(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0100584
(43) 공개일자 2023년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/08 (2006.01) *G06N 20/00* (2019.01)
G06T 7/00 (2017.01) *G16H 50/20* (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 8/5223 (2013.01)
A61B 8/0833 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0114893
(22) 출원일자 2022년09월13일
심사청구일자 2022년09월13일
(30) 우선권주장
1020210190034 2021년12월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
윤준식
서울특별시 서초구 방배중앙로 207-10, 104동 1904호
김선웅
경기도 성남시 분당구 돌마로 171, 103동 1802호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
백두진, 김정연, 유광철, 강일신

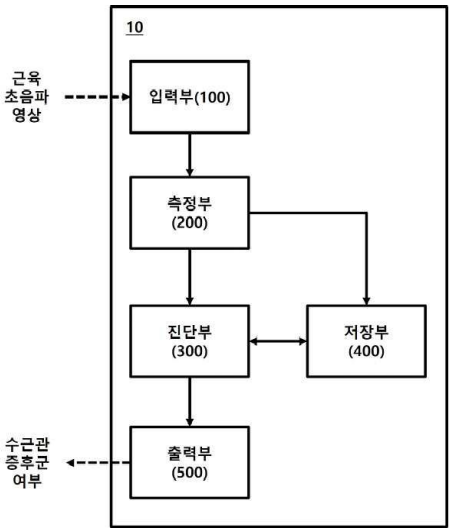
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **인공지능 기반의 근육 초음파를 이용한 수근관 증후군 진단 시스템 및 방법**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 수근관 증후군 진단 시스템은 근육 초음파 영상에서 수근관 증후군 진단에 사용될 관심 영역을 설정하고, 관심 영역으로부터 근육 지표를 측정하도록 구성되는 측정부; 및 상기 근육 초음파 영상과 상기 근육 지표를 수근관 증후군 진단 모델에 입력하여 상기 근육 초음파 영상에 대한 수근관 증후군 진단 결과를 출력하도록 구성되는 진단부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06N 20/00 (2021.08)
G06T 7/0012 (2013.01)
G16H 50/20 (2018.01)
G06T 2207/10132 (2013.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
(72) 발명자
백승준
서울특별시 강남구 일원로 120, 109동 1402호
김선우
서울특별시 성북구 보문로22길 58, 102호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711159611
과제번호	2020-0-01819-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	ICT명품인재양성(고려대학교)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

신동익
서울특별시 중구 청파로 464, 101동 1706호

명 세 서

청구범위

청구항 1

근육 초음파 영상에서 수근관 증후군 진단에 사용될 관심 영역을 설정하고, 관심 영역으로부터 근육 지표를 측정하도록 구성되는 측정부; 및

상기 근육 초음파 영상과 상기 근육 지표를 수근관 증후군 진단 모델에 입력하여 상기 근육 초음파 영상에 대한 수근관 증후군 진단 결과를 출력하도록 구성되는 진단부를 포함하는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 진단부는:

측정부에서 측정한 상기 근육 지표 각각에 대하여 재귀적 특징 소거법 또는 F-검정법 중 적어도 어느 하나를 통해 수근관 증후군 진단 시 상대적으로 중요도가 높은 근육 지표인 가중 근육 지표를 선정하도록 구성되는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 측정부에 의해 측정된 근육 지표 및 상기 수근관 증후군 진단 모델에 의해 출력되는 진단 결과를 저장하도록 구성되는 저장부를 더 포함하고,

상기 저장부는:

상기 가중 근육 지표와 상기 가중 근육 지표 각각에 대한 가중치를 추가적으로 저장하도록 구성되는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 측정부는:

상기 입력부로부터 수신한 근육 초음파 영상으로부터 관심 영역에 대한 마스크 이미지를 생성하고;

상기 마스크 이미지를 이용하여 상기 근육 초음파 영상으로부터 관심 영역 이미지를 추출하고;

상기 관심 영역 이미지로부터 근육에 대한 특성을 추출하되, 추출된 특성들 중 고정된 값을 갖는 특성을 제외함으로써 근육 지표를 추출하도록 구성되는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 근육 지표는:

1차 통계량(First Order Statistics), 명암도 동시 발생(Gray Level Cooccurrence), 회색 수준 종속성(Gray Level Dependence), 명암도 작용 길이(Gray Level Run Length), 회색 수준 크기 영역(Gray Level Size Zone)

및 주변 회색 색조 차이(Neighbouring Gray Tone Difference) 중 어느 하나의 범주에 속하도록 구성되는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 1차 통계량은:

통계 방법을 통해 상기 관심 영역 이미지 내의 에코 음영 분포를 설명하는 지표로서;

중앙값 절대 편차(Median Absolute Deviation), 10백분위수(10Percentile), 90백분위수(90Percentile), 에너지(Energy), 엔트로피(Entropy), 사분위간 범위(InterquartileRange), 첨도(Kurtosis), 최댓값(Maximum), 평균 절대 편차(MeanAbsoluteDeviation), 평균(Mean), 중앙값(Median), 범위(Range), 10백분위수와 90백분위수간 평균 절대 편차(RobustMeanAbsoluteDeviation), 평균 제곱근 편차(RootMeanSquared), 비대칭도(Skewness), 총에너지(TotalEnergy), 균일도(Uniformity) 및 분산(Variance) 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 명암도 동시 발생은:

상기 관심 영역 이미지 내에서 픽셀의 공간 관계를 고려하여 에코 음영을 검사하는 통계 지표로서;

자기상관(Autocorrelation), 왜도 및 비대칭도(ClusterProminence), 왜도 및 균일성(ClusterShade), 군집 경향성(ClusterTendency), 국소강도변화(Contrast), 상관관계(Correlation), 강도 차이 평균(DifferenceAverage), 엔트로피 차이(DifferenceEntropy), 차이분산(DifferenceVariance), 역차(Id), 역차모멘트(Idm), 역차모멘트정규화(Idmn), 정규화된역차(Idn), 픽셀간분포상관관계1(Information measure of correlation 1), 픽셀간분포상관관계2(Information measure of correlation 2), 역분산(InverseVariance), 픽셀합동평균(JointAverage), 픽셀합동에너지(JointEnergy), 픽셀합동엔트로피(JointEntropy), 최대상관계수(MCC), 최대인접강도확률(MaximumProbability), 총량평균(SumAverage), 총량엔트로피(SumEntropy) 및 제곱합(SumSquares) 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 회색 수준 종속성은:

상기 관심 영역 이미지 내에서 특정한 명암값을 갖는 주변 픽셀과의 관계를 나타내는 지표로서;

종속엔트로피(DependenceEntropy), 종속불균일성(DependenceNonUniformity), 정규화된 종속비균일성(DependenceNonUniformityNormalized), 종속분산(DependenceVariance), 회색강도비균일성(GrayLevelNonUniformity), 회색강도분산(GrayLevelVariance), 높은회색수준값분포(HighGrayLevelEmphasis), 종속성이 큰 분포(LargeDependenceEmphasis), 종속성이 큰 높은 회색강도분포(LargeDependenceHighGrayLevelEmphasis), 종속성이 큰 낮은 회색강도 분포(LargeDependenceLowGrayLevelEmphasis), 낮은회색강도 분포(LowGrayLevelEmphasis), 종속성이 적은 분포(SmallDependenceEmphasis), 종속성이 적은 높은 회색강도 분포(SmallDependenceHighGrayLevelEmphasis), 종속성이 적은 낮은 회색강도 분포(SmallDependenceLowGrayLevelEmphasis) 및 정규화된 회색강도 비균일성(GrayLevelNonUniformityNormalized) 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 명암도 작용 길이는:

상기 관심 영역 이미지 내에서 동일한 명암 값을 가진 특정 방향의 픽셀 길이에 관련된 지표로서;

회색강도 작용 분포(HighGrayLevelRunEmphasis), 긴 작용 길이 분포(LongRunEmphasis), 긴 작용 길이 분포와 높은 회색 강도 분포의 연관성 분포(LongRunHighGrayLevelEmphasis), 긴 작용 길이 분포와 낮은 회색 강도 분포의 연관성 분포(LongRunLowGrayLevelEmphasis), 낮은 회색강도 작용 분포(LowGrayLevelRunEmphasis), 작용길이 엔트로피(RunEntropy), 작용길이 비균일성(RunLengthNonUniformity), 정규화된 작용 길이 비균일성(RunLengthNonUniformityNormalized), 작용길이 조밀도(RunPercentage), 작용길이 분산(RunVariance), 짧은 작용 길이 분포(ShortRunEmphasis), 짧은 작용 길이 분포와 높은 회색 강도 분포의 연관성 분포(ShortRunHighGrayLevelEmphasis) 및 짧은 작용 길이 분포와 낮은 회색 강도 분포의 연관성 분포(ShortRunLowGrayLevelEmphasis) 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 회색 수준 크기 영역은:

상기 관심 영역 이미지 내에서 동일한 명암값을 가진 픽셀 영역을 정량화 하는 지표로서;

회색강도영역분포(HighGrayLevelZoneEmphasis), 넓은 영역분포(LargeAreaEmphasis), 넓은 영역과 높은 회색 강도 영역의 연관성 분포(LargeAreaHighGrayLevelEmphasis), 넓은 영역과 낮은 회색 강도 영역의 연관성 분포(LargeAreaLowGrayLevelEmphasis), 낮은 회색 강도 영역 분포(LowGrayLevelZoneEmphasis), 영역의비균일성(SizeZoneNonUniformity), 정규화된영역비균일성(SizeZoneNonUniformityNormalized), 좁은 영역분포(SmallAreaEmphasis), 좁은 영역과 높은 회색 강도 영역의 연관성 분포(SmallAreaHighGrayLevelEmphasis), 좁은 영역과 낮은 회색 강도 영역의 연관성 분포(SmallAreaLowGrayLevelEmphasis), 영역 엔트로피(ZoneEntropy), 영역 조밀도(ZonePercentage) 및 영역 분산(ZoneVariance) 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 11

제5항에 있어서,

상기 주변 회색 색조 차이는:

상기 관심 영역 이미지 내에서 특정 거리 이내의 픽셀과 명암 차이를 정량화 하는 지표로서;

인접 픽셀로의 강도 변화량(Busyness), 중심픽셀과 이웃픽셀의 평균 차이(Coarseness), 이미지 내 회색 강도 변화 복잡도(Complexity) 및 회색강도변화 크기(Strength) 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 수근관 증후군 진단 시스템.

청구항 12

측정부를 통해 근육 초음파 영상에서 수근관 증후군 진단에 사용될 관심 영역을 설정하고, 관심 영역으로부터 근육 지표를 측정하는 단계; 및

진단부를 통해 상기 근육 초음파 영상과 상기 근육 지표를 수근관 증후군 진단 모델에 입력하여 상기 근육 초음파 영상에 대한 수근관 증후군 진단 결과를 출력하는 단계를 포함하는, 수근관 증후군 진단 방법.

청구항 13

컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 있어서,

제12항에 따른 수근관 증후군 진단 방법을 컴퓨터로 실행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인공지능 기반의 근육 초음파를 이용한 수근관 증후군 진단 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재 초음파를 이용한 수근관 증후군의 진단에는 대부분 정중신경 단면적을 사용하고 있으나 이는 연구에 따라 cut-off value에 많은 차이가 있으며, 민감도와 특이도 또한 연구에 따른 차이가 크다.

[0003] 신경병증이 있는 경우 해당 신경이 지배하는 근육의 근섬유가 탈신경으로 인해 지방 또는 섬유질로 대체되며, 이로 인해 초음파 상 에코 음영 증가 소견을 보인다. 이를 정량적으로 분석하여 정상 근육과 신경병증에 이환된 근육의 구별이 가능하다.

[0004] 지금까지 신경병증에서 나타나는 근육 에코 음영 변화를 이용하여 수근관 증후군에 이환된 근육과 정상 근육을 구별하려는 시도는 여러 차례 있어 왔다.

[0005] 대부분의 연구에서 환자군과 정상인 간에 통계적으로 유의미한 근육 에코 음영 차이가 나타남을 보이는 데는 성공했으나, 에코 음영의 평균값 또는 표준편차와 같은 간단한 변수만을 가지고 구별하고자 하였기 때문에 민감도와 특이도가 높지 않았으며, 수근관 증후군의 중증도에 따른 유의미한 차이를 보이지는 못하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 실시예는 인공지능을 기반으로 근육 초음파 영상을 분석함으로써 에코 음영에서 도출될 수 있는 다양한 입력 변수를 분석한 후, 변별력이 높은 입력 변수에 가중치를 두어 수근관 증후군의 진단 정확성을 향상시킬 수 있는 수근관 증후군 진단 시스템 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 수근관 증후군 진단 시스템은 근육 초음파 영상에서 수근관 증후군 진단에 사용될 관심 영역을 설정하고, 관심 영역으로부터 근육 지표를 측정하도록 구성되는 측정부; 및 상기 근육 초음파 영상과 상기 근육 지표를 수근관 증후군 진단 모델에 입력하여 상기 근육 초음파 영상에 대한 수근관 증후군 진단 결과를 출력하도록 구성되는 진단부를 포함한다.

[0009] 상기 진단부는: 측정부에서 측정한 상기 근육 지표 각각에 대하여 재귀적 특징 소거법 또는 F-검정법 중 적어도 어느 하나를 통해 수근관 증후군 진단 시 상대적으로 중요도가 높은 근육 지표인 가중 근육 지표를 선정하도록 구성될 수 있다.

[0010] 상기 측정부에 의해 측정된 근육 지표 및 상기 수근관 증후군 진단 모델에 의해 출력되는 진단 결과를 저장하도록 구성되는 저장부를 더 포함하고, 상기 저장부는: 상기 가중 근육 지표와 상기 가중 근육 지표 각각에 대한 가중치를 추가적으로 저장하도록 구성될 수 있다.

[0011] 상기 측정부는: 상기 입력부로부터 수신한 근육 초음파 영상으로부터 관심 영역에 대한 마스크 이미지를 생성하고; 상기 마스크 이미지를 이용하여 상기 근육 초음파 영상으로부터 관심 영역 이미지를 추출하고; 상기 관심 영역 이미지로부터 근육에 대한 특성을 추출하되, 추출된 특성들 중 고정된 값을 갖는 특성을 제외함으로써 근육 지표를 추출하도록 구성될 수 있다.

[0012] 상기 근육 지표는: 1차 통계량(First Order Statistics), 명암도 동시 발생(Gray Level Cooccurrence), 회색 수준 종속성(Gray Level Dependence), 명암도 작용 길이(Gray Level Run Length), 회색 수준 크기 영역(Gray Level Size Zone) 및 주변 회색 색조 차이(Neighbouring Gray Tone Difference) 중 어느 하나의 범주에 속하도록 구성될 수 있다.

[0013] 상기 1차 통계량은: 통계 방법을 통해 상기 관심 영역 이미지 내의 에코 음영 분포를 설명하는 지표로서; 중앙값 절대 편차(Median Absolute Deviation), 10백분위수(10Percentile), 90백분위수(90Percentile), 에너지(Energy), 엔트로피(Entropy), 사분위간 범위(InterquartileRange), 첨도(Kurtosis), 최댓값(Maximum), 평균 절대 편차(MeanAbsoluteDeviation), 평균(Mean), 중앙값(Median), 범위(Range), 10백분위수와 90백분위수간 평균 절대 편차(RobustMeanAbsoluteDeviation), 평균 제곱근 편차(RootMeanSquared), 비대칭도(Skewness), 총에너지(TotalEnergy), 균일도(Uniformity) 및 분산(Variance) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 명암도 동시 발생은: 상기 관심 영역 이미지 내에서 픽셀의 공간 관계를 고려하여 에코 음영을 검사하는 통계 지표로서; 자기상관(Autocorrelation), 왜도 및 비대칭도(ClusterProminence), 왜도 및 균일성(ClusterShade), 군집 경향성(ClusterTendency), 국소강도변화(Contrast), 상관관계(Correlation), 강도 차이 평균(DifferenceAverage), 엔트로피 차이(DifferenceEntropy), 차이분산(DifferenceVariance), 역차(Id), 역차 모멘트(Idm), 역차모멘트정규화(Idmn), 정규화된역차(Idn), 픽셀간분포상관관계1(Information measure of correlation 1), 픽셀간분포상관관계2(Information measure of correlation 2), 역분산(InverseVariance), 픽셀합동평균(JointAverage), 픽셀합동에너지(JointEnergy), 픽셀합동엔트로피(JointEntropy), 최대상관계수(MCC), 최대인접강도확률(MaximumProbability), 총량평균(SumAverage), 총량엔트로피(SumEntropy) 및 제곱합(SumSquares) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 회색 수준 종속성은: 상기 관심 영역 이미지 내에서 특정한 명암값을 갖는 주변 픽셀과의 관계를 나타내는 지표로서; 종속엔트로피(DependenceEntropy), 종속불균일성(DependenceNonUniformity), 정규화된 종속비균일성(DependenceNonUniformityNormalized), 종속분산(DependenceVariance), 회색강도비균일성(GrayLevelNonUniformity), 회색강도분산(GrayLevelVariance), 높은회색수준값분포(HighGrayLevelEmphasis), 종속성이 큰 분포(LargeDependenceEmphasis), 종속성이 큰 높은 회색강도분포(LargeDependenceHighGrayLevelEmphasis), 종속성이 큰 낮은 회색강도 분포(LargeDependenceLowGrayLevelEmphasis), 낮은회색강도 분포(LowGrayLevelEmphasis), 종속성이 적은 분포(SmallDependenceEmphasis), 종속성이 적은 높은 회색강도 분포(SmallDependenceHighGrayLevelEmphasis), 종속성이 적은 낮은 회색강도 분포(SmallDependenceLowGrayLevelEmphasis) 및 정규화된 회색강도 비균일성(GrayLevelNonUniformityNormalized) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 명암도 작용 길이는: 상기 관심 영역 이미지 내에서 동일한 명암 값을 가진 특정 방향의 픽셀 길이에 관련된 지표로서; 회색강도 작용 분포(HighGrayLevelRunEmphasis), 긴 작용 길이 분포(LongRunEmphasis), 긴 작용 길이 분포와 높은 회색 강도 분포의 연관성 분포(LongRunHighGrayLevelEmphasis), 긴 작용 길이 분포와 낮은 회색 강도 분포의 연관성 분포(LongRunLowGrayLevelEmphasis), 낮은 회색강도 작용 분포(LowGrayLevelRunEmphasis), 작용길이 엔트로피(RunEntropy), 작용길이 비균일성(RunLengthNonUniformity), 정규화된 작용 길이 비균일성(RunLengthNonUniformityNormalized), 작용길이 조밀도(RunPercentage), 작용길이 분산(RunVariance), 짧은 작용 길이 분포(ShortRunEmphasis), 짧은 작용 길이 분포와 높은 회색 강도 분포의 연관성 분포(ShortRunHighGrayLevelEmphasis) 및 짧은 작용 길이 분포와 낮은 회색 강도 분포의 연관성 분포(ShortRunLowGrayLevelEmphasis) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 회색 수준 크기 영역은: 상기 관심 영역 이미지 내에서 동일한 명암값을 가진 픽셀 영역을 정량화 하는 지표로서; 회색강도영역분포(HighGrayLevelZoneEmphasis), 넓은 영역분포(LargeAreaEmphasis), 넓은 영역과 높은 회색 강도 영역의 연관성 분포(LargeAreaHighGrayLevelEmphasis), 넓은 영역과 낮은 회색 강도 영역의 연관성 분포(LargeAreaLowGrayLevelEmphasis), 낮은 회색 강도 영역 분포(LowGrayLevelZoneEmphasis), 영역의비균일성(SizeZoneNonUniformity), 정규화된영역비균일성(SizeZoneNonUniformityNormalized), 좁은 영역분포(SmallAreaEmphasis), 좁은 영역과 높은 회색 강도 영역의 연관성 분포(SmallAreaHighGrayLevelEmphasis), 좁은 영역과 낮은 회색 강도 영역의 연관성 분포(SmallAreaLowGrayLevelEmphasis), 영역 엔트로피(ZoneEntropy), 영역 조밀도(ZonePercentage) 및 영역 분산(ZoneVariance) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 주변 회색 색조 차이는: 상기 관심 영역 이미지 내에서 특정 거리 이내의 픽셀과 명암 차이를 정량화 하는 지표로서; 인접 픽셀로의 강도 변화량(Busyness), 중심픽셀과 이웃픽셀의 평균 차이(Coarseness), 이미지 내 회

색 강도 변화 복잡도(Complexity) 및 회색강도변화 크기(Strength) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 수근관 증후군 진단 방법은 측정부를 통해 근육 초음파 영상에서 수근관 증후군 진단에 사용될 관심 영역을 설정하고, 관심 영역으로부터 근육 지표를 측정하는 단계; 및 진단부를 통해 상기 근육 초음파 영상과 상기 근육 지표를 수근관 증후군 진단 모델에 입력하여 상기 근육 초음파 영상에 대한 수근관 증후군 진단 결과를 출력하는 단계를 포함하는, 수근관 증후군 진단 방법을 포함한다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체는 상기 수근관 증후군 진단 방법을 컴퓨터로 실행하기 위한 프로그램이 기록된 기록매체이다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 수근관 증후군 진단 시스템 및 방법은 인공지능을 기반으로 근육 초음파 영상을 분석함으로써 에코 음영에서 도출될 수 있는 다양한 입력 변수를 분석한 후, 변별력이 높은 입력 변수에 가중치를 두어 수근관 증후군의 진단 정확성을 향상시킬 수 있다.

[0022] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수근관 증후군 진단 시스템(10)의 각 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 수근관 증후군 진단 모델에 포함된 트리 기반 분류기의 구조를 나타낸 예시도이다.

도 3은 수근관 증후군 진단 모델에 포함된 선형 분류기의 구조를 나타낸 예시도이다.

도 4는 수근관 증후군 진단 방법(S10)을 나타낸 흐름도이다.

도 5는 도 4의 S200 단계를 보다 상세히 나타낸 흐름도이다.

도 6은 근육 초음파 영상을 나타낸 예시도이다.

도 7은 마스크 이미지를 나타낸 예시도이다.

도 8은 도 5의 S240 단계를 보다 상세히 나타낸 흐름도이다.

도 9는 도 4의 S300 단계를 보다 상세히 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 다른 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술 되는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0025] 만일 정의되지 않더라도, 여기서 사용되는 모든 용어들(기술 혹은 과학 용어들을 포함)은 이 발명이 속한 종래 기술에서 보편적 기술에 의해 일반적으로 수용되는 것과 동일한 의미를 가진다.

[0026] 일반적인 사전들에 의해 정의된 용어들은 관련된 기술 그리고/혹은 본 출원의 본문에 의미하는 것과 동일한 의미를 갖는 것으로 해석될 수 있고, 그리고 여기서 명확하게 정의된 표현이 아니더라도 개념화되거나 혹은 과도하게 형식적으로 해석되지 않을 것이다.

[0027] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다.

[0028] 명세서에서 사용되는 '포함한다' 및/또는 이 동사의 다양한 활용형들 예를 들어, '포함', '포함하는', '포함하고', '포함하며' 등은 언급된 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 조성, 성분, 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 본 명세서에서 '및/또는' 이라는 용어는 나열된 구성들 각각 또는 이들의 다양한 조합을 가리킨다.

[0029] 한편, 본 명세서 전체에서 사용되는 '~부', '~기', '~블록', '~모듈' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미할 수 있다. 예를 들어 소프트웨어, FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미할 수 있다.

[0030] 그렇지만 '~부', '~기', '~블록', '~모듈' 등이 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부', '~기', '~블록', '~모듈'은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다.

[0031] 따라서, 일 예로서 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'은 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다.

[0032] 구성요소들과 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부', '~기', '~블록', '~모듈'들로 더 분리될 수 있다.

[0033] 이하, 본 명세서의 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.

[0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수근관 증후군 진단 시스템(10)의 각 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

[0035] 도 1을 참조하면, 수근관 증후군 진단 시스템(10)은 입력부(100), 측정부(200), 진단부(300), 저장부(400) 및 출력부(500)를 포함할 수 있으며, 근육 초음파 영상의 관심 영역 내에서 근육과 관련된 지표를 측정한 후 이를 진단부(300)에 포함된 인공지능 모델에 입력하여 수근관 증후군 여부를 출력 받을 수 있다.

[0036] 입력부(100)는 외부 장치, 예를 들어 초음파 영상 촬영 장치로부터 근육 초음파 영상을 입력 받아 측정부(200)로 전달할 수 있다.

[0037] 측정부(200)는 근육 초음파 영상에서 수근관 증후군 진단에 사용될 관심 영역을 설정하고, 관심 영역으로부터 근육 지표를 측정할 수 있다.

[0038] 보다 상세히 말하면, 측정부(200)는 근육 초음파 영상으로부터 근육의 관심 영역에 대한 마스크 이미지를 생성하고, 마스크 이미지를 이용하여 근육 초음파 영상으로부터 관심 영역 이미지를 추출한 후, 근육에 대한 다양한 특성을 측정할 수 있다. 이때, 측정된 특성들 중에서 항상 고정된 값을 갖는 특성을 제외한 나머지 특성들을 근육 지표로써 사용할 수 있다.

[0039] 측정된 근육 지표는 진단부(300)로 전달되어 수근관 증후군을 진단하기 위한 입력 변수로 사용될 수 있다. 측정된 근육 지표는 관심 영역에 대하여 1차 통계 방법, 이미지 그레이 레벨 연속성, 이미지 그레이 레벨 강도 중 적어도 어느 하나의 계산 방법을 통해 에코 음영의 에너지, 엔트로피, 평균, 중앙값, 표준편차 및 사분위수 범위 중 적어도 어느 하나를 포함하는 특성(근육 지표)을 측정할 수 있다.

[0040] 진단부(300)는 인공지능 모델에 의해 수행되는 인공지능 알고리즘에 기초하여, 근육 지표를 입력 받은 후 해당 영상이 수근관 증후군 환자의 영상인지 여부에 대한 판단 결과를 출력할 수 있다.

[0041] 보다 상세히 말하면, 진단부(300)는 인공지능 알고리즘에 기반한 수근관 증후군 진단 모델에 수근관 증후군을 진단하고자 하는 근육 초음파 영상과 측정부(200)에서 측정된 근육 지표를 입력한 후, 입력한 근육 초음파 영상이 수근관 증후군 환자의 근육 초음파 영상에 해당하는지에 관한 분류 결과(진단 결과)를 출력 받을 수 있다.

[0042] 수근관 증후군 진단 모델은 트리 기반 분류기와 선형 분류기 등을 포함할 수 있다.

[0043] 트리 기반 분류기는 다수의 트리 분류기를 생성하여 입력 변수의 부분 집합에 대해 분류 결과를 예측하고, 예측된 결과에 가중치를 부여하여 최종 결과를 예측하는 방법을 사용할 수 있다.

[0044] 도 2는 수근관 증후군 진단 모델에 포함된 트리 기반 분류기의 구조를 나타낸 예시도이다.

[0045] 도 2를 참조하면, 입력 변수에 해당하는 근육 지표는 중복을 허용하여 여러 개의 부분 집합으로 나뉘어질 수 있다. 이때 나뉘어지는 부분 집합의 개수는 분류기가 최적의 성능을 낼 수 있도록 하며 이 값(부분 집합의 개수)은 저장부(400)에 저장되어 있을 수 있다.

[0046] 각각의 부분 집합에 대하여 각기 다른 결정 트리 분류기를 통해 분류 결과를 예측할 수 있다. 이후 각각의 결정

트리 분류기가 예측한 결과에 가중치를 부여하여 결합하는 것으로 최종 분류 결과를 예측할 수 있다. 이러한 방법을 앙상블(ensemble)이라 지칭한다.

[0047] 선형 분류기는 입력 변수가 미리 정해진 분류(class) 중 어느 분류에 속하는지를 판단하는 기준선 또는 평면이 될 수 있다.

[0048] 도 3은 수근관 증후군 진단 모델에 포함된 선형 분류기의 구조를 나타낸 예시도이다.

[0049] 도 3을 참조하면, 선형 분류기의 학습에 사용되는 변수들은 각각의 변수 값과 미리 정해진 분류(class)를 가질 수 있다. 선형 분류기는 입력 변수가 분류기 기준 어느 위치에 나타나는지에 따라 입력 변수가 어느 분류에 속하는지를 구분할 수 있다.

[0050] 선형 분류기의 학습 방법은 선형 분류기에서 가장 가까운 각 분류의 변수와의 거리를 최대로 하는 방법과, 주어진 데이터를 가장 많이 제대로 분리하는 방법, 두 방법을 혼합하여 제대로 분리되는 변수 사이의 거리를 최대화하면서 주어진 변수를 가능한 한 제대로 분리하는 방법 등을 사용할 수 있다.

[0051] 다시 도 1을 참조하면, 진단부(300)는 측정부(200)에서 측정한 근육 지표 각각에 대한 분류기의 성능 측정을 통해 수근관 증후군을 진단하는데 변별력이 상대적으로 높은 근육 지표인 가중 근육 지표를 선정할 수 있으며, 가중 근육 지표에 가중치를 적용하여 수근관 증후군 진단 모델에 제공할 수 있다.

[0052] 보다 상세히 말하면, 진단부(300)는 각각의 분류기에 대하여 각각의 근육 지표 각각에 대한 진단 성능을 측정한 후, 수근관 증후군을 진단하는데 변별력이 상대적으로 높은 근육 지표인 가중 근육 지표를 선정할 수 있다. 이때, 진단 성능은 수근관 증후군 진단 모델에 의하여 수근관 증후군으로 진단된 근육 초음파 영상이 실제 수근관 증후군 환자의 근육 초음파 영상일 경우, 진단 성능이 높은 것으로 측정될 수 있다.

[0053] 재귀적 특징 소거법은 각각의 근육 지표 전체에 대하여 기계학습 기반 수근관 증후군 분류기를 훈련한 뒤 분류 성능에 중요하다고 판단되는 지표의 우선순위를 계산하고, 중요하지 않은 특징을 재귀적으로 제거하면서 훈련에 필요한 최적의 근육 지표를 찾을 수 있다.

[0054] F-검정법은 각각 근육 지표에 대한 통계 검정량을 구하고, 계산된 값을 근육 지표의 가중치로 사용할 수 있다.

[0055] 저장부(400)는 측정부(200)에서 측정된 특성(근육 지표), 진단부(300)에 포함된 수근관 증후군 진단 모델에 의한 분류 결과 및 진단부(300)에서 선정된 가중 근육 지표와 각 가중 근육 지표에 대한 가중치를 저장할 수 있다.

[0056] 출력부(500)는 진단부(300)에서 생성된 수근관 증후군 진단 결과 및 각각의 근육 지표에 대한 변별력 평가 결과를 출력할 수 있다.

[0057] 도 4는 수근관 증후군 진단 방법(S10)을 나타낸 흐름도이다.

[0058] 도 4를 참조하면, 수근관 증후군 진단 방법(S10)은 S100 내지 S500 단계를 포함할 수 있다.

[0059] S100 단계에서는 입력부(100)를 통해 외부 장치, 예를 들어 초음파 영상 촬영 장치로부터 근육 초음파 영상을 입력받을 수 있으며, 입력 받은 근육 초음파 영상을 측정부(200)로 전달할 수 있다.

[0060] S200 단계에서는 측정부(200)를 통해 근육 초음파 영상에서 수근관 증후군 진단에 사용될 관심 영역을 설정할 수 있으며, 관심 영역으로부터 근육 지표를 측정할 수 있다.

[0061] S300 단계에서는 진단부(300)를 통해 인공지능 모델에 의해 수행되는 인공지능 알고리즘에 기초하여, 근육 지표를 입력받은 후 해당 영상이 수근관 증후군 환자의 영상인지 여부에 대한 판단 결과를 출력할 수 있다.

[0062] 또한, S300 단계에서는 입력받은 근육 지표들 중에서 수근관 증후군을 진단하는데 변별력이 상대적으로 높은 근육 지표인 가중 근육 지표를 선정할 수 있으며, 가중 근육 지표를 이용하여 수근관 증후군을 진단할 수 있다.

[0063] 도 5는 도 4의 S200 단계를 보다 상세히 나타낸 흐름도이다.

[0064] 도 5를 참조하면 S200 단계는 S210 내지 S240 단계를 포함할 수 있다.

[0065] S210 단계에서는 입력부(100)로부터 근육 초음파 영상을 수신할 수 있다.

[0066] 도 6은 근육 초음파 영상을 나타낸 예시도이다.

[0067] 도 6을 참조하면, 측정부(200)는 입력부(100)로부터 도 4와 같은 근육 초음파 영상을 수신할 수 있다(S210).

[0068] 다시 도 5를 참조하면, S220 단계에서는 근육 초음파 영상으로부터 관심 영역에 대한 마스크 이미지를 생성할 수 있다.

[0069] 도 7은 마스크 이미지를 나타낸 예시도이다.

[0070] 도 7을 참조하면, 측정부(200)는 도 5와 같은 근육 초음파 영상의 관심 영역에 대한 마스크 이미지를 생성할 수 있다(S220).

[0071] 다시 도 5를 참조하면, S230 단계에서는 도 7의 마스크 이미지를 이용하여 도 6의 근육 초음파 영상으로부터 관심 영역 이미지를 추출할 수 있다.

[0072] S240 단계에서는 S230 단계에서 추출된 관심 영역 이미지로부터 근육에 대한 다양한 특성을 추출할 수 있으며, 추출된 특성들 중에서 항상 고정된 값을 갖는 특성을 제외한 나머지 특성들을 근육 지표로써 추출할 수 있다.

[0073] 보다 상세히 말하면, S240 단계에서는 관심 영역 이미지에 1차 통계 방법, 이미지 그레이 레벨 연속성, 이미지 그레이 레벨 강도 중 적어도 어느 하나의 계산 방법을 적용하여 에코 음영의 에너지, 엔트로피, 평균, 중앙값, 표준편차 및 사분위수 범위 중 적어도 어느 하나를 포함하는 특성(근육 지표)을 측정하여 추출할 수 있다.

[0074] 이때 추출된 근육 지표는 1차 통계량(First Order Statistics), 명암도 동시 발생(Gray Level Cooccurrence), 회색 수준 종속성(Gray Level Dependence), 명암도 작용 길이(Gray Level Run Length), 회색 수준 크기 영역(Gray Level Size Zone), 주변 회색 색조 차이(Neighbouring Gray Tone Difference)의 6개 범주 중 어느 하나에 속할 수 있다.

[0075] 도 8은 도 5의 S240 단계를 보다 상세히 나타낸 흐름도이다.

[0076] 도 8을 참조하면, S240 단계는 S241 내지 S246 단계를 포함할 수 있다.

[0077] S241 단계에서는 추출하고자 하는 근육 지표 중 1차 통계량에 해당하는 근육 지표를 측정할 수 있다.

[0078] 1차 통계량은 일반적으로 사용되는 기본적인 통계 방법을 통해 관심 영역 내의 에코 음영 분포를 설명하는 지표를 의미한다. 18가지 근육 지표를 포함하며, 이에 해당하는 근육 지표는 중앙값 절대 편차(Median Absolute Deviation), 10백분위수(10Percentile), 90백분위수(90Percentile), 에너지(Energy), 엔트로피(Entropy), 사분위간 범위(InterquartileRange), 첨도(Kurtosis), 최댓값(Maximum), 평균 절대 편차(MeanAbsoluteDeviation), 평균(Mean), 중앙값(Median), 범위(Range), 10백분위수와 90백분위수간 평균 절대 편차(RobustMeanAbsoluteDeviation), 평균 제곱근 편차(RootMeanSquared), 비대칭도(Skewness), 총에너지(TotalEnergy), 균일도(Uniformity) 및 분산(Variance)을 포함할 수 있다.

[0079] S242 단계에서는 추출하고자 하는 근육 지표 중 명암도 동시 발생에 해당하는 근육 지표를 측정할 수 있다.

[0080] 명암도 동시 발생은 관심 영역 내에서 픽셀의 공간 관계를 고려하여 에코 음영을 검사하는 통계적 방법으로 24가지의 근육 지표를 포함한다. 해당하는 근육 지표는 자기상관(Autocorrelation), 왜도 및 비대칭도(ClusterProminence), 왜도 및 균일성(ClusterShade), 군집 경향성(ClusterTendency), 국소강도변화(Contrast), 상관관계(Correlation), 강도 차이 평균(DifferenceAverage), 엔트로피 차이(DifferenceEntropy), 차이분산(DifferenceVariance), 역차(Id), 역차모멘트(Idm), 역차모멘트정규화(Idmn), 정규화된역차(Idn), 픽셀간분포상관관계1(Information measure of correlation 1), 픽셀간분포상관관계2(Information measure of correlation 2), 역분산(InverseVariance), 픽셀합동평균(JointAverage), 픽셀합동에너지(JointEnergy), 픽셀합동엔트로피(JointEntropy), 최대상관계수(MCC), 최대인접강도확률(MaximumProbability), 총량평균(SumAverage), 총량엔트로피(SumEntropy) 및 제곱합(SumSquares)을 포함할 수 있다.

[0081] S243 단계에서는 추출하고자 하는 근육 지표 중 회색 수준 종속성에 해당하는 근육 지표를 측정할 수 있다.

[0082] 회색 수준 종속성은 관심 영역 내에서 특정한 명암값을 갖는 주변 픽셀과의 관계를 나타내는 지표로써 15가지 근육 지표를 포함한다. 해당하는 근육 지표는 다음과 같이 종속엔트로피(DependenceEntropy), 종속불균일성(DependenceNonUniformity), 정규화된 종속비균일성(DependenceNonUniformityNormalized), 종속분산(DependenceVariance), 회색강도비균일성(GrayLevelNonUniformity), 회색강도분산(GrayLevelVariance), 높은회색수준값분포(HighGrayLevelEmphasis), 종속성이 큰 분포(LargeDependenceEmphasis), 종속성이 큰 높은 회색강도분포(LargeDependenceHighGrayLevelEmphasis), 종속성이 큰 낮은 회색강도 분포(LargeDependenceLowGrayLevelEmphasis), 낮은회색강도 분포(LowGrayLevelEmphasis), 종속성이 적은 분포(SmallDependenceEmphasis), 종속성이 적은 높은 회색강도 분포(SmallDependenceHighGrayLevelEmphasis), 종속

성이 적은 낮은 회색강도 분포(SmallDependenceLowGrayLevelEmphasis) 및 정규화된 회색강도 비균일성(GrayLevelNonUniformityNormalized)을 포함할 수 있다.

[0083] S244 단계에서는 추출하고자 하는 근육 지표 중 명암도 작용 길이에 해당하는 근육 지표를 측정할 수 있다.

[0084] 명암도 작용 길이는 관심 영역 내에서 동일한 명암 값을 가진 특정 방향의 픽셀 길이에 관련된 지표로써, 13가지의 근육 지표를 포함한다. 해당하는 근육 지표는 다음과 같이 높은 회색강도 작용 분포(HighGrayLevelRunEmphasis), 긴 작용 길이 분포(LongRunEmphasis), 긴 작용 길이 분포와 높은 회색 강도 분포의 연관성 분포(LongRunHighGrayLevelEmphasis), 긴 작용 길이 분포와 낮은 회색 강도 분포의 연관성 분포(LongRunLowGrayLevelEmphasis), 낮은 회색강도 작용 분포(LowGrayLevelRunEmphasis), 작용길이 엔트로피(RunEntropy), 작용길이 비균일성(RunLengthNonUniformity), 정규화된 작용 길이 비균일성(RunLengthNonUniformityNormalized), 작용길이 조밀도(RunPercentage), 작용길이 분산(RunVariance), 짧은 작용 길이 분포(ShortRunEmphasis), 짧은 작용 길이 분포와 높은 회색 강도 분포의 연관성 분포(ShortRunHighGrayLevelEmphasis) 및 짧은 작용 길이 분포와 낮은 회색 강도 분포의 연관성 분포(ShortRunLowGrayLevelEmphasis)을 포함할 수 있다.

[0085] S245 단계에서는 추출하고자 하는 근육 지표 중 회색 수준 크기 영역에 해당하는 근육 지표를 측정할 수 있다.

[0086] 회색 수준 크기 영역은 관심 영역 내에서 동일한 명암값을 가진 픽셀 영역을 정량화 하는 지표로써 13가지 근육 지표를 포함한다. 해당하는 근육 지표는 다음과 같이 높은 회색강도영역분포(HighGrayLevelZoneEmphasis), 넓은 영역분포(LargeAreaEmphasis), 넓은 영역과 높은 회색 강도 영역의 연관성 분포(LargeAreaHighGrayLevelEmphasis), 넓은 영역과 낮은 회색 강도 영역의 연관성 분포(LargeAreaLowGrayLevelEmphasis), 낮은 회색 강도 영역 분포(LowGrayLevelZoneEmphasis), 영역의비균일성(SizeZoneNonUniformity), 정규화된영역비균일성(SizeZoneNonUniformityNormalized), 좁은 영역분포(SmallAreaEmphasis), 좁은 영역과 높은 회색 강도 영역의 연관성 분포(SmallAreaHighGrayLevelEmphasis), 좁은 영역과 낮은 회색 강도 영역의 연관성 분포(SmallAreaLowGrayLevelEmphasis), 영역 엔트로피(ZoneEntropy), 영역 조밀도(ZonePercentage) 및 영역 분산(ZoneVariance)을 포함할 수 있다.

[0087] S246 단계에서는 추출하고자 하는 근육 지표 중 주변 회색 색조 차이에 해당하는 근육 지표를 측정할 수 있다.

[0088] 주변 회색 색조 차이는 관심 영역 내에서 특정 거리 이내의 픽셀과 명암 차이를 정량화 하는 지표로써 4가지 근육 지표를 포함한다. 해당하는 근육 지표는 다음과 같이 인접 픽셀로의 강도 변화량(Busyness), 중심픽셀과 이웃픽셀의 평균 차이(Coarseness), 이미지 내 회색 강도 변화 복잡도(Complexity) 및 회색강도변화 크기(Strength)을 포함할 수 있다.

[0089] 도 9는 도 4의 S300 단계를 보다 상세히 나타낸 흐름도이다.

[0090] 도 9를 참조하면, S300 단계는 S310 내지 S330 단계를 포함할 수 있다.

[0091] S310 단계에서는 수근관 증후군을 진단하고자 하는 근육 초음파 영상과 입력 변수로 활용될 수 있는 근육 지표를 수근관 증후군 진단 모델에 입력한 후 수근관 증후군 진단 결과를 출력받을 수 있다.

[0092] S320 단계에서는 각각의 분류기에 대하여 각각의 근육 지표 각각에 대한 진단 성능을 측정한 후, 수근관 증후군을 진단하는데 변별력이 상대적으로 높은 근육 지표인 가중 근육 지표를 선정할 수 있다. 이때, 진단 성능은 수근관 증후군 진단 모델에 의하여 수근관 증후군으로 진단된 근육 초음파 영상이 실제 수근관 증후군 환자의 근육 초음파 영상일 경우, 진단 성능이 높은 것으로 측정될 수 있다.

[0093] 보다 상세히 말하면, S320 단계에서는 재귀적 특징 소거법(Recursive feature elimination) 또는 F-검정법을 통해 수근관 증후군을 진단하는데 변별력이 상대적으로 높은 근육 지표인 가중 근육 지표를 선정할 수 있으며, 이에 대한 상세한 설명은 진단부(300)와 함께 상술하였기에 생략하도록 한다.

[0094] 재귀적 특징 소거법은 각각의 근육 지표 전체에 대하여 기계학습 기반 수근관 증후군 분류기를 훈련한 뒤 분류 성능에 중요하다고 판단되는 지표의 우선순위를 계산하고, 중요하지 않은 특징을 재귀적으로 제거하면서 훈련에 필요한 최적의 근육 지표를 찾을 수 있다.

[0095] F-검정법은 각각 근육 지표에 대한 통계 검정량을 구하고, 계산된 값을 근육 지표의 가중치로 사용할 수 있다.

[0096] S330 단계에서는 S310 단계에서 생성된 수근관 증후군 진단 결과와 S320 단계에서 생성된 각각의 근육 지표에 대한 변별력 평과 결과를 저장부(400)와 출력부(500)에 전달할 수 있다.

[0097] 다시 도 4를 참조하면, S400 단계에서는 저장부(400)를 통해 측정부(200)에서 측정된 특성(근육 지표), 진단부(300)에 포함된 수근관 증후군 진단 모델에 의한 분류 결과 및 진단부(300)에서 선정된 가중 근육 지표와 각각의 가중 근육 지표에 적용된 가중치에 관한 정보를 저장할 수 있다.

[0098] S500 단계에서는 출력부(500)를 통해 진단부(300)에서 생성된 수근관 증후군 진단 결과 및 각각의 근육 지표에 대한 변별력 평가 결과를 출력할 수 있다.

[0099] 이상에서 실시예를 통해 본 발명을 설명하였으나, 위 실시예는 단지 본 발명의 사상을 설명하기 위한 것으로 이에 한정되지 않는다. 통상의 기술자는 전술한 실시예에 다양한 변형이 가해질 수 있음을 이해할 것이다. 본 발명의 범위는 첨부된 특허청구범위의 해석을 통해서만 정해진다.

부호의 설명

[0100] 10 수근관 증후군 진단 시스템

100 입력부

200 측정부

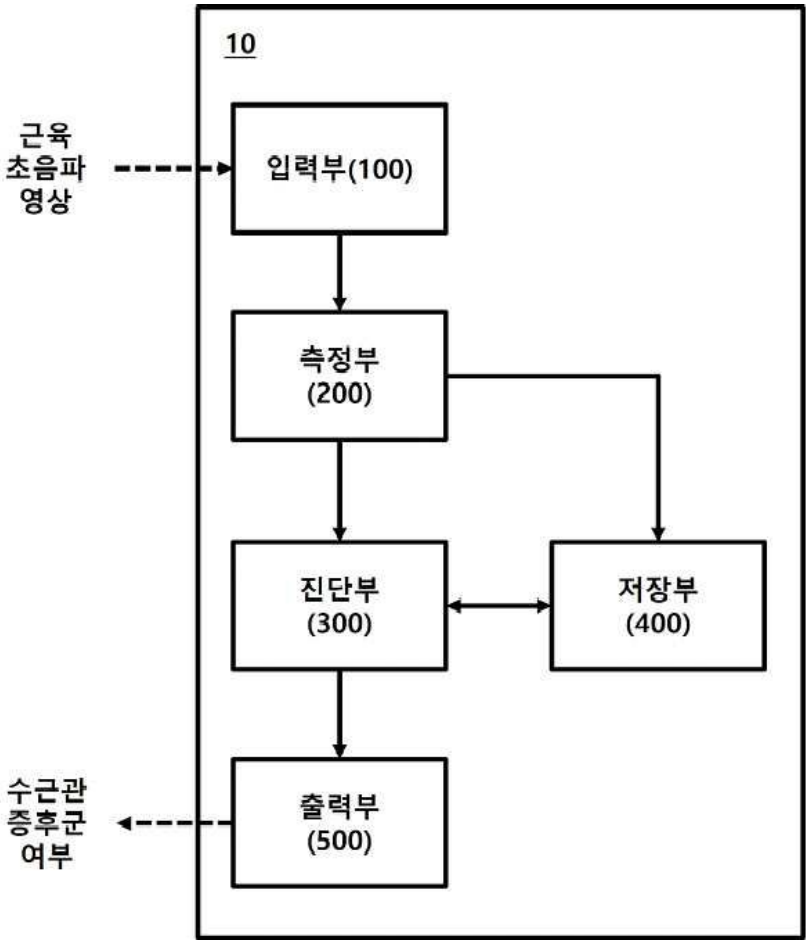
300 진단부

400 저장부

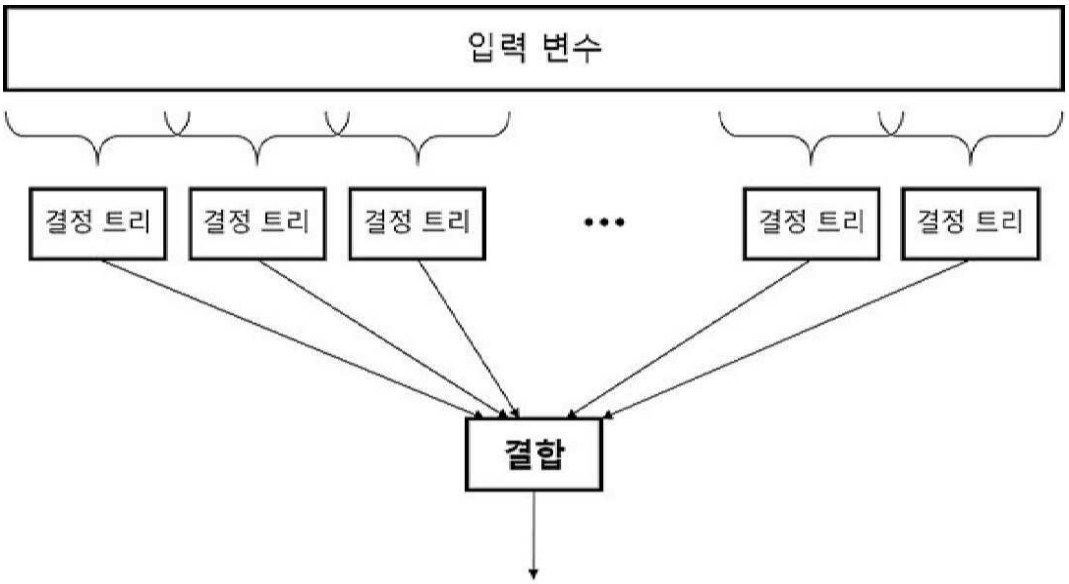
500 출력부

도면

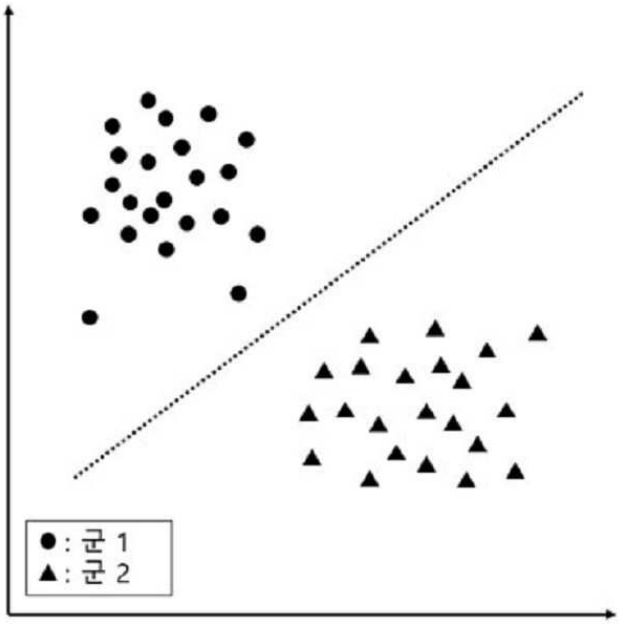
도면1



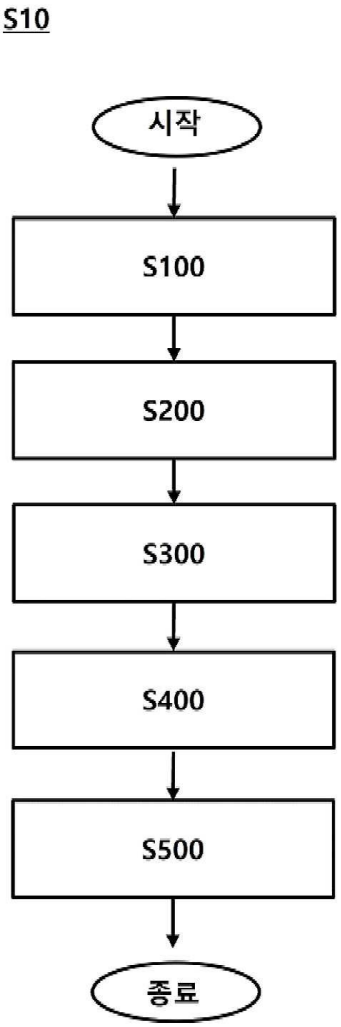
도면2



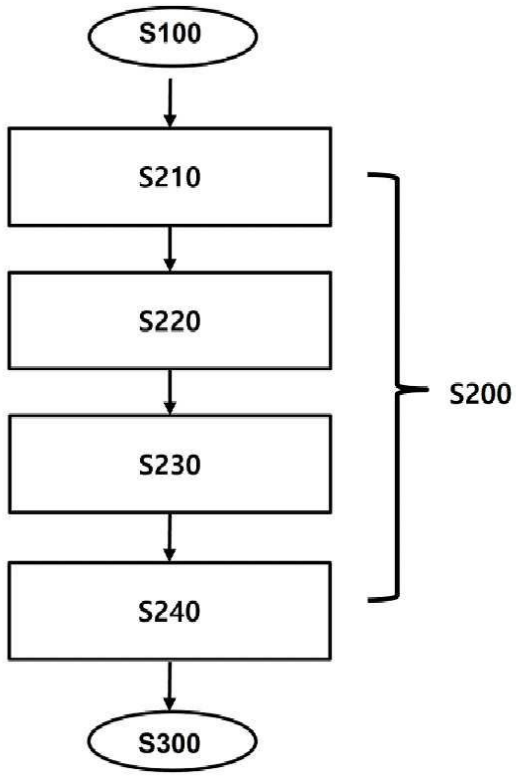
도면3



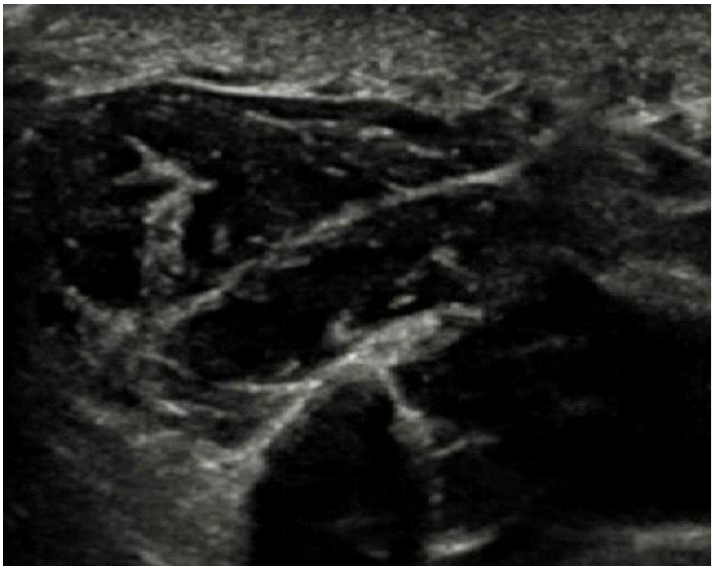
도면4



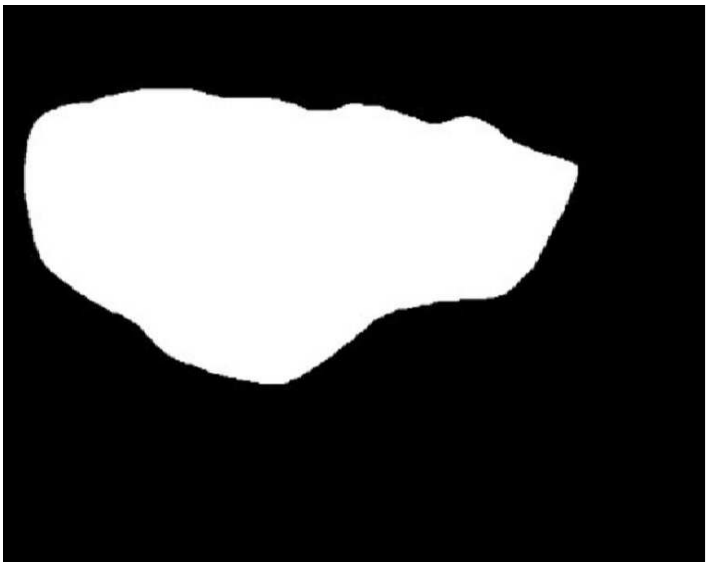
도면5



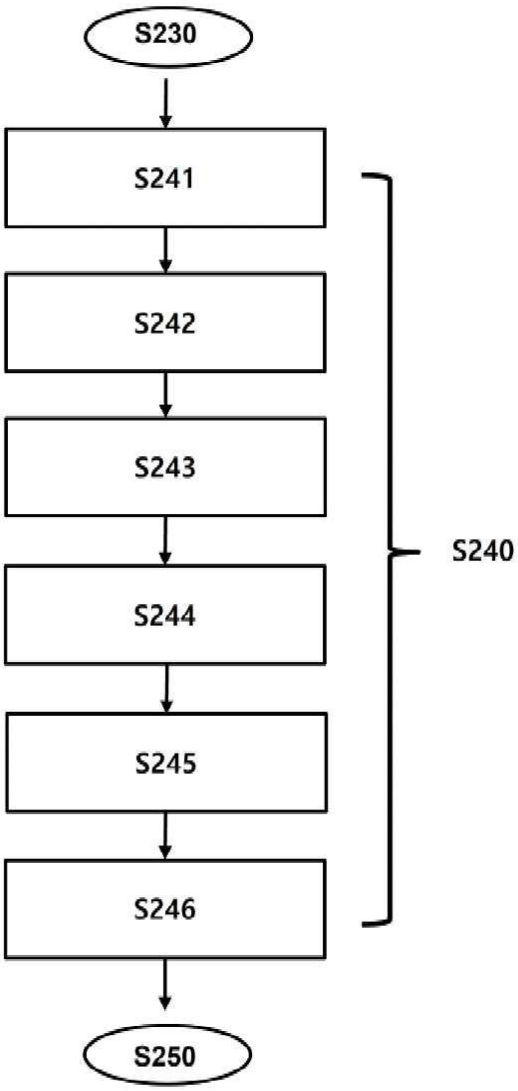
도면6



도면7



도면8



도면9

