(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0040721
(43) 공개일자 2022년03월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 3/00 (2006.01) *A61B 3/14* (2006.01)
A61B 5/00 (2021.01) *G06N 3/04* (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01) *G06T 7/00* (2017.01)
G16H 30/40 (2018.01) *G16H 50/20* (2018.01)
(52) CPC특허분류
A61B 3/0025 (2013.01)
A61B 3/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0123760
(22) 출원일자 2020년09월24일
심사청구일자 2020년09월24일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
노승민
서울특별시 은평구 진관2로 117, 214동 805호 (진관동)
서상현
서울특별시 서초구 신반포로 27-6, A동 303호 (반포동, 반포아파트,한신종합상가)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인위더피플

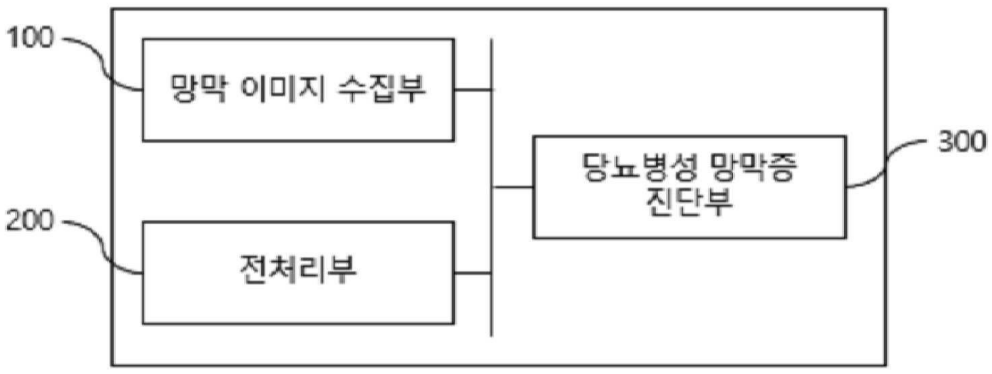
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치 및 방법을 개시한다. 본 발명의 일 측면에 따른 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치는, 망막 이미지를 수집하는 망막 이미지 수집부; 상기 수집된 망막 이미지를 전처리하는 전처리부; 및 상기 전처리된 망막 이미지에서 컨볼루션 신경망을 사용하여 실시간으로 이미지의 특징을 추출하여 당뇨병성 망막증을 진단하는 당뇨병성 망막증 진단부;를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/7264 (2013.01)
G06N 3/0427 (2013.01)
G06N 3/08 (2013.01)
G06T 7/0012 (2013.01)
G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
G06T 2207/20084 (2013.01)
G06T 2207/30041 (2013.01)

(72) 발명자
지 아룬 샘퍌 토마스
서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양AI센터 621호
와이 해롤드 로빈슨
서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양AI센터 621호
이 골든 줄리
서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양AI센터 621호
비말 샨무가나단
서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양AI센터 621호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711103369
과제번호	2019-0-00136-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	인공지능융합선도프로젝트(R&D)
연구과제명	스마트시티 산업 생산성 혁신을 위한 AI융합 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

망막 이미지를 수집하는 망막 이미지 수집부;

상기 수집된 망막 이미지를 전처리하는 전처리부; 및

상기 전처리된 망막 이미지에서 컨볼루션 신경망을 사용하여 실시간으로 이미지의 특징을 추출하여 당뇨병성 망막증을 진단하는 당뇨병성 망막증 진단부;를 포함하는 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전처리부는,

상기 수집된 망막 이미지를 자르고, 크기를 조정하고, 회전하고, 미러링하고, 미리 선정된 배열로 변환하여 망막 이미지를 전처리하여 분류하는 것을 특징으로 하는 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 전처리부는,

필터값과 커널값에 대한 제로 패딩 기법을 사용하여 수집된 망막 이미지를 분류하는 것을 특징으로 하는 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 컨볼루션 신경망은,

이미지의 특징을 추출하는 다수 개의 컨볼루션 레이어와 인접한 레이어 내의 일관성을 최소화하기 위한 풀링 레이어 및 완전히 연결된 히든 레이어로 구성되는 것을 특징으로 하는 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치.

청구항 5

심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치에서의 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법에 있어서,

망막 이미지를 수집하는 망막 이미지 수집 단계;

상기 수집된 망막 이미지를 전처리하는 전처리 단계; 및

상기 전처리된 망막 이미지에서 컨볼루션 신경망을 사용하여 실시간으로 이미지의 특징을 추출하여 당뇨병성 망막증을 진단하는 당뇨병성 망막증 진단 단계;를 포함하는 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 전처리 단계는,

상기 수집된 망막 이미지를 자르고, 크기를 조정하고, 회전하고, 미러링하고, 미리 선정된 배열로 변환하여 망

막 이미지를 전처리하여 분류하는 것을 특징으로 하는 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 전처리 단계는,

필터값과 커널값에 대한 제로 패딩 기법을 사용하여 수집된 망막 이미지를 분류하는 것을 특징으로 하는 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 컨볼루션 신경망은,

이미지의 특징을 추출하는 다수 개의 컨볼루션 레이어와 인접한 레이어 내의 일관성을 최소화하기 위한 풀링 레이어 및 완전히 연결된 히든 레이어로 구성되는 것을 특징으로 하는 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법.

청구항 9

제 5 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법을 수행하기 위한, 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단함에 있어서 컨볼루션 신경망을 이용하여 당뇨병성 망막증을 진단하는 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 망막증은 망막 혈관의 변화를 유발하여 출혈, 체액 누출 및 시력 장애를 유발하는 인간 안구 질환이다. 망막증의 증상은 흐릿한 시력, 색 지각 변화, 붉은 반점 및 눈의 통증이다.

[0004] 특히, 당뇨병성 망막증은 다 유전자성 질환으로 인해 조직층에 손상이 발생하면 당뇨병성 질환이다. 노인과 개인은 당뇨병성 망막증이 발생할 가능성이 있는 다원성 질환을 앓고 있다. 전세계적으로 당뇨병을 앓고 있는 성인의 수는 2011년 3억 6600만명, 2030년에는 5억 5500만명으로 추산된다. 한 쌍의 다 유전자성 질병에 걸린 개인의 숫자는 다 유전자성 질병에 걸린 개인의 80%가 있는 각 국가에서 증가하고 있다.

[0005] 따라서, 이러한 당뇨병성 망막증을 자동으로 그리고, 보다 정확하게 진단할 수 있는 연구가 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2058883호(2019.12.18 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단함에 있어서 컨볼루션 신경망을 이용하여 당뇨병성 망막증을 진단하는 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0009] 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허청구범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치는, 망막 이미지를 수집하는 망막 이미지 수집부; 상기 수집된 망막 이미지를 전처리하는 전처리부; 및 상기 전처리된 망막 이미지에서 컨볼루션 신경망을 사용하여 실시간으로 이미지의 특징을 추출하여 당뇨병성 망막증을 진단하는 당뇨병성 망막증 진단부;를 포함한다.

[0012] 상기 전처리부는, 상기 수집된 망막 이미지를 자르고, 크기를 조정하고, 회전하고, 미러링하고, 미리 선정된 배열로 변환하여 망막 이미지를 전처리하여 분류하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 전처리부는, 필터값과 커널값에 대한 제로 패딩 기법을 사용하여 수집된 망막 이미지를 분류하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기 컨볼루션 신경망은, 이미지의 특징을 추출하는 다수 개의 컨볼루션 레이어와 인접한 레이어 내의 일관성을 최소화하기 위한 풀링 레이어 및 완전히 연결된 히든 레이어로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치에서의 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법은, 망막 이미지를 수집하는 망막 이미지 수집 단계; 상기 수집된 망막 이미지를 전처리하는 전처리 단계; 및 상기 전처리된 망막 이미지에서 컨볼루션 신경망을 사용하여 실시간으로 이미지의 특징을 추출하여 당뇨병성 망막증을 진단하는 당뇨병성 망막증 진단 단계;를 포함한다.

[0016] 상기 전처리 단계는, 상기 수집된 망막 이미지를 자르고, 크기를 조정하고, 회전하고, 미러링하고, 미리 선정된 배열로 변환하여 망막 이미지를 전처리하여 분류하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 전처리 단계는, 필터값과 커널값에 대한 제로 패딩 기법을 사용하여 수집된 망막 이미지를 분류하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 컨볼루션 신경망은, 이미지의 특징을 추출하는 다수 개의 컨볼루션 레이어와 인접한 레이어 내의 일관성을 최소화하기 위한 풀링 레이어 및 완전히 연결된 히든 레이어로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 기록매체는, 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법을 수행하기 위한, 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체이다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 일 측면에 따르면, 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단함에 있어서 컨볼루션 신경망을 이용함으로써 보다 정확하게 진단할 수 있는 효과가 있다.

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

도면의 간단한 설명

[0024] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용들과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니 된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치의 개략적인 기능 블록도,

도 2는 모든 종류의 망막증 이미지,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 컨볼루션 신경망의 구조,

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 맥스플링 단계의 일 예,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법의 개략적인 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 상술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0026] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 “포함”한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 “…부” 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 심층 컨볼루션 네트워크를 기반으로 한 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치의 개략적인 기능 블록도, 도 2는 모든 종류의 망막증 이미지, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 컨볼루션 신경망의 구조, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 맥스플링 단계의 일 예이다.

[0028] 당뇨병을 앓고 있는 환자에게서 진단 후 임상적으로 눈에 보이는 당뇨병성 망막증(DR)이 조기에 발생하지 않는다. 그러나, 유도된 망막 혈류량, 백혈구 충만, 둥근 천장막의 응고와 함께 망막의 구조적 변화가 인식되고 있다. 임상적으로 가장 성급한 당뇨병성 망막증(DR) 기간은 미세 동맥류의 확대로 인한 비증식성 당뇨병성 망막증(NPDR)이다. 이 질병은 정맥 구경 변화 및 망막 내 미세 혈관 이상과 함께 보조 당뇨병성 망막증(DR) 병변이 자라는 곳이면 어디에서나 억제된 비증식성 당뇨병성 망막증(NPDR)에 도달한다. 이러한 병변의 엄격함과 양은 잔인한 비증식성 당뇨병성 망막증(NPDR)을 초래했으며, 망막 혈액은 점진적으로 더 많은 협상을 진행한다. 결과적으로, 망막의 관류되지 않은 부분은 증식성 당뇨병성 망막증(PDR)에 따라 신선한 혈관 확대를 유도하는 신호를 보낸다. 신선한 혈관은 정사각형 크기로 불규칙하며 빠르게 자주 심한 시력 손실을 유발한다. 당뇨성 황반부종(DME)은 황반 내부의 혈과에서 액체가 떨어지면서 망막에 심각한 부종이 있을 때 발생하며 당뇨병성 망막증(DR) 기간 중 나타날 수 있다. 망막증이 없는 상태에서 증식성 당뇨병성 망막증(PDR)으로의 승계는 당뇨병성 망막증(DR)이 예비 단계에서 인정되고 방종되도록 지원하는 느린 속도를 얻을 수 있다. 당뇨병성 망막증(DR)의 확장과 계승은 다 유전자성 질환의 병기 및 관리라고 한다. 초기 유형의 당뇨병성 망막증(DR)은 일반적으로 좋지만 치유에 유연하다.

[0029] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치는, 망막 이미지 수집부(100), 전처리부(200) 및 당뇨병성 망막증 진단부(300)를 포함한다.

[0030] 망막 이미지 수집부(100)는 망막 이미지를 수집한다. 이때, 망막 이미지는 안과용 촬상 장치 예컨대, 안구 카메라 등과 같은 장치를 이용하여 촬영되어 수집될 수 있다. 하지만, 이에 한하지 않으며, 망막 이미지를 촬영하고 수집할 수 있는 장치이면 관계없다.

[0031] 전처리부(200)는 수집된 망막 이미지를 전처리한다. 전처리부(200)는, 수집된 망막 이미지를 자르고, 크기를 조정하고, 회전하고, 미러링하고, 미리 선정된 배열로 변환하여 망막 이미지를 전처리하여 분류한다. 한편, 수집된 망막 이미지를 전처리하는 것에 대해 보다 자세히 설명하면 아래와 같다.

[0032] 먼저, 수집된 망막 이미지는 Kaggle CLI를 사용하여 다운로드될 수 있다. EC2 인스턴스에서 이를 실행하면 약

30분 안에 이미지를 다운로드할 수 있다. 그런 다음 모든 이미지가 해당 폴더에 배치되고 압축 파일에서 확장된다.

[0033] 다음으로, 수집된 모든 망막 이미지를 자르고 크기를 조정한다. 예컨대, 모든 이미지는 256개로 축소될 수 있다. 훈련하는데 시간이 더 걸리지만 이 크기의 사진에 있는 세부 정보는 128개보다 훨씬 크다. 또한, 훈련 세트에서 403개의 이미지가 삭제되었다. Scikit-Image는 이러한 이미지에 색공간이 없기 때문에 크기를 조정하는 동안 여러 경고를 표시할 수 있다. 이로 인해 완전히 검은색이었던 모든 이미지가 훈련 데이터에서 제거될 수 있다.

[0034] 다음으로, 수집된 모든 망막 이미지를 회전시키고 미러링한다. 예컨대, 망막증이 필요한 이미지는 90, 120, 180, 270과 같은 다음 각도로 미러링되고 회전되었다. 도 2는 모든 종류의 망막증 이미지를 나타내는데 여기서, 첫번째 이미지는 검은색 테두리와 함께 두 쌍의 눈을 보여준다.

[0035] 회전 및 미러링 후 클래스 차이가 수정된다. 망막증을 일으키는 수 천개의 이미지가 더 있다. 전반적으로 신경망에 의해 처리되는 이미지는 106,386개이다. 컨볼루션 레이어에서 가중치 계수를 공유하면 매개 변수 수를 최소화할 수 있다. 가장자리와 다른 모서리를 식별하는 것은 훨씬 쉽다. 풀링 레이어는 추출된 이미지의 위치를 식별하는데 사용될 수 있다.

[0036] 당뇨병성 망막증 진단부(300)는 전처리된 망막 이미지에서 컨볼루션 신경망(Convolutional Neural Network : CNN)을 사용하여 실시간으로 이미지의 특징을 추출하여 당뇨병성 망막증을 진단한다. 이때, 컨볼루션 신경망은 서로 다른 메트릭을 사용하여 완전히 연결된 네트워크를 사용하는 일반적인 컴퓨터 비전 방법론으로, 이미지의 특징을 추출하는 다수 개의 컨볼루션 레이어와 인접한 레이어 내의 일관성을 최소화하기 위한 풀링 레이어 및 완전히 연결된 히든 레이어로 구성될 수 있다. 이때, 완전 연결 계층은 실시간 이미지의 분류를 수행할 수 있다. 또한, 풀링 레이어는 인접한 레이어 내의 일관성을 최소화하기 위해 적용될 수 있다. 보다 구체적으로, 컨볼루션 신경망은 심층 신경망(DNN: Deep Neural Network)의 한 종류로, 하나 또는 여러 개의 콘볼루션 계층(convolutional layer)과 통합 계층(pooling layer), 완전하게 연결된 계층(fully connected layer)들로 구성될 수 있다. 이처럼, 망막증은 컨볼루션 신경망을 사용하여 진단함으로써 진단의 정확도를 높일 수 있다. 보다 구체적으로, 본 실시예에 따른 장치의 성능을 검증하기 위해, 컨볼루션 신경망은 Keras와 Tensor Flow를 백엔드로 사용하여 빌드된다. Theano보다 더 나은 성능과 Tensor Board를 사용하여 신경망을 시각화하는 기능으로 인해 Tensor Flow가 백엔드로 선택되었다. 두 범주를 예측하기 위해 Eye Net은 개별적으로 깊이가 32인 3개의 컨볼루션 레이어를 사용한다. 최대 풀링 레이어는 크기가 (2,2)인 3개의 컨볼루션 레이어 뒤에 암시된다. 조립후 데이터는 특히 밀도가 높은 128 크기의 레이어 내에서 영양분을 공급받고 마지막으로 두 개의 Softmax 노드를 포함하는 출력 레이어로 전달된다. 컨볼루션 신경망(CNN)은 시각 피질을 사용하여 뉴런 내의 패턴이 개발되는 곳에 연결된 피드 포워드 인공 신경망으로 개별 뉴런이 시야 내에서 겹치는 영역으로 구성된다. 이미지를 식별하기 위해 레이어가 쌓여 있는 복잡한 구조를 사용한다. 구성된 프레임 워크는 모든 기능이 이미지 내에서 식별되는 다중 클래스 분류에 사용된다. 15개의 레이어에는 13개의 레이어가 컨볼루션이고 나머지는 완전히 연결된 가중치가 있다. 제안된 모델은 다항 요소에 대한 로지스틱 회귀값을 확대한다. 맥스풀 레이어는 정확도를 높이는데 필요한 3개의 컨볼루션 레이어를 사용하여 구성된다. 각 컨볼루션 레이어는 ReLU 계층을 사용하여 프레임화되어 훈련 공간을 늘린다. 컨볼루션 신경망의 매커니즘은 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같다.

[0037] 컨볼루션 신경망(CNN)은 분류 성능을 향상시키기 위해 컨볼루션 레이어와 공간적으로 관련된 기능의 조합이다. 아키텍처 디자인에는 완전 연결 계층이 포함된다. 이 모델의 출력은 특정 픽셀($Pixel_i$)에 대해 라벨 클래스($Output_i$)를 사용하여 분류된다. 전체 네트워크는 오류 처리 방법과 함께 역전파 알고리즘을 사용하여 훈련된다. 컨볼루션 레이어를 제어하기 위한 필터와 완전 연결된 레이어(Fully Connected Layer)에 대한 가중치는 오류를 기반으로 완료된다. 추출은 이미지에서 추출된 스펙트럼 특징이 있는 이미지 크기를 기반으로 특정 픽셀($Pixel_i$)을 사용하여 수행된다. 인접한 픽셀에는 패치와 인접한 패치에 대한 연결창이 포함된다. 마지막으로 패치에는 맥스풀 레이어에 집중하는 픽셀이 포함되어 있다. 인간 상호 작용 시스템은 인접한 값에 대한 출력을 통합하는 복잡한 값을 포함한다. 복잡한 값은 특성 및 공유 가중치에 따라 달라진다. 상관값을 기반으로 한 연결은 방법론의 일반화화 통합된다. 활성화 함수에 대한 ReLU 형성은 Re_p x C_p 크기의 전체 피처맵 양을 갖는 $Function_i$로 표시된다. 초기 컨볼루션 레이어는 아래의 수학식 1에 설명되어 있다.

[0038] [수학식 1]

[0039] $$Act_i^j = \sum_j fun(wt_{i,j}^j * Act_i^{j-1} + Bias_i^j)$$

[0040] 또한, 컨볼루션 레이어의 피처맵은 아래의 수학식 2를 사용하여 계산된다.

[0041] [수학식 2]

[0042] $$Feature_{map}(i) = fun(Act_i^j) = max(0, Act_i^j)$$

[0043] 계산 자원을 분류하기 위한 입력 이미지는 필터값과 커널값에 대한 제로 패딩 기법을 사용하여 달성된다. 계산 속도와 클래스 레이블의 총량은 입력 이미지의 피처맵을 계산하는데 필수적이다. 계산 속도와 클래스 레이블의 총량은 입력 이미지의 피처맵을 계산하는데 필수적이다. 모든 컨볼루션 레이어에 대한 필터는 계산 시간과 저장 공간을 줄이기 위해 엄청난 양의 피처맵에 깊이와 공통 에지를 사용한다. 따라서, 매개 변수는 특정 문제에 대한 안정성을 달성하는데 사용된다. 입력 이미지의 작업 균형을 맞추는데 사용되는 픽셀은 stride 매개 변수를 사용하여 계산된다. 필터는 단일 보폭이 될 때마다 한 주기에 한 픽셀씩 이동한다. 공간 기반 피처맵에서 0으로 채우기가 입력 이미지에 사용된다.

[0044] 초기 단계에서 첫번째 컨볼루션 레이어에서 캡처된 피처의 수는 다음 컨볼루션 계층의 입력이된다. 컨볼루션 함수는 수학식 1과 수학식 2에 따라 배치된다. 출력은 최대 풀링 계층의 피처맵을 사용하여 2차 컨볼루션 계층에서 생성된다. 컨볼루션 레이어의 위치 특성을 사용하여 작업을 수행하더라도 전체 피처맵의 계산 복잡성으로 인해 분류 정확도가 떨어진다. 최대 풀링 작업은 입력 특성값을 작업 그룹으로 분리할 수 있다. 따라서, 가장 높은 값은 피처맵에서 계산된다. N x N 행렬은 수학식 3을 사용하여 피처맵을 계산하는데 사용된다.

[0045] [수학식 3]

[0046] $$iw_j = \max(iw_i^{n\,x\,n} wf(n,n))$$

[0047] 작업의 다음 단계는 피처맵의 강도를 제외하고 컨볼루션 레이어의 초기 단계와 동일하다. 모든 단계의 출력값에는 공간 값과 피처맵이 있다. 피처맵은 단순 작업과 같은 초기 수준의 기능으로 구성되어야 한다. 레이어를 늘리는 가장 중요한 것은 최소한의 표현으로 시각적 효과를 향상시키는 것이다. 완전 연결된 네트워크는 컨볼루션 계층에서 캡처된 기능을 분류하는데 사용된다. 히든 레이어는 최대 풀링 레이어의 예상 출력을 생성하는데 사용된다. 계산은 수학식 4 및 5에서 완전 연결된 네트워크의 숨겨진 계층을 사용하여 수행된다.

[0048] [수학식 4]

[0049] $$h_{lin} = fun(Wt_{h1}, Bias_{h1})$$

[0050] [수학식 5]

[0051] $$h_{lin} = Bias_{h1} + \sum_{j=1}^{L} Wt_j C_j$$

[0052] 컨볼루션 네트워크는 입력 이미지를 통해 작은 필터를 이동하여 사용한다. 이것은 필터가 전체 입력 이미지에서 패턴을 인식하는데 재사용된다는 것을 의미한다. 따라서, 컨볼루션 네트워크는 비슷한 수의 변수를 가진 완전히 연결된 네트워크(Fully connected network)보다 훨씬 더 신뢰할 수 있다. 이것은 차례로 컨볼루션 네트워크를 더 빨리 훈련시킬 수 있게 한다. ReLU 기반 활성화 기능은 수학식 6과 함께 임계값 0을 사용하여 생성된다.

[0053] [수학식 6]

[0054] $$h_l = fun(h_{lin}) = max(0, h_{lin})$$

[0055] 마찬가지로, 인접한 계층의 노드에 대해 활성화된 출력값은 숨겨진 계층을 사용하여 생성된다. 컨볼루션 신경망(CNN) 레이어의 출력은 출력 계층에서 중지된다. 여기에는 식별할 클래스 레이블의 가정된 양을 설명하는 총 노드 수가 포함된다. 입력 픽셀은 Softmax 활성화 기능으로 분류된다. 입력 픽셀을 분류하여 확률 출력값과 비교하여 수학식 7을 사용하여 생성한다.

[0056] [수학식 7]

[0057] $$Pro_i = \frac{e^{\beta i}}{\sum_{i=1}^{n} e^{\beta i}}$$

[0058] 여기서, $\beta_i = (\beta_1\ \beta_i = (\beta_1$, $\beta_2, \ldots, \beta_n\ \beta_2, \ldots, \beta_n)$은 출력 계층에 대한 Softmax 활성화 함수에 대한 입력이다. 가정 및 생성된 출력 내의 오류는 활성화 함수로 계산된다. 훈련 단계의 경우 오류값을 얻기 위한 유도는 완전히 연결된 네트워크의 도움을 받아 가중치 함수를 사용하여 계산된다. 엔트로피 미스 함수 $\delta(\varnothing)$는 수학식 8을 사용하여 확률 함수를 찾기 위해 구현된다.

[0059] [수학식 8]

[0060] $$\delta(\varnothing) = -\frac{1}{Z}\sum_{n=1}^{z}\sum_{k=1}^{o} fun\{k = P(n)\}\log\ T_k(n)$$

[0062] 한편, 상술한 수학식 1 내지 수학식 8에 사용된 기호는 아래의 표 1에 나와 있다.

[0063] [표 1]

Symbol	Description
h_{lin}	Hidden layer for linear values.
$Bias_{h1}$	Bias value for the hidden layer 1
C_j	Max pooling layer input value
Wt_j	Weighted value
$Feature_{Map}$	Feature Map
iw_j	The highest value of the adjacent window of N x N window
$wf(n,n)$	Window function of the feature map
$iw_i^{n\,x\,n}$	Position of the input window for j^{th} feature map
Act_i^l	Activation for the feature map in layer
Act_i^{l-1}	Activation for the feature map for $l-1$ layer in the layer
$wt_{i,j}^l$	Filter kernel level of Convolutional layer
$Bias_i^l$	Bias for the particular layer
$*$	Operator for Convolutional layer
Z	The total amount of training patches
$P(n)$	Training sample
$T_k(n)$	The conditional probability of the particular sample
$fun\{k = P(n)\}$	indicative function

[0064]

[0066] 상술한 바와 같은 본원발명은, 수집된 망막 이미지 중 패턴 이미지를 사전 처리하여 기능을 개선하는 것이 주요 문제이다. 기능 추출을 위한 이미지 향상은 높은 해상도 값을 가져 오기에 부정확하다. 이미지 크기 조정 메트릭은 계산 능력이 최소화되기 때문에 이미지를 훈련하는데 있어 주요 문제 중 하나이다. 특징 손실 계수는 이미지의 레이블이 다를 수 있을 때마다 값이 증가하는 것이다. 이러한 종류의 문제를 해결하기 위해 컨볼루션 신경망(CNN)은 이미지 예측 및 훈련 관점에서 서로 다른 용량으로 사용된다. 완전히 연결된 레이어를 가진 제안된 컨볼루션 신경망(CNN)은 45000개 이상의 이미지를 포함하는 데이터 세트에서 이미지를 분류하는데 사용된다. 이미지는 학습 세트와 테스트 세트로 분리될 수 있다. 제안된 방법론은 출력 클래스와 픽셀값으로 분류된다. 전체 네트워크는 역전파 방법론으로 훈련된다. ReLU는 피처맵과 편향값으로 구성된다. 최적의 방법론을 생성하기 위

해 최적화된 가중치 값이 계산된다.

[0067] 상술한 바와 같은 본원발명에 따르면, 망막 이미지에서 당뇨병성 망막증을 진단하는 장치는 당뇨병성 망막증에 대한 특징 추출을 자동으로 식별한다. 한편, 총 반복 횟수가 증가할 때마다 유효성 검사 및 훈련 오류가 식별되었다. 또한, 여러 매개 변수에서 계산 비용을 줄이는데 사용되었다. 또한, 처리 능력을 활용하여 커널값을 학습하고 추론 내에서 목표값에 도달하는 제안된 방법을 사용하여 분류가 이루어질 수 있다. 또한, 상술한 바에 따르면, 인접한 컨볼루션 레이어의 복합 패턴을 확인했다. 패턴은 커널이 100% 일치하는 동안 식별된다. 기능 손실 계수(feature loss factor)는 레이블값을 높이는데 사용된다.

[0069] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법의 개략적인 흐름도이다.

[0070] 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 당뇨병성 망막증을 진단하는 방법은, 망막 이미지를 수집하는 단계(S510), 수집된 망막 이미지를 전처리하는 단계(S520) 및 전처리된 망막 이미지에서 컨볼루션 신경망을 사용하여 실시간으로 이미지의 특징을 추출하여 당뇨병성 망막증을 진단하는 단계(S530)를 포함한다.

[0071] 수집된 망막 이미지를 전처리하는 단계(S520)는, 수집된 망막 이미지를 자르고, 크기를 조정하고, 회전하고, 미러링하고, 미리 선정된 배열로 변환하여 망막 이미지를 전처리하여 분류할 수 있다. 이때, 전처리 단계는, 필터값과 커널값에 대한 제로 패딩 기법을 사용하여 수집된 망막 이미지를 분류할 수 있다.

[0072] 전처리된 망막 이미지에서 컨볼루션 신경망을 사용하여 실시간으로 이미지의 특징을 추출하여 당뇨병성 망막증을 진단하는 단계(S530)에서, 컨볼루션 신경망은, 이미지의 특징을 추출하는 다수 개의 컨볼루션 레이어와 인접한 레이어 내의 일관성을 최소화하기 위한 풀링 레이어 및 완전히 연결된 히든 레이어로 구성될 수 있다. 이때, 컨볼루션 신경망(Convolutional Neural Network : CNN)은 서로 다른 메트릭을 사용하여 완전히 연결된 네트워크를 사용하는 일반적인 컴퓨터 비전 방법론으로, 이미지의 특징을 추출하는 다수 개의 컨볼루션 레이어와 인접한 레이어 내의 일관성을 최소화하기 위한 풀링 레이어 및 완전히 연결된 히든 레이어로 구성될 수 있으며, 완전 연결 계층은 실시간 이미지의 분류를 수행할 수 있다. 또한, 풀링 레이어는 인접한 레이어 내의 일관성을 최소화하기 위해 적용될 수 있다.

[0073] 본 발명의 실시예에 따른 방법들은 애플리케이션으로 구현되거나 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는, 본 발명을 위한 특별히 설계되고 구성된 것들이거나와 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media) 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0074] 본 명세서는 많은 특징을 포함하는 반면, 그러한 특징은 본 발명의 범위 또는 특허청구범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 또한, 본 명세서의 개별적인 실시예에서 설명된 특징들은 단일 실시예에서 결합되어 구현될 수 있다. 반대로, 본 명세서의 단일 실시예에서 설명된 다양한 특징들은 개별적으로 다양한 실시예에서 구현되거나, 적절히 결합되어 구현될 수 있다.

[0075] 도면에서 동작들이 특정한 순서로 설명되었으나, 그러한 동작들이 도시된 바와 같은 특정한 순서로 수행되는 것으로 또는 일련의 연속된 순서, 또는 원하는 결과를 얻기 위해 모든 설명된 동작이 수행되는 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정 환경에서 멀티태스킹 및 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 아울러, 상술한 실시예에서 다양한 시스템 구성요소의 구분은 모든 실시예에서 그러한 구분을 요구하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 상술한 앱 구성요소 및 시스템은 일반적으로 단일 소프트웨어 제품 또는 멀티플 소프트웨어 제품에 패키지로 구현될 수 있다.

[0076] 이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면

에 의해 한정되는 것은 아니다.

부호의 설명

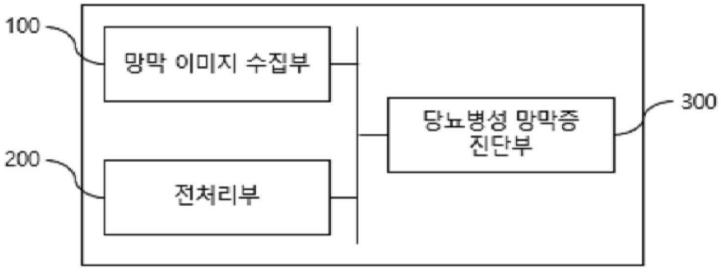
[0078] 100 : 망막 이미지 수집부

200 : 전처리부

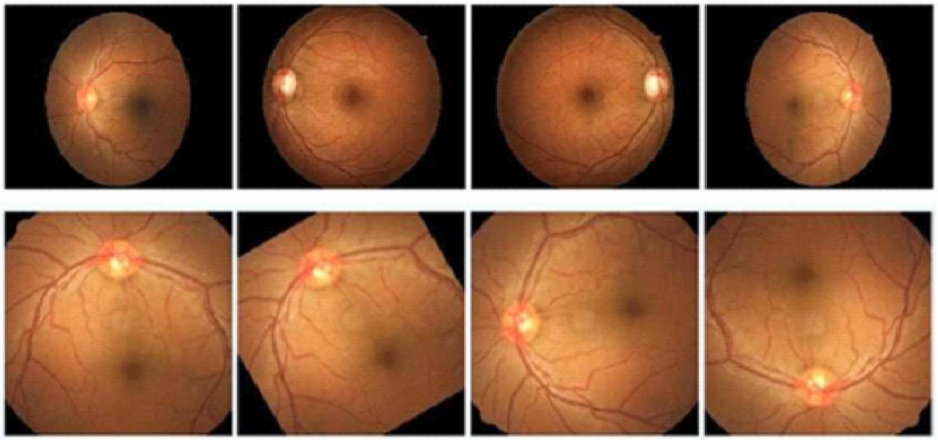
300 : 당뇨병성 망막증 진단부

도면

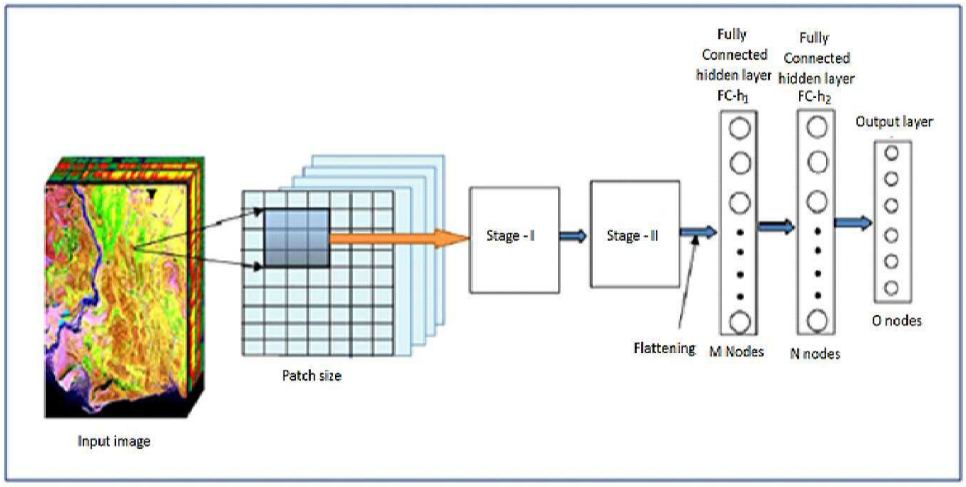
도면1



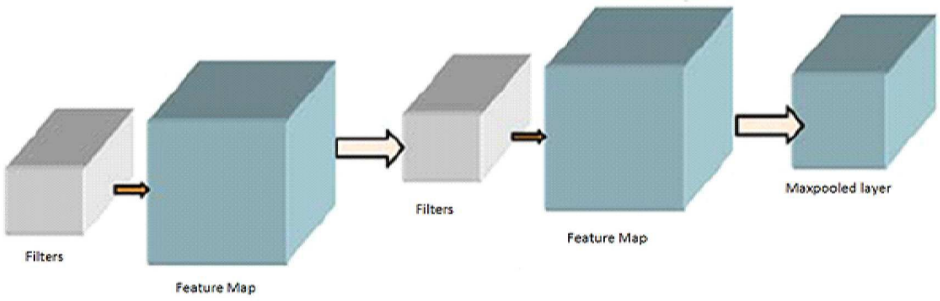
도면2



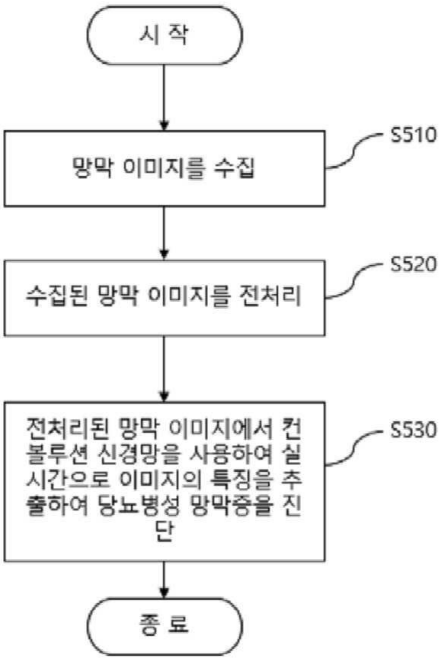
도면3


Fully Connected hidden layer FC-h1
Fully Connected hidden layer FC-h2
Output layer
Stage - I
Stage - II
Patch size
Input image
Flattening
M Nodes
N nodes
O nodes

도면4


Filters
Feature Map
Filters
Feature Map
Maxpooled layer

도면5


시 작
망막 이미지를 수집
S510
수집된 망막 이미지를 전처리
S520
전처리된 망막 이미지에서 컨볼루션 신경망을 사용하여 실시간으로 이미지의 특징을 추출하여 당뇨병성 망막증을 진단
S530
종 료