



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0130927
(43) 공개일자 2024년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 9/16 (2006.01) B25J 13/08 (2006.01)
B25J 19/04 (2006.01) G06N 20/00 (2019.01)
G06V 40/10 (2022.01)

(52) CPC특허분류

B25J 9/1697 (2013.01)
B25J 13/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0023895

(22) 출원일자 2023년02월22일
심사청구일자 2023년02월22일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)

(72) 발명자

안채현

충청남도 아산시 문화로 353 104-1103

박경근

충청북도 제천시 장락로 169(장락로즈웰) 102동 1109호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장수현

전체 청구항 수 : 총 13 항

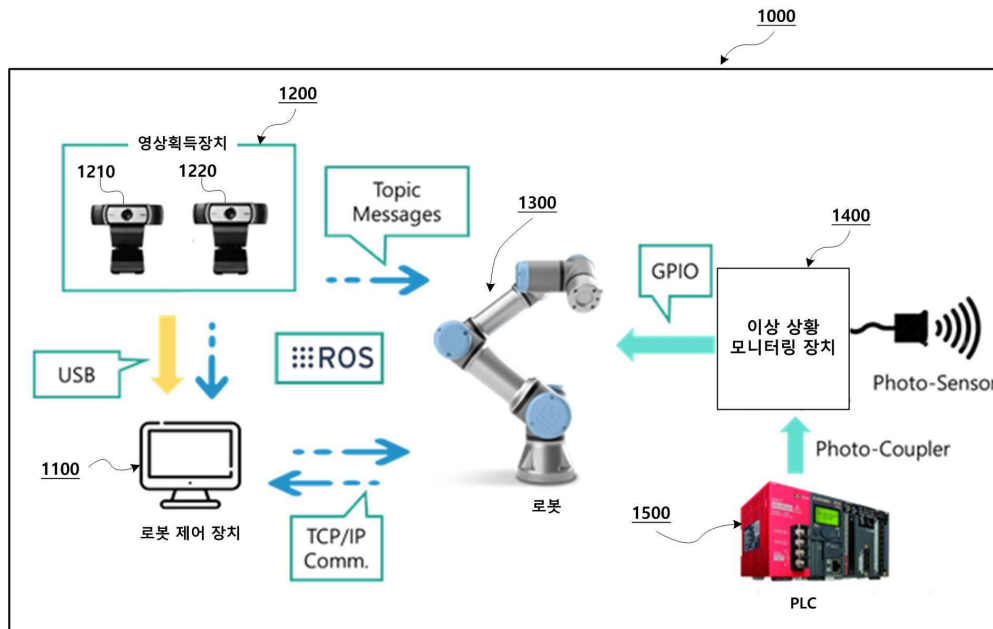
(54) 발명의 명칭 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템 및 그 제어 방법

(57) 요약

본 발명은 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 카메라로부터 손동작의 영상을 입력받아 이를 기계학습 모델을 통하여 인식한 후, 이를 코드화하여 로봇에 다양한 명령을 전달함으로써 로봇을 제어하는 협동로봇 시스템 및 그러한 로봇을 제어하는 방법에 관한 것이

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



다.

본 발명에 의하면, 작업자가 작업 중, 협동로봇의 제어 명령의 입력을 위해 별도의 버튼을 누르는 동작을 수행하지 않게 유도하여, 작업자의 작업에 대한 집중도를 유지하고 연속성을 강화하도록 하는 협동로봇 시스템 및 제어 방법을 제공한다. 또한 특정 작업을 수행하기 위한 로봇의 즉각적인 작동이 필요한 경우, 제어 명령을 입력하기 위해 별도의 입력장치로 이동할 필요도 없고, 또한 그 입력 시간도 들일 필요없이 수신호에 의한 신속한 제어 명령을 내림으로써, 로봇이 즉시 해당 작업을 위한 구동이 되도록 함으로써 전체적인 작업 시스템이 더욱 효율적으로 가동되도록 하는 시스템 및 제어 방법을 제공한다.

(52) CPC특허분류

B25J 19/04 (2013.01)

B25J 9/161 (2013.01)

B25J 9/163 (2013.01)

B25J 9/1664 (2013.01)

B25J 9/1671 (2013.01)

B25J 9/1674 (2013.01)

G06N 20/00 (2021.08)

G06V 40/11 (2022.01)

(72) 발명자

박희석

전라북도 군산시 수송동 현대아파트 103동 601호

박홍식

경기도 고양시 덕양구 행신동 서정마을 502동 601호

정진혁

충청남도 천안시 서북구 늘푸른1길 50, 402동 502호

정훈

충청남도 천안시 서북구 성거읍 봉주로 107-6, 108동 1602호

손세현

대구광역시 북구 동북로55길 6 2층

이기주

충청남도 천안시 성정두정로 142, 303동 1101호 (두정동, 두정3차푸르지오)

명세서

청구범위

청구항 1

기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템(이하 '협동로봇 시스템'이라 한다)의 로봇 제어 방법으로서,

- (a) 제1 영상획득장치로부터 작업자의 수신호가 표현된 손 캡처 영상을 수신하는 단계;
- (b) 상기 손 캡처 영상으로부터 수신호를 인식하는 단계;
- (c) 인식된 상기 수신호로부터 제어코드를 생성하는 단계; 및,
- (d) 상기 제어코드를 로봇으로 전달하는 단계

를 포함하는 협동로봇 시스템의 로봇 제어 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 단계(b)는,

- (b11) 손 모양임을 인식한 후, 마커를 이용하여 해당 영상에서 접힌 손가락 갯수를 인식하는 단계; 및,
- (b12) 접힌 손가락 갯수로부터 퍼진 손가락 갯수를 파악하여 제어코드의 한자리 신호를 파악하고, 그와 같이 몇 번이 수신호로 입력되었는지를 파악하여, 정해진 코드 자리 갯수만큼 입력되면, 전체 수신호가 입력된 것으로 판단하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 협동로봇 시스템의 로봇 제어 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 단계(b1)은,

머신러닝 모델에 의하여 수행되는 것

을 특징으로 하는 협동로봇 시스템의 로봇 제어 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 단계(b)와 단계(c) 사이에,

- (b21) 제2 영상획득장치로부터 대상물의 캡처 영상을 수신하는 단계;
- (b22) 상기 대상물 캡처 영상으로부터 대상물을 식별하는 단계; 및,
- (b23) 상기 대상물의 위치를 확인하는 단계

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 협동로봇 시스템의 로봇 제어 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 단계(b)와 단계(c) 사이에,

- (b31) 상기 대상물의 목표지점까지의 로봇 팔의 이동경로를 생성하는 단계

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 협동로봇 시스템의 로봇 제어 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 제어코드에는,

대상물의 목표지점 및, 상기 대상물의 목표지점까지의 로봇 팔의 이동경로 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 협동로봇 시스템의 로봇 제어 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 단계(c)와 단계(d) 사이에,

(c11) 상기 제어코드에 의한 대상물 이동 시뮬레이션을 수행하는 단계

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 협동로봇 시스템의 로봇 제어 방법.

청구항 8

기계학습 기반 수신호 인식을 이용하여 로봇 제어를 수행하기 위한, 컴퓨터로 판독 가능한 비일시적 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서,

비일시적 저장 매체에 저장되며, 프로세서에 의하여,

(a) 제1 영상획득장치로부터 작업자의 수신호가 표현된 손 캡처 영상을 수신하는 단계;

(b) 상기 손 캡처 영상으로부터 수신호를 인식하는 단계;

(c) 인식된 상기 수신호로부터 제어코드를 생성하는 단계; 및,

(d) 상기 제어코드를 로봇으로 전달하는 단계

가 실행되도록 하는 명령을 포함하는, 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하여 로봇 제어를 수행하기 위한, 컴퓨터로 판독 가능한 비일시적 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

청구항 9

기계학습 기반 수신호 인식을 이용하여 로봇 제어를 수행하기 위한 장치(이하 '로봇 제어 장치'라 한다)로서,

적어도 하나의 프로세서; 및

컴퓨터로 실행가능한 명령을 저장하는 적어도 하나의 메모리를 포함하되,

상기 적어도 하나의 메모리에 저장된 상기 컴퓨터로 실행가능한 명령은, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여,

(a) 제1 영상획득장치로부터 작업자의 수신호가 표현된 손 캡처 영상을 수신하는 단계;

(b) 상기 손 캡처 영상으로부터 수신호를 인식하는 단계;

(c) 인식된 상기 수신호로부터 제어코드를 생성하는 단계; 및,

(d) 상기 제어코드를 로봇으로 전달하는 단계

가 실행되도록 하는 로봇 제어 장치.

청구항 10

기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템으로서,

청구항 9의 로봇 제어 장치; 및,

수신호를 표현하는 손을 촬영하여, 그 영상을 상기 로봇 제어 장치로 전달하는 영상획득장치를 포함하는 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 로봇 제어 장치가 이동할 대상물을 촬영하여, 그 영상을 상기 로봇 제어 장치로 전달하는 제2 영상획득장치

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

청구항 9의 로봇 제어 장치가 생성한 제어코드를 수신하여, 해당 제어코드에 따라 대상물의 이동을 수행하는 로봇

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템.

청구항 13

청구항 10에 있어서,

특정 영역(이하 '안전공간'이라 한다)으로 상기 로봇과 작업자가 동시 진입 중이거나, 또는 작업자가 상기 안전공간에 있을 때 상기 로봇이 상기 안전공간으로 진입하는 경우와 같이 상기 로봇과 작업자가 모두 상기 안전공간에 존재하게 될 수 있는 이상 상황이 발생한 경우, 상기 로봇 제어 장치로 상기 안전공간으로의 로봇 팔 진입을 정지라하는 신호를 송신하는 이상 상황 모니터링 장치

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 카메라로부터 손동작의 영상을 입력받아 이를 기계학습 모델을 통하여 인식한 후, 이를 코드화하여 로봇에 다양한 명령을 전달함으로써 로봇을 제어하는 협동로봇 시스템 및 그러한 로봇을 제어하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계적으로 산업현장에서 로봇의 활용을 사용하는 경우는 매우 흔한 일이 되었다. 지속적인 단순작업자의 고용 비용 증가와 로봇 가격의 하락이 산업용 로봇 시장의 성장을 가속시키고 있으며 이에 따라 로봇의 역할도 분화되고 있다. 산업용 로봇의 경우 사람이 하기 위험하거나 어려운 일, 정밀성을 유지해야 하는 단순 반복 작업을 수행하는 것을 목표로 한다.

[0003] 로봇에 입력된 시나리오는 여러 종류의 공구 중 하나를 안전공간에 가져오거나, 임의의 위치에 놓여있는 공구를 공구박스에 가져다 놓는 기능과 공작물을 들어 이송하는 기능 등이 필요하다. 이 경우, 작업자가 로봇에 제어 명령을 입력하기 위해 기존과 같이 버튼과 같은 별도의 입력장치를 이용한다면, 작업자는 자신의 작업을 수행하다가 입력장치를 통하여 로봇에 대한 명령을 입력하는 등의 행동으로 인해, 자신의 작업에 대한 집중도 및 연속성이 떨어지게 되는 문제점이 있다.

[0004] 또한 그와 같이 제어 명령을 입력하기 위해 별도의 입력 장치를 이용하는 경우, 특정 상황에 있어서의 로봇의 즉각적인 작동이 필요한 경우에도, 작업자가 자신이 작업 중인 기계 또는 기구와 해당 입력 장치 등을 오가는 시간 및 입력하는 시간 등으로 인해, 로봇의 신속한 구동이 어렵게 되는 문제점도 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) JP 2014-104527 A

발명의 내용**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 작업자가 작업 중, 협동로봇의 제어 명령의 입력을 위해 별도의 버튼을 누르는 동작을 수행하지 않게 유도하여, 작업자의 작업에 대한 집중도를 유지하고 연속성을 강화하도록 하는 협동로봇 시스템 및 제어 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0007] 또한 특정 작업을 수행하기 위한 로봇의 즉각적인 작동이 필요한 경우, 제어 명령을 입력하기 위해 별도의 입력 장치로 이동할 필요도 없고, 또한 그 입력 시간도 들일 필요없이 수신호에 의한 신속한 제어 명령을 내림으로써, 로봇이 즉시 해당 작업을 위한 구동이 되도록 함으로써 전체적인 작업 시스템이 더욱 효율적으로 가동되도록 하는 시스템 및 제어 방법을 제공하는데 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 이와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템(이하 '협동로봇 시스템'이라 한다)의 로봇 제어 방법은, (a) 제1 영상획득장치로부터 작업자의 수신호가 표현된 손 캡처 영상을 수신하는 단계; (b) 상기 손 캡처 영상으로부터 수신호를 인식하는 단계; (c) 인식된 상기 수신호로부터 제어코드를 생성하는 단계; 및, (d) 상기 제어코드를 로봇으로 전달하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 단계(b)는, (b11) 손 모양임을 인식한 후, 마커를 이용하여 해당 영상에서 접힌 손가락 갯수를 인식하는 단계; 및, (b12) 접힌 손가락 갯수로부터 펴진 손가락 갯수를 파악하여 제어코드의 한자리 신호를 파악하고, 그와 같이 몇번이 수신호로 입력되었는지를 파악하여, 정해진 코드 자리 갯수만큼 입력되면, 전체 수신호가 입력된 것으로 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 단계(b1)은, 머신러닝 모델에 의하여 수행될 수 있다.

[0011] 상기 단계(b)와 단계(c) 사이에, (b21) 제2 영상획득장치로부터 대상물의 캡처 영상을 수신하는 단계; (b22) 상기 대상물 캡처 영상으로부터 대상물을 식별하는 단계; 및, (b23) 상기 대상물의 위치를 확인하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 단계(b)와 단계(c) 사이에, (b31) 상기 대상물의 목표지점까지의 로봇 팔의 이동경로를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 제어코드에는, 대상물의 목표지점 및, 상기 대상물의 목표지점까지의 로봇 팔의 이동경로 정보를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 단계(c)와 단계(d) 사이에, (c11) 상기 제어코드에 의한 대상물 이동 시뮬레이션을 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하여 로봇 제어를 수행하기 위한, 컴퓨터로 판독 가능한 비일시적 저장 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램은, 비일시적 저장 매체에 저장되며, 프로세서에 의하여, (a) 제1 영상획득장치로부터 작업자의 수신호가 표현된 손 캡처 영상을 수신하는 단계; (b) 상기 손 캡처 영상으로부터 수신호를 인식하는 단계; (c) 인식된 상기 수신호로부터 제어코드를 생성하는 단계; 및, (d) 상기 제어코드를 로봇으로 전달하는 단계가 실행되도록 하는 명령을 포함한다.

[0016] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하여 로봇 제어를 수행하기 위한 장치(이하 '로봇 제어 장치'라 한다)는, 적어도 하나의 프로세서; 및 컴퓨터로 실행가능한 명령을 저장하는 적어도 하나의 메모리를 포함하되, 상기 적어도 하나의 메모리에 저장된 상기 컴퓨터로 실행가능한 명령은, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여, (a) 제1 영상획득장치로부터 작업자의 수신호가 표현된 손 캡처 영상을 수신하는 단계; (b) 상기 손 캡처 영상으로부터 수신호를 인식하는 단계; (c) 인식된 상기 수신호로부터 제어코드를 생성하는 단계; 및, (d) 상기 제어코드를 로봇으로 전달하는 단계가 실행되도록 한다.

- [0017] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템은, 상기 로봇 제어 장치; 및, 수신호를 표현하는 손을 촬영하여, 그 영상을 상기 로봇 제어 장치로 전달하는 영상획득장치를 포함한다.
- [0018] 상기 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템은, 상기 로봇 제어 장치가 이동할 대상을 촬영하여, 그 영상을 상기 로봇 제어 장치로 전달하는 제2 영상획득장치를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템은, 상기 로봇 제어 장치가 생성한 제어코드를 수신하여, 해당 제어코드에 따라 대상물의 이동을 수행하는 로봇을 더 포함할 수 있다.
- [0020] 특정 영역(이하 '안전공간'이라 한다)으로 상기 로봇과 작업자가 동시 진입 중이거나, 또는 작업자가 상기 안전공간에 있을 때 상기 로봇이 상기 안전공간으로 진입하는 경우와 같이 상기 로봇과 작업자가 모두 상기 안전공간에 존재하게 될 수 있는 이상 상황이 발생한 경우, 상기 로봇 제어 장치로 상기 안전공간으로의 로봇 팔 진입을 정지시키는 신호를 송신하는 이상 상황 모니터링 장치를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 의하면, 작업자가 작업 중, 협동로봇의 제어 명령의 입력을 위해 별도의 버튼을 누르는 동작을 수행하지 않게 유도하여, 작업자의 작업에 대한 집중도를 유지하고 연속성을 강화하도록 하는 협동로봇 시스템 및 제어 방법을 제공하는 효과가 있다.
- [0022] 또한 특정 작업을 수행하기 위한 로봇의 즉각적인 작동이 필요한 경우, 제어 명령을 입력하기 위해 별도의 입력 장치로 이동할 필요도 없고, 또한 그 입력 시간도 들일 필요없이 수신호에 의한 신속한 제어 명령을 내림으로써, 로봇이 즉시 해당 작업을 위한 구동이 되도록 함으로써 전체적인 작업 시스템이 더욱 효율적으로 가동되도록 하는 시스템 및 제어 방법을 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명에 따른 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템의 전체 구성을 나타내는 도면.
 도 2는 본 발명에서 이용되는 안전공간(safety zone)을 설명하기 위한 도면.
 도 3은 본 발명에서 이용되는 수신호(hand signal) 인식을 위해 손 모양을 인식하고 코드화한 결과의 실시예를 나타내는 도면.
 도 4는 캡처된 영상에서의 공구의 좌표 및 각도를 추출한 결과의 실시예를 나타내는 도면.
 도 5는 캡처된 영상에서 공구의 종류를 식별한 결과의 실시예를 나타내는 도면.
 도 6은 로봇 팔과 장애물을 3D 모델링한 화면의 실시예를 나타내는 도면.
 도 7은 로봇 팔 제어 알고리즘을 나타내는 다이어그램.
 도 8은 포토커플러(photo-coupler) 회로의 일 실시예를 나타내는 도면.
 도 9는 본 발명의 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템에서 수행되는 로봇 제어를 위한 메시지 통신을 나타내는 다이어그램.
 도 10은 본 발명의 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템의 로봇 제어 장치가 로봇 제어를 수행하는 방법을 나타내는 순서도.
 도 11은 본 발명의 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템의 로봇 제어 장치의 구성을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변

하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

- [0026] 도 1은 본 발명에 따른 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템(1000)의 전체 구성을 나타내는 도면이다.
- [0027] 공장자동화 공정(Factory Automation Process)은 PLC(Programmable Logic Controller)(1500)로 제어되는 시스템으로서, 이러한 PLC(1500)는 센서를 이용하여 금속 및 비금속 공작물 부품을 분류하는 기능을 가진다. 작업자는 본 공정에서 나온 분류된 공작물을 작업공간(Work Space)에서 다양한 수공구(Tool)를 이용하여 조립하는 역할을 수행한다.
- [0028] 이를 위하여 예를 들어 카메라와 같은 영상획득장치(1200)에 손동작을 가하면 로봇 제어 장치(1100)에서 구동되는 영상처리 및 기계학습 알고리즘 모델이 이를 인식하고 명령을 코드화 하여 협동로봇(1300)에 명령을 전달한다.
- [0029] 협동로봇(1300)은 이 명령에 따라 요구되는 공구를 공구박스(ToolBox)에서 꺼내서 안전공간(safety zone)(10, 도 2 참조)에 갖다 놓게 된다. 작업자는 안전공간(10)에 접근하여 공구를 꺼내 사용한 후 갖다 놓으면 협동로봇은 다시 공구를 공구박스에 정렬한다.
- [0030] 안전공간(10)은 작업자와 로봇(1300)이 동시에 접근할 수 있는 열린 공간이지만 입구 부분에 장착된 포토센서(Photo Sensor)가 안전공간(10)의 진입여부를 감지하여, 실제 작업자와 로봇이 동시에 접근하는 경우에는 이상 상황 모니터링 장치(1400)가 로봇 제어 장치(1100)로 이를 알리고, 로봇 제어 장치(1100)는 긴급히 로봇에 정지하라는 제어코드를 보냄으로써 작업자의 안전을 확보한다.
- [0031] 카메라 등과 같은 영상획득장치(1200)는, 손동작 인식을 위한 제1 영상획득장치(1210) 및, 공구 등과 같은 대상물의 좌표계 인식을 위하여 설치된 제2 영상획득장치(1220)를 구비할 수 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명에서 이용되는 안전공간(safety zone)(10)을 설명하기 위한 도면이다.
- [0034] 도 2에서 중앙의 공구(tool) 등이 배열되어 있는 공간인 안전공간(10)은 작업자와 로봇이 공유하는 공간이다. 그러나 동시에 같은 공간에 있는 경우 작업자는 로봇의 구동에 의하여 상해를 입을 가능성이 있다. 이를 회피하기 위하여 협동로봇 시스템(1000)은 Type 1, 2, 3 등 3가지 방식으로 나누어 접근할 수 있다.
- [0035] Type 1은 인간과 로봇 간의 시간은 공유하나 공간은 분리하여 충돌을 차단한다. 그러므로 안전은 크게 확보되나 협동동작은 떨어지게 된다.
- [0036] Type 2는 시간은 분리하나 공간은 공유하는 방식으로 동일 시간대에 같은 공간에 존재하는 것을 방지하여 안전을 확보한다.
- [0037] Type 3는 시간과 공간을 모두 공유하는 형태로 실제 가장 좋은 협동동작을 수행할 수 있으나 안전을 확보하기 위하여 매우 세심한 시나리오와 안전장치가 필요하다
- [0038] 도 2는 이를 구현한 개념도이다. 작업자와 로봇(1300) 팔(robot arm)과 같은 2개의 요소의 안전공간(10) 진입여부를 포토센서로 감지하고 NAND 논리를 적용하여 동시에 진입하고 있는 경우 로봇(1300)이 자동으로 비상 정지하도록 제어한다. 이 경우, 전술한 바와 같이 이상 상황 모니터링 장치(1400)가 로봇 제어 장치(1100)로 이를 알리고, 로봇 제어 장치(1100)는 긴급히 로봇(1300)에 정지를 위한 제어코드를 송신함으로써 작업자의 안전을 확보한다.
- [0039] 또한 작업자가 안전공간(10)을 떠나게 되면 비상 정지 되었던 로봇(1300)은 다시 임무 수행을 재개한다.
- [0041] 도 3은 본 발명에서 이용되는 수신호(hand signal) 인식을 위해 손 모양을 인식하고 코드화한 결과의 실시예를 나타내는 도면이다.
- [0042] 로봇에 입력된 시나리오는 여러 종류의 공구 중 하나를 안전공간(10)에 가져오거나, 임의의 위치에 놓여있는 공구를 공구박스에 가져다 놓는 기능과 공작물을 들어 이송하는 기능 등이 필요하다. 작업자의 명령을 입력하기

위하여 영상을 획득하는 장치(1200)는 카메라와 포토센서 등 2가지를 이용할 수 있다.

[0043] 협동로봇 시스템(1000)에서 작업자의 작업집중도를 유지하고 연속성을 강화하기 위해서 기존의 버튼과 같은 입력장치를 사용하지 않고 손을 사용해 로봇 팔에 명령을 입력한다. 여기서 손을 인식하기 위해 카메라를 사용하며 머신러닝 모델 프로그램을 사용할 수 있다. 즉, 머신러닝 모델은, 손을 인식한 다음 각 손가락 관절의 마커를 사용해 어떤 위치의 손가락이 접혀 있는지 파악한다.

[0044] 이후, 현재 펴진 손가락의 개수와 몇 번 입력되었는지 그 회수를 파악하며, 필요시 이를 화면에 표시할 수 있다. 도 3은 그 결과를 보인 것이다.

[0045] 이와 같은 수신호를 일 실시예로서 설명하면 다음과 같다.

[0046] 즉, 엄지를 제외한 나머지 손가락의 개수만 세도록 할 수 있으며 엄지는 입력하는 용도로 사용될 수 있다. 로봇(1300)에 총 세 자리 코드를 입력하는 경우, 만약 코드 '111'을 입력하고자 한다면 처음에 모든 손을 편 상태에서 화면에 오른손을 보이고 엄지를 제외한 나머지 손가락 중 원하는 손가락 하나를 펴나. 마지막으로 엄지를 한 번 굽히면 입력이 한 번 된 것이다. 다시 엄지를 펴고 굽히면 두 번 입력, 다시 엄지를 펴고 굽히면 세 번 입력을 마친 것이다. 이렇게 손가락을 통해서 0부터 4까지의 숫자를 각 자리에 입력할 수 있다. 도 3의 2개의 화면에서, 위 숫자는 펴진 손가락의 갯수, 아래 숫자는 입력한 횟수를 의미한다.

[0048] 표 1은 수신호 코드에 따른 로봇 팔의 동작의 일 실시예를 나타낸 것이다.

표 1

[0051] Hand signal code for robot control.

Code	Operation
102	Bring plier
203	Bring hammer
304	Bring screw driver
444	Return tools
111	Bring workpiece

[0053] 도 4는 캡처된 영상에서의 공구의 좌표 및 각도를 추출한 결과의 실시예를 나타내는 도면이고, 도 5는 캡처된 영상에서 공구의 종류를 식별한 결과의 실시예를 나타내는 도면이다.

[0054] 제2 영상입력장치(1220)는 안전공간(10) 안에 공구나 공작물을 식별하고 어느 위치에 있는지 파악하여 로봇제어에 이용한다. 진술한 바와 같이, 제2 영상입력장치(1220) 역시 카메라 등이 될 수 있다. 편의를 위하여 현재 사용할 수 있는 최대 공구의 개수를 3개로 설정하였다. 공구의 종류는 카메라로 찍은 영상을, 예를 들어 YOLO V7와 같은 머신러닝을 통해 학습한 딥 러닝 모델에 적용하여 식별한다.

[0055] 일 실시예로는, 안전공간(10)에서 툴박스(tool box)로 공구(tool), 즉, 대상물을 옮겨야 하는 경우는 공구의 식별 및 위치 파악이 필요하나, 툴박스는 특정 공구마다 보관 위치가 저장되어져 있어서, 툴박스에서 안전공간(10)으로의 대상물 이동시에는 공구의 식별 및 위치 파악이 필요하지 않을 수도 있다. 이는 일 실시예일 뿐이며, 툴박스에 공구가 존재하는 경우에도 공구의 식별 및 위치 파악이 필요하도록 구성할 수도 있다.

[0056] 공구나 공작물의 위치를 파악하기 위해 아래의 4단계를 거치게 된다.

[0058] a) 영상 이진화

[0059] b) 외곽선 검출

- [0060] c) 외접사각형 구하기
- [0061] d) 사각형의 중심좌표 및 각도 출력
- [0063] 이에 대한 실행 결과는 아래의 도 4에 도시되어 있다. 공구의 대략적인 중심의 기계좌표를 확인할 수 있으며 공구의 종류를 잘 식별하는 것을 확인할 수 있다. 도 5는 일 실시예로서 YOLO V7 모델을 통해 학습한 데이터셋으로 공구를 인식시킨 결과이다.
- [0065] 도 6은 로봇 팔과 장애물을 3D 모델링한 화면의 실시예를 나타내는 도면이다.
- [0066] 본 발명에서는 로봇 팔의 끝점 경로를 역기구학으로 경로를 계산한다.
- [0067] 즉, 도 6과 같이 로봇 팔과 장애물의 3D 모델링을 수행한 후 목표위치를 입력함으로써 로봇 팔로부터 상대적인 위치에 어떤 장애물이 있는지 확인하고 이를 회피하는 이동경로를 생성하고, 충돌이 회피된 경로에 대하여 역기구학적 계산을 수행하여 로봇의 각각의 모터 제어코드를 생성한다.
- [0068] 생성된 제어코드는, 먼저 시뮬레이션을 수행하여 동작의 안정성을 확인할 수도 있다.
- [0069] 이후 로봇 제어 장치는, 로봇(1300)으로 제어코드를 전달하고 실제 움직임을 확인한다. 이때 로봇 팔의 각각의 모터에 제어코드를 전달할 수 있다.
- [0071] 도 7은 로봇 팔 제어 알고리즘을 나타내는 다이어그램이다.
- [0072] 즉, 도 7은 로봇(1300) 팔 작동 순서를 다이어그램으로 나타낸 것이다. 로봇 팔이 입력된 값에 따라서 경로를 계산하여, 로봇 팔 끝에 연결된 그리퍼(gripper) 끝점을 원하는 위치로 이동시킨다.
- [0073] 이때 안전공간(10)으로 로봇(1300)과 작업자가 동시 진입 중이거나, 또는 작업자가 안전공간(10)에 있을 때 로봇(1300)이 해당 안전공간(10)으로 진입하는 경우 등, 로봇(1300)과 작업자가 모두 안전공간(10)에 존재하게 될 수 있는 이상 상황이 발생한 경우에는 포토센서에서 이를 감지한다. 또한 이러한 포토센서의 감지에 따라, 이상 상황 모니터링 장치(1400)가 로봇 제어 장치(1100)로 로봇(1300)을 일시 정지 시키라는 신호를 보내게 된다.
- [0074] 로봇 제어 장치(1100)는 이러한 일시 정지 신호가 들어오면 인터럽트를 발생시켜 로봇(1300)에 로봇 팔을 일시 정지하도록 제어코드를 송신한다. 로봇 팔을 다시 작동시키기 위해 프로그램을 다시 켤 수 있다.
- [0076] 도 8은 포토커플러(photo-coupler) 회로의 일 실시예를 나타내는 도면이다.
- [0077] 이상 상황 모니터링 장치(1400)의 GPIO 입출력과 PLC(1500) 입력은 각각 다른 전압으로 작동되기 때문에, 포토커플러를 사용했다. 해당 포토커플러의 허용 전류는 50mA이기 때문에 범위에 맞는 저항 값(330Ω)을 선정하였다. 그리고 PLC(1500) 입력 모듈에 풀업저항을 걸어 트랜지스터가 ON 되는 경우에만 PLC(1500)의 입력 접점(X1F)을 여자시키도록 구현했다. 도 8은 이를 구현한 포토커플러 회로도이다.
- [0079] 도 9는 본 발명의 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템에서 수행되는 로봇 제어를 위한 메시지 통신을 나타내는 다이어그램이다.
- [0080] 센서와 카메라를 통해 입력 받은 데이터는 처리과정을 거쳐 로봇 제어에 활용된다. ROS는 데이터 통신을 수행하여 이러한 데이터를 받아들인다. 따라서 기계학습 모델을 통하여 수신호를 인식하여 이를 제어코드화 한 후 ROS(Robot Operating System)의 Topic이라는 데이터 형태로 주고받도록 한 것이다. 이를 통해 카메라가 안전공간에서 감지한 공구나 공작물의 위치와 기울기를 로봇 팔 구동 프로그램으로 전송해 그리퍼의 끝점을 이동할 수 있도록 했다. 그리퍼를 제어하기 위해서는 한 번의 신호로 연속적인 동작이 이루어질 수 있도록 ROS의 Service라는 메시지 형태를 사용할 수 있다.
- [0081] 도 9는 이와 같은 ROS의 토픽 메시지와 서비스 메시지가 서로 어떤 정보를 주고받는지를 다이어그램으로 표현한 것이다. 검은색은 서비스 메시지이고 빨간색과 노란색이 토픽 메시지이다. 여기서 노란색 화살표가 로봇 팔의

동작을 제어하는데 사용하는 메시지들이다.

- [0083] 도 10은 본 발명의 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템(1000)의 로봇 제어 장치(1100)가 로봇 제어를 수행하는 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0084] 지금까지 도 1 내지 도 9를 참조하여, 본 발명의 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템(1000)의 각 요소들의 동작을 구체적으로 설명한 바 있으므로, 이하 도 10을 참조하여서는, 그러한 동작 가운데서, 특히 협동로봇 시스템(1000)의 로봇 제어 장치(1100)가 수행하는 동작을 수행 순서에 따라 간략히 정리하여 설명하고, 도 11을 참조하여서는, 도 10의 동작을 수행하는 로봇 제어 장치(1100)의 구성을 간략히 정리하여 설명하기로 한다.
- [0085] 카메라 등으로 구성되는 제1 영상획득장치(1210)는, 수신호를 표현하는 작업자의 손을 촬영하고, 그 캡처된 영상을 협동로봇 시스템(1000)의 로봇 제어 장치(1100)로 전달한다(S1001). 로봇 제어 장치(1100)는 수신한 손 영상으로부터 수신호(hand signal)을 인식한다(S1002). 즉, 로봇 제어 장치(1100)의 머신러닝 모델은, 손 모양임을 인식한 후 마커(도 3 참조)를 이용하여 해당 영상에서 접힌 손가락 갯수를 인식하며, 또한 로봇 제어 장치(1100)는, 머신러닝 모델에 의하여 인식된 접힌 손가락 갯수로부터 퍼진 손가락 갯수를 파악하여 제어코드의 한자리 신호를 파악하고, 그와 같이 몇번이 수신호로 입력되었는지를 파악하여, 정해진 코드 자리 갯수만큼 입력되면, 전체 수신호가 입력된 것으로 판단하는 것이다(S1002). 이러한 수신호에는 특정 공구를 안전공간(10)에서 툴박스로, 또는 툴박스에서 안전공간(10)으로 이동하라는 정보가 포함되어 있다.
- [0086] 이후, 제2 영상획득장치(1220)는, 예를 들어 공구(tool) 등의 대상물에 대한 영상을 촬영하여 로봇 제어 장치(1100)로 전달한다(S1004). 로봇 제어 장치(1100)는 머신러닝 모델을 이용하여 대상물을 식별한 후, 해당 대상물의 위치를 좌표 등으로 확인한다(S1005).
- [0087] 전술한 바와 같이 로봇(1300)에 의한 공구 등의 대상물의 이동은, 예를 들어 툴박스에서 안전공간(10)으로 이동시키거나 또는 안전공간(10)에서 툴박스로 이동시킬 수 있다.
- [0088] 이때, 구성하기에 따라서는, 툴박스의 위치는 각 공구 별로 정해져 있으므로, 툴박스에서 안전공간(10)으로 이동시에는 대상물에 대하여 별도의 식별 및 위치확인을 생략하도록 구성할 수도 있다. 즉, 이 경우는 안전공간(10)에서 툴박스로의 이동시에만 공구의 식별 및 위치확인이 이루어지도록 할 수 있다(S1003 내지 S1005).
- [0089] 이후, 대상물의 이동 목표지점까지의 로봇 팔의 이동경로, 즉, 장애물을 회피하는 최적의 이동경로를 생성한다(S1006).
- [0090] 이와 같이 수신호에 의해 해당 대상물의 이동 목표지점이 결정되고, 이후 이동경로가 결정된 후, 로봇 제어 장치(1100)는 그와 같은 대상물, 목표지점, 이동경로 등의 정보가 포함된 제어코드를 생성하고(S1007), 생성된 제어코드를 로봇(1300)으로 전달하여(S1009), 로봇(1300)의 구동에 의해 대상물의 이동이 이루어지도록 한다.
- [0091] 이때, 제어코드를 로봇(1300)으로 전달하기 전, 해당 제어코드에 의한 대상물 이동 시뮬레이션을 수행하여(S1008), 그 결과를 평가할 수도 있다
- [0093] 도 11은 본 발명의 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템(1000)의 로봇 제어 장치(1100)의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0094] 수신호 인식부(1110)의 손 인식 모듈(1111)은, 머신러닝 모델에 의해 수행되는 모듈로서, 손 모양임을 인식한 후, 마커(도 3 참조)를 이용하여 해당 영상에서 접힌 손가락 갯수를 인식한다.
- [0095] 수신호 인식부(1110)의 신호 요소 결정 모듈(1112)은, 손 인식 모듈(1111)에 의해 인식된 접힌 손가락 갯수로부터 퍼진 손가락 갯수를 파악하여 제어코드의 한자리 신호를 파악하고, 그와 같이 몇번이 수신호로 입력되었는지를 파악하여, 정해진 코드 자리 갯수만큼 입력되면, 전체 수신호가 입력된 것으로 판단한다.
- [0096] 제어코드 생성부(1120)의 대상식별/위치확인 모듈(1121)은 대상물을 식별하고 위치를 확인한다. 이때, 전술한 바와 같이, 구성하기에 따라서는, 안전공간(10)에서 툴박스로의 이동시에만 대상물의 식별 및 위치 확인을 수행할 수도 있다.
- [0097] 제어코드 생성부(1120)의 이동경로 생성 모듈(1122)은 수신호 인식에 의한 대상물의 목표지점 이동을 위해 로봇

(1330) 팔(robot arm)의 최적의 이동경로를 생성한다.

[0098] 제어코드 생성부(1120)의 제어코드 생성 모듈(1123)은, 대상물, 목표지점, 로봇 팔 이동경로 등의 정보가 포함된 제어코드를 생성한다. 생성된 제어코드는 통신부(1130)를 통하여 로봇(1300)으로 전달된다.

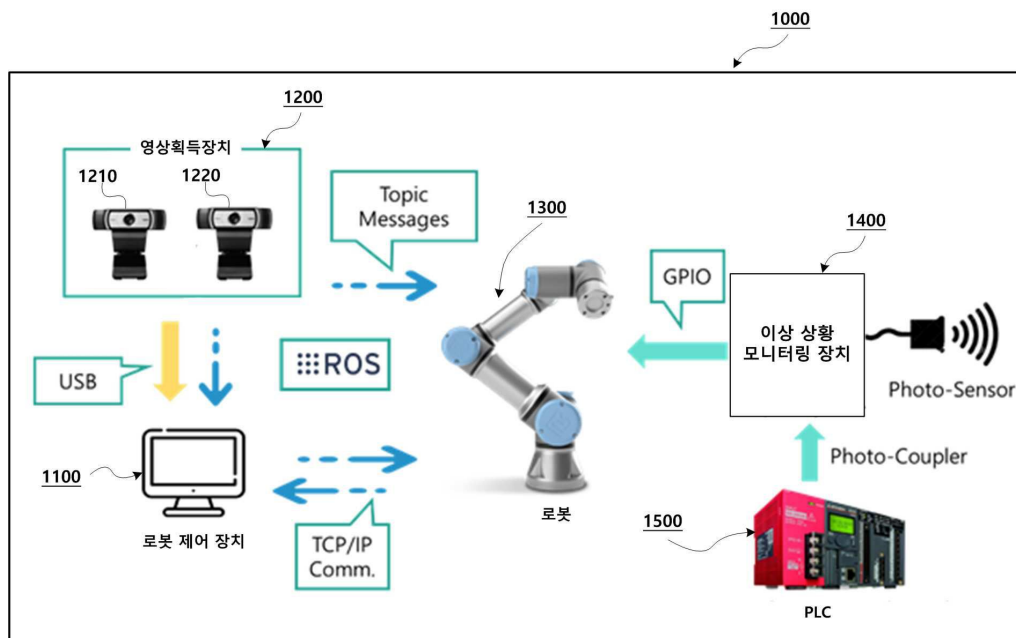
[0099] 통신부(1130)는 또한 영상획득장치(1200)로부터의 영상 수신, 이상 상황 모니터링 장치(1400)로부터의 이상 상황 발생에 따른 정지(pause) 신호 수신 등도 수행할 수 있다.

부호의 설명

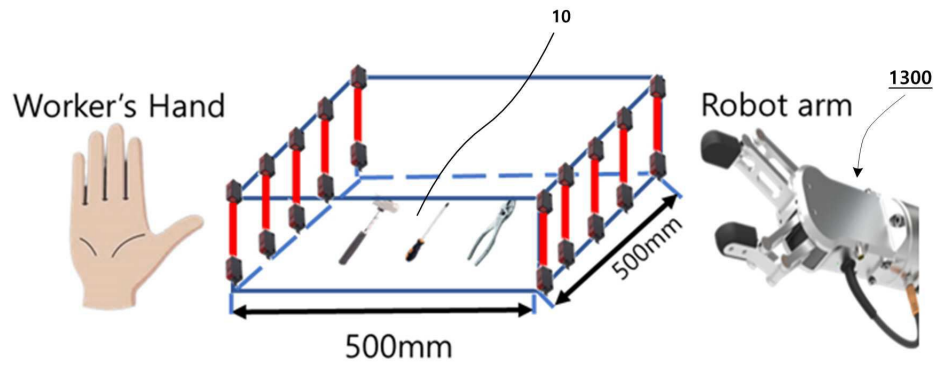
- [0100]
- 10: 안전공간(safety zone)
 - 1000: 기계학습 기반 수신호 인식을 이용하는 협동로봇 시스템
 - 1100: 로봇 제어 장치
 - 1200: 영상획득장치
 - 1210: 제1 영상획득장치
 - 1220: 제2 영상획득장치
 - 1300: 협동로봇
 - 1400: 이상 상황 모니터링 장치
 - 1500: PLC(Programmable Logic Controller)

도면

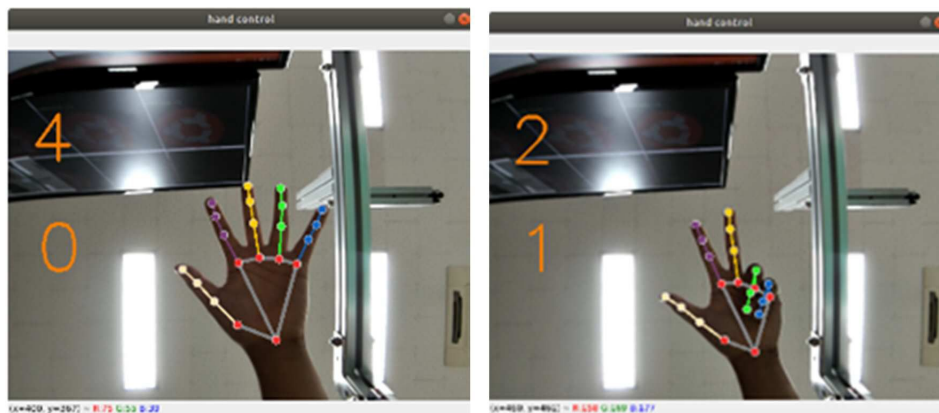
도면1



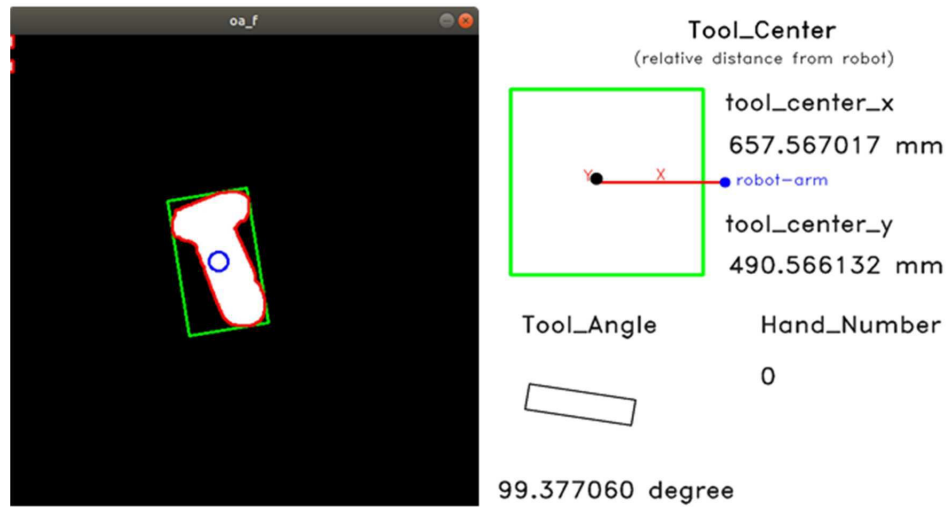
도면2



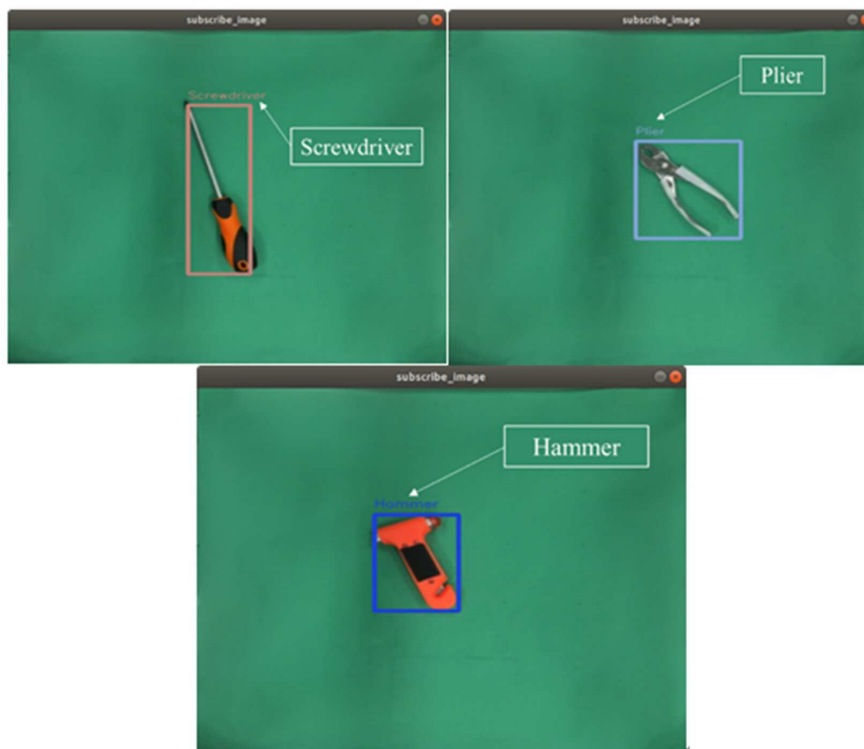
도면3



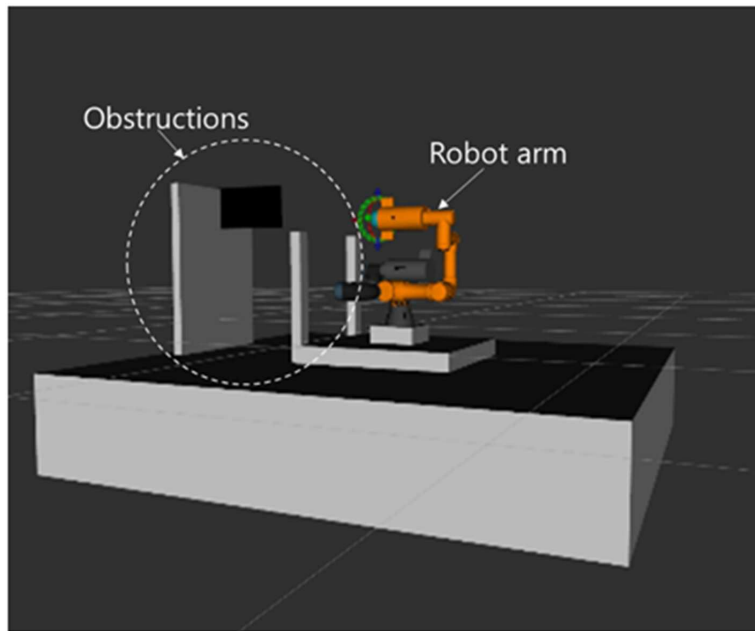
도면4



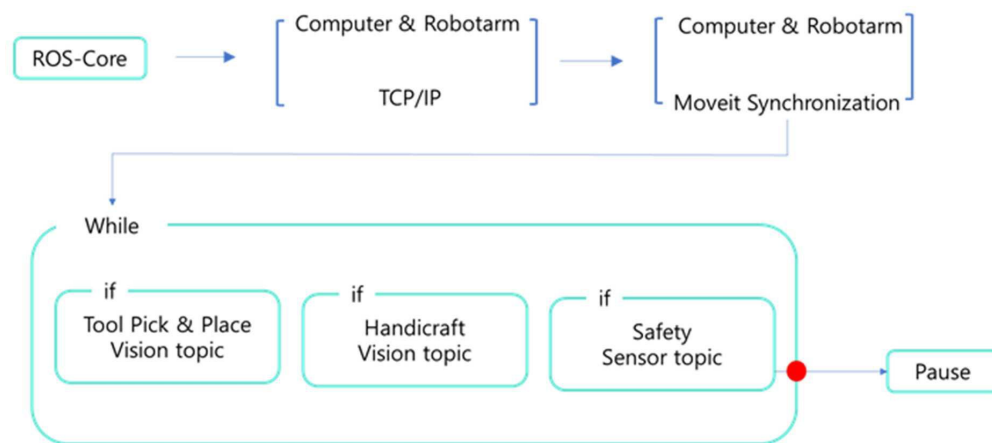
도면5



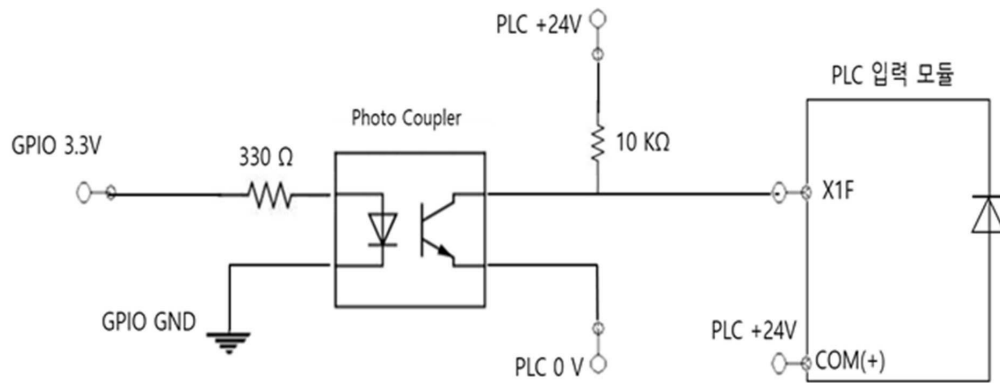
도면6



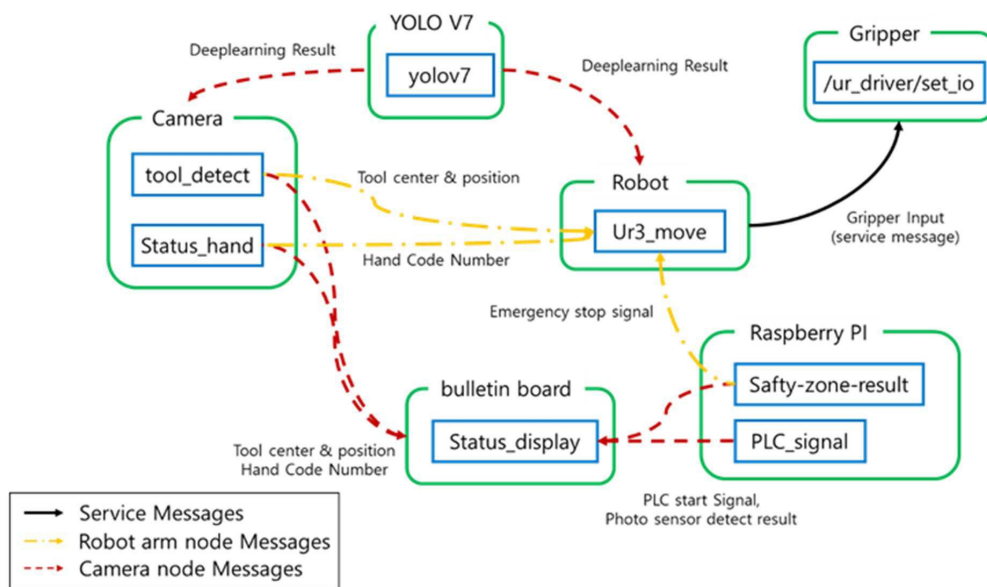
도면7



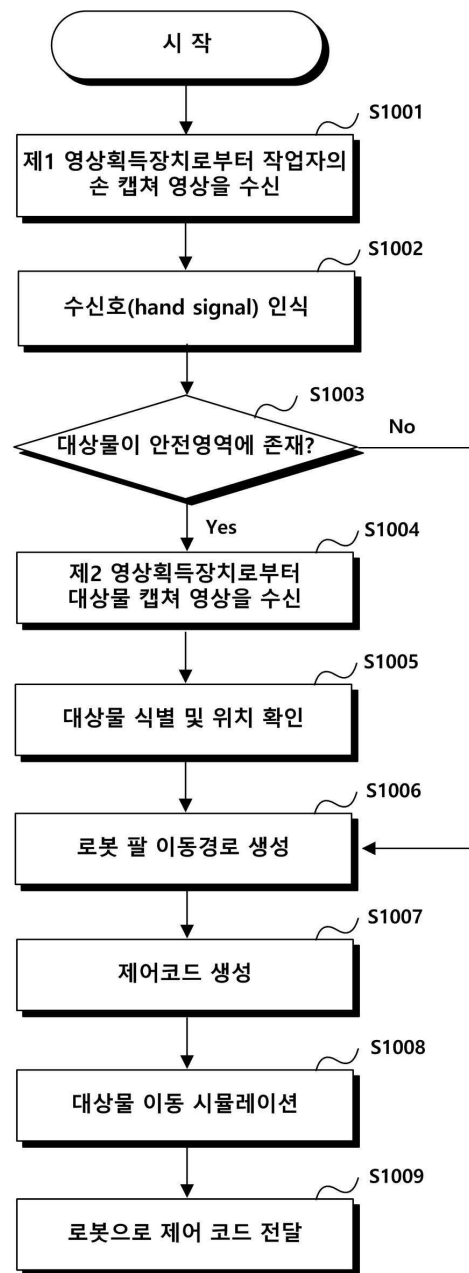
도면8



도면9



도면10



도면11

