

명세서

발명의 명칭: 차량 생산 시스템 및 차량 생산 시스템 제어 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 차량 생산 시스템 및 차량 생산 시스템 제어 방법에 관한 것으로, 상세하게는 차량을 생산하기 위한 스마트팩토리에 적용될 수 있는 발명에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적인 물류 창고나 공장은 물론, 다양한 부품을 사용하여 서로 다른 사양의 물품을 제조하는 스마트팩토리에서는 유연하고 효율적인 부품의 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 시스템의 제어에 따라 이동 및 작업을 수행할 수 있다.
- [4] 한편, 스마트 물류 차량은 팔레트에 적재된 부품을 스마트팩토리 내 공정이 수행되는 곳으로 이송하며, 스마트 물류 차량은 부품의 필요시 스마트팩토리 내 공정이 수행되는 곳으로 호출된다.
- [5] 스마트 물류 차량은 비용, 공간 등의 효율 문제로 인해 필요한 공정 수보다 적은 수로 운영하며, 팔레트에는 다수의 부품을 담아 운용한다.
- [6] 그런데, 부품의 필요에 의해 스마트 물류 차량의 호출 시간이 겹치게 될 경우, 호출수가 운용되는 스마트 물류 차량의 수보다 많게 되어 물류 지연의 문제점이 발생한다.
- [7] 이러한 문제를 해결하기 위해, 스마트 물류 차량의 운용수를 증가시키면 운용 비용 증가 및 유휴 스마트 물류 차량의 증가로 인해, 스마트 물류 차량 운용 효율성이 저하되어, 스마트 물류 차량 운용의 효율성을 증가시킬 수 있는 방안이 요구된다.
- [8]
- [9] 상기의 배경기술로서 설명된 사항들은 본 발명의 배경에 대한 이해 증진을 위한 것일 뿐, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에게 이미 알려진 종래기술에 해당함을 인정하는 것으로 받아들여져서는 안 될 것이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 물류의 공급이 지연되는 것을 예방할 수 있으며, 물류로봇의 운용 효율성을 향상시킬 수 있는 차량 생산 시스템 및 차량 생산 시스템 제어 방법을 제공하고자 함이다.

[11]

과제 해결 수단

- [12] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 차량 생산 시스템은 스마트팩토리의 복수의 작업스팟들 각각에 부품을 운송하는 물류로봇의 팔레트에 적재되는 부품개수를 관리하는 차량 생산 시스템으로서, 각 팔레트에 적재되는 부품개수를 설정하고, 팔레트에 적재되는 부품개수는 팔레트에 적재될 수 있는 최대개수 또는 그 보다 작은 소수로 결정하며, 팔레트별 적재 부품개수에 대한 복수의 조합을 생성하는 설정부; 및 물류로봇의 운송 시뮬레이션을 통해 설정부가 생성한 복수의 조합 중 대안 조합을 선정하는 분석부;를 포함한다.
- [13] 설정부는 각 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수 또는 그보다 작으며 가장 인접한 소수 중 하나를 택하여 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정할 수 있다.
- [14] 분석부는 운송 시뮬레이션을 통해 물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수 또는 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 최소가 되는 조합을 대안 조합으로 선정할 수 있다.
- [15] 분석부는 대안 조합 외 물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나, 물류로봇 당 호출되는 횟수의 표준편차가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정할 수 있다.
- [16] 물류로봇을 운용하는 물류로봇 운용 시스템; 및 분석부로부터 대안 조합을 전달받아 물류로봇 운용 시스템에 전달하는 관리부;를 더 포함하며, 물류로봇 운용 시스템은 대안 조합에 기반하여 물류로봇을 운용할 수 있다.
- [17] 물류로봇 시스템은 대안 조합에 따른 물류로봇 운용결과에 기반하여 관리부에 대체 조합 전송을 요청하며, 대체 조합 전송 요청이 있는 경우, 관리부는 물류로봇 운용 시스템에 대체 조합을 전송할 수 있다.
- [18] 분석부는 각 팔레트의 운반 부품 수량의 최소공배수에서 1을 뺀 값을 시뮬레이션 범위로 설정하여 운송 시뮬레이션을 수행할 수 있다.
- [19] 물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 최소가 되는 조합을 대안조합으로 선정할 경우, 시뮬레이션 범위는 각 팔레트의 운반 부품 수량의 최소공배수에서 1을 뺀 값일 수 있다.
- [20] 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 최소가 되는 조합을 조합을 대안조합으로 선정할 경우, 시뮬레이션 범위는 각 팔레트의 운반 부품 수량의 최소공배수일 수 있다.

- [21] 팔레트는 적재가능한 부품의 최대개수에 따라 분류되며, 설정부는 같은 종류의 팔레트로 분류된 팔레트는 동일한 팔레트로 취급하고, 각 팔레트에 임의로 적재가능한 부품의 최대개수 또는 적재가능한 부품의 최대개수보다 작은 소수를 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정하여 팔레트별 적재 부품개수에 대한 조합을 생성할 수 있다.
- [22] 설정부는 각 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수 또는 그보다 작으며 가장 인접한 소수로 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정할 수 있다.
- [23] 설정부는 각 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수가 1 또는 2인 경우에는 각 팔레트에 적재되는 부품개수를 1 또는 2로 설정할 수 있다.
- [24]
- [25] 스마트팩토리의 복수의 작업스팟들 각각에 부품을 운송하는 물류로봇의 팔레트에 적재되는 부품개수를 관리하는 차량 생산 시스템 제어 방법으로서, 설정부가 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수 또는 그보다 작은 소수 중 하나를 선택하여 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정하여 팔레트별 적재 부품개수에 대한 복수의 조합을 생성하는 단계; 분석부가 물류로봇의 운송 시뮬레이션을 수행하여 설정부가 생성한 복수의 조합 중 대안 조합을 선정하는 단계;를 포함한다.
- [26] 팔레트별 적재 부품개수에 대한 복수의 조합을 생성하는 단계는,
- [27] 각 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수 또는 그보다 작으며 가장 인접한 소수 중 하나를 택하여 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정할 수 있다.
- [28] 대안 조합을 선정하는 단계는,
- [29] 물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수 또는 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 최소가 되는 조합을 대안 조합으로 선정할 수 있다.
- [30] 대안 조합을 선정하는 단계에서,
- [31] 분석부는 대안 조합 외 물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나, 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나, 물류로봇 당 호출되는 횟수의 표준편차가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [32] 대안 조합을 선정하는 단계 이후,
- [33] 물류로봇 운용 시스템이 대안 조합에 기반하여 물류로봇을 운용하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [34]

발명의 효과

- [35] 본 발명의 차량 생산 시스템 및 차량 생산 시스템 제어 방법에 따르면, 물류로봇의 팔레트별 적재량을 변경함에 따라 물류로봇이 동시다발적으로 호출되는 시점을 감소시킬 수 있어 물류로봇의 운용 수는 유지하면서 물류의 공급이 지연되는 것을 예방할 수 있다.

[36] 또한, 물류로봇이 호출되는 횟수를 평준화하여 물류로봇의 운용 효율성을 향상시킬 수 있다.

[37]

도면의 간단한 설명

[38] 도 1은 스마트팩토리 내부 일부를 간략하게 도시한 것이다.

[39] 도 2는 종래의 물류로봇 제어 방식의 비효율성이 초래되는 이유를 설명하기 위한 표이다.

[40] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 생산 시스템 및 차량 생산 시스템 제어 방법의 흐름도를 나타낸 것이다.

[41] 도 4 내지 6은 본 발명의 이해를 돕기 위한 자료이다.

[42]

발명의 실시를 위한 형태

[43] 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.

[44] 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.

[45] 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.

[46] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[47] 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.

[48] 이하, 설명될 본 발명의 구성 중 설정부, 분석부, 관리부 및 물류로봇 운용 시스템이 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.

- [49] 또한, 하기 물류로봇은 스마트 물류 차량인 자율 주행 모바일 로봇(AMR: Autonomous Mobile Robot), 무인 반송차(AGV: Automated Guided Vehicle) 및 무인 지게차 등을 통칭하는 개념으로 사용된다.
- [50]
- [51] 도 1은 스마트팩토리 내부 일부를 간략하게 도시한 것이며, 도 1을 참조하면, 스마트팩토리(100) 내부에는 차량 생산에 필요한 공정이 수행되는 작업스팟(130)이 존재한다. 물류로봇(170)은 차량 생산에 필요한 공정의 종류에 따라 필요한 부품을 작업스팟(130)으로 이송한다.
- [52] 구체적으로, 부품 이송절차를 설명하자면, 팔레트에는 필요한 부품이 적재되고, 물류로봇은 부품이 적재된 팔레트의 하부지점을 지지하고 들어올려 팔레트를 작업스팟으로 이동시킬 수 있다.
- [53] 즉, 물류로봇이 호출되면 부품이 팔레트에 적재되는 장소로 이동하여, 부품이 적재된 팔레트를 들어올리고, 이를 다시 작업스팟으로 이동시킨다.
- [54] 물류로봇(170)에는 팔레트가 연결(결합)되며, 팔레트에 마련된 트레이 등에 필요한 부품이 놓이게 된다. 차량을 생산하는데 필요한 부품의 종류가 많아, 팔레트의 경우에도 그 종류가 많다.
- [55]
- [56] 도 2는 종래의 물류로봇 제어 방식의 비효율성이 초래되는 이유를 설명하기 위한 표이다. 도 2를 참조하면, "F조립"공정에 있어서, 필요한 부품은 X,Y 및 Z이며, 각 부품은 A,B 및 C 타입 팔레트에 적재될 수 있다고 가정한다.
- [57] 부품 X는 A 타입 팔레트에 최대 4개가 적재될 수 있으며, 부품 Y는 B 타입 팔레트에 최대 8개가 적재될 수 있고, 부품 Z는 C 타입 팔레트에 최대 2개가 적재될 수 있다.
- [58] 부품 X,Y 및 Z를 통해 F조립 공정을 수행하는데 있어, 물류로봇은 부품 X, Y 및 Z가 모두 소진될 때마다 호출된다. 즉, 공정 시퀀스를 참조하면, 1 시퀀스에 있어서 X,Y 및 Z가 하나씩 소진되고, 2 시퀀스에 있어서 Z는 모두 소진되어 부품 Z 운반을 담당하는 물류로봇이 작업스팟으로 호출될 것이다. 마찬가지로, 4 시퀀스에 있어서, 부품 X와 Z는 모두 소진되어 부품 X와 Z를 담당하는 물류로봇이 작업스팟으로 호출될 것이다. 또한, 8 시퀀스에 있어서, 부품 X, Y 및 Z가 모두 소진되어 부품 X, Y 및 Z의 운반을 담당하는 물류로봇이 작업스팟으로 호출될 것이다.
- [59] 위와 같이, 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대 적입 개수에 맞춰 부품을 운반하는 경우, 부품의 최대 적입 개수의 최소공배수에 해당하는 공정 시퀀스에서 물류로봇의 호출이 동시다발적으로 발생하여 물류 운반의 지연이 발생할 수 있다.
- [60]
- [61] 위와 같은 문제점을 해결하기 위해, 본 발명에서는 자신과 1만을 약수로 가지는 소수의 특성을 활용하여, 모든 팔레트를 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대 적재 개수에 맞춰 부품을 운반하는 것이 아닌, 일부 팔레트는 최대 적재 개수

에 따라 부품을 운반하며, 일부 팔레트는 최대 적재 개수보다 작은 소수만큼 부품을 운반하도록 한다.

- [62] 더 구체적으로, 팔레트에 적재되는 부품의 최대 적재 개수에 맞추어 부품을 운반하는 경우, 각 부품의 최대 적재 개수의 최소공배수인 공정 시퀀스마다 물류로봇이 호출되는 횟수가 최대가 되므로, 자신과 1만을 약수로 가지는 소수의 특성을 활용하는 것이다.
- [63]
- [64] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 생산 시스템 및 차량 생산 시스템 제어 방법의 흐름도를 나타낸 것이다.
- [65] 도 3을 참조하면, 차량 생산 시스템은 물류로봇 운용 시스템(300)과 물류로봇의 팔레트에 적재되는 부품개수를 관리하는 관리 시스템(500)을 포함한다. 관리 시스템(500)은 사용되는 팔레트에 적재되어야 할 부품의 개수를 선택하며, 이를 물류로봇 운용 시스템(300)에 전달한다. 관리 시스템(500)으로부터 사용되는 팔레트에 적재되어야 할 부품의 개수를 전달받은 물류로봇 운용 시스템(300)은 이를 기반으로 다른 로봇장치 또는 노동자가 선택된 부품의 개수를 팔레트에 적재할 수 있도록 할 수 있다.
- [66] 물류로봇 운용 시스템(300)에 대한 구체적인 내용은 후술하기로 하며, 관리 시스템(500)에 대해 상세하게 서술한다.
- [67] 관리 시스템(500)은 차량 생산 시스템의 일부 구성으로, 물류로봇(170)의 팔레트에 적재되는 부품개수를 관리하는 시스템에 해당한다. 관리 시스템(500)은 관리부(510), 설정부(530), 분석부(550)를 포함한다. 효율적인 물류로봇의 운용을 위해서, 관리부(510)가 설정부에 적정 적재 개수 판단을 요청하면, 설정부(530)는 사용되는 팔레트마다 적재되어야 할 부품개수에 관한 조합을 탐색하고 생성하게 된다.
- [68] 구체적으로, 먼저, 설정부(530)는 각 팔레트에 적재되는 부품개수를 설정한다. 부품개수의 설정은, 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수 또는 그 보다 작은 소수로 결정될 수 있다. 스마트팩토리(100) 내에는 복수의 물류로봇(170)과 그에 대응하는 복수의 팔레트가 마련되므로, 설정부(530)는 팔레트에 적재되는 부품개수에 관한 복수의 조합을 생성할 수 있다.
- [69] 자신과 1만을 약수로 가지는 소수의 특성을 활용하여, 동시다발적으로 호출되는 물류로봇(170)의 수를 감소시키기 위함이지만, 모든 팔레트의 부품개수를 소수로 설정하면, 소수인 공정 시퀀스마다 물류로봇의 호출수가 동시다발적으로 증가할 수 있다. 따라서, 사용되는 팔레트의 일부는 소수로, 일부는 팔레트에 적재될 수 있는 최대개수로 설정하는 방법을 통해 동시간대에 호출되는 물류로봇(170)의 최대 호출 횟수를 감소시킬 수 있다.
- [70] 여기서, 소수는 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수보다 작으면 되지만, 가장 적절하게는 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수와 가장 인접한 소수인 것이 바람직하다.

- [71]
- [72] *도 4를 참조하여, 예를 들어 설명하자면, "G공정"을 수행하는데, 1번 팔레트, 2번 팔레트, 3번 팔레트, 4번 팔레트, 5번 팔레트, 6번 팔레트가 사용되며, 1번 팔레트의 부품 최대 적재량은 2, 2번 내지 4번 팔레트의 부품 최대 적재량은 4, 5번 내지 6번 팔레트의 부품 최대 적재량은 6이라고 가정하자.
- [73] 여기서, 2는 자체로 소수이므로 설정부(530)는 1번 팔레트의 부품 적재량을 2로 결정할 수 있다(1은 소수는 아니지만, 1보다 작은 소수는 존재하지 않기에 설정부는 각 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수가 1 또는 2인 경우에는 각 팔레트에 적재되는 부품개수를 1 또는 2로 설정한다).
- [74] 2번 팔레트 내지 4번 팔레트의 부품 최대 적재량은 4이므로, 4에 인접한 4보다 작은 소수는 3이 된다. 따라서, 설정부(530)는 2번 내지 4번 팔레트의 부품 적재량을 4 또는 3 중 어느 하나로 선택할 수 있다.
- [75] 5번 팔레트 내지 6번 팔레트의 부품 최대 적재량은 6이므로, 6에 인접한 6보다 작은 소수는 5가 된다. 따라서, 설정부(530)는 5번 내지 6번 팔레트의 부품 적재량을 6 또는 5 중 어느 하나로 선택할 수 있다.
- [76] 이와 같은 일련의 과정에 의해, 생성될 수 있는, 팔레트별 부품 적재량 조합은 $2^5 = 32$ 로 총 32개가 생성될 수 있다.
- [77]
- [78] 관리 시스템(500)에 포함되는 분석부(550)는 설정부(530)가 생성한 조합을 전달받아 운송 시뮬레이션을 수행하고 설정부(530)가 생성한 조합 중 대안 조합을 선정하는 구성이다. 구체적으로, 상기 예시와 같이 설정부(530)가 생성한 복수의 조합을 설정부(530)로부터 전달받아, 분석부(550)는 각 조합에 대한 운송 시뮬레이션을 수행할 수 있다.
- [79] 설정부(530)가 생성한 복수의 조합에 대한 운송 시뮬레이션이 수행이 완료되면 설정부(530)가 생성한 조합마다 물류로봇(170)이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수 또는 물류로봇(170) 당 호출되는 평균 호출횟수가 산출될 수 있다.
- [80] 도 4 및 5를 참조하여, 예를 들어 설명하면, 설정부(530)가 생성한 복수의 조합 중 조합 2를 살펴본다.
- [81] 1번 팔레트의 부품 적재량은 2, 2번 팔레트의 부품 적재량은 3, 3번 팔레트 내지 4번 팔레트의 부품 적재량은 4, 5번 팔레트 내지 6번 팔레트의 부품 적재량은 6으로 선택되었다.
- [82] 조합 2에 대한 운송 시뮬레이션 결과, G공정에 대한 운송 시뮬레이션에서 최대 호출 횟수는 공정 시퀀스 6(혹은 6의 배수인 공정 시퀀스마다)에서 나타나는 4이며, 평균 호출 횟수는 1.17번으로 나타났다.
- [83] 물론, 2,3,4,6의 최소공배약수에 해당하는 12 공정 시퀀스에서 물류로봇의 최대 호출 횟수가 6일 수 있지만, 모든 조합은 부품적재 개수의 최소공배수에 해당하는 시퀀스에서 모든 물류로봇의 호출이 이루어지므로 모두 최대 호출 횟수를 가

진다. 즉, 부품적재 개수의 최소공배수에 해당하는 시퀀스를 관찰하는 것은 의미가 없으므로 무시하도록 한다.

[84] 즉, 최대 호출 횟수를 관찰할 때는, 부품적재 개수의 최소공배수에 해당하는 시퀀스까지 판단하는 것이 적절하며, 다만, 평균 호출 횟수를 관찰할 때는, 부품적재 개수의 최소공배수 -1 에 해당하는 시퀀스까지 판단하는 것이 바람직하다.

[85]

[86] 도 5에 나타낸 평균 호출 횟수는 해당 조합에서 각 적재 횟수별 호출된 수의 평균을 의미한다. 즉, 조합 2의 팔레트별 적재 개수 2,3,4,6의 최소공배수가 12이며, 이는 12번마다 반복적인 호출이 행해진다는 것을 뜻한다. 따라서, 평균 호출 횟수는 12번의 공정 시퀀스 안에서 총 14번의 호출이 이루어지므로, $14/12 = 1.17$ 의 평균 호출 횟수를 가지게 된다.

[87]

[88] 한편, 분석부(550)는 운송 시뮬레이션을 통해 물류로봇(170)이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수 또는 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 최소가 되는 조합을 대안 조합으로 선정할 수 있다.

[89] 바람직하게는, 물류로봇(170)이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 최소가 되는 조합을 대안 조합으로 선정하는 것이 발명의 취지와 부합하나, 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 같거나, 최대 호출 횟수가 같은 조합이 존재하는 경우 등, 최대 호출 횟수로 대안 조합을 선정하기 어려운 경우에는, 평균 호출 횟수가 최소가 되는 조합을 대안 조합으로 선정할 수 있다.

[90] 즉, 도 5를 참조하면, 조합 32의 경우, 최대 호출 횟수가 3인 경우로, G공정에 대한 대안 조합으로 선정될 수 있다.

[91] 다만, 상술한 바와 같이, 물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 최소가 되는 조합을 대안조합으로 선정할 경우, 시뮬레이션 범위는 각 팔레트의 운반 부품 수량의 최소공배수 -1 에 해당하는 값이며, 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 최소가 되는 조합을 조합을 대안조합으로 선정할 경우, 시뮬레이션 범위는 각 팔레트의 운반 부품 수량의 최소공배수인 것이 바람직하다.

[92]

[93] 한편, 차량 생산 시스템은 물류로봇(170)을 운용하는 물류로봇 운용 시스템(300)을 포함한다. 물류로봇 운용 시스템(300)은 관리 시스템(500) 중 관리부(510)와 직접적으로 통신하며, 관리부(510)는 분석부(550)가 선정한 대안 조합을 물류로봇 운용 시스템(300)에 전달한다. 이에 따라, 물류로봇 운용 시스템(300)은 관리부(510)로부터 전달받은 대안 조합을 적용하여 물류로봇(170)을 운용하게 된다.

[94] 대안 조합은 운송 시뮬레이션에 의해 선정된 것으로, 시뮬레이션에 의한 결과일 뿐, 실제적인 물류로봇 운용에 있어서 예상하지 못한 변수들이 적용될 수 있어, 실제 결과는 운송 시뮬레이션과 일치하지 않는 결과를 가질 수 있다.

- [95] 이러한 경우에 대처하기 위해, 분석부(550)는 대안 조합 외에도 물류로봇(170)을 운용하기 위한 대체 조합을 복수개 선정할 수 있다. 구체적으로, 분석부(550)는 대안 조합 외 물류로봇(170)이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나 물류로봇(170) 당 호출되는 평균 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나, 물류로봇 당 호출되는 횟수의 표준편차가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정할 수 있다.
- [96] 즉, 물류로봇 운용 시스템(300)은 기본적으로 분석부(550)에 의해 선정된 대안 조합에 기반하여 물류로봇(170)을 운용할 수 있으나, 물류로봇 운용 시스템(300)이 실제로 운용한 결과에 기반하여 대안 조합의 적합, 부적합 여부를 판단하고, 대안 조합의 부적합 여부로 판단된 경우, 관리부(510)에 대체 조합 전송을 요청하며, 대체 조합 전송 요청이 있는 경우에 관리부(510)는 물류로봇 운용 시스템(300)에 대체 조합을 전송할 수 있다.
- [97] 즉, 대체 조합은 물류로봇의 최대 호출 횟수, 물류로봇 당 평균 호출 횟수, 물류로봇 당 호출되는 횟수의 표준편차에 기반하여 선정될 수 있는데, 본 발명의 목적은 동시다발적으로 호출되는 물류로봇의 수를 최소로 하고자 함이므로, 물류로봇의 최대 호출 횟수를 가장 우선적으로 판단하고, 이후, 물류로봇의 최대 호출 횟수가 같은 조합 내에서는 물류로봇 당 평균 호출 횟수를 관찰하여 조합의 우선순위를 정할 수 있다.
- [98] 만약, 물류로봇 당 평균 호출 횟수가 동일하거나 유사하다면 이 경우에는 표준편차에 기반하여 우선순위를 정할 수 있다.
- [99] 즉, 물류로봇의 최대 호출 횟수, 물류로봇 당 평균 호출 횟수가 같은 조합에서, 표준편차가 낮다는 것은 물류로봇의 호출이 적절한 분산이 이루어져 물류로봇의 효율적인 운용이 이루어지고 있다는 의미를 반영하며, 표준편차가 높다는 것은 호출을 자주 받는 로봇이 지속적으로 호출을 받는다는 것을 의미하여 가용 가능한 물류로봇이 일부 존재한다는 것을 반영한다.
- [100] 따라서, 물류로봇의 최대 호출 횟수, 물류로봇 당 평균 호출 횟수가 같다면, 표준편차가 낮은 조합이 더 높은 우선순위를 가지도록 할 수 있다.
- [101]
- [102] 한편, 대체 조합에 대한 전송 요청이 없더라도, 관리부(510)는 대안 조합과 대체 조합을 모두 물류로봇 운용 시스템(300)에 전송하여, 물류로봇 운용 시스템(300)은 대안 조합을 통해 물류로봇(170)을 운용한 날과 대체 조합을 운용해 물류로봇(170)을 운용한 날에 대한 결과를 비교하여, 대안 조합과 대체 조합에 대해 어떤 조합이 적절한지 판단할 수 있다.
- [103]
- [104] 이하, 분석부(550)가 수행하는 대안 조합 선정을 위한 운송 시뮬레이션의 또 다른 실시예들에 대하여 설명하도록 한다.

- [105] 도 5를 참조하면, 제1실시예에 따른 운송 시뮬레이션에서 G공정에 대한 운송 시뮬레이션을 완료하기 위한 n번 공정 시퀀스까지 수행된 결과를 토대로 최대 호출 횟수 또는 평균 호출 횟수를 산출하였다.
- [106] 그러나, 제2실시예에 따르면, 시뮬레이션을 완료하기 위한 n번 공정 시퀀스까지 수행할 필요가 없이, 시뮬레이션 범위를 n보다 작은 범위로 설정하여 운송 시뮬레이션을 수행할 수 있다.
- [107] 구체적으로, 시뮬레이션의 범위는, 각 팔레트의 운반 부품 수량의 최소공배수에서 1을 뺀 값으로 정해질 수 있다. 도 5를 참조하면, 조합 2에 해당하는, 각 팔레트의 운반 부품의 최소공배수는, 2, 3, 4, 6의 최소공배수에 해당하는 12이다.
- [108] 따라서, 조합 2는 공정 시퀀스 12 마다 전체 물류로봇의 이동이 반복되어 나타나 공정 시퀀스 n까지 수행되는 것이므로, 공정 시퀀스 11까지의 최대 호출 횟수 또는 평균 호출 횟수를 산출하여도 문제가 되지 않으며, 제2실시예에 따르면 운송 시뮬레이션의 결과 산출에 소비되는 시간을 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [109]
- [110] 한편, 도 4 및 5를 참조하면, 제1실시예에 따라 설정부(530)에서 복수의 조합을 생성하는데 있어, 사용되는 모든 팔레트의 경우의 수를 고려하여 32개의 조합을 생성하였다.
- [111] 그러나, 제3실시예에 따르면, 설정부(530)에서 복수의 조합을 생성하는데 있어, 팔레트를 적재 가능한 부품의 최대개수에 따라 분류하며, 같은 종류의 팔레트로 분류된 팔레트는 동일한 팔레트로 취급하여, 설정부(530)에서 복수의 조합을 생성할 수 있다.
- [112] 구체적으로, 제1실시예에 따르면, 최대 부품 적재량이 4인 2번 내지 4번 팔레트에서, 2번 팔레트의 부품 적재량은 3으로, 3번 내지 4번 팔레트의 부품 적재량은 4로 선택된 조합과 4번 팔레트의 부품 적재량은 3으로, 2번 내지 3번 팔레트의 부품 적재량은 4로 선택된 조합은 서로 다른 조합으로 구별된다.
- [113] 그러나, 제3실시예에 따르면, 상기와 같은 조합은 서로 같은 조합으로 구별된다. 즉, 제3실시예에 따르면, 2번 내지 4번 팔레트는 그룹 Q에 해당하는 팔레트로 분류되어, 2번 내지 4번 팔레트는 서로 구별되지 않기 때문이다.
- [114] 이와 같은 제3실시예에 따르면, 그룹 P에서는 1개, 그룹 Q에서는 4개, 그룹 R에서는 3개의 조합이 만들어지고, 이에 따라, 설정부(530)는 $1 \times 3 \times 4 = 12$, 총 12개의 조합을 생성할 수 있다.
- [115] 제1실시예에 따르면, 팔레트에 적재되는 부품의 특성까지 고려되는 장점이 있으나, 본 발명의 취지는 물류로봇(170)이 동시간에 호출되는 최대 횟수를 줄이는 것이므로, 제3실시예가 발명의 취지에 잘 부합할 수 있다. 또한, 제3실시예에 따르면 설정부(530)에서 조합을 생성하는데 소비되는 시간을 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [116]

- [117] 이하, 도 3을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 차량 생산 시스템 제어 방법을 설명한다.
- [118] 먼저, 물류로봇 운용 시스템(300)으로부터 공정 수행에 필요한 팔레트에 적재되는 부품의 적재 개수 설정에 대한 요청이 관리 시스템으로 전달(S100)된다. 구체적으로, 관리 시스템 내 관리부로 팔레트에 적재되는 부품의 적재 개수 설정에 대한 요청이 전달되며, 이때, 물류로봇 운용 시스템(300)으로부터 공정 수행에 사용되는 팔레트에 관한 정보(적재되는 부품의 종류, 팔레트에 적재되는 부품의 최대 적재 개수)가 관리부(510)로 함께 전달된다.
- [119] 관리부(510)는 설정부(530)로 팔레트별 적재 부품개수에 대한 복수의 조합을 생성하도록 요청(S200)한다. 이때, 팔레트에 관한 정보가 설정부(530)로 함께 전달될 수 있다.
- [120] 설정부(530)는 상술한 바와 같이, 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수 또는 그 보다 작은 소수 중 하나를 선택하여 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정하여 팔레트별 적재 부품개수에 대한 복수의 조합을 탐색하고 생성하는 단계(S300);를 수행한다.
- [121] 복수의 조합 생성이 완료되면, 설정부(530)는 생성한 복수의 조합을 분석부(550)로 전달하여 대안 조합 선정에 대한 요청(S400)을 수행한다. 복수의 조합을 전달받은 분석부(550)에서는 복수의 조합에 대한 물류로봇(170)의 운송 시뮬레이션을 수행하여 설정부(530)가 생성한 복수의 조합 중 대안 조합을 선정하는 단계(S500);를 수행한다.
- [122] 분석부(550)가 대안 조합을 선정하는 단계(S500)에서 분석부(550)는 물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수 또는 물류로봇(170) 당 호출되는 평균 횟수가 최소가 되는 조합을 대안 조합으로 선정할 수 있다.
- [123] 한편, 분석부(550)가 대안 조합을 선정하는 단계(S500)에서는, 분석부(550)는 대안 조합 외 물류로봇(170)이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나 물류로봇(170) 당 호출되는 평균 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나, 물류로봇 당 호출되는 횟수의 표준편차가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [124] 즉, 상술한 바와 같이, 대안 조합은 운송 시뮬레이션에 의해 선정된 것으로, 시뮬레이션에 의한 결과일 뿐, 실제적인 물류로봇(170) 운용에 있어서 예상하지 못한 변수들에 있어서 시뮬레이션과 일치하지 않는 결과를 가질 수 있다.
- [125] 이러한 경우를 대비하기 위해, 분석부(550)는 대안 조합 외에도 물류로봇(170)을 운용하기 위한 대체 조합을 복수개 선정할 수 있다. 구체적으로, 분석부(550)는 대안 조합 외 물류로봇(170)이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나 물류로봇(170) 당 호출되는 평균 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나, 물류로봇 당 호출되는 횟수의 표준편차가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정할 수 있다.

- [126] 한편, 대안 조합을 선정하는 단계(S500) 이후, 물류로봇 운용 시스템(300)이 대안 조합에 기반하여 물류로봇을 운용하는 단계(S800);를 포함할 수 있다.
- [127] 구체적으로, 대안 조합이 선정(S500)되면, 분석부(550)는 관리부(510)로 선정된 대안 조합을 송신하며, 대체 조합이 선정된 경우에는 대체 조합 또한 관리부(510)로 송신한다.
- [128] 대안조합을 송신받은 관리부(510)는 물류로봇 운용 시스템(300)으로 대안 조합을 송신(S700)하며, 물류로봇 운용 시스템(300)은 대안 조합을 적용하여 물류로봇(170)을 운용(S800)한다.
- [129] 물류로봇(170) 운용이 완료되면, 운용 결과를 평가하여, 대안 조합의 적합, 부적합 여부를 판단하여 관리부(510)로 송신(S1000)하며, 대안 조합이 부적합한 것으로 판단된 경우, 물류로봇 운용 시스템(300)은 관리부(510)로 대체 조합의 송신을 요청하며, 관리부(510)는 대체 조합을 물류로봇 운용 시스템(300)으로 송신(S1100)할 수 있다.
- [130]
- [131] 도 6은 본 발명의 일 실시예를 적용한 운용 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 도 2 및 도 6을 대비하면, "F조립"공정에 있어서, 본 발명의 일 실시예를 적용하기 전인 도 2를 참조하면, 물류로봇(170)이 8 공정 시퀀스마다 최대 호출 횟수가 3회이지만, 본 발명의 일 실시예를 적용한 도 6을 참조하면, 물류로봇(170)이 최대 호출 횟수는 6 공정 시퀀스에서 2회로 나타날 뿐이며, 이후, 42 공정 시퀀스에서 최대 호출 횟수가 3회로 나타날 뿐이다.
- [132] 즉, 최대 호출 횟수가 많아지는 경우는 발생하지만, 전체 공정 시퀀스를 생각하면 42 공정 시퀀스에서 발생하는 최대 호출 횟수는 무시할만한 수준이다.
- [133]
- [134] 이와 같이, 본 발명의 차량 생산 시스템 및 차량 생산 시스템 제어 방법에 따르면, 물류로봇(170)의 팔레트별 적재량을 변경함에 따라 물류로봇(170)이 동시다발적으로 호출되는 시점을 감소시킬 수 있어 물류로봇(170)의 운용 수는 유지하면서 물류의 공급이 지연되는 것을 예방할 수 있다.
- [135]
- [136] 본 발명의 특정한 실시예에 관련하여 도시하고 설명하였지만, 이하의 특허청구 범위에 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.
- [137]
- [138] [부호의 설명]
- [139] 100 : 스마트팩토리
- [140] 130 : 작업스팟
- [141] 170 : 물류로봇
- [142] 300 : 물류로봇 운용 시스템

WO 2025/121525**PCT/KR2023/021321**

- [143] 500 : 관리시스템
- [144] 510 : 관리부
- [145] 530 : 설정부
- [146] 550 : 분석부

청구범위

- [청구항 1] 스마트팩토리의 복수의 작업스팟들 각각에 부품을 운송하는 물류로봇의 팔레트에 적재되는 부품개수를 관리하는 차량 생산 시스템으로서, 각 팔레트에 적재되는 부품개수를 설정하고, 팔레트에 적재되는 부품개수는 팔레트에 적재될 수 있는 최대개수 또는 그 보다 작은 소수로 결정하며, 팔레트별 적재 부품개수에 대한 복수의 조합을 생성하는 설정부; 및 물류로봇의 운송 시물레이션을 통해 설정부가 생성한 복수의 조합 중 대안 조합을 선정하는 분석부;를 포함하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서, 설정부는 각 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수 또는 그보다 작으며 가장 인접한 소수 중 하나를 택하여 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서, 분석부는 운송 시물레이션을 통해 물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수 또는 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 최소가 되는 조합을 대안 조합으로 선정하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 4] 청구항 3에 있어서, 분석부는 대안 조합 외 물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나, 물류로봇 당 호출되는 횟수의 표준편차가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 5] 청구항 4에 있어서, 물류로봇을 운용하는 물류로봇 운용 시스템; 및 분석부로부터 대안 조합을 전달받아 물류로봇 운용 시스템에 전달하는 관리부;를 더 포함하며, 물류로봇 운용 시스템은 대안 조합에 기반하여 물류로봇을 운용하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 6] 청구항 5에 있어서, 물류로봇 시스템은 대안 조합에 따른 물류로봇 운용결과에 기반하여 관리부에 대체 조합 전송을 요청하며, 대체 조합 전송 요청이 있는 경우, 관리부는 물류로봇 운용 시스템에 대체 조합을 전송하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 7] 청구항 3에 있어서, 분석부는 각 팔레트의 운반 부품 수량의 최소공배수 또는 최소공배수에서 1을 뺀 값을 시물레이션 범위로 설정하여 운송 시물레이션을 수행하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.

- [청구항 8] 청구항 7에 있어서,
물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 최소가 되는 조합을 대안조합으로 선정할 경우, 시뮬레이션 범위는 각 팔레트의 운반 부품 수량의 최소공배수에서 1을 뺀 값인 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 9] 청구항 7에 있어서,
물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 최소가 되는 조합을 조합을 대안조합으로 선정할 경우, 시뮬레이션 범위는 각 팔레트의 운반 부품 수량의 최소공배수인 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 10] 청구항 1에 있어서,
팔레트는 적재가능한 부품의 최대개수에 따라 분류되며, 설정부는 같은 종류의 팔레트로 분류된 팔레트는 동일한 팔레트로 취급하고, 각 팔레트에 임의로 적재가능한 부품의 최대개수 또는 적재가능한 부품의 최대개수보다 작은 소수를 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정하여 팔레트별 적재 부품개수에 대한 조합을 생성하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 11] 청구항 8에 있어서,
설정부는 각 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수 또는 그보다 작으며 가장 인접한 소수로 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 12] 청구항 11에 있어서,
설정부는 각 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수가 1 또는 2인 경우에는 각 팔레트에 적재되는 부품개수를 1 또는 2로 설정하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템.
- [청구항 13] 스마트팩토리의 복수의 작업스팟들 각각에 부품을 운송하는 물류로봇의 팔레트에 적재되는 부품개수를 관리하는 차량 생산 시스템 제어 방법으로서,
설정부가 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수 또는 그보다 작은 소수 중 하나를 선택하여 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정하여 팔레트별 적재 부품개수에 대한 복수의 조합을 생성하는 단계;
분석부가 물류로봇의 운송 시뮬레이션을 수행하여 설정부가 생성한 복수의 조합 중 대안 조합을 선정하는 단계;를 포함하는 차량 생산 시스템 제어 방법.
- [청구항 14] 청구항 13에 있어서,
팔레트별 적재 부품개수에 대한 복수의 조합을 생성하는 단계는,
각 팔레트에 적재될 수 있는 부품의 최대개수 또는 그보다 작으며 가장 인접한 소수 중 하나를 택하여 팔레트에 적재되는 부품개수로 설정하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템 제어 방법..
- [청구항 15] 청구항 13에 있어서,

대안 조합을 선정하는 단계는,
물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수 또는 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 최소가 되는 조합을 대안 조합으로 선정하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템 제어 방법.

[청구항 16]

청구항 15에 있어서,
대안 조합을 선정하는 단계에서,
분석부는 대안 조합 외 물류로봇이 동시간에 호출되는 최대 호출 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나 물류로봇 당 호출되는 평균 횟수가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하거나 물류로봇 당 호출되는 횟수의 표준편차가 낮은 순서로 대체 조합을 복수개 선정하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템 제어 방법.

[청구항 17]

청구항 13에 있어서,
대안 조합을 선정하는 단계 이후,
물류로봇 운용 시스템이 대안 조합에 기반하여 물류로봇을 운용하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 생산 시스템 제어 방법.