

명세서

발명의 명칭: 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 물류 로봇을 포함하는 운용 바운더리 내에서 물류 로봇을 최적으로 운용하기 위한 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 최근 일반적인 물류 창고나 공장은 물론, 다양한 부품을 사용하여 서로 다른 사양의 물품을 제조하는 운용 바운더리 등에서는 유연하고 효율적인 부품 등의 공급과 이송을 위해 물류 로봇이 도입되고 있다.
- [4] 물류 로봇은 자율 주행 모바일 로봇(AMR: Autonomous Mobile Robot)과 무인 반송차(AGV: Automated Guided Vehicle)를 통칭하는 개념이며, 이러한 물류 로봇은 관제 시스템의 제어에 따라 이동 및 작업을 수행할 수 있다.
- [5] 특히 최근에는 물류 로봇의 도입에 따라 물류 로봇의 운용 환경을 점검하기 위한 시뮬레이션에 대한 관심이 증가되고 있다.
- [6] 그러나, 대다수의 상용 시뮬레이션의 경우에는 물류 로봇의 운용 대수를 고정 변수로 하여 물류 로봇의 운용 효율 및 작업 시간 등의 결과값을 도출하고 있다. 기존 컨베이어 공장과 같이 생산 목표가 정해진 공장의 경우에는 이와 같은 시뮬레이션 방식이 적절할 수 있으나, 다차종 유연생산을 위한 셀(Cell) 생산 방식이 구비된 공장의 경우에는 시장 환경, 소비자의 소비 성향 및 생산 계획 등에 따라 물류 로봇의 운용 대수가 달라질 수 있어 이와 같은 시뮬레이션 방식이 적절하지 않다.
- [7] 따라서, 다차종 유연생산을 위한 셀(Cell) 생산 방식이 구비된 공장의 경우에는 기존과는 다른 시뮬레이션 방식이 적용될 필요가 있다.
- [8]
- [9] 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.
- [10]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명은 상술한 목적을 달성하기 위하여 제안된 것으로, 물류 로봇의 운용 대수를 셋팅하여 정상 시뮬레이션을 수행하기 전, 물류 로봇의 운용 대수를 동적으

로 변경해가며 간이 시뮬레이션을 수행하여 물류 로봇의 최적 운용 대수를 결정할 수 있는 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템 및 방법을 제공하고자 함이다.

[12]

[13] 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.

[14]

과제 해결 수단

[15] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템은, 물류 로봇의 운용 대수를 기반으로 시뮬레이션을 수행하는 수행부; 및 상기 물류 로봇에 대하여 기 설정된 초기 운용 대수를 기반으로 상기 수행부에서 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 상기 물류 로봇의 기준 운용 대수를 판단하고, 상기 기준 운용 대수를 미리 설정된 변경 규칙에 따라 변경하며, 상기 변경된 기준 운용 대수를 기반으로 상기 수행부에서 추가 수행된 상기 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과를 기반으로 상기 물류 로봇의 최적 운용 대수를 결정하는 운용 제어부;를 포함할 수 있다.

[16]

[17] 또한, 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 방법은, 물류 로봇에 대하여 기 설정된 초기 운용 대수를 기반으로 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 상기 물류 로봇의 기준 운용 대수를 판단하는 단계; 상기 기준 운용 대수를 미리 설정된 변경 규칙에 따라 변경하는 단계; 상기 변경된 기준 운용 대수를 기반으로 상기 간이 시뮬레이션을 추가 수행하는 단계; 및 상기 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과를 기반으로 상기 물류 로봇의 최적 운용 대수를 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.

[18]

발명의 효과

[19] 상술한 바에 따르면, 본 발명의 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템 및 방법은 물류 로봇에 대한 운용 대수와 같이 운영 조건을 유연하게 변경시킬 수 있으며, 운영 조건의 변경에 따라 변경된 운영 조건을 고려한 시뮬레이션의 결과값이 도출되도록 할 수 있다.

[20]

또한, 정상적인 시뮬레이션이 수행되기 이전에 운영 조건을 변경해가며 시뮬레이션을 간이 수행한 결과를 바탕으로 물류 로봇에 대한 최적 운용 대수를 판단함으로써 최적값 도출을 위한 시간 리소스를 절약할 수 있다.

[21]

- [22] 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.

[23]

도면의 간단한 설명

- [24] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- [25] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템에 구비된 운용 제어부를 설명하기 위한 블록도이다.
- [26] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 운용 대수를 판단하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [27] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[28]

발명의 실시를 위한 형태

- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [33] 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.

- [34] 또한, 물류 로봇이나 관제 장치의 내부 구성 명칭에 포함된 유닛(Unit) 또는 제어 유닛(Control Unit)은 특정 기능을 제어하는 제어 장치(Controller)의 명칭에 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.
- [35] 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.
- [36]
- [37] 본 발명은 물류 로봇의 운용 대수를 동적으로 변경해가며 간이 시뮬레이션을 수행하여 물류 로봇의 최적 운용 대수를 결정하고, 결정된 최적 운용 대수를 기반으로 정상 시뮬레이션을 수행하는 것을 목적으로 한다. 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템 및 방법에 대해 이하에서 설명하도록 한다.
- [38] 한편, 상술한 바에서 언급된 정상 시뮬레이션은 물류 로봇의 최적 운용 대수를 셋팅하여 그에 따라 한 번 이상 반복 수행되는 시뮬레이션을 의미할 수 있다. 그리고, 간이 시뮬레이션은 이러한 정상 시뮬레이션과 구분하기 위해 명명된 것으로, 물류 로봇의 운용 대수를 변경해가며 그에 따라 딱 한 번만 수행되는 시뮬레이션을 의미할 수 있다. 이는 설명의 편의를 위해 명명된 것으로, 각 수행되는 시뮬레이션의 의미가 그 명칭에 한정되지 않음은 물론이다.
- [39] 또한, 이하의 본 명세서에서 언급되는 물류 로봇은 운용 바운더리 내에 구비된 스마트 물류 차량인 자율 주행 모바일 로봇(AMR : Autonomous Mobile Robot), 무인 반송차(AGV : Automated Guided Vehicle) 및 무인 지게차 등을 통칭하는 개념으로 사용된다.
- [40]
- [41] 이하 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템에 대해 설명한다.
- [42] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- [43] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템(100)은 계획부(110), 수행부(120) 및 운용 제어부(130)를 포함할 수 있다. 도 1은 본 발명의 일 실시예와 관련된 구성 요소를 위주로 나타낸 것으로, 실제 시뮬레

이션 시스템을 구현함에 있어서는 이보다 적거나 많은 구성 요소가 포함될 수 있음은 물론이다.

- [44] 이하, 각 구성 요소에 대해 설명한다.
- [45] 계획부(110)는 수요 정보, 물류 정보 및 자재 정보를 수집하여 이를 기반으로 물품 생산 계획을 수립할 수 있다. 그리고, 계획부(110)는 수립된 물품 생산 계획에 따라 물품을 생산하기 위하여 물류 로봇이 수행할 작업 리스트를 생성할 수 있다. 계획부(110)는 물품 생산 계획 및 작업 리스트를 수행부(120)에 제공할 수 있다.
- [46] 수행부(120)는 물류 로봇의 운용 환경을 모사한 시뮬레이션을 수행할 수 있으며, 계획부(110)에서 제공된 물품 생산 계획 및 작업 리스트를 기반으로 물류 로봇의 운용 대수를 셋팅하고, 셋팅된 운용 대수를 기반으로 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 예컨대, 수행부(120)에는 계획부(110)에서 생성된 작업 리스트를 바탕으로 작업을 수행할 물류 로봇의 시작 위치, 이동 경로 및 운용 대수 등과 같은 물류 로봇의 동작에 대한 제약 조건을 생성하는 제약조건 생성모듈(미도시)과 물류 로봇의 운용 환경을 3D 기반으로 모사하여 구동 모델로부터 제공된 제약 조건을 고려하여 계획부(110)에서 제공된 물품 생산 계획 및 작업 리스트를 기반으로 시뮬레이션이 수행되는 시뮬레이션 수행 모듈(미도시)이 포함될 수 있다.
- [47] 예컨대, 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템(100)은 디지털 트윈(Digital Twin) 기능이 탑재된 시스템을 의미할 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되지 않음은 물론이다.
- [48]
- [49] 기존의 시뮬레이션 시스템(100)의 경우, 물류 로봇의 운용 대수를 코드 기반으로 셋팅하고, 작업 리스트 별로 물류 로봇을 할당하여 시뮬레이션을 수행하였다. 그러나, 물류 로봇의 운용 대수가 코드 기반으로 셋팅되고 있어 운용 대수를 변경해야하는 경우에는 운용 대수를 변경하기 까지 장시간 소요되어 시간이 낭비되는 문제가 있었다.
- [50] 이러한 문제를 해결하고자 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템(100)에는 운용 제어부(130)가 구비될 수 있다.
- [51] 본 발명의 일 실시예에 따른 운용 제어부(130)는 물류 로봇의 운용 대수를 셋팅하여 수행부(120)에서 정상 시뮬레이션이 수행되기 전, 물류 로봇의 운용 대수를 동적으로 변경해가며 간이 시뮬레이션을 수행하여 물류 로봇의 최적 운용 대수를 결정할 수 있다. 운용 제어부(130)에 대한 구체적인 설명은 도 1과 2를 함께 참조하여 설명한다.
- [52] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템에 구비된 운용 제어부를 설명하기 위한 블록도이다.
- [53] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 운용 제어부(130)는 동적 조절부(131), 할당부(132) 및 결과 분석부(133)를 포함할 수 있다. 도 2는 본 발명의 일 실

시에와 관련된 구성 요소를 위주로 나타낸 것으로 실제 운용 제어부(130)를 구현함에 있어서는 이보다 적거나 많은 구성 요소가 포함될 수 있음은 물론이다.

- [54] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 적용될 수 있는 운용 제어부(130)의 각 구성 요소의 기능에 대해 간략히 설명한다.
- [55] 동적 조절부(131)는 물류 로봇의 운용 대수를 설정하거나 운용 대수의 변경이 필요한 경우 운용 대수를 변경할 수 있다. 이때, 동적 조절부(131)는 물류 로봇 리스트를 팝업시켜 작업자를 통해 물류 로봇의 운용 대수가 설정 또는 변경되도록 할 수 있으며, 미리 저장된 설정 또는 변경 로직에 따라 운용 대수가 설정 또는 변경되도록 할 수 있다. 그리고, 동적 조절부(131)는 설정 또는 변경된 운용 대수에 대한 정보를 할당부(132)에 제공할 수 있다.
- [56] 할당부(132)는 계획부(110)에서 생성된 작업 리스트에 대한 정보를 수집하고, 동적 조절부(131)에서 설정된 운용 대수 또는 변경된 운용 대수에 대한 정보를 수집하여 설정 또는 변경된 운용 대수에 해당하는 물류 로봇 각각에 작업 리스트를 순차적으로 할당할 수 있다. 예컨대, 할당부(132)는 우선 수행될 작업 리스트를 계획 시작 시간 기반으로 정렬하여 처음에는 물류 로봇에 대해 순차적으로 작업 리스트가 할당되도록 하고, 다음으로는 작업을 완료한 물류 로봇에 대해 작업 리스트가 순차적으로 할당되도록 할 수 있다.
- [57] 그리고, 할당부(132)는 운용 대수에 해당하는 물류 로봇 각각에 작업 리스트를 순차적으로 할당함에 따라 작업 스케줄을 생성할 수 있다. 할당부(132)는 생성된 작업 스케줄을 수행부(120)에 전달하여 수행부(120)에서 작업 스케줄에 따라 시뮬레이션이 수행되도록 할 수 있다.
- [58] 결과 분석부(133)는 할당부(132)에서 생성된 작업 스케줄을 기반으로 수행부(120)에서 수행된 시뮬레이션의 수행 결과를 수집하고, 수행 결과를 기반으로 운용 대수의 변경 판단 및 물류 로봇의 운용 효율을 분석할 수 있다.
- [59] 그리고, 동적 조절부(131), 할당부(132) 및 결과 분석부(133)는 서로 간에 데이터를 송수신하며 협조 제어를 수행할 수 있다.
- [60]
- [61] 이하에서는, 앞서 설명된 동적 조절부(131), 할당부(132) 및 결과 분석부(133)의 기능을 바탕으로 도 1 내지 2를 참조하여 운용 제어부(130)의 기능에 대해 구체적으로 설명한다.
- [62] 본 발명의 일 실시예에 따른 운용 제어부(130)는 물류 로봇에 대하여 기 설정된 초기 운용 대수를 기반으로 수행부(120)에서 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 물류 로봇의 기준 운용 대수를 판단하고, 기준 운용 대수를 미리 설정된 변경 규칙에 따라 변경하며, 변경된 기준 운용 대수를 기반으로 수행부(120)에서 추가 수행된 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과를 기반으로 물류 로봇의 최적 운용 대수를 결정할 수 있다.
- [63] 구체적으로, 동적 조절부(131)는 물류 로봇에 대한 초기 운용 대수를 설정할 수 있으며, 설정된 초기 운용 대수에 대한 정보를 할당부(132)에 전달할 수 있다. 할

당부(132)는 초기 운용 대수에 대한 정보를 기반으로 초기 운용 대수에 해당하는 물류 로봇 각각에 대하여 작업 리스트를 순차적으로 할당하여 작업 스케줄을 생성할 수 있다. 할당부(132)는 생성된 작업 스케줄을 수행부(120)에 전달할 수 있으며, 수행부(120)는 작업 스케줄을 기반으로 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기 설정된 기준 횟수에 도달할 때까지 간이 시뮬레이션을 수행할 수 있다.

- [64] 이때, 동적 조절부(131)는 수행부(120)에서 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기준 횟수에 도달할 때까지 초기 운용 대수를 변경할 수 있다. 보다 구체적으로, 동적 조절부(131)는 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기준 횟수에 도달할 때까지 수행 횟수가 증가함에 따라 초기 운용 대수가 일정 비율로 줄어들도록 초기 운용 대수를 변경할 수 있다. 예를 들어, 초기 운용 대수가 48대로 설정된 경우, 동적 조절부(131)는 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 증가함에 따라 초기 운용 대수를 48대에서 24대로, 24대에서 12대로 변경하여 초기 운용 대수가 절반씩 줄어들도록 변경할 수 있다. 다만, 이는 예시적인 것으로, 반드시 이에 한정되지 않으며, 다양한 비율을 적용하여 초기 운용 대수를 변경할 수 있음은 물론이다.
- [65] 한편, 동적 조절부(131)에서 초기 운용 대수가 변경될 때마다 할당부(132)는 변경된 초기 운용 대수를 기반으로 작업 스케줄을 변경하여 수행부(120)에 전달할 수 있으며, 수행부(120)는 초기 운용 대수가 변경될 때마다 할당부(132)에서 변경된 작업 스케줄을 제공받아 이를 기반으로 간이 시뮬레이션을 수행할 수 있다.
- [66] 그리고, 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기 설정된 기준 횟수에 도달하면, 동적 조절부(131)는 기준 횟수만큼 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 기준 운용 대수를 판단할 수 있다. 이는 도 3을 참조하여 설명하기로 한다.
- [67]
- [68] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 운용 대수를 판단하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [69] 도 3에 도시된 그래프는 기준 횟수만큼 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 나타난 그래프일 수 있다. 이에, 도 3을 참조하면, 그래프의 x축은 물류 로봇의 운용 대수를, y축은 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 따른 물류 로봇의 전체 주행시간을 의미할 수 있다. 예컨대, 초기 운용 대수는 M_1 일 수 있고, 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기준 횟수에 도달할 때까지 변경된 운용 대수는 각각 M_2, M_3 일 수 있다.
- [70] 동적 조절부(131)는 물류 로봇의 운용 대수의 변경에 따른 기준 횟수만큼 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 최소제곱법(LSM : Least Square Method)를 수행하여 기준 운용 대수를 판단할 수 있다. 예컨대, 동적 조절부(131)는 M_1, M_2, M_3 각각의 운용 대수에 대한 수행 결과를 기반으로 이차 함수를 예측하고, 예측된 이차 함수에서 수행 결과에 따른 전체 주행시간이 최소값에 해당

하는 시간(예컨대, 도 3에 도시된 t)에 대응되는 운용 대수(예컨대, 도 3에 도시된 M_s)를 기준 운용 대수로 판단할 수 있다.

- [71] 기준 운용 대수가 판단되면, 동적 조절부(131)는 판단된 기준 운용 대수를 할당부(132)에 전달할 수 있으며, 할당부(132)는 기준 운용 대수를 기반으로 작업 스케줄을 생성하여 수행부(120)에 전달할 수 있다. 수행부(120)는 기준 운용 대수에 따른 작업 스케줄을 기반으로 간이 시뮬레이션이 수행할 수 있다.
- [72] 그리고, 기준 운용 대수에 따른 작업 스케줄을 기반으로 한 간이 시뮬레이션의 수행 이후, 수행부(120)는 기준 운용 대수를 기반으로 간이 시뮬레이션을 추가 수행할 수 있다. 이때, 동적 조절부(131)는 기준 운용 대수를 미리 설정된 변경 규칙에 따라 변경할 수 있다. 예컨대, 미리 설정된 변경 규칙은 기준 운용 대수를 기반으로 간이 시뮬레이션의 추가 수행 횟수가 증가함에 따라 운용 대수가 증감폭을 가지며 변경되는 규칙일 수 있으며, 그에 따라 동적 조절부(131)는 기준 운용 대수를 기반으로 추가 수행 횟수가 증가함에 따라 기준 운용 대수에서 +1, -1, +2, -2 순서로 변경할 수 있다. 동적 조절부(131)에서 기준 운용 대수가 변경됨에 따라 수행부(120)는 변경된 기준 운용 대수를 기반으로 간이 시뮬레이션을 추가 수행할 수 있다.
- [73]
- [74] 결과 분석부(133)는 수행부(120)에서 추가 수행된 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과를 제공받을 수 있으며, 제공받은 추가 수행 결과를 기반으로 물류 로봇의 최적 운용 대수를 결정할 수 있다.
- [75] 보다 구체적으로, 결과 분석부(133)는 추가 수행된 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과를 기반으로 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경 필요 여부를 판단할 수 있다. 예컨대, 결과 분석부(133)는 추가 수행된 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과에 포함된 변경된 기준 운용 대수에 따른 물류 로봇의 전체 주행시간을 판단하고, 판단된 전체 주행시간을 기반으로 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경 필요 여부를 판단할 수 있다. 결과 분석부(133)는 판단된 전체 주행시간과 이전에 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 포함된 전체 주행시간을 비교하여 판단된 전체 주행시간이 이전에 수행된 수행 결과에 포함된 전체 주행시간 이상이면 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경이 필요 없는 것으로 판단할 수 있다.
- [76] 한편, 판단된 전체 주행시간이 이전에 수행된 수행 결과에 포함된 전체 주행시간 미만일 경우, 결과 분석부(133)는 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경이 필요한 것으로 판단할 수 있다. 이에, 결과 분석부(133)는 추가 변경에 대한 명령을 생성하여 동적 할당부(131)에 전달할 수 있으며, 동적 할당부(131)는 추가 변경에 대한 명령을 기반으로 변경된 기준 운용 대수를 미리 설정된 변경 규칙에 따라 추가 변경할 수 있다. 그리고, 동적 할당부(131)는 추가 변경된 운용 대수를 할당부(132)에 전달하고, 할당부(132)는 추가 변경된 운용 대수에 따른 작업 스케줄을 생성하여 수행부(120)에 전달할 수 있다. 수행부(120)는 추가 변경된 운용 대수에

따라 생성된 작업 스케줄을 기반으로 간이 시뮬레이션을 추가 수행할 수 있으며, 결과 분석부(133)는 추가 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 추가 변경된 운용 대수의 추가 변경 여부를 재차 판단할 수 있다.

- [77] 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경이 필요 없는 경우, 결과 분석부(133)는 추가 변경이 필요 없는 것으로 판단한 시점 이전까지 수행된 모든 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 최적 운용 대수를 결정할 수 있다. 예컨대, 간이 시뮬레이션의 수행 결과에는 운용 대수는 물론 전체 주행시간, 이탈도, 병목발생횟수 및 지연발생시간 중 적어도 하나가 포함될 수 있다. 이에, 결과 분석부(133)는 추가 변경이 필요 없는 것으로 판단한 시점 이전까지 수행된 모든 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 포함된 전체 주행시간, 이탈도, 병목발생횟수 및 지연발생시간 중 적어도 하나를 판단하고, 판단된 적어도 하나를 모든 간이 시뮬레이션 간에 비교할 수 있다.
- [78] 결과 분석부(133)는 판단된 적어도 하나를 모든 간이 시뮬레이션 간에 비교하여 가장 작은 값을 갖는 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 대응되는 물류 로봇에 대한 운용 대수를 최적 운용 대수로 결정할 수 있다. 예컨대, 결과 분석부(133)는 추가 변경이 필요 없는 것으로 판단한 시점 이전까지 수행된 모든 간이 시뮬레이션 중 전체 주행시간이 가장 작은 값을 갖거나 이탈도가 가장 작은 값을 갖거나 병목발생횟수가 가장 적거나 지연발생시간이 가장 짧은 간이 시뮬레이션에 대응되는 물류 로봇에 대한 운용 대수를 최적 운용 대수로 결정할 수 있다.
- [79] 또한, 결과 분석부(133)에서 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 포함된 전체 주행시간, 이탈도, 병목발생횟수 및 지연발생시간 중 둘 이상을 판단하여 비교할 경우, 전체 주행시간, 이탈도, 병목발생횟수 및 지연발생시간 간에는 판단 우선순위가 사전에 설정될 수 있으며, 사전 설정된 판단 우선순위에 따라 각 결과 데이터를 순차적으로 비교하여 비교 결과를 도출할 수 있다. 다만, 이는 예시적인 것으로 반드시 이에 한정되지 않음은 물론이다.
- [80] 결과 분석부(133)는 최적 운용 대수를 결정하고, 결정된 최적 운용 대수에 대한 정보를 할당부(132)에 전달할 수 있다. 할당부(132)는 최적 운용 대수에 따른 작업 스케줄을 생성하여 수행부(120)에 제공할 수 있으며, 수행부(120)는 최적 운용 대수에 따라 생성된 작업 스케줄을 기반으로 정상 시뮬레이션을 수행할 수 있다.
- [81] 즉, 수행부(120)에서 정상 시뮬레이션을 반복하여 동작하기 전에 간이 시뮬레이션을 1회 동작하고, 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 운용 제어부(130)를 통해 최적 운용 대수를 결정함으로써 최적값 도출을 위한 시간 리소스를 절약할 수 있다.
- [82]
- [83] 이하에서는 도 1 내지 3을 통해 상술한 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템의 구성을 바탕으로 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 방법에 대해 설명한다.

- [84] 이하에서는 설명의 편의를 위해 동적 조절부(131), 할당부(132) 및 결과 분석부(133)의 기능이 모두 운용 제어부(130)에서 수행되는 것으로 가정하고, 각 단계에 대한 설명은 도 1 내지 3을 통해 구체적으로 상술하였으므로 생략하기로 한다.
- [85] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 물류 로봇의 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [86] 도 4를 참조하면, 운용 제어부(130)는 초기 운용 대수를 기 설정하고(S401), 초기 운용 대수에 해당하는 물류 로봇 각각에 작업 리스트를 순차적으로 할당하여 작업 스케줄을 생성할 수 있다(S402).
- [87] 운용 제어부(130)는 생성된 작업 스케줄을 수행부(120)에 전달하며, 수행부(120)는 생성된 작업 스케줄을 기반으로 간이 시뮬레이션을 수행할 수 있다(S403). 수행부(120)는 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기준 횟수에 도달하는지 판단하여(S404), 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기준 횟수에 도달할 때까지 간이 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 이때, 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기준 횟수에 도달하지 않으면(S404의 No), 운용 제어부(130)는 초기 운용 대수를 변경하고(S405), 다시 S402 단계 내지 S404 단계를 수행할 수 있다.
- [88] 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기준 횟수에 도달하면(S404의 Yes), 운용 제어부(130)는 기준 횟수만큼 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 기준 운용 대수를 판단할 수 있다(S406). 그리고, 운용 제어부(130)는 판단된 기준 운용 대수에 따른 작업 스케줄을 생성할 수 있으며(S407), 생성된 작업 스케줄을 수행부(120)에 전달할 수 있다. 수행부(120)는 기준 운용 대수에 따라 생성된 작업 스케줄을 기반으로 간이 시뮬레이션을 수행할 수 있다(S408).
- [89] 이후, 기준 횟수를 초과하여 간이 시뮬레이션이 추가 수행되는 경우 운용 제어부(130)는 기준 운용 대수를 미리 설정된 변경 규칙에 따라 변경할 수 있다(S409). 그리고, 운용 제어부(130)는 변경된 기준 운용 대수를 기반으로 작업 스케줄을 생성할 수 있고(S410), 생성된 작업 스케줄은 다시 수행부(120)로 전달할 수 있다. 수행부(120)는 전달된 작업 스케줄을 기반으로 간이 시뮬레이션을 추가 수행할 수 있다(S411).
- [90] 운용 제어부(130)는 수행부(120)에서 추가 수행된 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과에 포함된 전체 주행시간을 기반으로 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경 필요 여부를 판단할 수 있다(S412). 추가 수행된 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과에 따른 전체 주행시간이 이전에 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 따른 전체 주행시간 미만인 경우(S412의 No), 운용 제어부(130)는 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경이 필요한 것으로 판단하고(S413), S409 단계로 돌아가 변경된 기준 운용 대수를 미리 설정된 변경 규칙에 따라 추가 변경할 수 있다.
- [91] 추가 수행된 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과에 따른 전체 주행시간이 이전에 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 따른 전체 주행시간 이상인 경우(S412의 Yes), 운용 제어부(130)는 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경이 필요 없는 것으로 판단하고, 추가 변경이 필요 없는 것으로 판단한 시점 이전까지 수행된 모

든 간에 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 최적 운용 대수를 결정할 수 있다 (S414).

- [92] 이후, 운용 제어부(130)는 결정된 최적 운용 대수를 기반으로 작업 스케줄을 최종 생성할 수 있으며(S415), 최종 생성된 작업 스케줄을 수행부(120)에 전달할 수 있다. 수행부(120)는 최종 생성된 작업 스케줄을 기반으로 정상 시뮬레이션을 수행할 수 있다(S416).

[93]

- [94] 상술한 바에 따르면, 본 발명의 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템 및 방법은 물류 로봇에 대한 운용 대수와 같이 운영 조건을 유연하게 변경시킬 수 있으며, 운영 조건의 변경에 따라 변경된 운영 조건을 고려한 시뮬레이션의 결과값이 도출되도록 할 수 있다.

- [95] 또한, 정상적인 시뮬레이션이 수행되기 이전에 운영 조건을 변경해가며 시뮬레이션을 간헐적으로 수행한 결과를 바탕으로 물류 로봇에 대한 최적 운용 대수를 판단함으로써 최적값 도출을 위한 시간 리소스를 절약할 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.

청구범위

- [청구항 1] 물류 로봇의 운용 대수를 기반으로 시뮬레이션을 수행하는 수행부; 및
상기 물류 로봇에 대하여 기 설정된 초기 운용 대수를 기반으로 상기 수행
부에서 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 상기 물류 로봇
의 기준 운용 대수를 판단하고, 상기 기준 운용 대수를 미리 설정된 변경
규칙에 따라 변경하며, 상기 변경된 기준 운용 대수를 기반으로 상기 수행
부에서 추가 수행된 상기 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과를 기반으로
상기 물류 로봇의 최적 운용 대수를 결정하는 운용 제어부;를 포함하는 물
류 로봇의 시뮬레이션 시스템.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 운용 제어부는
상기 물류 로봇에 대한 운용 대수가 설정 또는 변경되면, 상기 설정 또는
변경된 운용 대수에 해당하는 물류 로봇 각각에 작업 리스트를 순차적으
로 할당하여 작업 스케줄을 생성하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시
뮬레이션 시스템.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 수행부는 상기 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기 설정된 기준 횟수
에 도달할 때까지 상기 간이 시뮬레이션을 수행하고,
상기 운용 제어부는
상기 수행부에서 수행된 상기 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 상기 기준
횟수에 도달할 때까지 상기 초기 운용 대수를 변경하고, 상기 수행 횟수가
기 설정된 기준 횟수에 도달하면 상기 기준 횟수만큼 수행된 간이 시뮬레
이션의 수행 결과를 기반으로 상기 기준 운용 대수를 판단하는 것을 특징
으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템.
- [청구항 4] 청구항 3에 있어서,
상기 운용 제어부는
상기 수행 횟수가 상기 기준 횟수에 도달할 때까지 상기 수행 횟수의 증가
에 따라 상기 초기 운용 대수가 일정 비율로 줄어들도록 상기 초기 운용
대수를 변경하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 운용 제어부는
상기 추가 수행된 상기 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과를 기반으로 상
기 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경 필요 여부를 판단하고, 상기 변경
된 기준 운용 대수의 추가 변경이 필요 없는 경우, 상기 추가 변경이 필요
없는 것으로 판단한 시점 이전까지 수행된 모든 간이 시뮬레이션의 수행
결과를 기반으로 상기 최적 운용 대수를 결정하는 것을 특징으로 하는 물
류 로봇의 시뮬레이션 시스템.

- [청구항 6] 청구항 5에 있어서,
상기 운용 제어부는
상기 추가 수행된 상기 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과에 포함된 상기 변경된 기준 운용 대수에 따른 물류 로봇의 전체 주행시간을 판단하고, 상기 판단된 전체 주행시간을 기반으로 상기 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경 필요 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템.
- [청구항 7] 청구항 6에 있어서,
상기 운용 제어부는
상기 판단된 전체 주행시간이 이전에 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 포함된 전체 주행시간 이상이면, 상기 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경이 필요 없는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템.
- [청구항 8] 청구항 5에 있어서,
상기 운용 제어부는
상기 모든 간이 시뮬레이션 별로 상기 모든 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 포함된 전체 주행시간, 이탈도, 병목발생횟수 및 지연발생시간 중 적어도 하나를 판단하고, 상기 판단된 적어도 하나를 상기 모든 간이 시뮬레이션 간에 비교하여 가장 작은 값을 갖는 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 대응되는 상기 물류 로봇에 대한 운용 대수를 상기 최적 운용 대수로 결정하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템.
- [청구항 9] 청구항 1에 있어서,
상기 운용 제어부는 상기 결정된 최적 운용 대수에 따른 작업 스케줄을 생성하여 상기 수행부에 제공하고,
상기 수행부는 상기 제공된 작업 스케줄을 기반으로 정상 시뮬레이션을 수행하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 시스템.
- [청구항 10] 물류 로봇에 대하여 기 설정된 초기 운용 대수를 기반으로 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 상기 물류 로봇의 기준 운용 대수를 판단하는 단계;
상기 기준 운용 대수를 미리 설정된 변경 규칙에 따라 변경하는 단계;
상기 변경된 기준 운용 대수를 기반으로 상기 간이 시뮬레이션을 추가 수행하는 단계; 및
상기 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과를 기반으로 상기 물류 로봇의 최적 운용 대수를 결정하는 단계;를 포함하는 물류 로봇의 시뮬레이션 방법.
- [청구항 11] 청구항 10에 있어서,
상기 기준 운용 대수를 판단하는 단계는
상기 초기 운용 대수에 해당하는 물류 로봇 각각에 작업 리스트를 순차적으로 할당하여 작업 스케줄을 생성하는 단계; 및

- 상기 생성된 작업 스케줄을 기반으로 상기 물품 생산 시뮬레이션을 수행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 방법.
- [청구항 12] 청구항 10에 있어서,
상기 기준 운용 대수를 판단하는 단계는
상기 수행부는 상기 간이 시뮬레이션의 수행 횟수가 기 설정된 기준 횟수에 도달할 때까지 상기 초기 운용 대수를 변경하며 상기 간이 시뮬레이션을 수행하는 단계; 및
상기 수행 횟수가 기 설정된 기준 횟수에 도달하면 상기 기준 횟수만큼 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과를 기반으로 상기 기준 운용 대수를 판단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 방법.
- [청구항 13] 청구항 12에 있어서,
상기 물품 생산 시뮬레이션을 수행하는 단계는
상기 수행 횟수가 상기 기준 횟수에 도달할 때까지 상기 수행 횟수의 증가에 따라 상기 초기 운용 대수가 일정 비율로 줄어들도록 상기 초기 운용 대수를 변경하는 단계; 및
상기 변경된 초기 운용 대수를 기반으로 상기 간이 시뮬레이션을 수행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 방법.
- [청구항 14] 청구항 10에 있어서,
상기 최적 운용 대수를 결정하는 단계는
상기 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과를 기반으로 상기 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경 필요 여부를 판단하는 단계; 및
상기 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경이 필요 없는 경우, 상기 추가 변경이 필요 없는 것으로 판단한 시점 이전까지 수행된 모든 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과를 기반으로 상기 최적 운용 대수를 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 방법.
- [청구항 15] 청구항 14에 있어서,
상기 판단하는 단계는
상기 간이 시뮬레이션의 추가 수행 결과에 포함된 상기 변경된 기준 운용 대수에 따른 물류 로봇의 전체 주행시간을 판단하는 단계; 및
상기 판단된 전체 주행시간을 기반으로 상기 변경된 기준 운용 대수의 추가 변경 필요 여부를 판단하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 방법.
- [청구항 16] 청구항 15에 있어서,
상기 추가 변경 필요 여부를 판단하는 단계는
상기 판단된 전체 주행시간이 이전에 수행된 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 포함된 전체 주행시간 이상이면, 상기 변경된 기준 운용 대수의 추가

변경이 필요 없는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 방법.

[청구항 17] 청구항 14에 있어서,
상기 최적 운용 대수를 결정하는 단계는
상기 모든 간이 시뮬레이션 별로 상기 모든 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 포함된 전체 주행시간, 이탈도, 병목발생횟수 및 지연발생시간 중 적어도 하나를 판단하는 단계; 및
상기 판단된 적어도 하나를 상기 모든 간이 시뮬레이션 간에 비교하여 가장 작은 값을 갖는 간이 시뮬레이션의 수행 결과에 대응되는 상기 물류 로봇에 대한 운용 대수를 상기 최적 운용 대수로 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 방법.

[청구항 18] 청구항 10에 있어서,
상기 최적 운용 대수를 결정하는 단계 이후,
상기 결정된 최적 운용 대수에 따른 작업 스케줄을 생성하는 단계; 및
상기 생성된 작업 스케줄을 기반으로 정상 시뮬레이션을 수행하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 물류 로봇의 시뮬레이션 방법.