



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0079191
(43) 공개일자 2019년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)	(71) 출원인
<i>A61B 5/00</i> (2006.01) <i>A61B 6/00</i> (2006.01)	고려대학교 산학협력단
<i>A61B 6/03</i> (2006.01) <i>G06T 7/11</i> (2017.01)	서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(52) CPC특허분류	(72) 발명자
<i>A61B 5/7275</i> (2013.01)	김동주
<i>A61B 6/03</i> (2013.01)	서울특별시 강남구 압구정로 201, 82동 1106호
(21) 출원번호 10-2017-0181222	(74) 대리인
(22) 출원일자 2017년12월27일	심경식, 홍성욱
심사청구일자 2017년12월27일	

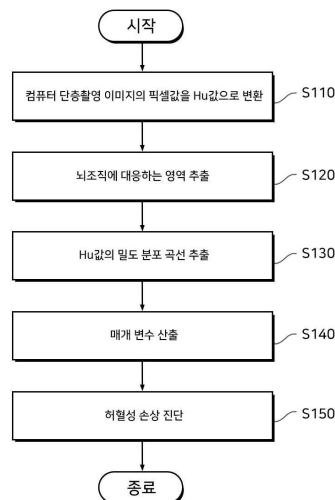
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 장치, 방법 및 이를 기록한 기록매체

(57) 요약

본 발명은 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 장치, 방법 및 이를 기록한 기록매체에 관한 것이다. 본 발명에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법은 뇌의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지의 픽셀 값을 하운스필드 유닛(HU: Hounsfield Unit)값으로 변환하는 단계, 상기 이미지 중 뇌조직에 대응하는 영역을 추출하는 단계, 상기 추출된 뇌조직에 대응하는 영역의 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계, 상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선 면적을 사등분하여 상기 사등분된 하운스필드 유닛값의 구간길이를 매개변수로 산출하는 단계, 및 상기 산출된 매개변수를 이용하여 허혈성 손상을 진단하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 6/5217 (2013.01)

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 2207/10081 (2013.01)

G06T 2207/30016 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

뇌의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지의 픽셀 값을 하운스필드 유닛(HU: Hounsfield Unit)값으로 변환하는 단계;

상기 이미지 중 뇌조직에 대응하는 영역을 추출하는 단계;

상기 추출된 뇌조직에 대응하는 영역의 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계;

상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선 면적을 사등분하여 상기 사등분된 하운스필드 유닛값의 구간길이를 매개변수로 산출하는 단계; 및

상기 산출된 매개변수를 이용하여 허혈성 손상을 진단하는 단계;

를 포함하는 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 뇌조직에 대응하는 영역을 추출하는 단계는,

상기 컴퓨터 단층촬영 이미지의 각각의 픽셀을 유효 픽셀과 무효 픽셀로 구분하고, 기준점을 설정하여, 기준점으로부터 상측 방향, 하측 방향, 좌측 방향, 및 우측 방향으로 상기 하운스필드 유닛값이 설정된 범위에 있는 유효 픽셀을 선택하여 상기 뇌조직에 대응하는 영역을 추출하는, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계는,

0 이상 79 이하의 총합이 100이되는 상기 하운스필드 유닛값을 가지는 픽셀 수를 각각 카운트하고, 각 픽셀의 상기 하운스필드 유닛값을 상기 카운트된 전체 픽셀 수로 나누어 상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계는,

3차원 단층촬영 이미지 각각에 대하여 각각의 슬라이스 단위로 상기 하운스필드 유닛값을 가지는 픽셀 수를 더하여 상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 매개변수로 산출하는 단계는,

상기 하운스필드값이 0인 지점부터 상기 하운스필드값이 증가하는 방향으로 상기 밀도 분포 곡선의 전체 면적을 계산하는 단계;

상기 전체 면적의 25%, 50%, 75%, 100%인 영역을 구분하는 단계;

상기 구분된 각 영역까지의 하운스필드값(P1, P2, P3, P4)을 결정하는 단계; 및

상기 결정된 하운스필드값(P1, P2, P3, P4)을 아래 수학적식에 대입하여 상기 매개변수(L1, L2, L3, L4)를 산출하는 단계;

$$Li = \begin{cases} P_i & (i = 1) \\ P_i - P_{i-1} & (i > 1) \end{cases}$$

를 포함하여 구성되는, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 허혈성 손상을 진단하는 단계는,

형태학적 파라미터를 이용하여 상기 허혈성 손상을 진단하는,

컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 형태학적 파라미터는 상기 매개변수 L2와 상기 매개변수 L3의 합을 IQR(InterQuartile Range)로 정의한 경우, 상기 IQR에 왜도(skewness) 또는 첨도(kurtosis)를 곱한 결과값으로 나타나는, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 왜도(Skewness)와, 상기 첨도(Kurtosis)는 아래 수학적식들에 의해 계산되는,

$$Skewness = \frac{1}{80} \sum_{i=0}^{79} \left(\frac{\lambda_p - m}{\sigma} \right)^3, \quad Kurtosis = \frac{1}{80} \sum_{i=0}^{79} \left(\frac{\lambda_p - m}{\sigma} \right)^4$$

(여기서, λ_p 는 하운스필드값이고, m 은 평균, σ 는 표준편차를 나타냄)

컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 한 항에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 10

조직의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지의 픽셀 값을 하운스필드 유닛(HU: Hounsfield Unit)값으로 변환하는 단계;

상기 이미지 중 조직에 대응하는 영역을 추출하는 단계;

상기 추출된 조직에 대응하는 영역의 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계;

상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선 면적을 설정된 퍼센트 단위로 N개 구간으로 나누고, 상기 N개 구간의 하운스필드 유닛값의 구간길이를 매개변수로 산출하는 단계; 및

상기 산출된 매개변수를 이용하여 상기 조직의 손상을 진단하는 단계;

를 포함하는 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 조직의 손상 진단 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 설정된 퍼센트는, 상기 N개 구간에 대하여 균등하게 또는 서로 다르게 설정되는, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 조직의 손상 진단 방법.

청구항 12

조직의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지를 수신하는 입력부; 및

상기 이미지를 정량화하여 조직의 손상을 진단하는 제어부;

를 포함하고,

상기 제어부는, 상기 이미지의 픽셀 값을 하운스필드 유닛(HU: Hounsfield Unit)값으로 변환하고, 상기 이미지 중 조직에 대응하는 영역을 추출하고, 상기 추출된 조직에 대응하는 영역의 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하고, 상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선 면적을 설정된 퍼센트 단위로 N개 구간으로 나누고, 상기 N개 구간의 하운스필드 유닛값의 구간길이를 매개변수로 산출하고, 상기 산출된 매개변수를 이용하여 상기 조직의 손상을 진단하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 조직의 손상 진단 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 장치, 진단 방법 및 이를 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 뇌 손상의 대부분 유형은 1차적 손상이 발생한 후 몇 시간 이내에 발생하는 2차적인 허혈성 또는 부종성 발작을 통해 악화된다. 외상, 뇌졸중 등으로 나타나는 이러한 후천성 뇌손상(ABI: Acquired Brain Injury)은 급성기 동안 손상의 정도를 신속하게 판단할수록 2차적인 뇌손상을 최소화할 수 있다.

[0003] 현재, 이러한 후천성 뇌손상을 방지하기 위하여 CT 촬영 후 영상판독으로 후천성 뇌손상을 진단하고 있다. 그러나, 이러한 방법은 판단하는 이의 주관이 관여되므로 판독자간 변동성이 발생할뿐만 아니라, 더불어 객관적이고 정량적인 평가가 불가능한 한계가 있다.

[0004] 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 컴퓨터 단층 촬영 영상의 하운스필드 유닛(HU: Hounsfield Unit)값을 도입하여 뇌의 밀도를 정량화하고 이값을 이용하여 진단 및 예후 예측 정확도를 향상시키려는 연구가 진행되고 있다. 그러나, HU값은 컴퓨터 단층 촬영 기기 및 촬영 조건(tube-voltage, tube-current 등)에 따라 값의 차이가 발생

하여 값의 변동성이 존재하기에 기기의 HU값의 오차를 보정해야 하는 전처리 또는 후처리 과정이 필요하다.

[0005] 상기의 문제점들을 해결할 수 있는 후천성 뇌손상 등의 조직 손상을 정량적인 수치로 실시간 검출가능한 방법이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 등록특허 제10-1530015, 발명의 명칭: 컴퓨터 단층촬영 이미지의 밀도 분석 방법
(특허문헌 0002) 미국등록특허 US8218835, 발명의 명칭: Method for assisting in diagnosis of cerebral diseases and apparatus thereof

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 뇌조직 및 병변의 하운스필드값을 전체 픽셀 개수에 대한 비율로 변환한 밀도 분포 곡선을 이용하여 조직 손상을 정량적 수치로 실시간 검출하고, 이 값을 이용하여 관련된 질병을 진단할 수 있는 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 장치, 진단 방법 및 이를 기록한 기록매체를 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법은 뇌의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지의 픽셀 값을 하운스필드 유닛(HU: Hounsfield Unit)값으로 변환하는 단계, 상기 이미지 중 뇌조직에 대응하는 영역을 추출하는 단계, 상기 추출된 뇌조직에 대응하는 영역의 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계, 상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선 면적을 사등분하여 상기 사등분된 하운스필드 유닛값의 구간길이를 매개변수로 산출하는 단계, 및 상기 산출된 매개변수를 이용하여 허혈성 손상을 진단하는 단계를 포함한다.

[0009] 여기서, 뇌조직에 대응하는 영역을 추출하는 단계는, 상기 컴퓨터 단층촬영 이미지의 각각의 픽셀을 유효 픽셀과 무효 픽셀로 구분하고, 기준점을 설정하여, 기준점으로부터 상측 방향, 하측 방향, 좌측 방향, 및 우측 방향으로 상기 하운스필드 유닛값이 설정된 범위에 있는 유효 픽셀을 선택하여 상기 뇌조직에 대응하는 영역을 추출할 수 있다.

[0010] 또한, 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계는, 0 이상 79 이하의 총합이 100이되는 상기 하운스필드 유닛값을 가지는 픽셀 수를 각각 카운트하고, 각 픽셀의 상기 하운스필드 유닛값을 상기 카운트된 전체 픽셀 수로 나누어 상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출할 수 있다.

[0011] 또한, 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계는, 3차원 단층촬영 이미지 각각에 대하여 각각의 슬라이스 단위로 상기 하운스필드 유닛값을 가지는 픽셀 수를 더하여 상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출할 수 있다.

[0012] 또한, 매개변수로 산출하는 단계는, 상기 하운스필드값이 0인 지점부터 상기 하운스필드값이 증가하는 방향으로 상기 밀도 분포 곡선의 전체 면적을 계산하는 단계, 상기 전체 면적의 25%, 50%, 75%, 100%인 영역을 구분하는 단계, 상기 구분된 각 영역까지의 하운스필드값(P1, P2, P3, P4)을 결정하는 단계, 및 상기 결정된 하운스필드값(P1, P2, P3, P4)을 아래 수학적식에 대입하여 상기 매개변수(L1, L2, L3, L4)를 산출하는 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

$$L_i = \begin{cases} P & (i = 1) \\ P_i - P_{i-1} & (i > 1) \end{cases}$$

[0013] 또한, 허혈성 손상을 진단하는 단계는, 형태학적 파라미터를 이용하여 상기 허혈성 손상을 진단할 수 있다.
[0014]

[0015] 여기서, 형태학적 파라미터는 상기 매개변수 L2와 상기 매개변수 L3의 합을 IQR(InterQuartile Range)로 정의한

경우, 상기 IQR에 왜도(skewness) 또는 첨도(kurtosis)를 곱한 결과값으로 나타낼 수 있다.

상기 왜도(Skewness)와 상기 첨도(Kurtosis)는 아래 수학식에 의해 계산된다.

$$Skewness = \frac{1}{80} \sum_{i=0}^N \left(\frac{\lambda_p - m}{\sigma} \right)^3, \quad Kurtosis = \frac{1}{80} \sum_{i=0}^N \left(\frac{\lambda_p - m}{\sigma} \right)^4$$

(여기서, λ_p 는 하운스필드값이고, m 은 평균, σ 는 표준편차를 나타냄)

또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기의 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공할 수 있다.

또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 조직의 손상 진단 방법은 조직의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지의 픽셀 값을 하운스필드 유닛(HU: Hounsfield Unit)값으로 변환하는 단계, 상기 이미지 중 조직에 대응하는 영역을 추출하는 단계, 상기 추출된 조직에 대응하는 영역의 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계, 상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선 면적을 설정된 퍼센트 단위로 N 개 구간으로 나누고, 상기 N 개 구간의 하운스필드 유닛값의 구간길이를 매개변수로 산출하는 단계, 및 상기 산출된 매개변수를 이용하여 상기 조직의 손상을 진단하는 단계를 포함한다.

여기서, 상기 설정된 퍼센트는, 상기 N 개 구간에 대하여 균등하게 또는 서로 다르게 설정될 수 있다.

또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 조직의 손상 진단 장치는 조직의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지를 수신하는 입력부, 및 상기 이미지를 정량화하여 조직의 손상을 진단하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 이미지의 픽셀 값을 하운스필드 유닛(HU: Hounsfield Unit)값으로 변환하고, 상기 이미지 중 조직에 대응하는 영역을 추출하고, 상기 추출된 조직에 대응하는 영역의 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하고, 상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선 면적을 설정된 퍼센트 단위로 N 개 구간으로 나누고, 상기 N 개 구간의 하운스필드 유닛값의 구간길이를 매개변수로 산출하고, 상기 산출된 매개변수를 이용하여 상기 조직의 손상을 진단할 수 있다.

발명의 효과

본 발명에 의하면, 하운스필드 유닛값의 밀도 분포의 형태학적 특성에 초점을 맞추어 진단을 위한 매개 변수를 결정함으로써 뇌조직의 정량적 분석을 위한 새로운 형태학적 지표를 제시하고, 이로 인하여 연구의 확장성을 제공하는 효과가 있다.

또한, 뇌질환뿐만 아니라, 단층 촬영 영상으로부터 도출되는 조직 및 병변에 해당하는 밀도 분포의 형태학적 특성을 이용하여 질환을 진단할 수 있는 분야에 해당 이론을 확장할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법의 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법에서 매개 변수를 산출하는 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법에서 매개 변수를 설명하기 위한 밀도 분포 곡선이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법에서 왜도(skewness), 첨도(kurtosis)와 밀도 분포 곡선의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법에서 각 매개 변수와 질병 진단과의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 각 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 장치, 진단 방법 및 이를 기록한 기록매체에 대하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명

을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 사용한다.

- [0027] 본 발명에서 '부'란 하드웨어에 의해 실현되는 유닛(unit), 소프트웨어에 의해 실현되는 유닛, 양방을 이용하여 실현되는 유닛을 포함한다. 또한, 1개의 유닛이 2개 이상의 하드웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 2개 이상의 유닛이 1개의 하드웨어에 의해 실현되어도 된다.
- [0028] 본 발명에 대한 이해를 명확히 하기 위하여, 본 발명의 특징에 대한 공지 기술에 대한 설명은 생략하기로 한다. 실시예들은 본 발명의 이해를 돕기 위한 상세한 설명이며, 본 발명의 권리범위를 제한하는 것은 아니다. 따라서, 본 발명과 동일한 기능을 수행하는 균등물 역시 본 발명의 권리 범위에 속한다.
- [0030] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 구체적인 실시예들을 설명하도록 한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법의 흐름도이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법은, 먼저, 컴퓨터 단층촬영 이미지의 픽셀값을 HU(Hounsfield Unit)값으로 변환하고(S110) 뇌조직에 대응하는 영역을 추출하고(S120), HU값의 밀도 분포 곡선을 추출할 수 있다(S130). 또한, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법은 매개 변수를 산출하고(S140), 허혈성 손상을 진단할 수 있다(S150).
- [0033] 구체적으로, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법은 뇌의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지의 픽셀 값을 하운스필드유닛값으로 변환할 수 있다. 일반적으로, 컴퓨터 단층촬영(CT)은 엑스선(X-ray) 발생장치가 있는 원형의 기계에 들어가서 촬영하며, 피검자의 인체(뇌)를 가로로 자른 횡단면상을 획득하는 기술이다. 엑스선 발생기가 피검자의 한쪽에 있고, 반대쪽에 엑스선 검출기가 구성되어, 조준된 엑스선 빔(X-ray beam)이 촬영을 원하는 부위를 균일한 강도로 여러 방향에서 통과하게 하고, 반대쪽에서 감쇄된 엑스선량을 검출기로 획득하여 계측한 후, 영상을 구성해 낼 수 있다. 이때, 엑스선의 흡수 정도를 컴퓨터 단층촬영 수치, 또는 컴퓨터 단층촬영의 발명자 이름을 따서 하운스필드 유닛이라고 한다. HU값은 물이 0, 공기가 -1000, 밀도가 큰 뼈가 +1000이며, 그 밖의 다른 물질들은 각각 엑스선의 감쇄 정도에 따라 -1000에서 +1000 사이의 값을 가지게 된다.
- [0034] 상기와 같이, 뇌의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지의 픽셀 값을 HU값으로 변환함에 있어서, 기계의 아티팩트 및 이미지의 아티팩트를 제거하는 과정이 더 포함될 수 있다. 즉, 기계의 HU값은 뼈의 HU값과 매우 유사한 특징이 있고, 컴퓨터 단층촬영 이미지의 아티팩트 제거 방법은 마지막 단계에서 HU값을 이용하여 아티팩트를 제거하기 때문에 기계 아티팩트 제거가 선행될 수 있다. 이러한 기계 아티팩트를 제거하는 과정은 컴퓨터 단층촬영 이미지에서 기계와 뇌 사이의 공간이 비어 있다는 특징과 기계는 컴퓨터 단층촬영 이미지의 좌측과 우측 그리고 하측에만 위치한다는 특징을 이용하여 기계 아티팩트를 제거할 수 있다.
- [0035] 이러한 기계 아티팩트가 제거된 컴퓨터 단층촬영 이미지를 분석하기 위하여 양수의 HU값을 가지는 픽셀 집합을 탐색하여 양수의 HU값을 가지는 픽셀 집합이 기계 아티팩트인지 판단하여 기계 아티팩트인 경우 이 픽셀 집합을 제거할 수 있다.
- [0036] 아티팩트를 제거한 후 이미지 중 뇌조직에 대응하는 영역을 추출할 수 있다. 컴퓨터 단층촬영 이미지의 각각의 픽셀을 유효 픽셀과 무효 픽셀로 구분하고, 기준점을 설정하여, 기준점으로부터 상측 방향, 하측 방향, 좌측 방향, 및 우측 방향으로 하운스필드 유닛값이 설정된 범위에 있는 유효 픽셀을 선택하여 뇌조직에 대응하는 영역을 추출하기 위하여 자동 마스킹 기법을 사용할 수 있다. 구체적으로, 자동 마스킹 과정은 컴퓨터 단층촬영 이미지의 각각의 픽셀을 조직에 해당되는 유효 픽셀(valid pixels)과 검은색 바탕에 해당되는 무효 픽셀(Invalid pixels)로 구분할 수 있다. 이때, 무효 픽셀값의 기준은 -1000으로 설정할 수 있다. 눈, 코, 뇌를 포함하는 조직 픽셀을 나타내는 유효 픽셀값의 범위는 69 내지 89로 설정할 수 있다. 또한, 조직 픽셀을 자동 마스킹하는 과정에서 기준점으로부터 네 방향으로 유효 픽셀을 탐색하는 네 방향 유효 픽셀 검색 알고리즘을 사용할 수 있다.
- [0037] 다음으로, 추출된 뇌조직에 대응하는 영역의 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출할 수 있다. 컴퓨터 단층촬영 이미지 중 뇌조직에 대응하는 영역의 HU값은 0 이상 79이하의 값을 가진다. 각각의 HU값을 가지는 픽셀 수를 더하여 하나의 밀도 분포 곡선을 추출할 수 있다. 구체적으로, 각각의 HU값을 가지는 픽셀 수를 전체 픽셀 수로 나누어 각각의 HU값을 가지는 픽셀이 CT 사진 전체에서 차지하는 비율을 도출할 수 있다. 각각의 슬라이스

에 대하여 위 과정을 통해 각각의 HU값을 가지는 CT 사진 전체에서 차지하는 비율을 이용하여, 3차원의 대뇌 전체를 반영하는 멀티 레벨 밀도 분포 그래프를 출력할 수 있다. 이때, HU값은 λ 로 표시되며, 0 이상 79 이하의 값을 갖는다. 이때, λ_p 를 밀도 분포 곡선에서 HU값의 비율로 나타내면 아래 [수학식 1]이 성립된다. 따라서, 밀도 분포 곡선 아래의 넓이는 항상 '100'이 된다.

수학식 1

$$0 \leq \lambda \leq 79, 0 \leq \lambda_p \leq 79, \text{ and } \sum_{\lambda=0}^{79} \lambda_p = 100$$

[0038]

즉, 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는 방법은 0 이상 79 이하의 총합이 100이되는 상기 하운스필드 유닛값을 가지는 픽셀 수를 각각 카운트하고, 각 픽셀의 하운스필드 유닛값을 카운트된 전체 픽셀 수로 나누어 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출할 수 있다. 또한, 3차원 단층촬영 이미지 각각에 대하여 각각의 슬라이스 단위로 하운스필드 유닛값을 가지는 픽셀 수를 더하여 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출할 수 있다.

[0039]

다음으로, 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선 면적을 사등분하여 사등분된 하운스필드 유닛값의 구간길이를 매개변수로 산출할 수 있다. 매개변수를 산출하는 구체적인 방법은 이하에서 도 2를 참조하여, 구체적으로 설명하도록 한다.

[0040]

마지막으로, 산출된 매개변수를 이용하여 허혈성 손상을 진단할 수 있다. 구체적으로, 허혈성 손상을 진단하는 방법은 형태학적 파라미터를 이용하여 허혈성 손상을 진단할 수 있다. 여기서, 형태학적 파라미터는 매개변수 L2와 매개변수 L3의 합을 IQR(InterQuartile Range)로 정의한 경우, IQR에 왜도(skewness) 또는 첨도(kurtosis)를 곱한 결과값으로 나타낼 수 있다.

[0041]

왜도(skewness)는 아래 [수학식 2]에 의해, 첨도(kurtosis)는 아래 [수학식 3]에 의해 산출될 수 있다.

[0042]

수학식 2

$$Skewness = \frac{1}{80} \sum_{\lambda=0}^{79} \left(\frac{\lambda_p - m}{\sigma} \right)^3$$

[0043]

수학식 3

$$Kurtosis = \frac{1}{80} \sum_{\lambda=0}^{79} \left(\frac{\lambda_p - m}{\sigma} \right)^4$$

[0044]

여기서, λ_p 는 하운스필드값이고, m은 평균, σ 는 표준편차를 나타낸다.

[0045]

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법에서 매개 변수를 산출하는 흐름도이다.

[0047]

도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법에서 매개 변수를 산출하는 과정은 밀도 분포 곡선의 전체 면적을 계산하고(S141), 전체 면적의 25%, 50%, 75%, 100% 영역을 구분하고(S143), P1, P2, P3, P4를 결정하고(S145), L1, L2, L3, L4를 산출할 수 있다(S147).

[0048]

구체적으로, 매개변수를 산출하는 과정은 HU값이 '0'인 지점부터 HU값이 증가하는 방향으로 밀도 분포 곡선의 전체 면적을 계산하여, 전체 면적의 25%, 50%, 75%, 100% 영역을 구분한다.

[0049]

구분된 각 영역까지의 HU값(P1, P2, P3, P4)를 결정하고, 결정된 HU값(P1, P2, P3, P4)을 아래 [수학식 4]에

[0050]

대입하여 매개변수(L1, L2, L3, L4)를 산출할 수 있다.

수학식 4

$$Li = \begin{cases} P_i & (i = 1) \\ P_i - P_{i-1} & (i > 1) \end{cases}$$

[0051]

[0053]

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법에서 매개 변수를 설명하기 위한 밀도 분포 곡선이다.

[0054]

도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법에서 매개변수(L1, L2, L3, L4)는 밀도 분포 곡선의 각 면적 구간의 길이를 나타낸다.

[0055]

밀도 분포 곡선의 형태에 따라 각 면적 구간의 길이인 매개변수(L1, L2, L3, L4)가 달라지며, 이는 왜도 및 첨도와 관련된다.

[0057]

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법에서 왜도(skewness), 첨도(kurtosis)와 밀도 분포 곡선의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

[0058]

도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분포의 형태학적 분석 매개변수인 왜도(skewness)는 상기 [수학식 2]에 의해, 첨도(kurtosis)는 상기 [수학식 3]에 의해 산출될 수 있다.

[0059]

왜도는 면적이 50%인 지점을 중심축으로 좌측 또는 우측으로 치우친 형태학적 특성을 나타낸다. 중심축에서 좌측으로 치우친 경우, Higher Skewness로, 중심축에서 우측으로 치우친 경우, Lower Skewness로 분류할 수 있다. 즉, 왜도값이 양수이면 밀도 분포 곡선은 오른쪽 꼬리가 길어지는 것으로 해석되며(즉, L4가 길어짐), 왜도값이 음수이면 오른쪽 꼬리가 짧아지는 것으로 해석된다.

[0060]

또한, 첨도가 클수록 밀도 분포 곡선이 뾰족해지고, 이는 드문 이상치 값의 수가 더 많은 것을 나타낸다. 첨도는 매개변수 L2, L3와 관련된다.

[0062]

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 진단 방법에서 각 매개변수와 질병 진단과의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

[0063]

도 5를 참조하면, 허혈성 손상을 평가하기 위하여 컴퓨터 단층촬영(CT)의 밀도 분포 곡선의 형태학적 분석을 사분위수 매개변수를 사용할 수 있다.

[0064]

구체적으로, 매개변수 L2와 L3을 더한값을 IQR(Interquartile range)로 정의하고, 이 값에 왜도와 첨도를 각각 곱한값을 계산할 수 있다. 상기의 곱한값은 컴퓨터 단층촬영 이미지에서 백질과 회백질 비율을 픽셀에 관한 분포로 반영한 값(compactness)이다.

[0065]

허혈성 손상을 평가하기 위하여 IQR을 활용하여 허혈성 이차적 뇌손상과 정상을 구별하는 예측 성능을 비교하면, 밀도 분포 매개 변수의 곡선 아래 면적(AUC: Area under the receiver operating curve)은 모든 피험자에 대해 0.800 이상의 값을 보이며, 특히, Kurtosis*(L2+L3)는 곡선 아래 면적이 0,869으로 허혈성 손상 평가를 위해 매우 우수한 매개변수로 사용할 수 있는 것을 알수 있다.

[0066]

본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 허혈성 손상 진단 방법은 매개변수의 조합(i.e. Kurtosis*(L2+L3))값이 설정된 기준치 이상인 경우, 허혈성 손상이 심각한 것으로 평가할 수 있다.

[0067]

상기와 같은 방법에 의해, 실시간 정량화된 허혈성 손상 진단이 가능하며, 정확도를 높일 수 있다.

[0069]

이상에서 전술한 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 조직의 손상 진

단 방법은, 단말기(또는 전자 장치)에 기본적으로 설치된 어플리케이션(이는 단말기에 기본적으로 탑재된 플랫폼이나 운영체제 등에 포함된 프로그램을 포함할 수 있음)에 의해 실행될 수 있고, 사용자가 어플리케이션 스토어 서버, 어플리케이션 또는 해당 서비스와 관련된 웹 서버 등의 어플리케이션 제공 서버를 통해 단말기에 직접 설치한 어플리케이션(프로그램)에 의해 실행될 수도 있다.

[0070] 이러한 의미에서, 전술한 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지 밀도 분석을 통한 조직의 손상 진단 방법은 단말기에 기본적으로 설치되거나 사용자에게 의해 직접 설치된 어플리케이션(프로그램)으로 구현되고 단말기 등의 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 이러한 프로그램은 컴퓨터에 의해 읽힐 수 있는 기록매체에 기록되고 컴퓨터에 의해 실행됨으로써 전술한 기능들이 실행될 수 있다. 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지 밀도 분석을 통한 조직의 손상 진단 방법을 실행하기 위한 프로그램은 컴퓨터의 프로세서(CPU)에 의해 읽힐 수 있는 C, C++, JAVA, 기계어 등의 컴퓨터 언어로 코드화된 코드(Code)를 포함할 수 있다.

[0071] 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(Functional) 프로그램과 이와 관련된 코드 및 코드 세그먼트 등은 기록매체를 읽어서 프로그램을 실행시키는 컴퓨터의 시스템 환경 등을 고려하여, 본 발명이 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론되거나 변경될 수 있다. 상기의 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽힐 수 있는 기록매체는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 미디어 저장장치 등이 있다.

[0072] 이상에서, 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합되거나 결합되어 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위안에서라면, 그 모든 구성 요소들이 적어도 하나로 선택적으로 결합하여 동작할 수 있다. 또한, 그 모든 구성 요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성 요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수 개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 그 컴퓨터 프로그램을 구성하는 코드들 및 코드 세그먼트들은 본 발명의 기술 분야의 당업자에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 저장매체로는 자기 기록매체, 광 기록매체 등이 포함될 수 있다.

[0074] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 뇌조직의 허혈성 손상 진단 뿐만 아니라, 조직의 손상을 진단하는 분야로 확장할 수 있다.

[0075] 구체적으로, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 조직의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지의 픽셀 값을 하운스필드 유닛(HU: Hounsfield Unit)값으로 변환하는 단계, 상기 이미지 중 조직에 대응하는 영역을 추출하는 단계, 상기 추출된 조직에 대응하는 영역의 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계, 상기 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선 면적을 설정된 퍼센트 단위로 N개 구간으로 나누고, 상기 N개 구간의 하운스필드 유닛값의 구간길이를 매개변수로 산출하는 단계, 및 상기 산출된 매개변수를 이용하여 상기 조직의 손상을 진단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0076] 상기의 HU값을 변환하고, 밀도 분포 곡선을 추출하는 단계는 앞서 설명한 바와 동일 또는 유사한 방법을 사용하여 변환 또는 추출할 수 있다.

[0077] 본 발명의 다른 실시예에서는 밀도 분포 곡선 면적을 설정된 퍼센트 단위로 N개의 구간으로 나누고, N개의 구간길이를 매개변수로 산출하고, 산출된 매개변수인 각 구간의 길이를 이용하여 조직의 손상을 진단할 수 있다. 여기서, 설정된 퍼센트는 N개 구간에 대하여 균등하게 또는 서로 다르게 설정될 수 있다.

[0079] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기의 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지의 밀도 분석을 통한 조직의 손상 진단을 수행하는 진단 장치로 구현될 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 진단 장치는 입력부 및 제어부를 포함하여 구성될 수 있다.

[0080] 입력부는 조직의 단면을 촬영한 컴퓨터 단층촬영 이미지를 수신할 수 있다. 입력부는 이미지를 촬영할 수 있는 촬영모듈과 연결되거나, 통신부와 연동하여 외부 장치에서 촬영된 이미지를 입력받을 수 있다.

[0081] 제어부는 이미지의 픽셀 값을 하운스필드 유닛(HU: Hounsfield Unit)값으로 변환하고, 이미지 중 조직에 대응하는 영역을 추출하고, 추출된 조직에 대응하는 영역의 하운스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선을 추출할 수 있다.

또한, 제어부는 하우스필드 유닛값의 밀도 분포 곡선 면적을 설정된 퍼센트 단위로 N개 구간으로 나누고, N개 구간의 하우스필드 유닛값의 구간길이를 매개변수로 산출하고, 산출된 매개변수를 이용하여 조직의 손상을 진단할 수 있다. 제어부는 허혈성 손상 진단을 위해 뇌조직을 촬영한 CT 이미지를 이용하여 HU값을 산출하고, 밀도 분포 곡선을 4개의 면적 영역으로 구분한 후, 첨도와 IQR을 곱한 값이 기준값 이상인 경우 중증도 허혈성 손상이라고 평가할 수 있다.

[0083] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 사람이라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

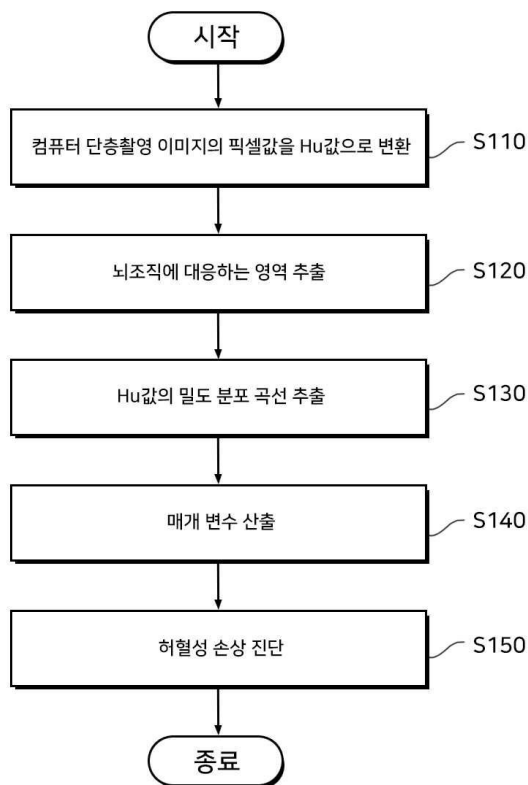
부호의 설명

[0084] L1, L2, L3, L4: 매개 변수 L2+L3: IQR

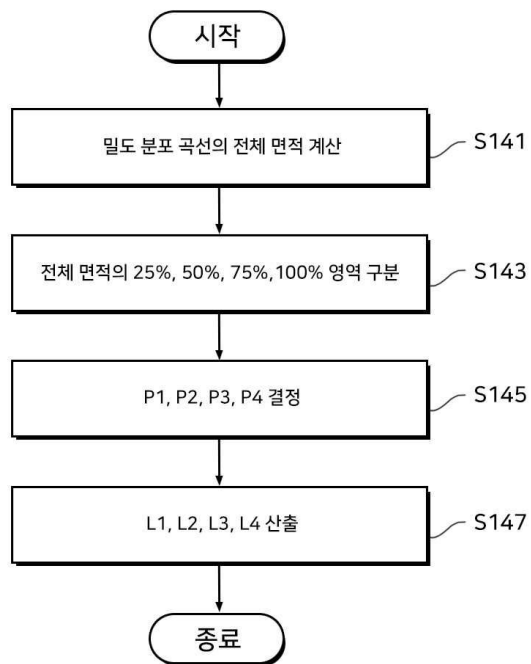
Skewness: 왜도 Kurtosis: 첨도

도면

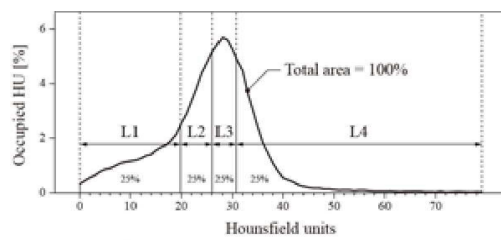
도면1



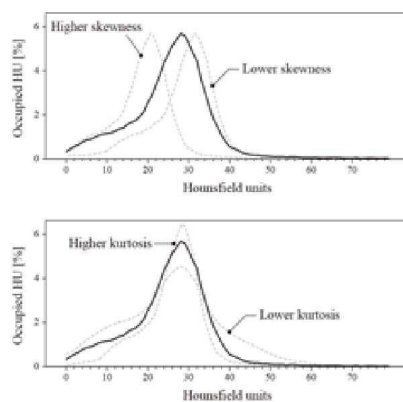
도면2



도면3



도면4



도면5

