



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0164758
(43) 공개일자 2024년11월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16H 50/80 (2018.01) G06N 3/0464 (2023.01)
G06N 3/092 (2023.01) G06T 7/00 (2017.01)
G06T 7/11 (2017.01) G06T 7/90 (2017.01)
G16H 30/20 (2018.01) G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01) G16H 50/50 (2018.01)
- (52) CPC특허분류
G16H 50/80 (2018.01)
G06N 3/0464 (2023.01)
- (21) 출원번호 10-2024-0061898
(22) 출원일자 2024년05월10일
심사청구일자 2024년05월10일
- (30) 우선권주장
1020230061435 2023년05월12일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
한양대학교 산학협력단
서울특별시 성동구 왕십리로 222(행당동, 한양대학교내)
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
- (72) 발명자
조항준
서울특별시 성동구 살곶이길 148, 405호(사근동, J&P vill)
정승준
서울특별시 서초구 서초중앙로24길 43, 101동 506호(서초동, 유원서초아파트)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인(유한)아이시스

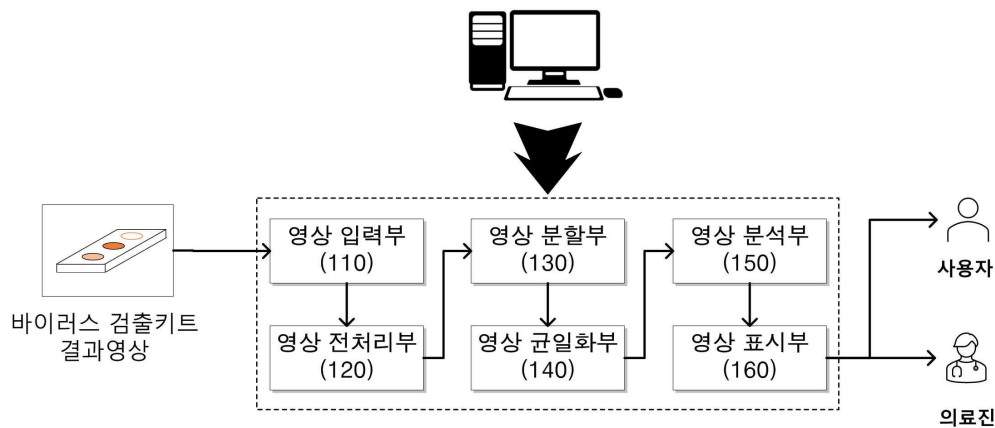
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 바이러스 감염 분석 방법 및 장치

(57) 요약

바이러스 감염 분석장치는 바이러스 진단키트 반응영상을 입력 받는 영상 입력부; 상기 영상 입력부가 입력 받은 반응영상을 전처리 하는 영상 전처리부; 상기 영상 전처리부가 전처리한 반응영상에서 바이러스 검출 영역을 인식하는 영상 분할부; 상기 영상 분할부가 인식한 바이러스 검출 영역의 색상을 보정하는 영상 균일화부; 상기 영상 균일화부가 보정한 바이러스 검출 영역을 바이러스 예측모델에 입력 한뒤, 상기 예측모델의 출력 결과를 기초로 바이러스 감염 여부를 분석하는 영상 분석부; 및 상기 분석결과를 상기 반응영상에 표시하는 영상 표시부; 를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06N 3/092 (2023.01)
G06T 7/0012 (2013.01)
G06T 7/11 (2017.01)
G06T 7/90 (2017.01)
G16H 30/20 (2018.01)
G16H 30/40 (2018.01)
G16H 50/20 (2018.01)
G16H 50/50 (2018.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)

(72) 발명자

정희경

서울특별시 성동구 왕십리로 222, 한양대학교 의과
대학 병리학 교실

공용준

경기도 성남시 수정구 위례순환로 211, 5408동 50
3호(창곡동, 위례 센트럴 푸르지오)

김동하

서울특별시 종로구 자하문로 131-30, 청운힐하우스
3동 201호 (청운동)

유수빈

서울특별시 서대문구 연세로2다길 18 (창천동)

강하은

서울특별시 서대문구 이화여대길 88-13, 202호 (대
현동)

명세서

청구범위

청구항 1

바이러스 진단키트 반응영상을 입력 받는 영상 입력부;
 상기 영상 입력부가 입력 받은 반응영상을 전처리 하는 영상 전처리부;
 상기 영상 전처리부가 전처리한 반응영상에서 바이러스 검출 영역을 인식하는 영상 분할부;
 상기 영상 분할부가 인식한 바이러스 검출 영역의 색상을 보정하는 영상 균일화부;
 상기 영상 균일화부가 보정한 바이러스 검출 영역을 바이러스 예측모델에 입력 한 뒤, 상기 예측모델의 출력 결과를 기초로 바이러스 감염 여부를 분석하는 영상 분석부; 및
 상기 분석결과를 상기 반응영상에 표시하는 영상 표시부; 를 포함하되,
 상기 바이러스 예측모델은 강화학습(Reinforcement learning)기반의 모델로서, 상태값(State) 값을 기반으로 최대의 보상값(Reward)을 받기 위한 행동값(Action)을 출력하기 위한 모델이고,
 상기 상태 값은 상기 균일화부가 보정한 바이러스 검출 영역이고
 상기 행동 값은 바이러스가 감염 여부를 분류한 결과이고,
 상기 보상 값은 바이러스가 감염된 것으로 예측한 데이터 집합과 바이러스가 감염되지 않는 것으로 예측한 데이터 집합을 잘 구분할수록 커지는,
 분석장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 바이러스 진단키트 반응영상은 레퍼런스 컬러 테이블(reference's color table)을 촬영한 영상을 포함하고,
 상기 영상 균일화부는 상기 레퍼런스 컬러 테이블을 기준으로 상기 바이러스 검출 영역의 색상을 보정하는,
 분석장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 영상 전처리부는 상기 진단키트 반응 영상의 오리엔테이션(orientation)을 보정하거나 정합하는,
 분석장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 영상 분할부는 객체 탐지 모델을 이용해 상기 전처리한 반응영상에서 상기 바이러스 검출 영역을 인식하는,
 분석장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 바이러스 예측모델은 상기 바이러스 검출 영역에서 적어도 하나 이상의 픽셀을 입력 받는,

분석장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 보상값은 상기 바이러스가 감염되었다고 예측한 데이터 집합과 상기 바이러스가 감염되지 않았다고 예측한 데이터 집합 각각에 대하여 산출된 특징 맵(Feature Map)에 대하여 t-검정(t-test)을 수행하여 계산된 t값 및 p값을 기반으로 계산되는,

분석장치.

청구항 7

분석장치가 바이러스 진단키트 반응영상을 입력 받는 영상 입력 받는 단계;

상기 분석장치가 상기 입력 받은 반응영상을 전처리 하는 단계;

상기 분석장치가 상기 전처리한 반응영상에서 바이러스 검출 영역을 인식하여 분할하는 단계;

상기 분석장치가 상기 인식한 바이러스 검출 영역의 색상을 보정하는 단계; 및

상기 분석장치가 상기 보정된 바이러스 검출 영역을 바이러스 예측모델에 입력 한 뒤, 상기 예측모델의 출력 결과를 기초로 바이러스 감염 여부를 분석하는 단계; 를 포함하되,

상기 바이러스 예측모델은 강화학습(Reinforcement learning)기반의 모델로서, 상태값(State) 값을 기반으로 최대의 보상값(Reward)을 받기 위한 행동값(Action)을 출력하기 위한 모델이고,

상기 상태 값은 상기 균일화부가 보정한 바이러스 검출 영역이고

상기 행동 값은 바이러스가 감염 여부를 분류한 결과이고,

상기 보상 값은 바이러스가 감염된 것으로 예측한 데이터 집합과 바이러스가 감염되지 않는 것으로 예측한 데이터 집합을 잘 구분할수록 커지는,

분석방법.

청구항 8

제7항에 기재된 분석방법을 실행하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이하 설명하는 기술은 바이러스 감염을 분석하는 방법 및 장치에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 바이러스 군의 일 종으로 HPV(Human Papilloma Virus)는 사마귀를 일으킨다. HPV는 약 100여 종이 존재하는데, 이 중 40여 종은 주로 생식기 점막에 감염되어 생식기 암을 유발할 수 있다. 대표적으로 HPV 16번 및 18번 유형은 암을 유발하고, HPV 6번 및 11번 유형이 생식기 사마귀를 유발한다.

[0003] 2020년 전세계 여성 암 중 진단율 4위, 사망원인 4위를 기록하는 자궁경부암 검진 시 HPV가 70% 이상 검출된다. HPV는 대부분 성접촉을 통해 전파된다. HPV는 자체 면역으로 제거되기도 한다. HPV 감염되어도 특별한 증상이 없기 때문에 정기적인 검진이 중요하다.

[0004] 최근 낮은 20대 검진 비율로 20대 자궁경부암 환자가 증가하고 있다. 이는 빈번한 성접촉으로 인한 반복적인 HPV 감염 및 산부인과 내원 검진에 대한 불편함과 거부감이 원인이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 미국공개특허 US2022/0276235

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 최근 영상을 분석하여 의료진의 진단에 도움을 주는 컴퓨터 보조 진단(computer-aided diagnosis, CAD)기술이 소개되어 각광받고 있다. 컴퓨터 보조진단 기술은 영상관독자의 과다한 판독업무를 줄일 수 있고, 정확한 진단에 동무를 줄 수 있는 장점이 있다.
- [0007] 종래 바이러스 진단키트 간편하게 바이러스에 감염되었는지 알 수 있었다. 하지만 종래 전문가가 아닌 일반인이 바이러스 진단키트를 봄에 따라, 진단키트의 결과를 정확히 분석하는 것은 한계가 있었다. 또한 전문가라 하더라도 눈으로 보고 판단하기에 정확한 판단을 내리는 것이 어려운 경우가 있었다.
- [0008] 이하 설명하는 기술은 위와 같은 문제점을 해결하기 위하여 바이러스 진단키트의 반응영상을 기초로 현재 바이러스 감염여부를 판단하는 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 바이러스 감염 분석장치는 바이러스 진단키트 반응영상을 입력 받는 영상 입력부; 상기 영상 입력부가 입력 받은 반응영상을 전처리 하는 영상 전처리부; 상기 영상 전처리부가 전처리한 반응영상에서 바이러스 검출 영역을 인식하는 영상 분할부; 상기 영상 분할부가 인식한 바이러스 검출 영역의 색상을 보정하는 영상 균일화부; 상기 영상 균일화부가 보정한 바이러스 검출 영역을 바이러스 예측모델에 입력 한 뒤, 상기 예측모델의 출력 결과를 기초로 바이러스 감염 여부를 분석하는 영상 분석부; 및 상기 분석결과를 상기 반응영상에 표시하는 영상 표시부; 를 포함한다.

발명의 효과

- [0010] 이하 설명하는 기술을 이용하면 간편하고 저렴하게 자가진단으로 바이러스 감염 여부를 분석할 수 있다. 이에 주기적으로 바이러스 감염여부를 분석해 바이러스 감염에 대한 조기 치료가 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도1은 바이러스 진단키트 반응영상 분석장치(100)의 구성을 보여준다.
- 도2는 바이러스 진단키트의 일 실시예이다.
- 도3은 항원-항체 반응이 일어남에 따라 달라지는 광학적 특성 변화를 보여준다.
- 도4는 광학적 특성 변화를 대조군과 비교한 결과이다.
- 도5는 바이러스 진단키트를 제작하고 성능을 테스트한 결과를 보여준다.
- 도6은 객체 탐지 모델의 성능을 평가한 결과이다.
- 도7는 바이러스 진단키트 반응영상 분석장치(100)의 구성의 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하 설명하는 기술은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있다. 명세서의 도면에 이하 설명하는 기술의 특정 실시 형태가 기재될 수 있다. 그러나, 이는 이하 설명하는 기술의 설명을 위한 것이며 이하 설명하는 기술을 특정된 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니다. 따라서 이하 설명하는 기술의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경 물, 균등 물 내지 대체 물이 이하 설명하는 기술에 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0013] 이하 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 기재된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계 동작 구성요소, 부분

품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0014] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성 부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성 부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.
- [0015] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0017] 도1은 바이러스 진단키트 반응영상 분석장치(100)의 구성을 보여준다.
- [0018] 분석장치(100)은 PC와 같은 장치 또는 스마트폰과 같은 물리적인 장치를 포함한다.
- [0019] 분석장치(100)은 영상 입력부(110), 영상 전처리부(120), 영상 분할부(130), 영상 균일화부(140), 영상 분석부(150) 및 영상 표시부(160)을 포함할 수 있다.
- [0020] 영상 입력부(110)는 바이러스 진단키트의 반응영상을 입력 받을 수 있다.
- [0021] 바이러스 진단키트는 항원(Antigen)-항체(Antibody) 반응을 이용해 바이러스를 검출하는 키트일 수 있다. 바이러스 진단키트는 금 나노입자(AuNPs)를 이용해 바이러스 검출 결과를 색상으로 보여줄 수 있다. 바이러스 진단키트는 바이러스 농도에 따라 색상의 세기를 달리 표현할 수 있다.
- [0022] 일 실시예로 바이러스 진단키트는 HPV 16의 L1 단백질을 항원으로 검출하기 위하여 단일클론(Monoclonal) 항체를 이용할 수 있다. HPV 16은 자궁경부암과 관련성이 높다고 알려져 있으며, HPV16의 L1 단백질은 바이러스의 캡시드(capsid)를 구성하는 단백질로 알려져 있다.
- [0023] 바이러스 진단키트 반응영상은 바이러스 진단키트를 이용하여 바이러스를 검출한 결과를 촬영한 영상을 의미할 수 있다.
- [0024] 바이러스 진단키트 반응영상은 레퍼런스 컬러 테이블(reference's color table)을 촬영한 영상을 포함할 수 있다. 바이러스 진단키트를 촬영할때마다 촬영조건(조도, 해상도 등)이 달라지기 때문에 획득하는 색상값이 달라질 수 있어, 기준값이 필요하다. 이에 레퍼런스 컬러 테이블은 영상의 색상값에 대한 기준역할을 할 수 있다.
- [0025] 일 실시예로 레퍼런스 컬러 테이블은 바이러스 진단키트에 부착되어 있을 수 있다. 이 경우 바이러스 진단키트를 촬영하면 레퍼런스 컬러 테이블도 같이 촬영된다.
- [0026] 일 실시예로 레퍼런스 컬러 테이블은 바이러스 진단키트와는 별도의 구성으로 될 수 있다. 이 경우 바이러스 진단키트를 촬영시 레퍼런스 컬러 테이블도 함께 촬영될 수 있다.
- [0027] 영상 전처리부(120)는 영상 입력부(110)가 입력 받은 반응영상을 전처리할 수 있다.
- [0028] 전처리는 반응영상의 오리엔테이션(orientation)을 보정하거나 정합하는 과정을 포함할 수 있다.
- [0029] 영상 분할부(130)는 영상 전처리부(120)가 전처리한 반응영상에서 바이러스 검출 영역을 인식할 수 있다.
- [0030] 바이러스 검출 영역은 바이러스 진단키트의 반응영상에서 금 나노입자로 인하여 색상이 발색된 영역을 의미할 수 있다. 다시 말해 바이러스 검출 영역은 바이러스 진단키트에서 항원-항체 반응이 일어나 색상이 발색되는 영역을 의미할 수 있다.
- [0031] 영상 분할부(130)는 바이러스 검출 영역을 인식하기 위해 객체 탐지 모델(Object Detection Model)을 이용할 수 있다. 객체 탐지 모델은 인공지능망 기반의 모델일 수 있다. 예를 들어 객체 탐지 모델은 CNN(Convolution Neural Networks)기반의 객체 인식 알고리즘을 이용하는 Darknet일 수 있다.
- [0032] 영상 분할부(130)는 반응영상에서 바이러스 검출 영역을 경계 박스(Bounding box)로 검출할 수 있다. 또는 영상 분할부(130)는 반응영상에서 바이러스 검출 영역이 있을 후보 영역을 검출할 수 있다.

- [0033] 영상 균일화부(140)는 영상 분할부가(130) 인식한 바이러스 검출 영역의 색상을 보정할 수 있다.
- [0034] 전술한 바와 같이 바이러스 검출 영역의 색상은 촬영시마다 달라질 수 있다. 따라서 영상 균일화부(140)는 바이러스 검출 영역의 색상을 보정하여 정규화된 바이러스 검출 영역의 색상을 생성할 수 있다.
- [0035] 영상 균일화부(140)는 레퍼런스 컬러 테이블을 기준으로 바이러스 검출 영역의 색상을 보정할 수 있다. 레퍼런스 컬러 테이블은 색상값이 일정하게 고정된 색상을 표시한 테이블일 수 있다. 레퍼런스 컬러 테이블은 기준점의 역할을 수행할 수 있다.
- [0036] 일 실시예로 영상 균일화부(140)는 레퍼런스 컬러 테이블에서 하나의 색상이 가지는 RGB값과, 바이러스 검출 영역의 RGB값의 차이를 계산하여 바이러스 검출 영역의 색상을 보정할 수 있다.
- [0037] 일 실시예로 영상 균일화부(140)는 레퍼런스 컬러 테이블에서 하나의 색상이 가지는 색상값을 사전에 미리 알고 있을 수 있다. 이렇게 사전에 미리 알고 있는 색상값을 기준으로 실제 촬영된 레퍼런스 컬러 테이블의 색상값이 얼마나 차이가 나는지 확인한 후, 바이러스 검출 영역의 색상을 보정할 수 있다.
- [0038] 영상 분석부(150)는 머신러닝(machine learning), 딥러닝(deep learning), 슬라이딩 윈도우(sliding window) 및 슈퍼픽셀(superpixel) 기법 중 어느 하나를 이용해 영상을 분석할 수 있다.
- [0039] 영상 분석부는 오탐지 이미지 억제(False-positive image segmentation) 기법 또는 이미지 패치 기반 러닝(image-patch based learning) 기법을 사용해 의료영상을 분석할 수 있다.
- [0040] 영상 분석부(150)는 영상 균일화부(140)가 보정한 바이러스 검출 영역을 바이러스 예측모델에 입력한 뒤, 예측모델의 출력결과를 기초로 바이러스를 감염 여부를 분석할 수 있다.
- [0041] 바이러스 예측모델은 바이러스 검출 영역을 기초로 바이러스 감염여부를 예측(또는 분류)하는 모델일 수 있다. 또는 바이러스 예측모델은 바이러스 검출 영역을 기초로 바이러스의 농도를 예측하는 모델일 수 있다.
- [0042] 바이러스 예측모델은 영상에서 점, 선, 면등의 낮은 수준의 특징 및 복잡하고 의미있는 높은 수준의 특징을 추출 하는 모델일 수 있다. 바이러스 예측모델은 추출된 특징을 기반으로 바이러스의 유무를 예측하거나, 바이러스의 농도를 예측할 수 있다.
- [0043] 바이러스 예측모델은 바이러스 검출 영역에서 적어도 하나 이상의 픽셀을 이용하여 바이러스의 유무 또는 바이러스의 농도를 예측할 수 있다. 예를 들어, 바이러스 검출 영역에서 100개의 픽셀(10x10)을 무작위로 추출한 뒤, 이를 기반으로 바이러스의 유무를 예측(또는 분류)할 수 있다. 이용되는 픽셀의 수는 원본 영상의 해상도에 따라 달라질 수 있다.
- [0044] 바이러스 예측모델은 강화학습(Reinforcement learning)에 기반한 모델일 수 있다. 바이러스 예측모델은 에이전트(Agent)가 상태(State)값으로부터 가장 높은 보상(Reward)값을 받는 행동(Action) 값을 출력하는 모델일 수 있다. 강화학습 알고리즘의 예로는 몬테-카를로(Monte-Carlo), Q-러닝(Q-learning), 살사(SARSA), DQN(Deep Q Network), DDQN(Double DQN), 듀얼링 DQN(Dueling DQN), A3C(Asynchronous Advantage Actor-Critic), A2C(Advantage Actor-Critic) 등이 있을 수 있다.
- [0045] 바이러스 예측모델의 상태 값은 바이러스 검출 영역일 수 있다. 즉 영상 균일화부(140)가 보정한 바이러스 검출 영역은 바이러스 예측모델의 상태값이 될 수 있다. 바이러스 예측모델의 행동값은 바이러스 감염 여부를 분류한 결과일 수 있다. 또는 바이러스 예측모델의 행동값은 바이러스 진단키트 반응영상을 바이러스가 감염된 것으로 예측된 데이터 집합 및 바이러스가 감염되지 않는 것으로 예측된 데이터 집합 중 하나로 분류한 결과일 수 있다. 또는 바이러스 예측모델의 행동값은 바이러스의 농도일 수 있다.
- [0046] 바이러스 예측모델의 보상값은 바이러스 감염 여부를 잘 분류할수록 커질 수 있다. 또는 바이러스 예측모델의 보상값은 바이러스가 감염된 것으로 예측한 데이터 집합과 바이러스가 감염되지 않는 것으로 예측한 데이터 집합을 잘 구분할수록 커질 수 있다. 일 실시예로 바이러스 예측모델의 보상 값은 독립적 t-test(independent t-test)기반으로 계산된 값일 수 있다. 구체적으로 보상 값은 바이러스가 감염되었다고 예측한 바이러스 진단 키트 영상 집합과 바이러스가 감염되지 않았다고 예측한 바이러스 진단 키트 영상 집합 각각에서 추출된 특징을 기반으로 t-test를 수행하여 p-value를 계산하여 양자가 서로 구분될 수 있다고 판단시 커질 수 있다. 다시 말해 정답값이 0(정상)으로 산출된 데이터 집합과 정답값이 1(감염병)로 산출된 데이터 집합에 대하여 산출되는 특징 맵(Feature map)의 통계치를 t-test 시행하여 p-value를 계산하고, 계산된 p-value에 따라 순위를 매겨 '해당 데이터의 유의미한 정도'로 삼아 보상값을 결정할 수 있다.

- [0047] 영상 분석부(150)는 보상 이후, 강화학습 크리틱(reinforcement learning critic)이 산출한 보상의 누적값에 대한 오차에 기초하여 강화학습 액터(reinforcement learning actor)의 액션(action)을 평가(evaluate)하는 단계를 포함할 수 있다. 이때 사용되는 오차는 TD(Temporal Difference)오차일 수 있다.
- [0048] 이때 액션은 특징 맵에 어떠한 값을 더 중요하게 받아들이는 것인지에 것일 수 있다. 이때 r의 누적 값을 최대화하기 위한 액션들을 최적화할 수 있다.
- [0049] 강화 학습 크리틱 단계 후에, 강화학습 액터가, 농도 예측모델의 출력 손실값(output loss)에 적용할 어드밴티지(advantage) 값을 생성할 수 있다. 또 상기 어드밴티지 값에 따른 갱신을 통하여 농도 예측모델을 더 훈련하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0050] 영상 분석부(150)는 바이러스 예측모델의 출력값을 기초로 감염여부를 분석할 수 있다. 영상 분석부는 감염여부를 분석하기 위해 데이터베이스에 저장된 감염 기준 데이터를 이용할 수 있다. 데이터베이스에는 수검자의 신체 정보 또는 수검자의 이전에 촬영된 영상을 포함할 수 있다.
- [0051] 영상 표시부(160)는 분석결과를 반응영상에 표시할 수 있다.
- [0052] 예를 들어 영상 표시부(160)는 반응영상에 문자, 도형, 선 색상 및 명암 중 적어도 하나를 이용해 반응영상을 표시할 수 있다. 이를 통해 사용자가 바이러스 농도에 대한 검사 정보를 시각적으로 용이하게 판단할 수 있다.
- [0053] 영상 표시부는 분석결과를 전문 의료진에게 표시할 수 있다. 전문 의료진은 분석결과를 기초로 사용자에게 조언을 해줄 수도 있다. 예를 들어 전문 의료진은 측정결과를 따라 사용자에게 병원의 방문을 권고할 수도 있다.
- [0055] 이하 바이러스 진단키트에 대해 설명한다.
- [0056] 도2는 바이러스 진단키트의 일 실시예이다. 도2의 바이러스 진단키트는 HPV 16을 검출할 때 이용되는 키트의 실시예이다.
- [0057] 바이러스 진단키트는 금 나노입자(AuNP)를 이용한다. 금 나노입자에는 목표 항원(HPV 16 antigen)의 항체(ANTI-HPV 16)가 결합된다. 금 나노입자에 부착된 항체에 항원이 결합된 경우 광학적 특성이 변화하여 색상을 발할 수 있다.
- [0058] 바이러스 진단키트는 바이러스 검출 영역을 포함할 수 있다. 바이러스 검출 영역에는 HPV16 항체가 코팅되어 있을 수 있다. (Anti-HPV 16 Antibody coated Plate)(도2(a)). 바이러스 검출 영역에 코팅된 항체에는 항원이 결합되어 있을 수 있다(도2(b) 및 도2(c)).
- [0059] 금 나노입자는 항체를 통해 바이러스 진단키트상에 항원에 결합할 수 있다(도2(d) 및 도2(e)).
- [0060] 항원에 결합된 금 나노입자는 광학적 특성이 변화하여 색상을 발할 수 있다. 따라서 바이러스 검출 영역의 색상이 바뀔 수 있다(도2(f)).
- [0061] 항원(HPV16)이 많을수록 더 많은 금 나노입자가 결합될 수 있다. 금 나노입자가 많을수록 더 많은 색상이 바뀐다. 이를 통해 바이러스 농도를 예측할 수 있다.
- [0063] 도3은 항원-항체 반응이 일어남에 따라 달라지는 광학적 특성 변화를 보여준다. 항원-항체 반응이 일어나기 전에는 520nm의 파장 빛을 흡수 하는 것을 확인할 수 있다. 항원-항체 반응이 일어남에 따라 526nm의 파장 빛을 흡수하는 것을 확인할 수 있다.
- [0065] 도4는 광학적 특성 변화를 대조군과 비교한 결과이다. 초기 단계에서 대조군과 비교할 때 많은 차이를 보이지 아니하나, 시간이 경과함에 대조군과 색상의 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있다.
- [0067] 도5는 바이러스 진단키트를 제작하고 성능을 테스트한 결과를 보여준다.
- [0068] 도5에서 설명한바와 같이 바이러스 진단키트에는 항체가 코팅되어 있다. 코팅된 항체에는 항원이 결합되어 있다. 항원이 많이 결합되어 있을수록 금 나노입자가 더 많이 결합될 수 있다. 따라서 더 많은 금 나노입자의

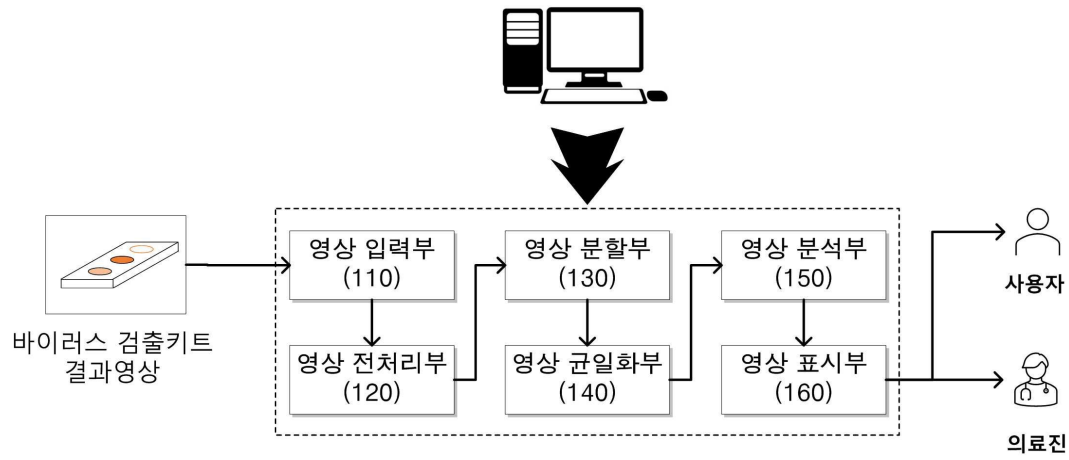
광학적 특성이 변화하여 더 강한 색을 발할 수 있다.

- [0069] 도5에서 보듯이 항원의 농도가 증가(125ng/ul →1,000ng/ul)함에 따라 발색되는 정도가 달라지는 것을 확인할 수 있다.
- [0071] 항원에 대한 민감도를 개선하기 위하여 입자 크기 조절, 집합체를 형성 또는 플라즈모닉 구조체의 구조 및 형상을 변화시킬 수 있다.
- [0072] 입자의 크기가 클수록 산란 비율(scattering ratio)이 증가하여 색 변화를 더 잘 관찰할 수 있다. 입자의 크기가 클수록 더 많은 항체를 도입할 수 있어 항원-항체 반응 비율을 높일 수 있다.
- [0073] 낮은 항원 농도에서도 집합체(Aggregation)의 크기를 증가시켜 센싱 신호(signal)의 강도(intensity)를 증가할 수 있다.
- [0074] 금 나노로드(gold nanorod), 나노바이피라미드(nanobipyramid), 금 나노스타(gold nanostar)와 같은 이방성 입자들은 구조적 특성으로 인해 더 높은 광학적 특성을 보여준다. 증가된 민감도의 색상 발현이 가능하다. 하이브리드 구조체 및 다공성 표면 형성으로 산란성을 증가시켜 낮은 항원 농도에 서도 색상 변화를 크게 유도할 수 있다. 모양과 크기에 따라 광학특성이 다르게 나타나기 때문에 모양과 크기가 다른 구조체를 사용하면 다른 색상들을 구현할 수 있다.
- [0076] 도6은 객체 탐지 모델의 성능을 평가한 결과이다.
- [0077] 객체 탐지 모델은 바이러스 진단키트와 함께 촬영되는 레퍼런스 컬러 테이블을 탐지하였다. 객체 탐지모델은 CNN 기반의 객체 인식 알고리즘인 Darknet에 기반한 모델이다. 객체 탐지 모델은 탐지한 레퍼런스 컬러 테이블을 경계박스(bounding box)로 표시하였다.
- [0078] 도6을 통해 객체 탐지 모델이 레퍼런스 컬러 테이블을 잘 탐지한 것을 확인할 수 있다.
- [0080] 이하 분석장치의 구성에 대하여 설명한다.
- [0081] 도7는 분석장치의 구성의 예이다.
- [0082] 분석장치(200)은 도1에서 설명한 바이러스 진단 키트 반응영상 분석장치 (100)에 해당할 수 있다.
- [0083] 분석장치(200)는 바이러스 감염 분석방법을 실행할 수 있다. 바이러스 감염 분석방법은 분석장치가 바이러스 진단키트 반응영상을 입력 받는 영상 입력 받는 단계; 상기 분석장치가 상기 입력 받은 반응영상을 전처리 하는 단계; 상기 분석장치가 상기 전처리한 반응영상에서 바이러스 검출 영역을 인식하여 분할하는 단계; 상기 분석장치가 상기 인식한 바이러스 검출 영역의 색상을 보정하는 단계; 및 상기 분석장치가 상기 보정된 바이러스 검출 영역을 바이러스 예측모델에 입력 한 뒤, 상기 예측모델의 출력 결과를 기초로 바이러스 감염 여부를 분석하는 단계; 상기 분석장치가 상기 분석결과를 상기 반응영상에 표시하는 단계:를 포함한다.
- [0084] 분석장치(200)은 물리적으로 다양한 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어 분석장치(200)는 PC, 노트북, 스마트폰, 서버 또는 데이터처리 전용 칩셋 등의 형태를 가질 수 있다.
- [0085] 분석장치(200)은 입력장치(210), 저장장치(220), 연산장치(230), 출력장치(240), 인터페이스 장치(250) 및 통신장치(260)를 포함할 수 있다.
- [0086] 입력장치(210)는 일정한 명령 또는 데이터를 입력 받는 인터페이스 장치(키보드, 마우스, 터치스크린 등)를 포함할 수도 있다. 입력장치(210)는 별도의 저장장치(USB, CD, 하드디스크 등)를 통하여 정보를 입력 받는 구성을 포함할 수도 있다. 입력장치(210)는 입력 받는 데이터를 별도의 측정장치를 통하여 입력 받거나, 별도의 DB를 통하여 입력 받을 수도 있다. 입력장치(210)는 유선 또는 무선 통신을 통해 데이터를 입력 받을 수 있다.
- [0087] 입력장치(210)은 전술한 바이러스 감염 분석방법을 실행하는데 필요한 데이터 및 모델을 입력 받을 수 있다. 입력장치(210)는 바이러스 검출 결과 영상을 입력 받을 수 있다. 입력장치(210)는 바이러스 진단키트 영그상을 획득할 수 있다.

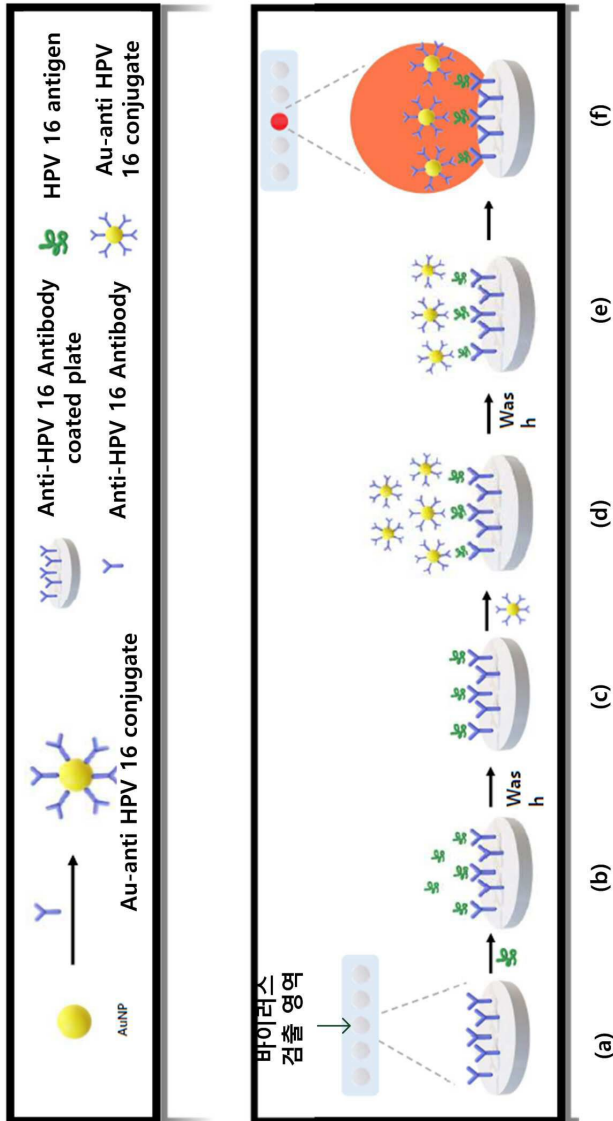
- [0088] 저장장치(220)는 입력장치(210)을 통해 입력 받은 정보를 저장할 수 있다. 저장장치(220)는 연산장치(230)가 연산하는 과정에서 생성되는 정보를 저장할 수 있다. 즉 저장장치(220)는 메모리를 포함할 수 있다. 저장장치(220)는 연산장치(230)가 계산한 결과를 저장할 수 있다.
- [0089] 저장장치(220)는 전술한 바이러스 감염 분석방법을 실행하는데 필요한 데이터 및 모델을 저장할 수 있다. 저장장치(220)는 바이러스 검출 결과 영상을 저장할 수 있다. 저장장치(220)는 바이러스 예측모델을 저장할 수 있다.
- [0090] 연산장치(230)는 데이터를 처리하고, 일정한 연산을 처리하는 프로세서, AP, 프로그램이 임베드된 칩과 같은 장치일 수 있다.
- [0091] 연산장치(230)는 전술한 바이러스 감염 분석방법을 실행하는데 필요한 연산을 수행할 수 있다.
- [0092] 연산장치(230)는 상기 입력 받은 반응영상을 전처리 할 수 있다. 연산장치(230)는 전처리한 반응영상에서 바이러스 검출 영역을 인식하여 분할할 수 있다. 연산장치(230)는 인식한 바이러스 검출 영역의 색상을 보정할 수 있다. 연산장치(230)는 보정된 바이러스 검출 영역을 바이러스 예측모델에 입력 한 뒤, 상기 예측모델의 출력 결과를 기초로 바이러스 감염 여부를 분석할 수 있다.
- [0093] 출력장치(240)는 일정한 정보를 출력하는 장치가 될 수도 있다. 출력장치(240)은 데이터 과정에 필요한 인터페이스, 입력된 데이터, 분석결과 등을 출력할 수도 있다. 출력장치(240)은 디스플레이, 문서를 출력하는 장치, 등과 같이 물리적으로 다양한 형태로 구현될 수도 있다.
- [0094] 인터페이스 장치(250)는 외부로부터 일정한 명령 및 데이터를 입력 받는 장치일 수 있다. 인터페이스 장치(250)는 물리적으로 연결된 입력 장치 또는 외부 저장장치로부터 바이러스 진단키트 반응영상을 입력 받을 수 있다.
- [0095] 인터페이스 장치(250)는 분석장치(200)를 제어하기 위한 제어신호를 입력 받을 수 있다. 인터페이스 장치(250)는 분석장치(200)가 분석한 결과를 출력할 수 있다.
- [0096] 통신장치(260)는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 일정한 정보를 수신하고 전송하는 구성을 의미할 수 있다. 통신장치(260)는 분석장치(200)를 제어하는데 필요한 제어 신호를 수신할 수 있다 통신장치(260)는 분석장치(200)가 분석한 결과를 전송할 수 있다.
- [0097] 전술한 바이러스 감염 분석 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 실행가능한 알고리즘을 포함하는 프로그램(또는 어플리케이션)으로 구현될 수 있다.
- [0098] 상기 프로그램은 일시적 또는 비일시적 판독 가능 매체(non-transitory computer readable medium)에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0099] 비일시적 판독 가능 매체는 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상술한 다양한 어플리케이션 또는 프로그램들은 CD, DVD, 하드 디스크, 블루레이 디스크, USB, 메모리카드, ROM(read-only memory), PROM(programmable read only memory), EPROM(Erasable PROM, EPROM) 또는 EEPROM(Electrically EPROM) 또는 플래시 메모리 등과 같은 비일시적 판독 가능 매체에 저장되어 제공될 수 있다.
- [0100] 일시적 판독 가능 매체는 스태틱 램(Static RAM, SRAM), 다이내믹 램(Dynamic RAM, DRAM), 싱크로너스 디램(Synchronous DRAM, SDRAM), 2배속 SDRAM(Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM), 증강형 SDRAM(Enhanced SDRAM, ESDRAM), 동기화 DRAM(Synclink DRAM, SDRAM) 및 직접 램버스 램(Direct Rambus RAM, DRRAM) 과 같은 다양한 RAM을 의미한다.
- [0101] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 전술한 기술에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 전술한 기술의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 전술한 기술의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

도면

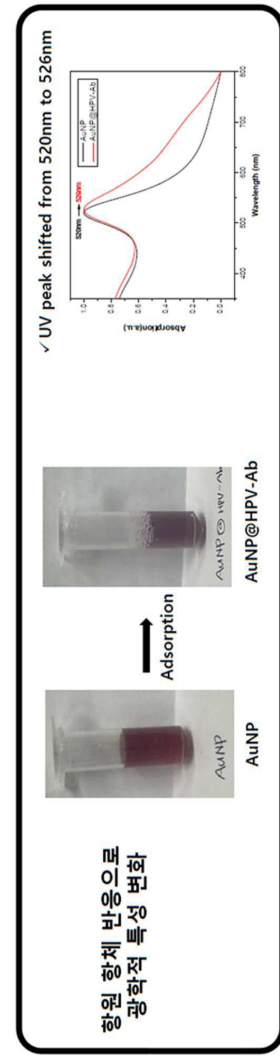
도면1



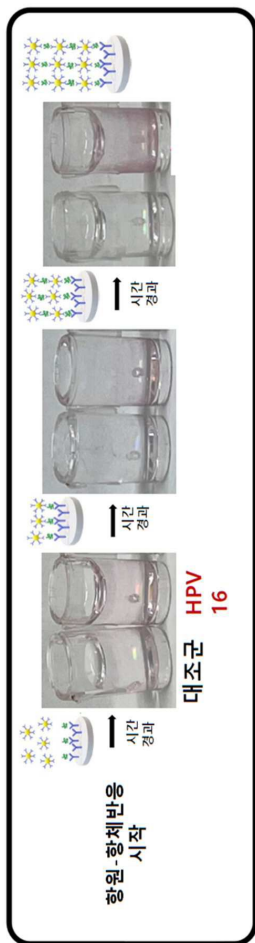
도면2



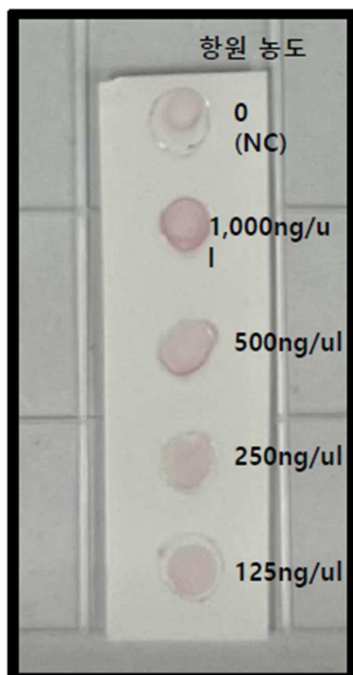
도면3



도면4



도면5



도면6



도면7

