

명세서

발명의 명칭: 스마트 물류 차량 제어 시스템 및 그 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 스마트 물류 차량의 군중 제어를 통해 데이터 트래픽을 최적화하기 위한 스마트 물류 차량 제어 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적인 물류 창고나 공장은 물론, 다양한 부품을 사용하여 서로 다른 사양의 물품을 제조하는 스마트 공장 등에서는 유연하고 효율적인 부품 등의 공급과 이송을 위해 스마트 물류 차량이 도입되고 있다.
- [3] 스마트 물류 차량은 자율 주행 모바일 로봇(AMR: Autonomous Mobile Robot), 무인 반송차(AGV: Automated Guided Vehicle) 및 무인 지게차 등을 통칭하는 개념이며, 이러한 스마트 물류 차량은 관제 시스템의 제어에 따라 이동 및 작업을 수행할 수 있다.
- [4] 종래, 모바일 로봇(AMR, AGV)은 각 제조 회사의 모바일 로봇 제어 시스템(ACS, AGV Control System)를 독립적으로 만들어 함께 제공하고 있다. 하지만 사용자의 경우 목적 따라 다양한 모바일 로봇을 취급할 수 있는데, ACS로 제어 가능한 모바일 로봇의 대수가 초과되거나 모바일 로봇이 서로 다른 기종일 경우 개별 ACS를 별도 구매하여 제어를 해야하는 문제점이 발생한다.
- [5] 또한, 자율주행을 위한 SLAM(Simultaneous Localization And Mapping) 알고리즘의 경우 ACS 별로 만들어지며, 이로 인해 모바일 로봇이 서로의 위치를 파악하지 못함에 따라 교통 혼잡이 유발되어 설비 효율성이 저하되는 문제점이 발생할 수 있다.
- [6] 따라서, 전술한 문제점을 해결하기 위해 ACS를 관제하는 통합 관제 시스템을 구비하여 각 ACS들을 제어할 수 있다. 이러한 경우, 통합 관제 시스템이 각각의 ACS가 제어하는 모든 모바일 로봇의 데이터를 처리함에 따라 오히려 방대한 데이터 처리로 인한 서버 과부하 문제점이 발생할 수 있다. 이에 따라, 데이터의 실시간 처리를 위하여 많은 서버 비용을 지출하게 되는 비효율성 또한 증대될 수 있다.
- [7] 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.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 스마트 물류 차량의 군중 제어를 통해 데이터 트래픽을 최적화함으로써 상위 시스템이 받는 서버의 부하를 경감시키고, 트래픽 최적화에 따라 데이터 지연이 감소되고 관련 시스템들의 통신 하드웨어 비용을

절감할 수 있는 스마트 물류 차량 제어 시스템 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

- [9] 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.

과제 해결 수단

- [10] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로서 본 발명은, 복수의 스마트 물류 차량 중 통신 구획별 통신망의 중심을 담당하는 마스터 로봇 및 마스터 로봇이 담당하는 통신 구획 내에 위치하며 마스터 로봇에 의해 제어되어 위치데이터를 송신하는 복수의 슬레이브 로봇을 선정하는 로봇선정부; 및 마스터 로봇과 통신하며, 로봇선정부에서 마스터 로봇 및 슬레이브 로봇이 선정되면 마스터 로봇이 수합한 마스터 로봇 및 슬레이브 로봇의 위치데이터를 마스터 로봇으로부터 수신하고, 수신된 위치데이터를 서버에 송신하도록 제어하는 로봇제어부;를 포함하는 스마트 물류 차량 제어 시스템을 포함한다.
- [11] 예를 들어, 로봇선정부는 마스터 로봇에 의해 제어되는 슬레이브 로봇이 마스터 로봇이 담당하는 통신 구획을 벗어난 경우, 복수의 슬레이브 로봇 중 하나를 서브 로봇으로 선정할 수 있다.
- [12] 예를 들어, 로봇선정부는 마스터 로봇의 기능, 서브 로봇의 기능을 각각 온오프함으로써 마스터 로봇, 서브 로봇을 각각 선정할 수 있다.
- [13] 예를 들어, 로봇선정부는 통신 구획을 벗어난 슬레이브 로봇과 가장 가까운 슬레이브 로봇을 서브 로봇으로 선정하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량 제어 시스템.
- [14] 예를 들어, 서브 로봇은 서브 로봇 자신의 위치데이터와 서브로봇 자신에게 할당된 슬레이브 로봇의 위치데이터를 수합하여 마스터 로봇에 송신할 수 있다.
- [15] 예를 들어, 로봇선정부는 복수의 스마트 물류 차량 중 데이터 송수신 레이턴시를 최소화시키는 로봇을 마스터 로봇으로 선정할 수 있다.
- [16] 예를 들어, 마스터 로봇은 수합된 마스터 로봇 및 슬레이브 로봇의 위치데이터 중 중복된 위치데이터를 제거하여 로봇제어부에 송신할 수 있다.
- [17] 예를 들어, 로봇제어부는 마스터 로봇과 Wifi Direct를 통하여 통신할 수 있다.
- [18] 예를 들어, 로봇제어부가 마스터 로봇과 Wifi Direct를 통하여 통신할 수 없는 경우, 블루투스 통신을 통하여 통신할 수 있다.
- [19] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 방법으로서 본 발명은, 로봇선정부가 복수의 스마트 물류 차량 중 통신 구획별 통신망의 중심을 담당하는 마스터 로봇 및 마스터 로봇이 담당하는 통신 구획 내에 위치하며 마스터 로봇에 의해 제어되어 위치데이터를 송신하는 슬레이브 로봇을 선정하는 단계; 로봇제어부가 마스터 로봇 및 슬레이브 로봇이 선정되면 마스터 로봇이 수합한

마스터 로봇 및 슬레이브 로봇의 위치데이터를 마스터 로봇으로부터 수신하는 단계; 및 로봇제어부가 수신된 위치데이터를 서버에 송신하는 단계;를 포함할 수 있다.

- [20] 예를 들어, 로봇을 선정하는 단계는, 마스터 로봇에 의해 제어되는 슬레이브 로봇이 마스터 로봇이 담당하는 통신 구획을 벗어난 경우, 복수의 슬레이브 로봇 중 하나를 서브 로봇으로 선정할 수 있다.
- [21] 예를 들어, 로봇을 선정하는 단계는, 통신 구획을 벗어난 슬레이브 로봇과 가장 가까운 슬레이브 로봇을 서브 로봇으로 선정할 수 있다.
- [22] 예를 들어, 로봇을 선정하는 단계는, 복수의 스마트 물류 차량 중 데이터 송수신 레이턴시를 최소화시키는 로봇을 마스터 로봇으로 선정할 수 있다.
- [23] 예를 들어, 위치데이터를 마스터 로봇으로부터 수신하는 단계는, 로봇제어부가 마스터 로봇과 Wifi Direct를 통하여 통신하여 위치데이터를 마스터 로봇으로부터 수신할 수 있다.
- [24] 예를 들어, 위치데이터를 마스터 로봇으로부터 수신하는 단계는, 로봇제어부가 마스터 로봇과 Wifi Direct를 통하여 통신할 수 없는 경우, 블루투스 통신을 통하여 통신할 수 있다.

발명의 효과

- [25] 상술한 바와 같은 본 발명의 다양한 실시 예에 의해, 스마트 물류 차량의 군중 제어를 통해 데이터 트래픽을 최적화함으로써 상위 시스템이 받는 서버의 부하를 경감시키고, 트래픽 최적화에 따라 데이터 지연이 감소되고 관련 시스템들의 통신 하드웨어 비용을 절감할 수 있게 된다.
- [26] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 스마트 팩토리 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.
- [28] 도 2는 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 관제 장치 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.
- [29] 도 3은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 스마트 물류 차량 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.
- [30] 도 4은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 스마트 물류 차량 외관의 일례를 나타내는 사시도이다.
- [31] 도 5는 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 스마트 물류 차량의 주행 과정의 일례를 나타내는 순서도이다.
- [32] 도 6은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 스마트 물류 차량 제어 시스템의 구성을 나타내는 블록도이다.

- [33] 도 7은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 로봇제어부와 마스터 로봇의 통신을 나타내는 모식도이다.
- [34] 도 8은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 로봇선정부의 서브 로봇 선정 과정의 일례를 나타내는 순서도이다.
- [35] 도 9는 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 통신 이상상황 발생시 대응 과정의 일례를 나타내는 순서도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [36] 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. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 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.
- [37] 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.
- [38] 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.
- [39] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [40] 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.
- [41] 또한, 스마트 물류 차량이나 관제 장치의 내부 구성 명칭에 포함된 유닛(Unit)

또는 제어 유닛(Control Unit)은 특정 기능을 제어하는 제어 장치(Controller)의 명명에 널리 사용되는 용어일 뿐, 보편적 기능 유닛(Generic function unit)을 의미하는 것은 아니다. 예컨대, 각 제어 장치는 담당하는 기능의 제어를 위해 다른 제어 장치나 센서와 통신하는 모뎀/트랜시버, 운영체제나 로직 명령어와 입출력 정보 등을 저장하는 메모리 및 담당 기능 제어에 필요한 판단, 연산, 결정 등을 수행하는 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있다. 구현에 따라, 하나의 프로세서가 복수의 제어 장치에 대한 연산을 담당할 수도 있다.

- [42] 먼저, 실시예에 따른 스마트 물류 차량이 배치 및 운용되는 스마트 팩토리의 구성을 도 1을 참조하여 설명한다.
- [43] 도 1은 실시예들에 적용될 수 있는 스마트 팩토리 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.
- [44] 도 1을 참조하면, 스마트 팩토리(100)는 스마트 물류 차량(110), 생산 장치(120), 감지 장치(130) 및 관제 장치(140)를 포함할 수 있다.
- [45] 스마트 팩토리(100)는 생산물의 생산 공정과 목표 생산 속도에 따라 복수의 스마트 물류 차량(110), 복수의 생산 장치(120) 및 복수의 감지 장치(130)가 구비될 수 있다. 이하, 각 구성 요소를 설명한다.
- [46] 먼저, 스마트 물류 차량(110)은 자율 주행 모바일 로봇(Autonomous Mobile Robot, 이하, 편의상 'AMR'이라 칭함), 무인 반송차(Automated Guided Vehicle, 이하, 편의상 'AGV'라 칭함) 및 무인 지게차를 포함할 수 있다. 스마트 팩토리(100)에서 스마트 물류 차량(110)의 운용 방침에 따라 AGV나 AMR 중 한 종류만 운용할 수도 있고, 단일 스마트 팩토리(100) 내에서 AGV와 AMR이 함께 운용될 수도 있다.
- [47] AGV는 일반적으로 AGV의 안내(guide)를 위해 바닥에 배치된 안내 설비를 인식 및 추종함으로써 스마트 팩토리(100) 내에서 요구되는 동작(이동, 방향 전환, 정지 등)을 수행하게 된다. 여기서 안내 설비란 광학적으로 인식 가능한 마커(스폿, 2D 코드 등), 근거리에서 비접촉식으로 인식 가능한 태그(예컨대, NFC 태그, RFID 태그 등), 마그네틱 스트립, 와이어 등을 의미할 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 안내 설비는 바닥에 연속적으로 배치될 수도 있고, 불연속적으로 상호 이격되어 배치될 수도 있다. AGV는 기본적으로 안내 설비의 인식과 추종을 통해 동작을 수행하기 때문에 운용 전에 안내 설비가 미리 설치되어 있을 것을 요구하여, 새로운 경로로 AGV를 이동시키거나 종래 경로를 수정해야 할 경우, 안내 설비의 신설이나 수정이 물리적으로 이루어질 필요가 있다. 또한, AGV는 안내 설비를 통해 설정된 경로를 벗어나지 않으므로 경로 상 또는 주변에 장애물이 감지된 경우 감지된 장애물이 사라지거나 별도의 제어를 받을 때까지 정지하는 것이 일반적이다. AGV의 운용에 있어서 관제 장치(140)는 안내 설비를 기준으로 AGV를 제어해야 하므로, 현재 위치에서 '3번째 마커가 인식될 때까지 주행', '3번째 마커가 인식되면 heading 방향을 90도 전환' 등과 같은 의미의 명령을 개별

명령 단위 또는 복수의 명령을 포함하는 미션(예컨대, 회수, 공급, 충전, 패트를 등) 단위로 AGV에 전달할 수 있다.

- [48] AMR은 주변 감지를 통해 현재 위치를 판단(즉, 측위)할 수 있으며, 측위와 맵을 이용하여 자체 경로 설정(path planning)이 가능한 점이 AGV와 가장 구분되는 점이라 할 수 있다. 따라서, AMR과 관제 장치(140)에 좌표가 호환되는 맵이 공유된 경우 관제 장치(140)가 AMR에 좌표 기반으로 경로를 지시하는 방식으로 AMR을 제어할 수 있게 된다. 또한, 주행 중 장애물이 감지된 경우 AMR은 자체적으로 회피 경로를 설정하여 장애물을 회피한 후 종래 경로로 복귀할 수 있다. 관제 장치(140)가 AMR의 경로를 하나 이상의 경유 좌표로 설정하는 기능을 글로벌 패스 플래닝(global path planning)이라 칭할 수 있으며, 글로벌 패스 플래닝에 따른 경유 좌표 사이에서 AMR이 이동 경로를 설정하거나 회피 경로를 설정하는 기능을 로컬 패스 플래닝(local path planning)이라 칭할 수 있다.
- [49] 보다 상세한 스마트 물류 차량(110)의 구성은 도 3 및 도 4를 참조하여, AMR의 주행 제어 과정은 도 5를 참조하여 각각 후술하기로 한다.
- [50] 다음으로, 생산 장치(120)는 스마트 팩토리(100)에서 생산물의 생산 공정을 수행하는 장치(예컨대, 로봇암, 컨베이어 벨트 등)를 의미할 수 있으며, 보다 넓은 의미에서 생산 공정이 사람에 의해 수행될 경우 스마트 물류 차량(110)의 출입 등의 미션 수행을 보조하기 위해 배치된 장치를 의미할 수도 있다. 미션 수행을 보조하기 위해 배치된 장치라 함은, 특정 생산 공정이 수행되는 영역 내에서 스마트 물류 차량(110)이 운반하는 팔레트를 내려놓거나 수거할 수 있는 지정 위치의 상태를 감지하는 장치, 공정 진행도를 판단하는 장치, 영역 내 출입 차단 수단 등이 될 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [51] 예를 들어, 생산 장치(120)는 PLC(Programmable Logic Controller)를 통해 제어되며, 공정 진행과 관련하여 관제 장치(140)와 통신을 수행할 수 있다.
- [52] 감시 장치(130)는 스마트 팩토리(100) 내의 상황을 판단하기 위한 정보를 획득하여 관제 장치(140)로 전달하는 기능을 수행할 수 있다. 예컨대, 감시 장치(130)는 카메라, 근접 센서 등을 포함할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [53] 관제 장치(140)는 전술한 구성 요소(110, 120, 130)와 통신을 수행하여 스마트 팩토리(100)의 운용에 필요한 정보를 획득하거나 각 구성 요소를 제어할 수 있다. 예컨대, 관제 장치(140)는 스마트 물류 차량(110)의 배차, 경로 설정, 미션 할당, 생산물별 공정 관리, 자재 관리 등을 수행할 수 있다.
- [54] 구현에 있어서, 관제 장치(140)는 AGV/AMR의 위치를 기반으로 주변 공정 설비를 제어하고, AGV/AMR의 미션 기반 제어를 수행하는 로컬 관제 장치(ACS: AMR/AGV Control System)와, 둘 이상의 로컬 관제 장치를 통합하여 관제하는 통합 관제 장치(MoRIMS: Mobile Robot Integrated Monitoring System)를 포함할 수 있다. 통합 관제 장치는 복수의 로컬 관제 장치 각각으로부터 스마트 팩토리(100) 내의 전 스마트 물류 로봇(110)의 상태와 경로, 물류 흐름설정 및 트래픽 제어를

수행할 수 있다. 예컨대, 로컬 관제 장치(ACS)가 동일 제조사나 동일 기종의 스마트 물류 로봇 단위로 구비될 경우, 통합 관제 장치는 복수의 로컬 관제 장치(ACS)를 통해 획득되는 정보를 기반으로 이기종간 트래픽 분산 제어를 통해 교차/중첩 구역의 병목 수준 분석, 주행 가/감속 제어, 회피 경로 재생성 등 충돌 방지를 위한 통합 제어를 수행할 수 있다.

- [55] 아울러, 통합 관제 장치도 그 상위 제어 주체로 제조 실행 시스템(MES: Manufacturing Execution System)을 가질 수 있으며, 제조 실행 시스템(MES)은 다시 자동화 스케줄러(APS: Advanced Planning & Scheduling)와 연동될 수 있다.
- [56] 전술한 스마트 팩토리(100)의 구성(110, 120, 130, 140) 외에, 비컨, 중계기, AP(Access Point) 등과 같은 각 구성요소간의 상호 통신을 위한 장치, 스마트 물류 차량(110)의 충전을 위한 충전기, 부품 저장이나 적재를 위한 적재 공간, 완제품이나 중간 생산물이 보관되는 공간, 신호등, 차단기, 유희 스마트 물류 차량(110)의 대기 공간 등이 스마트 팩토리(100) 내에 적절히 배치될 수 있음은 물론이다.
- [57] 이하에서는 도 2를 참조하여 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 관제 장치(140)의 구성을 설명한다.
- [58] 도 2는 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 관제 장치 구성의 일례를 나타내는 블록도이다. 도 2에 도시된 각 구성 요소는 본 발명의 실시예들과 관련된 구성 요소를 위주로 나타낸 것으로, 실제 관제 장치(140)의 구현에 있어서는 이보다 많거나 적은 구성 요소가 포함될 수도 있다.
- [59] 도 2를 참조하면, 관제 장치(140)는 펌웨어 관리부(141), 트래픽 제어부(142), 공정 관리부(143), 생산/물류 관리부(144), 재고 관리부(145), 통신부(146), 차량 모니터링부(147), 맵 관리부(148)를 포함할 수 있다.
- [60] 펌웨어 관리부(141)는 통신부(146)를 통해 스마트 물류 차량(110)의 최신 펌웨어를 획득하고, 스마트 물류 차량(110)에 전송하여 펌웨어 업데이트가 수행되도록 하여 스마트 물류 차량(110)의 펌웨어를 최신 상태로 유지할 수 있다.
- [61] 트래픽 제어부(142)는 스마트 물류 차량(110)의 경로를 기반으로 신호등과 차단기를 제어하며, 트래픽에 따라 스마트 물류 차량(110)의 경로를 재산정할 수도 있다.
- [62] 공정 관리부(143)는 생산물별 공정을 정의하고, 공정 진척도, 진행 위치 등의 미션을 관리할 수 있다.
- [63] 생산/물류 관리부(144)는 미션 기반으로 스마트 물류 차량(110)을 배차할 수 있다.
- [64] 재고 관리부(145)는 자재별 위치와 수량을 관리하며, 이러한 정보는 스마트 물류 차량(110)을 팔레트 픽업이나 회수를 위해 실제 자재의 조립/소모가 감지되는 시점보다 미리 목적지로 출발시키는 등 보다 효율적인 공정 운용을 위해 유용할 수 있다.
- [65] 통신부(146)는 스마트 물류 차량(110), 생산 장치(120) 및 감시 장치(130)와 같은

스마트 팩토리(100)의 내부 구성 요소는 물론, 펌웨어 업데이트 서버 등과 같은 외부 개체와의 통신도 수행할 수 있다.

- [66] 차량 모니터링부(147)는 개별 스마트 물류 차량(110)의 위치, 경로, 배터리 상태, 통신 상태, 파워 트레인 상태 등을 모니터링할 수 있다. 여기서, 경로는 웨이포인트 기반의 글로벌 경로와 실시간 로컬 경로를 포함하는 개념이다. 또한, 배터리 상태는 전압, 전류, 온도, 전압과 전류의 피크치, 충전 상태(SOC: State Of Charge), 내구 상태(SOH: State Of Health) 등을 포함할 수 있다. 통신 상태는 현재 활성화된 통신 프로토콜(Wi-Fi 등), 연결된 AP, AP와의 거리, 사용 중인 채널 등에 대한 정보를 포함할 수 있다. 아울러, 파워 트레인 상태는 구동계의 부하, 온도, RPM 등을 포함할 수 있다.
- [67] 그 외에도 차량 모니터링부(147)는 개별 스마트 물류 차량(110)에 현재 할당된 미션, 동작 모드, 펌웨어 버전 등을 확인할 수도 있다.
- [68] 맵 관리부(148)는 스마트 물류 차량(110) 중 AMR이 스마트 팩토리(100) 내부를 주행하면서 획득한 그리드 맵 형태의 맵 데이터를 획득하며, 획득된 맵 데이터를 팩토리 관리자가 편집할 수 있는 툴을 제공할 수 있다. 맵 데이터의 편집을 통해, 스마트 물류 차량(110)이 진입시 미리 설정된 하나 이상의 동작을 수행하는 영역(zone), 가상 차선(lane), 교차로, 진입 금지 영역 등이 설정될 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 맵 관리부(148)는 최초 그리드 맵을 실제 주행을 통해 획득한 스마트 물류 차량(110) 이외의 나머지 스마트 물류 차량(110)에 해당 맵을 통신부(146)를 통해 배포할 수도 있다.
- [69] 다음으로, 도 3 및 도 4를 참조하여 스마트 물류 차량을 설명한다.
- [70] 도 3은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 스마트 물류 차량 구성의 일례를 나타내는 블록도이다.
- [71] 도 3을 참조하면, 스마트 물류 차량(110)은 주행부(111), 센싱부(112), 적재부(113), 통신부(114) 및 제어부(115)를 포함할 수 있다. 이하, 각 구성 요소를 설명한다.
- [72] 주행부(111)는 스마트 물류 차량(110)의 이동, 조향 및 정지에 관여하는 구동원, 휠 및 서스펜션 등을 포함할 수 있다. 구동원은 내장된 배터리(미도시)로부터 전력을 공급받는 전기 모터가 이용될 수 있다. 휠은 구동원으로부터 구동력을 공급받는 하나 이상의 구동륜과, 구동력을 공급받지 않고 차체의 이동에 의해 회전하는 비구동륜을 포함할 수 있다. 구현에 따라, 복수의 구동륜이 구비된 경우 구동륜별로 구동원이 매칭되어 각 구동륜의 회전이 독립적으로 제어될 수 있다. 이러한 경우, 서로 다른 구동륜의 회전 방향을 상이하게 함으로써 별도의 조향 수단 없이도 차체를 회전시켜 조향이 이루어지도록 할 수 있다. 적어도 일부의 비구동륜은 캐스터 타입 휠로 구성될 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [73] 센싱부(112)는 스마트 물류 차량(100) 주변 환경이나 자체 동작 상태 등을 감지하기 위한 것으로, 2D 레이저 스캐너(예컨대, LiDAR), 3D 비전(스테레오)

카메라, 다축 자이로 센서, 가속도 센서, 휠 인코더, 근접 센서 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

- [74] 인코더는 발광소자(예컨대, 광 다이오드)에서 출사되는 광을 이용하여 휠이 얼마나 회전했는지 판단할 수 있는 정보를 출력할 수 있다. 예컨대, 인코더는 단위 시간동안 휠 또는 휠과 함께 회전하는 디스크에 원주 방향을 따라 배치된 슬롯의 수를 카운팅할 수 있다. 제어부(115)는 인코더와 자이로 센서를 통해 획득된 데이터로 시간 대비 위치 변화량을 분석하여 변위를 추정하는 오도메트리(odometry) 수행이 가능하다. 다만, 휠의 슬립이나 마모(휠 동반경 변화)로 인해 인코더 데이터를 기반으로 추정된 변위가 실제 변위와 오차가 있을 수 있다. 따라서, 오도메트리 수행시 제어부(115)는 휠과 자이로 센서로부터 수집된 정보를 소정 알고리즘(예컨대, EKF: Extended Kalman Filter)으로 노이즈 및 오차에 대한 보정을 수행하여 실제 값에 가까운 경향성이 있는 결과를 출력할 수 있다. 이러한 오도메트리는 후술할 2D 레이저 스캐너를 이용한 현재 위치 판단(Localization)이 불가할 경우 특히 유용할 수 있다.
- [75] 2D 레이저 스캐너는 회전하는 반사경을 통해 주변에 레이저를 조사하고, 반사되어 돌아오는 신호를 감지함으로써 주변 환경을 스캔할 수 있다. 이때, 반사된 신호의 강도와 조사/수신 간의 시간 차이를 분석하여 포인트 클라우드 형상의 감지 결과를 출력할 수 있다.
- [76] 3D 비전 카메라는 일정 거리만큼 이격된 두 개의 카메라 간의 시차, 즉, 각 카메라를 통해 촬영된 이미지 사이의 픽셀 거리를 기반으로 물체까지의 거리를 계산할 수 있다. 이때, 동일 색상의 평면체(예컨대, 흰 벽) 등에 대해서도 감지가 가능하도록 소정 패턴의 적외선 광을 투사하는 텍스처 프로젝터(texture projector)가 구비될 수도 있다.
- [77] 일반적으로 2D 레이저 스캐너는 맵핑, 네비게이션, 사물 인식 등에 사용되고, 3D 카메라는 네비게이션 중 특히 장애물 회피를 위해 활용될 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [78] 적재부(113)는 이송 대상 물품을 적재하기 위한 수단으로, 차체 상부의 상판 자체 또는 상판에 배치된 테이블, 리프트, 수직 축을 따라 회전하는 턴테이블, 포크 리프트, 컨베이어 또는 이들을 조합한 형태가 될 수 있다. 포크 리프트의 경우 지게차와 유사하게, 텔레스코픽 및 틸팅 기능을 지원할 수도 있다.
- [79] 통신부(114)는 생산 장치(120), 관제 장치(140) 등 스마트 팩토리(100) 내의 타 구성 요소와 통신을 수행할 수 있으며, 스마트 물류 차량(110)간의 통신도 지원할 수 있으며, 충전 미션 수행시 충전기와 통신도 가능하다.
- [80] 제어부(115)는 전술한 각 구성 요소(111, 112, 113, 114)의 전반적인 제어를 수행하는 주체로서, 통신부(114)를 통해 관제 장치(140)로부터 획득된 정보를 기반으로 현재 미션, 현재 위치, 목적지 판단, 경로 플래닝, 적재부 제어 등을 수행할 수 있다.
- [81] 도 4은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 스마트 물류 차량 외관의 일례를

나타내는 사시도이다.

- [82] 도 4를 참조하면, 스마트 물류 차량(110)으로 AMR의 일례가 도시된다. 차체는 전체적으로 1축 방향을 따라 연장되는 장축을 갖는 트랙형 평면 형상을 가질 수 있다. 하나의 구동륜(111-1)은 1축 방향으로 차체의 중앙부에 배치되며, 2축 방향으로 일측에 배치될 수 있으며, 다른 구동륜(미도시)은 2축 방향으로 하나의 구동륜(111-1)과 대향하도록 타측에 배치될 수 있다. 이러한 구동륜 배치를 '차동형 드라이브(DD)'라 칭할 수 있다. 도 4에 도시되지는 않았으나, 차체 하부에 둘 이상의 비구동륜이 배치될 수 있다. 이러한 경우, 두 개의 구동륜이 동일 방향으로 동일 속도로 회전하면 1축 방향을 따라 전진 또는 후진이 가능하며, 서로 반대 방향으로 동일 속도로 회전할 경우 3축 방향을 따라 연장되며 차체의 평면 중심(C)을 지나는 회전축을 기준으로 회전할 수 있다. 또한, 차체 전면부에는 센서부(112)가 배치될 수 있으며, 상면부에는 적재부(113)가 배치될 수 있다. 적재부(113)는 3축 방향을 따라 승강이 가능하도록 구성될 수 있으며, 상부면에 가이드(113-1)를 통해 랙(rack)이나 트레이(tray) 등이 고정될 수 있다.
- [83] 다만, 상술한 도 4의 AMR 형태는 예시적인 것으로, AGV가 이와 유사한 형태를 갖거나, AMR이 이와 상이한 형태를 가질 수도 있음은 물론이다.
- [84] 다음으로, 도 5를 참조하여 스마트 물류 차량(110)의 주행 과정을 설명한다.
- [85] 도 5는 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 스마트 물류 차량(110)의 주행 과정의 일례를 나타내는 순서도이다. 도 5에서는 편의상 스마트 물류 차량(110)이 측위 및 로컬 경로 설정이 가능한 AMR인 것으로 가정한다.
- [86] 도 5를 참조하면, 먼저 AMR이 스마트 팩토리(100) 내부를 주행하면서 라이다 등을 통해 실측 그리드 맵을 획득할 수 있다(S501).
- [87] AMR은 획득한 그리드 맵을 관제 장치(140)로 전송하면, 관제 장치(140)의 맵 관리부(148)에서 그리드 맵 에디팅 및 매칭 과정이 수행될 수 있다(S502). 여기서 에디팅 과정은 전술한 그리드 맵에 전술한 각종 영역(zone)을 설정하는 과정, 그리드별로 코스트를 부여하는 과정 등을 포함할 수 있다. 여기서 코스트의 부여는 AMR이 장애물 주변이나 진입해서는 안되는 영역으로 이동하지 않도록 장애물이나 진입 금지 영역에 가까울수록 높게 코스트가 부여되는 방향으로 수행될 수 있다. 이는 AMR이 로컬 경로를 설정함에 있어서 웨이 포인트 사이에서 가장 코스트가 낮은 셀의 집합을 경로로 선택하기 때문이다.
- [88] 또한, 맵 매칭 과정은 스마트 팩토리(100)의 설계에 사용된 CAD 맵, 실측 그리드 맵(라이다 맵)과 에디팅 과정을 거친 토폴로지(topology)맵 간의 좌표를 일치시키는 과정을 의미할 수 있다.
- [89] 이후 관제 장치(140)는 통신부(146)를 통해 토폴로지맵을 팩토리 내의 모든 AMR에 공유할 수 있다(S503).
- [90] 이후의 단계는 개별 AMR에 적용되는 과정일 수 있다.
- [91] AMR은 센싱부(112)의 센서 데이터와 획득한 맵을 통해 맵 상에서 현재 위치를

- 판단(localization)할 수 있다(S504). 예컨대, AMR은 라이다를 통해 획득된 주변 지형과 맵을 특징점 기반으로 비교하여 현재 위치를 판단할 수 있다.
- [92] 관제 장치(140)는 특정 AMR을 선택하여 미션을 부여할 수 있으며, 미션에는 일반적으로 글로벌 경로 설정(global path planning)을 통해 결정된 하나 이상의 웨이 포인트가 부여될 수 있다. 웨이 포인트는 맵 상의 좌표로 정의될 수 있으며, 해당 좌표에서 AMR이 향해야 할 방향(즉, heading)에 대한 정보가 수반될 수 있다. 이러한 미션 부여에 따라, AMR에 목적지가 설정될 수 있으며(S505의 Yes), AMR은 토폴로지 맵의 코스트를 기반으로 웨이 포인트 사이에서 로컬 경로 설정(local path planning)을 수행할 수 있다(S506).
- [93] 경로가 판단되면 AMR은 주행을 개시하며(S507), 주행 중 센싱부(112)를 통해 장애물이 감지된 경우(S508의 Yes), 감지된 장애물을 우회하기 위한 로컬 경로 탐색을 수행하여 회피 기동을 수행할 수 있다(S509). 경우에 따라, 회피 기동에 따라, 또는 회피 기동의 실패에 따라 관제 장치(140)는 해당 AMR의 미션을 갱신할 수도 있다.
- [94] 또한, AMR은 목적지에 도달할 때까지 주행 중 전술한 오도메트리 기법을 통해 이동 중 위치 오차를 보정할 수도 있다(S510).
- [95] 이후 목적지에 도달한 경우(S511), AMR은 미션 기반 기동을 수행할 수 있다(S512). 예컨대, AMR은 특정 공정 구역에 진입하기 위한 조건의 클리어 여부를 판단하거나, 목적지에서 비어 있는 팔레트를 회수하거나, 적재부(113)에 적재된 적재물을 드랍할 수 있다.
- [96] 본 발명의 일 실시예에서는, 스마트 물류 차량의 군중 제어를 통해 데이터 트래픽을 최적화할 수 있는 스마트 물류 차량 제어 시스템을 제안한다.
- [97] 이하, 도 6을 참조하여 실시예에 따른 스마트 물류 차량 제어 시스템을 설명한다.
- [98] 도 6은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 스마트 물류 차량 제어 시스템의 구성을 나타내는 블록도이다. 도 6은 본 실시예와 관련된 구성 요소를 위주로 나타낸 것으로, 실제 스마트 물류 차량 제어 시스템의 구현에 있어서는 이보다 더 적거나 많은 구성 요소를 포함할 수 있음은 물론이다.
- [99] 일 실시예에 따른 스마트 물류 차량 제어 시스템은 로봇선정부(310), 로봇제어부(320)를 포함할 수 있다. ACS(200) 또는 통합 관제 시스템(300)은 로봇선정부(310), 로봇제어부(320)를 포함할 수 있다. 도 6을 참조하면, 모바일 로봇(110)은 마스터 로봇(101), 후술할 서브 로봇(103) 및 슬레이브 로봇(102)을 포함할 수 있다. 마스터 로봇(101), 후술할 서브 로봇(103) 및 슬레이브 로봇(102)은 모두 동일한 하드웨어를 가지며 인식부(112), 주행부(111) 및 구동부(116)를 포함할 수 있다. 또한, ACS(200)로부터 모바일 로봇(110)의 이동 및 정지 정보(210), 위치 정보(220), 충전 상태 정보(240) 등에 대한 제어 메시지를 수신할 수 있다. 모바일 로봇(110)의 위치데이터 송수신 관계는 후술하기로 한다. 이어서, 통합 관제 시스템(300)은 ACS(200)로부터 위치데이터를 수신하며 물류

작업 스케줄 정보(310)에 따라 ACS(200)에 제어 명령을 송신할 수 있다. ACS(200)는 담당 모바일 로봇(110)의 직접 제어가 필수로서, 각 로봇으로부터 제어 정보 및 마스터 로봇(101)로부터 위치데이터를 실시간 수집할 수 있다. 예컨대, ACS(200)는 이동 및 정지 정보(210), 위치 정보(220), 리프트 정보(230), 충전 상태 정보(240), 제어 운전 정보(PLC R/W, 250), 주행 정보(260), 물류 정보(270) 및 제어 명령 정보(280)를 수신받아 제어할 수 있다. 모바일 로봇(110) 서로간의 통신 방식은, 제어 용 개별 로봇은 MQTT 기반 WiFi6 통신을 기반으로 통신할 수 있고, 마스터 로봇(101)의 위치데이터 전송은 후술할 WiFi Direct를 통해 통신할 수 있다.

- [100] 또한, 통합 관제 시스템(300)은 전체 모바일 로봇(110)의 트래픽 정리가 우선 순위로서, 마스터 로봇(101)에서 ACS(200)로 전송된 위치데이터만 수집할 수 있다. 통합 관제 시스템(300)은 후술할 WiFi Direct 기술을 통하여 수신된 위치데이터(330)의 우선순위 알고리즘(340)에 기반하여 트래픽 제어(320)를 수행할 수 있다. 한편, ACS(200)의해 제어되는 제어시스템 위치데이터 패킷(500) 및 통합 관제 시스템(300)에 의해 제어되는 관제시스템 위치데이터 패킷(600)은 헤더(30bytes, 가정) 및 페이로드(20bytes, 가정)로 구성된다. 이때, ACS(200)에서 AMR 100대 기준으로 순간 데이터 수신량은 위치데이터($50\text{bytes} \times 100$) + 제어데이터($50\text{bytes} \times 100 \times 9$)으로 계산되어 50000bytes로 과도한 데이터가 수신됨에 따라 과부하를 발생시킬 수 있다. 그러나 본 발명의 일 실시예에 따라 위치데이터 트래픽을 최적화하여 상위 시스템인 통합 관제 시스템(300)에 송신하는 경우, AMR 100대 기준으로 순간 데이터 수신량은 위치데이터(30bytes + 1200bytes)로 과도한 데이터가 수신되지 않아 과부하가 일어나지 않게 된다.
- [101] 이하, 각 구성 요소를 설명한다.
- [102] 로봇선정부(310)는 마스터 로봇(101), 후술할 서브 로봇(103) 및 슬레이브 로봇(102)을 선정할 수 있다. 먼저, 로봇선정부(310)는 데이터 송수신 레이턴시를 최소화시키는 로봇을 마스터 로봇(101)으로 선정할 수 있다. 마스터 로봇(101)은 통신 구획별 통신망의 중심을 담당하고, 하위 서브 로봇(103) 및 복수의 슬레이브 로봇(102)으로부터 위치데이터를 수신하여 ACS(200)에 하나의 데이터로 전달하는 역할을 담당할 수 있다.
- [103] 만약 한대의 모바일 로봇(110)이 나머지 수십대 로봇들의 정보를 수신하게 되면 트래픽 과부하가 걸리게되며 운용되는 공장 크기 상, 한대의 마스터 로봇(101)으로 커버 가능한 근거리 통신(WiFi Direct 150m)은 제한적이다. 이에 따라, 아래와 같은 프로세스로 마스터 로봇(101)을 선정할 수 있다. WiFi Direct의 통신 비거리는 통상 200m로 일반 제조업 공장은 이를 초과하는 경우가 많다. 이에, 통신 비거리의 80%(20%는 안전분)으로 GRID를 만들어 해당 그리드를 기초 군집으로 활용하여 마스터 로봇(101)을 선정할 수 있다. 선정 이후 생산 하루 전, 시뮬레이션을 통한 공간/시간 상 Data 군집 분석을 실시하여 유클리드거리가 가장 적고 최소 수의 마스터 로봇(101)의 운용이 가능한 군집을

계산할 수 있다. 네트워크 구조 이론은 노드(모바일 로봇(110))와 링크(연결선)의 구조로 이루어져 있다. 계산 군집 내 모바일 로봇(110) 중 데이터 송수신 레이턴시를 최소화 시키는(로봇 간 유클리드 거리 합 최소) 마스터 로봇(101)으로 선정하기 위해선 네트워크 구조를 활용하여 근접 중심성(Closed Centrality)이 가장 높은 모바일 로봇(110)을 마스터 로봇(101)으로 선정하여야 한다. 또한, 모바일 로봇(110) 제어시스템(ACS(200)) 및 모바일 로봇 통합 모니터링 시스템에 후술할 WiFi Direct를 통하여 위치데이터를 대표로 송신한다. 단, 실시간 제어를 위해서 각 모바일 로봇(110)은 ACS(200)와 WiFi로 실시간 통신을 지속하여야 한다.

- [104] 한편, ACS(200) 전송데이터(위치데이터 포함)는 AMR 별 1:1로 전송을 진행 하되, 위치데이터는 마스터 로봇(101)의 한 개의 데이터로 진행될 수 있다. 로봇선정부(310)는 군집 제어 알고리즘을 기반으로 레이아웃 주요 Cell 별로 군집을 선정하고, 그 중 노드 중심성이 가장 강한 개체를 마스터 로봇(101)으로 선정할 수 있다. 또한, 슬레이브 로봇(102)은 복수 선정되어 마스터 로봇(101)이 담당하는 통신 구획 내에 위치하며 마스터 로봇(101)에 의해 제어되어 위치데이터를 송신할 수 있다. 이후, 마스터 로봇(101)은 수합된 마스터 로봇(101)의 위치데이터 및 슬레이브 로봇(102)의 위치데이터 중 중복된 위치데이터를 제거하여 로봇제어부(320)에 송신함으로써 불필요한 트래픽 발생을 방지할 수 있게 된다.
- [105] 만약 마스터 로봇(101)에 의해 제어되는 슬레이브 로봇(102)이 마스터 로봇(101)이 담당하는 통신 구획을 벗어난 경우, 로봇선정부(310)는 복수의 슬레이브 로봇(102) 중 하나를 서브 로봇(103)으로 선정할 수 있다. 서브 로봇(103)은 서브 로봇(103) 자신의 위치데이터 및 서브 로봇(103) 자신에게 할당되며 마스터 로봇(101)의 제어 범위 밖에 위치하는 슬레이브 로봇(102)의 위치데이터를 함께 마스터 로봇(101)에 전송할 수 있다. 이를 통해 위치데이터 송신이 누락되는 모바일 로봇(110)이 없도록 할 수 있다. 로봇선정부(310)는 마스터의 제어 범위 밖에 위치하는 슬레이브 로봇(102)과 유클리드 거리 상 가장 가까운 로봇을 서브 로봇(103)으로 선정할 수 있다. 그러나, 서브 로봇(103)도 마스터 로봇(101)이 담당하는 통신 구획을 벗어난 경우, 서브 로봇(103)과 유클리드 거리 상 가장 가까운 로봇을 서브 로봇(103)으로 선정할 수 있다. 이때에는 마스터 로봇(101)-서브 로봇(103)-서브 로봇(103)-슬레이브 로봇(102) 구조를 형성할 수 있다.
- [106] 한편, 로봇선정부(310)의 마스터 로봇(101)과 서브 로봇(103) 선정은 마스터 로봇(101)의 기능, 서브 로봇(103)의 기능을 각각 온오프함으로써 간편하게 이루어질 수 있다. 한편, 마스터 로봇(101) 또는 슬레이브 로봇(102)이 되는지는 전달 시뮬레이션 결과와 함께 진행되는 군집 알고리즘에서 정해될 수 있다. 마스터 로봇(101) 및 슬레이브 로봇(102)이 매일 갱신되듯이 서브 로봇(103) 역시 한번 선정되면 선정된 날은 슬레이브 로봇(102)의 위치데이터 및 본인의

위치데이터를 마스터 로봇(101)에 전송하고, 다음날 군집 알고리즘에 의해 마스터 로봇(101) 또는 서브 로봇(103)으로 다시 할당될 수 있다.

- [107] 이어서, 도 7은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 로봇제어부(320)와 마스터 로봇(101)의 통신을 나타내는 모식도이다.
- [108] 도 7을 참조하면, 로봇제어부(320)는 마스터 로봇(101)과 Wifi Direct를 통하여 통신할 수 있다. 로봇제어부(320)는 ACS(200)를 의미할 수 있고, 서버는 통합 관제 시스템(300)을 의미할 수 있다. 로봇제어부(320)는 마스터 로봇(101)이 수합한 마스터 로봇(101) 및 슬레이브 로봇(102)의 위치데이터를 마스터 로봇(101)으로부터 수신하고, 수신된 위치데이터를 서버에 송신할 수 있다. 모바일 로봇(110)은 MQTT(Message Queueing Telemetry Transport) 방식으로 WiFi6를 통하여 제어시스템(ACS(200))과 통신할 수도 있으나 해당 통신은 직접제어가 필요하다. 이에, 로봇제어부(320)와 마스터 로봇(101)은 서로 실시간 통신이 필요하므로 블루투스, 비콘 등 근거리 무선 통신(NFC) 기술이 필요하게 된다. 다양한 근거리 무선 통신(NFC) 기술 중 블루투스 통신은 통신 반경이 0.5m~100m 을 가지고, 데이터 전송 속도가 약 24Mb/s이며, 전력 소모가 적다. 로봇제어부(320)와 마스터 로봇(101)의 통신은 근거리 무선 통신(NFC) 기술 중 WiFi Direct를 통하여 통신하는 방법을 사용하며, WiFi Direct 통신은 통신 반경이 약 200m 을 가지고, 데이터 전송 속도가 약 500Mb/s로 매우 빠른 전송 속도를 가진다. WiFi Direct 통신 기술은 다음과 같은 장점이 있다. 첫번째, 블루투스나 비콘 대비하여 통신거리가 가장 길다. 두번째, WiFi Direct의 경우 WiFi6 처럼 AP로 통신하지 않고 본체의 모듈 기반으로 통신이 되어 WiFi6통신과 동시에 통신이 가능하다. 세번째, 종래 모바일 로봇(110) 하드웨어 내부에 와이파이 모듈 존재 시 별도의 하드웨어 비용의 추가 없이 사용이 가능하다.
- [109] 로봇제어부(320)가 마스터 로봇(101)과 Wifi Direct를 통하여 통신할 수 없는 통신 이상 상황 발생시에는 블루투스 통신을 통하여 통신할 수 있다. 통신 이상 상황은 크게 2가지 상황에 의해 일어날 수 있다. 구체적으로, 통신 비거리 초과 상황 및 로봇 Wifi6 통신 불가로 인한 통신 단절 상황이 있을 수 있다. 통신 비거리 초과 상황의 경우에는 서브 로봇(103)을 통한 장애 대응이 가능하며 모바일 로봇(110)의 느린 이동 속도(약 1.3m/s)고려 시 비거리 초과로 인한 통신 단절 상황은 발생가능성이 매우 낮게 된다. 로봇 Wifi6 통신 불가로 통신 단절 상황의 경우, 와이파이 재검색을 수행하여야 하는데 수행에 약 4초이상의 시간이 소요되게 된다. 또한 검색 절차 수행 시 Wifi 의 중단현상이 발생하여 Wifi 6 통신이 저해될 수 있다. 이를 해결하기 위해 가장 가까운 슬레이브 로봇(102)에 서브 로봇(103)을 할당하고, 할당된 서브 로봇(103)과 슬레이브 로봇(102)은 블루투스 통신을 통해 Wifi 검색 정보를 공유하며 해당 채널 번호 및 MAC 주소를 통하여 Wifi Direct연결을 실시할 수 있다.
- [110] 한편, 마스터 로봇(101)을 통하여 대표 패킷으로 위치데이터를 ACS(200)에 전송을 한다 하더라도 목적에 따라 패킷을 구별하는 데이터 트래픽 최적화

방안이 필요하다. 실시간 제어가 필요한 ACS(200)의 경우 제어 시스템 관할 내 모든 모바일 로봇(110)의 위치데이터 및 제어데이터(정지 정보, 이동 정보, 감속 정보등)를 실시간으로 공유하여야 하며, ACS(200)의 상위 시스템인 통합 모니터링 시스템은 제어데이터의 전송없이 위치데이터만을 묶어서 전송하는 것이 데이터 트래픽 상 효율이 높아지게 된다. 이를 위해 데이터를 이중화하여, 제어데이터는 WiFi 6를 통해서 보내지고 위치데이터는 WiFi Direct를 통하여 보내지도록 송/수신할 수 있다. 여기서, 제어데이터는 실시간 제어가 목적이므로 데이터의 종류는 송신주기 0.2ms 이내, 토폭 내용은 위치 정보, 출발/목적지 정보, 제어 명령 정보(가/감,속 정지, 동작 등), 로봇 상태 정보 등을 포함할 수 있다. 위치데이터는 현재 위치 파악이 목적이므로 송신주기 0.4m/s이내, 이동 정보는 예측 경로로 설정함으로써 이동 모션에 스무딩 기법을 취할 수 있다. 또한, 최대 전송거리 또는 전송 신호 미약 등의 이상상황 발생으로 WiFi Direct 단절 상황 발생시 시 검색절차 소요 시간(4초)이 발생하게 되는 데 이를 해결하기 위하여 블루투스를 이용하여 주변 단말을 대신 검색하는 교차 수행을 실시할 수도 있다. 전송한 바와 같이, 전송거리 초과로 마스터 로봇(101)과 통신이 불가시, 유클리드 거리 상 최단 경로 모바일 로봇(110)을 서브 로봇(103)으로 배정하여 본인의 위치데이터를 서브 로봇(103)에게 전송하여 송신 누락 모바일 로봇(110)이 없도록 할 수 있다.

- [111] 상술한 스마트 물류 차량 제어 시스템을 바탕으로 실시예에 따른 스마트 물류 차량 제어 방법을 도 8 및 도 9를 참조하여 설명한다.
- [112] 도 8은 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 로봇선정부(310)의 서브 로봇(103) 선정 과정의 일례를 나타내는 순서도(S200)이다.
- [113] 먼저, 마스터 로봇(101)과 슬레이브 로봇(102)과의 기 설정된 통신 비거리를 초과한 경우를 가정한다(S201). 통신 비거리를 초과한 경우, 마스터 로봇(101)은 통합 관제 시스템(300)에 서브 로봇(103)이 할당되도록 요청할 수 있다(S202). 이후, 통합 관제 시스템(300)은 서브 로봇(103)을 할당하고(S203), 서브 로봇(103)으로 선정된 슬레이브 로봇(102)은 서브 로봇(103)의 기능을 각각 온함으로서 서브 로봇(103) 기능을 수행할 수 있게 된다(S204). 또한, 통신 비거리를 초과한 슬레이브 로봇(102)은 마스터 로봇(101)과의 통신 연결이 해제되고, 서브 로봇(103)은 마스터 로봇(101)과 통신 연결된다(S205). 이후, 서브 로봇(103)은 서브 로봇(103) 자신의 위치데이터 및 서브 로봇(103) 자신에게 할당되며 마스터 로봇(101)의 제어 범위 밖에 위치하는 슬레이브 로봇(102)의 위치데이터를 함께 마스터 로봇(101)에 전송할 수 있다(S206). 서브 로봇(103) 할당 이후에도 마스터 로봇(101)과 또다른 슬레이브 로봇(102)과의 기 설정된 통신 비거리를 초과하였는지 판단하게 된다(S207). 통신 비거리를 초과하지 않은 경우(S207의 NO) 서브 로봇(103)은 본인의 역할을 계속 수행하게 된다. 반대로, 다시 통신 비거리를 초과하게 되면(S207의 YES), 통신 비거리를 초과하는 슬레이브 로봇(102)을 제어하는 마스터 로봇(101)은 통합 관제

- 시스템(300)에 서버 로봇(103)이 할당되도록 요청할 수 있다(S208). 전술한 것과 마찬가지로 통합 관계 시스템(300)은 서버 로봇(103)을 할당하게 된다(S209). 또한, 통신 비거리를 초과한 슬레이브 로봇(102)은 마스터 로봇(101)과의 통신 연결이 해제되고, 서버 로봇(103)은 마스터 로봇(101)과 통신 연결된다(S210). 이후, 서버 로봇(103)은 서버 로봇(103) 자신의 위치데이터 및 서버 로봇(103) 자신에게 할당되며 마스터 로봇(101)의 제어 범위 밖에 위치하는 슬레이브 로봇(102)의 위치데이터를 함께 마스터 로봇(101)에 전송할 수 있다(S211).
- [114] 도 9는 본 발명의 실시예들에 적용될 수 있는 통신 이상상황 발생시 대응 과정의 일례를 나타내는 순서도(S300)이다.
- [115] 먼저, 통신 이상상황 발생시 마스터 로봇(101)은 본인이 제어하는 모바일 로봇(110)의 정보가 누락되었는지 확인할 수 있다(S301). 마스터 로봇(101)은 통합 관계 시스템(300)에 서버 로봇(103)이 할당되도록 요청할 수 있다(S302). 이후, 통합 관계 시스템(300)은 서버 로봇(103)을 할당하고(S303), 서버 로봇(103)으로 선정된 슬레이브 로봇(102)은 서버 로봇(103)의 기능을 각각 온함으로서 서버 로봇(103) 기능을 수행할 수 있게 된다(S304). 서버 로봇(103)과 마스터 로봇(101)이 제어하는 다른 슬레이브 로봇(102)은 서로 블루투스 통신으로 연결될 수 있다(S305). 할당된 서버 로봇(103)과 슬레이브 로봇(102)은 블루투스 통신을 통해 Wifi 검색 정보를 공유하며 해당 채널 번호 및 MAC 주소를 통하여 Wifi Direct 연결을 실시할 수 있다(S306). 이후, 마스터 로봇(101)은 ACS(200)와 Wifi Direct 연결 시도가 이루어지고(S307), Wifi Direct 연결이 성공한 경우(S308의 YES) 서버 로봇(103)과 슬레이브 로봇(102)의 위치데이터가 마스터 로봇(101)에게 전송될 수 있다(S309). 이후, 마스터 로봇(101)은 본인이 제어하는 모바일 로봇(110)의 정보가 누락되었는지 확인할 수 있다(S310). 누락된 정보가 없다고 판단된 경우(S310의 YES), 모바일 로봇(110)은 수합된 마스터 로봇(101)의 위치데이터 및 슬레이브 로봇(102)의 위치데이터 중 중복된 위치데이터를 제거하여 로봇제어부(320)에 송신함으로써 불필요한 트래픽 발생을 방지할 수 있다(S311). 이후, 모바일 로봇(110)은 수합된 위치데이터를 송신할 수 있다(S312).
- [116] 본 발명 스마트 물류 차량 제어 시스템 및 그 방법에 따르면, 스마트 물류 차량의 군중 제어를 통해 데이터 트래픽을 최적화함으로써 상위 시스템이 받는 서버의 부하를 경감시키고, 트래픽 최적화에 따라 데이터 지연이 감소되고 관련 시스템들의 통신 하드웨어 비용을 절감할 수 있게 된다.
- [117] 한편, 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.

[118]

[119] [부호의 설명]

[120] 100: 스마트 팩토리 101 : 마스터 로봇

[121] 102 : 슬레이브 로봇 103 : 서브 로봇

[122] 110: 스마트 물류 차량 120: 생산 장치

[123] 130: 감시 장치 140: 관제 장치

[124] 200 : ACS(AGV Control System) 310 : 로봇선정부

[125] 320 : 로봇제어부 300 : 통합 관제 시스템

청구범위

- [청구항 1] 복수의 스마트 물류 차량 중 통신 구획별 통신망의 중심을 담당하는 마스터 로봇 및 마스터 로봇이 담당하는 통신 구획 내에 위치하며 마스터 로봇에 의해 제어되어 위치데이터를 송신하는 복수의 슬레이브 로봇을 선정하는 로봇선정부; 및 마스터 로봇과 통신하며, 로봇선정부에서 마스터 로봇 및 슬레이브 로봇이 선정되면 마스터 로봇이 수합한 마스터 로봇 및 슬레이브 로봇의 위치데이터를 마스터 로봇으로부터 수신하고, 수신된 위치데이터를 서버에 송신하도록 제어하는 로봇제어부;를 포함하는 스마트 물류 차량 제어 시스템.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서, 로봇선정부는 마스터 로봇에 의해 제어되는 슬레이브 로봇이 마스터 로봇이 담당하는 통신 구획을 벗어난 경우, 복수의 슬레이브 로봇 중 하나를 서브 로봇으로 선정하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량 제어 시스템.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서, 로봇선정부는 마스터 로봇의 기능, 서브 로봇의 기능을 각각 온오프함으로써 마스터 로봇, 서브 로봇을 각각 선정하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량 제어 시스템.
- [청구항 4] 청구항 2에 있어서, 로봇선정부는 통신 구획을 벗어난 슬레이브 로봇과 가장 가까운 슬레이브 로봇을 서브 로봇으로 선정하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량 제어 시스템.
- [청구항 5] 청구항 2에 있어서, 서브 로봇은 서브 로봇 자신의 위치데이터와 서브로봇 자신에게 할당된 슬레이브 로봇의 위치데이터를 수합하여 마스터 로봇에 송신하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량 제어 시스템.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서, 로봇선정부는 복수의 스마트 물류 차량 중 데이터 송수신 레이턴시를 최소화시키는 로봇을 마스터 로봇으로 선정하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량 제어 시스템.
- [청구항 7] 청구항 1에 있어서, 마스터 로봇은 수합된 마스터 로봇 및 슬레이브 로봇의 위치데이터 중 중복된 위치데이터를 제거하여 로봇제어부에 송신하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량 제어 시스템.
- [청구항 8] 청구항 1에 있어서, 로봇제어부는 마스터 로봇과 Wifi Direct를 통하여 통신하는 것을

- 특징으로 하는 스마트 물류 차량 제어 시스템.
- [청구항 9] 청구항 8에 있어서,
로봇제어부가 마스터 로봇과 Wifi Direct를 통하여 통신할 수 없는 경우,
블루투스 통신을 통하여 통신하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량
제어 시스템.
- [청구항 10] 로봇선정부가 복수의 스마트 물류 차량 중 통신 구획별 통신망의 중심을
담당하는 마스터 로봇 및 마스터 로봇이 담당하는 통신 구획 내에
위치하며 마스터 로봇에 의해 제어되어 위치데이터를 송신하는 슬레이브
로봇을 선정하는 단계;
로봇제어부가 마스터 로봇 및 슬레이브 로봇이 선정되면 마스터 로봇이
수합한 마스터 로봇 및 슬레이브 로봇의 위치데이터를 마스터
로봇으로부터 수신하는 단계; 및
로봇제어부가 수신된 위치데이터를 서버에 송신하는 단계;를 포함하는
스마트 물류 차량 제어 방법.
- [청구항 11] 청구항 10에 있어서,
로봇을 선정하는 단계는,
마스터 로봇에 의해 제어되는 슬레이브 로봇이 마스터 로봇이 담당하는
통신 구획을 벗어난 경우, 복수의 슬레이브 로봇 중 하나를 서브 로봇으로
선정하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량 제어 방법.
- [청구항 12] 청구항 11에 있어서,
로봇을 선정하는 단계는,
통신 구획을 벗어난 슬레이브 로봇과 가장 가까운 슬레이브 로봇을 서브
로봇으로 선정하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량 제어 방법.
- [청구항 13] 청구항 10에 있어서,
로봇을 선정하는 단계는,
복수의 스마트 물류 차량 중 데이터 송수신 레이턴시를 최소화시키는
로봇을 마스터 로봇으로 선정하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량
제어 방법.
- [청구항 14] 청구항 10에 있어서,
위치데이터를 마스터 로봇으로부터 수신하는 단계는,
로봇제어부가 마스터 로봇과 Wifi Direct를 통하여 통신하여
위치데이터를 마스터 로봇으로부터 수신하는 것을 특징으로 하는 스마트
물류 차량 제어 방법.
- [청구항 15] 청구항 14에 있어서,
위치데이터를 마스터 로봇으로부터 수신하는 단계는,
로봇제어부가 마스터 로봇과 Wifi Direct를 통하여 통신할 수 없는 경우,
블루투스 통신을 통하여 통신하는 것을 특징으로 하는 스마트 물류 차량
제어 방법.