

## 명세서

### 발명의 명칭: 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템 및 방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 작업 대상이 되는 물체에 대한 작업 공정 수행 후 작업 공정이 수행된 물체를 검사하기 위한 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[2]

#### 배경기술

- [3] 일반적으로 글로벌 완성차 제조사들은 연간 수 백만대에서 수 천만대의 차량을 생산하고 있으며, 아울러 고객의 니즈 충족을 위해 다양한 사양의 차량을 개발하고 있다. 이와 더불어, 생산 효율성과 생산 품질의 극대화를 위해 지속적인 생산 기술에 대한 개발을 진행하고 있다.
- [4] 완성차를 생산하기 위해서는 수많은 부품을 조립해야 하며, 이를 위해 장비의 자동화가 이루어지고 있지만, 아직까지 조립 공정 상에서 작업자가 대다수의 부품을 수작업으로 조립하는 수동 조립 공정이 대부분을 차지하고 있다. 따라서, 작업자의 조립품질은 차량의 생산 품질에 큰 영향을 줄 수 있으며, 차량의 생산 품질을 높이기 위해서는 작업자의 조립품을 높이는 것이 필요할 수 있다.
- [5] 작업자의 조립품을 높이기 위해서는 작업자의 조립 작업 이후 조립품을 검사하는 검사 작업이 수행되는 것이 필요할 수 있다. 그러나, 차량의 생산이 완료된 이후 조립품질의 검사가 수행되면 각 부분에 대한 검사 및 불량 검출이 불가능하므로 조립품질의 검사는 실시간으로 수행되어야 하나, 수동 조립공정의 특성 상 작업자의 안전 또는 검사 장비의 공간 확보 등의 문제로 인해 실시간으로 조립품질의 검사를 수행하는 것이 어려울 수 있다.
- [6] 따라서, 작업자의 안전을 확보하면서 작업자의 조립품을 검사할 수 있는 방안이 마련될 필요가 있다.
- [7]
- [8] 상기의 배경기술로서 설명된 사항들은 본 발명의 배경에 대한 이해 증진을 위한 것일 뿐, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 이미 알려진 종래기술에 해당함을 인정하는 것으로 받아들여져서는 안 될 것이다.
- [9]

#### 발명의 상세한 설명

#### 기술적 과제

- [10] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 작업 대상이 되는 물체에 대한 작업 공정 수행 후 이동 및 제어가 가능한 모바일 로봇을 이용하여 작업 공정이 수행된 물체를 검사할 수 있는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템 및 방법을 제공하고자 함이다.
- [11]
- [12] 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.
- [13]
- 과제 해결 수단**
- [14] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템은, 복수의 작업 영역을 이동하는 모바일 로봇; 및 상기 복수의 작업 영역에 대한 검사 스케줄을 기반으로 상기 복수의 작업 영역 중 제1 작업 영역으로 상기 모바일 로봇을 이동시켜 상기 제1 작업 영역에 대한 검사를 수행하고, 상기 검사 스케줄에 따른 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역에 해당하는 제2 작업 영역에 도달하기 전 상기 제2 작업 영역의 상태를 판단하며, 상기 판단된 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하면 상기 검사 스케줄을 조정하고, 상기 조정된 검사 스케줄을 기반으로 상기 모바일 로봇의 이동 경로를 재설정하는 컨트롤러;를 포함할 수 있다.
- [15] 예를 들어, 상기 컨트롤러는 상기 복수의 작업 영역에 대한 작업 스케줄을 기반으로 상기 검사 스케줄을 생성하고, 상기 생성된 검사 스케줄을 기반으로 상기 제1 작업 영역에 대한 검사를 수행할 수 있다.
- [16] 예를 들어, 상기 컨트롤러는 상기 복수의 작업 영역의 배치 상황 및 상기 모바일 로봇의 이동 동선 중 적어도 하나를 더 고려하여 상기 검사 스케줄을 생성할 수 있다.
- [17] 예를 들어, 상기 모바일 로봇은 상기 제1 작업 영역으로 이동하여 상기 제1 작업 영역에 위치한 작업물을 촬영하고, 상기 컨트롤러는 상기 모바일 로봇에서 촬영된 상기 작업물에 대한 이미지를 기반으로 검사를 수행할 수 있다.
- [18] 예를 들어, 상기 컨트롤러는 상기 제2 작업 영역 내의 작업자의 존재 유무 및 상기 제2 작업 영역에 대한 작업 수행 완료 여부 중 적어도 하나를 기반으로 상기 제2 작업 영역의 상태를 판단할 수 있다.
- [19] 예를 들어, 상기 컨트롤러는 상기 제2 작업 영역 내에 상기 작업자가 존재하거나 상기 제2 작업 영역에 대한 작업 수행이 완료되지 않은 경우 상기 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하는 것으로 판단할 수 있다.
- [20] 예를 들어, 상기 컨트롤러는 상기 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하면, 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역이 상기 제2 작업 영역이 아

닌 다른 작업 영역이 되도록 상기 복수의 작업 영역 중 상기 제1 작업 영역을 제외한 나머지 작업 영역을 기반으로 상기 검사 스케줄을 조정할 수 있다.

- [21] 예를 들어, 상기 컨트롤러는 상기 나머지 작업 영역을 기반으로 상기 제2 작업 영역이 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역에 해당하지 않는 복수의 신규 검사 스케줄을 도출하고, 상기 도출된 복수의 신규 검사 스케줄 각각에 대하여 상기 모바일 로봇이 이동할 이동거리를 판단하며, 상기 판단된 이동거리가 최단 거리를 갖는 하나의 신규 검사 스케줄로 상기 검사 스케줄을 조정할 수 있다.
- [22]
- [23] 또한, 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법은, 복수의 작업 영역에 대한 검사 스케줄을 기반으로 상기 복수의 작업 영역 중 제1 작업 영역으로 모바일 로봇을 이동시켜 상기 제1 작업 영역에 대한 검사를 수행하는 단계; 상기 검사 스케줄에 따른 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역에 해당하는 제2 작업 영역에 도달하기 전 상기 제2 작업 영역의 상태를 판단하는 단계; 상기 판단된 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하면 상기 검사 스케줄을 조정하는 단계; 및 상기 조정된 검사 스케줄을 기반으로 상기 모바일 로봇의 이동 경로를 재설정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [24] 예를 들어, 상기 검사를 수행하는 단계는 상기 복수의 작업 영역에 대한 작업 스케줄을 기반으로 상기 검사 스케줄을 생성하는 단계; 및 상기 생성된 검사 스케줄을 기반으로 상기 제1 작업 영역에 대한 검사를 수행하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [25] 예를 들어, 상기 생성하는 단계는 상기 복수의 작업 영역의 배치 상황 및 상기 모바일 로봇의 이동 동선 중 적어도 하나를 더 고려하여 상기 검사 스케줄을 생성하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [26] 예를 들어, 상기 수행하는 단계는 상기 제1 작업 영역으로 이동한 상기 모바일 로봇을 통해 상기 제1 작업 영역에 위치한 작업물을 촬영하는 단계; 및 상기 모바일 로봇에서 촬영된 상기 작업물에 대한 이미지를 기반으로 검사를 수행하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [27] 예를 들어, 상기 판단하는 단계는 상기 제2 작업 영역 내의 작업자의 존재 유무 및 상기 제2 작업 영역에 대한 작업 수행 완료 여부 중 적어도 하나를 기반으로 상기 제2 작업 영역의 상태를 판단하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [28] 예를 들어, 상기 판단하는 단계는 상기 제2 작업 영역 내에 상기 작업자가 존재하거나 상기 제2 작업 영역에 대한 작업 수행이 완료되지 않은 경우 상기 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하는 것으로 판단하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [29] 예를 들어, 상기 조정하는 단계는 상기 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하면, 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역이 상기 제2 작업 영역이 아닌 다른 작업 영역이 되도록 상기 복수의 작업 영역 중 상기 제1 작업 영역

을 제외한 나머지 작업 영역을 기반으로 상기 검사 스케줄을 조정하는 단계;를 포함할 수 있다.

[30]

[31] \*예를 들어, 상기 조정하는 단계는 상기 나머지 작업 영역을 기반으로 상기 제2 작업 영역이 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역에 해당하지 않는 복수의 신규 검사 스케줄을 도출하는 단계; 상기 도출된 복수의 신규 검사 스케줄 각각에 대하여 상기 모바일 로봇이 이동할 이동거리를 판단하는 단계; 및 상기 판단된 이동거리가 최단 거리를 갖는 하나의 신규 검사 스케줄로 상기 검사 스케줄을 조정하는 단계;를 포함할 수 있다.

[32]

### **발명의 효과**

[33] 상술한 바에 따르면, 본 발명의 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템 및 방법은, 모바일 로봇을 이용하여 작업 공정이 수행된 물체를 실시간으로 검사할 수 있으며, 그에 따라 공간 확보에 대한 제한 없이 검사를 수행할 수 있다.

[34] 또한, 모바일 로봇을 이용하여 실시간 검사를 수행하되, 모바일 로봇의 이동 전 검사 대상이 되는 작업 영역의 상태를 판단하여 이동함에 따라 작업자의 안전을 확보할 수 있다.

[35]

### **도면의 간단한 설명**

[36] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

[37] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[38] 도 3 내지 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 작업 스케줄 및 검사 스케줄을 설명하기 위한 도면이다.

[39] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[40]

### **발명의 실시를 위한 형태**

[41] 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[42] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다.

상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

- [43] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [44] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [45] 본 명세서에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 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.
- [46] 또한, 컨트롤러는 담당하는 기능의 제어를 위해 다른 제어기나 센서와 통신하는 통신 장치, 운영체제나 로직 명령어와 입출력 정보 등을 저장하는 메모리 및 담당 기능 제어에 필요한 판단, 연산, 결정 등을 수행하는 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다.
- [47] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [48]
- [49] 먼저, 도 1 내지 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템의 구성에 대해 설명한다.
- [50] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템의 구성을 설명하기 위한 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [51] 먼저, 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템은 모바일 로봇(110) 및 모바일 로봇(110)을 제어하는 컨트롤러(120)를 포함할 수 있다. 다만, 도 1에 도시된 시스템은 본 발명의 일 실시예와 관련된 구성 요소를 위주로 나타낸 것으로, 실제 시스템은 이보다 더 많거나 적은 구성 요소를 포함하여 구현될 수 있음은 물론이다.
- [52] 이하 각 구성 요소에 대해 설명한다.
- [53] 모바일 로봇(110)은 작업물(10)의 주변을 돌아다니며 작업물(10)을 촬영할 수 있다. 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 작업물(10)의 주변에는 복수의 작업 영역(A 내지 D)이 설정될 수 있다. 복수의 작업 영역(A 내지 D)이라 함은 하나의 작업물(10)을 기준으로 작업자가 작업을 수행하기 위해 임의로 분할된 작업 영역을

의미할 수 있다. 다만, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되지 않음은 물론이다. 예컨대, 복수의 작업 영역은 작업물(10)의 크기 또는 작업 공정에 따라 다양한 형태로 분할될 수도 있다.

- [54] 구체적으로, 작업자는 작업물(10)을 완성 형태로 만들기 위해 정해진 작업 스케줄을 따라 작업을 수행할 수 있고, 모바일 로봇(110)은 작업물(10)의 주변을 돌아다니며 작업 스케줄을 따라 작업자가 작업을 수행한 작업물(10)의 작업 결과(예컨대, 조립품질)를 촬영할 수 있다.
- [55] 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇(110)에는 이동을 위한 이동부(미도시) 및 작업물(10)의 촬영을 위한 촬영장치(미도시)가 마련될 수 있다. 예컨대, 모바일 로봇(110)은 다관절 암(Arm)과 고해상도 카메라를 구비한 4족 보행 로봇일 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되지 않음은 물론이다.
- [56] 한편, 모바일 로봇(110)을 이용한 작업물(10)의 촬영을 용이하게 하기 위해 작업물(10)에는 모바일 로봇(110)의 촬영 위치를 알려주는 위치 안내 설비가 마련되어 있을 수 있다. 예컨대, 위치 안내 설비란 광학적으로 인식 가능한 마커(예컨대, 스폿, 2D 코드 등), 근거리에서 비접촉식으로 인식 가능한 태그(예컨대, NFC 태그, RFID 태그 등), 마그네틱 스트립 및 와이어 등을 의미할 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 작업물(10)에 마련된 위치 안내 설비는 상술한 복수의 작업 영역(A 내지 D)마다 적어도 하나 이상으로 마련될 수 있으며, 모바일 로봇(110)은 복수의 작업 영역(A 내지 D)에서 작업물(10)에 마련된 위치 안내 설비를 인식하여 해당 위치에서 작업물(10)의 작업 결과를 촬영할 수 있다.
- [57] 컨트롤러(120)는 모바일 로봇(110)을 제어하여 작업물(10)에 대한 검사를 수행할 수 있다. 구체적으로, 컨트롤러(120)는 복수의 작업 영역(A 내지 D)에 대한 작업 스케줄을 기반으로 작업물(10)에 대한 검사 스케줄을 생성할 수 있다. 이때, 검사 스케줄은 복수의 작업 영역(A 내지 D)에 대한 검사 스케줄을 의미할 수 있다. 이는 도 3 내지 4를 참조하여 설명하도록 한다.
- [58]
- [59] 도 3 내지 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 작업 스케줄 및 검사 스케줄을 설명하기 위한 도면이다.
- [60] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 작업 관리 시스템(200)으로부터 제공된 복수의 작업 영역(A 내지 D)에 대한 작업 스케줄을 의미할 수 있다. 예컨대, 작업 스케줄은 작업 관리 시스템(200)에 구비된 알고리즘을 통해 생성된 것일 수 있으며, 작업물(10) 또는 복수의 작업 영역(A 내지 D)에 따라 다양한 작업 스케줄이 생성될 수 있음은 물론이다.
- [61] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 컨트롤러(120)에서 작업물(10)에 대한 검사를 수행하기 위해서는 모바일 로봇(110)이 복수의 작업 영역(A 내지 D)을 돌아다니며 작업물(10)의 작업 수행 결과를 촬영해야 한다. 그러나, 작업 스케줄은 작업

을 수행하는 작업자의 이동 동선 및 작업물(10)에 대한 부품 공급 현황을 고려한 알고리즘을 통해 생성될 수 있으며, 이러한 작업 스케줄을 따라 검사를 수행하기 위해 모바일 로봇(110)을 이동시키면 모바일 로봇(110)이 비효율적으로 움직이게 되고, 그로 인해 검사 시간이 늘어날 수 있다.

[62] 이에, 컨트롤러(120)는 모바일 로봇(110)을 이용한 검사를 수행하기 위해 작업 스케줄을 기반으로 검사 스케줄을 새로이 생성할 수 있다. 즉, 컨트롤러(120)는 모바일 로봇(110)의 효율적인 이동을 위해 모바일 로봇(110)에 맞는 검사 스케줄을 생성할 수 있다.

[63] 이를 위해, 컨트롤러(120)는 작업 관리 시스템(200)으로부터 복수의 작업 영역(A 내지 D)에 대한 작업 스케줄을 제공받을 수 있으며, 제공받은 작업 스케줄을 컨트롤러(120)에 구비된 검사 스케줄 편성 알고리즘을 이용하여 도 4에 도시된 바와 같은 검사 스케줄을 생성할 수 있다. 이때, 검사 스케줄 편성 알고리즘은 작업 스케줄을 입력값으로 하고, 입력값과 복수의 작업 영역(A 내지 D)의 배치 상황 및 모바일 로봇(110)의 이동 동선 중 적어도 하나를 더 고려하여 검사 스케줄을 출력값으로 하는 알고리즘일 수 있다.

[64] 도 4에 도시된 바와 같이, 검사 스케줄은 복수의 작업 영역(A 내지 D)의 배치 상황과 모바일 로봇(110)의 이동 동선을 고려하여 생성된 것으로, 작업 스케줄의 작업 순서와는 상관없이 생성된 것일 수 있다. 다만, 도 3 내지 4를 통해 상술한 작업 스케줄 및 검사 스케줄은 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되지 않음은 물론이다.

[65]

[66] 다시 도 1 내지 2로 돌아와서, 컨트롤러(120)는 검사 스케줄이 생성되면, 생성된 검사 스케줄을 기반으로 모바일 로봇(110)을 이용하여 작업물(10)에 대한 검사를 수행할 수 있다. 예를 들어, 작업 스케줄을 기반으로 생성된 검사 스케줄은 복수의 작업 영역(A 내지 D)에 대하여 A 작업 영역 -> B 작업 영역 -> C 작업 영역 -> D 작업 영역 순서로 생성된 것을 가정한다.

[67] 컨트롤러(120)는 생성된 검사 스케줄을 기반으로 복수의 작업 영역 중 우선적으로 검사가 수행되어야 할 제1 작업 영역(예컨대, A 작업 영역)으로 모바일 로봇(110)을 이동시켜 제1 작업 영역에 대한 검사를 수행할 수 있다. 이때, 컨트롤러(120)는 모바일 로봇(110)의 현재 위치와 제1 작업 영역의 위치를 판단할 수 있다. 그리고, 컨트롤러(120)는 모바일 로봇(110)의 현재 위치를 출발지로 하고, 제1 작업 영역의 위치를 도착지로 하여 출발지와 도착지를 연결하는 이동 경로를 설정할 수 있다. 컨트롤러(120)는 설정된 이동 경로를 모바일 로봇(110)에 전달함으로써 모바일 로봇(110)이 제1 작업 영역으로 이동하도록 제어할 수 있다.

[68] 모바일 로봇(110)이 제1 작업 영역에 도착하면, 모바일 로봇(110)은 제1 작업 영역에 마련된 위치 안내 설비를 인식하여 작업물(10)을 촬영할 수 있다. 구체적으로, 모바일 로봇(110)은 제1 작업 영역에 위치한 작업물(10)을 이미지로 촬영할 수 있다. 컨트롤러(120)는 모바일 로봇(110)에서 촬영된 이미지를 제공받아 이를

기반으로 작업 수행 결과에 대한 검사를 수행할 수 있다. 예컨대, 컨트롤러(120)에는 복수의 작업 영역에 해당하는 작업물(10)의 기준 이미지가 저장되어 있을 수 있으며, 컨트롤러(120)는 기 저장된 기준 이미지와 모바일 로봇(110)을 통해 촬영된 이미지를 이용하여 촬영된 이미지의 오차를 보정할 수 있다. 그리고, 컨트롤러(120)는 오차가 보정된 이미지로부터 검사 대상이 되는 부분의 이미지를 추출할 수 있으며, 추출된 이미지를 기반으로 딥러닝 검사를 수행하여 해당 부분의 작업 수행 결과에 대한 양불 판정을 수행할 수 있다. 다만, 상술한 컨트롤러(120)의 검사 과정은 예시적인 것으로, 반드시 이에 한정되지 않음은 물론이다.

[69]

[70] 그리고, 컨트롤러(120)는 모바일 로봇(110)이 검사 스케줄에 따른 제1 작업 영역의 다음 작업 영역에 해당하는 제2 작업 영역(예컨대, B 작업 영역)에 도달하기 전, 제2 작업 영역의 상태를 판단할 수 있다. 이때, 모바일 로봇(110)이 제2 작업 영역에 도달하기 전이라 함은 모바일 로봇(110)이 제1 작업 영역에서 작업물(10)을 촬영하고 있는 시점을 의미할 수도 있고, 제1 작업 영역에서의 촬영을 마치고 제2 작업 영역으로 이동하는 도중의 시점을 의미할 수 있다.

[71] 그리고, 컨트롤러(120)는 제2 작업 영역 내의 작업자의 존재 유무 및 제2 작업 영역에 대한 작업 수행 완료 여부 중 적어도 하나를 기반으로 제2 작업 영역의 상태를 판단할 수 있다. 예컨대, 작업자는 작업을 수행하면서 소지하고 있는 무선 통신 단말기를 이용하여 현재 작업 위치 또는 현재 작업의 완료 여부를 작업 관리 시스템(200)으로 전송할 수 있다. 작업 관리 시스템(200)은 작업자의 위치 트래킹 정보 또는 작업 완료 여부에 대한 정보를 컨트롤러(120)에 제공할 수 있으며, 컨트롤러(120)는 작업 관리 시스템(200)으로부터 제공받은 정보를 기반으로 제2 작업 영역 내의 작업자의 존재 유무 또는 제2 작업 영역에 대한 작업 수행 완료 여부를 판단할 수 있다. 다만, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되지 않음은 물론이다. 예컨대, 제2 작업 영역 내의 작업자의 존재 유무는 제2 작업 영역 인근에 설치되어 작업자를 감지하는 감지센서(미도시)로부터 정보를 제공받아 판단할 수도 있다.

[72] 다음으로, 컨트롤러(120)는 판단된 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하는지 여부를 판단할 수 있다. 예컨대, 컨트롤러(120)는 제2 작업 영역에 대하여 작업자가 존재하지 않거나 작업이 완료된 경우를 기 설정된 조건으로 할 수 있다. 이에, 컨트롤러(120)는 판단된 제2 작업 영역의 상태를 기반으로 제2 작업 영역 내에 작업자가 존재하거나 제2 작업 영역에 대한 작업 수행이 완료되지 않은 경우 기 설정된 조건을 만족하지 못하는 것으로 판단할 수 있다.

[73] 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못할 경우, 컨트롤러(120)는 검사 스케줄을 조정할 수 있다. 구체적으로, 컨트롤러(120)는 제1 작업 영역의 다음 작업 영역이 제2 작업 영역이 아닌 다른 작업 영역이 되도록 복수의 작업 영역(A 내지 D) 중 제1 작업 영역(A 작업 영역)을 제외한 나머지 작업 영역(B 내지 D)을 기반으로 검사 스케줄을 조정할 수 있다.

- [74] 예컨대, 도 2를 참조하면, 초기 생성된 검사 스케줄에 따르면 제1 작업 영역(예컨대, A 작업 영역)에 대한 검사가 완료되면 모바일 로봇(110)은 그 다음 작업 영역인 제2 작업 영역(예컨대, B 작업 영역)으로 이동하여 촬영을 수행할 수 있다. 다만, 제2 작업 영역에 작업자가 여전히 존재하거나 작업이 완료되지 않은 경우에도 기존의 검사 스케줄을 따라 제2 작업 영역으로 모바일 로봇(110)이 이동하게 되면, 모바일 로봇(110)으로 인해 작업자의 작업 환경의 안전을 확보하기 어려울 수 있고, 작업이 완료되지 않았는데도 검사를 수행함으로써 검사의 신뢰도를 저하시킬 우려가 있다. 이에, 컨트롤러(120)는 제2 작업 영역의 상태를 판단하고, 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못할 경우, 검사 스케줄을 조정할 수 있다.
- [75] 검사 스케줄의 조정은 컨트롤러(120)에 구비된 검사 스케줄 재편성 알고리즘을 통해 수행될 수 있으며, 이때 검사 스케줄 재편성 알고리즘은 상술한 검사 스케줄 편성 알고리즘과 상이한 알고리즘일 수 있다. 다만, 이는 예시적인 것으로, 반드시 이에 한정되지 않음은 물론이다. 예컨대, 검사 스케줄 재편성 알고리즘은 검사 스케줄 편성 알고리즘과 동일한 알고리즘일 수 있으며, 다만 출력값을 다르게 도출하기 위해 고려되는 요인을 변경할 수 있다.
- [76] 한편, 컨트롤러(120)에서 기존의 검사 스케줄을 조정함에 따라 제1 작업 영역(예컨대, A 작업 영역)의 다음 작업 영역은 C 작업 영역 또는 D 작업 영역이 될 수 있다. 즉, 컨트롤러(120)에서 나머지 작업 영역(B 내지 D)을 기반으로 기 설정된 조건을 만족하지 못하는 제2 작업 영역(예컨대, B 작업 영역)이 제1 작업 영역(예컨대, A 작업 영역)의 다음 작업 영역에 해당하지 않는 복수의 신규 검사 스케줄이 도출될 수 있다. 예컨대, 복수의 신규 검사 스케줄은 C 작업 영역 -> D 작업 영역 -> B 작업 영역 순서의 제1 신규 검사 스케줄, C 작업 영역 -> B 작업 영역 -> D 작업 영역 순서의 제2 신규 검사 스케줄, D 작업 영역 -> C 작업 영역 -> B 작업 영역 순서의 제3 신규 검사 스케줄 및 D 작업 영역 -> B 작업 영역 -> C 작업 영역 순서의 제4 신규 검사 스케줄과 같이 도출될 수 있다.
- [77] 복수의 신규 검사 스케줄이 도출된 경우, 컨트롤러(120)는 도출된 복수의 신규 검사 스케줄 각각에 대하여 모바일 로봇(110)이 이동할 이동거리를 판단할 수 있다. 본 발명은 모바일 로봇(110)을 효율적으로 이용하여 작업물(10)에 대한 검사를 수행하는 것을 목적으로 함에 따라 모바일 로봇(110)이 최적의 경로를 따라 이동하도록 하는 것을 필요로 할 수 있다. 이에, 컨트롤러(120)는 복수의 신규 검사 스케줄 각각에 대하여 모바일 로봇(110)이 이동할 이동거리를 판단하고, 판단된 이동거리 중 최단거리를 갖는 하나의 신규 검사 스케줄을 선정할 수 있다.
- [78] 그리고, 컨트롤러(120)는 선정된 해당 신규 검사 스케줄을 따라 기존의 검사 스케줄을 조정할 수 있으며, 조정된 검사 스케줄을 기반으로 모바일 로봇(110)의 이동 경로를 재설정할 수 있다. 기존의 검사 스케줄을 기반으로 검사를 수행할 때 컨트롤러(120)는 기존의 검사 스케줄에 따른 복수의 작업 영역에 대한 이동 경로를 설정할 수 있다. 그리고, 컨트롤러(120)는 설정된 이동 경로를 모바일 로봇

(110)에 전달하여 모바일 로봇(110)이 설정된 이동 경로를 따라 이동하도록 할 수 있다. 즉, 검사 스케줄이 변경되면 이동 경로도 변경되므로, 검사 스케줄의 변경에 따라 모바일 로봇(110)을 제어하기 위해 변경된 이동 경로가 모바일 로봇(110)에 전달되어야 한다.

[79] 따라서, 컨트롤러(120)는 재설정된 이동 경로를 모바일 로봇(110)에 다시 전달할 수 있으며, 이로 인해 모바일 로봇(110)이 재설정된 이동 경로를 따라 이동하면서 작업물(10)에 대한 촬영을 수행하도록 할 수 있다. 또한, 컨트롤러(120)에서는 상술한 모바일 로봇(110)의 이동 경로를 재설정하는 과정이 반복 수행될 수 있다.

[80]

[81] 반면, 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족할 경우, 컨트롤러(120)는 기존의 검사 스케줄을 따라 검사가 수행되도록 기존의 검사 스케줄에 따른 이동 경로로 모바일 로봇(110)이 제2 작업 영역으로 이동하도록 할 수 있다. 이때, 모바일 로봇(110)은 제1 작업 영역에서 제2 작업 영역으로 이동하는 동안 모바일 로봇(110)에 구비된 센서(미도시)를 통해 모바일 로봇(110)에 근접하는 장애물의 존재 여부를 판단할 수 있다. 특히, 모바일 로봇(110)은 센서를 이용하여 장애물이 센싱되는 지속 시간을 측정할 수 있으며, 해당 지속 시간이 기 설정된 기준시간 이상이 될 경우 장애물로 인한 제2 작업 영역으로의 이동이 불가능한 것으로 판단할 수 있다. 이때, 컨트롤러(120)는 모바일 로봇(110)을 다른 작업 영역으로 선회시키기 위해 기존의 검사 스케줄을 조정할 수 있다. 이 경우에는 상술한 바와 같이 검사 스케줄의 조정 및 이동 경로를 재설정하는 과정이 수행될 수 있다.

[82] 그러나, 모바일 로봇(110)의 센서를 통해 센싱되는 지속 시간이 기 설정된 기준시간 미만일 경우에는 일시적인 장애물로 판단하여 모바일 로봇(110)은 자체의 회피 기동을 수행하면서 기존의 검사 스케줄에 따른 제2 작업 영역으로 이동할 수 있다. 이 경우에는 제2 작업 영역에 도착하여 모바일 로봇(110)을 이용한 검사를 수행할 수 있다.

[83]

[84] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 컨트롤러(120)는 검사 스케줄 편성 알고리즘 또는 검사 스케줄 재편성 알고리즘을 구비하여 검사 스케줄을 생성하고, 검사 스케줄에 따라 모바일 로봇(110)을 이용하여 검사를 수행하는 서버일 수 있다. 다만, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되지 않음은 물론이다. 예컨대, 상술한 컨트롤러(120)의 기능은 하나의 서버에서 수행될 수도 있지만, 복수의 서버에서 그 기능이 분리된 형태로 수행될 수도 있다.

[85]

[86] 이하에서는 도 1 내지 2를 통해 상술한 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템을 바탕으로 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법에 대해 도 5를 참조하여 설명한다. 한편, 각 단계에 대한 구체적인 설명은 도 1 내지 4를 통해 상술하고 있으므로 이하에서는 생략하기로 한다.

- [87] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [88] 도 5를 참조하면, 컨트롤러(120)는 복수의 작업 영역에 대한 작업 스케줄을 기반으로 검사 스케줄을 생성할 수 있다(S510).
- [89] 그리고, 컨트롤러(120)는 생성된 검사 스케줄을 기반으로 모바일 로봇(110)이 복수의 작업 영역 중 제1 작업 영역으로 이동하도록 제어할 수 있다(S520). 모바일 로봇(110)이 제1 작업 영역으로 이동하면, 모바일 로봇(110)은 제1 작업 영역에 위치한 작업물(10)을 촬영할 수 있으며, 컨트롤러(120)는 모바일 로봇(110)에서 촬영된 이미지를 통해 검사를 수행할 수 있다(S530).
- [90] 제1 작업 영역에 위치한 작업물(10)에 대한 검사 수행 이후, 컨트롤러는 제1 작업 영역의 다음 작업 영역인 제2 작업 영역의 상태를 판단할 수 있다(S540). 이대, 제2 작업 영역의 상태를 판단하는 S540의 단계가 검사 수행 이후에 수행되는 것으로 설명되고 있으나, 이는 예시적인 것일 뿐, S530의 단계가 수행되고 있을 때 S540의 단계가 함께 수행될 수도 있음은 물론이다.
- [91] 컨트롤러(120)는 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하는지 여부를 판단할 수 있으며(S550), 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못할 경우(S550의 No) 기 생성된 검사 스케줄을 조정할 수 있다(S560). 그리고, 컨트롤러(120)는 조정된 검사 스케줄을 기반으로 모바일 로봇(110)의 이동 경로를 재설정할 수 있다(S570). 이동 경로가 재설정되면, S520 단계 이후의 과정이 반복하여 수행될 수 있다.
- [92] 만약, 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족할 경우(S550의 Yes), 컨트롤러(120)는 기 생성된 검사 스케줄에 따라 설정된 이동 경로를 따라 모바일 로봇(110)이 이동하도록 제어할 수 있다(S580). 모바일 로봇(110)이 기 생성된 검사 스케줄에 따라 이동하여 다음 작업 영역에 도착하면, S530 단계 이후의 과정이 반복하여 수행될 수 있다.
- [93]
- [94] 상술한 바에 따르면, 본 발명의 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템 및 방법은, 모바일 로봇을 이용하여 작업 공정이 수행된 물체를 실시간으로 검사할 수 있으며, 그에 따라 공간 확보에 대한 제한 없이 검사를 수행할 수 있다.
- [95] 또한, 모바일 로봇을 이용하여 실시간 검사를 수행하되, 모바일 로봇의 이동 전 검사 대상이 되는 작업 영역의 상태를 판단하여 이동함에 따라 작업자의 안전을 확보할 수 있다.
- [96]
- [97] 본 발명의 특정한 실시예에 관련하여 도시하고 설명하였지만, 이하의 청구범위에 의해 제공되는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 한도 내에서, 본 발명이 다양하게 개량 및 변화될 수 있다는 것은 당 업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

[98]      전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

[99]

[100]    [부호의 설명]

[101]    10 : 작업물

[102]    110 : 모바일 로봇

[103]    120 : 컨트롤러

[104]    200 : 작업 관리 시스템

## 청구범위

- [청구항 1] 복수의 작업 영역을 이동하는 모바일 로봇; 및  
상기 복수의 작업 영역에 대한 검사 스케줄을 기반으로 상기 복수의 작업 영역 중 제1 작업 영역으로 상기 모바일 로봇을 이동시켜 상기 제1 작업 영역에 대한 검사를 수행하고, 상기 모바일 로봇이 상기 검사 스케줄에 따른 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역에 해당하는 제2 작업 영역에 도달하기 전 상기 제2 작업 영역의 상태를 판단하며, 상기 판단된 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하면 상기 검사 스케줄을 조정하고, 상기 조정된 검사 스케줄을 기반으로 상기 모바일 로봇의 이동 경로를 재설정하는 컨트롤러;를 포함하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,  
상기 컨트롤러는  
상기 복수의 작업 영역에 대한 작업 스케줄을 기반으로 상기 검사 스케줄을 생성하고, 상기 생성된 검사 스케줄을 기반으로 상기 제1 작업 영역에 대한 검사를 수행하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서,  
상기 컨트롤러는  
상기 복수의 작업 영역의 배치 상황 및 상기 모바일 로봇의 이동 동선 중 적어도 하나를 더 고려하여 상기 검사 스케줄을 생성하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,  
상기 모바일 로봇은 상기 제1 작업 영역으로 이동하여 상기 제1 작업 영역에 위치한 작업물을 촬영하고,  
상기 컨트롤러는 상기 모바일 로봇에서 촬영된 상기 작업물에 대한 이미지를 기반으로 검사를 수행하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,  
상기 컨트롤러는  
상기 제2 작업 영역 내의 작업자의 존재 유무 및 상기 제2 작업 영역에 대한 작업 수행 완료 여부 중 적어도 하나를 기반으로 상기 제2 작업 영역의 상태를 판단하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템.
- [청구항 6] 청구항 5에 있어서,  
상기 컨트롤러는

상기 제2 작업 영역 내에 상기 작업자가 존재하거나 상기 제2 작업 영역에 대한 작업 수행이 완료되지 않은 경우 상기 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템.

[청구항 7]

청구항 1에 있어서,  
상기 컨트롤러는

상기 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하면, 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역이 상기 제2 작업 영역이 아닌 다른 작업 영역이 되도록 상기 복수의 작업 영역 중 상기 제1 작업 영역을 제외한 나머지 작업 영역을 기반으로 상기 검사 스케줄을 조정하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템.

[청구항 8]

청구항 7에 있어서,  
상기 컨트롤러는

상기 나머지 작업 영역을 기반으로 상기 제2 작업 영역이 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역에 해당하지 않는 복수의 신규 검사 스케줄을 도출하고, 상기 도출된 복수의 신규 검사 스케줄 각각에 대하여 상기 모바일 로봇이 이동할 이동거리를 판단하며, 상기 판단된 이동거리가 최단 거리를 갖는 하나의 신규 검사 스케줄로 상기 검사 스케줄을 조정하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 시스템.

[청구항 9]

복수의 작업 영역에 대한 검사 스케줄을 기반으로 상기 복수의 작업 영역 중 제1 작업 영역으로 모바일 로봇을 이동시켜 상기 제1 작업 영역에 대한 검사를 수행하는 단계;

상기 모바일 로봇이 상기 검사 스케줄에 따른 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역에 해당하는 제2 작업 영역에 도달하기 전 상기 제2 작업 영역의 상태를 판단하는 단계;

상기 판단된 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하면 상기 검사 스케줄을 조정하는 단계; 및

상기 조정된 검사 스케줄을 기반으로 상기 모바일 로봇의 이동 경로를 재설정하는 단계;를 포함하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법.

[청구항 10]

청구항 9에 있어서,

상기 검사를 수행하는 단계는

상기 복수의 작업 영역에 대한 작업 스케줄을 기반으로 상기 검사 스케줄을 생성하는 단계; 및

상기 생성된 검사 스케줄을 기반으로 상기 제1 작업 영역에 대한 검사를 수행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법.

[청구항 11]

청구항 10에 있어서,

상기 생성하는 단계는

상기 복수의 작업 영역의 배치 상황 및 상기 모바일 로봇의 이동 동선 중 적어도 하나를 더 고려하여 상기 검사 스케줄을 생성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법.

- [청구항 12] 청구항 9에 있어서,  
상기 수행하는 단계는  
상기 제1 작업 영역으로 이동한 상기 모바일 로봇을 통해 상기 제1 작업 영역에 위치한 작업물을 촬영하는 단계; 및  
상기 모바일 로봇에서 촬영된 상기 작업물에 대한 이미지를 기반으로 검사를 수행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법.
- [청구항 13] 청구항 9에 있어서,  
상기 판단하는 단계는  
상기 제2 작업 영역 내의 작업자의 존재 유무 및 상기 제2 작업 영역에 대한 작업 수행 완료 여부 중 적어도 하나를 기반으로 상기 제2 작업 영역의 상태를 판단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법.
- [청구항 14] 청구항 13에 있어서,  
상기 판단하는 단계는  
상기 제2 작업 영역 내에 상기 작업자가 존재하거나 상기 제2 작업 영역에 대한 작업 수행이 완료되지 않은 경우 상기 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하는 것으로 판단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법.
- [청구항 15] 청구항 9에 있어서,  
상기 조정하는 단계는  
상기 제2 작업 영역의 상태가 기 설정된 조건을 만족하지 못하면, 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역이 상기 제2 작업 영역이 아닌 다른 작업 영역이 되도록 상기 복수의 작업 영역 중 상기 제1 작업 영역을 제외한 나머지 작업 영역을 기반으로 상기 검사 스케줄을 조정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법.
- [청구항 16] 청구항 15에 있어서,  
상기 조정하는 단계는  
상기 나머지 작업 영역을 기반으로 상기 제2 작업 영역이 상기 제1 작업 영역의 다음 작업 영역에 해당하지 않는 복수의 신규 검사 스케줄을 도출하는 단계;  
상기 도출된 복수의 신규 검사 스케줄 각각에 대하여 상기 모바일 로봇이 이동할 이동거리를 판단하는 단계; 및

상기 판단된 이동거리가 최단 거리를 갖는 하나의 신규 검사 스케줄로 상기 검사 스케줄을 조정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 모바일 로봇을 이용한 물체 검사 방법.