한 그래픽 프로세서(Graphic Processing Unit, GPU)를 포함할 수 있다. 마이크로 프로세서는 코어(core)와 GPU를 포함하는 SoC(System On Chip) 형태로 구현될 수 있다. 마이크로 프로세서는 싱글 코어, 듀얼 코어, 트리플 코어, 쿼드 코어 및 그 배수의 코어를 포

함할 수 있다.

- [0048] 또한, 시물레이션 모듈(10), 위치 설정 모듈(20), 데이터 추출 모듈(30), 인공 이미지 생성 모듈(40) 등은 마이크로 프로세서와 전기적으로 연결되는 별개의 회로 기판에 GPU, RAM 또는 ROM을 포함하는 그래픽 프로세싱 보드(graphic processing board)를 포함할 수 있다.
- [0049] 이하, 도 2 내지 도 13을 참조하여 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0050] 도 2는 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법의 순서도이고, 도 3 내지 도 12는 동맥류 학습 데이터를 증강시키는 과정을 도시한 도면이고, 도 13은 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법을 적용한 딥러닝 학습 결과를 나타내는 그래프이다.
- [0051] 도 2를 참조하면, 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법은 시물레이션을 수행하는 단계(S100)와, 위치를 예측하는 단계(S110)와, 중심위치(T)를 설정하는 단계(S120)와, 주변위치(P)를 설정하는 단계(S130)와, 혈류데이터를 추출하는 단계(S140)와, 혈류 이미지를 생성하는 단계(S150)와, 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)를 생성하는 단계(S160)와, 인공 이미지(100)를 생성하는 단계(S170)를 포함한다.
- [0052] 구체적으로, 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법은, 동맥류 데이터를 이용하여 시물레이션을 수행하는 단계(S100)와, 시물레이션 결과에 기초하여 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측하는 단계(S110)와, 예측된 위치에 중심위치(T)를 설정하는 단계(S120)와, 중심위치(T)로부터 미리 설정된 반지름을 갖는 서로 다른 위치에 다수의 주변위치(P)를 설정하는 단계(S130)와, 중심위치(T)와 다수의 주변위치(P)에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기(60)에 따른 혈류데이터를 각각 추출하는 단계(S140)와, 추출된 혈류데이터를 이미지로 변환하여 혈류 이미지를 생성하는 단계(S150)와, 중심위치(T)와 주변위치(P)에 따른 다수의 혈류 이미지를 기준 시간 순서대로 배열한 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)를 생성하는 단계(S160)와, 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)로부터 인공 이미지(100)를 생성하는 단계(S170)를 포함한다.
- [0053] 주변위치(P)를 설정하는 단계는 중심위치(T)로부터 미리 설정된 반지름을 갖는 서로 다른 위치에 다수의 주변위치(P)를 설정할 수 있지만, 중심위치(T)로부터의 회전 방향, 중심위치(T)로부터의 회전 각도, 중심위치(T)로부터의 반지름, 개수 중 적어도 하나를 다르게 설정하여 중심위치(T)로부터 서로 다른 방향으로 동일 간격 이격된 다수의 주변위치(P)를 설정할 수 있다.
- [0054] 또한, 인공 이미지(100)를 생성하는 단계는 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)로부터 인공 이미지(100)를 생성할 수도 있지만, 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)의 배열 순서를 변경하여 서로 다른 인공 이미지(100)를 생성할 수도 있다.
- [0055] 동맥류 학습 데이터를 증강시키기 위해 시물레이션 모듈(10)은 동맥류 데이터를 이용하여 시물레이션을 수행(S100)한다. 동맥류 데이터를 이용하여 시물레이션을 수행하면 도 3에 도시된 바와 같이 다른 색을 띠는 동맥류 형상을 살펴볼 수 있다. 이때, 도 3의 A는 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 표시한 것으로, 시물레이션 결과를 확인하여 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측(S110)할 수 있다. 시물레이션 결과에 기초하여 동맥류에서 두께가 가장 얇은 위치를 예측되는 위치에 중심위치(T)를 설정(S120)할 수 있다.
- [0056] 도 4는 도 3의 A부분을 확대 도시한 도면으로, 중심위치(T)와 주변위치(P)를 설정한 도면을 도시하고 있다. 위치 설정 모듈(20)은 시물레이션 결과에 기초하여 동맥류에서 두께가 가장 얇다고 예측되는 지점인 TWA지점에 중심위치(T)를 설정(S120)한다. 중심위치(T)를 설정한 후에, 중심위치(T)로부터 미리 설정된 반지름을 갖는 서로 다른 위치에 다수의 주변위치(P)를 설정(S130)한다. 중심위치(T)로부터 미리 설정된 반지름 R을 갖는 위치인 Point 지점에 주변위치(P)를 설정할 수 있다. 주변위치(P)는 중심위치(T)로부터 동일한 반지름을 갖는 위치에 설정하며, 도면에 도시된 Point 1 내지 Point 4 지점에 설정된 것 같이, 중심위치(T)를 둘러싸도록 설정된다. 주변위치(P)의 반지름의 크기는 동맥류 사이즈의 크기 또는 동맥류 형상의 복잡한 정도에 따라 변경하여 설정할 수 있다. 본 명세서 상에서는 주변위치(P)를 Point 1 내지 Point 4 지점인 4곳에 설정하는 것을 예로 들어 설명하지만, 이에 한정되지 않고, 주변위치(P)의 수는 주변위치(P)를 설정하는 단계에서 변경 가능할 수 있다. 중심위치(T)와 주변위치(P)는 TWA 지점과, Point 1 내 4 지점에서 같이 구형을 이루도록 설정되는 것을 예로 들어 설명하지만, 구형 이외에 다른 입체모형을 이루도록 형성될 수 있다. 예를 들어, 주변위치(P)는 중심위치(T)를 둘러싸는 구형, 직육면체, 다면체 등의 입체 형상으로 형성되어 입체 모형으로부터 정보를 추출할 있다. 또한, 도 4에서와 같이 일측면에서 보았을 경우 중심위치(T)를 둘러싸는 다수의 주변위치(P)가 원형뿐만 아니라, 사각형 다각형 형상을 이루도록 형성되어 이로부터 동맥류 데이터를 추출할 수도 있다. 본 명세서 상의 다수의 주변위치(P)는 중심위치(T)로부터의 거리인 반지름의 크기가 동일하게 형성되는 것을 예로 들어 설명하지만 중심위

치(T)로부터의 거리가 동일하게 형성되지 않을 수도 있다.

- [0057] 중심위치(T)와 주변위치(P)가 설정된 후에, 중심위치(T)와 다수의 주변위치(P)에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기(60)에 따른 혈류데이터를 각각 추출한다.
- [0058] 도 5를 참조하면, 도 5는 1초를 64로 나누어 중심위치(T)와 주변위치(P)에서 각 시간에 따른 혈류데이터를 추출하는 도면을 도시하고 있다. 데이터 추출 모듈(30)은 중심위치(T)와 다수의 주변위치(P)에서 기준 시간동안 미리 설정된 샘플링 주기(60)에 따른 혈류데이터를 각각 추출(S140)한다. 미리 설정한 기준 시간을 1로 설정하고 1을 64로 나누었다고 가정하면, 기준 시간이 1초로 설정되고 샘플링 주기(60)가 1/64로 설정될 수 있다. 이에, 데이터 추출 모듈(30)은 중심위치(T)에서 1초동안 64개의 샘플링 주기(60)에 따른 혈류데이터를 추출할 수 있으며, 주변위치(P)에서 1초동안 64개의 샘플링 주기(60)에 따른 혈류데이터를 추출할 수 있다. 데이터 추출 모듈(30)은 기준 시간 1초동안 중심위치(T)와 주변위치(P)에서 64개의 샘플링 주기(60)에 해당하는 혈류데이터를 각각 추출할 수 있다.
- [0059] 중심위치(T)와 주변위치(P)에서 추출된 혈류데이터를 이미지로 변환하여 혈류 이미지를 생성(S150)한다. 혈류 이미지는 중심위치(T)와 주변위치(P)에서 추출된 각 샘플링 주기(60)에 따른 이미지로, 중심위치(T)와 주변위치(P)에서 각각 64개가 추출될 수 있다.
- [0060] 중심위치(T)와 주변위치(P)에 따른 혈류 이미지는 샘플링 주기(60)를  $\frac{1}{64}, \frac{2}{64}, \frac{3}{64}, \dots, \frac{63}{64}, \frac{64}{64}$  와 같이 기준 시간 순서대로 배열한 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)를 각각 생성(S160)한다. 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)는 도 5에서와 같이 배열되어 인공 이미지(100)를 형성(S170)한다. 인공 이미지(100)는 중심 이미지(80)와 4개의 주변 이미지(70)를 규칙적으로 배열하거나, 배열 순서를 변경하여 인공 이미지(100)를 생성한다. 예를 들면, 도 5에서와 같이 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)를 Point1, Point2, Point3, Point4, TWA 순으로 규칙적으로 배열하여 인공 이미지(100)를 생성할 수 있다.
- [0061] 또한, 도 6a 및 도 6b에서와 같이, 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)를 TWA, Point1, Point2, Point3, Point4 순으로 배열하거나 Point4, TWA, Point1, Point2, Point3 순으로 배열하는 것과 같이, 배열 순서를 변경하여 도7에 도시된 서로 다른 다수의 인공 이미지(100a, 100b)를 생성할 수 있으며, 도시된 도면에 한정되지 않고 배열 순서를 변경하여 서로 다른 인공 이미지를 생성할 수도 있다.
- [0062] 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법은 앞서 설명한 바와 같이, 중심 이미지(80)와 주변 이미지(70)의 배열 순서를 변경하여 다수의 이미지를 생성할 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고, 주변위치(P)를 재설정하여 새로운 주변위치(P)를 설정하여 새로운 주변위치(P)에 따른 새로운 주변 이미지를 형성하여 새로운 인공 이미지를 생성할 수 있다.
- [0063] 본 발명은 중심위치(T)로부터 다수의 주변위치(P)와 다른 새로운 주변위치(P)를 재설정 하는 단계를 포함할 수 있다. 주변위치(P)를 재설정하는 단계는 중심위치(T)로부터의 회전 방향, 중심위치(T)로부터의 회전 각도, 주변위치(P)의 수, 반지름의 크기 중 적어도 하나를 다르게 설정하여 서로 다른 위치에 위치하는 새로운 주변위치(P)를 설정하여, 새로운 주변위치(P)를 포함하는 새로운 인공 이미지를 생성할 수 있다.
- [0064] 도 8을 참조하면, 도 8은 도 5의 주변위치(P)로부터 각도  $\theta$  만큼 회전하여 새로운 주변위치(P)를 재설정된 도면을 도시하고 있다. 앞서 생성한 인공 이미지(100)와 다른 새로운 인공 이미지(도시하지 않음)를 생성하여 다수의 학습 데이터를 생성하기 위해, 일정 각도 회전하여 새로운 주변위치(P)를 설정할 수 있다. 다수의 주변위치(P)인 Point1, Point2, Point3, Point4 지점에서 각도  $\theta$  만큼 회전하여 새로운 주변위치(P)에서 혈류데이터와 혈류 이미지 및 주변 이미지(70)를 생성하고, 중심 이미지(80)와 새로운 주변 이미지(도시하지 않음)에 따른 새로운 인공 이미지를 생성할 수 있다. 또한, 새로운 주변 이미지와 중심 이미지(80)의 배열 순서를 변경하여 다수의 새로운 인공 이미지를 생성하여 대량의 학습 데이터를 생성할 수 있다.
- [0065] 도 9는 도 5의 주변위치(P)로부터 반지름이 변경되어 새로운 주변위치(P)를 재설정된 도면을 도시하고 있다. 중심위치(T)로부터 주변위치(P)까지의 반지름 크기와 다른 반지름의 크기를 재설정하여 새로운 주변위치(P)를 설정할 수 있다. 주변위치(P)가 설정된 반지름의 크기보다 작은 반지름의 크기로 재설정하여 새로운 주변위치(P)를 재설정할 수 있지만, 주변위치(P)가 설정된 반지름의 크기보다 큰 반지름의 크기로 재설정하여 새로운 주변위치(P)를 재설정할 수도 있다. 동맥류의 사이즈 크기와 동맥류 형상의 복잡한 정도 이외에도 반지름의 크기를 재설정하여 새로운 주변위치(P)를 설정하고, 이에 따른 새로운 인공 이미지를 생성하여 새로운 학습데이터를 생성할 수 있다. 또한, 반지름의 크기에 따른 새로운 주변 이미지와 중심 이미지(80)의 배열 순서를 변경하여 새

로운 데이터를 생성할 수 있다.

[0066] 도 10은 주변위치(P)의 수를 변경한 도면을 도시하고 있다. 주변위치(P)의 수를 증가시키거나 감소시켜 도 5의 주변위치(P)와 다른 새로운 주변위치(P)를 생성하고, 이에 따른 새로운 인공 이미지를 생성할 수 있다. 도 10에서와 같이 중심위치(T)로부터 미리 설정된 반지름을 갖는 6개의 위치에 새로운 주변위치(P)를 설정할 수 있다. 도 10에서와 같이 6개의 새로운 주변위치(P)를 포함할 수 있으며, 각 위치에서 새로운 주변 이미지를 생성하여 중심 이미지(80)와 새로운 주변 이미지에 따른 새로운 인공 이미지를 생성할 수 있다. 또한, 주변위치(P) 수에 따른 새로운 주변 이미지와 중심 이미지(80)의 배열 순서를 변경하여 서로 다른 인공 이미지(100)를 생성할 수 있다.

[0067] 도 11을 참조하면, 도 11은 도 8이  $\theta$  만큼 회전한 방향과 반대 방향으로 회전하여 새로운 주변위치(P)를 재설정된 도면을 도시하고 있다. 도 8에서와 같이 회전 각도를 달리 할 수도 있지만 회전 방향을 달리하여 새로운 주변위치(P)를 설정할 수도 있다. 또한, 반대 방향으로 각도를 달리하여 주변위치(P)를 재설정하여 새로운 주변위치(P)를 설정하여 새로운 주변 이미지를 생성할 수 있다. 중심 이미지(80)와 새로운 주변 이미지를 규칙적으로 배열하거나 배열 순서를 변경하여 다양한 인공 이미지(100)를 생성할 수 있다.

[0068] 도 12를 참조하면, 혈류의 속도, 압력, 변형률, 변형량, 응력, 힘, 벽면 전단 응력, 변동 전단 지수 등과 같이 서로 다른 혈류데이터를 포함하는 인공 이미지(100)를 결합하여 새로운 인공 이미지를 생성할 수 있다. 예를 들면, 속도에 대한 인공 이미지(101a)와 압력에 대한 인공 이미지(101b)를 하나의 이미지로 병합하여 새로운 인공 이미지를 생성할 수 있다. 새로운 인공 이미지는 서로 다른 혈류데이터로부터 생성된 인공 이미지(100)를 결합하여 형성되어 시뮬레이션으로부터 계산되는 여러 가지 결과 값들을 동시에 고려할 수 있는 특징을 가지고 있다. 새로운 인공 이미지는 도 12에 도시된 도면에 한정되지 않고, 혈류의 속도와 압력 이외에, 변형률, 변형량, 응력, 힘, 벽면 전단 응력, 변동 전단 지수 등의 다양한 혈류데이터를 포함하는 인공 이미지(100)들을 서로 결합하여 형성될 수 있다.

[0069] 이하, 도 13을 참조하여, 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법을 적용한 딥러닝 학습 결과에 대해 구체적으로 설명하도록 한다.

[0070] 도 13은 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법을 적용한 딥러닝 학습 결과를 나타내는 그래프이다.

[0071] 도 13을 참조하면, 단순 시뮬레이션 결과를 학습시킨 경우와 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법을 적용하여 학습시킨 경우의 학습 결과 차이를 나타내고 있다. 단순 시뮬레이션 결과를 학습시킨 경우는 학습 데이터 수가 부족하여 학습이 정상적으로 이루어지지 않은 그래프를 살펴볼 수 있으며, 본 발명의 동맥류 학습 데이터 증강 방법을 적용한 결과 정확도가 향상되는 그래프를 살펴볼 수 있다. 이와 같이, 본 발명은 동맥류 학습데이터 증강 방법을 통해 대량의 학습 데이터를 생성 가능하여, 대량의 학습 데이터가 필요한 딥러닝 알고리즘의 한계를 극복하고 정확도를 향상시킬 수 있는 특징이 있다.

[0072] 상기의 설명은 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 상기에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 기술적 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술적 사상은 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 부호의 설명

[0073] 1: 동맥류 학습 데이터 증강 시스템

10: 시뮬레이션 모듈

20: 위치 설정 모듈

30: 데이터 추출 모듈

40: 인공 이미지 생성 모듈

50: 저장부

60: 샘플링 주기

70a, 70b, 70c, 70d: 주변 이미지

80: 중심 이미지

100, 100a, 100b: 인공 이미지

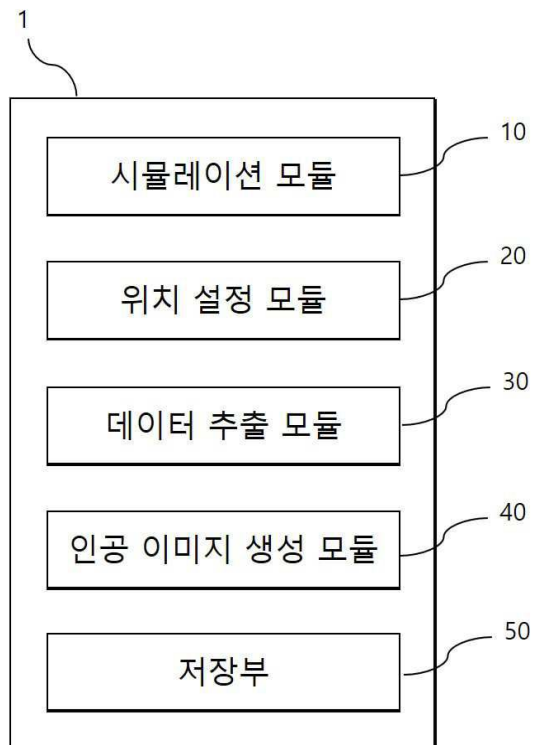
101: 새로운 인공 이미지

101a: 속도에 대한 인공 이미지

102a: 압력에 대한 인공 이미지

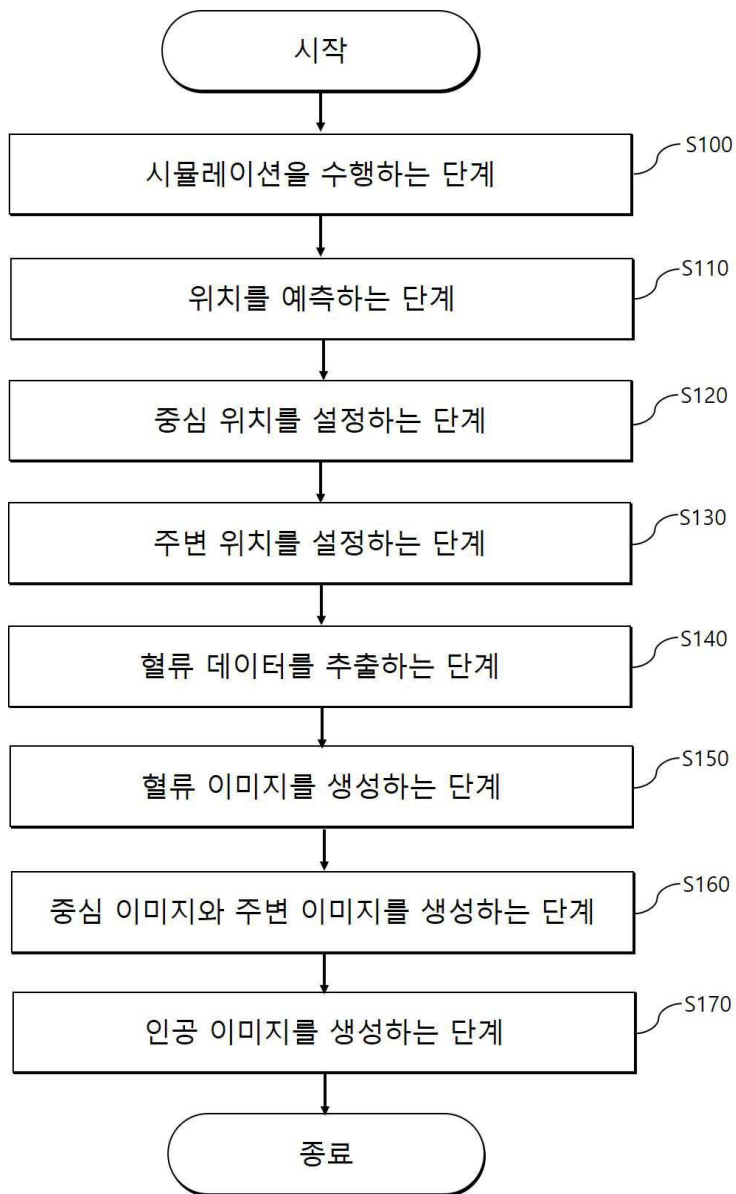
## 도면

### 도면1

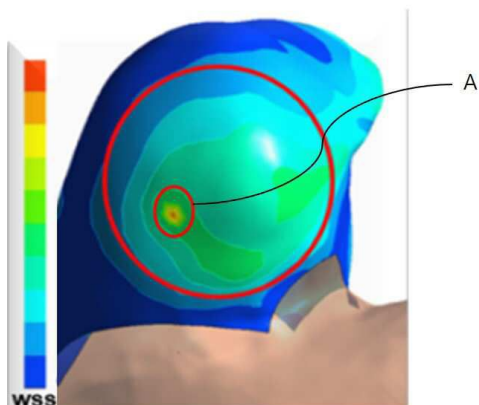




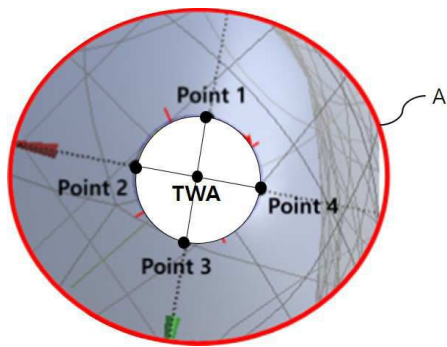
도면2



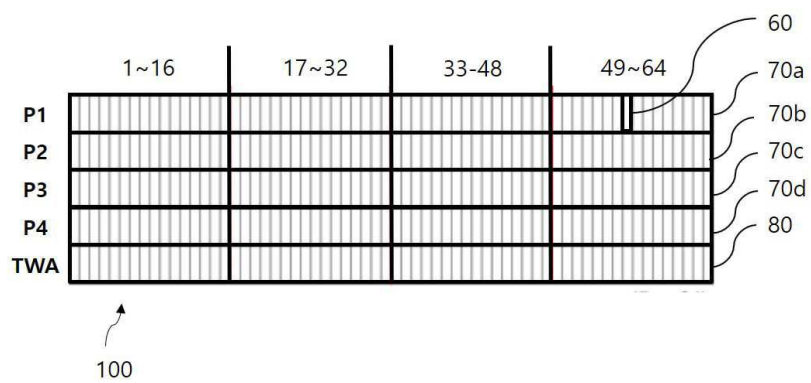
도면3



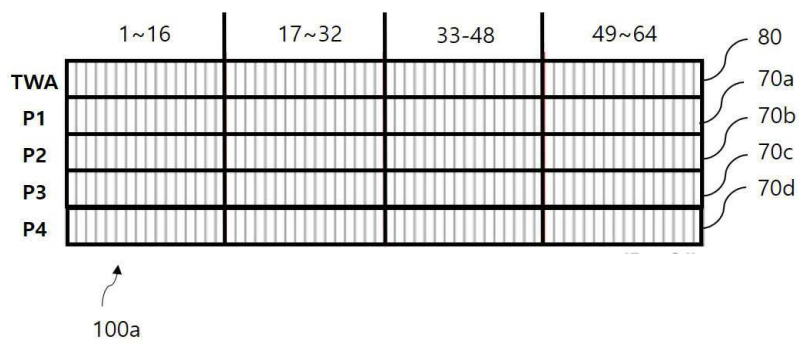
도면4



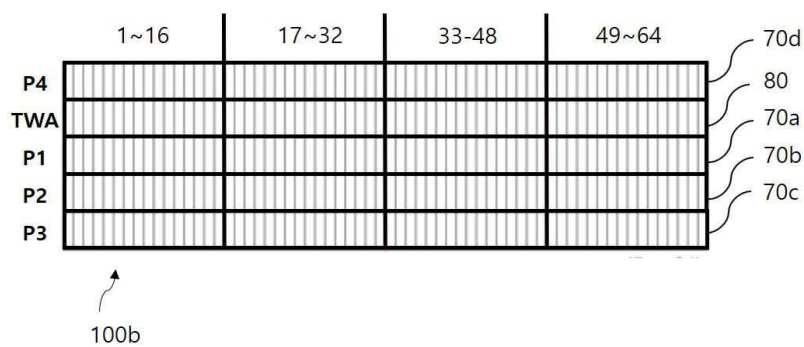
도면5



도면 6a



도면 6b

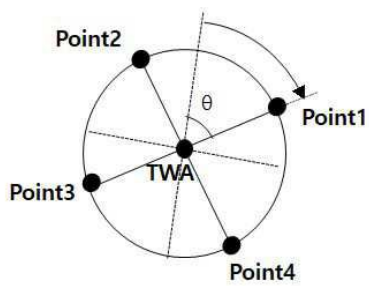




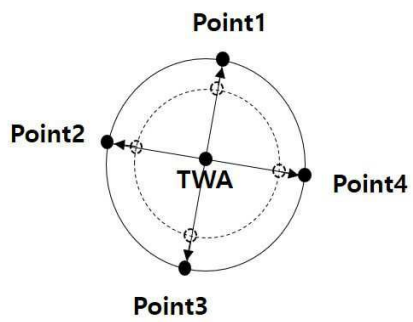
도면7



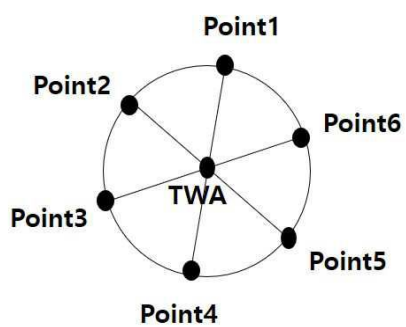
도면8



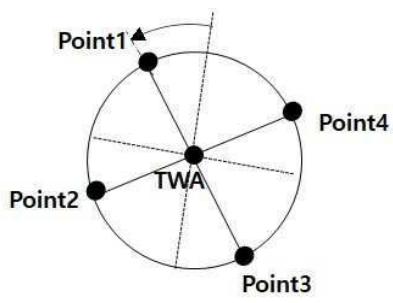
도면9



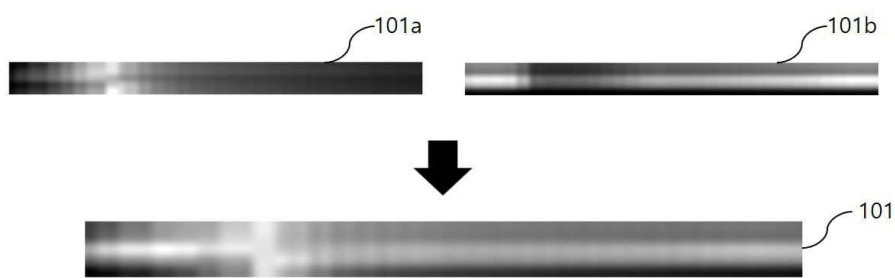
도면10



도면11



도면12



도면13

