



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0028472
(43) 공개일자 2024년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E04G 21/04 (2006.01) B66C 23/68 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E04G 21/0463 (2013.01)
B66C 23/68 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7003630
(22) 출원일자(국제) 2022년06월29일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년01월30일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/067906
(87) 국제공개번호 WO 2023/280656
국제공개일자 2023년01월12일
(30) 우선권주장
10 2021 207 097.3 2021년07월06일 독일(DE)

(71) 출원인
푸츠마이스터 엔지니어링 게엠베하
독일, 테-72631 아히탈, 막스-에스-스트라쎄 10
(72) 발명자
슈타인만델 알렉산더
독일 72770 로이틀링겐 브루노-마츠케-슈트라쎄 14
(74) 대리인
특허법인코리아나

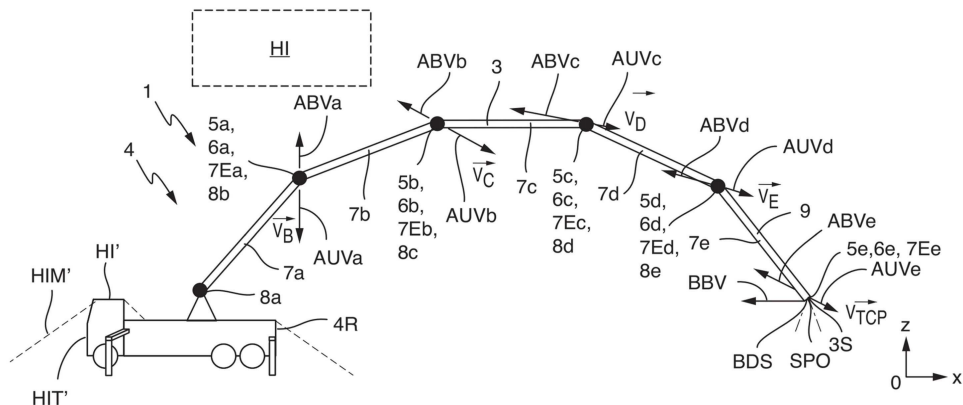
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 조정가능한 분배 붐의 이동을 제어하기 위한 방법 및 시스템, 및 조정가능한 분배 붐을 갖는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 재료 펌핑 디바이스에 의해 건설 재료 또는 걸쭉한 물질을 분배하기 위한 방법

(57) 요약

본 발명은 조정가능한 분배기 붐(3)의 이동을 제어하기 위한 방법에 관한 것이고, 상기 분배기 붐(3)은 복수의 조정가능한 붐 구성요소들(5a, 5b, 5c, 5d, 5e)을 갖고, 분배기 붐(3)의 붐 팁(3S)의 적어도 하나의 동일한 팁 포지션(SPO)은 붐 구성요소들(5a-e)의 상이한 포지션 조합들(SK, SK')에 의해 달성될 수 있고, 방법은 a) 붐 요소들(6a-e)에 대한 적어도 하나의 장애물(HI, HI')과 관련하여 분배기 붐(3)의 복수의 붐 요소들(6a, 6b, 6c, 6d, 6e)에 대한 벡터형 거리 변수들(ABVa, ABVb, ABVc, ABVd, ABVe)을 결정하는 단계, b) 결정된 거리 변수들(ABVa-e)에 기초하여 복수의 붐 구성요소들(5a-e)에 대한 벡터형 회피 이동 변수들(AUVa, AUVb, AUVc, AUVd, AUVe)을 결정하는 단계, 및 c) 팁 포지션(SPO)을 결정하는 벡터형 오퍼레이터 이동 변수(BBV) 및 결정된 회피 이동 변수들(AUVa-e)에 기초하여 이동을 제어하는 단계를 갖는다.

대표도



(52) CPC특허분류

E04G 21/0436 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

조정가능한 분배기 붐(3)의 이동을 제어하기 위한 방법으로서,

상기 분배기 붐(3)은 복수의 조정가능한 붐 구성요소들(5a, 5b, 5c, 5d, 5e)을 갖고, 상기 분배기 붐(3)의 붐 팁(3S)의 적어도 하나의 동일한 팁 포지션(SPO)은 상기 붐 구성요소들(5a-e)의 상이한 포지션 조합들(SK, SK')에 의해 달성가능하고, 상기 방법은 다음의 단계들:

- 붐 요소들(6a-e)에 대한 적어도 하나의 장애물(HI, HI')과 관련하여 상기 분배기 붐(3)의 복수의 상기 붐 요소들(6a, 6b, 6c, 6d, 6e)에 대한 벡터형 거리 변수들(ABVa, ABVb, ABVc, ABVd, ABVe)을 식별하는 단계;
- 식별된 상기 거리 변수들(ABVa-e)에 기초하여 복수의 상기 붐 구성요소들(5a-e)에 대한 벡터형 회피 이동 변수들(AUVa, AUVb, AUVc, AUVd, AUVe)을 식별하는 단계; 및
- 팁 포지션(SPO)을 결정하는 벡터형 오퍼레이터 이동 변수(vectorial operator movement variable : BBV) 및 식별된 상기 회피 이동 변수들(AUVa-e)의 함수로서 상기 이동을 제어하는 단계를 포함하는, 조정가능한 분배기 붐의 이동을 제어하기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

- 상기 붐 구성요소들(5a-e)은 상기 분배기 붐(3)의 붐 세그먼트들(7a, 7b, 7c, 7d, 7e), 특히 분배기 붐(3)의 붐 팁(3S) 및 조정가능한 붐 조인트들(8b, 8c, 8d, 8e)의 동일한 타입, 특히 단부들(7Ea, 7Eb, 7Ec, 7Ed, 7Ee)을 갖는, 조정가능한 분배기 붐의 이동을 제어하기 위한 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

- 상기 벡터형 회피 이동 변수들(AUVa-e)은 특히 각각의, 장애물(HI)로부터 멀어지게 유도(lead)되고, 특히 각각의, 벡터형 거리 변수들(ABVa-e)과 반대인, 조정가능한 분배기 붐의 이동을 제어하기 위한 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

- 단계 c)는 특히 각각의, 거리 변수들(ABVa-e), 특히 및 오퍼레이터 이동 변수(BBV)의 값에 따라, 특히 각각의, 특히 가변적인 가중치 인자(GFa, GFb, GFc, GFd, GFe)에 의해, 회피 이동 변수들(AUVa-e)를 가중함으로써, 이동을 제어하는 단계를 포함하는, 조정가능한 분배기 붐의 이동을 제어하기 위한 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항, 특히 제 4 항에 있어서,

- 상기 방법은 상기 분배기 붐(3)의 제어된 이동을 기억하는 단계를 포함하고;
- 상기 방법은, 상기 회피 이동 변수들(AUVa-e) 및 상기 오퍼레이터 이동 변수(BBV)가 상호 양립할 수 없다면, 특히 상기 회피 이동 변수들(AUVa-e)이 상기 오퍼레이터 이동 변수(BBV)보다 크다면, 기억된 상기 이동을 역으로 수행하는 단계를 포함하는, 조정가능한 분배기 붐의 이동을 제어하기 위한 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 방법은, 특히 실제 형상(HIT')의 전이부들을 평활화 및/또는 평탄화함으로써, 상기 장애물(HI')의 실제

형상(HIT')보다 큰 형상(HIT')으로, 특히 상기 상기 분배기 붐(3)을 갖는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질(thick matter) 펌핑 디바이스(4)의 나머지 파트(4R)의, 상기 장애물(HI')을 모델링하는 단계를 포함하고;

- 단계 a)는, 모델링된 상기 장애물(HI')과 관련하여 상기 거리 변수들(ABVa-e) 중 적어도 하나를 식별하는 단계를 포함하는, 조정가능한 분배기 붐의 이동을 제어하기 위한 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

- 상기 분배기 붐(3)은 복수의 조정가능한 붐 조인트들(8a, 8b, 8c, 8d, 8e)을 갖고, 동일한 팁 위치션(SPO)이 상기 붐 조인트들(8a-e)의 상이한 조인트 위치션 조합들(GSK, GSK')에 의해 달성가능하고, 특히 붐 조인트들(8a, 8b, 8c, 8d, 8e)은 상이한 조정 범위들(8Va, 8Vb, 8Vc, 8Vd, 8Ve)을 갖고;

- 단계 c)는 특히 그리고 상기 조정 범위들(8Va-e)을 고려하면서, 상기 회피 이동 변수들(AUVa-e) 및 상기 오퍼레이터 이동 변수(BBV)의 함수로서 상기 붐 조인트들(8a-e)의 이동들을 제어하는 단계를 포함하는, 조정가능한 분배기 붐의 이동을 제어하기 위한 방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에, 특히 제 4 항 및/또는 제 7 항에 있어서,

- 단계 c)는 특히 가중된 및/또는 모듈형 역 운동학(IK)에 의해 상기 이동을 제어하는 단계를 포함하고, 상기 회피 이동 변수들(AUVa-e) 및 상기 오퍼레이터 이동 변수(BBV)는 입력 변수들인, 조정가능한 분배기 붐의 이동을 제어하기 위한 방법.

청구항 9

건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스(4)에 의해 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질(BDS)을 분배하기 위한 방법으로서,

상기 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스(4)는 조정가능한 분배기 붐(3)을 갖고, 상기 분배기 붐(3)은 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질(BDS)을 이송하기 위한 컨베이어 라인(9)을 갖고;

- 상기 방법은 제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 분배기 붐(3)의 이동을 제어하기 위한 방법을 포함하고;

- 상기 방법은 이동 동안 건설 재료 및/또는 걸쭉한 재료(BDS)를 이송하는 단계를 포함하는, 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스에 의해 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질을 분배하기 위한 방법.

청구항 10

조정가능한 분배기 붐(3)의 이동을 제어하기 위한 시스템(1)으로서,

상기 분배기 붐(3)은 복수의 조정가능한 붐 구성요소들(5a, 5b, 5c, 5d, 5e)을 갖고, 상기 분배기 붐(3)의 붐 팁(3S)의 적어도 하나의 동일한 팁 위치션(SPO)은, 특히 제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하기 위해, 상기 붐 구성요소들(5a-e)의 상이한 위치션 조합들(SK, SK')에 의해 달성가능하고, 상기 시스템(1)은:

- 식별 및 제어 설비(2)를 갖고;

- 상기 식별 및 제어 설비(2)는 상기 붐 요소들(6a-e)에 대한 적어도 하나의 장애물(HI, HI')과 관련하여 분배기 붐(3)의 복수의 붐 요소들(6a, 6b, 6c, 6d, 6e)에 대한 벡터형 거리 변수들(ABVa, ABVb, ABVc, ABVd, ABVe)을 식별하도록 구성되고;

- 상기 식별 및 제어 설비(2)는 식별된 상기 거리 변수들(ABVa-e)에 기초하여 복수의 붐 구성요소들(5a-e)에 대한 벡터형 회피 이동 변수들(AUVa, AUVb, AUVc, AUVd, AUVe)을 식별하도록 구성되고;

- 상기 식별 및 제어 설비(2)는 팁 위치션(SPO)을 결정하는 벡터형 오퍼레이터 이동 변수(BBV) 및 식별된 상기 회피 이동 변수(AUVa-e)의 함수로서 상기 이동을 제어하도록 구성되는, 조정가능한 분배기 붐의 이동을 제어하기 위한 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 각각 특히 조정가능한 분배 붐의 이동을 제어하는 방법 및 시스템, 및 조정가능한 분배 붐의 이동을 제어하기 위한 그러한 방법을 갖는 조정가능한 분배 붐을 갖는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스에 의해 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질을 분배하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 발명은, 특히 각각 향상된 특성을 각각 갖고 조정가능한 분배 붐의 이동을 제어하기 위한 방법 및 시스템, 및 조정가능한 분배 붐의 이동을 제어하기 위한 그러한 방법을 갖는 조정가능한 분배 붐을 갖는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스에 의해 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질을 분배하기 위한 방법을 제공하는 것에 기초한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 제 1 항의 특징들을 갖는 방법, 제 9 항의 특징들을 갖는 방법, 및 제 10 항의 특징들을 갖는 시스템을 제공함으로써 이러한 목적을 달성한다. 본 발명의 유리한 개선예들 및/또는 설계 실시예는 종속항들에 설명된다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명에 따른 특히 자동 방법은, 각각 특히 유연하고, 조정가능한 분배기 붐의 이동 또는 트레블 또는 조정을 각각, 특히 자동으로, 제어하도록 설계, 구성 또는 제공된다. 분배기 붐은 복수의, 특히 유연하게, 조정가능한 붐 구성요소를 포함하거나 또는 갖는다. 분배기 붐의 붐 팁의, 적어도 하나의 동일한 팁 포지션, 특히 팁 포지션의 동일한 값은 붐 구성요소들의, 상이한 포지션 조합들 또는 구성들, 특히 포지션 조합의 상이한 값들에 의해 각각 달성될 수 있다. 상기 방법은, 예를 들어, a) 적어도 하나의, 특히 각각의 및/또는 개별의, 특히 다음의, 장애물과 관련하여, 특히 붐 요소를 위한 적어도 하나의 장애물과 관련하여 복수의 분배 붐 요소, 특히 분배 붐의 복수의 붐 요소에 대한, 특히 개별의 및/또는 복수의 벡터형 거리 변수, 특히 거리 변수 및/또는, 특히 기하학적, 거리 벡터의 값의 식별, 특히 자동 식별 및/또는 검출 및/또는 계산하는 단계;

[0005] b) 식별된 거리 변수에 기초하여 복수의, 특히 모든 붐 구성요소들에 대해, 특히 개별의, 벡터형 회피 이동 변수, 특히 회피 이동 변수의 값, 및/또는, 특히 기하학적, 회피 이동 벡터의 식별, 특히 자동 식별 및/또는 계산하는 단계, c) 팁 포지션, 특히 팁 포지션, 특히 붐 팁의 팁 포지션의 값을 결정하는, 식별된 회피 이동 변수 및 벡터형 오퍼레이터 이동 변수, 특히 오퍼레이터 이동 변수 및/또는 특히 기하학적, 오퍼레이터 이동 벡터의 적어도 하나의 값의 함수로서 이동을 제어, 특히 자동 제어하는 단계를 포함한다.

[0006] 이는, 특히 결정된, 팁 포지션을 달성하기 위해, 특히 분배기 붐의 이동 또는 트레블 동안 또는 특히 이와 동시에 분배기 붐이 적어도 장애물을 특히 능동적으로 회피할 수 있게 한다. 이러한 방식으로, 이는 특히 분배기 붐과 적어도 장애물 사이의, 특히 임박한 또는 다가오는 접촉, 또는 충돌을 회피하기 위해, 분배기 붐의, 특히 추가의, 이동을 블로킹 또는 정지시키는 것을 회피한다. 이러한 방식으로, 이는, 특히 결정된, 팁 포지션에 도달하는 것을 가능하게 한다.

[0007] 이러한 방식으로, 이는 특히 작업의 불필요한 중단 없이, 안전한 작동, 특히 모니터링된 작동을 가능하게 한다. 이러한 방식으로, 이는, 특히 모니터링되는 작동 및 따라서 그 빈번한 사용의 허용의 관점에서 향상을 가능하게 한다. 이러한 방식으로, 분배 붐의 이동 또는 작동 동안 안전성을 향상시킬 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 이러한, 특히 회피 작용은, 특히 타이트한 작업 환경에서 한 손 작동으로, 분배기 붐의 원활한 작동을 가능하게 한다. 이러한 방식으로, 특히 미숙한 오퍼레이터 또는 사용자에게 대해 분배기 붐 작동 관점에서 상당한 간소화를 가능하게 하고, 따라서 한편으로는 생산성 증가 및, 다른 한편으로는 붐 팁에 주의를 집중함으로써 안전성을 향상시킬 수 있다.

[0008] 용어 "자체-작용"은 특히 용어 "자동"과 동의어로 사용될 수 있다.

[0009] 분배기 붐은 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 분배기 붐일 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 분배기 붐

은 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스일 수 있다. 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스는 특히 이동 가능한, 특히 구동 가능한, 특히 차량 장착 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌프일 수 있다.

추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질을 이송하도록 구성될 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 건설 재료는 모르타르, 시멘트, 스크리드(screed), 콘크리트 및/또는 렌더(render)를 지칭할 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 걸쭉한 물질은 머드(mud)를 지칭할 수 있다.

- [0010] 붐 팁의 적어도 동일한 팁 위치선은 붐 구성요소의 적어도 3개, 특히 적어도 10개의 상이한 위치선 조합에 의해 달성될 수 있다.
- [0011] 붐 팁의 복수의, 특히 적어도 3개, 특히 적어도 10개의 팁 위치선은, 특히 상이한 시점에서, 붐 구성요소의, 특히 각각의, 상이한 위치선 조합에 의해 달성될 수 있다.
- [0012] 붐 팁은 분배기 붐의 자유 단부일 수 있다.
- [0013] 분배기 붐은 특히 복수의 붐 요소 중 하나로서 하나의, 특히 자유롭게 현수된 단부 호스를 가질 수 있다.
- [0014] 붐 요소는 특히 붐 구성요소를 포함할 수 있고, 및/또는 붐 구성요소는 특히 붐 요소를 포함할 수 있다.
- [0015] 용어 "이동 제한" 또는 용어 "간섭 윤곽" 또는 용어 "장애물 랜드스케이프(obstacle landscape)"는 용어 "장애물"과 동의어로 사용될 수 있다.
- [0016] 장애물은 동적일 수 있고/있거나 또 다른 분배기 붐일 수 있다.
- [0017] 거리 변수들은, 특히 순간적인 또는 현재의, 실제 거리 변수들일 수 있고, 및/또는 분배기 붐의 복수의 붐 요소들에 대해, 각각, 특히 순간적인 또는 현재의, 실제 붐 위치선 또는 포즈에 있을 수 있다. 특히 실제 붐 위치선은, 특히 가변적인, 위치선 조합에 의해 변경될 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 거리 변수들은, 특히 순간적인 또는 현재의, 방향들, 특히 실제 방향들, 및/또는, 적어도 장애물과 관련된 붐 요소들의 거리들의 특히 순간적인 또는 현재의, 값들, 특히 실제 값들일 수 있다.
- [0018] 회피 운동 변수들은, 특히 순간적인 또는 현재의, 타겟 회피 운동 변수들일 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 회피 이동 변수들은, 특히 복수의 붐 구성요소들의, 특히 순간적 또는 현재, 방향들, 특히 타겟 방향들, 및/또는 특히 개별의 및/또는 복수의 회피 이동들, 특히 타겟 회피 이동들의 특히 순간적 또는 현재, 속도들, 특히 타겟 속도들일 수 있다.
- [0019] 팁 위치선을 결정하는 및/또는 특히 붐 팁의 특히 순간적인 또는 현재의의, 타겟 팁 위치선, 을 결정 오퍼레이터 이동 변수는, 특히 순간적인 또는 현재의의, 타겟 오퍼레이터 이동 변수일 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 오퍼레이터 이동 변수는 붐 팁의 이동, 특히 타겟 이동의, 특히 순간적인 또는 현재의 방향, 특히 타겟 방향, 및/또는 특히 순간적인 또는 현재의 속도, 특히 목표 속도일 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 오퍼레이터 이동 변수는, 특히 팁 위치선을 달성하기 위해, 특히 순간적인 또는 현재의, 트레블 명령 또는 트레블 오더일 수 있다. 또한, 부가적으로 또는 대안적으로, 오퍼레이터 이동 변수는, 특히 오퍼레이터 또는 사용자에게 의해, 특히 분배기 붐 및/또는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스의 각각, 특히 순간적인 또는 현재의에 미리규정될 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 방법은 특히 오퍼레이터에 의해, 오퍼레이터 이동 변수의, 특히 순간적인 또는 현재의의, 파라미터를, 식별, 특히 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 오퍼레이터 이동 변수가 미리규정되지 않거나, 존재하지 않거나 및/또는 0과 동일하지 않는 경우, 단계 c)는 수행될 필요가 없거나 수행될 수 없거나, 분배기 붐의 이동이 제어될 필요가 없거나 제어될 수 없다.
- [0021] 단계 c)는, 각각, 회피 이동 변수 및 오퍼레이터 이동 변수를, 특히 운동학적 상관관계에 의해, 상호 링크 또는 조합 또는 중첩시킴으로써 이동을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 단계 b)는 단계 a) 이후에 시간적 관점에서 수행될 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 단계 c)는 시간적 관점에서 단계 b) 이후에 수행될 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 방법, 특히 단계 a), b) 및 c)는 특히 새롭게, 특히 여러번 수행될 수 있다.
- [0023] 본 발명의 개선예에서, 붐 구성요소들은 세그먼트들 또는 분배기 붐의 부분들, 특히 붐 팁(boom tip), 및 분배기 붐의, 특히 유연하게, 조정가능한 붐 조인트들, 특히 중간 붐 조인트들의 동일한 타입, 특히 단부들이다. 특히, 붐 조인트 중 적어도 하나는 특히 관절형 조인트, 로터리 조인트 및/또는 스러스트 조인트를 가질 수

있다. 최종 붐 조인트는 특히 수직 축을 중심으로 회전 가능할 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스, 특히 분배기 붐은 붐 조인트를 이동 또는 조정하기 위한 복수의 조인트 드라이브를 가질 수 있다.

[0024] 본 발명의 개선예에서, 벡터형 회피 이동 변수들은 특히 각각의 장애물을 지향하거나 그로부터 멀어지게 유도된다. 특히, 벡터형 회피 이동 변수들은, 특히 각각의, 벡터형 거리 변수들에 반대이다. 이는 붐 구성요소들 중 적어도 하나가, 특히 이러한 방식으로 장애물로부터 멀리 이동되거나 조정되고 및/또는 거리 변수들 중 적어도 하나가 확대될 수 있게 한다.

[0025] 본 발명의 개선예에서, 단계 c)는 회피 이동 변수들에 가중치(weighting)를, 특히 자동 부여함으로써, 특히 각각의 가변적인, 가중치 인자들, 특히 가중치 인자들, 특히 가중치 인자들의 값들에 의해, 거리 변수들, 특히 및 오퍼레이터 이동 변수의, 특히 각각의 값들에 독립적으로 또는 그에 기초하여 이동을 제어하는 단계를 포함한다. 이는 특히 접촉을 회피하기 위해 붐 구성요소들 중 하나의 긴급한 회피가, 또 다른 붐 구성요소의 덜 긴급한 또는 긴급하지 않은 회피 또는 이동에 대해 우선순위 또는 우선권을 부여받는 것을 가능하게 한다. 특히, 가중치 인자들은 거리 변수들의 값들에 따라 상호적일 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 오퍼레이터 이동 변수의 가중치 인자는 특히 일시적으로 영구적으로, 고정적이거나 일정할 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 이러한, 특히 가중치는 회피 이동 변수들 및 오퍼레이터 이동 변수를 상호 호환가능하지 않게 할 수 있고, 특히 회피 이동 변수들을 오퍼레이터 이동 변수보다 크게 할 수 있다. 따라서, 이는 분배 붐의 어떠한 이동도 제어될 필요가 없거나 제어될 수 없게 할 수 있다.

[0026] 본 발명의 개선예, 특히 설계 실시예에서, 본 방법은 특히 분배기 붐의 제어되거나 수행된 이동을 기억, 특히 자동으로 기억하는 단계를 포함하거나 포함한다. 상기 방법은 회피 이동 변수 및 오퍼레이터 이동 변수가 상호 양립할 수 없다면, 특히 회피 이동 변수가 오퍼레이터 이동 변수보다 크면, 특히 자동으로 기억된 이동을 역으로 수행하거나, 또는 상기 이동을, 특히 시간 관점에서, 역으로 수행하는 단계를 포함하거나 수반한다. 이는 이러한 상황으로부터 벗어나는 방법 및/또는 특히 결과적으로 특히 다른 방식으로 특히 결정된 팁 포지션의 도달을 허용한다.

[0027] 본 발명의 개선예에서, 본 방법은, 특히 장애물의 현실 또는 실제 형상보다 큰 형상을 갖는, 특히 분배기 붐을 갖는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스의 나머지 파트의 장애물을, 특히 자동으로 현실 형상의 평활화 및/또는 평탄화 전이부에 의해, 모델링하는 단계를 포함하거나 수반한다. 단계 a)는 모델링된 장애물과 관련하여, 특히 적어도 붐 팁에 대해, 거리 변수들의 적어도 하나, 특히 모두를 식별하는 단계를 포함한다. 이는 회피 이동 변수와 오퍼레이터 이동 변수가 상호 호환되지 않는 것을 피할 수 있게 한다. 모델링은 특히 플랭크 및/또는 램프의 도입을 포함할 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 전이부들의 평활화 및/또는 평탄화는, 특히 에지들 및/또는 코너들의 반경처리들(radiusing)을 포함할 수 있다.

[0028] 본 발명의 개선예에서, 분배기 붐은 복수의 특히 유연하게 조정가능한, 특히 복수의 조정가능한, 붐 조인트들을 포함하거나 갖는다. 특히 적어도 동일한 팁 포지션은 붐 조인트들의 상이한 조인트 포지션 조합에 의해 달성될 수 있다. 특히, 붐 조인트들은 상이한 조정 범위들, 특히 조정 범위들의 관점에서 상이한 값들을 갖거나 또는 포함한다. 단계 c)는 특히 그리고 상기 조정 범위들을 고려하면서 회피 이동 변수들 및 오퍼레이터 이동 변수의 함수로서 상기 붐 조인트들의 이동들을 제어하는 단계를 포함한다. 특히, 붐 조인트 중 적어도 하나는 특히 관절형 조인트, 로터리 조인트 및/또는 스러스트 조인트를 가질 수 있다. 특히, 최종 붐 조인트는 수직 축을 중심으로 회전 가능할 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 조정 범위들 중 적어도 하나는 특히 각도 범위를 가질 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 조정 범위들 중 적어도 하나는 적어도 하나의 붐 조인트들의, 적어도 하나의, 특히 기계적 디텐트에 의해, 규정, 특히 한정될 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스, 특히 분배기 붐은 붐 조인트를 이동 또는 조정하거나, 또는 특히 가변적인 조인트 포지션 조합을 변경 또는 조정하기 위한 복수의 조인트 드라이브를 가질 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 붐 조인트들 중 하나는 분배기 붐의 비-자유 또는 고정 단부, 또는 붐 풋(boom foot) 상에 있을 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 분배기 붐은 붐 조인트들에 의해, 롤링 및/또는 Z-형상의 방식으로, 특히 롤링/Z-형상의 방식으로 폴딩가능할 수 있다.

[0029] 본 발명의 개선예에서, 특히 설계 실시예에서, 단계 c)는 특히 가중된 및/또는 모듈형의, 역 운동학(inverse kinematics)에 의해 이동을 제어하는 단계를 포함한다. 회피 이동 변수와 오퍼레이터 이동 변수는 본원에서 입력 변수이다. 이는 특히 결정된 팁 포지션을, 특히 달성하기 위해, 분배기 붐의 이동 또는 트레블과, 특

히 동시에, 분배기 붐이 적어도 장애물을 회피하는 것을 가능하게 한다. 즉, 이는 특히 오더된(ordered) 트레블 명령의 동시 구현 및 접촉의 회피를 가능하게 한다. 추가로 다시 말해서: 이는 접촉의 회피 또는 충돌의 회피가 특히 오퍼레이터에 의해 트레블 명령의 구현에 내장될 수 있게 한다. 특히, 붐 팁은 엔드 이펙터(end effector) 또는 공구 중심점(TCP)으로 지칭될 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 용어 "역 운동학" 또는 용어 "역 변환"은 용어 "역 운동학"과 동의어로 사용될 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 역 운동학은 조정 범위들을 고려할 수 있고, 특히 포함할 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 붐 구성요소들, 특히 붐 조인트들의 속도들, 특히 회전 속도들 또는 조인트 속도들은 출력 변수들일 수 있다. 더욱이, 부가적으로 또는 대안적으로, 출력 변수들은 특히 자동으로, 식별되고, 특히 스캔되고/되거나 계산될 수 있다.

[0030] 특히, 장애물, 특히 장애물의 적어도 하나의 값은, 특히 오퍼레이터 및/또는 구성 프로그램에 의해, 미리규정될 수 있거나 미리규정되었거나, 특히 검출 또는 측정되었을 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 단계 a)는 미리규정된, 특히 검출된 장애물 및 분배기 붐의 실제 붐 위치선에 기초하여 거리 변수들을 식별하는 단계, 특히 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 특히, 실제 붐 위치선은 직접 운동학(direct kinematics)에 의해, 특히 자동으로, 식별되고, 특히 계산될 수 있고, 특히 붐 구성요소들의, 특히 순간적인 또는 현재의, 실제 위치선 조합, 특히 실제 위치선 조합의 적어도 하나의 값은 입력 변수일 수 있다. 붐 조인트들의 조인트 각도들은 특히 입력 변수들일 수 있다.

[0031] 본 발명의 개선예에서, 단계 a)는 장애물 및/또는 거리 변수들을, 특히 이동 중에 또는 이동에서, 특히 후자와 동시에 비접촉 검출 또는 측정, 특히 자동 검출하는 단계를 포함한다. 이는 접촉을 회피를 가능하게 한다. 검출은 특히 카메라 및/또는 LIDAR(광 검출 및 레인지), 특히 LADAR(레이저 검출 및 레인지)에 의해 발생할 수 있다.

[0032] 본 발명에 따른 특히 자동 방법은, 특히 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스에 의해 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질을 특히 자동으로 분배하도록 구성되거나 설계되거나 제공된다. 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스는 특히 조정가능한 분배기 붐을 갖는다. 분배 붐은 이송, 또는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 재료를 이송하기 위한 특히 유연하게 조정가능한 이송 라인을 포함하거나 갖는다. 상기 방법은 상기 언급된 또는 설명된 바와 같이, 특히 분배기 붐의 이동을 제어하기 위한 방법, 특히 상기 방법을 포함하거나 갖는다. 본 방법은 단계 c) 또는 이동 중에 또는 이동에서, 건설 재료 및/또는 걸쭉한 재료를 특히 후자와 동시에, 특히 이송 라인을 통해, 특히 자동으로, 이송하는 단계를 포함하거나 갖는다. 이러한, 특히 이동 동안의 이송은 분배를 가능하게 한다. 특히, 이송 라인은 특히 파이프라인을 가질 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 이송 라인은 단부 호스를 포함할 수 있다.

[0033] 본 발명에 따른 시스템은 특히 조정가능한 분배기 붐의, 특히 이동을, 제어, 특히 조절하도록 구성되거나 설계된다. 분배기 붐은 복수의 조정가능한, 특히 상기 복수의 조정가능한, 붐 구성요소들을 갖는다. 분배기 붐의, 특히 붐 팁의 적어도 하나의 동일한, 특히 동일한, 팁 위치선은 붐 구성요소들의 상이한, 특히 상이한, 위치선 조합에 의해 달성될 수 있다. 시스템은 식별 및 제어 설비를 포함하거나 갖는다. 식별 및 제어 설비는 붐 요소들에 대한 적어도 하나의, 특히 상기 장애물과 관련하여 분배기 붐의 복수의, 특히 상기 복수의 붐 요소들에 대한, 특히 벡터형 거리 변수들을 식별, 특히 식별하도록 구성되거나 설계된다. 식별 및 제어 설비는, 특히 결정된 거리 변수들에 기초하여 복수의, 특히 복수의 붐 구성요소들에 대한, 특히 벡터형 회피 이동 변수들을 식별, 특히 식별하도록 구성되거나 설계된다. 식별 및 제어 설비는 결정된 회피 이동 변수 및 특히 팁 위치선을 결정하는 벡터형 오퍼레이터 이동 변수의 함수로서 이동을 제어, 특히 조절하도록 구성되거나 설계된다. 시스템은 상기 언급되거나 또는 설명된 방법/방법들과 동일한 이점들을 가능하게 할 수 있다. 특히, 시스템, 특히 식별 및 제어 설비는 특히 상기 언급된 방법/방법들 중 하나를, 특히 자동으로 수행하도록 구성되거나 설계될 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 시스템은 분배기 붐, 특히 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스를 포함할 수 있다. 추가로, 부가적으로 또는 대안적으로, 식별 및 제어 설비는 전기, 유압 및/또는 공압일 수 있다. 특히, 식별 및 제어 설비는 컴퓨터 유닛, 특히 프로세서, 및/또는 저장 유닛을 포함할 수 있다.

[0034] 본 발명의 추가의 이점 및 양태들은 도면을 참조하여 아래에 설명된 본 발명의 바람직한 예시적인 실시예들의 이하의 설명으로부터 그리고 청구항으로부터 유도된다:

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명에 따른 시스템 및 본 발명에 따른 조정가능한 분배 붐의 이동을 제어하기 위한 본 발명에 따른

방법, 및 조정가능한 분배 붐을 갖고 조정가능한 분배 붐의 이동을 제어하기 위한 방법을 갖는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스에 의해 건설재료 및/또는 걸쭉한 물질을 분배하기 위한 본 발명에 따른 방법을 개략적으로 도시한다.

도 2는 도 1의 시스템 및 방법을 개략적으로 도시한다.

도 3은 도 1의 시스템 및 방법의 블록도를 개략적으로 도시한다.

도 4는 도 1의 시스템 및 방법을 사용하는 상황의 시간적 전개를 개략적으로 도시한다.

도 5는 본 발명에 따르지 않는 시스템 및 본 발명에 따르지 않는 방법을 사용하는 상황의 시간적 전개를 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 도 1 내지 도 4는, 특히 식별 및 제어 설비(2)를 갖도록 구성된 본 발명에 따른 시스템(1), 및 본 발명에 따른 조정가능한 분배기 붐(3)의 이동을 제어하기 위한 방법을 도시한다. 분배기 붐(3)은 복수의 조정가능한 붐 구성요소들(5a, 5b, 5c, 5d, 5e)을 갖는다. 분배기 붐(3)의 붐 팁(3S)의 적어도 하나의 동일한 팁 포지션(SPO)은 붐 구성요소들(5a-e)의 상이한 포지션 조합들(SK, SK')에 의해 달성가능하다.
- [0037] 또한, 시스템(1), 특히 식별 및 제어 설비(2)는 붐 요소들(6a-e)에 대한 적어도 하나의 장애물(HI, HI')과 관련하여 분배기 붐(3)의 복수의 붐 요소들(6a, 6b, 6c, 6d, 6e)에 대한 벡터형 거리 변수들(ABVa, ABVb, ABVc, ABVd, ABVe)을 식별하도록 구성, 특히 식별된다. 더욱이, 시스템(1), 특히 식별 및 제어 설비(2)는 식별된 거리 변수들(ABVa-e)에 기초하여 복수의 붐 구성요소들(5a-e)에 대한 벡터형 회피 이동 변수들(AUVa, AUVb, AUVc, AUVd, AUVe)을 식별하도록 구성, 특히 식별된다. 또한, 시스템(1), 특히 식별 및 제어 설비(2)는 팁 포지션(SPO)을 결정하는 벡터형 오퍼레이터 이동 변수(BBV) 및 식별된 회피 이동 변수(AUVa-e)의 함수로서 이동을 제어하도록, 구성, 특히 제어된다.
- [0038] 또한, 본 방법은 다음의 단계들을 포함한다: a) 특히 시스템(1), 특히 식별 및 제어 설비(2)에 의해, 붐 요소들(6a-e)에 대한 장애물(HI, HI')과 관련하여 분배기 붐(3)의 복수의 붐 요소들(6a-e)에 대한 벡터형 거리 변수들(ABVa-e)을 식별하는 단계; b) 특히 시스템(1), 특히 식별 및 제어 설비(2)에 의해, 식별된 거리 변수들(ABVa-e)에 기초하여, 복수의 붐 구성요소들(5a-e)에 대한 벡터형 회피 이동 변수들(AUVa-e)을 식별하는 단계; c) 특히 시스템(1), 특히 식별 및 제어 설비(2)에 의해, 팁 포지션(SPO)을 결정하는 벡터형 오퍼레이터 이동 변수(BBV) 및 식별된 회피 이동 변수들(AUVa-e)의 함수로서 이동을 제어하는 단계.
- [0039] 도시된 예시적인 실시예에서, 시스템(1)은 분배기 붐(3), 특히 분배기 붐(3)을 갖는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스(4)를 포함한다.
- [0040] 그 세부사항들의 관점에서, 붐 구성요소들(5a-e), 특히 분배기 붐(3)의 붐 세그먼트들(7a, 7b, 7c, 7d, 7e)의 단부들(7Ea, 7Eb, 7Ec, 7Ed, 7Ee), 특히 분배기 붐(3)의 붐 팁(3S) 및 조정가능한 붐 조인트들(8b, 8c, 8d, 8e)은 동일한 타입이다.
- [0041] 또한, 분배기 붐(3)은 복수의 조정가능한, 특히 상기 복수의 조정가능한 붐 조인트(8a, 8b, 8c, 8d, 8e)를 가진다. 동일한 팁 포지션(SPO)은 붐 조인트(8a-e)의 상이한 조인트 포지션 조합(GSK, GSK')에 의해 달성될 수 있다. 특히, 붐 조인트(8a, 8b, 8c, 8d, 8e)는 상이한 조정 범위(8Va, 8Vb, 8Vc, 8Vd, 8Ve)를 갖는다. 단계 c)는 특히 그리고 조정 범위들(8Va-e)을 고려하면서 특히 시스템(1)에 의해, 특히 식별 및 제어 설비(2)에 의해, 회피 이동 변수들(AUVa-e) 및 오퍼레이터 이동 변수(BBV)의 함수로서 붐 조인트들(8a-e)의 이동들을 제어하는 단계를 포함한다.
- [0042] 도시된 예시적인 실시예에서, 분배기 붐(3)은 각각 5개의 조정가능한 붐 구성요소들(5a-e), 또는 5개의 붐 세그먼트들(7a-e), 또는 5개의 조정가능한 붐 조인트들(8a-e)을 갖는다. 대안적인 예시적인 실시예에서, 분배기 붐은 각각 적어도 3개의 붐 구성요소, 또는 적어도 3개의 붐 세그먼트, 또는 적어도 3개의 붐 조인트를 가질 수 있다.
- [0043] 배경기술을 제공하기 위해, 붐 구성요소, 또는 붐 세그먼트, 또는 붐 조인트는 각각 붐 팁의 이동을 가능하게 한다. 2개의 붐 구성요소들, 또는 2개의 붐 세그먼트들, 또는 2개의 붐 조인트들은 각각, 특히 높이 및 반경이, 특히 특정 제한들 내에서, 상호 독립적인, 붐 팁의 자유 이동을 가능하게 한다. 적어도 3개의 붐 구성요소들, 또는 적어도 3개의 붐 세그먼트들, 또는 적어도 3개의 붐 조인트들은 각각 적어도 하나의 자유도

(degree of freedom)에 의해 붐 팀의 자유로운 이동 및 조인트 포지션 조합의 조정 또는 변동, 또는 분배기 붐의 붐 포지션의 조정을 가능하게 한다. 다시 말해서: N개의 붐 구성요소들, 또는 N개의 붐 세그먼트들, 또는 N개의 붐 조인트들로서, 여기서 $N \geq 3$ 인 경우, N-2 자유도에 의해, 붐 팀의 자유 이동 및 조인트 포지션 조합의 조정 또는 변동, 또는 붐 포지션의 조정을 가능하게 한다.

[0044] 또한, 도시된 예시적인 실시예에서, 복수의 붐 구성요소(5a-e)는 복수의 붐 요소(6a-e)에 대응하거나 그와 동일하다. 대안적인 예시적인 실시예에서, 복수의 붐 요소는 복수의 붐 구성요소와 적어도 동일할 수 있고, 특히 그보다 더 클 수 있다.

[0045] 또한, 벡터형 회피 이동 변수(AUVa-e)는, 특히 각각의 장애물(HI)로부터 멀어지게 유도된다. 특히, 벡터형 회피 이동 변수들(AUVa-e)은 벡터형 거리 변수들(ABVa-e)에 특히 각각 대응한다.

[0046] 배경기술을 제공하기 위해: 적어도 장애물로부터의 붐 요소들의 거리 변수들을 식별하는 것, 특히 계산하는 것. 일반적으로, 이들은 장애물의 에지들 및/또는 표면들과 관련된 분배기 붐 상의 특정 지점들의 거리 변수들 및 장애물의 코너 지점들과 관련한 분배기 붐의 특정 에지들 및/또는 표면들의 거리 변수들이다. 회피의 목적은 적어도 장애물로부터 이들 지점들의 거리 변수들을 유지하는 것(즉, 거리 변수들의 값들이 0으로 떨어지는 것을 회피하는 것)이다. 이들 벡터형 거리 변수들의 값들이 최대 효율로 증가되기 위해, 지점들, 특히 기준

지점들은 이들 벡터들에 대응하여 이동해야 한다. 벡터형 회피 이동 변수들, 특히 회피 속도들 $\overrightarrow{AUVa}, \vec{v}_B$ 내지 $\overrightarrow{AUVe}, \vec{v}_{TCP}$ 은 따라서 벡터형 거리 변수들 $\overrightarrow{ABVa}, \vec{d}_B$ 내지 $\overrightarrow{ABVe}, \vec{d}_{TCP}$ 에 반대이어야 하고, 이는 다음의 방정식으로 유도되고,

[0047]
$$\vec{v}_{X,A} = v_{A,X} \cdot \vec{e}_{d,X}$$

[0048] $\vec{d}_X$ 에 반대의 단위 벡터 카운터에 있어서,

[0049]
$$\vec{e}_{d,X} = -\frac{\vec{d}_X}{\|\vec{d}_X\|_2}$$
 이다.

[0050] 회피 이동 변수의 값, 특히 회피 속도 $v_{A,X}$ 는 양의 값(positive)이어야 하고, 벡터형 거리 변수의 값이 감소할 때 회피 이동 변수의 상기 값이 증가하는 방식으로 벡터형 거리 변수 $\|\vec{d}_X\|_2$ 의 값의 함수로서 결정된다. 따라서, 잠재적인 간단한 상관관계는 다음과 같을 것이다:

[0051]
$$v_A = \frac{1}{\|\vec{d}_X\|_2}$$

[0052] 단계 c)는 특히 각각의, 거리 변수(ABVa-e), 특히 오퍼레이터 이동 변수(BBV)의 값에 따라, 특히 시스템(1), 특히 식별 및 제어 설비(2)에 의해, 특히 각각의 가변적인 가중치 인자(GFa, GFb, GFc, GFd, GFe)에 의해, 회피 이동 변수(AUVa-e)에 가중치를 부여함으로써, 이동을 제어하는 단계를 포함한다.

[0053] 배경기술을 제공하기 위해: 회피 이동 변수들, 특히 회피 속도들에 더하여, 중량(weight) $GF, w_{A,X}$ 가 또한 각각의 거리 변수 또는 각각의 회피 이동 변수에 대해 특히 식별, 특히 계산되며, 이는 회피 이동의 긴급성을 설명한다. 중량에 관한 요건은 회피 이동 변수의 값, 특히 회피 속도 $v_{A,X}$ 에 관한 요건과 유사하다. 회피 이동 변수의 값, 특히 한편으로는 회피 속도, 및 다른 한편으로는 중량으로의 분리는 심지어 작은 요구되는 회피 이동 변수들, 특히 회피 속도들이 매우 긴급하게 구현될 수 있게 한다. 특히, 요구되는 회피 운동 변수, 특히 요구되는 회피 속도의 범위는 요구되는 조인트 속도의 후속 식별에서 겪는 고려에 관한 각각의 이동 없이 이러한 방식으로 제한될 수 있다.

[0054] 또한, 단계 c)는 특히 가중된 및/또는 모듈형의 역 운동학(IK)에 의해, 특히 시스템(1)에 의해, 특히 식별 및 제어 설비(2)에 의해 이동을 제어하는 단계를 포함한다. 회피 이동 변수(AUVa-e)와 오퍼레이터 이동 변수(BBV)는 본원에서 입력 변수이다.

[0055] 배정기술을 제공하기 위하여, 식별된, 특히 결정된, 회피 이동 변수들, 특히 회피 속도들, 및 이들의 중량들로부터 붐 조인트들에 대한 트레블 명령을 식별하기 위하여, 붐 조인트들의 조인트 각도들 (ϕ_1 내지 ϕ_N)의 운동학적 상관관계가 벡터 $\vec{\omega}$ 내에서 조합되고

[0056]
$$\vec{\omega} = \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dot{\phi}_1 \\ \vdots \\ \dot{\phi}_N \end{pmatrix}$$

[0057] 벡터형 거리 변수 $\dot{d}_x$ 를 변경하는 데 사용된다. 장애물의 예지들 또는 표면들과 분배기 붐 상의 기준 지점들 사이의 거리 변수들의 관점에서, 이러한 편차는 분배기 붐 상의 기준 지점들의 이동에 의해 규정된다. 분배 붐의 결정된 예지들 및/또는 표면들과 장애물의 코너 지점들 사이의 거리 변수들의 관점에서, 편차는 분배 붐의 관찰된 예지 또는 표면 상의 하나 또는 복수의 기준 지점들의 이동에 의해 설명될 수 있다. 정지 장애물에 대해, 관련된 상관은 분배기 붐 상의 각각의 기준 지점의 이동에 의해서만 규정된다:

[0058]
$$\dot{d}_x = \dot{r}_x = \frac{\partial \vec{r}_x}{\partial \vec{\phi}} \cdot \vec{\omega}.$$

[0059] 회피 이동 변수, 특히 회피 속도 $\vec{v}_{A,x}$ 는 트레블 명령에서 붐 조인트의 조인트 속도의 형태로 구현된다. 요구조건 $\dot{d}_x = \vec{v}_{A,x}$ 는 다음의 방정식을 따른다:

[0060]
$$\begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\phi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\phi}} \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega}$$

[0061] 분배기 붐은 회피 이동에 더하여 오퍼레이터에 의해 미리 규정된 이동을 또한 수행하기 때문에, 이러한 미리 규정된 이동은 마찬가지로 트레블 명령 $\vec{\omega}$ 을 결정할 때 고려된다. 이러한 명령은 전형적으로 붐 팁의 이동 속도의 파라미터로서 수행되고 $\overrightarrow{BBV, v_{TCP}}$, 운동학적 상관에 의해 고려된다

[0062]
$$\vec{v}_{TCP} = \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\phi}} \cdot \vec{\omega}$$

[0063] 붐 조인트의 조정 범위를 추가로 고려하는 것이 유리하다. 이를 위해, 조정 범위의 중심을 향한 트레블 명령 $\vec{\omega}_{gef}$ 이 조인트 제한에 근접하여 사용될 수 있다. 이러한 목적을 위한 운동학적 상관은 단위 행렬 E_N 에 의해 규정된다.

[0064]
$$\vec{\omega}_{gef} = E_N \cdot \vec{\omega}$$

[0065] 이러한 목적들을 조합하기 위해, 일반적으로 정확하게 풀 수 없는 조합된 과결정 방정식(overdetermined equation) 시스템, 특히 조합된 야코비 행렬(Jacobi matrix) 또는 역 운동학(IK)이 제시된다:

[0066]
$$\begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \\ \vec{v}_{TCP} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\phi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\phi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\phi}} \\ E_N \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega}$$

[0067] 트레블 명령 $\vec{\omega}$ 은 가장 작은 에러 제곱의 맥락에서 $\vec{\omega}$ 에 대한 최상의 솔루션으로서 이러한 방정식 시스템으로부터 식별된다. 이러한 목적을 위해, 에러들의 제곱들의 합은 상기 방정식에서 최소화된다. 이 최적화의 비용 함수는 여기서 다음과 같다.

$$K(\vec{\omega}) = \left(\begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \\ \vec{v}_{TCP} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega} \right)^T \cdot W \cdot \left(\begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \\ \vec{v}_{TCP} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix} \cdot \vec{\omega} \right)$$

[0068]

[0069] 본원에서 대각 행렬(W)은 회피 이동 변수들, 특히 회피 이동들, 붐 틱에 대한 트레블 명령, 및 조인트 제한들을 회피하기 위한 트레블 명령들에 대한 중량들을 포함하고, 다양한 작업들이 우선순위화되는 것을 보장한다.

[0070] 이는 선형 상관이기 때문에, 이것은 일반적인 최소 제곱 해법(general least-squares solution)에 의해 직접 해결될 수 있다.

$$\vec{\omega}_{opt} = \left(\begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix}^T \cdot W \cdot \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix} \right)^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix}^T \cdot W \cdot \begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \\ \vec{v}_{TCP} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix}$$

[0071]

[0072] 대안적으로, 특히 유리하게는 이 경우 또는 본 경우에, 비용 함수의 최소화는 또한 다음에 의해 반복적인 방식으로 행해져서,

$$\vec{\omega}_{opt} = \left(\begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix}^T \cdot W \cdot \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix} \right)^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \frac{\partial \vec{r}_1}{\partial \vec{\varphi}} \\ \vdots \\ \frac{\partial \vec{r}_M}{\partial \vec{\varphi}} \\ \frac{\partial \vec{r}_{TCP}}{\partial \vec{\varphi}} \\ E_N \end{pmatrix}^T \cdot W \cdot \begin{pmatrix} \vec{v}_{A,1} \\ \vdots \\ \vec{v}_{A,M} \\ \vec{v}_{TCP} \\ \vec{\omega}_{gef} \end{pmatrix}$$

[0073]

[0074] 그 구배에 의해:

$$\vec{\omega}_{opt,i+1} = \vec{\omega}_{opt,i} + \lambda \cdot \left. \frac{\partial K(\vec{\omega})}{\partial \vec{\omega}} \right|_{\vec{\omega}=\vec{\omega}_{opt,i}}$$

[0075]

[0076] 증분 파라미터 λ 및 가장 간단한 경우에 단순히 제로 벡터와 동일하도록 선택되는 시작 값 $\vec{\omega}_{opt,0}$ 을 사용한다.

[0077] 복수의 장애물을 고려하기 위해, 회피 운동 변수, 특히 회피 속도는 분배기 붐 상의 기준 지점에 대해 가중되도록 평균화된다. 이러한 결과적인 회피 이동 변수, 특히 회피 속도에 대한 전체 중량은 개별 중량들로부터, 예를 들어 합 또는 최대 값으로서 결정된다.

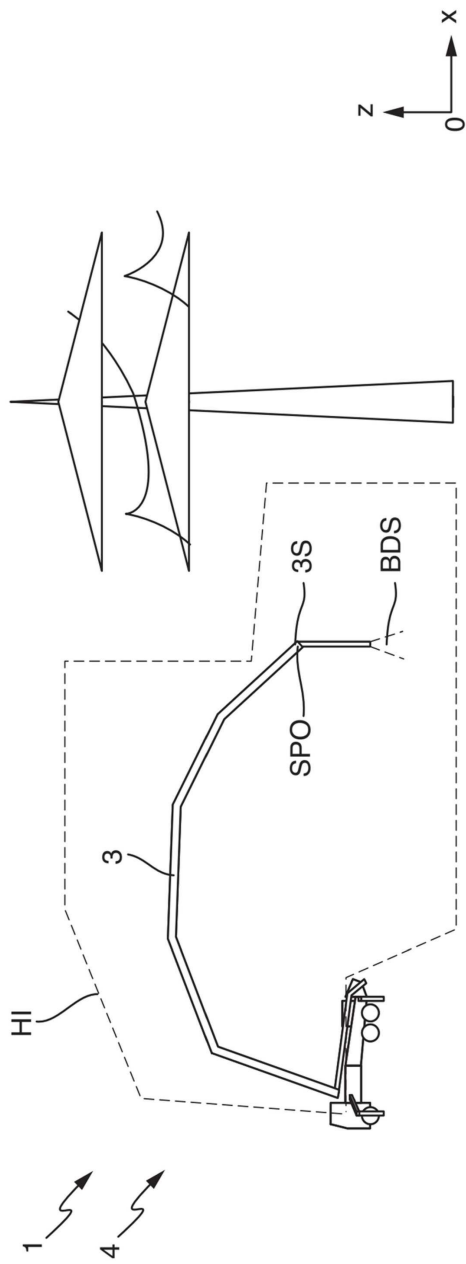
[0078] 식별된, 특히 계산된, 회피 이동 변수들, 특히 회피 속도들은 적어도 장애물로부터 멀리 이동하는 붐 세그먼트들 및/또는 붐 조인트들을 유도하여, 이러한 방식으로 최적의 가능한 방식으로 적어도 장애물 주위에서 이동하

는 붐 포지션 또는 포즈를 세팅한다.

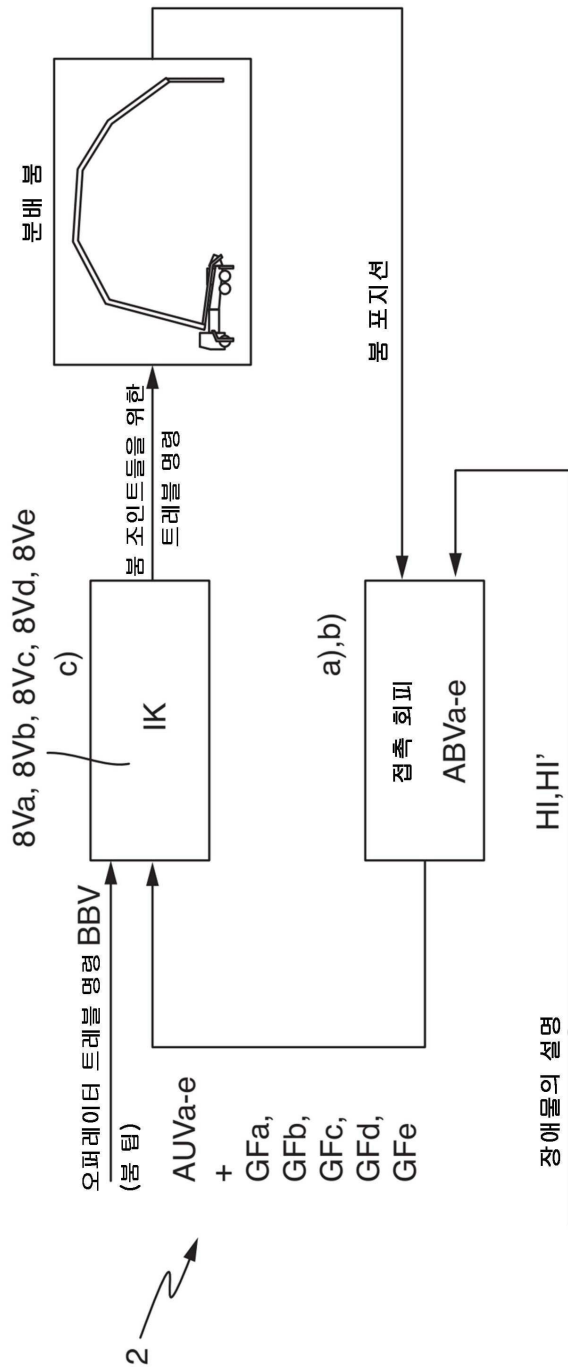
- [0079] 부가적으로 또는 대안적으로, 가변적인 또는 맞춤형 가중치는, 이것이 오퍼레이터의 트레블 명령과 호환가능하다면 분배기 붐과 적어도 장애물 사이의 거리가 자동으로 증가되는 방식으로 트레블 명령과 회피 이동의 매끄러운 중첩을 보장한다.
- [0080] 이는 본 발명에 따르지 않는 시스템 및 본 발명에 따르지 않는 시스템과 비교하여 이점을 나타내는데, 왜냐하면 다가오는 접촉(looming contact)의 이벤트에서 본 발명에 따른 시스템이 도 4에 도시된 바와 같이 트레블 명령에 추가하여 회피 이동을 능동적으로 개시하고, 뿐만 아니라도 5에 도시된 바와 같이 분배기 붐을 정지시키기 때문이다.
- [0081] 본 방법은 또한 특히 시스템(1), 특히 식별 및 제어 설비(2)에 의해, 분배기 붐(3)의 제어된 이동을 기억하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 다음의 단계를 포함한다: 상기 회피 이동 변수들(AUVa-e) 및 상기 오퍼레이터 이동 변수(BBV)가 상호 양립할 수 없다면, 특히 상기 회피 이동 변수들(AUVa-e)이 상기 오퍼레이터 이동 변수(BBV)보다 크다면, 특히 상기 시스템(1), 특히 식별 및 제어 설비(2)에 의해 기억된 상기 이동을 역으로 수행하는 단계.
- [0082] 또한 상기 방법은 다음의 단계를 포함한다: 특히 실제 형상(HIT')의 전이부들을 평활화 및/또는 평탄화함으로써, 특히 시스템(1), 특히 식별 및 제어 설비(2)에 의해, 상기 장애물(HI')의 실제 형상(HIT')보다 큰 형상(HIT')으로, 특히 상기 분배기 붐(3)을 갖는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스(4)의 나머지 파트(4R)의 상기 장애물(HI')을 모델링하는 단계. 단계 a)는 모델링된 장애물(HI')과 관련하여 거리 변수들(ABVa-e) 중 적어도 하나를 식별하는 단계를 포함한다.
- [0083] 더욱이, 도 1 내지 도 4는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스에 의해 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질(BDS)을 분배하기 위한 본 발명에 따른 방법을 도시한다. 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스(4)는 조정가능한 분배기 붐(3)을 갖는다. 분배기 붐(3)은 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질(BDS)을 이송하기 위한 컨베이어 라인(9)을 갖는다. 방법은 상기 언급된 분배기 붐(3)의 이동을 제어하기 위한 방법을 포함한다. 방법은 이동 중에 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질(BDS)을 이송하는 단계를 포함한다.
- [0084] 상기 도시되고 논의된 예시적인 실시예에서 강조된 바와 같이, 본 발명은 각각의 경우에 개선된 특성을 갖는, 특히 조정가능한 분배 붐의 이동을 제어하기 위한 유리한 방법 및 시스템, 및 조정가능한 분배 붐의 이동을 제어하기 위한 이러한 방법을 갖는 조정가능한 분배 붐을 포함하는 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질 펌핑 디바이스에 의해 건설 재료 및/또는 걸쭉한 물질을 분배하기 위한 유리한 방법을, 특히 각각 제공한다.

도면

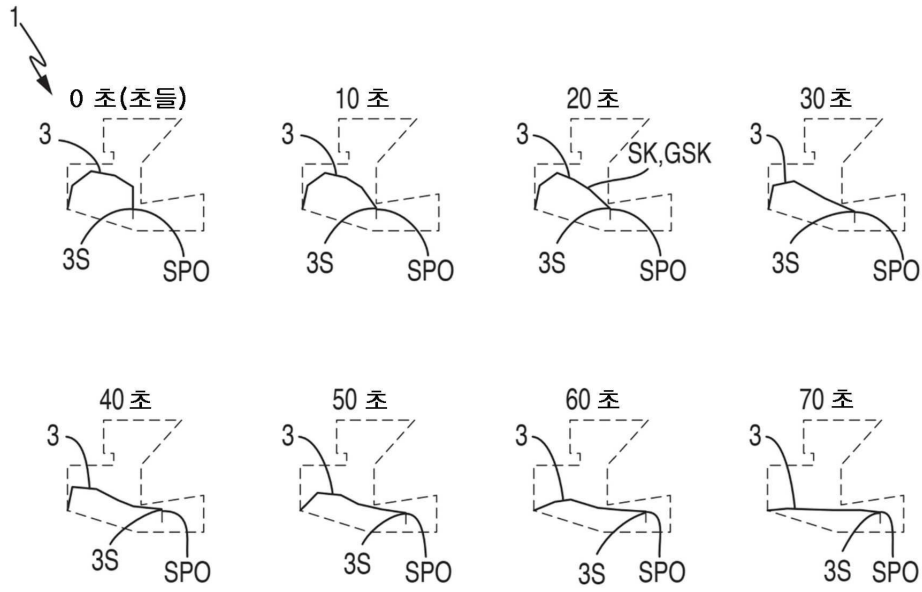
도면1



도면3



도면4



도면5

