



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0065768
(43) 공개일자 2021년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16H 30/40 (2018.01) G16H 30/20 (2018.01)
G16H 50/30 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G16H 30/40 (2018.01)
G16H 30/20 (2018.01)
(21) 출원번호 10-2019-0154878
(22) 출원일자 2019년11월27일
심사청구일자 2019년11월27일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
최현석
서울특별시 송파구 오금로32길 31, 103동 303호(송파동, 래미안송파파인탑)
이경미
서울특별시 동대문구 경희대로 23, 경희의료원 정보행정동지하1층 교수연구실(회기동)
김혁기
서울특별시 서초구 서래로10길 26, 101동 610(반포동, 라인아파트)
(74) 대리인
특허법인우인

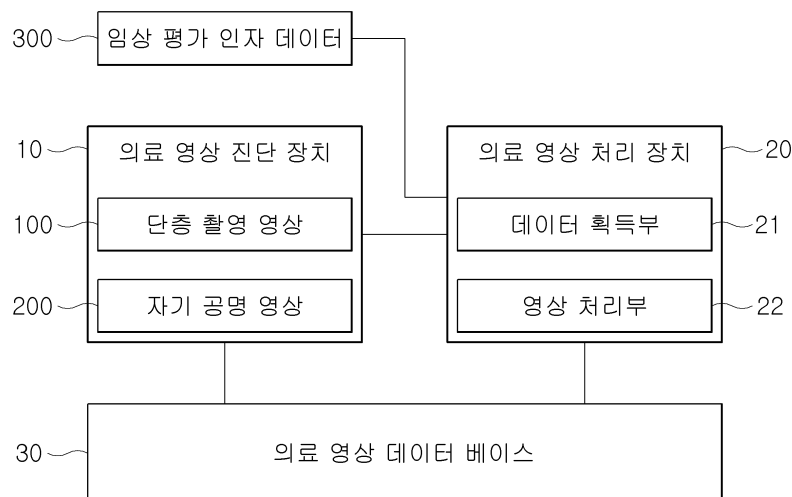
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 개인 맞춤형 뇌졸중 진단을 위한 임상 인자 및 의료 영상 처리 시스템

(57) 요약

본 실시예들은 CT 영상과 MRI 영상 간에 좌표계를 이용한 영상 정합을 수행하고, 뇌졸중 임상 평가(NIHSS)와 뇌 영상 간에 좌표계를 이용한 정합을 수행하며, 각 영상별 기준 영상을 생성하고 딥 러닝 기반의 시맨틱 분할을 적용함으로써, 영상 정보 손실을 최소화할 수 있고 병변의 정확한 예측이 가능하고 뇌졸중에 대한 종합적인 개인별 상태 평가가 가능한 의료 영상 처리 시스템을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G16H 50/20 (2018.01)

G16H 50/30 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018R1D1A1B07041308
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(교육부)(R&D)
연구과제명	다중 인공지능 평가기를 이용한 급성 뇌경색 정밀 진단 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경희의료원
연구기간	2018.06.01 ~ 2021.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

뇌졸중 진단을 위한 의료 영상 처리 장치에 있어서,

복수 유형의 의료 영상 및 뇌졸중 임상 평가를 획득하는 데이터 획득부; 및

상기 복수 유형의 의료 영상에 대한 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하고, 상기 복수 유형의 의료 표준화 영상에 병변 인식 모델을 적용하여 상기 의료 표준화 영상마다 병변에 대한 영상 특징을 추출하는 영상 처리부를 포함하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수 유형의 의료 영상은,

단층 촬영(Computerized Tomography, CT) 영상, 관류 단층 촬영(CT Perfusion) 영상, 다중 단층 촬영((Multimodal CT) 영상, 관류 강조 영상(Perfusion Weighted Imaging, PWI) 영상, 액체 감약 반전 회복(Fluid Attenuated Inversion Recovery, FLAIR) 영상, T2 강조 영상, 저 b값 확산 강조(Low b-Value Diffusion Weighted Image) 영상, 고 b값 확산 강조(High b-Value Diffusion Weighted Imaging, DWI) 영상, 및 현성 확산 계수(Apparent Diffusion Coefficient, ADC) 영상 중에서 복수로 선택된 의료 영상을 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수 유형의 의료 표준화 영상은,

단층 촬영(Computerized Tomography, CT) 표준화 영상, 관류 단층 촬영(CT Perfusion) 표준화 영상, 다중 단층 촬영((Multimodal CT) 표준화 영상, 관류 강조(Perfusion Weighted Imaging, PWI) 표준화 영상, 액체 감약 반전 회복(Fluid Attenuated Inversion Recovery, FLAIR) 표준화 영상, T2 강조 표준화 영상, 및 확산 강조(Diffusion Weighted Image) 표준화 영상 중에서 복수로 선택된 표준화 영상을 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 영상 처리부는,

상기 복수 유형의 의료 영상을 회백질, 백질, 및 뇌척수액 영상으로 분할하고, 상기 회백질, 백질, 및 뇌척수액 영상에 대하여 상관 인자를 기준으로 상기 복수 유형의 뇌 구조 표준화 영역을 생성하고, 상기 복수 유형의 뇌 구조 표준화 영역에 뇌졸중 증상 기반의 기능 영역을 매칭하여 상기 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 영상 처리부는,

상기 복수 유형의 의료 영상에 대해서 움직임을 보정하고 노이즈를 제거하고,

유형별 상이한 복셀 크기를 기준으로 신호 세기의 분포도에 따라 뇌 조직 영역을 분할하고,

복셀 내에서 신호 세기에 대해 정규화를 수행하고,
 상기 분할된 뇌 조직 영역의 신호 세기를 왜곡하고,
 상기 분할된 뇌 조직 영역의 신호 세기에 스무딩을 수행하고,
 상기 분할된 뇌 조직 영역의 신호 세기의 평균 영상에 정규화를 수행하고,
 상기 의료 영상의 분할 변화가 없을 때까지 분할 과정을 반복하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,
 상기 영상 처리부는,
 연령, 성별, 질환군을 기준으로 분할된 영상 간의 위치 차이를 고려하여 상관 인자를 평가하고,
 상기 평가된 상관 인자를 이용한 회귀 분석 및 쌍일치 접근을 통해 상기 뇌 구조 표준화 영역을 생성하고,
 상기 뇌 구조 표준화 영역에 라벨링된 영상을 결합하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 7

제4항에 있어서,
 상기 영상 처리부는,
 상기 뇌 구조 표준화 영역과 상기 뇌졸중 증상 기반의 기능 영역을 매칭하고,
 영역별 인접 조직 간의 간섭 오류를 보정하기 위해 분포도 히스토그램을 이용하여 각 영역의 신호 세기의 일부를 사용하여 영상 보정하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 영상 처리부는,
 상기 의료 표준화 영상에 대해서 상기 뇌졸중 임상 평가에 따라 상기 영상 특징의 패턴을 분석하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,
 상기 영상 처리부는,
 상기 의료 표준화 영상마다 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기를 추출하고,
 상기 뇌졸중 임상 평가에 따라 상기 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기를 조합하여 뇌졸중 특징 조합 세트를 생성하고,
 상기 뇌졸중 특징 조합 세트 중에서 개인별 패턴을 분석하여 매칭하는 뇌졸중 특징 조합 세트를 출력하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,
 상기 영상 처리부는,
 상기 뇌졸중 임상 평가, 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징, 및 뇌졸중 임상 인자를 매핑하여 의료 영상 데이터 베이스에 저장하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 영상 처리부는,

상기 뇌졸중 임상 평가와 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징을 기준으로 개인별 뇌졸중 평가를 출력하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 영상 처리부는,

상기 뇌졸중 임상 평가와 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징 간의 상관도를 출력하고,

상기 복수 유형의 의료 영상에 대해서 뇌 영역 대비 뇌졸중 병변의 체적을 산출한 점수를 출력하고,

상기 복수 유형의 의료 영상을 다중 시점에 촬영하고 상기 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기의 변화를 시계열적으로 추적하고,

상기 추적된 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기의 변화를 고려하여 예상되는 상태를 텍스트 형태로 출력하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 영상 처리부는,

상기 뇌졸중 임상 평가에 따라 상기 의료 표준화 영상을 기반으로 단층 촬영 영상에서 병변 의심 영역을 추출하고, 상기 단층 촬영 영상 및 자기 공명 영상 간의 특징 생성 모델을 통해 상기 단층 촬영 영상에서 병변의 크기와 신호 세기를 부각시킨 강조 단층 촬영 영상을 출력하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 장치.

청구항 14

의료 영상 처리 장치에 의한 의료 영상 처리 방법에 있어서,

복수 유형의 의료 영상 및 뇌졸중 임상 평가를 획득하는 단계;

상기 복수 유형의 의료 영상에 대한 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하는 단계;

상기 복수 유형의 의료 표준화 영상에 병변 인식 모델을 적용하여 상기 의료 표준화 영상마다 병변에 대한 영상 특징을 추출하는 단계;

상기 의료 표준화 영상에 대해서 상기 뇌졸중 임상 평가에 따라 상기 영상 특징의 패턴을 분석하는 단계;

상기 뇌졸중 임상 평가, 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징, 및 뇌졸중 임상 인자를 매핑하여 의료 영상 데이터 베이스에 저장하는 단계; 및

상기 뇌졸중 임상 평가와 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징을 기준으로 개인별 뇌졸중 평가를 출력하는 단계

를 포함하는 의료 영상 처리 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하는 단계는,

상기 복수 유형의 의료 영상을 회백질, 백질, 및 뇌척수액 영상으로 분할하고, 상기 회백질, 백질, 및 뇌척수액 영상에 대하여 상관 인자를 기준으로 상기 복수 유형의 뇌 구조 표준화 영역을 생성하고, 상기 복수 유형의 뇌 구조 표준화 영역에 뇌졸중 증상 기반의 기능 영역을 매칭하여 상기 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 영상 특징의 패턴을 분석하는 단계는,

상기 의료 표준화 영상마다 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기를 추출하고,

상기 뇌졸중 임상 평가에 따라 상기 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기를 조합하여 뇌졸중 특징 조합 세트를 생성하고,

상기 뇌졸중 특징 조합 세트 중에서 개인별 패턴을 분석하여 매칭하는 뇌졸중 특징 조합 세트를 출력하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 개인별 뇌졸중 평가를 출력하는 단계는,

상기 뇌졸중 임상 평가와 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징 간의 상관도를 출력하고,

상기 복수 유형의 의료 영상에 대해서 뇌 영역 대비 뇌졸중 병변의 체적을 산출한 점수를 출력하고,

상기 복수 유형의 의료 영상을 다중 시점에 촬영하고 상기 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기의 변화를 시계열적으로 추적하고,

상기 추적된 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기의 변화를 고려하여 예상되는 상태를 텍스트 형태로 출력하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 방법.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 개인별 뇌졸중 평가를 출력하는 단계는,

상기 뇌졸중 임상 평가에 따라 상기 의료 표준화 영상을 기반으로 단층 촬영 영상에서 병변 의심 영역을 추출하고, 상기 단층 촬영 영상 및 자기 공명 영상 간의 특징 생성 모델을 통해 상기 단층 촬영 영상에서 병변의 크기와 신호 세기를 부각시킨 강조 단층 촬영 영상을 출력하는 것을 특징으로 하는 의료 영상 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명이 속하는 기술 분야는 뇌졸중 진단을 위한 의료 영상 처리 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 뇌졸중 환자의 영상을 이용한 병변 상태 평가는 치료 방침 설정에 중요한 요소이다. 뇌졸중 질환은 뇌졸중의 발생 시기와 발병 위치, 병변의 크기에 따라 환자의 증상과 심각도 및 예후에서 차이가 있으므로 여러 가지 영상을 종합해서 판단해야 한다. 뇌졸중 치료는 골든타임이 중요하고, 신속 정확하게 환자의 상태를 파악해야 한다. 뇌졸중 진단에 사용되는 의료 영상들은 각각 진단 목적과 검사 방법에 차이가 있다.

[0004] 뇌졸중 질환의 영상학적 판단은 영상 의학과 의사에 의한 시각적 평가(Visual Analysis)이며, 판독문은 기술적(Descriptive), 서술적(Narrative), 정성적(Qualitative) 평가이므로, 정량적 정보를 분석하는데 제한된다.

[0005] 기존의 뇌졸중 자동화 평가 프로그램은 CT(Computed Tomography) 영상을 이용하여 특정 뇌 영역에서 정량적 컴퓨터 단층 촬영 점수(Alberta Stroke Program Early CT Score, ASPECTS)를 적용하거나 ADC MRI(Apparent Diffusion Coefficient Magnetic Resonance Imaging) 영상에서 병변 인식 및 추출 기술을 이용하고 있다. 현재의 기술들은 다중 영상들의 종합적 평가가 아닌 단일 영상 기반의 평가 방법을 이용하거나, 객관적 평가 방법이

아닌 의료진의 경험을 기준으로 하는 주관적 평가 방법을 적용하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-1754291호 (2017.06.29)
(특허문헌 0002) 한국등록특허공보 제10-2021541호 (2019.09.06)
(특허문헌 0003) 한국등록특허공보 제10-1611489호 (2016.04.05)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 실시예들은 CT 영상과 MRI 영상 간에 좌표계를 이용한 영상 정합(Coregistration)을 수행하고, 뇌졸중 임상 평가(NIHSS)와 뇌 영상 간에 좌표계를 이용한 정합(Coregistration)을 수행하며, 각 영상별 기준 영상을 생성하고 딥 러닝 기반의 시맨틱 분할을 적용함으로써, 영상 정보 손실을 최소화할 수 있고 병변의 정확한 예측이 가능하고 뇌졸중에 대한 종합적인 개인별 상태 평가를 가능하게 하는데 발명의 주된 목적이 있다.
- [0008] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 뇌졸중 진단을 위한 의료 영상 처리 장치에 있어서, 복수 유형의 의료 영상 및 뇌졸중 임상 평가를 획득하는 데이터 획득부, 및 상기 복수 유형의 의료 영상에 대한 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하고, 상기 복수 유형의 의료 표준화 영상에 병변 인식 모델을 적용하여 상기 의료 표준화 영상마다 병변에 대한 영상 특징을 추출하는 영상 처리부를 포함하는 의료 영상 처리 장치를 제공한다.
- [0010] 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 의료 영상 처리 장치에 의한 의료 영상 처리 방법에 있어서, 복수 유형의 의료 영상 및 뇌졸중 임상 평가를 획득하는 단계, 상기 복수 유형의 의료 영상에 대한 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하는 단계, 상기 복수 유형의 의료 표준화 영상에 병변 인식 모델을 적용하여 상기 의료 표준화 영상마다 병변에 대한 영상 특징을 추출하는 단계, 상기 의료 표준화 영상에 대해서 상기 뇌졸중 임상 평가에 따라 상기 영상 특징의 패턴을 분석하는 단계, 상기 뇌졸중 임상 평가, 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징, 및 뇌졸중 임상 인자를 매핑하여 의료 영상 데이터 베이스에 저장하는 단계, 및 상기 뇌졸중 임상 평가와 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징을 기준으로 개인별 뇌졸중 평가를 출력하는 단계를 포함하는 의료 영상 처리 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0011] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면, CT 영상과 MRI 영상 간에 좌표계를 이용한 영상 정합을 수행하고, 뇌졸중 임상 평가(NIHSS)와 뇌 영상 간에 좌표계를 이용한 정합을 수행하며, 각 영상별 기준 영상을 생성하고 딥 러닝 기반의 시맨틱 분할을 적용함으로써, 영상 정보 손실을 최소화할 수 있고 병변의 정확한 예측이 가능하고 뇌졸중에 대한 종합적인 개인별 상태 평가를 할 수 있는 효과가 있다.
- [0012] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 의료 영상 처리 시스템을 예시한 블록도이다.
도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치를 예시한 블록도이다.
도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법을 예시한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 의료 표준화 영상을 생성하는 것을 예시한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 의료 영상을 분할하는 것을 예시한 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 뇌 구조 표준화 영역을 생성하는 것을 예시한 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 뇌졸중 증상 기반의 표준화 영상을 생성하는 것을 예시한 흐름도이다.

도 8 및 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 처리하는 의료 영상 및 표준화 영상을 예시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 적용하는 병변 검출 모델을 예시한 도면이다.

도 11 및 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 영상 특징의 패턴을 분석하는 것을 예시한 도면이다.

도 13 내지 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 개인별 뇌졸중 평가를 출력하는 것을 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하고, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다.
- [0015] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 의료 영상 처리 시스템을 예시한 블록도이다.
- [0016] 의료 영상 처리 시스템은 의료 영상 진단 장치(10), 의료 영상 처리 장치(20), 및 의료 영상 데이터 베이스(30)를 포함한다.
- [0017] 의료 영상 처리 시스템은 개인 맞춤형 뇌졸중 자동 진단 보조 프로그램으로, 뇌졸중 질환의 객관적 정밀 진단을 위해서 다중 영상들과 임상 인자들의 패턴을 인공지능(Artificial Intelligence, AI)을 이용하여 질환의 위험 단계별로 종합 분석하고, 뇌 영역 인식 기술과 병변 검출 기술을 이용하여 정량적 점수 평가 방법을 적용한다. 뇌졸중 질환 데이터 베이스로부터 인공지능 패턴 인식 기술을 이용하여 뇌졸중 병변 특징이 강조된 AI-CT 영상을 생성한다.
- [0018] 의료 영상 진단 장치(10)는 CT, X-ray, MRI 장비 등을 의미하며 피검사자의 뇌 영역을 촬영하여 CT 영상 및 MRI 영상 등의 의료 영상을 획득할 수 있다.
- [0019] CT 영상은 뇌경색 및 출혈을 발견할 때 사용되며, 뇌출혈 병변의 높은 대조도를 갖는다. 다만, CT 영상은 뇌경색 병변의 낮은 대조도를 갖는다.
- [0020] MRI 영상은 뇌경색 및 출혈을 발견할 때 사용되며, 뇌경색 및 뇌출혈 병변의 높은 대조도를 갖는다. 다만, MRI 영상은 영상 획득의 신속성 및 접근성이 제한되고, 뇌출혈 병변이 과대 측정된다.
- [0021] 뇌 영상들은 각 영상의 필요에 따라 조합된 펄스시퀀스를 사용하여 생성된다. 따라서 상기 뇌 영상들은 서로 다른 모달리티(modality)를 가질 수 있다. ADC는 DWI를 기초로 계산에 의해 생성된 영상이다.
- [0022] MRI로 영상을 얻기 위해서는 많은 수의 RF 펄스를 인가해야 한다. TR(repetition time)은 같은 크기의 RF 펄스를 인가하는 시간 간격으로서, 반복시간이다. TE(time to echo)는 지연시간 또는 에코시간이다. RF 펄스 직후에는 신호를 측정할 수 없기에 짧은 시간을 기다리게 되고, 일정 시간이 경과한 후 신호를 측정하게 된다. 이 짧은 시간을 TE라고 한다. TR 및 TE는 검사자에 의해 조절될 수 있다. TR 및 TE를 적절하게 조절함으로써 임상에 응용할 수 있는 T1 강조 영상 또는 T2 강조 영상을 얻을 수 있다.
- [0023] DWI(Diffusion Weighted Imaging)는 생체 조직에서 분자, 특히 물 분자의 확산 운동을 매핑(mapping)하는 영상이다. 조직 내에서 물 분자의 확산은 자유롭지 못하다. DWI는 물 분자가 섬유 조직 또는 세포막(Membranes)에 충돌하는 것을 반영한다. 물 분자의 확산 패턴은 조직의 정상 또는 비정상 상태를 나타낸다. DWI는 뇌의 백질

(white matter)의 섬유 구조 또는 회백질(gray matter)의 정상 및 비정상 상태를 잘 나타낼 수 있다.

- [0024] 확산 강조 영상(DWI)의 원리는 물의 움직임을 감지하기 위해 180도 펄스 전후에 강도는 동일하지만 방향이 반대인 2개의 움직임 탐사 경사펄스(Motion Probing Gradient)를 순차적으로 주게 되면 첫 번째는 탈위상펄스, 두 번째는 180도로 바뀐 극성에 따라 반대방향으로 재위상펄스를 가한다. 영상을 얻기 위해 신호를 받아들일 때 물 분자의 무작위적 움직임에 따라 위상 회복이 덜 된 만큼 신호를 잃게 되어 조직별 대조도를 얻는다. 이때 경사펄스의 강도를 b값(b value)이라 하고 이는 확산 강조 영상의 신호 강도에 영향을 미치는 주요 변수이다. 확산 강조 영상의 신호강도는 T2 강조 영상의 신호 강도에 의해 영향을 받을 수 있기 때문에, T2 강조 영상에서 고 신호 강도를 보이는 조직이 확산 강조 영상에서도 고 신호 강도로 나타날 수 있다
- [0025] ADC(Apparent Diffusion Coefficient)는 확산 계수로서 온도의 함수이다. 신체 내에서는 세포벽이 존재하고 온도가 불균일하기 때문에 DWI 이용하여 ADC를 계산할 수 있다. DWI와 ADC는 역상이다. 경색 영역은 세포의 팽창으로 인해 세포 바깥의 물의 확산이 감소된다. 확산이 감소된 영역은 B1000에서 DWI를 찍으면 신호 저하(Decrease)가 작은 영역이 되며, DWI 영상에는 밝게 나온다. 반면, 확산이 감소된 영역은 ADC에서는 정상보다 어둡게 나온다. 뇌척수액(Cerebrospinal Fluid, CSF)과 같은 물은 자유 확산(Free Diffusion) 영역으로서 ADC가 밝게 나오고 DWI가 어둡게 나온다.
- [0026] PWI(perfusion Weighted Imaging)은 혈류를 보여주는 관류 영상이다. 예를 들어, 가돌리늄(Gadolinium)을 조영제로 주입하고, MRI 영상을 찍으면, 혈류량, 혈류속도, MTT(mean transit time) 및 TTP(time to peak) 등의 파라미터들을 획득할 수 있다.
- [0027] FLAIR 영상은 유체로부터 나오는 신호를 무효화(nulls)한 영상이다. FLAIR 영상은 MRI로 뇌 영상을 획득할 때, 영상에서 뇌척수액으로 인한 효과를 억제하기 위해 사용된다. FLAIR 영상은 뇌의 해부학적 구조(Anatomy)를 잘 보여준다. 조직에 따라 반전 시간(Inversion Time)을 잘 선택함으로써 특정한 조직으로부터 신호를 억제할 수 있다.
- [0028] T1 및 T2 강조 영상은 TR 및 TE를 조절하여 특정 조직의 T1 또는 T2 효과가 강조된 영상이다. MRI의 과정에서, 인가하였던 RF(radio frequency) 펄스를 차단하면 조직의 양성자는 흡수하였던 에너지를 주변 조직에 방출하면서 외부 자기장(B0) 방향(Z축 방향)으로 재정렬하게 된다. T1은 종축인 Z축을 따라 양성자의 스핀들이 재정렬하는 시간, 즉 Z축 방향 자화가 회복되는 곡선의 시간상수이다. T1은 자화 회복의 시간상수로서 종축 이완시간 또는, 스핀-격자 이완시간(spin-lattice relaxation time)이라고 부른다. 한편, RF 펄스가 차단되면, 자화의 XY 성분은 붕괴한다. T2는 자화의 XY 성분 붕괴 곡선의 시간 상수로서 횡 이완시간 또는, 스핀-스핀 이완시간(spinspin relaxation time)으로 부른다. T1 및 T2는 조직의 고유값이며, 물, 고체, 지방, 단백질마다 다른 값을 가진다. 여기서, TR을 길게 하면 T1효과를 감소시킨다. 반대로, TR을 짧게 하면 T1 효과(대조도)를 증대, 즉 T1 강조 영상이 획득된다. TE를 짧게 하면 T2 효과를 감소시키고, 길게 하면 T2 효과를 증대, 즉 T2 강조 영상이 획득된다.
- [0029] MRA 영상은 조영제를 사용하여 MRI로 혈류를 찍은 영상이다.
- [0030] 의료 영상 처리 장치(20)는 데이터 획득부(21) 및 영상 처리부(22)를 포함한다.
- [0031] 데이터 획득부(21)는 복수 유형의 의료 영상 및 뇌졸중 임상 평가를 획득한다. 영상 처리부(22)는 복수 유형의 의료 영상에 대한 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하고, 복수 유형의 의료 표준화 영상에 병변 인식 모델을 적용하여 의료 표준화 영상마다 병변에 대한 영상 특징을 추출한다.
- [0032] 의료 영상 처리 장치(20)는 의료 영상 진단 장치(10)로부터 복수 유형의 의료 영상을 획득한다. 의료 영상 처리 장치(20)는 데이터 베이스로부터 임상 평가 인자 데이터를 획득한다.
- [0033] 복수 유형의 의료 영상은, 단층 촬영(Computerized Tomography, CT) 영상, 관류 단층 촬영(CT Perfusion) 영상, 다중 단층 촬영((Multimodal CT) 영상, 관류 강조 영상(Perfusion Weighted Imaging, PWI) 영상, 액체 감약 반전 회복(Fluid Attenuated Inversion Recovery, FLAIR) 영상, T1 강조 영상, T2 강조 영상, 저 b값 확산 강조(Low b-Value Diffusion Weighted Image) 영상, 고 b값 확산 강조(High b-Value Diffusion Weighted Imaging, DWI) 영상, 및 현성 확산 계수(Apparent Diffusion Coefficient, ADC) 영상 중에서 복수로 선택된 의료 영상을 포함할 수 있다.
- [0034] 다른 유형의 의료 영상들은 특징과 장단점이 상이하다.
- [0035] CT 영상은 빠른 촬영 시간(Widespread Access, Speed Of Acquisition), 접근의 용이성, 허혈성 뇌졸중과 출혈

성 뇌졸중의 일차적 감별, 뇌졸중 이외의 다른 질환(뇌출혈, 뇌종양등)과의 일차적 감별이 가능하다.

- [0036] CT Perfusion 영상은 CBF(Cerebral Blood Flow), CBV(Cerebral Blood Volume), MTT(Mean Transit Time) 정보를 제공하고, Penumbra와 infarcted core 부위와의 구분이 가능하다.
- [0037] Multimodal CT 영상은 조영증강전 CT(Noncontrast CT), 조영증강후 CT(Post-contrast CT), CT Perfusion, CT Angiography 등을 포함하며, 조영증강전 CT 단독보다 뇌졸중 진단에 용이하고 뇌졸중의 원인 혈관 감별 및 측부 순환(Collateral Vessel) 유무 확인이 가능하다.
- [0038] FLAIR 영상은 뇌졸중의 범위를 구분하는데 용이, 뇌졸중외 다른 뇌병변을 보는데 용이하다.
- [0039] DWIb0 (low b-value) 영상은 T2 effect를 보는데 용이하다.
- [0040] DWIb1000 (high b-value) 영상은 뇌졸중 진단의 민감도(Sensitivity)가 가장 높다. 증상 발현 30분 이내 뇌졸중도 진단이 가능하다.
- [0041] ADC map 영상은 DWI에서 동일하게 high signal intensity로 보이는 세포독성부종(Cytotoxic Edema)와 혈관성부종(Vasogenic Edema)을 구분하고, 허혈 정도에 대한 정량적 정보를 제공한다. 뇌졸중의 급성기와 아급성기를 구분 가능하다.
- [0042] PWI 영상은 DSC-PWI의 경우에 CTP와 비슷한 정보를 제공한다. CASL (Continuous Arterial Spin Labeling)의 경우에 조영제를 사용하지 않고, CBF 정보를 제공하고, PWI-DWI mismatch 영역을 penumbra로 보고, 이는 관류치료가 가능한 영역으로 치료방향을 정하는데 도움이 된다.
- [0043] 뇌졸중 임상 평가는 국립보건원뇌졸중척도(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS) 평가이며, 의식수준, 주시 (Gaze), 시야 (Visual Field), 안면마비, 상지운동능력, 하지운동능력, 팔다리 운동실조 (Ataxia), 감각, 언어, 구음장애 (Dysarthria), 운동소거 (extinction)와 주의력소실 (Inattention)과 같은 11개 검사항목으로 구성된다. 각 항목당 정상인 경우는 0점이고, 중한 정도에 따라 1에서 4점까지 점수를 부여하여 정량화한다. 임상 상태가 심할수록 점수가 더 높으며, 최대 점수는 42점이다.
- [0044] 영상 처리부는 다중 영상을 입력하여 뇌졸중의 정밀 진단을 시행한다. 뇌졸중 진단은 단일 영상만으로는 정확한 진단을 제한되어 있기에 각 영상에서의 장점을 조합하여 정밀 진단을 시행한다. 입력 영상은 CT + Multi-Phase CT + (CT-Perfusion) + DWIb0 (low b-value) + DWIb1000 (high b-value) + ADC map + FLAIR + MR-PWI + NIHSS 점수일 수 있다. CT와 다중 MR 영상들을 조합하여 분석을 시행한다. 또한 CT-Perfusion과 MR-Perfusion 영상 특징을 반영한다.
- [0045] 영상 처리부는 인공지능을 기반으로 정량적 병변 수치화 측정이 가능하다. CT 또는 ADC 값의 후처리(Post-Processing) 기술을 통한 부피 측정 방법을 적용하면, 영상을 프로토콜 및 대상자마다 절대적 기준을 잡기 매우 어렵기 때문에 의료 기관과 의료 장비 간 차이가 존재하는 문제가 있다. 본 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치는 영상 병변 추출에 높은 정확도를 보이는 인공지능 기법을 사용하여 다양한 뇌영상 병변의 특징을 학습한 후 화소 단위의 병변 추출을 시행한다.
- [0046] 영상 처리부는 사전에 만들어진 뇌 기능 영역 표준화 영상(Template)을 사용하여 다중 영상에서의 위치 인식 및 특정 뇌 영역을 추출한다. 기존의 뇌졸중 분석 기법은 허혈 중심부와 허혈성 패념브라의 부피 기반의 평가였으나, 뇌의 영역별로 세포 성분이 다르고, 허혈 혹은 출혈 병리 환경에서 선택적 취약성이 다르고, 기능적 중요성이 다르다. 본 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치는 구조 기반 뇌 분류 방법으로 기존 부피 기반 평가에 추가 정보를 제공하여 정밀한 진단 및 치료를 가능하게 한다.
- [0047] 영상 처리부는 복수 유형의 의료 영상을 회백질, 백질, 및 뇌척수액 영상으로 분할하고, 회백질, 백질, 및 뇌척수액 영상에 대하여 상관 인자를 기준으로 복수 유형의 뇌 구조 표준화 영역을 생성하고, 복수 유형의 뇌 구조 표준화 영역에 뇌졸중 증상 기반의 기능 영역을 매칭하여 상기 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성한다.
- [0048] 영상 처리부는 복수 유형의 의료 영상에 대해서 움직임 보정하고 노이즈를 제거하고, 유형별 상이한 복셀 크기를 기준으로 신호 세기의 분포도에 따라 뇌 조직 영역을 분할하고, 복셀 내에서 신호 세기에 대해 정규화를 수행하고, 분할된 뇌 조직 영역의 신호 세기를 왜곡하고, 분할된 뇌 조직 영역의 신호 세기에 스무딩을 수행하고, 분할된 뇌 조직 영역의 신호 세기의 평균 영상에 정규화를 수행하고, 의료 영상의 분할 변화가 없을 때까지 분할 과정을 반복한다.
- [0049] 입력 영상은 CT, Multi-Phase CT, CT-Perfusion, low b-value DWI, high b-value DWI, ADC map, FLAIR, MR-

PWI 등이 있으며, 움직임 보정 수행 및 노이즈 제거를 처리한다. 3개의 뇌 조직 분할은 입력 영상 별 복셀 크기를 기준으로 신호강도의 가우시안 분포도를 기준으로 분할을 시행한다. 예컨대, DWI/ADC는 $1.8 \times 1.8 \times 5 \text{ mm}^3$ 이고, T2WI는 $0.56 \times 0.75 \times 5.0 \text{ mm}^3$ 이고, FLAIR는 $0.65 \times 0.9 \times 5.0 \text{ mm}^3$ 이고, PWI는 $1.72 \times 1.75 \times 4.5 \text{ mm}^3$ 일 수 있으며, 입력 복셀 사이즈는 요구되는 설계 사항에 따라 변경될 수 있다.

- [0050] 해당 복셀 내에서 신호강도의 최적화를 위해 affine Regularization를 수행하고, 분할된 조직의 등록(Registration)을 위해서 복셀 내에 신호 강도를 왜곡시켜 등록을 시킨다. FWHM(Full Width Half Maximum)은 70mm로 중첩 적분하여 스무딩을 수행할 수 있다. 분할된 회백질, 백질, 뇌척수액 신호들을 평균 영상에 비선형 방법(non-linear)으로 정규화를 시행하고, 영상의 분할 변화가 없을 때까지 반복되며 변화가 있으면 분할부터 정규화까지의 과정을 반복 수행한다. 출력 영상은 입력 영상과 동일한 복셀 크기 크기로 분할된 회백질, 백질, 뇌척수액 영상이 출력된다.
- [0051] 영상 처리부는 연령, 성별, 질환군을 기준으로 분할된 영상 간의 위치 차이를 고려하여 상관 인자를 평가하고, 평가된 상관 인자를 이용한 회귀 분석 및 쌍일치 접근을 통해 상기 뇌 구조 표준화 영역을 생성하고, 뇌 구조 표준화 영역에 라벨링된 영상을 결합한다.
- [0052] 영상 처리부는 상관 인자들을 고려한 영상 평가를 수행한다. 분할된 다중 뇌 영역 영상들에 대하여 연령, 성별, 질환군들을 기준으로 분리된 영상들 사이의 위치 차이를 고려하여 평가를 시행한다. 영향 인자들 간의 분석은 일반 선형 모델 방정식(general linear model)을 이용할 수 있다.
- [0053] 질환군은 Toast classification에 따라서 뇌졸중의 크기 및 양상이 달라진다. (i) 큰혈관성 뇌졸중(Large Vessel Atherosclerosis)의 경우, 큰 동맥에서 동맥으로 색전이 날라가 두 개 내 중대뇌동맥과 같은 큰 혈관을 침범하기 때문에 해당 혈관의 영역을 따라 비교적 큰 사이즈의 뇌졸중이 발생한다. (ii)작은 혈관을 침범한 뇌졸중(Small Vessel Occlusion)의 경우 5mm보다 작은 크기의 뇌졸중이 특정 위치 영역(기저핵, 시상, 연수, 소뇌)에 국한되어 나타나는 특징이 있다. (iv) 심장기인성 뇌졸중(Cardioembolic Stroke)의 경우는 심장의 색전이 머리로 날라가기 때문에 말단 혈관(End Artery)을 따라 작은 크기의 뇌졸중 형태로 나타난다. 그 외 모야모야 병이나 혈관염의 경우에도 특징적인 영역과 크기를 가진 뇌졸중의 형태로 나타난다.
- [0054] 영상 처리부는 뇌 구조 표준화 영역과 상기 뇌졸중 증상 기반의 기능 영역을 매칭하고, 영역별 인접 조직 간의 간섭 오류를 보정하기 위해 분포도 히스토그램을 이용하여 각 영역의 신호 세기의 일부를 사용하여 영상 보정한다. 각 영역별 인접 조직 간에 간섭으로 오류가 생기는 걸 보정하기 위해 가우시안 분포도 히스토그램을 이용하여 각 영역의 신호강도의 95%만 사용할 수 있다.
- [0055] 복수 유형의 의료 표준화 영상은, 단층 촬영(Computerized Tomography, CT) 표준화 영상, 관류 단층 촬영(CT Perfusion) 표준화 영상, 다중 단층 촬영((Multimodal CT) 표준화 영상, 관류 강조(Perfusion Weighted Imaging, PWI) 표준화 영상, 액체 감약 반전 회복(Fluid Attenuated Inversion Recovery, FLAIR) 표준화 영상, T1 강조 표준화 영상, T2 강조 표준화 영상, 및 확산 강조(Diffusion Weighted Image) 표준화 영상 중에서 복수로 선택된 표준화 영상을 포함할 수 있다.
- [0056] 의료 영상 처리 장치는 뇌경색 발병 위치에 따른 담당 기능과 발생 가능한 환자의 증상을 매칭을 시켜서 뇌경색 맞춤 새로운 뇌 증상-기능 정합 지도를 만든다. 시각적으로 병변의 위치-해당 뇌의 기능-환자 증상을 빠르고 정확하게 판단할 수 있고, 정량적으로 병리 환경의 위중도를 평가할 수 있다. 기존의 방법들은 T1 MNI 기준 영상에 정합을 하였지만 이는 CT, MR 영상들은 영상의 차원(Dimension)이 다르기 때문에 기준 영상 정합 시에 각 영상 내의 정보 손실이 발생한다. 모든 의료 영상들은 대상 질환을 보다 정밀하게 평가하기 위해서 모두 최적화가 시행되어 있기에 정보 손실을 최소화할 필요가 있다. 본 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치는 기준 영상을 각각 만들기 때문에 정보 손실을 최소화할 수 있다.
- [0057] 영상 처리부는 의료 표준화 영상에 대해서 뇌졸중 임상 평가에 따라 영상 특징의 패턴을 분석한다. 질환 병변 특징이 학습된 병변 검출 모델을 사용하여 병변을 추출한다. 병변 검출 모델은 정합된 모든 의료 영상들(CT, Multi-Phase CT, CT-Perfusion, low b-value DWI, high b-value DWI, ADC map, FLAIR, MR-PWI 등)을 입력받고, 각 영상들에서 추출된 병변의 크기, 위치, 신호 강도를 출력한다. 각각의 기준 영상으로 인하여 각 영상의 차원을 그대로 유지하고 할 수 있고, 크기, 위치, 신호강도에 대한 정보 손실을 최소화할 수 있다.
- [0058] 영상 처리부는 의료 표준화 영상마다 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기를 추출하고, 뇌졸중 임상 평가에 따라 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기를 조합하여 뇌졸중 특징 조합 세트를 생성하고, 뇌졸중 특징 조합

세트 중에서 개인별 패턴을 분석하여 매칭하는 뇌졸중 특징 조합 세트를 출력한다.

- [0059] 영상 처리부는 영상별 병변 체적(Volume) 및 평균 신호 값 (Mean Signal Intensity)을 추출한다. 임상 평가 인자 (NIHSS)에 따른 영상 특징 조합 최적화 (Optimized Feature Combination-Set)를 시행한다. 예컨대, 총 특징 인자 수는 624개(기능 영역(39) * 영상 수(8) * 영상 특징 수(2))로 설정될 수 있다. 특징 차원 축소 알고리즘 (Feature Dimension Reduction Algorithm)을 이용한 특징 인자를 최적화한다. 특징 조합은 2~10개 범위 내에서 새로운 특징 조합 세트를 만들어 최적화를 시행할 수 있다.
- [0060] 영상 처리부는 NIHSS-영상 특징 인자의 인공지능 패턴 분석을 시행한다. Multiple-CNN 모델 기반의 학습된 앙상블(Ensemble) 조합 모델로 개인별 패턴 분석을 시행한다. 앙상블 조합 모델은 각 영상들에서 추출된 병변의 크기, 위치, 신호 강도를 입력받고, 정확도가 높은 특징 조합 세트 (2~10개 세트로 생성)를 출력한다.
- [0061] 영상에서 병변의 크기뿐만 아니라 병변의 발생 위치와 신호 크기 (ex. ADC 값)의 차이에 따라서 증상 및 예후가 달라진다. 같은 1cm 크기의 뇌경색이 생기더라도 오른쪽 대뇌반구에 발생시 큰 후유증을 남기지 않지만 왼쪽 대뇌반구에 발생시 위치에 따라 운동성 기능장애의 후유증을 유발할 확률이 높다. NIHSS-영상 특징 인자를 이용하여 개인별 패턴 분석에 따라 특징 조합 세트를 생성할 수 있다.
- [0062] 영상 처리부는 뇌졸중 임상 평가, 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징, 및 뇌졸중 임상 인자를 매핑하여 의료 영상 데이터 베이스에 저장한다. NIHSS 임상 평가 인자와 뇌졸중 임상 특징 인자들의 데이터 베이스를 구축한다. 데이터 베이스는 NIHSS 단계별 영상 체적 및 신호 값을 저장한다.
- [0063] 데이터 베이스는 임상 인자 (patient demographics (나이, 성별등), stroke risk factor (고혈압, 당뇨, 뇌경색 기왕력, 심혈관 질환, 흡연, 음주, 고지혈증, 심방세동 등), 내원시 NIHSS, 증상 발현 후 내원 시간, 치료시작 시간, 영상촬영시간, 영상관독 소견 (CT, Multi-Phase CT, CT-Perfusion, low b-value DWI, high b-value DWI, ADC map, FLAIR, MR-PWI), 치료 (IV-tPA(Intravenous tissue Plasminogen Activator), IAT(Intra-Arterial chemical Thrombolysis)), 예후인자(3개월 mRS(modified Rankin Scale)) 등을 입력받고, 입력 데이터가 데이터 베이스로 관리된다.
- [0064] 기존 이전 연구들은 공통적으로 제시한 기준에 대한 범용성이 약하다. 즉 단일 기관에서의 예후 예측에는 유효성이 있을 수 있으나, 같은 기준을 다른 기관에 적용시키는데 한계가 있다. 종합적인 접근이 아닌 몇가지 인자만을 추출하여 진행된 연구가 대부분이기 때문에 bias에 대한 문제점이 항상 제시되고 있다. 본 특허는 진단법, 치료 가이드라인 제공, 예후 예측 등에 대한 종합적인 정보를 기술하고 정리하는데 의의가 있다.
- [0065] 영상 처리부는 뇌졸중 임상 평가와 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징을 기준으로 개인별 뇌졸중 평가를 출력한다.
- [0066] 영상 처리부는 뇌졸중 임상 평가와 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징 간의 상관도를 출력한다. 뇌졸중 특징 데이터 베이스로부터 패턴이 학습된 AI 모델을 통하여 개인별 특징인자 상관성을 %로 결과를 표기한다. NIHSS 항목 (1a. Level of consciousness, 1b. Questions, 1c. Commands, 2. Best gaze, 3. Visual fields, 4. Facial palsy 5a. Left motor arm, 5b. Right motor arm, 6a. Left motor leg, 6b. Right motor leg, 7. Limb ataxia, 8. Sensory, 9. Best language, 10. Dysarthria, 11. Extinction and inattention)을 입력받고, 다중 영상들에서 추출된 위치별 병변 크기, 신호강도와 입력된 임상 인자와의 상관도가 가장 높은 관계성을 Pearson correlation coefficient 또는 Pearson's r 수치로 출력한다.
- [0067] 임상/영상 핵심 인자와 NIHSS임상 평가 인자를 함께 DB로 구축하고 AI 모델을 통한 상관관계 분석은 빅데이터를 수집하여 다양한 특징 추출 가능하고, 불필요한 변수의 영향력을 최소화하고, 중요 인자들에 대한 가중치를 줄 수 있다. 기존 연구들이 DWI에서 뇌경색의 부피의 기준점(대략 70~74 ml)을 정하고 예후가 좋고 나쁨의 cut-off value를 제공하였다면, 본 특허는 여러 인자들에 대한 DB를 구축함으로써 좀 더 연속적이고, 장기적인 자료를 제공할 수 있다.
- [0068] NIHSS 평가 방법을 이용한 뇌졸중 심각도 분류 기준을 살펴보면, 1 그룹은 0 점으로 No stroke symptoms을 나타낸다. 2 그룹은 1-4 점으로 Minor stroke를 나타낸다. 3 그룹은 5-15 점으로 Moderate stroke를 나타낸다. 4 그룹은 16-20 점으로 Moderate to severe stroke를 나타낸다. 5 그룹은 21-42 점으로 Severe stroke를 나타낸다.
- [0069] 영상 처리부는 복수 유형의 의료 영상에 대해서 뇌 영역 대비 뇌졸중 병변의 체적을 산출한 점수를 출력한다. 원본 영상, 병변 추출된 영상을 3차원(axi, sag, cor) 형태로 시각화하여 결과를 보여준다. 병변 검출 뇌 영역

대비 뇌졸중 병변의 상대적 체적을 상대적 %로 표기하고, 상대적 수치 값이 1% 미만의 크기의 병변의 경우 추가 검증을 시행할 수 있다. 뇌졸중 기능 기반 전체 뇌 영역 수(78개- 좌우 따로 평가)를 총점 78점으로 하고 병변이 검출된 영역은 전체 점수에서 감점하여 점수화를 시행할 수 있다. 패턴 분석 결과와 데이터 베이스에서 처리된 신호를 입력받고 각각의 3차원 병변 영상 생성 (CT, Multi-Phase CT, CT-Perfusion, CT angiography, low b-value DWI, high b-value DWI, ADC map, FLAIR, MR-PWI)을 출력한다. 연속변수로 표현한 정보는 사용자의 환경(환자군의 특성, 촬영 장비의 특성, 촬영 프로토콜의 특성, 치료 프로토콜의 특성)에 적합하도록 인공지능 학습을 통하여 미세 조정이 가능하게 하여 향후 결과 출력부의 정확성을 높일 수 있다.

[0070] 의료 영상 처리 장치는 체적정보뿐 아니라 표준화된 신호의 연속변수를 처리하여 상대적 수치값으로 출력한다. 즉, 픽셀 정보를 {1,0}으로 바이너리화 하지 않고 연속 변수로 표현하며, 주변 픽셀과의 관계를 통계학적으로 요약하여 표현한다. 다양한 3차원 병변 영상의 가중치를 측정하여, 다양한 영상 기법이 존재하지 않는 제한된 환경(예컨대, 중소병원)에서도 이용할 수 있는 3차원 맵을 생성할 수 있다.

[0071] 영상 처리부는 복수 유형의 의료 영상을 다중 시점에 촬영하고 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기의 변화를 시계열적으로 추적한다.

[0072] 영상 처리부는 뇌졸중 영상의 종단적 미세 변화의 측정을 시행한다. 뇌졸중 환자의 연속적인 영상검사에 대하여 병변의 위치, 크기, 평균 신호 값을 정량적으로 표기한다. 첫 번째 검사 결과를 기준으로 추적 검사에 대한 병변의 특징을 상대적으로 %로 표기한다. 추적 검사 결과에 대하여 그래프로 시각적으로 표기한다. 환자의 과거 영상, 입원초기 영상, 입원치료직후 영상, 퇴원직전 영상, 퇴원후 재활 치료 영상에서 생성된 신호를 시계열 기법으로 표현한다.

[0073] 본 특허는 연속 변수의 정보를 이분화하거나 절삭하지 않고 연속 변수로 출력하기 때문에 시계열 변화를 시각적으로 표시한다. 여기서 진단을 분류하는 방법은 기존의 확정적 분류가 아닌 뇌졸중 원인의 TOAST분류법(Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment)의 불확실성이 확률로 표현되어 뇌졸중 전문의의 의사 결정을 도와준다. 중증도를 예측하는 방법은 기존의 순서형 분류방법(NIHSS 1~4, 중등도 낮음; NIHSS 5-15, 중등도 보통; NIHSS 16~20, 중등도 위험; NIHSS 21~42, 중등도 심각)과 다른 확률로 표현되어 뇌졸중 전문의의 의사 결정을 도와준다. 확률로 표현된 시계열 정보의 그래프를 통하여 환자 자신, 보호자 및 간병인 등의 비전문가도 검사 결과의 추이를 이해할 수 있다.

[0074] 영상 처리부는 추적된 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기의 변화를 고려하여 예상되는 상태를 텍스트 형태로 출력한다.

[0075] 기존의 판독문은 기술적(descriptive), 서술적(narrative), 정성적(qualitative) 평가이기 때문에 아래의 정량적 정보의 분석에 제한점이 있다. 영상 처리부는 각 영상별로 뇌졸중 병변의 위치, 상대적 병변의 체적 비율, 신호 강도와 함께 병변 평가 점수를 함께 텍스트 형태로 자동 기술한다. 현재의 환자 상태뿐만 아니라 이전 검사 수치와 비교하여 병변의 변화 정도를 정량적 수치로 함께 기술한다. 급성 뇌경색 유무, 뇌경색 위치, 크기 등을 출력한다. 자동 판독문은 CT 점수화 및 MRI 점수화하고, NIHSS-IMAGING ROIs correlation 정량적 %로 표기하고, 추적 관리 수치를 표기하고, 예상되는 환자의 상태 및 예후를 출력한다.

[0076] 영상 처리부는 뇌졸중 MR 특징이 강조된 AI-CT 영상을 생성한다. 영상 처리부는 뇌졸중 임상 평가에 따라 상기의 의료 표준화 영상을 기반으로 단층 촬영 영상에서 병변 의심 영역을 추출하고, 단층 촬영 영상 및 자기 공명 영상 간의 특징 생성 모델을 통해 상기 단층 촬영 영상에서 병변의 크기와 신호 세기를 부각시킨 강조 단층 촬영 영상을 출력한다.

[0077] 영상 처리부는 NIHSS 점수 + CT 영상과 MR 영상과의 상관성 특징 분석을 시행하여 패턴을 분석한다. NIHSS 점수의 정보를 이용하여 병변 의심되는 영역을 검출 및 추출한다. 패턴 인식 AI를 이용하여 CT와 MRI와의 뇌졸중 병변 특징 차이를 학습한다. 학습된 AI 모델은 NIHSS 점수로부터 질환 심각도 별 병변 의심 영역을 추출한다. CT 내의 해당 병변이 포함되어 있는 뇌 영역을 표준화 영상을 이용하여 추출 후, 학습된 특징 차이 생성 알고리즘을 통하여 병변 영역 확장 및 신호 강도를 적용한다. 특징 차이 생성 알고리즘은 비선형 방정식으로 모델링 알고리즘을 사용하거나, 생성적 적대 신경망 (Generative Adversarial Network, GAN) 알고리즘을 사용할 수 있다.

[0078] 영상 처리부는 NIHSS 점수, CT 영상, ADC map 영상을 입력받고, CT 영상 내 대상 병변의 크기와 신호 강도가 강조된 뇌졸중 병변 특징이 강조된 CT 영상을 출력한다. CT 영상만으로 MR 영상 특징과 유사한 병변 특징을 표현하여 짧은 영상 검사 시간 대비 정밀 진단을 가능하게 한다.

- [0079] 의료 영상 데이터 베이스(30)는 데이터의 검색, 추출, 삭제, 편집, 추가 등을 자유롭게 행할 수 있는 데이터의 저장형태를 의미한다. 데이터베이스는 오라클(Oracle), 인포믹스(Infomix), 사이베이스(Sybase), 관계형 데이터 베이스 관리시스템(Relational Data Base Management System, RDBMS), 겔스톤(Gemston), 오리온(Orion), 객체 지향형 데이터베이스 관리시스템(Object Oriented Database Management System, OODBMS), 또는 분산 클라우드(Distributed Cloud) 등을 이용하여 본 실시예의 목적에 맞게 구현될 수 있다.
- [0080] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치를 예시한 블록도이다.
- [0081] 의료 영상 처리 장치(20)는 적어도 하나의 프로세서(23), 컴퓨터 판독 가능한 저장매체(24) 및 통신 버스(28)를 포함한다.
- [0082] 의료 영상 처리 장치(20)의 데이터 획득부(21)는 입출력 인터페이스(26) 또는 통신 인터페이스(27)에 대응할 수 있고, 영상 처리부(22)는 프로세서(23)에 대응할 수 있다.
- [0083] 프로세서(23)는 의료 영상 처리 장치(20)로 동작하도록 제어할 수 있다. 예컨대, 프로세서(23)는 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(24)에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(23)에 의해 실행되는 경우 의료 영상 처리 장치(20)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0084] 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(24)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(24)에 저장된 프로그램(25)은 프로세서(23)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독한 가능 저장 매체(24)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 의료 영상 처리 장치(20)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.
- [0085] 통신 버스(28)는 프로세서(23), 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(24)를 포함하여 의료 영상 처리 장치(20)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.
- [0086] 의료 영상 처리 장치(20)는 또한 하나 이상의 입출력 장치를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(26) 및 하나 이상의 통신 인터페이스(27)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(26) 및 통신 인터페이스(27)는 통신 버스(28)에 연결된다. 입출력 장치는 입출력 인터페이스(26)를 통해 의료 영상 처리 장치(20)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다.
- [0087] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법을 예시한 흐름도이다. 의료 영상 처리 방법은 의료 영상 처리 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0088] 의료 영상 처리 장치에 의한 의료 영상 처리 방법은 복수 유형의 의료 영상 및 뇌졸중 임상 평가를 획득하는 단계(S310), 복수 유형의 의료 영상에 대한 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하는 단계(S320), 복수 유형의 의료 표준화 영상에 병변 인식 모델을 적용하여 상기 의료 표준화 영상마다 병변에 대한 영상 특징을 추출하는 단계(S330), 의료 표준화 영상에 대해서 뇌졸중 임상 평가에 따라 상기 영상 특징의 패턴을 분석하는 단계(S340), 뇌졸중 임상 평가, 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징, 및 뇌졸중 임상 인자를 매핑하여 의료 영상 데이터 베이스에 저장하는 단계(S350), 및 뇌졸중 임상 평가와 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징을 기준으로 개인별 뇌졸중 평가를 출력하는 단계(S360)를 포함한다.
- [0089] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 의료 표준화 영상을 생성하는 것을 예시한 흐름도이다.
- [0090] 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하는 단계(S320)는, 복수 유형의 의료 영상을 회백질, 백질, 및 뇌척수액 영상으로 분할하는 단계(S410), 회백질, 백질, 및 뇌척수액 영상에 대하여 상관 인자를 기준으로 상기 복수 유형의 뇌 구조 표준화 영역을 생성하는 단계(S420), 및 복수 유형의 뇌 구조 표준화 영역에 뇌졸중 증상 기반의 기능 영역을 매칭하여 상기 복수 유형의 의료 표준화 영상을 생성하는 단계(S430)를 포함한다.
- [0091] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 의료 영상을 분할하는 것을 예시한 흐름도이다.
- [0092] 의료 영상을 분할하는 단계(S410)는 복수 유형의 의료 영상에 대해서 움직임 보정하고 노이즈를 제거하는 단계(S510), 유형별 상이한 복셀 크기를 기준으로 신호 세기의 분포도에 따라 뇌 조직 영역을 분할하는 단계

(S520), 복셀 내에서 신호 세기에 대해 정규화를 수행하는 단계(S530), 분할된 뇌 조직 영역의 신호 세기를 왜곡하는 단계(S540), 분할된 뇌 조직 영역의 신호 세기에 스무딩을 수행하는 단계(S550), 분할된 뇌 조직 영역의 신호 세기의 평균 영상에 정규화를 수행하는 단계(S560), 의료 영상의 분할 변화가 없을 때까지 분할 과정을 판단하는 단계(S570)를 포함한다. 분할 변화가 있으면, 단계 S520부터 단계 S560까지 반복한다.

[0093] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 뇌 구조 표준화 영역을 생성하는 것을 예시한 흐름도이다.

[0094] 뇌 구조 표준화 영역을 생성하는 단계(S420)는 연령, 성별, 질환군을 기준으로 분할된 영상 간의 위치 차이를 고려하여 상관 인자를 평가하는 단계(S610), 평가된 상관 인자를 이용한 회귀 분석 및 쌍일치 접근을 통해 상기 뇌 구조 표준화 영역을 생성하는 단계(S620), 뇌 구조 표준화 영역에 라벨링된 영상을 결합하는 단계(S630)를 포함한다.

[0095] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 뇌졸중 증상 기반의 표준화 영상을 생성하는 것을 예시한 흐름도이다.

[0096] 뇌졸중 증상 기반의 표준화 영상을 생성하는 단계(S430)는 뇌 구조 표준화 영역과 상기 뇌졸중 증상 기반의 기능 영역을 매칭하는 단계(S710), 영역별 인접 조직 간의 간섭 오류를 보정하기 위해 분포도 히스토그램을 이용하여 각 영역의 신호 세기의 일부를 사용하여 영상 보정하는 단계(S720)를 포함한다.

[0097] 뇌졸중 뇌 기능 영역들은 표 1과 같이 표현된다.

표 1

주요 기능	세부 기능	해당 영역
Motor Function Area (7)	Initiation of voluntary movement	Precentral gyrus (1)
	Coordination of physical action & Eye movement and orientation	Superior and middle frontal gyrus (2)
	Imagination	Middle frontal gyrus (1)
	Planning, Emotional expression, Judgement, Concentration, creativity, inhibition	prefrontal cortex (3)
Motor language (1)	Anticipation and verbs	inferior frontal gyrus (1)
Sensory Function Area (3)	Tactile information	Postcentral gyrus (1)
	Processing of multisensorial information	Superior parietal lobule (1)
Sensory language (1)	Written and spoken language comprehension	Superior temporal gyrus (1)
Hearing (1)	Listening	Heschl's gyrus (1)
Memory Function Area (8)	Short-term memory, Equilibrium, emotion	Temporal lobe (8)
Visual Function Area (13)	Sight, image recognition and perception, Visual memory	Occipital lobe (13)
Emotional Area (1)	Pain, hunger, fight of light response	Cingulate gyrus (1)
Olfactory Area (1)	Smelling	Olfactory groove (1)
Functional Area of Cerebellum (9)	Coordination of movement, balance, equilibrium, posture	Cerebellum (9)

[0098]

[0099] 뇌졸중 증상 기반 기능 - 뇌 영역 구조 영역을 매칭하는 데 필요한 의료 영상 및 표준화 영상이 도 8 및 도 9에 도시되어 있다.

[0100] 병변 검출 모델이 도 10에 도시되어 있다. 병변 검출 모델은 정합된 모든 의료 영상들 (CT, Multi-Phase CT, CT-Perfusion, low b-value DWI, high b-value DWI, ADC map, FLAIR, MR-PWI 등)을 입력받고, 각 영상들에서 추출된 병변의 크기, 위치, 신호 강도를 출력한다. 각각의 기준 영상으로 인하여 각 영상의 차원을 그대로 유지하고 할 수 있고, 크기, 위치, 신호강도에 대한 정보 손실을 최소화할 수 있다.

[0101] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 영상 특징의 패턴을 분석하는 것을 예시한 도면이다.

[0102] 의료 표준화 영상에 대해서 뇌졸중 임상 평가에 따라 영상 특징의 패턴을 분석하는 단계(S340)는, 의료 표준화 영상마다 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기를 추출하는 단계(S1110), 뇌졸중 임상 평가에 따라 상기 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기를 조합하여 뇌졸중 특징 조합 세트를 생성하는 단계(S1120), 뇌졸중 특징 조합 세트 중에서 개인별 패턴을 분석하여 매칭하는 뇌졸중 특징 조합 세트를 출력하는 단계(S1130)를 포함한다. 도 12에 추출된 특징 최적화 시행 및 패턴 분석이 도시되어 있다.

- [0103] 도 13 내지 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 의료 영상 처리 방법이 개인별 뇌졸중 평가를 출력하는 것을 예시한 도면이다.
- [0104] 개인별 뇌졸중 평가를 출력하는 단계(S360)는, 뇌졸중 임상 평가와 상기 뇌졸중 임상 평가의 단계에 따른 영상 특징 간의 상관도를 출력하는 단계(S1310), 복수 유형의 의료 영상에 대해서 뇌 영역 대비 뇌졸중 병변의 체적을 산출한 점수를 출력하는 단계(S1320), 복수 유형의 의료 영상을 다중 시점에 촬영하고 상기 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기의 변화를 시계열적으로 추적하는 단계(S1330), 추적된 병변에 대한 크기, 위치, 및 신호 세기의 변화를 고려하여 예상되는 상태를 텍스트 형태로 출력하는 단계(S1340)를 포함한다.
- [0105] 개인별 뇌졸중 평가를 출력하는 단계(S360)는, 뇌졸중 임상 평가에 따라 의료 표준화 영상을 기반으로 단층 촬영 영상에서 병변 의심 영역을 추출하는 단계(S1410), 단층 촬영 영상 및 자기 공명 영상 간의 특징 생성 모델을 통해 단층 촬영 영상에서 병변의 크기와 신호 세기를 부각시킨 강조 단층 촬영 영상을 출력하는 단계(S1420)를 포함한다.
- [0106] 도 15를 참조하면, 본 실시예에 따른 의료 영상 처리 장치는 추출된 영역 내에서 voxel-by-voxel로 CT 신호(HV)와 MRI(ADC 값)를 비교 분석한다. CT와 MRI 둘 다 병변이 아닌 경우 $A=A'$ 이고, CT에서는 병변이 아니고 MRI에서는 병변인 경우 $B=\alpha*B'+K$ 영역(범위)를 확장하고, CT와 MRI 모두 병변인 경우 $C=\alpha*C'+K$ 신호 강도를 보정(강조)한다. 선형/비선형 데이터 피팅을 이용하여 완성된 모델을 통해 CT 영상에 MRI 신호 효과가 강조된 영상을 생성한다.
- [0107] 의료 영상 처리 시스템에 포함된 구성요소들이 도 1에서는 분리되어 도시되어 있으나, 복수의 구성요소들은 상호 결합되어 적어도 하나의 모듈로 구현될 수 있다. 구성요소들은 장치 내부의 소프트웨어적인 모듈 또는 하드웨어적인 모듈을 연결하는 통신 경로에 연결되어 상호 간에 유기적으로 동작한다. 이러한 구성요소들은 하나 이상의 통신 버스 또는 신호선을 이용하여 통신한다.
- [0108] 의료 영상 처리 시스템은 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합에 의해 로직회로 내에서 구현될 수 있고, 범용 또는 특정 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수도 있다. 장치는 고정배선형(Hardwired) 기기, 필드 프로그래밍 가능한 게이트 어레이(Field Programmable Gate Array, FPGA), 주문형 반도체(Application Specific Integrated Circuit, ASIC) 등을 이용하여 구현될 수 있다. 또한, 장치는 하나 이상의 프로세서 및 컨트롤러를 포함한 시스템온칩(System on Chip, SoC)으로 구현될 수 있다.
- [0109] 의료 영상 처리 시스템은 하드웨어적 요소가 마련된 컴퓨팅 디바이스에 소프트웨어, 하드웨어, 또는 이들의 조합하는 형태로 구현될 수 있다. 컴퓨팅 디바이스는 각종 기기 또는 유무선 통신망과 통신을 수행하기 위한 통신 모듈 등의 통신장치, 프로그램을 실행하기 위한 데이터를 저장하는 메모리, 프로그램을 실행하여 연산 및 명령하기 위한 마이크로프로세서 등을 전부 또는 일부 포함한 다양한 장치를 의미할 수 있다.
- [0110] 도 2 내지 도 7, 도 11, 도 13, 도 14에서는 각각의 과정을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나 이는 예시적으로 설명한 것에 불과하고, 이 분야의 기술자라면 본 발명의 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 도 2 내지 도 7, 도 11, 도 13, 도 14에 기재된 순서를 변경하여 실행하거나 또는 하나 이상의 과정을 병렬적으로 실행하거나 다른 과정을 추가하는 것으로 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능할 것이다.
- [0111] 본 실시예들에 따른 동작은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능한 매체는 실행을 위해 프로세서에 명령어를 제공하는 데 참여한 임의의 매체를 나타낸다. 컴퓨터 판독 가능한 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면, 자기 매체, 광기록 매체, 메모리 등이 있을 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수도 있다. 본 실시예를 구현하기 위한 기능적인(Functional) 프로그램, 코드, 및 코드 세그먼트들은 본 실시예가 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다.
- [0112] 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

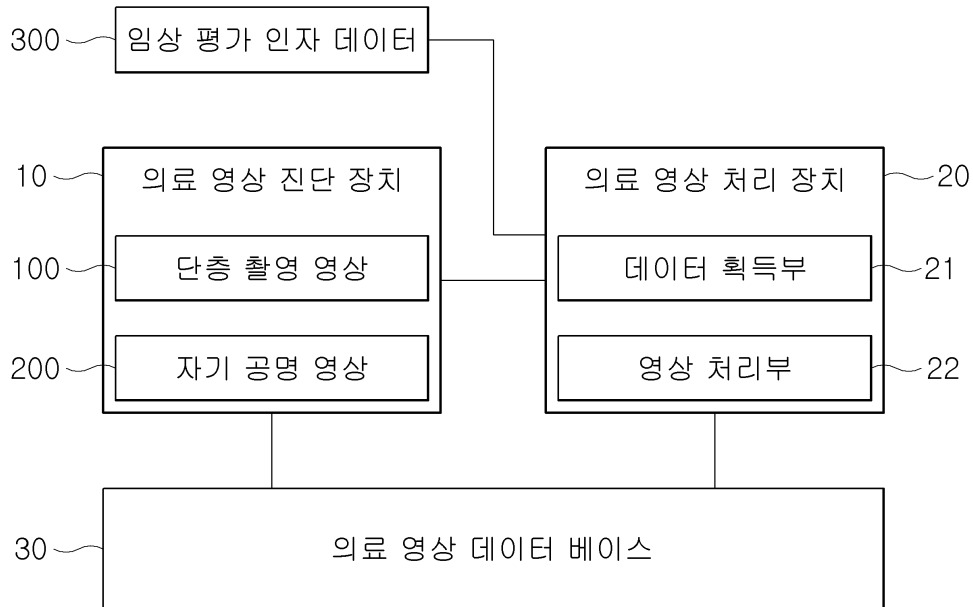
- [0113] 10: 의료 영상 진단 장치

20: 의료 영상 처리 장치

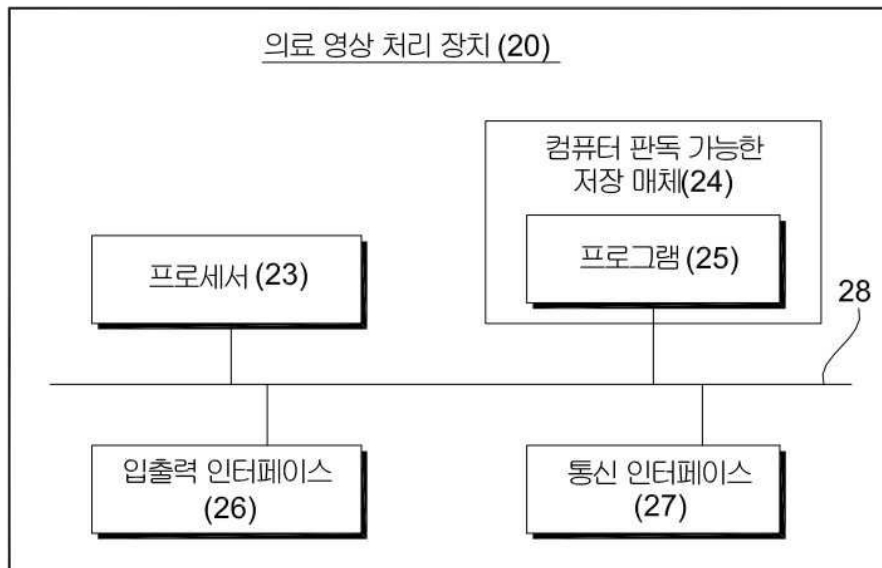
30: 의료 영상 데이터 베이스

도면

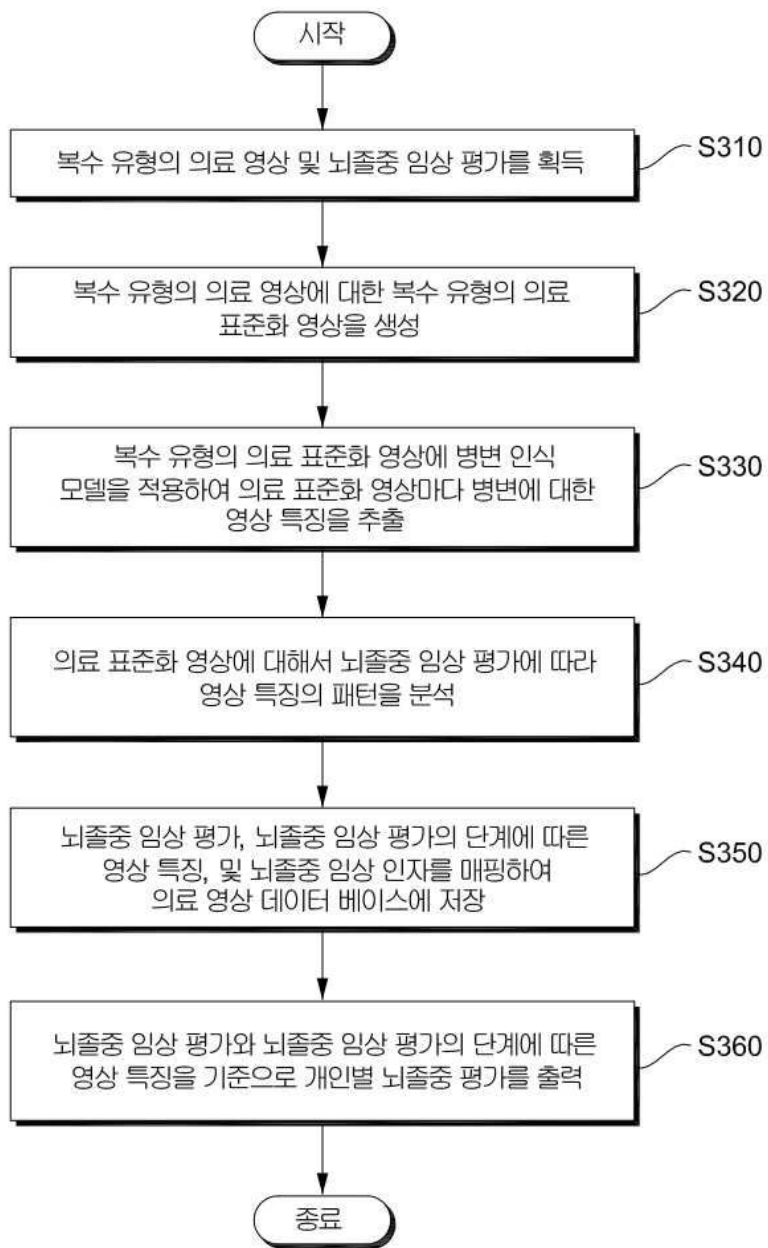
도면1



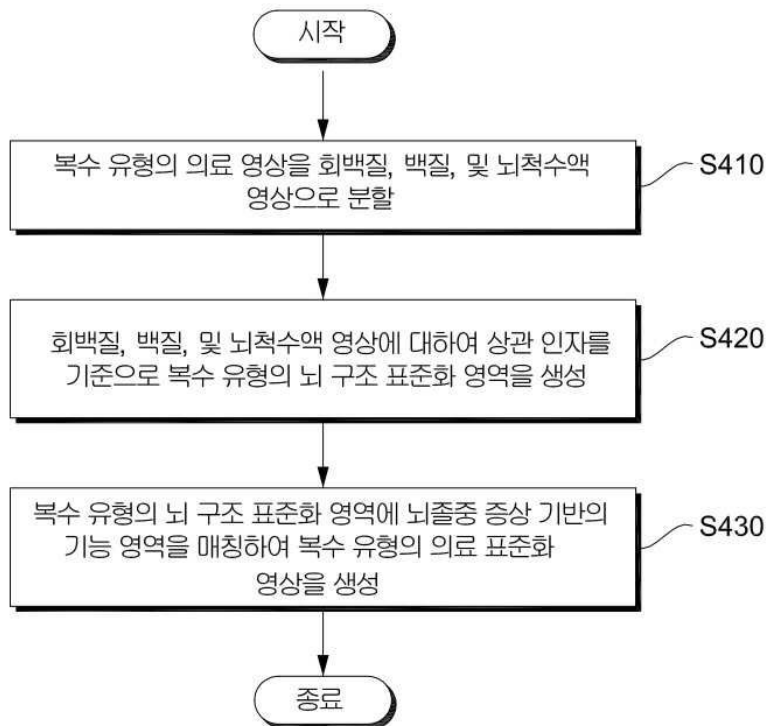
도면2



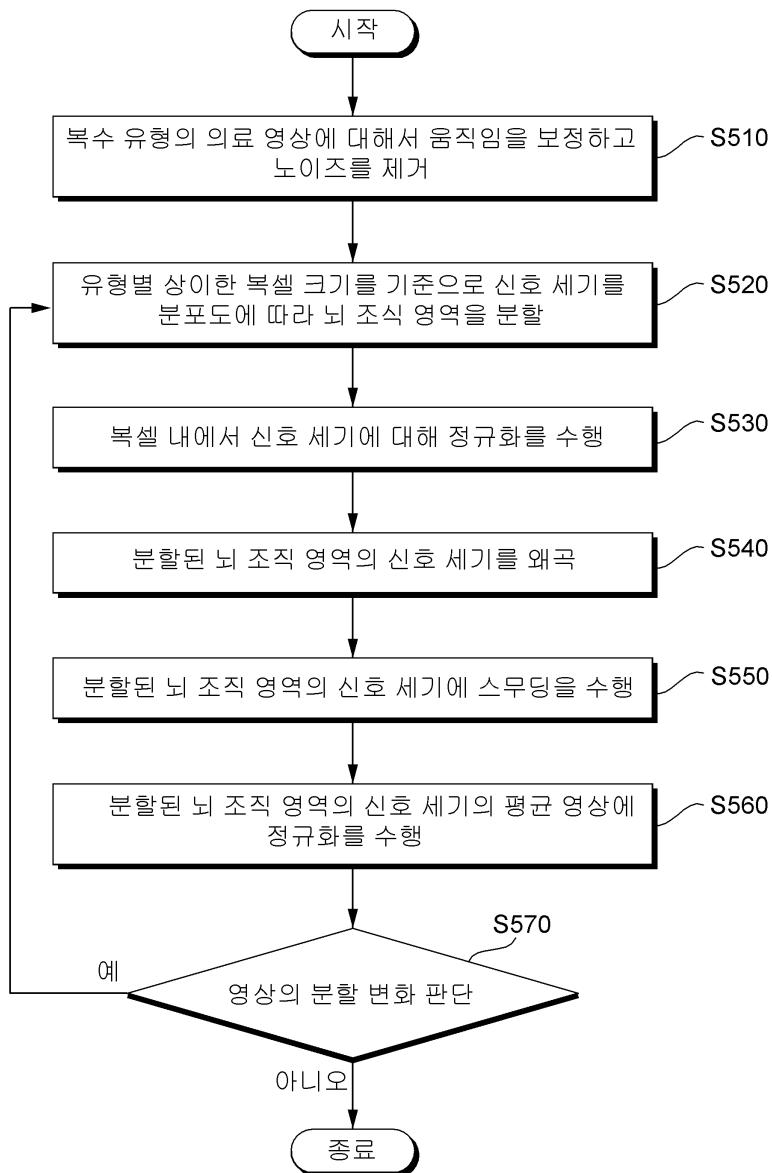
도면3



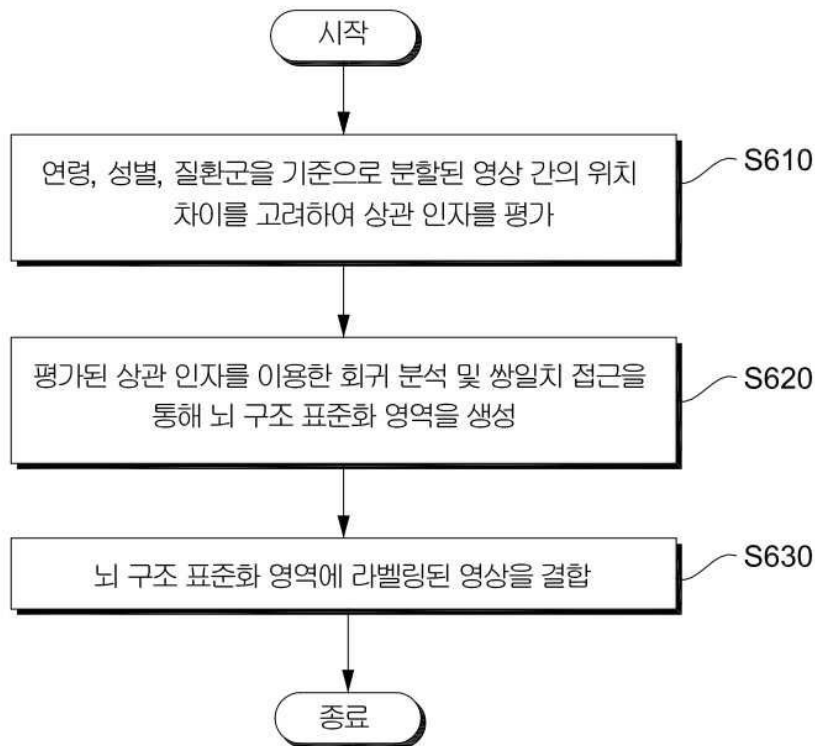
도면4



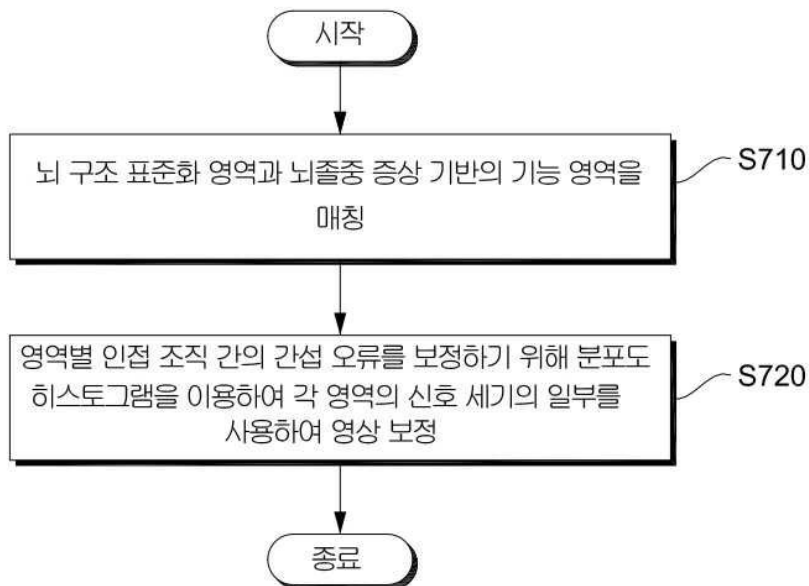
도면5



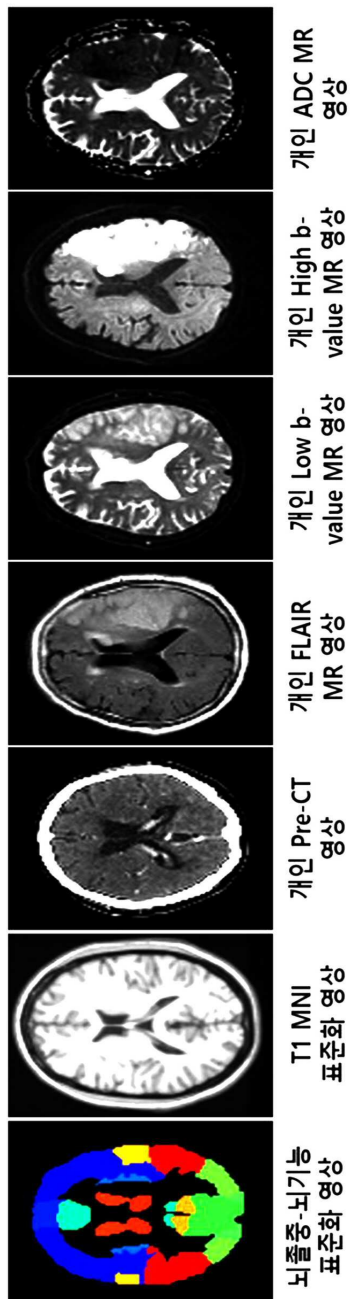
도면6



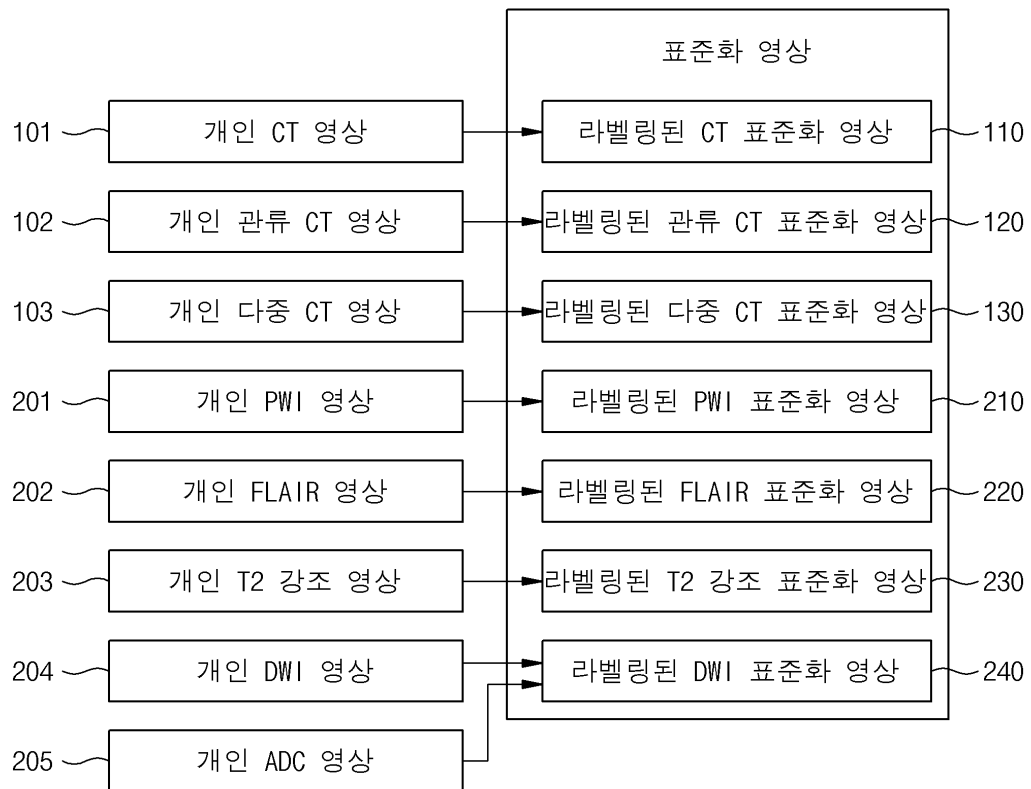
도면7



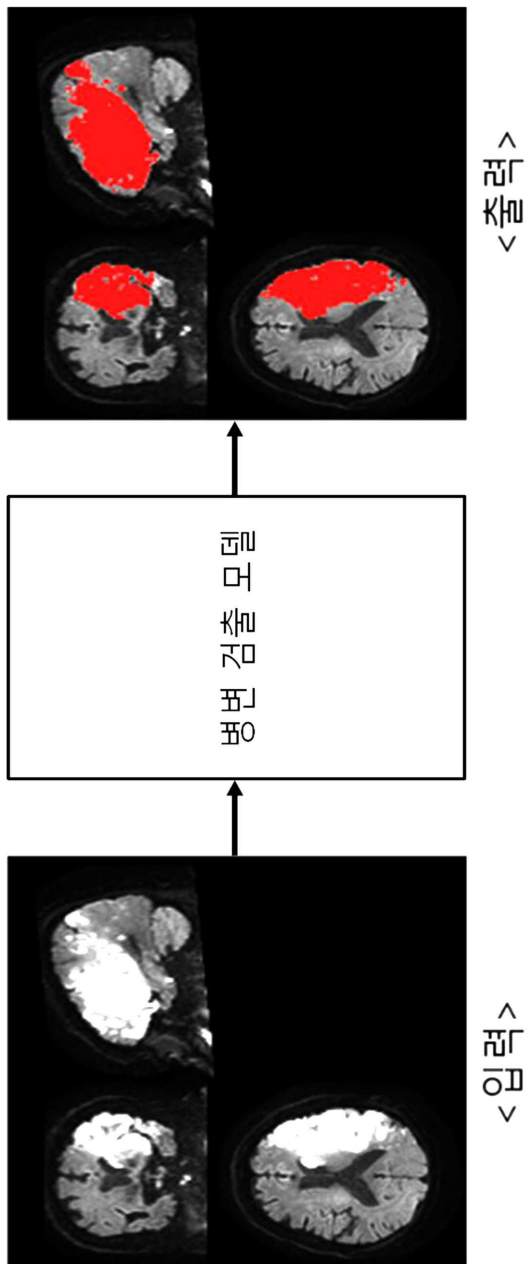
도면8



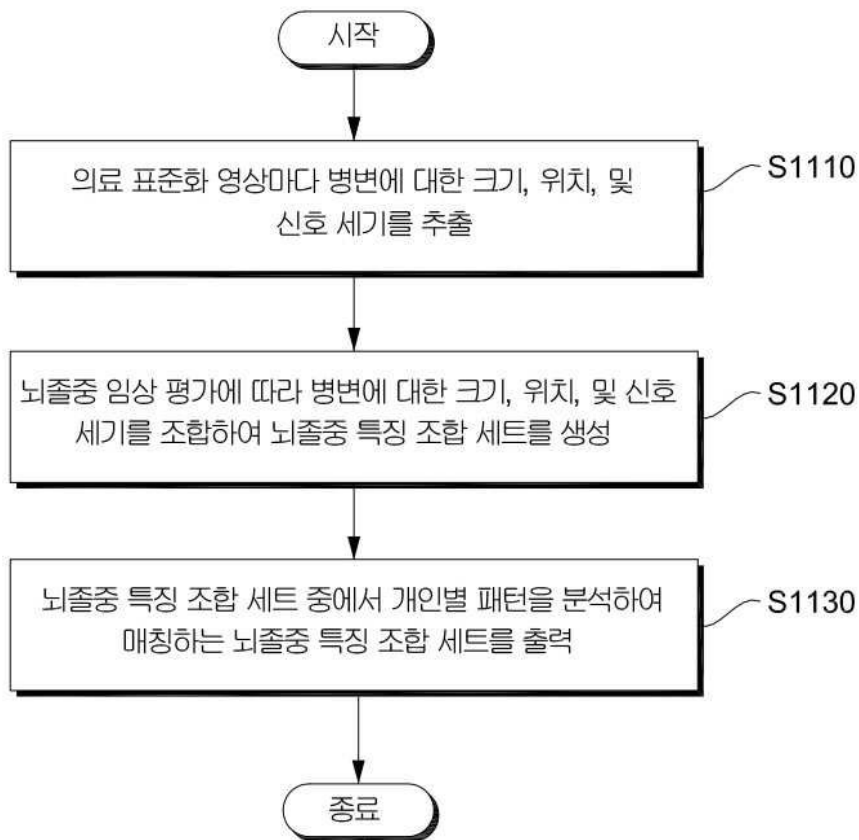
도면9



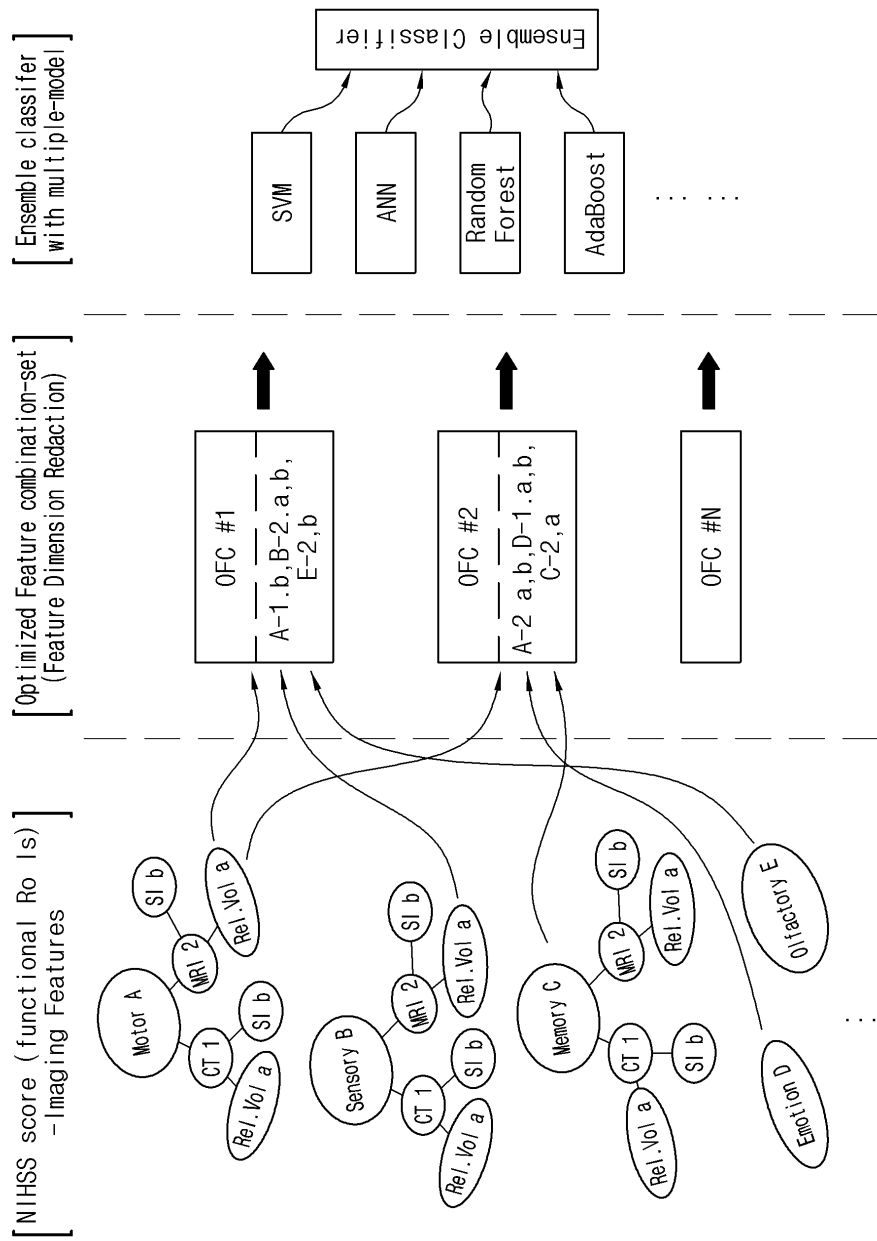
도면10



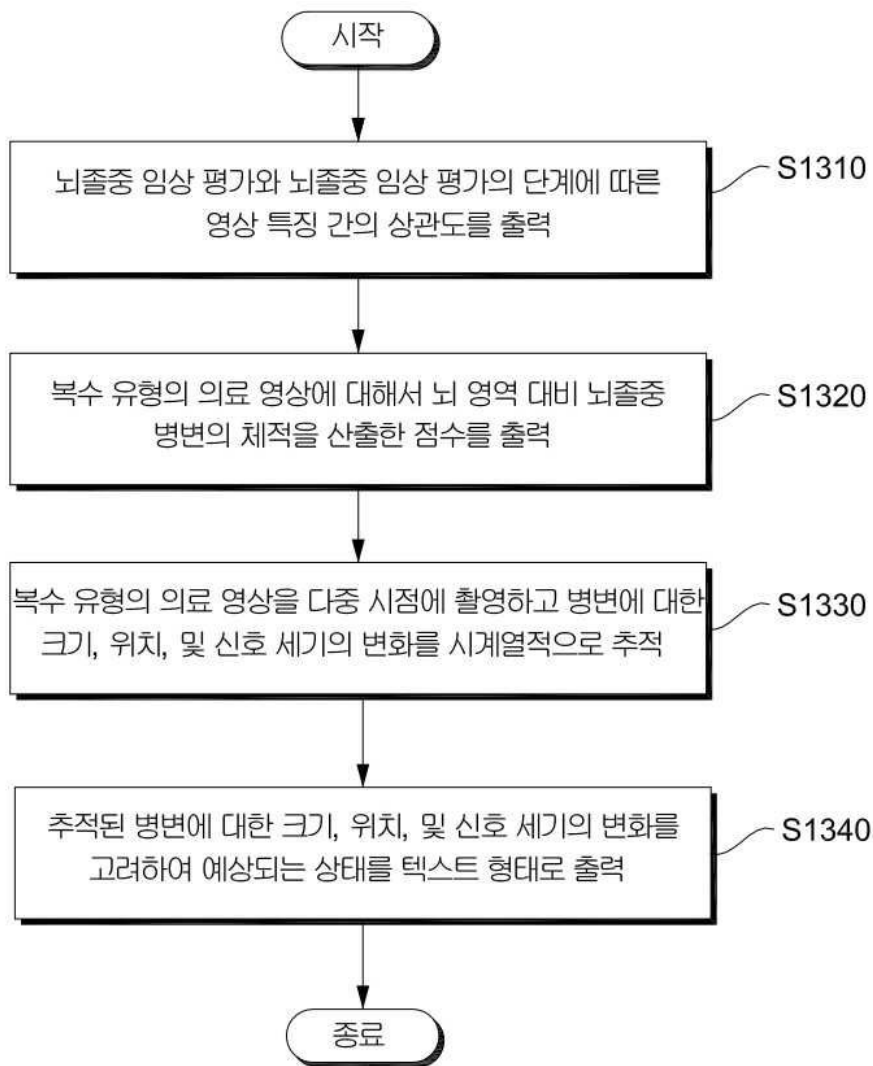
도면11



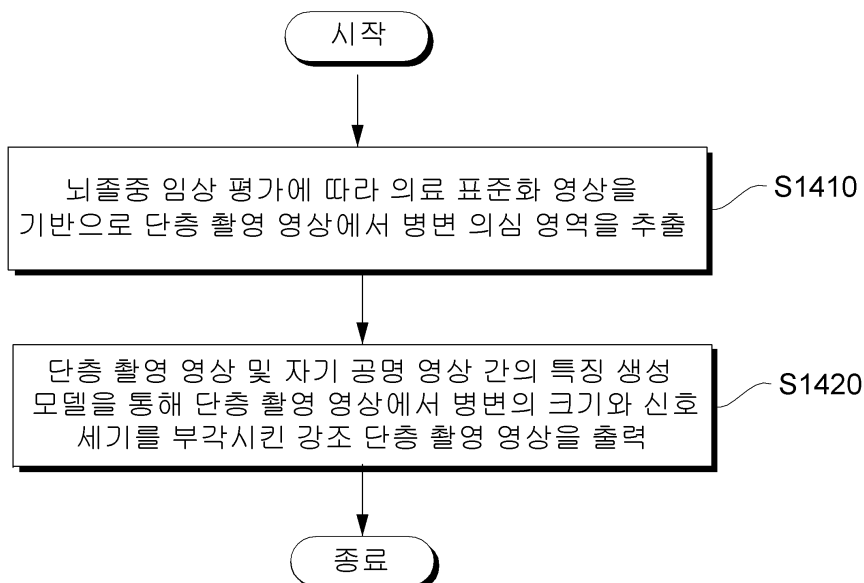
도면12



도면13



도면14



도면15

