

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2025-0014620
(43) 공개일자 2025년02월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2021.01) A61B 5/055 (2006.01)
G16H 30/40 (2018.01) G16H 50/20 (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/4094 (2013.01)
A61B 5/0042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0094968
(22) 출원일자 2023년07월21일
심사청구일자 2023년07월21일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
장건호
서울특별시 송파구 거마로 56, 103동 1005호(거여동, 송파시그니처롯데캐슬)
오장훈
서울특별시 중랑구 봉화산로3길 56-10, 아르스힐 202호(중화동)
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 19 항

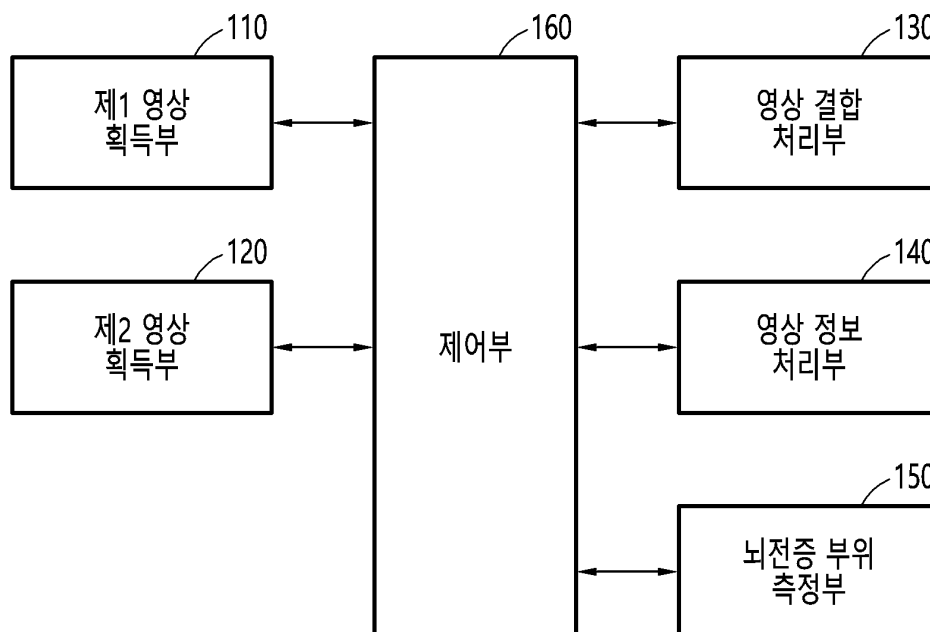
(54) 발명의 명칭 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 뇌전증 환자의 다중 대조도 뇌 자기공명영상 처리를 이용하여 병변의 위치를 결정하는 기술적 사상에 관한 것으로서, 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템은 환자로부터 획득한 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 중에서 3차원 T1강조영상 영상을 포함하는 제1 영상을

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

100

획득하는 제1 영상 획득부, 상기 획득한 제1영상에 상응하여, 상기 획득한 자기공명영상으로부터 3차원 T2강조영상, FLAIR(Fluid-Attenuated Inversion Recovery) 영상, 또는 DIR(Double Inversion Recovery) 영상 중에서 적어도 하나의 영상을 포함하는 제2 영상을 획득하는 제2 영상 획득부, 상기 제1 영상과, 상기 제2 영상을 결합한 결합영상을 생성하는 영상 결합 처리부, 상기 결합영상으로부터 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할하는 영상정보 처리부, 및 상기 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정하는 뇌전증 부위 측정부를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/055 (2022.01)

G16H 30/40 (2018.01)

G16H 50/20 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1465039414
과제번호	HU21C0086010323
부처명	보건복지부
과제관리(전문)기관명	한국보건산업진흥원
연구사업명	[혁신]치매극복연구개발사업(2023.01 개시)-세부(타기관주관)
연구과제명	[강동,보산원1/3,2단계]압타머-가도타 기반 조영제후보물질의 치매 쥐 모델을 이용한 MRI 물성 및 임상가치 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2025.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용하여 뇌전증 부위를 측정하는 시스템에 있어서,

환자로부터 획득한 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 중에서 3차원 T1강조영상 영상을 포함하는 제1 영상을 획득하는 제1 영상 획득부;

상기 획득한 제1영상에 상응하여, 상기 획득한 자기공명영상으로부터 3차원 T2강조영상, FLAIR(Fluid-Attenuated Inversion Recovery) 영상, 또는 DIR(Double Inversion Recovery) 영상 중에서 적어도 하나의 영상을 포함하는 제2 영상을 획득하는 제2 영상 획득부;

상기 제1 영상과, 상기 제2 영상을 결합한 결합영상을 생성하는 영상 결합 처리부;

상기 결합영상으로부터 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할하는 영상정보 처리부; 및

상기 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정하는 뇌전증 부위 측정부

를 포함하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 영상정보 처리부는,

상기 제1 영상 그리고 상기 제2 영상에 대한 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값과 분할된 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할하는 것을 특징으로 하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 영상정보 처리부는,

최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 것을 특징으로 하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 영상정보 처리부는,

상기 제1 영상에서 회색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 합으로 상기 최소신호 문턱값을 산출하는 것을 특징으로 하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 영상정보 처리부는,

상기 제1 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 상기 최대신호 문턱값을 산출하는 것을 특징으로 하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 영상정보 처리부는,

상기 제2 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 합으로 상기 최소신호 문턱값을 산출하는 것을 특징으로 하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 영상정보 처리부는,

상기 제2 영상에서 회색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 상기 최대신호 문턱값을 산출하는 것을 특징으로 하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 영상정보 처리부는,

상기 회색질(gray matter) 정보와 상기 백색질(white matter) 정보의 경계(gray-white matter boundary)를 기반으로, 이진법 지도화(binary map) 영상을 생성하되,

상기 제1 영상으로부터 획득하는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)은 상기 제1 영상의 신호값이 상기 제1 영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 상기 제1 영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로 결정되고,

상기 제2 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)은 제2 영상 신호값이 제2 영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 그리고 제2 영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로 결정되는 것을 특징으로 하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 영상정보 처리부는,

제1 영상과 제2 영상을 동시에 사용하는 경우, 제1 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)과 제2 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map)의 곱으로써, 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)을 결정하는 것을 특징으로 하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 영상정보 처리부는,

분석모집단으로부터 뇌전증이 발생하지 않은 정상인들에 대해 나이대별로, 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)를 산출하고, 산출된 뇌세포 경계 이진법 지도화에 대한 평균 및 표준편차를 산출하고,

상기 분석모집단으로부터 뇌전증이 발생한 환자들에 대해 나이대별로, 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)를 산출하며,

상기 산출된 환자들의 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)와 상기 산출된 정상인들의 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)에 대한 차이값을, 상기 정상인

들의 뇌세포 경계 이진법을 지도화(gray-white matter boundary binary (gwBB)) 하여 표준편차 맵으로 나눠 Z-score 값으로 산출하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템.

청구항 11

다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용하여 뇌전증 부위를 측정하는 방법에 있어서,

환자로부터 획득한 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 중에서 3차원 T1강조영상 영상을 포함하는 제1 영상을 획득하는 단계;

상기 획득한 제1영상에 상응하여, 상기 획득한 자기공명영상으로부터 3차원 T2강조영상, FLAIR(Fluid-Attenuated Inversion Recovery) 영상, 또는 DIR(Delayed Inversion Recovery) 영상 중에서 적어도 하나의 영상을 포함하는 제2 영상을 획득하는 단계;

상기 제1 영상과, 상기 제2 영상을 결합한 결합영상을 생성하는 단계;

상기 결합영상으로부터 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할하는 단계; 및

상기 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정하는 단계

를 포함하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할하는 단계는,

상기 제1 영상 그리고 상기 제2 영상에 대한 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값과 분할된 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할하는 단계

를 포함하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 영상 그리고 상기 제2 영상에 대한 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값과 분할된 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할하는 단계는,

최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 단계

를 포함하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 단계는,

상기 제1 영상에서 회백질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회백질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 함으로 상기 최소신호 문턱값을 산출하는 단계

를 포함하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 단계는,

상기 제1 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도

차로 상기 최대신호 문턱값을 산출하는 단계
를 포함하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법.

청구항 16

제13항에 있어서,

최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 단계는,

상기 제2 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 함으로 상기 최소신호 문턱값을 산출하는 단계

를 포함하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법.

청구항 17

제13항에 있어서,

최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 단계는,

상기 제2 영상에서 회색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 상기 최대신호 문턱값을 산출하는 단계

를 포함하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 결합영상으로부터 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할하는 단계는,

상기 회색질(gray matter) 정보와 상기 백색질(white matter) 정보의 경계(gray-white matter boundary)를 기반으로, 이진법 지도화(binary map) 영상을 생성하는 단계

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 제1 영상으로부터 획득하는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)은 상기 제1 영상의 신호값이 상기 제1 영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 상기 제1 영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로 결정되고,

상기 제2 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)은 제2 영상 신호값이 제2 영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 그리고 제2 영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로 결정되며,

제1 영상과 제2 영상을 동시에 사용하는 경우, 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)은 제1 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)과 제2 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map)의 곱으로 결정되는 것을 특징으로 하는 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 뇌전증 환자의 다중 대조도 뇌 자기공명영상 처리를 이용하여 병변의 위치를 결정하는 기술적 사상에

관한 것이다.

배경기술

- [0002] 뇌전증(epilepsy) 환자의 MRI 영상은 해당 환자의 뇌 구조와 뇌 활동을 평가하기 위해 사용될 수 있다.
- [0003] MRI는 뇌전증의 원인을 찾는 데 중요한 도구로 사용되며, 뇌전증 환자에 대해 여러가지 목적으로 적용될 수 있다.
- [0004] 이상적으로는 뇌전증 환자의 MRI 영상에서는 뇌종양, 뇌출혈, 뇌경색 등과 같은 구조적 문제가 없어야 하나, 이러한 문제가 발견되면 뇌전증의 원인이 될 수 있다.
- [0005] MRI는 뇌전증과 관련된 병변(병적인 변화)을 감지하는 데 도움을 줄 수 있다. 이러한 병변은 해마(Hippocampus)와 같은 특정 뇌 영역에서 발생할 수 있으며, 이들은 뇌전증의 원인이 될 수 있다. MRI는 이러한 병변을 정확하게 확인하고 위치를 파악하는 데 사용된다.
- [0006] 뇌전증 환자의 뇌 자기공명영상(MRI) 검사는 모든 검사에서 필수적으로 수행되는 검사이나 일반적인 뇌 자기공명영상에서는 병변의 위치를 보여주는 경우는 드물고 뇌암이나 뇌졸중 또는 다른 뇌질환이 있는 경우에 발생하는 뇌전증 환자의 경우에만 뇌 병변이 자기공명영상에서 병변의 위치가 보여진다.
- [0007] 하지만 약 80% 이상의 뇌 자기공명영상 검사를 실시하는 뇌전증 환자에서 병변의 위치를 확인할 수 없어서 대부분 뇌가 정상이라고 판독이 되는 실정이다.
- [0008] 뇌전증 환자의 대부분에서 뇌전증을 유발하는 병소부위를 확인하기 위하여 뇌 자기공명영상 촬영을 실시한다.
- [0009] 대부분 T1강조영상, T2강조영상, FLAIR (fluid attenuated inversion recovery) 영상을 촬영하고 이 외에 확산강조영상 또는 확산텐서 영상을 촬영하거나 뇌기능영상을 촬영하게 된다.
- [0010] 또한 자기공명영상 이외에 EEG와 FDG PET 검사를 일반적으로 MRI 검사와 함께 수행을 하게 된다.
- [0011] 하지만 앞에서 설명한 MRI 영상 기법은 주로 검사 이후에 자동적으로 생성되는 magnitude 영상을 진단장비인 PCAS 시스템에 보내고 이것으로 병변의 위치를 확인하기 위한 판독을 하게 된다.
- [0012] 하지만 앞에서 언급한 것과 같이 T1강조영상, T2강조영상, FLAIR에서는 약 80% 이상이 정상 뇌로 판독되어 뇌전증을 유발하는 병소부위를 확인할 수 없게 된다.
- [0013] 추가적으로 실시되는 뇌기능영상과 확산강조 및 확산텐서 영상을 처리하여도 병변의 위치는 잘 확인 되지 않는 것이 일반적이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2015-0026623 (2015년03월11일) "뇌전증 진단용 바이오마커"
- (특허문헌 0002) 한국공개특허 10-2023-0040630 (2023년03월23일) "딥러닝 기반 뇌전증 발작 진단 방법 및 장치"
- (특허문헌 0003) 한국등록특허 10-2298943 (2021년09월01일) "사용자가 움직이는 상태에서 판단된 뇌 정보 및 뇌 활성화 개선을 위한 인공지능 기반 정보 제공 방법"
- (특허문헌 0004) 유럽공개특허 EP000004120201A1 "VOXELIZATION OF A 3D STRUCTURAL MEDICAL IMAGE OF A HUMAN BRAIN"
- (특허문헌 0005) 유럽등록특허 EP000002621334B1 "DETECTING, QUANTIFYING, AND/OR CLASSIFYING SEIZURES USING MULTIMODAL DATA"
- (특허문헌 0006) 유럽공개특허 EP000003235427A1 "METHOD AND SYSTEM FOR ESTIMATING A LOCATION OF AN EPILEPTOGENIC ZONE OF A MAMMALIAN BRAIN"

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 뇌전증 환자의 다중 대조도 뇌 자기공명영상 처리를 이용하여 병변의 위치를 결정하는 것을 목적으로 한다.
- [0016] 본 발명은 뇌전증 유발 병소 위치를 찾아 진단을 도움을 주고 난치성 뇌전증 환자의 정밀한 수술 부위를 결정하는데 도움을 주는 것을 목적으로 한다.
- [0017] 본 발명은 뇌전증 병소부위를 보여주기 위하여 T1강조영상과 T2강조영상, 또는 FLAIR 영상, 또는 DIR 영상을 결합하여 회색질과 백색질의 경계(gray-white matter boundary)를 나타내는 이진법 맵(binary map) 영상을 생성하는 것을 목적으로 한다.
- [0018] 본 발명은 정상인에서 획득한 회색질과 백색질의 경계(gray-white matter boundary) 평균 binary map과 표준편차 binary map을 이용하여 환자의 boundary binary map을 산출하여 병변의 위치를 확률적으로 계산하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0019] 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템은 환자로부터 획득한 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 중에서 3차원 T1강조영상 영상을 포함하는 제1 영상을 획득하는 제1 영상 획득부, 상기 획득한 제1영상에 상응하여, 상기 획득한 자기공명영상으로부터 3차원 T2강조영상, FLAIR(Fluid-Attenuated Inversion Recovery) 영상, 또는 DIR(Double Inversion Recovery) 영상 중에서 적어도 하나의 영상을 포함하는 제2 영상을 획득하는 제2 영상 획득부, 상기 제1 영상과, 상기 제2 영상을 결합한 결합 영상을 생성하는 영상 결합 처리부, 상기 결합영상으로부터 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보, 또는 그리고 뇌척수액(cerebrospinal fluid, CSF) 정보를 분할하는 영상정보 처리부, 및 상기 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정하는 뇌전증 부위 측정부를 포함할 수 있다.
- [0020] 일실시예에 따른 상기 영상정보 처리부는, 상기 제1 영상 그리고 상기 제2 영상에 대한 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값과 분할된 회색질(gray matter) 정보 및 백색질(white matter) 정보를 획득할 수 있다.
- [0021] 일실시예에 따른 상기 영상정보 처리부는, 상기 제1 영상 그리고 상기 제2 영상에 대한 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출할 수 있다.
- [0022] 일실시예에 따른 상기 영상정보 처리부는, 상기 제1 영상에서 회백질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회백질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 함으로 상기 최소신호 문턱값을 산출할 수 있다.
- [0023] 일실시예에 따른 상기 영상정보 처리부는, 상기 제1 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 상기 최대신호 문턱값을 산출할 수 있다.
- [0024] 일실시예에 따른 상기 영상정보 처리부는, 상기 제2 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 함으로 상기 최소신호 문턱값을 산출할 수 있다.
- [0025] 일실시예에 따른 상기 영상정보 처리부는, 상기 제2 영상에서 회색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 상기 최대신호 문턱값을 산출할 수 있다.
- [0026] 일실시예에 따른 상기 영상정보 처리부는, 상기 회색질(gray matter) 정보와 상기 백색질(white matter) 정보의 경계(gray-white matter boundary)를 기반으로, 이진법 지도화(binary map) 영상을 생성하되, 상기 제1 영상으로부터 획득하는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)은 상기 제1 영상의 신호값이 상기 제1 영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 상기 제1 영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로 결정되고, 상기 제2 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)은 제2 영상 신호값이 제2 영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 그리고 제2 영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로 결정될 수 있다.
- [0027] 일실시예에 따른 상기 영상정보 처리부는, 제1 영상과 제2 영상을 동시에 사용하는 경우, 제1 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)과 제2 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법

지도화(gray-white matter boundary binary map)의 곱으로써, 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)를 결정할 수 있다.

- [0028] 일실시예에 따른 상기 영상정보 처리부는, 분석모집단으로부터 뇌전증이 발생하지 않은 정상인들에 대해 나이대별로, 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)를 산출하고, 산출된 뇌세포 경계 이진법 지도화에 대한 평균 및 표준편차를 산출하고, 상기 분석모집단으로부터 뇌전증이 발생한 환자들에 대해 나이대별로, 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)를 산출하며, 상기 산출된 환자들의 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)와 상기 산출된 정상인들의 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)에 대한 차이값을, 상기 정상인들의 뇌세포 경계 이진법을 지도화(gray-white matter boundary binary (gwBB)) 하여 표준편차 맵으로 나눠 Z-score 값으로 산출할 수 있다.
- [0029] 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 환자로부터 획득한 자기공명 영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 중에서 3차원 T1강조영상 영상을 포함하는 제1 영상을 획득하는 단계, 상기 획득한 제1영상에 상응하여, 상기 획득한 자기공명영상으로부터 3차원 T2강조영상, FLAIR(Fluid-Attenuated Inversion Recovery) 영상, 또는 DIR(Double Inversion Recovery) 영상 중에서 적어도 하나의 영상을 포함하는 제2 영상을 획득하는 단계, 상기 제1 영상과, 상기 제2 영상을 결합한 결합영상을 생성하는 단계, 상기 결합영상으로부터 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보, 그리고 뇌척수액(cerebrospinal fluid, CSF) 정보를 분할하는 단계, 및 상기 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0030] 일실시예에 따른 상기 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보, 그리고 뇌척수액(cerebrospinal fluid, CSF) 정보를 분할하는 단계는, 상기 제1 영상 그리고 상기 제2 영상에 대한 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값과 분할된 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보, 그리고 뇌척수액(cerebrospinal fluid, CSF) 정보를 분할하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0031] 일실시예에 따른 상기 제1 영상 그리고 상기 제2 영상에 대한 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값과 분할된 회색질(gray matter) 정보 그리고 백색질(white matter) 정보를 분할하는 단계는, 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0032] 일실시예에 따른 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 단계는, 상기 제1 영상에서 회백질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회백질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 합으로 상기 최소신호 문턱값을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0033] 일실시예에 따른 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 단계는, 상기 제1 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 상기 최대신호 문턱값을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0034] 일실시예에 따른 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 단계는, 상기 제2 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 합으로 상기 최소신호 문턱값을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0035] 일실시예에 따른 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하는 단계는, 상기 제2 영상에서 회색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 상기 최대신호 문턱값을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0036] 일실시예에 따른 상기 결합영상으로부터 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보, 그리고 뇌척수액(cerebrospinal fluid, CSF) 정보를 분할하는 단계는, 상기 회색질(gray matter) 정보와 상기 백색질(white matter) 정보의 경계(gray-white matter boundary)를 기반으로, 이진법 지도화(binary map) 영상을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0037] 일실시예에 따른 상기 제1 영상으로부터 획득하는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)는 상기 제1 영상의 신호값이 상기 제1 영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 상기 제1 영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로 결정되고, 상기 제2 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)는 제2 영상 신호값이 제2 영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 그리고 제2 영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로 결정되며, 제1 영상과 제2 영상을 동시에 사용하는 경우, 뇌세포 경계

이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)은 제1 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)과 제2 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)의 곱으로 결정될 수 있다.

발명의 효과

- [0038] 일실시예에 따르면, 뇌전증 환자의 다중 대조도 뇌 자기공명영상 처리를 이용하여 뇌전증을 유발시키는 병변의 위치를 결정할 수 있다.
- [0039] 일실시예에 따르면, 뇌전증 유발 병소 위치를 찾아 진단을 도움을 주고 난치성 뇌전증 환자의 정밀한 수술 부위를 결정하는데 도움을 줄 수 있다.
- [0040] 일실시예에 따르면, 뇌전증 병소부위를 보여주기 위하여 T1강조영상과 T2강조영상, 또는 FLAIR 영상, 또는 DIR 영상을 결합하여 회색질과 백색질의 경계(gray-white matter boundary)를 나타내는 이진법 맵(binary map) 영상을 생성할 수 있다.
- [0041] 일실시예에 따르면, 정상인에서 획득한 회색질과 백색질의 경계(gray-white matter boundary)의 평균 binary map과 표준편차 binary map을 이용하여 환자의 boundary binary map을 산출하여 병변의 위치를 확률적으로 계산할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템을 설명하는 도면이다.
- 도 2는 뇌전증 환자의 3차원 T1강조영상 조영제 주입 전(220, 3DT1WI)과 후(210, CE 3DT1WI) 및 3차원 T2강조영상(230, 3DT2WI) 및 3차원 백색질영상(240, 3D DIR)을 도시하는 도면이다.
- 도 3은 3차원 T1강조영상과 다른 영상을 동시에 사용하여 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary (gwBB) map)와 회색질(gray matter) 및 백색질(white matter)을 도시하는 도면이다.
- 도 4는 한 뇌전증 환자에서 뇌전증 병변의 위치를 확인할 수 있는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 및 그 것을 확률적으로 표시한 boundary Z-score map을 도시하는 도면이다.
- 도 5는 인공지능 deep learning network를 이용하여 병변이 아닌(false positive) 병소 위치가 최소화된 최종적으로 얻어진 boundary Z-score map을 도시한 도면이다.
- 도 6은 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법을 설명하는 흐름도이다.
- 도 7은 일실시예에 따른 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정하는 방법을 구체적으로 설명하는 흐름도이다.
- 도 8은 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법을 정상인의 자료를 통해 나타내는 실시예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0044] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0045] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

- [0046] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0047] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0048] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0050] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0051] 도 1은 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템(100)을 설명하는 도면이다.
- [0052] 일실시예에 따른 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 3차원의 뇌 MRI 영상 2가지를 이용하여 표준 뇌에 정규화(normalization)시킨 후에, 인공지능 기술을 활용한 뇌세포를 분할(segmentation)시킬 수 있다. 또한, 이렇게 분할된 정보와 3차원 영상의 신호정보를 결합하여 회색질과 백색질 세포(gray matter-white matter)의 경계(boundary) 이진법(binary) 맵을 만든 후, 정상인의 boundary binary 맵 자료와 뇌전증 환자의 자료를 비교하여 확률적 boundary Z-score 맵을 만들 수 있다. 또한, 인공지능을 이용하여 병변이 아닌(false positive) 부위가 최소화된 최종적인 boundary Z-score 맵을 만들고 이를 기반으로 뇌전증 부위를 정확하게 측정할 수 있다.
- [0053] 이를 통해, 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 뇌전증 유발 병소 위치를 찾아 진단을 도움주고 치료효과를 높이고 정밀한 수술을 할 수 있게 하는 툴로 활용할 수 있다. 또한, 뇌전증 유발 병소 위치를 찾아 진단을 도움주고 난치성 뇌전증 환자의 정밀한 수술 부위를 결정하는데 도움이 될 수 있다.
- [0054] 이를 위해, 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 제1 영상 획득부(110), 제2 영상 획득부(120), 영상 결합 처리부(130), 영상정보 처리부(140), 뇌전증 부위 측정부(150), 및 제어부(160)를 포함할 수 있다.
- [0055] 먼저, 제1 영상 획득부(110)는 환자로부터 획득한 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 중에서 3차원 T1강조영상 영상을 포함하는 제1 영상을 획득할 수 있다.
- [0056] T1강조영상은 자기공명영상의 시퀀스 중 하나로, 특정 조직 또는 구조를 강조하여 나타내는데 사용될 수 있다. 이 시퀀스는 T1 가중 영상이라고도 불리며, 강한 신호를 가진 조직을 밝은 신호로 나타내고, 약한 신호를 가진 조직을 어둡게 나타낼 수 있다.
- [0057] T1강조영상은 주로 구조적인 정보를 얻기 위해 사용될 수 있으며, 예를 들어, 뇌 MRI에서는 회백질과 백색질의 경계를 잘 보여주며, 조직의 두께와 분포를 분석하는 데에 사용된다. 또한 관절, 근육, 내장 등 다양한 부위에서도 사용되어 해당 조직의 해부학적 정보를 확인할 수 있다.
- [0058] 다음으로, 제2 영상 획득부(120)는 획득한 제1영상에 상응하여, 상기 획득한 자기공명영상으로부터 제2 영상을 획득할 수 있다.

- [0059] 예를 들어, 제2 영상은 3차원 T2강조영상, FLAIR(Fluid-Attenuated Inversion Recovery) 영상, 또는 DIR(Delayed Inversion Recovery) 영상 중에서 적어도 하나의 영상을 포함할 수 있다.
- [0060] T2강조영상은 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI)의 시퀀스 중 하나로, 특정 조직이나 구조를 강조하여 나타내는데 사용되는 영상이다.
- [0061] T2강조영상은 T2 시간 상수에 따라 신호 강도를 다르게 표시할 수 있다.
- [0062] T2 시간 상수란 자기 공명 시스템에서 특정 조직의 신호가 얼마나 빨리 사라지는지를 나타내는 값으로서, 일반적으로 액체에 있는 물 분자들은 긴 T2 시간 상수를 가지고 있으므로 T2강조영상에서는 액체를 밝게 나타낼 수 있다.
- [0063] T2강조영상은 주로 물 분포와 관련된 정보를 제공하는데, 뇌 MRI에서는 뇌척수액(Cerebrospinal Fluid, CSF)이나 뇌염증, 뇌척수액폐쇄증 등의 병변을 감지하는 데에 사용될 수 있다. 또한, 연조직, 퇴행성 질환, 골수종 등의 소재를 검출하는 데에도 사용될 수 있다.
- [0064] FLAIR 영상은 뇌와 척수강 내의 특정 조직을 강조하는 데 사용되는 MRI 시퀀스로서, 뇌척수액(Cerebrospinal Fluid, CSF)가 있는 부위에서 신호를 억제하여 CSF를 어둡게 표시하고, 동시에 신경학적인 문제와 연관된 병변을 밝게 보여줄 수 있다.
- [0065] FLAIR 영상은 주로 뇌종양, 염증, 감염, 뇌경색 등을 평가하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 척수강 내의 뒤틀림(Twist) 현상을 감지하는 데에도 활용될 수 있다.
- [0066] DIR(Double Inversion Recovery) 영상은 특정 구조나 병변을 강조하기 위해 사용되는 MRI 시퀀스 중 하나로서, 이 영상은 특정 시간 지연 후에 자기장을 뒤집어서 촬영하여, 특정 조직이나 병변의 신호를 강조한다.
- [0067] DIR 영상은 특히 신경계통의 병변, 화상 후 변화, 조직 변화 등을 검출하는 데에 사용될 수 있다.
- [0068] 영상 결합 처리부(130)는 제1 영상과, 상기 제2 영상을 결합한 결합영상을 생성할 수 있다.
- [0069] 영상정보 처리부(140)는 결합영상으로부터 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할하고, 뇌전증 부위 측정부(150)는 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정할 수 있다.
- [0070] 위에 기술한 영상의 magnitude 영상에서는 뇌전증을 유발하는 병소부위가 보이지 않기 때문에 각 magnitude 영상에서 뇌세포별(brain tissues)로 분할(segmentation)을 실시해야한다. 이 때 주된 분할 뇌세포는 회색질(gray matter), 백색질(white matter), 그리고 뇌척수액(cerebrospinal fluid, CSF), 그 외(others)로 할 것이며 분할에 사용되는 방법은 인공지능기술과 기존에 사용되고 있는 여러 방법을 이용할 수 있다.
- [0071] 영상정보 처리부(140)는 3차원의 뇌 MRI 영상 2가지를 이용하여 표준 뇌에 정규화(normalization) 시킨 후에, 인공지능 기술을 활용한 뇌세포를 분할(segmentation)시킬 수 있다.
- [0072] 일례로, 영상정보 처리부(140)는 제1 영상 그리고 상기 제2 영상에 대한 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값과 분할된 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할할 수 있다.
- [0073] 분할된 뇌세포는 뇌 각 복셀(voxel)에서의 뇌세포 함유 정도를 설명하게 되고 회색질과 백색질의 경계(gray-white matter boundary)를 영상화 하기 위해서는 이 분할된 정보와 T1강조영상, T2강조영상, FLAIR, DIR(Double Inversion Recovery) 영상의 신호값을 이용하여 획득하고 이 경계면을 수학적모델로 boundary binary 지도화(mapping)을 실시한다. 이때 영상을 하나만 사용하는 것이 아니라 T1강조영상과 나머지 영상을 조합하여 사용하게 된다.
- [0074] 영상정보 처리부(140)는 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출할 수 있다.
- [0075] 구체적으로, 제1 영상에서 회색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 함으로 상기 최소신호 문턱값을 산출하거나, 제1 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 상기 최대신호 문턱값을 산출할 수 있다.
- [0076] 한편, 영상정보 처리부(140)는 제2 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 함으로 상기 최소신호 문턱값을 산출하거나, 상기 제2 영상에서 회색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 상기 최대신호 문턱값을 산출할 수도

있다.

- [0077] 영상정보 처리부(140)는 분할된 뇌세포 정보와 3차원 영상의 신호정보를 결합하여 회색질과 백색질 세포(gray matter-white matter)의 경계(boundary) 이진법 (binary) 맵(map 혹은 지도)을 만든다. 이후에 정상인의 boundary binary 맵 자료와 뇌전증 환자의 자료를 비교하여 확률적 boundary 맵을 만들고, 인공지능을 이용하여 병변이 아닌 (false positive) 부위가 최소화된 최종적인 boundary Z-score 맵을 생성할 수 있다.
- [0078] 환자에서 획득한 boundary binary map은 convolution시킨 후에 정상인에서 획득된 convolution된 boundary binary map과의 차이를 평가하는 false positive 가능성을 평가하는 인공지능을 이용하게 된다.
- [0079] 일실시에에 따른 영상정보 처리부(140)는 회색질(gray matter) 정보와 백색질(white matter) 정보의 경계(gray-white matter boundary)를 기반으로, 이진법 지도화(binary map) 영상을 생성할 수 있다.
- [0080] 이 과정에서, 영상정보 처리부(140)는 제1 영상으로부터 획득하는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)에 있어, 제1 영상의 신호값이 상기 제1 영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 상기 제1 영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로 결정할 수 있다.
- [0081] 또한, 영상정보 처리부(140)는 제2 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)에 있어, 제2 영상 신호값이 제2 영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 그리고 제2 영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로 결정할 수 있다.
- [0082] 일실시에에 따른 영상정보 처리부(140)는 제1 영상과 제2 영상을 동시에 사용하는 경우, 제1 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)과 제2 영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map)의 곱으로써, 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)을 결정할 수 있다.
- [0083] 구체적인 예로, 일실시에에 따른 영상정보 처리부(140)는 분석모집단으로부터 뇌전증이 발생하지 않은 정상인들에 대해 나이대별로, 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)를 산출할 수 있다.
- [0084] 또한, 산출된 뇌세포 경계 이진법 지도화에 대한 평균 및 표준편차를 산출할 수 있다.
- [0085] 다음으로, 일실시에에 따른 영상정보 처리부(140)는 분석모집단으로부터 뇌전증이 발생한 환자들에 대해 나이대별로, 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)를 산출하고, 산출된 환자들의 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)와 산출된 정상인들의 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary map)에 대한 차이값을, 상기 정상인들의 뇌세포 경계 이진법을 지도화(gray-white matter boundary binary (gwBB)) 하여 표준편차 맵으로 나눠 Z-score 값으로 산출할 수 있다.
- [0086] 뇌전증 부위 측정부(150)는 이렇게 생성된 boundary Z-score 맵을 이용하여 뇌전증 부위를 측정할 수 있다.
- [0087] 환자에서 획득한 boundary binary map은 정상인에서 획득한 회색질과 백색질의 경계(gray-white matter boundary) 평균 binary map과 표준편차 binary map을 이용하여 병변의 위치를 확률적으로 보여주는 기술이다.
- [0088] 일실시에에 따른 제어부(160)는 각 구성요소들에 명령어를 제공하거나, 각 구성요소들 간에 명령어를 송수신하는 채널의 역할을 수행하는 등 프로그래밍된 다양한 기능을 수행하는 중앙처리유닛으로 해석될 수 있다.
- [0089] 도 2는 뇌전증 환자의 3차원 T1강조영상 조영제 주입 전(220, 3DT1WI)과 후(210, CE 3DT1WI) 및 3차원 T2강조영상 (230, 3DT2WI) 및 3차원 백색질영상(240, 3D DIR)을 도시하는 도면이다.
- [0090] 도 2는 한 명의 뇌전증 환자의 3차원 T1강조영상 및 3차원 T2강조영상 및 DIR 영상을 나타낸다.
- [0091] 도 2에서 보듯이 일반적인 자기공명영상에서는 조영제를 주입전후의 3DT1강조영상 또는 3차원 T2강조영상 및 DIR 영상으로는 뇌전증 병소 부위는 확인할 수 없다.
- [0092] 본 발명에서는 뇌전증 병소부위를 보여주기 위하여 T1강조영상과 T2강조영상 또는 FLAIR 영상 또는 DIR 영상을 결합하여 회색질과 백색질의 경계(gray-white matter boundary)을 이진법 맵(binary map) 영상을 이용하는 기술이다.
- [0093] 본 발명에서 제1 영상은 T1강조영상을 포함하는 영상 또는 T1강조영상으로 해석될 수 있다. 또한, 제2 영상은 T2강조영상 또는 FLAIR 영상 또는 DIR 영상의 각각 또는 결합된 영상으로 해석될 수 있다.
- [0094] 본 실시예에서는 설명의 편의를 위해, 제1 영상은 T1강조영상, 제2 영상은 T2강조영상으로 대신하여 설명하나,

제2 영상은 T2강조영상뿐만 아니라 FLAIR 영상 또는 DIR 영상을 사용할 수도 있다.

- [0095] 도 2는 일반적인 자기공명영상에서는 뇌전증 병소 부위는 확인할 수 없다는 것을 예시적으로 보여주는 한 명의 뇌전증 환자의 3차원 T1강조영상 조영제 주입 전(3DT1WI)과 후(CE 3DT1WI) 및 3차원 T2강조영상 (3DT2WI) 및 3차원 백색질영상(3D DIR) 이다.
- [0096] 3차원 T1강조영상 영상만으로 또는 3차원 T2강조영상만으로도 gray-white matter boundary binary map을 만들 수는 있으나, 이 경우 병변에 과거에 발생한 뇌졸중 병변이나 기타 다른 병변이 있는 경우 생성된 gray-white matter boundary binary map이 부정확하게 되고 brain tissue segmentation한 결과도 부정확하게 된다.
- [0097] 따라서 일실시에에 따른 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 1차적으로는 3차원 T1강조영상 영상을 기본으로 하고 추가적으로 3차원 T2강조영상 또는 FLAIR 영상 또는 DIR 영상과 결합하여 brain tissue segmentation을 높이고 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map) 정확도를 높이게 된다.
- [0098] 일실시에에 따른 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 brain tissue segmentation을 위해 3차원 T1강조영상과 다른 영상 (3차원 T2강조영상 또는 FLAIR 영상 또는 DIR 영상)을 동시에 입력으로 하여 인공지능을 이용하여 회색질(gray matter), 백색질(white matter), 그리고 뇌척수액(cerebrospinal fluid, CSF), 그 외(others)로 분할할 수 있다.
- [0099] 일실시에에 따른 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 이렇게 분할된 정보를 통해, 3차원 T1강조영상과 다른 영상 (3차원 T2강조영상 또는 FLAIR 영상 또는 DIR 영상)의 신호강도 (signal intensity) 문턱(threshold) 값을 이용하여 gray-white matter boundary binary map을 획득한다.
- [0100] 일실시에에 따른 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 신호강도 (signal intensity) 문턱(threshold) 값의 조건을 활용하여 gray-white matter boundary binary map을 획득할 수 있다.
- [0101] 뇌세포 분할로 정해진 영역 중에서 회색질(gray matter) 및 백색질(white matter)이 일정 비율이상 포함된 영역에서의 신호강도 (signal intensity) 문턱(threshold) 값은 아래와 같다.
- [0102] 구체적으로, 일실시에에 따른 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 회백질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회백질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 함으로써 T1강조영상에서 최소신호 문턱값을 설정할 수 있다.
- [0103] 또한, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로써 T1강조영상에서 최대신호 문턱값을 설정할 수 있다.
- [0104] 또한, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 함으로써 T2강조영상에서 최소신호 문턱값을 설정할 수 있다.
- [0105] 또한, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 회색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로써 T2강조영상에서 최대신호 문턱값을 설정할 수 있다.
- [0106] 또한, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 T1강조영상 신호값이 T1강조영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 그리고 T1강조영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역으로써, T1강조영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map)를 결정할 수 있다.
- [0107] 또한, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 T2강조영상 신호값이 T2강조영상에서 최소신호 문턱값보다 크고 그리고 T2강조영상에서 최대신호 문턱값 보다 작은 영역에서 T2강조영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map)를 설정할 수 있다.
- [0108] 또한, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 앞의 T1강조영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map)와 T2강조영상에서 얻는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map)의 곱으로써 T1강조영상과 T2강조영상을 동시에 사용하는 경우의 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map)를 설정할 수 있다.
- [0109] 도 3은 3차원 T1강조영상과 다른 영상을 동시에 사용하여 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)와 회색질(gray matter) 및 백색질(white matter)을 도시하는 도면이다.
- [0110] 도 3은 뇌전증 부위 측정 시스템(100)에서 뇌전증 병소부위를 일차적으로 찾기 위하여 사용하는 기술로 제1 영상과 제2 영상, 예를 들면 제1 영상으로 3차원 T1강조영상과 제2 영상으로 3차원 T2강조영상 또는 FLAIR 영상 또는 DIR 영상을 도면부호 310과 같이, 동시에 사용하여 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter

boundary binary (gwBB) map)와 회색질(gray matter) 및 백색질(white matter)을 나타낸다.

- [0111] 제1 영상으로 3차원 T1강조영상을 사용하는 경우에 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)나 제2 영상으로 3차원 T2강조영상을 사용하는 경우에 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)와 비교하여 [좌측 3컬럼], 3차원 T1강조영상과 3차원 T2강조영상을 동시에 사용하여 얻어진 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)가 더 얇은 것을 알 수 있다. 하지만 뇌전증 병소부위를 보여주기 위해서는 뇌전증 부위 측정 시스템(100)에 의한 보다 세밀한 분석 기술이 필요할 수 있다.
- [0112] 도 4는 한 뇌전증 환자에서 뇌전증 병변의 위치를 확인할 수 있는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 및 이를 확률적으로 표시한 boundary Z-score map을 도시하는 도면이다.
- [0113] 뇌전증 환자에서 얻은 뇌전증 병소부위가 있는 복셀에서는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 값이 정상인에서 얻은 평균 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 값보다 크기 때문에 boundary Z-score map에서는 더욱더 밝게 보이게 된다. boundary Z-score map은 뇌전증 병소위치를 나타내는 확률적 맵이다.
- [0114] 도 4에서는 boundary Z-score map을 보여주고 있다.
- [0115] 도면부호 410은 제1 영상인 3차원 T1강조영상 조영제 주입 전(220, 3DT1WI) 영상, 도면부호 420은 제2 영상인 3차원 T2강조영상 (3DT2WI)을 나타낸다.
- [0116] 도면부호 430은 제1 영상과 제2 영상을 결합하여 동시에 사용하는 실시예를 나타낸다.
- [0117] 일반적으로 각 뇌전증 환자에서 얻은 뇌전증 병소부위가 아닌 정상복셀에서는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 값이 정상인에서 얻은 평균 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 값 보다 작거나 같은 정도이기 때문에 boundary Z-score map에서는 음수이거나 아니면 값이 영(zero)가 대부분이어서 어렵게 나타난다.
- [0118] 하지만 뇌전증 환자에서 얻은 뇌전증 병소부위가 있는 복셀에서는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 값이 정상인에서 얻은 평균 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 값 보다 크기 때문에 boundary Z-score map에서는 양수로 나타나게 되고 그 차이가 크면 클수록 boundary Z-score map에서 더욱 더 밝게 보이게 된다. boundary Z-score map은 뇌전증 병소위치를 나타내는 확률적 맵이다.
- [0119] 뇌전증 부위 측정 시스템(100)에 의한 확률적 boundary map 생성 기술에 대해서 설명한다.
- [0120] 3차원 T1강조영상과 다른 영상 (3차원 T2강조영상 또는 FLAIR 영상 또는 DIR 영상)을 동시에 사용하여 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)를 확률적 값으로 표현 하기 위해서, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 환자가 아닌 정상인에서의 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map)의 평균과 표준편차를 알아야 한다.
- [0121] 이를 위해, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 뇌전증 환자가 주로 젊은 나이에 많기 때문에 20대와 30대 젊은 정상인을 대상으로 각각의 사람에서 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)를 얻은 후에 이 맵을 평균하고 표준편차를 구한다(gwBB_mean_young 및 gwBB_SD_young).
- [0122] 또한 젊은 사람이 아닌 상대적으로 나이가 있는 사람에서도 뇌전증 환자가 발생할 수 있기 때문에 50대와 60대의 정상인을 대상으로도 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map)를 얻은 후에 이 맵을 평균하고 표준편차를 구할 수 있다.
- [0123] 물론 각 각의 연령대별 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)를 얻은 후에 이 맵을 평균하고 표준편차를 구할 수도 있다.
- [0124] 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 확률적 boundary map을 앞에서 생성한 정상인의 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB)) 평균과 표준편차 맵을 이용하게 된다.
- [0125] 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 뇌전증 환자에서의 확률적 boundary map은 환자의 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB))과 정상인의 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB)) 평균 맵을 빼고 이 차이를 정상인의 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter

boundary binary (gwBB)) 표준편차 맵으로 나누면 되고 이것이 통계에서 이야기 하는 Z-score 값과 동일하게 되며 단지 영상으로 얻어지게 되는 것이다.

- [0126] 따라서 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 이 영상을 boundary Z-score map으로 생성하게 된다. 통계적으로 각 각의 복셀에서 뇌전증 병소 부위일 가능성이 몇 퍼센트 인지를 영상으로 만든 것이다.
- [0127] 도 5는 인공지능 deep learning network을 이용하여 병변이 아닌 (false positive) 병소 위치가 최소화된 최종적으로 얻어진 boundary Z-score map을 도시한 도면이다.
- [0128] 특히, 도면부호 510은 가공되지 않은 자기공명영상을 나타내고, 도면부호 520은 본 발명에서 권리와 하려는 뇌전증 병변 위치가 표시된 확률 맵을 나타낸다.
- [0129] 도 5는 인공지능 deep learning network을 이용하여 병변이 아닌 (false positive) 병소 위치가 최소화된 최종적으로 얻어진 boundary Z-score map이다. 도 5에서 십자선이 마주치는 곳이 뇌전증을 유발시키는 병소부위이다.
- [0130] 정상인에서 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)와 뇌전증 환자에서 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)를 동시에 인공지능 deep learning network에 넣어 평가하여 병변이 아닌 (false positive) 병소 위치가 최소화된 최종적으로 얻어진 boundary Z-score map이다.
- [0131] 인공지능을 이용한 확률적 boundary map에서 false positive 병변 위치를 최소화 하는 방법이 필요하다.
- [0132] 산출한 boundary Z-score map에는 아직도 여러 이유로 뇌전증 병소위치가 아닌데 병소위치 인 것처럼 보일 수가 있다. 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 병변이 아닌 (false positive) 병소 위치를 최소화 할 수 있다.
- [0133] 3차원 T1강조영상만을 사용하여 얻은 boundary Z-score map에서 뇌의 subcortical 부위가 대부분 밝게 나와 많은 false positive 병소위치를 보여주는데 이를 위해, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 3차원 T1강조영상과 다른 영상 (3차원 T2강조영상 또는 FLAIR 영상 또는 DIR 영상)을 동시에 사용하였기 때문에 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)에서 자동적으로 이 subcortical 부위가 사라지게 되고 boundary Z-score map에서도 사라지게 된다.
- [0134] 또한, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 정상인에서 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)와 뇌전증 환자에서 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)를 동시에 인공지능 deep learning network에 넣어 정상인에서 일반적으로 높게 나타나는 영역을 찾아 그 값으로 환자에서 획득한 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map)의 각 복셀 값을 보정할 수 있다. 또한, 이러한 과정에서 병변이 아닌 (false positive) 병소 위치를 최소화할 수 있다.
- [0135] 이 과정에서, 뇌전증 부위 측정 시스템(100)은 3x3 window filter나 5x5 window filter 또는 8x8 window filter를 사용해서 주변 복셀에서의 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary map) 값의 변화를 평가하게 되고 이 값을 이용하여 병변이 아닌 (false positive) 병소 위치가 최소화된 boundary Z-score map을 획득할 수 있다.
- [0136] 도 5는 한 명의 뇌전증 환자에서 최종적으로 얻어진 boundary Z-score map을 보여주고 있다. 십자선이 마주치는 곳이 뇌전증을 유발시키는 병소부위이다.
- [0137] 도 6은 일실시에에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0138] 일실시에에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 환자로부터 획득한 자기공명 영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 중에서 3차원 T1강조영상 영상을 포함하는 제1 영상을 획득할 수 있다 (단계 601).
- [0139] 다음으로, 일실시에에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 획득한 제1영상에 상응하여, 상기 획득한 자기공명영상으로부터 3차원 T2강조영상, FLAIR(Fluid-Attenuated Inversion Recovery) 영상, 또는 DIR(Delayed Inversion Recovery) 영상 중에서 적어도 하나의 영상을 포함하는 제2 영상을 획득할 수 있다(단계 602).
- [0140] 일실시에에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 제1 영상과, 제2 영상을 결합

한 결합영상을 생성할 수 있다(단계 603).

- [0141] 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 결합영상으로부터 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할할 수 있다(단계 604).
- [0142] 이를 위해, 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 제1 영상 그리고 상기 제2 영상에 대한 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값과 분할된 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할할 수 있다.
- [0143] 특히, 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출할 수 있다.
- [0144] 보다 구체적으로, 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 제1 영상에서 회색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 합으로 상기 최소신호 문턱값을 산출할 수 있다.
- [0145] 또한, 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하기 위해, 제1 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 최대신호 문턱값을 산출할 수 있다.
- [0146] 또한, 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하기 위해, 제2 영상에서 백색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 백색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 합으로 최소신호 문턱값을 산출할 수 있다.
- [0147] 또한, 최소신호 문턱값과 최대신호 문턱값을 포함하는 상기 신호강도(signal intensity) 문턱(threshold) 값을 산출하기 위해, 제2 영상에서 회색질이 특정량 이상 있는 복셀에서 회색질 평균 신호강도에 1 표준편차 절반의 신호강도 차로 상기 최대신호 문턱값을 산출할 수 있다.
- [0148] 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 결합영상으로부터 회색질(gray matter) 정보, 백색질(white matter) 정보를 분할하기 위해, 회색질(gray matter) 정보와 상기 백색질(white matter) 정보의 경계(gray-white matter boundary)를 기반으로, 이진법 지도화(binary map) 영상을 생성할 수 있다.
- [0149] 또한, 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정할 수 있다(단계 605).
- [0150] 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정하는 방법은 도 7을 통해 보다 구체적으로 설명한다.
- [0151] 도 7은 일실시예에 따른 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정하는 방법을 구체적으로 설명하는 흐름도이다.
- [0152] 3차원의 뇌 MRI 영상 2가지를 이용하여 표준 뇌에 정규화(normalization) 시킨 후에, 인공지능 기술을 활용한 뇌세포를 분할(segmentation)시키고, 분할된 뇌세포 정보와 3차원 영상의 신호정보를 결합하여 회색질과 백색질 세포(gray matter-white matter)의 경계(boundary) 이진법 (binary) 맵(map 혹은 지도)을 만든다. 이후에 정상인의 boundary binary 맵 자료와 뇌전증 환자의 자료를 비교하여 확률적 boundary Z-score 맵을 만들고, 인공지능을 이용하여 병변이 아닌 (false positive) 부위가 최소화된 최종적인 boundary Z-score 맵을 만든다.
- [0153] 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정하기 위해, 분할된 뇌세포 정보와 3차원 영상의 신호정보를 결합하여 회색질과 백색질 세포(gray matter-white matter)의 경계(boundary) 이진법 (binary) 맵(map 혹은 지도)을 생성하고(단계 701), 정상인의 boundary binary 맵 자료와 뇌전증 환자의 자료를 비교하여 확률적 boundary Z-score 맵을 생성하며(단계 702), 인공지능을 이용하여 병변이 아닌 (false positive) 부위가 최소화된 최종적인 boundary Z-score 맵을 생성할 수 있다(단계 703). 또한, 생성된 boundary Z-score 맵을 이용하여 뇌전증 부위를 측정할 수 있다(단계 704).
- [0154] 도 8은 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법을 정상인의 자료를 통해 나타내는 실시예를 도시한 도면이다.
- [0155] 도 8은 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 3차원의 뇌 MRI 영상

2가지(3DT1WI, 3DT2WI)를 이용하여 표준 뇌에 정규화(normalization) 시킨 후에, 도면부호 810의 인공지능 기술을 활용한 뇌세포를 분할(segmentation)시킬 수 있다.

- [0156] 이후, 일실시예에 따른 다중 대조도 뇌 자기공명영상을 이용한 뇌전증 부위 측정 방법은 분할된 정보를 기반으로 뇌전증 부위를 측정하는데, 우선적으로 분할된 정보와 3차원 영상의 신호정보를 결합하여 도면부호 830의 회색질과 백색질 세포(gray matter-white matter)의 경계(boundary) 이진법 (binary) 맵(map 혹은 지도)을 생성할 수 있다.
- [0157] 본 발명에서는, 정상인의 boundary binary 맵 자료와 뇌전증 환자의 자료를 비교하여 확률적 boundary Z-score 맵을 만들고, 도면부호 820의 인공지능을 이용하여 병변이 아닌 (false positive) 부위가 최소화된 최종적인 boundary Z-score 맵(840)을 생성할 수 있다.
- [0158] 또한, 생성된 boundary Z-score 맵(840)을 이용하여 뇌전증 부위를 측정할 수 있다.
- [0159] boundary Z-score 맵(840)은 뇌전증 병소위치를 나타내는 확률적 맵으로서, 통계에서의 Z-score를 기반으로 한다.
- [0160] 일실시예에 따른 boundary Z-score 맵(840)은 통계적으로 각 각의 복셀에서 뇌전증 병소 부위일 가능성이 몇 퍼센트 인지를 영상으로 표현한 것이다.
- [0161] 일반적으로 각 뇌전증 환자에서 얻은 뇌전증 병소부위가 아닌 정상복셀에서는 뇌세포 경계 이진법 지도화(gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 값이 정상인에서 얻은 평균 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 값 보다 작거나 같은 정도이기 때문에 boundary Z-score map에서는 음수이거나 아니면 값이 영(zero)가 대부분이어서 어렵게 나타난다.
- [0162] 하지만 뇌전증 환자에서 얻은 뇌전증 병소부위가 있는 복셀에서는 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 값이 정상인에서 얻은 평균 뇌세포 경계 이진법 지도화 (gray-white matter boundary binary (gwBB) map) 값 보다 크기 때문에 boundary Z-score map에서는 양수로 나타나게 되고 그 차이가 크면 클수록 boundary Z-score 맵에서 더욱 더 밝게 보일 수 있다.
- [0163] 결국, 본 발명을 이용하면, 뇌전증 환자의 다중 대조도 뇌 자기공명영상 처리를 이용하여 병변의 위치를 결정할 수 있다. 또한, 뇌전증 유발 병소 위치를 찾아 진단을 도움을 주고 난치성 뇌전증 환자의 정밀한 수술 부위를 결정하는데 도움을 줄 수 있고, 뇌전증 병소부위를 보여주기 위하여 T1강조영상과 T2강조영상, 또는 FLAIR 영상, 또는 DIR 영상을 결합하여 회색질과 백색질의 경계(gray-white matter boundary)를 나타내는 이진법 맵 (binary map) 영상을 생성할 수 있다.
- [0164] 뿐만 아니라, 본 발명을 이용하면, 정상인에서 획득한 회색질과 백색질의 경계(gray-white matter boundary) 평균 binary map과 표준편차 binary map을 이용하여 환자의 boundary binary map을 산출하여 병변의 위치를 확률적으로 계산할 수 있다.
- [0166] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소 (processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서 (parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성 (processing configuration)도 가능하다.
- [0167] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로 (collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나

처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

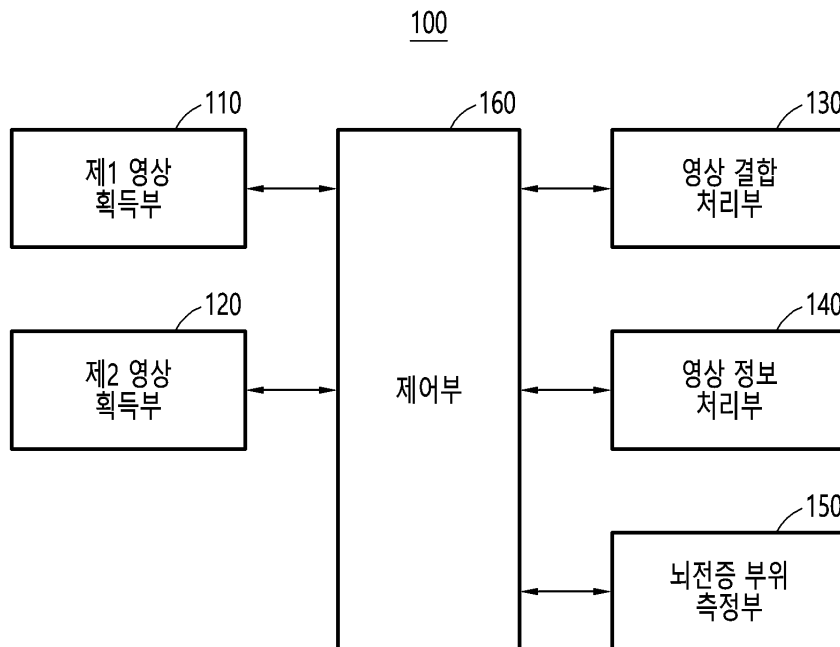
[0168] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0169] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

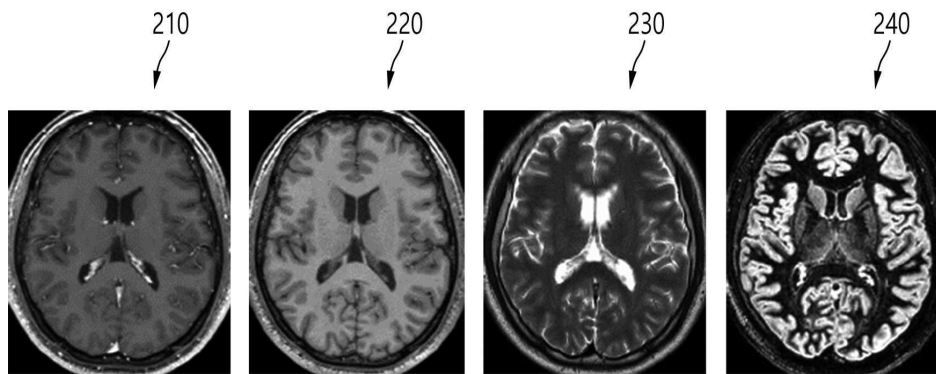
[0170] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

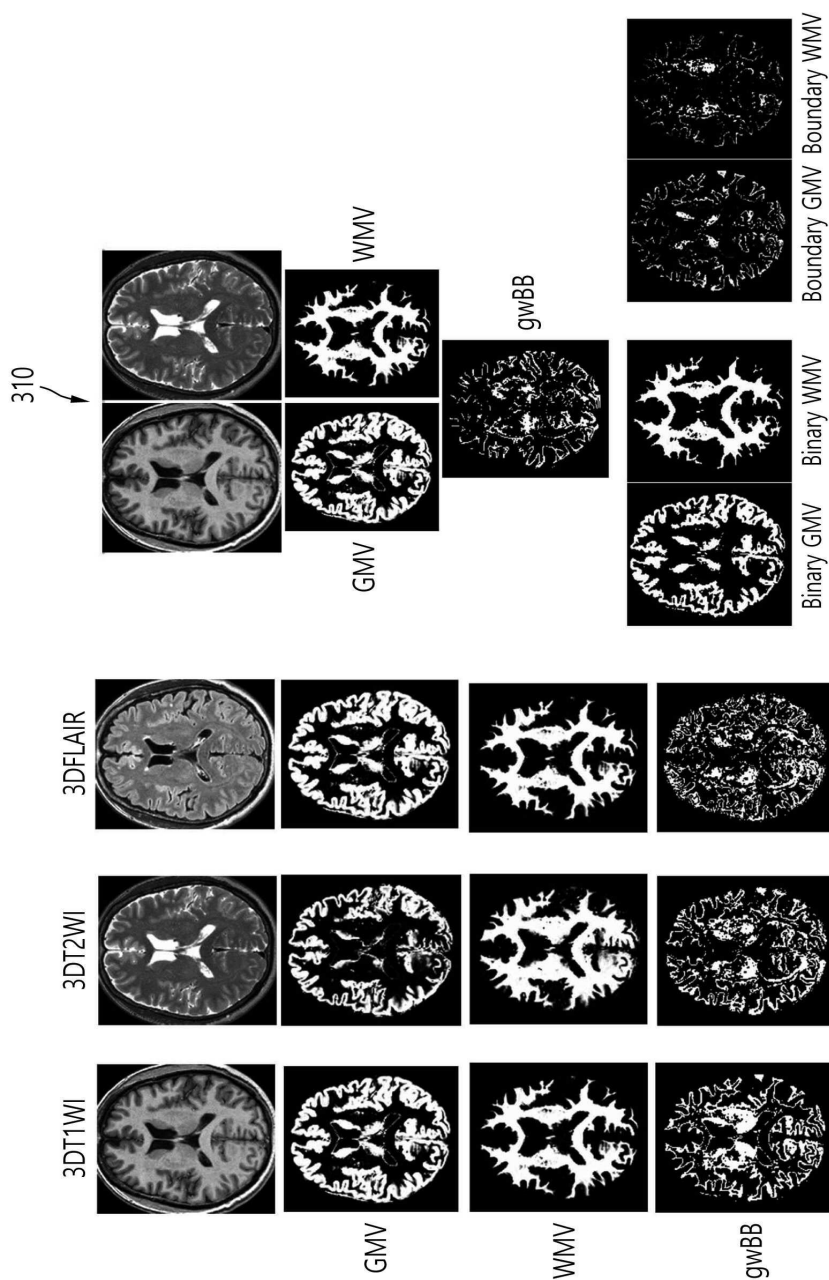
도면1



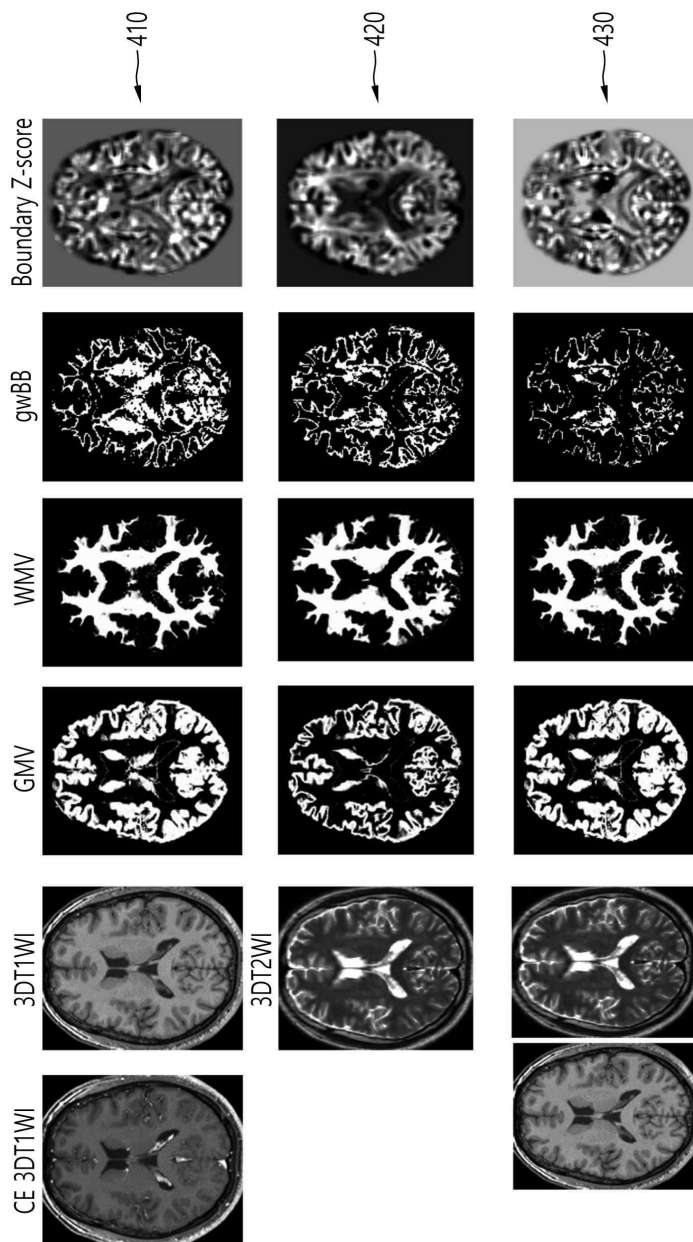
도면2



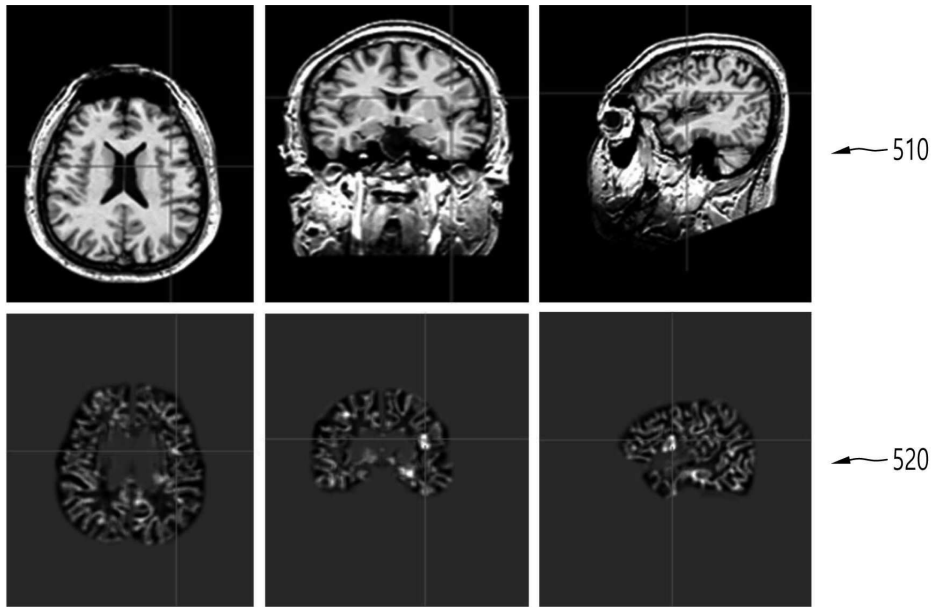
도면3



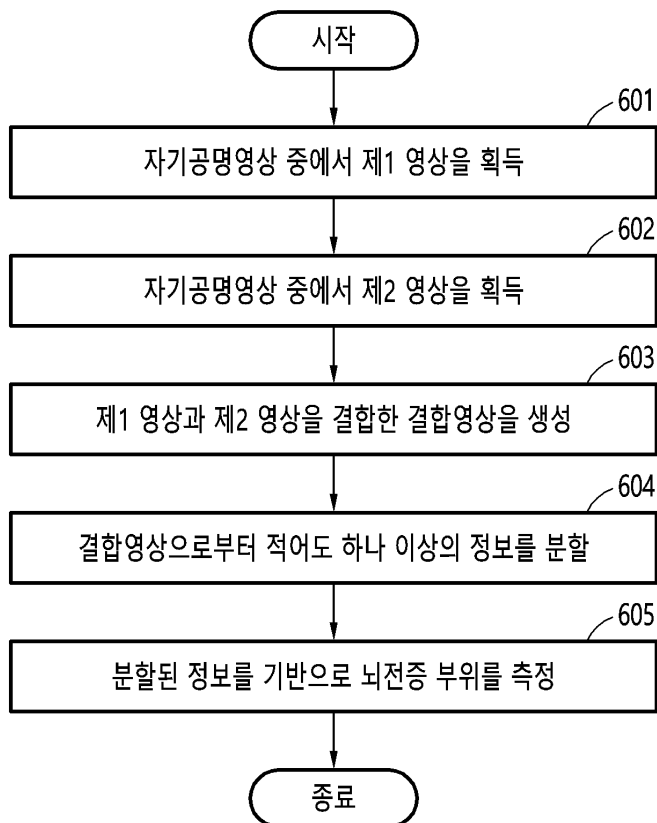
도면4



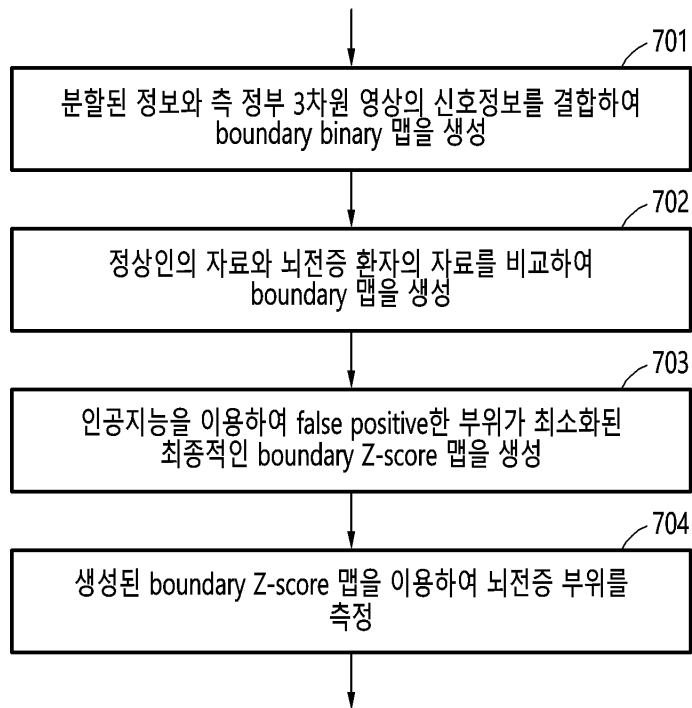
도면5



도면6



도면7



도면8

