

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0112838

(43) 공개일자 2023년07월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/02 (2012.01) A01G 7/04 (2006.01)

A01G 9/24 (2006.01) G06N 3/02 (2023.01)

G06Q 50/10 (2012.01) G06T 7/00 (2017.01)

G08B 21/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 50/02 (2013.01)

A01G 7/045 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0008940

(22) 출원일자 2022년01월21일

심사청구일자 2022년01월21일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

이철희

인천광역시 연수구 컨벤시아대로130번길 32, 201동 1301호(송도동, 송도자이하버뷰2단지아파트)

정일웅

경기도 부천시 심중로 67 (중동) 효성해링턴플레이스 102동 702호

(74) 대리인

김순웅

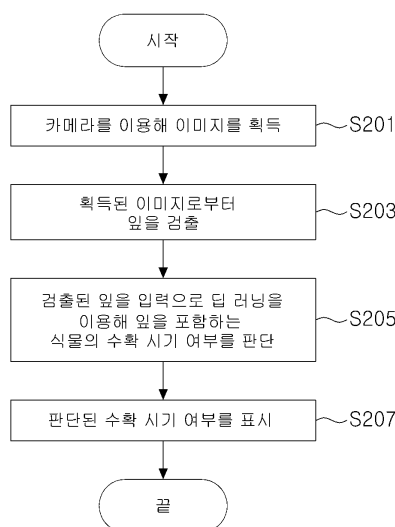
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 딥 러닝을 이용한 스마트팜 장치 및 이의 동작 방법

(57) 요약

본 발명은 딥 러닝을 이용한 스마트팜 장치 및 이의 동작 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 스마트팜 장치는 카메라, 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 카메라를 이용해 이미지를 획득하고, 상기 획득된 이미지로부터 YOLO 알고리즘을 이용해 잎을 검출하고, 상기 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기인지를 판단하고, 및 상기 판단된 수확 시기인지를 표시할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A01G 9/249 (2019.05)
G06N 3/02 (2023.01)
G06Q 50/10 (2015.01)
G06T 7/0002 (2013.01)
G08B 21/18 (2013.01)
G06T 2207/30188 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1395074133
과제번호	PJ016257012022
부처명	농촌진흥청
과제관리(전문)기관명	농촌진흥청
연구사업명	그린수소기반농업시설내에너지공급시스템개발및실증
연구과제명	수소 연료전지 3중 열병합 시스템 농업모델 적용평가 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	공주대학교 산업과학대학
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

카메라; 및
프로세서를 포함하고,
상기 프로세서는,
상기 카메라를 이용해 이미지를 획득하고,
상기 획득된 이미지로부터 잎을 검출하고;
상기 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기인지를 판단하고; 및
상기 판단된 수확 시기인지를 표시하는, 스마트팜 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 프로세서는,
상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기로 판단되면, 알람을 울리거나 메시지를 표시하는, 스마트팜 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 식물은 새싹삼인 것을 특징으로 하는 스마트팜 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 프로세서는,
상기 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 상기 잎의 부족한 양분 또는 과잉 양분을 더 판단하고, 및
상기 판단된 양분을 더 표시하는, 스마트팜 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 프로세서는,
온도 25도, 습도 45%, 및 광량 30분 간격으로 5분간 조명하도록 제어하는, 스마트팜 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 프로세서는,
상기 획득된 이미지로부터 잎을 검출하기 위해 YOLO 알고리즘을 이용하는, 스마트팜 장치.

청구항 7

카메라를 이용해 이미지를 획득하는 단계;
상기 획득된 이미지로부터 잎을 검출하는 단계;
상기 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기인지를 판단하는 단계; 및
상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기로 판단되면, 수확 시기임을 표시하는 단계를 포함하는 스마트팜 장치의 동작 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기로 판단되면 알람을 울리거나 메시지를 더 표시하는 단계를 포함하는 스마트팜 장치의 동작 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 식물은 새싹삼인 것을 특징으로 하는 스마트팜 장치의 동작 방법.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 상기 잎의 부족한 양분 또는 과잉 양분을 더 판단하는 단계; 및
상기 판단된 양분을 더 표시하는 단계를 더 포함하는 스마트팜 장치의 동작 방법.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 스마트팜의 내부가 온도 25도, 습도 45%, 및 광량 30분 간격으로 5분간 조명하도록 제어하는 단계를 더 포함하는 스마트팜 장치의 동작 방법.

청구항 12

제7항에 있어서, 상기 획득된 이미지로부터 잎을 검출하는 단계는,

YOLO 알고리즘을 이용하여 상기 획득된 이미지로부터 잎을 검출하는 단계인, 스마트팜 장치의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 딥 러닝을 이용한 스마트팜 장치 및 이의 동작 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 식물의 재배 시기 및/또는 부족 또는 과잉된 영양분을 사용자에게 알려주기 위한 것이다.

배경 기술

- [0002] 스마트팜이란 정보통신기술을 활용해 시간과 공간의 제약없이 원격으로, 자동으로 작물의 생육환경을 관측하고 최적의 상태로 관리하는 과학 기반의 농업 방식이다.
- [0003] 스마트팜은 기술 적용 단계별로 1세대부터 3세대까지로 구분될 수 있다. 1세대 스마트팜은 편의성 향상을, 2세대 스마트팜은 생산성 향상을, 마지막으로 3세대 스마트팜은 지속가능성 향상을 목적으로 한다. 1세대 스마트팜의 발달로 사용자는 원격으로 시설을 제어할 수 있게 되었다. 스마트폰 온실 제어 시스템이 1세대 스마트팜의 일 예이다. 현재 1세대 스마트팜까지 개발되었으며, 2세대 스마트팜이 개발되고 있다. 2세대 스마트팜의 목적을 달성하기 위해서는 빅데이터에 기반한 정밀한 생육관리가 필요하다.
- [0004] 이 배경기술 부분에 기재된 사항은 발명의 배경에 대한 이해를 증진하기 위하여 작성된 것으로서, 이 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 이미 알려진 종래 기술이 아닌 사항을 포함할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 종래의 스마트팜은 단순히 온도 및/또는 습도를 측정하여 이를 제어하는데 그칠 뿐 농작물의 재배 시기 여부까지 사용자에게 알려주지는 못하였다. 본 발명에서는 사용자가 직접 농작물을 확인하지 않아도 농작물의 재배 시기를 알려주는 스마트팜 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명에 따른 스마트팜 장치는 카메라, 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 카메라를 이용해 이미지를 획득하고, 상기 획득된 이미지로부터 잎을 검출하고, 상기 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기인지를 판단하고, 및 상기 판단된 수확 시기인지를 표시할 수 있다.
- [0007] 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 상기 프로세서는 상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기로 판단되면, 알람을 울리거나 메시지를 표시할 수 있다.
- [0008] 본 발명에 따른 스마트팜 장치에서 상기 식물은 새싹삼인 것을 특징으로 한다.
- [0009] 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 상기 프로세서는 상기 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 상기 잎의 부족한 양분 또는 과잉 양분을 더 판단하고, 및 상기 판단된 양분을 더 표시할 수 있다.
- [0010] 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 상기 프로세서는 온도 25도, 습도 45%, 및 광량 30분 간격으로 5분간 조명하도록 제어할 수 있다.
- [0011] 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 상기 프로세서는 상기 획득된 이미지로부터 잎을 검출하기 위해 YOLO 알고리즘을 이용할 수 있다.
- [0012] 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 동작 방법은 카메라를 이용해 이미지를 획득하는 단계, 상기 획득된 이미지로부터 잎을 검출하는 단계, 상기 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기인지를 판단하는 단계, 및 상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기로 판단되면 수확 시기임 표시하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 동작 방법은 상기 잎을 포함하는 식물의 수확 시기로 판단되면 알람을 울리거나 메시지를 더 표시하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 동작 방법의 상기 식물은 새싹삼인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 동작 방법은 상기 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 상기 잎의 부족한 양분 또는 과잉 양분을 더 판단하는 단계, 및 상기 판단된 양분을 더 표시하는 단계를 더 포함한다.
- [0016] 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 동작 방법은 상기 스마트팜 장치의 내부가 온도 25도, 습도 45%, 및 광량 30분 간격으로 5분간 조명하도록 제어하는 단계를 더 포함한다.
- [0017] 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 동작 방법에서 상기 획득된 이미지로부터 잎을 검출하는 단계는 YOLO 알고리즘을 이용하여 상기 획득된 이미지로부터 잎을 검출하는 단계일 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 따르면, 식물에 대해 잘 모르는 사용자도 식물의 수확 시기인지를 알 수 있다.
- [0019] 또한, 본 발명에 따르면, 사용자는 식물을 직접 확인하지 않고도 식물의 수확 시기를 알 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명에 따르면, 식물이 필요로 하는 양분 또는 과잉인 양분에 대해 사용자가 쉽게 확인할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 스마트팜 장치의 일 예이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 스마트팜 장치(100)가 잎의 이미지를 이용해 식물의 수확 시기인지를 판단하는 순서도이다.
- 도 3a와 도 3b는 YOLO 알고리즘의 일 예를 나타낸 것이다.
- 도 4는 합성곱 신경망의 일 예를 나타낸 것이다.
- 도 5a 내지 도 5c는 일 예로 수확 시기에 있는 잎을 포함하는 이미지를 나타낸 것이다.
- 도 6은 학습의 반복 횟수에 따른 수확 시기인지 여부 판단의 성공율을 나타낸 것이다.
- 도 7은 식물의 양분의 과부족 증상의 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0025] 이하, 본 발명에 대하여 보다 상세히 설명한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 도 1은 본 발명에 따른 스마트팜 장치(100)의 일 예이다.
- [0028] 본 발명에 따른 스마트팜 장치(100)는 복수의 프레임이 수직 및 수평으로 결합되어 박스 형상의 몸체로 구성될 수 있다. 스마트팜 장치(100)는 식물 재배부(110), 물/양액 보관부(120), 및 제어부(130)를 포함할 수 있다. 스마트팜 장치(100)는 식물 보관부(140) 및/또는 배수부(150)를 더 포함할 수 있다.
- [0029] 식물(105)은 트레이에 고정되어 식물 재배부(110)에 삽입될 수 있다. 식물 재배부(110)의 상부에는 조명(112)이 설치될 수 있다. 조명(112)은 복수개가 설치될 수 있다. 식물 재배부(110)의 측면에는 환기팬(114)이 설치될 수 있다. 식물 재배부(110)의 하부에는 노즐(116)이 설치되어 식물에 급수할 수 있다. 조명(112), 환기팬(114), 및 노즐(116) 중 적어도 일부는 제어부(130)에 의해 제어될 수 있다.
- [0030] 식물 재배부(110)의 내부에는 카메라(118)가 배치되어 식물의 잎을 이미지로 획득할 수 있다. 카메라(118)도 제어부(130)에 의해 제어될 수 있다.
- [0031] 물/양액 보관부(120)는 식물 재배부(110)에 물 및/또는 양액을 공급하기 위한 공간으로, 예를 들어 수조의 형태로 구성될 수 있다.
- [0032] 배수부(150)는 물/양액 보관부(120)에 의해 공급되었으나, 식물 재배부(110)의 식물(105)이 흡수하지 못한 물 및/또는 양액을 보관할 수 있다.
- [0033] 스마트팜 장치(100)는 재배하는 식물 외에 식물 보관부(140)에 식물을 더 보관할 수 있다.
- [0034] 제어부(130)는 전원, 통신 모듈 및 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서는 식물 재배부(110)의 조명(112), 환기팬(114), 및 노즐(116) 중 적어도 일부를 제어할 수 있다. 프로세서는 통신 모듈을 이용해 사용자가 소지한 전자 장치(예: 스마트 폰)로 데이터를 전송하거나, 전자 장치로부터 데이터를 수신할 수 있다. 전원은 제어부(130)의 통신 모듈 및 프로세서에 전원을 공급할 수 있다. 전원은 조명(112), 환기팬(114), 및 노즐(116) 중 적어도 일부에 전원을 더 공급할 수 있다.
- [0036] 도 2는 본 발명에 따른 스마트팜 장치(100)가 잎의 이미지를 이용해 식물의 수확 시기인지를 판단하는 순서도이다.
- [0037] 스마트팜 장치(100)는 카메라를 이용해 이미지를 획득할 수 있다(S201). 카메라는 스마트팜 장치(100)의 내부 중 식물의 잎을 이미지로 획득하기에 적합한 위치에 설치될 수 있다. 식물의 수확 시기는 식물 자체의 수확 시기이거나 식물에서 생산되는 열매의 수확시기일 수 있다. 식물은 예를 들어 새싹삼일 수 있다.
- [0038] 스마트팜 장치(100)는 획득된 이미지로부터 잎을 검출할 수 있다(S203). 스마트팜 장치(100)는 획득된 이미지로부터 잎을 검출하기 위해 YOLO(you only look once) 알고리즘을 이용할 수 있다. 획득된 이미지에는 잎 외에 다

른 객체도 포함되어 있을 수 있어 잎을 검출하기 위한 알고리즘이 이용될 수 있다. 본 발명에서는 예로 YOLO 알고리즘을 이용하나 다른 알고리즘을 제외하는 것이 아님을 당업자는 알 수 있다.

- [0039] YOLO 알고리즘은 객체를 검출하는 알고리즘으로, 이미지를 격자 그리드로 나누어 한 번에 클래스를 판단하고, 이를 통합해 최종 객체를 검출할 수 있다. YOLO 알고리즘의 특징은 객체를 빨리 탐지할 수 있고, 객체 예측에 있어 전체를 볼 수 있어 주변 정보까지 학습하여 처리가 가능할 수 있다. 스마트팜 장치(100)는 획득된 이미지를 격자 그리드로 나누어 식물의 잎이 있는지 여부와 위치를 검출할 수 있다. YOLO 알고리즘에 대해서는 도 3a 및 도 3b에서 구체적으로 설명한다.
- [0040] 스마트팜 장치(100)는 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 잎을 포함하는 식물의 수확 시기인지를 판단할 수 있다(S205). 딥 러닝을 이용해 식물의 수확 시기인지를 판단하는 학습 방법에 대해서는 도 4에서 자세히 설명한다.
- [0041] 스마트팜 장치(100)는 판단된 수확 시기인지를 표시할 수 있다(S207). 스마트팜 장치(100)는 잎을 포함하는 식물의 수확 시기로 판단되면, 알람을 울리거나 메시지를 표시할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 스마트팜 장치(100)는 잎을 포함하는 식물의 수확 시기로 판단되면, 사용자가 소지한 전자 장치로 메시지를 전송할 수 있다. 메시지는 스마트팜 장치 및 수확 시기 여부에 대한 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 스마트팜 장치에 대한 정보는 스마트팜 장치를 구별할 수 있는 ID, 스마트팜 장치의 위치 중 적어도 하나가 포함될 수 있다.
- [0042] 스마트팜 장치(100)는 검출된 잎을 입력으로 딥 러닝을 이용해 상기 잎의 부족한 양분 또는 과잉 양분을 더 판단할 수 있고, 판단된 양분을 더 표시할 수 있다.
- [0043] 스마트팜 장치(100)는 내부를 온도 25도, 습도 45%, 및 광량 30분 간격으로 5분간 조명하도록 제어할 수 있다.
- [0045] 이하에서는 YOLO 알고리즘을 이용해 잎을 검출하는 방법에 대해 자세히 설명한다.
- [0046] 도 3a와 도 3b는 YOLO 알고리즘의 일 예를 나타낸 것이다.
- [0047] 도 3a를 참조하면, YOLO 알고리즘은 입력된 이미지를 S*S 격자 그리드로 분리한다. YOLO 알고리즘에서 객체의 센터가 특정 그리드 셀에 들어올 경우, 해당 그리드 셀은 해당 객체를 검출할 책임을 가진다. 각 그리드 셀은 B개의 바운딩 박스와 각각의 바운딩 박스에 대한 confidence score를 가지게 된다. 각각의 그리드 셀은 C개의 조건부 클래스 확률을 가진다. 각각의 바운딩 박스는 5개의 추가 정보(x, y 좌표, 높이, 너비, confidence score)를 가진다.
- [0048] 이렇게 분석된 이미지에 대한 정보는 도 3b와 같은 네트워크에 의해 처리되어 객체에 대한 클래스 및 바운딩 박스에 대한 위치가 도출될 수 있다.
- [0049] 본 발명에서는 YOLO 알고리즘을 적용하기 위해 다음과 같은 작업이 더 수행될 수 있다.
- [0050] 먼저 학습할 이미지에 대해 데이터 필터링과 데이터 라벨링이 수행될 수 있다. 데이터 필터링은 스켈링(scaling), 정규화(normalizing), 및 확장(Augmentation)의 과정으로 구성될 수 있다. 스켈링은 CNN(convolution neural network) 모델의 특성 맵(feature map)을 뽑기 위해 이미지의 크기를 조절하는 과정이다. 이후, 객체 검출의 정확도와 속도를 높이기 위해 정규화 과정이 진행될 수 있다. 이미지는 촬영된 환경에 따라 명도나 채도 등이 모두 다르기 때문에 학습 전 미리 모두 동일한 환경으로 맞춰줘야 하는 작업이 필요하고, 이 작업이 정규화 과정일 수 있다. 마지막으로, 확장 과정은 이미지를 늘려 학습의 epoch의 부담을 줄이기 위한 과정일 수 있다.
- [0051] 데이터 라벨링은 YOLO 알고리즘의 결과를 입력하는 과정으로 YOLO mark를 이용하여 진행될 수 있다. 데이터 라벨링은 이미지 바운딩 박스를 설정하고 클래스를 입력해 이미지와 일대일로 대응되는 텍스트 파일을 생성하는 과정일 수 있다.
- [0053] 이하에서는 딥 러닝을 이용해 식물의 수확 시기인지를 판단하는 학습 방법에 대해 설명한다.
- [0054] 도 4는 본 발명에 이용된 합성곱 신경망의 일 예를 나타낸 것이다.
- [0055] 합성곱 신경망(CNN)은 딥 러닝의 한 방법으로, 객체를 인식하는데 이용될 수 있다. 합성곱 신경망은 컨볼루션 기능(기존의 영상 처리 필터)과 신경망을 결합시킨 구조이다. 합성곱 신경망은 컨볼루션과 서브-샘플링을 반복

하여 데이터 양을 줄이고 왜곡시켜 신경망에서 분류할 수 있다.

[0056] 합성곱 신경망은 세 개의 과정으로 구성될 수 있다. 첫 번째 과정은 지역 수용 영역 과정으로 첫 번째 레이어 영역에 해당되는 뉴런은 다음 레이어에서 하나의 뉴런으로 표현된다. 합성곱 신경망의 특징 중 하나는 데이터가 다른 데이터 부분과 연관성이 있다고 가정하는 것이나, 특성을 추출하기에는 어려움이 있다.

[0057] 두 번째 과정은 컨볼루션 계층을 이용해 특징을 추출하는 과정이다.

[0058] 마지막 과정은 풀링 계층을 이용해 특징을 압축한 특징 지도를 형성하는 과정이다. 풀링 계층은 패딩이나 스트라이드처럼 데이터의 공간적인 크기를 축소하는데 사용된다. 여기서 패딩은 입력 데이터의 주변을 특정한 값으로 채워서 늘리는 것을 의미하며, 스트라이드는 입력 데이터에 필터를 씌울 때 이동할 간격을 조절하는 것을 의미한다. 이미지 인식 분야에서는 주로 맥스 풀링이 사용되는데 맥스 풀링은 해당 영역에서 최대값을 추려서 전체적인 크기를 축소하는 것이다.

[0059] 일 실시예에 따르면, 컨볼루션 계층과 풀링 계층은 반복하여 포함될 수 있다.

[0060] 본 발명에서는 딥 러닝을 이용해 식물의 수확 시기인지를 판단하기 위해 잎을 포함하는 이미지와 수확 시기인지 여부를 학습 데이터로 하였다. 도 5a 내지 도 5c는 일 예로 수확 시기에 있는 잎을 포함하는 이미지를 나타낸 것이다. 본 발명에서는 도 5a 내지 도 5c와 같은 다수의 이미지와 수확 시기임을 입력으로 반복하여 학습된 딥 러닝이 이용될 수 있다. 도 6은 학습의 반복 횟수에 따른 수확 시기인지 여부 판단의 성공율을 나타낸 것이다.

[0061] 도 6을 참조하면, 일정 기간 동안 학습의 반복 횟수가 증가하면 수확 시기인지 여부에 대한 판단의 성공율도 증가함을 알 수 있다. 이후, 수확 시기인지 여부에 대한 판단의 성공율은 안정화된 값을 나타내고 있어 사용자는 믿고 사용할 수 있다.

[0063] 도 7은 식물의 양분의 과부족 증상의 모식도이다.

[0064] 도 7을 참조하면, 오래된 잎은 정상인데 새로운 잎(710)만 노란색과 흰색을 보이면 해당 식물은 철분이 부족한 상태일 수 있다. 오래된 잎은 정상인데 새로운 잎(720)의 성장이 저하되거나 기형 잎이면, 해당 식물은 칼슘이 부족한 상태일 수 있다.

[0065] 오래된 잎(730)에 구멍이 생기면 해당 식물은 망간이 부족한 상태일 수 있고, 오래된 잎(740)이 느리게 성장하고 노란색 및/또는 흰색이고, 새로운 잎이 연한 초록색이면, 해당 식물은 질소가 부족한 상태일 수 있다. 오래된 잎(750)의 테두리가 노래지거나 아랫잎에 구멍이 생기면 해당 식물은 칼륨이 부족한 상태일 수 있다. 오래된 잎(760)의 잎맥이 어두워지거나 잎 색상이 밝아지면 해당 식물은 마그네슘이 부족한 상태일 수 있다. 오래된 잎(770)의 색조가 어둡거나 반점이 생기고 또는 잎이 떨어지면 해당 식물은 인산염이 부족한 상태일 수 있다. 오래된 잎(780)의 성장이 안 되고 잎이 죽으면 해당 식물은 이산화탄소가 부족한 상태일 수 있다. 오래된 잎의 가장 자리의 누렇게 변하거나 괴사하면 해당 식물은 붕소가 과잉인 상태일 수 있다.

[0066] 스마트팜 장치(100)는 검출된 잎의 위치, 색상, 및 크기를 입력으로 딥 러닝을 이용해 검출된 잎을 포함하는 식물의 상태를 판단할 수 있다. 검출된 잎의 위치, 색상, 및 크기는 상대적인 것일 수 있다. 스마트팜 장치(100)는 부족한 양분 또는 과잉인 양분을 판단하여 더 표시할 수 있다.

[0067] 도 7은 일 예를 나타낸 것이고, 양분의 부족 또는 과잉이 잎을 통해 나타난다면 스마트팜 장치(100)는 학습을 통해 부족 또는 과잉인 양분을 판단할 수 있다.

[0069] 이상으로, 본 발명 내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

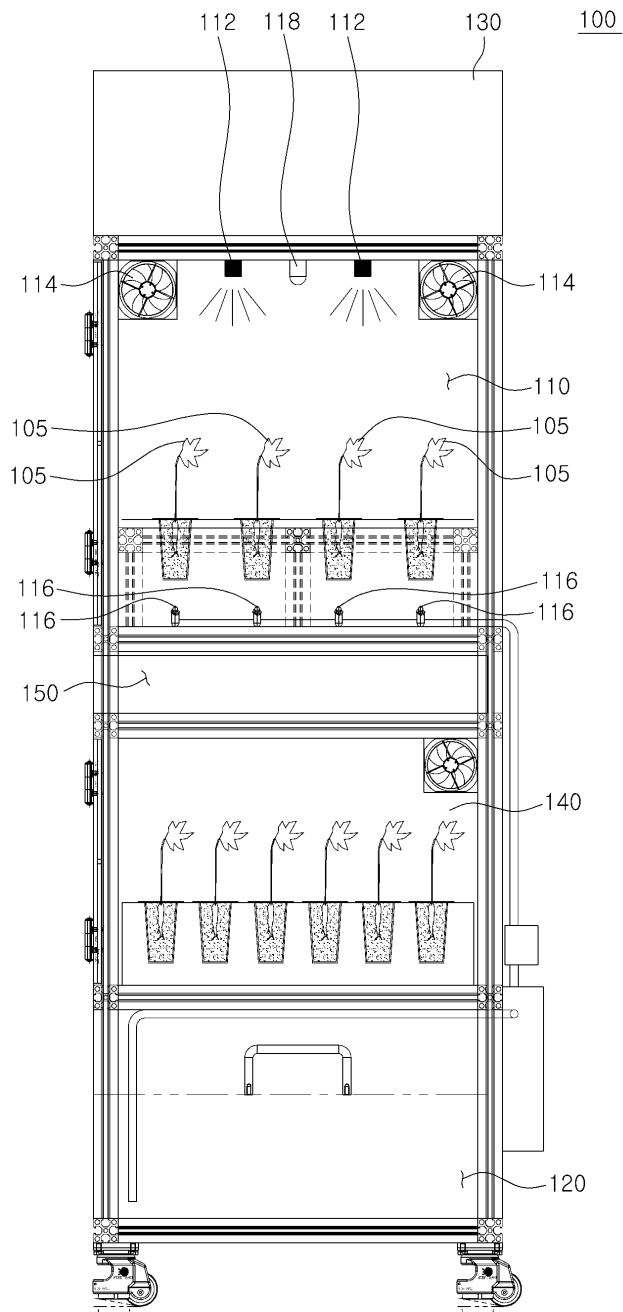
부호의 설명

[0070] 100: 스마트팜 장치 105: 식물
110: 식물 재배부 112: 조명

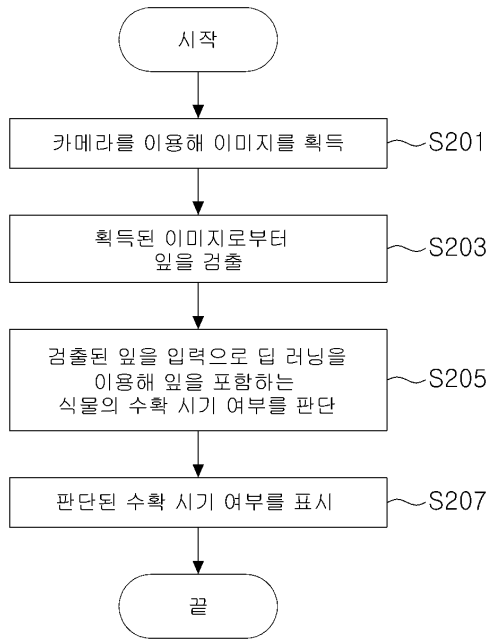
114: 환기팬 116: 노즐
 118: 카메라
 120: 물/양액 보관부 130: 제어부
 140: 식물 보관부 150: 배수부

도면

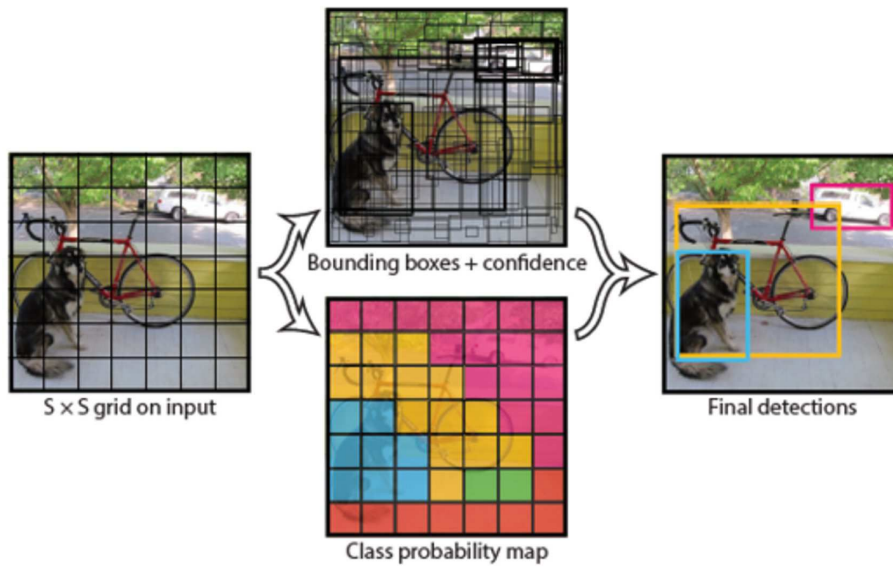
도면1



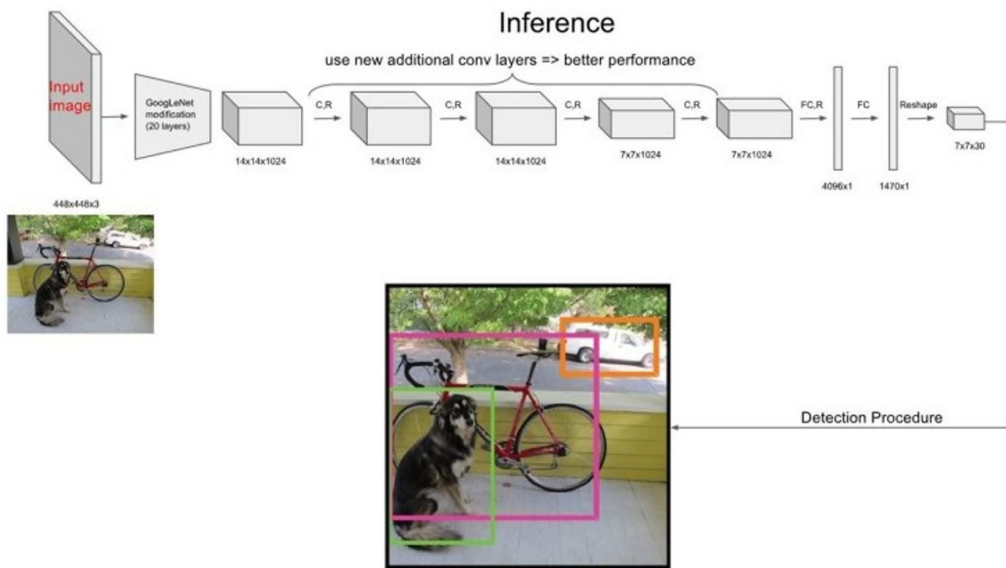
도면2



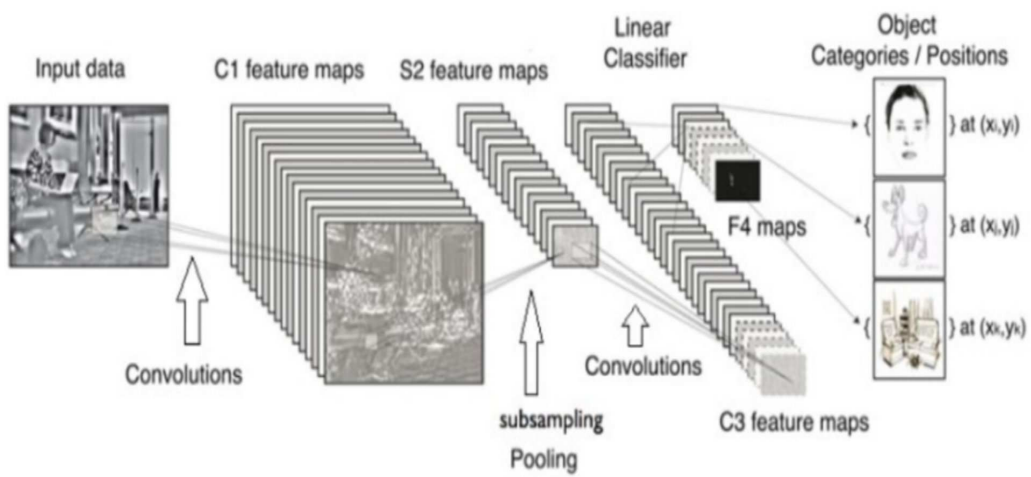
도면3a



도면3b



도면4



도면5a



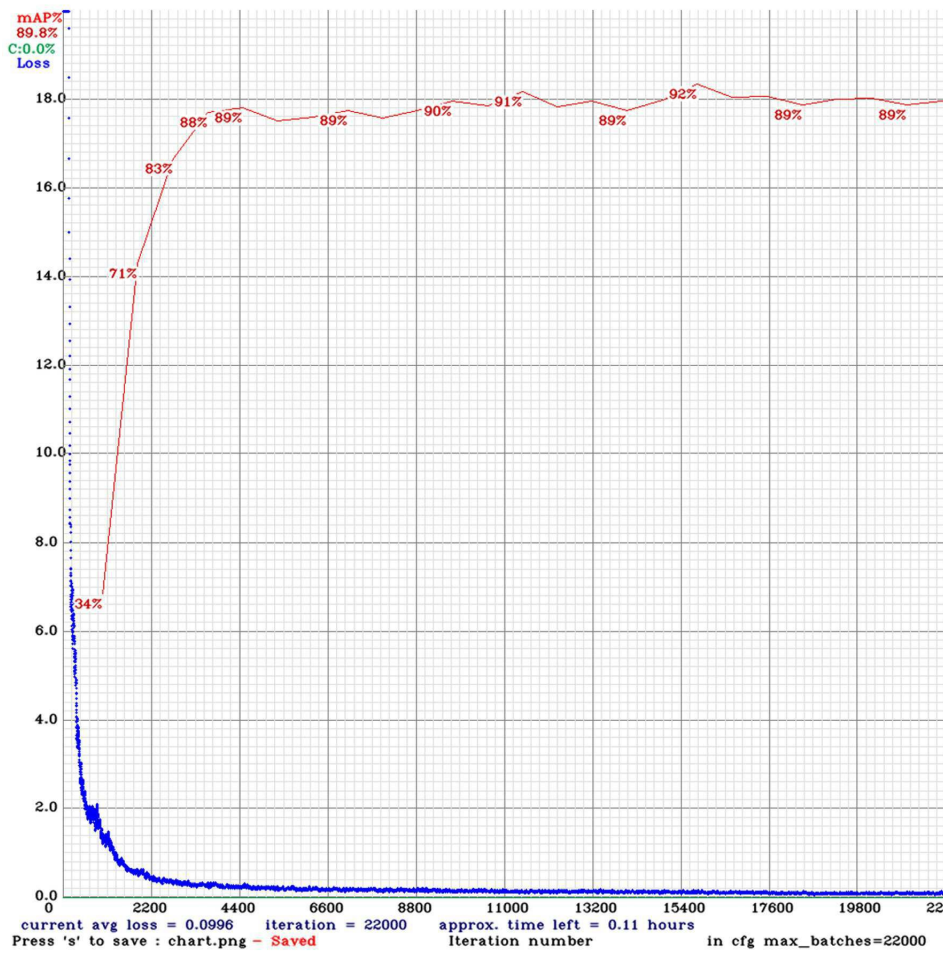
도면5b



도면5c



도면6



도면7

