

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 7월 5일 (05.07.2018)

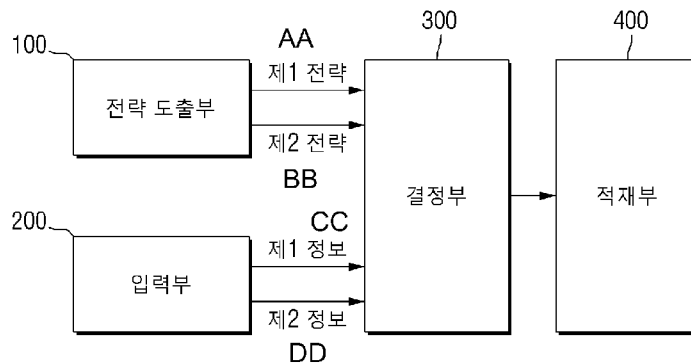


(10) 국제공개번호
WO 2018/124452 A1

- (51) 국제특허분류:
G06Q 10/06 (2012.01) *G06Q 10/08* (2012.01)
G06Q 50/28 (2012.01) *B66C 19/00* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/012358
- (22) 국제출원일: 2017년 11월 2일 (02.11.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2016-0179604 2016년 12월 27일 (27.12.2016) KR
10-2017-0031546 2017년 3월 14일 (14.03.2017) KR
- (71) 출원인: 부산대학교 산학협력단 (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 46241 부산시 금정구 부산대학교로63번길 2 (장전동, 부산대학교), Busan (KR).
- (72) 발명자: 류광렬 (RYU, Kwang Ryel); 46241 부산시 금정구 부산대학교로63번길 2, 컴퓨터공학과(장전동, 부산대학교), Busan (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 가산 (KASAN IP & LAW FIRM); 06719 서울시 서초구 남부순환로 2423 한원빌딩 7층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,

(54) Title: YARD CRANE WORK PLANNING SYSTEM AND METHOD

(54) 발명의 명칭: 장치장 크레인 작업 계획 시스템 및 방법



100 ... Strategy deriving unit
200 ... Input unit
300 ... Determination unit
400 ... Loading unit
AA ... First strategy
BB ... Second strategy
CC ... First information
DD ... Second information

(57) Abstract: A system and a method for work planning of a yard crane are provided. A system for work planning of a yard crane comprises: a scenario providing unit for providing a plurality of work scenarios; a first evolution unit for evolving a first solution set including a plurality of first candidate solutions by using a genetic algorithm; and a second evolution unit for evolving a second solution set including a plurality of second candidate solutions by using the genetic algorithm, wherein the first evolution unit evaluates each of the first candidate solutions on the basis of a second strategy that is the best candidate solution in the second solution set, the second evolution unit evaluates each of the second candidate solutions on the basis of a first strategy that is the best candidate solution in the first solution set, and evaluation of the first and second candidate solutions is performed on the basis of respective work scenarios

[다음 쪽 계속]



WO 2018/124452 A1

PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

randomly selected from among the plurality of work scenarios.

(57) 요약서: 장치장 크레인 작업 계획 시스템 및 방법이 제공된다. 장치장 크레인 작업 계획 시스템은, 복수의 작업 시나리오를 제공하는 시나리오 제공부, 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제1 후보해를 포함하는 제1 해집단을 진화시키는 제1 진화부, 및 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제2 후보해를 포함하는 제2 해집단을 진화시키는 제2 진화부를 포함하고, 제1 진화부는, 제2 해집단의 가장 우수한 후보해인 제2 전략에 기반하여 각각의 제1 후보해를 평가하고, 제2 진화부는, 제1 해집단의 가장 우수한 후보해인 제1 전략에 기반하여 각각의 제2 후보해를 평가하고, 각각의 제1 및 제2 후보해를 평가하는 것은, 복수의 작업 시나리오로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오에 각각 기반한다.

명세서

발명의 명칭: 장치장 크레인 작업 계획 시스템 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 장치장 크레인 작업 계획 시스템 및 방법에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 전략 기반 계획 방법에 기반하는 장치장 크레인 작업 계획 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 컨테이너 터미널은 크게 안벽, 장치장, 배후지의 세 영역으로 나눌 수 있다. 안벽은 선박이 임시로 정박하는 장소로, 이 곳에서 선박에 컨테이너를 싣거나 선박으로부터 컨테이너를 내린다. 장치장은 컨테이너가 수출 혹은 수입되기 전에 임시로 보관되는 장소이다. 배후지는 컨테이너를 운반하는 외부 트럭이 드나드는 장소이다.
- [3] 특히, 매일 많은 양의 컨테이너가 장치장으로 들어오고 나가기 때문에, 장치장의 효율적인 운영은 컨테이너 터미널의 전체 생산성에 매우 중요한 영향을 미친다. 이에 따라, 현장에서는 최적화된 전략으로 장치장을 운영하는 것이 요구된다.
- [4] 컨테이너 터미널의 장치장 크레인 작업 계획은, 어떤 컨테이너를 어디에 쌓을지 결정한다. 예를 들어, 컨테이너 터미널의 장치장 크레인 작업 계획은, 크레인 작업 할당 문제와 컨테이너 장치 위치 결정 문제를 결정할 수 있다.
- [5] 크레인 작업 할당 문제는, 장치장의 크레인이 작업할 컨테이너를 결정하는 문제이다. 컨테이너 터미널에는 목적에 따라 서로 다른 종류의 컨테이너들이 존재하므로, 만일 크레인이 무분별하게 컨테이너를 운송하면 다른 크레인의 운송이 방해될 수 있다.
- [6] 또한, 컨테이너 장치 위치 결정 문제는, 장치장으로 들어오는 컨테이너들의 적재 위치를 결정하는 문제이다. 장치장에 컨테이너를 적재할 때에는 크기나 무게 등에 의한 제약이 있기 때문에, 만일 컨테이너를 무분별하게 적재하면 장치장의 가용 공간이 부족해질 수 있다.
- [7] 따라서, 장치장 크레인 작업 계획의 최적화가 요구된다. 이를 위해, 전략 기반 계획 방법이 사용될 수 있다. 그러나, 기존의 전략 기반 계획 방법은, 전략의 탐색에 사용되는 작업 시나리오에만 특화되는 문제점이 있다. 즉, 기존의 전략 기반 계획 방법은, 특화된 작업 시나리오에서만 좋은 성능을 보이고, 다른 작업 시나리오에서는 좋지 않은 성능을 보이는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 다양한 작업 시나리오에서 개선된 성능을 나타내는 장치장 크레인 작업 계획 시스템을 제공하는 것이다.

- [9] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는 다양한 작업 시나리오에서 개선된 성능을 나타내는 장치장 크레인 작업 계획 방법을 제공하는 것이다.
- [10] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [11] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상의 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템은, 복수의 작업 시나리오를 제공하는 시나리오 제공부, 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제1 후보해를 포함하는 제1 해집단을 진화시키는 제1 진화부, 및 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제2 후보해를 포함하는 제2 해집단을 진화시키는 제2 진화부를 포함하고, 제1 진화부는, 제2 해집단의 가장 우수한 후보해인 제2 전략에 기반하여 각각의 제1 후보해를 평가하고, 제2 진화부는, 제1 해집단의 가장 우수한 후보해인 제1 전략에 기반하여 각각의 제2 후보해를 평가하고, 각각의 제1 및 제2 후보해를 평가하는 것은, 복수의 작업 시나리오로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오에 각각 기반한다.
- [12] 몇몇 실시예에서, 평가 대상 컨테이너 후보의 정보인 제1 정보와, 평가 대상 장치장 위치 후보의 정보인 제2 정보를 제공하는 입력부와, 제1 전략 및 제1 정보를 이용하여 작업 대상 컨테이너를 결정하고, 제2 전략 및 제2 정보를 이용하여 컨테이너 적재 위치를 결정하는 결정부와, 결정부의 결정에 따라 컨테이너를 적재하는 적재부를 더 포함한다.
- [13] 몇몇 실시예에서, 제1 정보는 컨테이너의 제원 정보를 포함하고, 제2 정보는 장치장의 위치 정보를 포함한다.
- [14] 몇몇 실시예에서, 유전자 알고리즘은, 대상 해집단의 가장 열등한 후보해를 열등 후보해로 선정하고, 대상 해집단으로부터 제1 부모를 선택하고, 제1 부모에 대해 교배 및 돌연변이를 적용하여 제1 자식을 생성하고, 대상 해집단으로부터 제2 부모를 선택하고, 제2 부모로부터 제1 자식과 가장 유사한 제2 자식을 선택하고, 제1 및 제2 자식 중 더 우수한 자식을 우수 후보해로 선정하고, 열등 후보해를 우수 후보해로 대체하여, 대상 해집단을 진화시키는 것을 포함한다.
- [15] 몇몇 실시예에서, 유전자 알고리즘은, 작업 시나리오에 기반하여, 제1 횟수로 대상 해집단의 모든 후보해를 평가하고, 작업 시나리오에 기반하여, 제2 횟수로 제1 자식을 평가하고, 작업 시나리오에 기반하여, 제2 횟수보다 많은 제3 횟수로 제2 자식을 평가하는 것을 포함한다.
- [16] 몇몇 실시예에서, 제2 자식을 평가하는 것은, 제1 자식을 평가한 후에 수행하는 것을 포함한다.
- [17] 몇몇 실시예에서, 제2 횟수는 제1 횟수와 동일하다.
- [18] 몇몇 실시예에서, 제2 부모를 선택하는 것은, 제1 부모를 선택한 후에 수행하는

것을 포함한다.

- [19] 몇몇 실시예에서, 제1 진화부는, 진화된 제1 해집단이 수렴할 때까지 제1 해집단을 진화시키는 것을 반복하고, 제2 진화부는, 진화된 제2 해집단이 수렴할 때까지 제2 해집단을 진화시키는 것을 반복한다.
- [20] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상의 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 방법은, 복수의 작업 시나리오를 제공하고, 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제1 후보해를 포함하는 제1 해집단을 진화시키고, 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제2 후보해를 포함하는 제2 해집단을 진화시키는 것을 포함하고, 제1 해집단을 진화시키는 것은, 제2 해집단의 가장 우수한 후보해인 제2 전략에 기반하여 각각의 제1 후보해를 평가하고, 제1 해집단을 진화시키는 것은, 제1 해집단의 가장 우수한 후보해인 제1 전략에 기반하여 각각의 제2 후보해를 평가하고, 각각의 제1 및 제2 후보해를 평가하는 것은, 복수의 작업 시나리오로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오에 각각 기반한다.
- [21] 몇몇 실시예에서, 제1 전략을 이용하여 작업 대상 컨테이너를 결정하고, 제2 전략을 이용하여 컨테이너 적재 위치를 결정하는 것을 더 포함한다.
- [22] 몇몇 실시예에서, 작업 대상 컨테이너를 결정하는 것은, 컨테이너의 자원 정보를 더 이용하는 것을 포함하고, 컨테이너 적재 위치를 결정하는 것은, 장치장의 위치 정보를 더 이용하는 것을 포함한다.
- [23] 몇몇 실시예에서, 제1 해집단 및 제2 해집단을 진화시키는 것은, 소정의 반복 횟수로 각각 수행되는 것을 더 포함한다.
- [24] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [25] 본 발명의 기술적 사상의 몇몇 실시예에 의하면 적어도 다음과 같은 효과가 있다.
- [26] 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템 및 방법은, 다양한 작업 시나리오에서 최적화된 전략을 도출할 수 있다.
- [27] 또한, 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템 및 방법은, 노이즈를 최소화하여 최적화된 전략을 도출할 수 있다.
- [28] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [29] 도 1은 컨테이너 터미널을 도시하는 개념도이다.
- [30] 도 2는 도 1의 A를 확대하여 도시한 확대도이다.
- [31] 도 3은 컨테이너를 적재하는 장치장 크레인의 작업을 설명하는 개념도이다.
- [32] 도 4는 본 발명의 기술적 사상의 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템의 블록도이다.

- [33] 도 5는 도 4의 전략 도출부의 블록도이다.
- [34] 도 6은 도 5의 제1 진화부 및 제2 진화부에 대한 공진화 알고리즘(coevolution algorithm)을 설명하기 위한 도면이다.
- [35] 도 7은 도 5의 제1 진화부 및 제2 진화부에 대한 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 설명하기 위한 도면이다.
- [36] 도 8은 도 4의 결정부의 블록도이다.
- [37] 도 9는 본 발명의 기술적 사상의 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 방법의 순서도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [38] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [39] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성 요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성 요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [40] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성 요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성 요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성 요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성 요소 일 수도 있음은 물론이다.
- [41] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [42] 이하에서, 도 1 내지 도 4를 참조하여, 본 발명의 기술적 사상의 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 계획 시스템을 설명한다.
- [43] 도 1은 컨테이너 터미널을 도시하는 개념도이다. 도 2는 도 1의 A를 확대하여 도시한 확대도이다. 도 3은 컨테이너를 적재하는 장치장 크레인의 작업을

설명하는 개념도이다.

- [44] 도 1을 참조하면, 컨테이너 터미널은 안벽(20), 장치장(10) 및 배후지(30)를 포함한다.
- [45] 안벽(20)은 선박(40)이 정박하는 영역이다. 컨테이너(12)는 컨테이너 크레인(CC)에 의해 선박(40)에서 하역될 수 있다. 하역된 컨테이너(12)는 내부 이송 차량(AGV; automated guided vehicle)에 의해 장치장(10)으로 이송될 수 있다. 또한, 장치장(10)에 적재된 컨테이너(12)는 내부 이송 차량(AGV)에 의해 안벽(20)으로 이송될 수 있다. 이송된 컨테이너(12)는 컨테이너 크레인(CC)에 의해 선박(40)에 선적될 수 있다.
- [46] 장치장(10)은 컨테이너(12)가 임시적으로 적재되는 영역이다. 내부 이송 차량(AGV)에 의해 장치장(10)으로 이송된 컨테이너(12)는, 장치장 크레인(ASC; automated stacking cranes)에 의해 장치장(10)에 적재될 수 있다. 적재된 컨테이너(12)는 안벽(20)으로 이송되어 선박(40)에 다시 선적되거나, 배후지(30)로 이송될 수 있다.
- [47] 도시된 것처럼, 컨테이너(12)는 선박(40)이 정박하는 방향에 수직하게 배열된 복수의 블록으로 적재될 수 있다. 복수의 장치장 크레인(ASC)은 각 블록으로 컨테이너(12)를 적재할 수 있다. 내부 이송 차량(AGV)은 각각의 블록 사이로 이동할 수 있다. 도시된 것과 달리, 컨테이너(12)는 선박(40)이 정박하는 방향에 수평하게 배열된 복수의 블록으로 적재될 수도 있다.
- [48] 배후지(30)는 장치장(10)과 육측(landside)으로 연결되는 영역이다. 배후지(30)에서는 외부 트럭(ET; external truck)이 이동할 수 있다. 장치장(10)의 컨테이너는 외부 트럭(ET)에 의해 배후지(30)로 이송될 수 있다. 또한, 외부 트럭(ET)은 배후지(30)로부터 장치장(10)으로 컨테이너를 이송할 수 있다. 즉, 배후지(30)는 장치장(10)과 육측의 다른 장소 사이에서 컨테이너(12)를 이송하기 위한 영역이다.
- [49] 도 2를 참조하면, 장치장(10) 내의 블록에 컨테이너(12)가 적재(stack)될 수 있다. 블록은 일정한 길이(bays), 너비(rows) 및 높이(tiers)를 가질 수 있다. 여기서, 길이(bays)란 직육면체 형상의 컨테이너(12)의 긴 모서리 방향의 거리를 의미하고, 너비(rows)란 짧은 모서리 방향의 거리를 의미한다.
- [50] 도 3을 참조하면, 컨테이너(12)의 이동을 설명할 수 있다. 장치장(10)이 안벽(20)과 이어지는 부분은 해측(seaside) 핸드오버 포인트(handover point, HP)로 지칭된다. 또한, 장치장(10)이 배후지(30)와 이어지는 부분은 육측(landside) 핸드오버 포인트로 지칭된다. 컨테이너(12)는 각각의 핸드오버 포인트에서 들어오고 나갈 수 있다. 외부 트럭(ET)은 육측 핸드오버 포인트에서 배후지(30)로 이동할 수 있다.
- [51] 상술한 것처럼, 장치장 크레인(ASC)은 컨테이너(12)를 적재할 수 있다. 여기서, 컨테이너(12)는 선박에서 하역(import)된 것일 수도 있고, 육측으로부터 이송(export)된 것일 수도 있다. 적재된 컨테이너(12)는 선박으로 선적(loading)될

수도 있고, 육측으로 이송(carry-out)될 수도 있다. 또한, 컨테이너(12)는 선박에서 하역되어 다른 선박으로 환적(transshipment)될 수도 있다. 하나의 블록에 특별히 제한되는 것은 아니지만, 장치장(10)에는 2개 이상의 장치장 크레인(ASC)이 설치될 수 있다.

[52] 또한, 장치장 크레인(ASC)은 컨테이너(12)를 재정돈하거나 재취급(rehandling)하는데 사용될 수도 있다. 재정돈이란, 해측이나 육측으로부터 컨테이너(12)가 반대측으로 이동되어야 하는 경우에, 장치장(10) 내에서 각각의 방향에 있는 장치장 크레인(ASC)이 닿는 위치로 컨테이너(12)를 옮기는 것이다. 재정돈 중에서, 컨테이너(12)가 바로 육지로 이송되거나 선적되어야 하는 경우에 컨테이너(12)를 이동시키는 것을 리포지셔닝(repositioning)이라 한다. 재취급이란, 당해 컨테이너(12)가 이동될 필요는 없지만 당해 컨테이너(12) 아래에 적재된 컨테이너(12)가 이동되어야 하는 경우에, 당해 컨테이너(12)를 이동시키는 것이다.

[53] 도 4는 본 발명의 기술적 사상의 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템의 블록도이다.

[54] 도 4를 참조하면, 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템은, 전략 도출부(100), 입력부(200), 결정부(300) 및 적재부(400)를 포함한다.

[55] 본 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템은 전략 기반 계획 방법에 기반한다. 전략 기반 계획 방법이란, 주어진 후보군의 각 후보에 대해 여러 가지 평가 기준으로 점수를 계산하고, 가장 높은 점수를 얻은 후보를 선택하는 계획 방법이다.

[56] 전략 기반 계획 방법의 여러 가지 평가 기준은 각각 중요도가 다를 수 있는데, 이러한 중요도에 따라 각 평가 기준 별로 가중치를 부여할 수 있다. 이 때, 각 평가 기준 별로 부여되는 가중치 조합을 전략이라고 지칭한다. 구체적으로, 전략 기반 계획 방법은 아래 수학식 1과 같은 점수 함수를 제공할 수 있다.

[57] [수식1]

$$s(x) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot f_i(x)$$

[58] 여기서, x 는 입력값이고, $s(x)$ 는 점수 함수이고, $f_i(x)$ 는 평가 기준 함수이고, w_i 는 각 평가 기준 함수의 가중 상수이다. n 은 자연수이다. 즉, 점수 함수는 각 평가 기준 함수와 가중 상수를 곱한 값들의 합이다. 이 때, w_1 내지 w_n 의 집합이 전략이다.

[59] 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템은, 작업 대상 컨테이너와, 컨테이너 적재 위치를 결정할 수 있다.

[60] 예를 들어, 장치장 크레인(ASC)이 작업할 컨테이너(12)를 결정하고자할 때, 작업 대상이 될 수 있는 컨테이너(12)들은 후보군이 될 수 있다. 즉, $s(x)$ 는 작업

대상이 될 수 있는 컨테이너 후보들의 점수를 각각 평가할 수 있다. 예를 들어, $s(x)$ 는 일정 시간 내로 처리되어야 하는 컨테이너(12)들의 점수를 각각 평가할 수 있다.

- [61] 이러한 경우에, x 는 평가 대상 컨테이너 후보의 정보이고, $f_i(x)$ 는 평가 대상 컨테이너 후보를 평가하기 위한 평가 기준 함수이다. 예를 들어, x 는 평가 대상 컨테이너 후보의 무게, 크기 등과 같은 컨테이너의 제원 정보를 포함할 수 있다. 이에 따라, $s(x)$ 의 값이 가장 높은 컨테이너 후보를 작업 대상 컨테이너로 결정할 수 있다.
- [62] 또한, 예를 들어, 장치장 크레인(ASC)이 컨테이너(12)를 적재할 위치를 결정하고자할 때, $s(x)$ 는 적재 대상이 될 수 있는 장치장 위치 후보의 점수를 각각 평가할 수 있다. 예를 들어, $s(x)$ 는 컨테이너(12)가 적재될 수 있는 장치장(10)의 위치들의 점수를 각각 평가할 수 있다.
- [63] 이러한 경우에, x 는 평가 대상 장치장 위치 후보의 정보이고, $f_i(x)$ 는 평가 대상 컨테이너 후보를 평가하기 위한 평가 기준 함수이다. 예를 들어, x 는 평가 대상 장치장 위치 후보의 좌표값과 같은 장치장의 위치 정보를 포함할 수 있다. 이에 따라, $s(x)$ 의 값이 가장 높은 장치장 위치 후보를 컨테이너 적재 위치로 결정할 수 있다.
- [64] 전략 도출부(100)는 전략을 최적화하여 도출할 수 있다. 즉, 전략 도출부(100)는 상기 수학식 1의 모든 w_i (즉, w_1 내지 w_n)의 집합을 최적화하여 도출할 수 있다.
- [65] 구체적으로, 전략 도출부(100)는 작업 대상 컨테이너를 결정하기 위한 전략(이하, 제1 전략)을 제공할 수 있다. 또한, 전략 도출부(100)는 컨테이너 적재 위치를 결정하기 위한 전략(이하, 제2 전략)을 제공할 수 있다. 또한, 전략 도출부(100)는 제1 전략 및 제2 전략을 최적화하여 도출할 수 있다. 이에 관해서는, 도 5 내지 도 7에 관한 설명에서 상세히 후술한다.
- [66] 입력부(200)는 입력값을 제공할 수 있다. 즉, 입력부(200)는 상기 수학식 1의 x 를 제공할 수 있다.
- [67] 구체적으로, 입력부(200)는 평가 대상 컨테이너 후보의 정보(이하, 제1 정보)를 제공할 수 있다. 또한, 입력부(200)는 평가 대상 장치장 위치 후보의 정보(이하, 제2 정보)를 제공할 수 있다.
- [68] 결정부(300)는 장치장 크레인(ASC)이 작업 대상 컨테이너 및 컨테이너 적재 위치를 결정할 수 있다. 즉, 결정부(300)는 상기 수학식 1을 이용하여 $s(x)$ 를 계산하고, 가장 높은 $s(x)$ 를 갖는 후보를 결정할 수 있다.
- [69] 구체적으로, 결정부(300)는 전략 도출부(100)로부터 제1 전략을 제공받고, 입력부(200)로부터 제1 정보를 제공받아, 장치장 크레인(ASC)이 작업할 작업 대상 컨테이너를 결정할 수 있다. 또한, 결정부(300)는 전략 도출부(100)로부터 제2 전략을 제공받고, 입력부(200)로부터 제2 정보를 제공받아, 장치장 크레인(ASC)이 컨테이너를 적재할 컨테이너 적재 위치를 결정할 수 있다. 이에 관해서는, 도 8에 관한 설명에서 상세히 후술한다.

- [70] 적재부(400)는 결정부(300)의 결정에 따라 장치장(10)에 컨테이너(12)를 적재할 수 있다. 구체적으로, 적재부(400)는 장치장 크레인(ASC)에 대응될 수 있다. 그러나, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니고, 적재부(400)는 결정부(300)의 결정에 따라 컨테이너(12)를 적재할 수 있는 임의의 장치를 포함할 수 있다.
- [71] 이하에서, 도 5 내지 도 7을 참조하여, 몇몇 실시예에 따른 전략 도출부(100)의 동작을 구체적으로 설명한다.
- [72] 도 5는 도 4의 전략 도출부의 블록도이다. 도 6은 도 5의 제1 진화부 및 제2 진화부에 대한 공진화 알고리즘(coevolution algorithm)을 설명하기 위한 도면이다. 도 7은 도 5의 제1 진화부 및 제2 진화부에 대한 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 설명하기 위한 도면이다.
- [73] 도 5를 참조하면, 전략 도출부(100)는 시나리오 제공부(110), 제1 진화부(120) 및 제2 진화부(130)를 포함할 수 있다.
- [74] 시나리오 제공부(110)는 복수의 작업 시나리오를 제공할 수 있다. 여기서 작업 시나리오는, 장치장 크레인 작업의 시나리오이다. 장치장은 다양한 운영 상황에 따라 여러 가지 작업 시나리오를 가질 수 있다. 이에 따라, 시나리오 제공부(110)는 장치장 크레인 작업의 서로 다른 시나리오를 제공할 수 있다.
- [75] 이러한 작업 시나리오는 전략의 우열을 평가하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 작업 대상 컨테이너를 결정하기 위한 전략인 제1 전략을 평가하기 위해서는, 특정한 작업 시나리오가 요구될 수 있다. 즉, 특정한 전략을 평가하는 것은, 시나리오 제공부(110)로부터 제공되는 작업 시나리오에 기반할 수 있다.
- [76] 제1 진화부(120)는 작업 대상 컨테이너를 결정하기 위한 복수의 후보 전략(이하, 제1 후보해)을 포함하는 제1 해집단을 진화시킬 수 있다. 구체적으로, 제1 진화부(120)는, 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 이용하여 복수의 제1 후보해를 포함하는 제1 해집단을 진화시킬 수 있다. 또한, 제1 진화부(120)는 제1 해집단의 가장 우수한 후보해를 제1 전략으로 제공할 수 있다.
- [77] 제2 진화부(130)는 컨테이너 적재 위치를 결정하기 위한 복수의 후보 전략(이하, 제2 후보해)을 포함하는 제2 해집단을 진화시킬 수 있다. 구체적으로, 제2 진화부(130)는, 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제2 후보해를 포함하는 제2 해집단을 진화시킬 수 있다. 또한, 제2 진화부(130)는 제2 해집단의 가장 우수한 후보해를 제2 전략으로 제공할 수 있다.
- [78] 이 때, 제1 진화부(120) 및 제2 진화부(130)는 공진화 알고리즘(coevolution algorithm)을 이용하여 제1 해집단 및 제2 해집단을 진화시킬 수 있다. 구체적으로, 제1 진화부(120)는 제2 전략에 기반하여 제1 해집단의 각각의 제1 후보해를 평가하고, 제1 해집단을 진화시킬 수 있다. 또한, 제2 진화부(130)는 제1 전략에 기반하여 제2 해집단의 각각의 제2 후보해를 평가하고, 제2 해집단을 진화시킬 수 있다.
- [79] 더 구체적으로, 도 6을 참조하면, 제1 해집단 및 제2 해집단은 각각 진화될 수

있다. 예를 들어, 제1 세대 제1 해집단은 진화되어 제2 세대 제1 해집단으로 진화될 수 있고, 제2 세대 제1 해집단은 진화되어 제3 세대 제1 해집단으로 진화될 수 있다.

- [80] 이 때, 제1 진화부는, 제1 세대 제2 해집단의 가장 우수한 후보해인 제1 세대 제2 전략에 기반하여, 제2 세대 제1 해집단의 각각의 후보해를 평가할 수 있다. 마찬가지로, 제2 진화부는, 제1 세대 제1 해집단의 가장 우수한 후보해인 제1 세대 제1 전략에 기반하여, 제2 세대 제2 해집단의 각각의 후보해를 평가할 수 있다.
- [81] 즉, 작업 대상 컨테이너를 결정하기 위한 전략인 제1 전략은, 컨테이너 적재 위치를 결정하기 위한 후보 전략인 제2 후보해를 평가하는데 사용될 수 있다. 마찬가지로, 적재 위치를 결정하기 위한 전략인 제2 전략은, 작업 대상 컨테이너를 결정하기 위한 후보 전략인 제1 후보해를 평가하는데 사용될 수 있다.
- [82] 도 7을 참조하면, 제1 진화부(120) 및 제2 진화부(130)에 사용되는 유전자 알고리즘을 설명할 수 있다. 구체적으로, 제1 진화부(120) 및 제2 진화부(130)는 제한된 토너먼트 선택(RTS; restricted tournament selection)에 기반하는 유전자 알고리즘을 사용하여, 제1 해집단 및 제2 해집단을 각각 진화시킬 수 있다.
- [83] 먼저, 유전자 알고리즘에 의해 진화의 대상이 되는 해집단인 대상 해집단을 제공한다(S100). 본 실시예에서, 대상 해집단은 제1 해집단 및 제2 해집단에서 선택되는 하나의 해집단을 의미할 수 있다. 그러나, 설명의 편의를 위해, 이하에서 대상 해집단은 제1 해집단인 것으로 가정한다.
- [84] 이어서, 제1 횟수로 대상 해집단의 모든 후보해를 평가한다(S101). 구체적으로, 제1 횟수로 제1 해집단의 모든 제1 후보해를 평가할 수 있다. 이 때, 각각의 제1 후보해를 평가하는 것은, 시나리오 제공부(110)로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오에 기반할 수 있다. 즉, 각각의 제1 후보해는 서로 동일한 작업 시나리오에 기반하여 평가될 수도 있고, 서로 다른 작업 시나리오에 기반하여 평가될 수도 있다. 이에 따라, 제1 진화부(120)는 다양한 작업 시나리오에 기반하여 각각의 제1 후보해를 평가할 수 있다.
- [85] 또한, 도 6에 관한 설명에서 상술한 것처럼, 각각의 제1 후보해는 제2 전략에 기반하여 평가될 수 있다. 즉, 각각의 제1 후보해는 시나리오 제공부(110)로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오뿐만 아니라, 제2 전략에도 기반하여 평가될 수 있다. 만일, 대상 해집단이 제2 해집단인 경우에, 각각의 제2 후보해는 시나리오 제공부(110)로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오뿐만 아니라, 제1 전략에도 기반하여 평가될 수 있다.
- [86] 몇몇 실시예에서, 제1 횟수는 2회 이상일 수 있다. 이러한 경우에, 제1 해집단의 특정한 제1 후보해는, 2회 이상 평가되는 동안 서로 동일한 작업 시나리오에 기반하여 평가될 수도 있고, 서로 다른 작업 시나리오에 기반하여 평가될 수도 있다. 이에 따라, 제1 후보해는 다양한 작업 시나리오에 기반하여 평가될 수

있다.

- [87] 이어서, 대상 해집단의 가장 열등한 후보해인 열등 후보해를 선정한다(S110). 구체적으로, 제1 해집단의 가장 열등한 제1 후보해를 열등 후보해로 선정할 수 있다. 열등 후보해는, 단계(S101)에서 평가된 각각의 제1 후보해를 비교하여 선정할 수 있다.
- [88] 제1 횟수가 2회 이상인 경우에, 각각 2회 이상 평가되는 각각의 제1 후보해의 평균을 비교하여, 가장 열등한 후보해를 열등 후보해로 선정할 수 있다. 그러나, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니고, 다른 방법으로 각각의 제1 후보해를 비교하여 열등 후보해를 선정할 수도 있다.
- [89] 이어서, 대상 해집단으로부터 제1 부모를 선택한다(S120). 구체적으로, 제1 해집단으로부터 임의로 제1 후보해를 선택하여 제1 부모를 생성할 수 있다. 이 때, 제1 부모는 복수의 제1 후보해를 포함할 수 있으나, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [90] 이어서, 제1 부모에 대해 교배(crossover) 및 돌연변이(mutation)를 적용하여 제1 자식을 생성한다(S125). 구체적으로, 제1 해집단으로부터 임의로 선택된 제1 후보해에 대해 교배 및 돌연변이를 적용할 수 있다. 이에 따라, 제1 부모에 존재하지 않는 진화된 제1 후보해를 생성하여, 제1 자식을 형성할 수 있다. 이 때, 제1 자식은 복수의 진화된 제1 후보해를 포함할 수 있으나, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [91] 이어서, 제2 횟수로 제1 자식을 평가한다(S126). 이 때, 제1 자식을 평가하는 것은, 시나리오 제공부(110)로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오에 기반할 수 있다. 제1 자식을 평가하는 것은, 제1 후보해를 평가하는 것과 실질적으로 동일하다. 즉, 제1 후보해와 마찬가지로, 제1 자식은 시나리오 제공부(110)로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오뿐만 아니라, 제2 전략에도 기반하여 평가될 수 있다. 만일, 대상 해집단이 제2 해집단인 경우에, 제1 자식은 시나리오 제공부(110)로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오뿐만 아니라, 제1 전략에도 기반하여 평가될 수 있다.
- [92] 몇몇 실시예에서, 제2 횟수는 제1 횟수와 동일할 수 있다. 그러나, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니고, 제2 횟수는 제1 횟수와 다를 수도 있다.
- [93] 이어서, 대상 해집단으로부터 제2 부모를 선택한다(S130). 구체적으로, 제1 해집단으로부터 임의로 제1 후보해를 선택하여 제2 부모를 생성할 수 있다. 이 때, 제2 부모는 복수의 제1 후보해를 포함할 수 있으나, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 제2 부모는 제1 부모와 동일한 수의 제1 후보해를 포함할 수도 있고, 제1 부모와 서로 다른 제1 후보해를 포함할 수도 있다.
- [94] 본 실시예에서, 제2 부모를 선택하는 것(S130)은 제1 부모를 선택한(S120) 이후에 수행되는 것으로 설명되지만, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는

- 것은 아니다. 즉, 제2 부모를 선택하는 것(S130)은 제1 부모를 선택하기(S120) 전에 수행될 수도 있고, 제1 부모를 선택하는 것(S120)과 동시에 수행될 수도 있다.
- [95] 이어서, 제2 부모로부터 제1 자식과 가장 유사한 제2 자식을 선택한다(S135). 제1 자식이 복수인 경우에, 제1 자식의 수와 동일한 수의 제2 자식을 생성할 수 있다.
- [96] 이어서, 제3 횟수로 제2 자식을 평가한다(S136). 이 때, 제2 자식을 평가하는 것은, 시나리오 제공부(110)로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오에 기반할 수 있다. 제2 자식을 평가하는 것은, 제1 후보해를 평가하는 것과 실질적으로 동일하다. 즉, 제1 후보해와 마찬가지로, 제2 자식은 시나리오 제공부(110)로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오뿐만 아니라, 제2 전략에도 기반하여 평가될 수 있다. 만일, 대상 해집단이 제2 해집단인 경우에, 제2 자식은 시나리오 제공부(110)로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오뿐만 아니라, 제1 전략에도 기반하여 평가될 수 있다.
- [97] 몇몇 실시예에서, 제3 횟수는 제2 횟수보다 많을 수 있다. 즉, 제2 자식은 제1 자식보다 다양한 작업 시나리오에 기반하여 평가될 수 있다. 제2 자식은 제1 자식과 유사하므로, 제2 자식으로 선택된다는 것은 우수한 후보해일 확률이 높다는 것을 의미한다. 즉, 제2 자식을 서로 다른 작업 시나리오에 기반하여 여러 번 평가함으로써, 노이즈를 제거하여 우수한 후보해를 보다 정확히 평가할 수 있다.
- [98] 본 실시예에서, 제2 자식을 평가하는 것(S136)은 제1 자식을 평가한(S126) 이후에 수행되는 것으로 설명되지만, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다. 즉, 제2 자식을 평가하는 것(S136)은 제1 자식을 평가하기(S126) 전에 수행될 수도 있고, 제1 자식을 평가하는(S126) 것과 동시에 수행될 수도 있다.
- [99] 이어서, 제1 자식과 제2 자식 중 더 우수한 자식을 우수 후보해로 선정한다(S140). 우수 후보해는, 단계(S126) 및 단계(S136)에서 평가된 각각의 제1 자식 및 제2 자식을 비교하여 선정할 수 있다.
- [100] 제2 횟수 및 제3 횟수가 2회 이상인 경우에, 각각 2회 이상 평가되는 각각의 제1 자식 및 제2 자식의 평균을 비교하여, 더 우수한 후보해를 우수 후보해로 선정할 수 있다. 그러나, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니고, 다른 방법으로 각각의 제1 자식 및 제2 자식을 비교하여 우수 후보해를 선정할 수도 있다.
- [101] 이어서, 열등 후보해를 우수 후보해로 대체하여, 대상 해집단을 진화시킨다(S150). 구체적으로, 제1 해집단의 제1 후보해 중에서 가장 열등한 열등 후보해를, 제1 자식과 제2 자식 중 더 우수한 우수 후보해로 대체하여 제1 해집단을 진화시킬 수 있다. 이에 따라, 제1 해집단은 보다 개선된 제1 후보해를 포함할 수 있다.

- [102] 이어서, 진화된 대상 해집단이 수렴할 때까지 대상 해집단을 진화시키는 것을 반복한다(S160). 구체적으로, 진화된 제1 해집단이 수렴할 때까지 제1 해집단을 진화시키는 것을 반복할 수 있다.
- [103] 진화된 제1 해집단이 수렴하는지 여부는, 진화된 제1 해집단과 진화되기 전의 제1 해집단의 차이가 허용 오차 범위 내인지 여부로 판단할 수 있다. 구체적으로, 만일 진화된 제1 해집단과 진화되기 전의 제1 해집단의 차이가 허용 오차 범위 밖이라면, 이전 단계(S110 내지 S150)를 반복하여 다시 제1 해집단을 진화시킨다. 그러나, 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니고, 대상 해집단을 진화시키는 것은 소정의 반복 횟수로 수행될 수도 있다.
- [104] 만일, 진화된 대상 해집단이 수렴하면, 가장 우수한 후보해를 전략으로 도출한다. 구체적으로, 진화된 제1 해집단이 수렴하면, 가장 우수한 제1 후보해를 제1 전략으로 도출할 수 있다. 대상 해집단이 제2 해집단이 경우에, 도 7에 따른 유전자 알고리즘은 제2 전략을 도출할 수 있다.
- [105] 이에 따라, 전략 도출부(100)는 시나리오 제공부(110), 제1 진화부(120) 및 제2 진화부(130)를 이용하여, 최적화된 제1 전략 및 제2 전략을 도출할 수 있다.
- [106] 이하에서, 도 8을 참조하여, 몇몇 실시예에 따른 결정부(300)의 동작을 구체적으로 설명한다.
- [107] 도 8은 도 4의 결정부의 블록도이다.
- [108] 도 8을 참조하면, 결정부(300)는 컨테이너 결정부(310) 및 적재 위치 결정부(320)를 포함할 수 있다.
- [109] 컨테이너 결정부(310)는 전략 도출부(100)로부터 제1 전략을 제공받고, 입력부(200)로부터 제1 정보를 제공받아, 작업 대상 컨테이너를 결정할 수 있다. 구체적으로, 컨테이너 결정부(310)는 아래 수학식 2를 이용하여 작업 대상 컨테이너를 결정할 수 있다.
- [110] [수식2]

$$s_1(y) = \sum_{i=1}^l w_{1i} \cdot f_{1i}(y)$$

- [111] 여기서, y 는 제1 정보이고, w_{1i} 는 제1 전략이다. 또한, $s_1(y)$ 는 작업 대상 컨테이너를 결정하기 위한 점수 함수이고, $f_{1i}(y)$ 는 평가 대상 컨테이너 후보를 평가하기 위한 평가 기준 함수이다. 이에 따라, 컨테이너 결정부(310)는 $s_1(y)$ 의 값이 가장 높은 컨테이너 후보를 작업 대상 컨테이너로 결정할 수 있다.
- [112] 적재 위치 결정부(320)는 전략 도출부(100)로부터 제2 전략을 제공받고, 입력부(200)로부터 제2 정보를 제공받아, 컨테이너 적재 위치를 결정할 수 있다. 구체적으로, 적재 위치 결정부(320)는 아래 수학식 3을 이용하여 작업 대상 컨테이너를 결정할 수 있다.

[113] [수식3]

$$s_2(z) = \sum_{i=1}^m w_{2i} \cdot f_{2i}(z)$$

[114] 여기서, z 는 제2 정보이고, w_{2i} 는 제2 전략이다. 또한, $s_2(z)$ 는 작업 대상 컨테이너를 결정하기 위한 점수 함수이고, $f_{2i}(z)$ 는 평가 대상 컨테이너 후보를 평가하기 위한 평가 기준 함수이다. 이에 따라, 적재 위치 결정부(320)는 $s_2(z)$ 의 값이 가장 높은 컨테이너 후보를 작업 대상 컨테이너로 결정할 수 있다.

[115] 이에 따라, 본 발명의 기술적 사상의 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템은, 다양한 작업 시나리오에서 최적화된 전략을 도출할 수 있다. 또한, 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템은, 노이즈를 최소화하여 최적화된 전략을 도출할 수 있다. 이에 따라, 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 시스템은, 다양한 작업 시나리오에서 개선된 성능을 나타낼 수 있다.

[116] 이하에서, 도 9를 참조하여, 본 발명의 기술적 사상의 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 계획 방법을 설명한다. 설명의 편의를 위해, 도 1 내지 도 8을 이용하여 설명한 것과 중복되는 부분은 간략히 설명하거나 생략한다.

[117] 도 9는 본 발명의 기술적 사상의 몇몇 실시예에 따른 장치장 크레인 작업 계획 방법의 순서도이다.

[118] 도 9를 참조하면, 먼저 복수의 작업 시나리오를 제공한다(S10).

[119] 이어서, 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제1 후보해를 포함하는 제1 해집단을 진화시킨다(S11a). 또한, 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제2 후보해를 포함하는 제2 해집단을 진화시킨다(S11b).

[120] 구체적으로, 제1 해집단 및 제2 해집단을 진화시키는 것은, 도 6에 관한 설명에서 상술한 공진화 알고리즘을 이용할 수 있다. 즉, 제1 해집단을 진화시키는 것(S11a)은, 제2 전략에 기반하여 제1 해집단의 각각의 제1 후보해를 평가하고, 제1 해집단을 진화시킬 수 있다. 또한, 제2 해집단을 진화시키는 것(S11b)은, 제1 전략에 기반하여 제2 해집단의 각각의 제2 후보해를 평가하고, 제2 해집단을 진화시킬 수 있다.

[121] 또한, 각각의 제1 해집단 및 제2 해집단을 진화시키는 것은, 도 7에 관한 설명에서 상술한 유전자 알고리즘을 이용하여 수행할 수 있다.

[122] 이어서, 제1 해집단으로부터 도출되는 제1 전략을 제공한다(S12a). 또한, 제2 해집단으로부터 도출되는 제2 전략을 제공한다(S12b).

[123] 구체적으로, 단계(S11a)에서 진화된 제1 해집단이 수렴할 때까지 제1 해집단을 진화시키는 것을 반복하고, 단계(S11b)에서 진화된 제2 해집단이 수렴할 때까지 제2 해집단을 진화시키는 것을 반복할 수 있다. 만일, 진화된 제1 해집단이 수렴하면, 가장 우수한 제1 후보해를 제1 전략으로 도출할 수 있다. 마찬가지로,

진화된 제2 해집단이 수렴하면, 가장 우수한 제2 후보해를 제2 전략으로 도출할 수 있다.

- [124] 이어서, 평가 대상 컨테이너 후보의 정보인 제1 정보를 제공한다(S13a). 또한, 평가 대상 장치장 위치 후보의 정보인 제2 정보를 제공한다(S13b).
- [125] 이어서, 제1 전략 및 제1 정보를 이용하여, 작업 대상 컨테이너를 결정한다(S14a). 또한, 제2 전략 및 제2 정보를 이용하여, 컨테이너 적재 위치를 결정한다(S14b).
- [126] 이어서, 단계(S14a, S14b)에 의해 결정된 작업 대상 컨테이너 및 결정된 컨테이너 적재 위치에 따라, 컨테이너를 적재한다. 구체적으로, 단계(S14a, S14b)에 의해 결정된 작업 대상 컨테이너 및 결정된 컨테이너 적재 위치에 따라, 장치장 크레인(ASC)은 컨테이너(12)를 적재할 수 있다.
- [127] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

청구범위

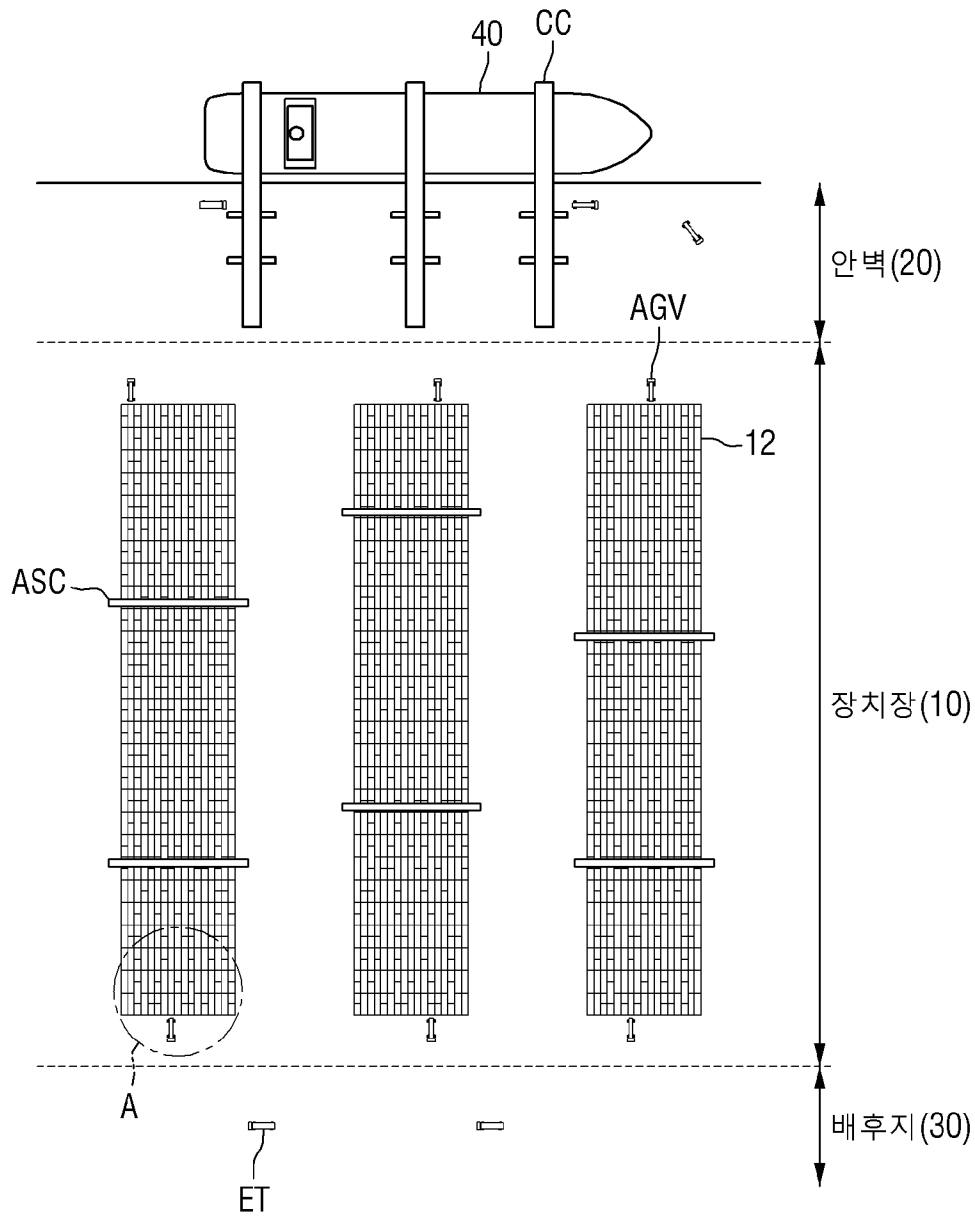
- [청구항 1] 복수의 작업 시나리오를 제공하는 시나리오 제공부;
유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제1 후보해를 포함하는 제1
해집단을 진화시키는 제1 진화부; 및
상기 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제2 후보해를 포함하는 제2
해집단을 진화시키는 제2 진화부를 포함하고,
상기 제1 진화부는, 상기 제2 해집단의 가장 우수한 후보해인 제2 전략에
기반하여 각각의 상기 제1 후보해를 평가하고,
상기 제2 진화부는, 상기 제1 해집단의 가장 우수한 후보해인 제1 전략에
기반하여 각각의 상기 제2 후보해를 평가하고,
각각의 상기 제1 및 제2 후보해를 평가하는 것은, 복수의 상기 작업
시나리오로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오에 각각 기반하는 장치장
크레인 작업 계획 시스템.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
평가 대상 컨테이너 후보의 정보인 제1 정보와, 평가 대상 장치장 위치
후보의 정보인 제2 정보를 제공하는 입력부와,
상기 제1 전략 및 상기 제1 정보를 이용하여 작업 대상 컨테이너를
결정하고, 상기 제2 전략 및 상기 제2 정보를 이용하여 컨테이너 적재
위치를 결정하는 결정부와,
상기 결정부의 결정에 따라 컨테이너를 적재하는 적재부를 더 포함하는
장치장 크레인 작업 계획 시스템.
- [청구항 3] 제 2항에 있어서,
상기 제1 정보는 컨테이너의 제원 정보를 포함하고,
상기 제2 정보는 장치장의 위치 정보를 포함하는 장치장 크레인 작업
계획 시스템.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 유전자 알고리즘은,
대상 해집단의 가장 열등한 후보해를 열등 후보해로 선정하고,
상기 대상 해집단으로부터 제1 부모를 선택하고,
상기 제1 부모에 대해 교배 및 돌연변이를 적용하여 제1 자식을 생성하고,
상기 대상 해집단으로부터 제2 부모를 선택하고,
상기 제2 부모로부터 상기 제1 자식과 가장 유사한 제2 자식을 선택하고,
상기 제1 및 제2 자식 중 더 우수한 자식을 우수 후보해로 선정하고,
상기 열등 후보해를 상기 우수 후보해로 대체하여, 상기 대상 해집단을
진화시키는 것을 포함하는 장치장 크레인 작업 계획 시스템.
- [청구항 5] 제 4항에 있어서,
상기 유전자 알고리즘은,

- 상기 작업 시나리오에 기반하여, 제1 횡수로 상기 대상 해집단의 모든 후보해를 평가하고,
 상기 작업 시나리오에 기반하여, 제2 횡수로 상기 제1 자식을 평가하고,
 상기 작업 시나리오에 기반하여, 상기 제2 횡수보다 많은 제3 횡수로 상기 제2 자식을 평가하는 것을 포함하는 장치장 크레인 작업 계획 시스템.
- [청구항 6] 제 5항에 있어서,
 상기 제2 자식을 평가하는 것은, 상기 제1 자식을 평가한 후에 수행하는 것을 포함하는 장치장 크레인 작업 계획 시스템.
- [청구항 7] 제 5항에 있어서,
 상기 제2 횡수는 상기 제1 횡수와 동일한 장치장 크레인 작업 계획 시스템.
- [청구항 8] 제 4항에 있어서,
 상기 제2 부모를 선택하는 것은, 상기 제1 부모를 선택한 후에 수행하는 것을 포함하는 장치장 크레인 작업 계획 시스템.
- [청구항 9] 제 1항에 있어서,
 상기 제1 진화부는, 상기 진화된 제1 해집단이 수렴할 때까지 상기 제1 해집단을 진화시키는 것을 반복하고,
 상기 제2 진화부는, 상기 진화된 제2 해집단이 수렴할 때까지 상기 제2 해집단을 진화시키는 것을 반복하는 장치장 크레인 작업 계획 시스템.
- [청구항 10] 복수의 작업 시나리오를 제공하고,
 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제1 후보해를 포함하는 제1 해집단을 진화시키고,
 상기 유전자 알고리즘을 이용하여 복수의 제2 후보해를 포함하는 제2 해집단을 진화시키는 것을 포함하고,
 상기 제1 해집단을 진화시키는 것은, 상기 제2 해집단의 가장 우수한 후보해인 제2 전략에 기반하여 각각의 상기 제1 후보해를 평가하고,
 상기 제1 해집단을 진화시키는 것은, 상기 제1 해집단의 가장 우수한 후보해인 제1 전략에 기반하여 각각의 상기 제2 후보해를 평가하고,
 각각의 상기 제1 및 제2 후보해를 평가하는 것은, 복수의 상기 작업 시나리오로부터 임의로 선택되는 작업 시나리오에 각각 기반하는 장치장 크레인 작업 계획 방법.
- [청구항 11] 제 10항에 있어서,
 상기 제1 전략을 이용하여 작업 대상 컨테이너를 결정하고,
 상기 제2 전략을 이용하여 컨테이너 적재 위치를 결정하는 것을 더 포함하는 크레인 작업 계획 방법.
- [청구항 12] 제 11항에 있어서,
 상기 작업 대상 컨테이너를 결정하는 것은, 컨테이너의 제원 정보를 더 이용하는 것을 포함하고,

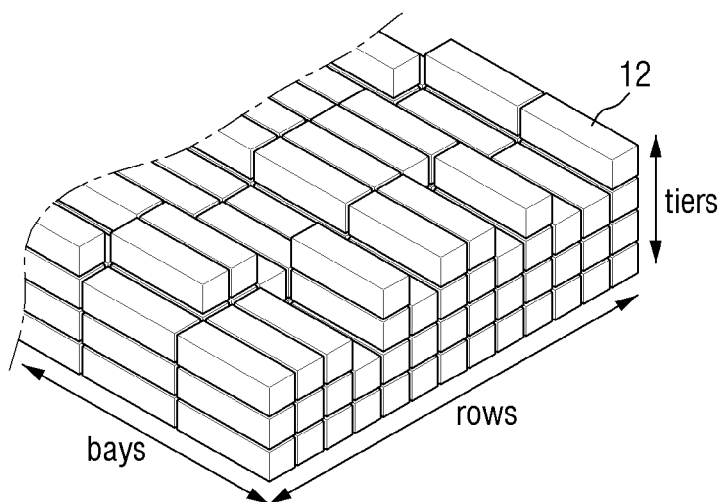
상기 컨테이너 적재 위치를 결정하는 것은, 장치장의 위치 정보를 더 이용하는 것을 포함하는 크레인 작업 계획 방법.

- [청구항 13] 제 10항에 있어서,
상기 제1 해집단 및 상기 제2 해집단을 진화시키는 것은, 소정의 반복 횟수로 각각 수행되는 것을 더 포함하는 장치장 크레인 작업 계획 방법.

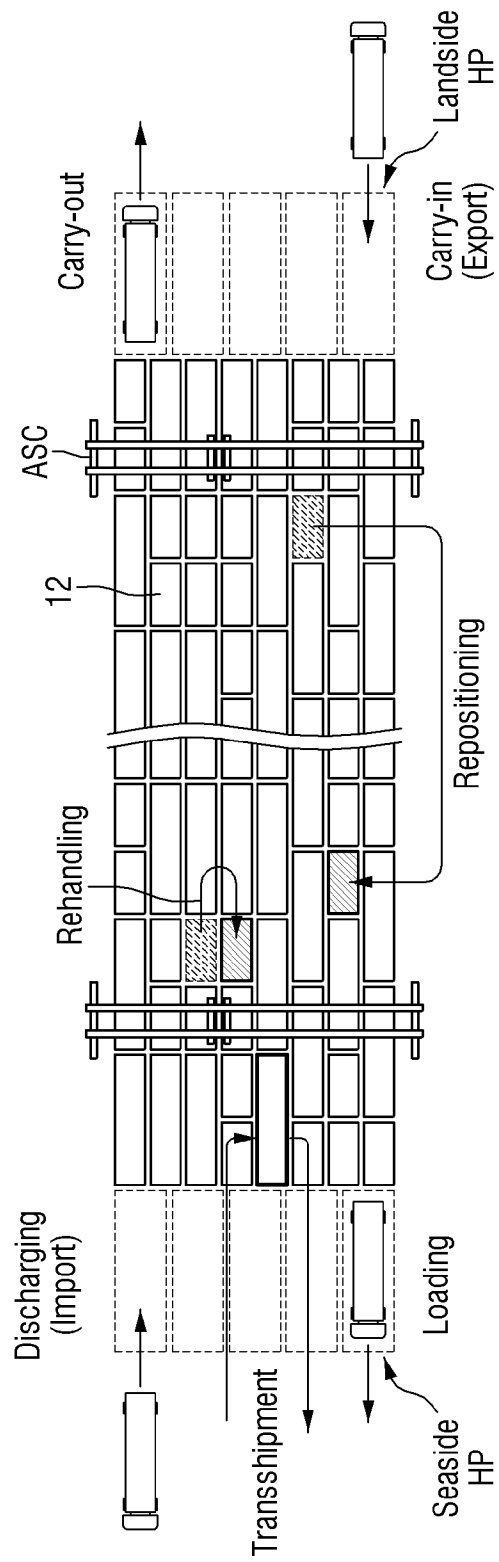
[도1]



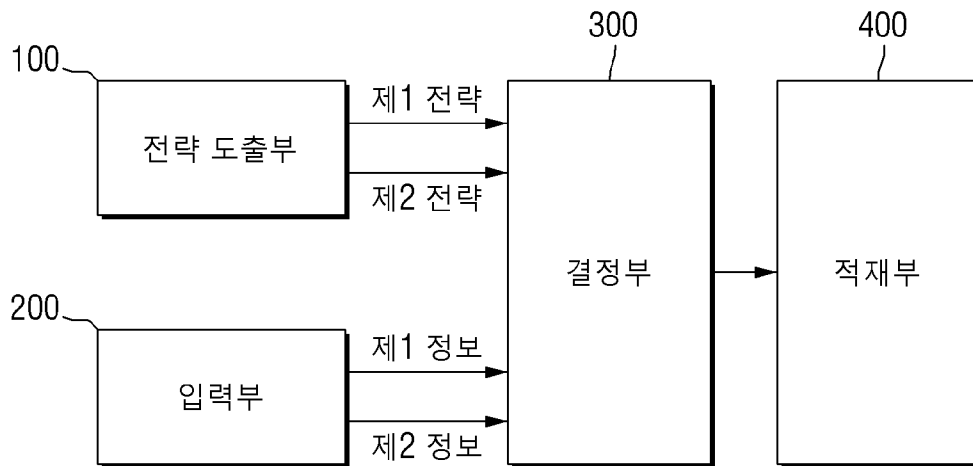
[도2]



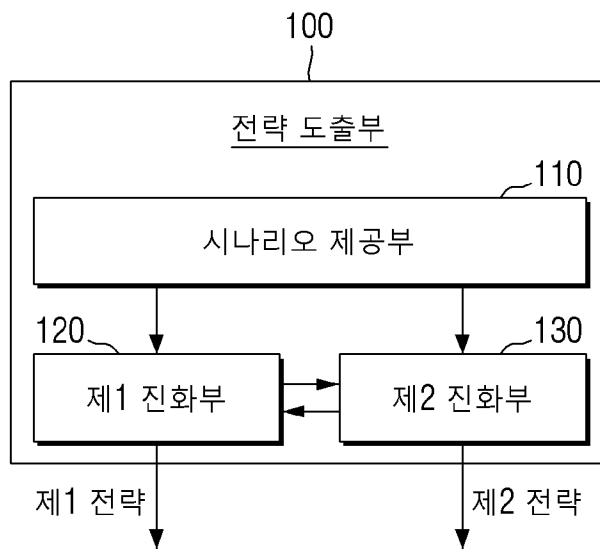
[도3]



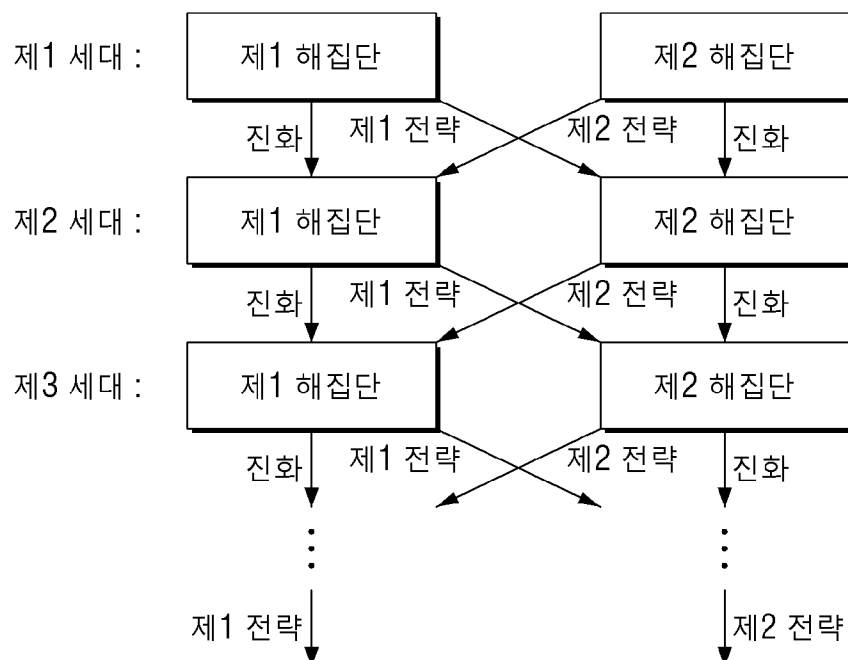
[도4]



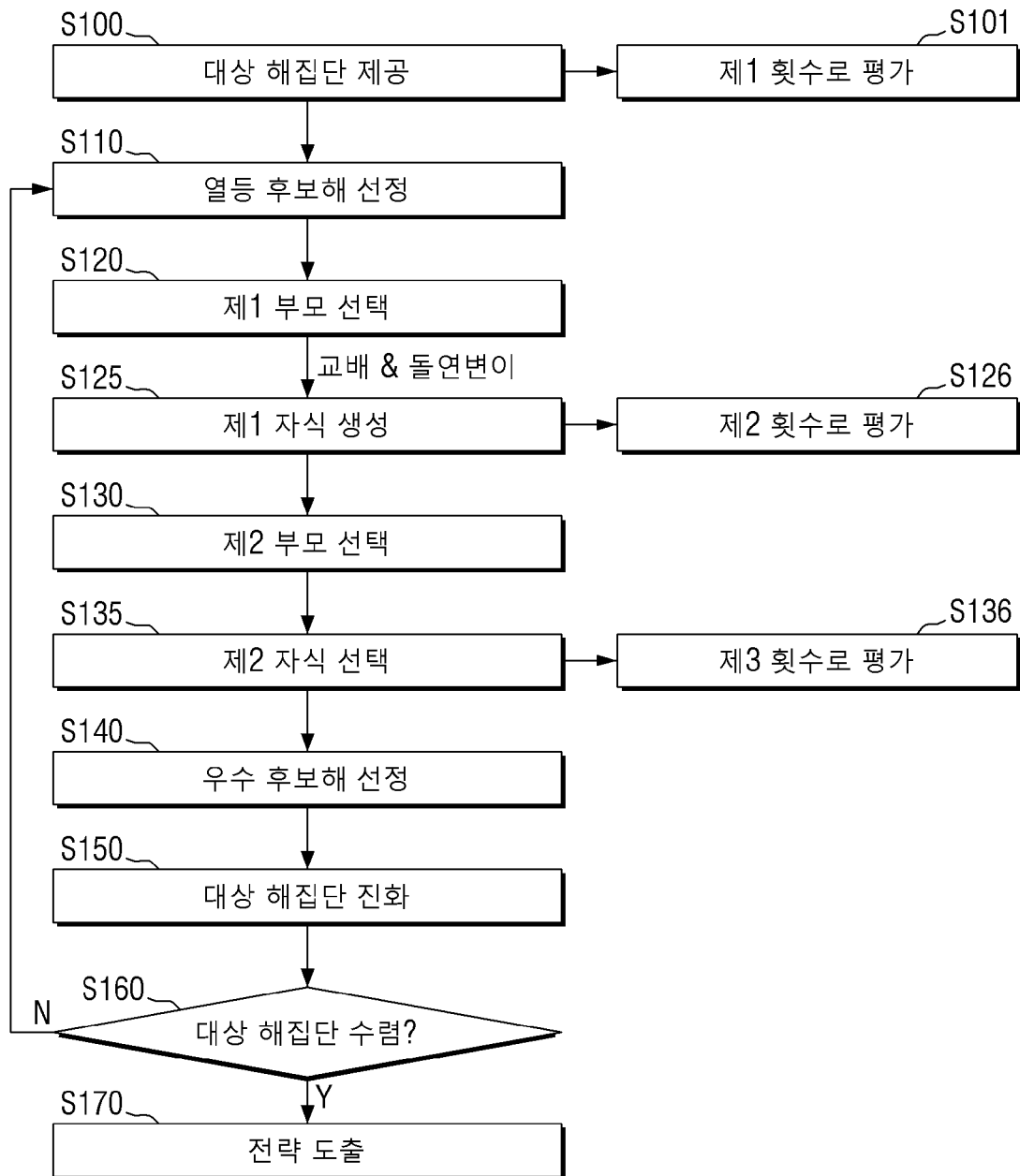
[도5]



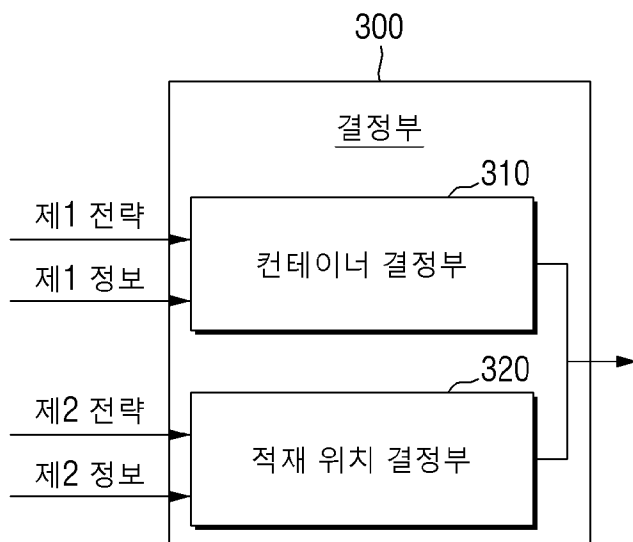
[도6]



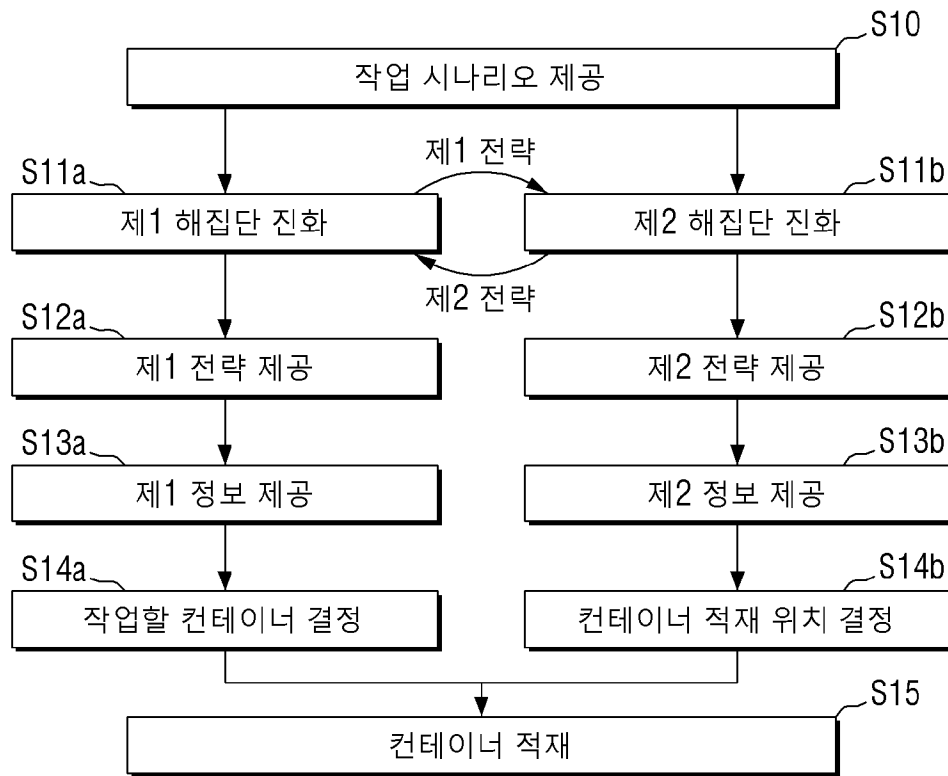
[도7]



[도8]



[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/012358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 10/06(2012.01)i, G06Q 50/28(2012.01)i, G06Q 10/08(2012.01)i, B66C 19/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q 10/06; G06N 3/12; G06F 17/00; G06Q 50/28; G06Q 10/08; B66C 19/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: container yard, crane, work, plan, algorithm

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	LEE, Seung Hwan et al., "Quay Crane Scheduling Considering the Workload of Yard Blocks in an Automated Container Terminal", Journal of Intelligence and Information Systems, vol. 14, no. 4, December 2008, pages 103-116. See pages 107-112.	1-13
Y	KR 10-2014-0133032 A (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY R&DB FOUNDATION) 19 November 2014 See paragraphs [0053]-[0056], [0060]-[0062], [0068]-[0072] and claim 1.	1-13
Y	LEE, Won-Bong et al., "Simultaneous Determination of Berth Schedule and Quay Crane Allocation", Journal of the Korean Society for Supply Chain Management, vol. 10, no. 2, October 2010, pages 51-62. See pages 54, 56-57.	1-13
A	KR 10-2009-0016139 A (KOREA OCEAN RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTE et al.) 13 February 2009 See claims 1-2 and figure 8.	1-13
A	KR 10-2010-0048004 A (TONGMYONG UNIVERSITY INDUSTRIAL-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 11 May 2010 See claims 1-3 and figure 2.	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 FEBRUARY 2018 (28.02.2018)

Date of mailing of the international search report

02 MARCH 2018 (02.03.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/012358

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2014-0133032 A	19/11/2014	KR 10-1522306 B1	26/05/2015
KR 10-2009-0016139 A	13/02/2009	KR 10-0934354 B1	30/12/2009
KR 10-2010-0048004 A	11/05/2010	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06Q 10/06(2012.01)i, G06Q 50/28(2012.01)i, G06Q 10/08(2012.01)i, B66C 19/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06Q 10/06; G06N 3/12; G06F 17/00; G06Q 50/28; G06Q 10/08; B66C 19/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 장치장, 크레인, 작업, 계획, 알고리즘

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	이승환 등, `장치장 블록의 작업부하를 고려한 안벽크레인 작업계획`, 지능정보연구, 제14권, 제4호, 2008.12, 페이지 103-116, 페이지 107-112 참조.	1-13
Y	KR 10-2014-0133032 A (서울대학교산학협력단) 2014.11.19 단락 [0053]-[0056], [0060]-[0062], [0068]-[0072] 및 청구항 1 참조.	1-13
Y	이원봉 등, `컨테이너터미널에서 선석계획과 안벽크레인할당의 동시 결정`, 한국 SCM 학회지, 제10권, 제2호, 2010.10, 페이지 51-62, 페이지 54, 56-57 참조.	1-13
A	KR 10-2009-0016139 A (한국해양연구원 등) 2009.02.13 청구항 1-2 및 도면 8 참조.	1-13
A	KR 10-2010-0048004 A (동명대학교산학협력단) 2010.05.11 청구항 1-3 및 도면 2 참조.	1-13

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2018년 02월 28일 (28.02.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 03월 02일 (02.03.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김연정

전화번호 +82-42-481-3325



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0133032 A	2014/11/19	KR 10-1522306 B1	2015/05/26
KR 10-2009-0016139 A	2009/02/13	KR 10-0934354 B1	2009/12/30
KR 10-2010-0048004 A	2010/05/11	없음	