



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0074162
(43) 공개일자 2023년05월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/20 (2020.01) B63B 73/00 (2020.01)
G05B 19/418 (2006.01) G06F 30/15 (2020.01)
G06Q 50/04 (2012.01)
- (52) CPC특허분류
G06F 30/20 (2020.01)
B63B 73/00 (2022.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7011294
- (22) 출원일자(국제) 2021년09월17일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2023년04월03일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2021/034408
- (87) 국제공개번호 WO 2022/059786
국제공개일자 2022년03월24일
- (30) 우선권주장
JP-P-2020-157944 2020년09월18일 일본(JP)
JP-P-2020-177515 2020년10월22일 일본(JP)

- (71) 출원인
고쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쥬 · 고완 · 고쿠기
쥬츠켄큐쥬
일본국 도쿄도 미타카시 신카와 6초메 38반 1고
- (72) 발명자
타니구치 토모유키
일본국 도쿄도 미타카시 신카와 6초메 38반 1고
고쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쥬 · 고완 · 고쿠기
쥬츠켄큐쥬 내
타케자와 마사히토
일본국 도쿄도 미타카시 신카와 6초메 38반 1고
고쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쥬 · 고완 · 고쿠기
쥬츠켄큐쥬 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
강일우

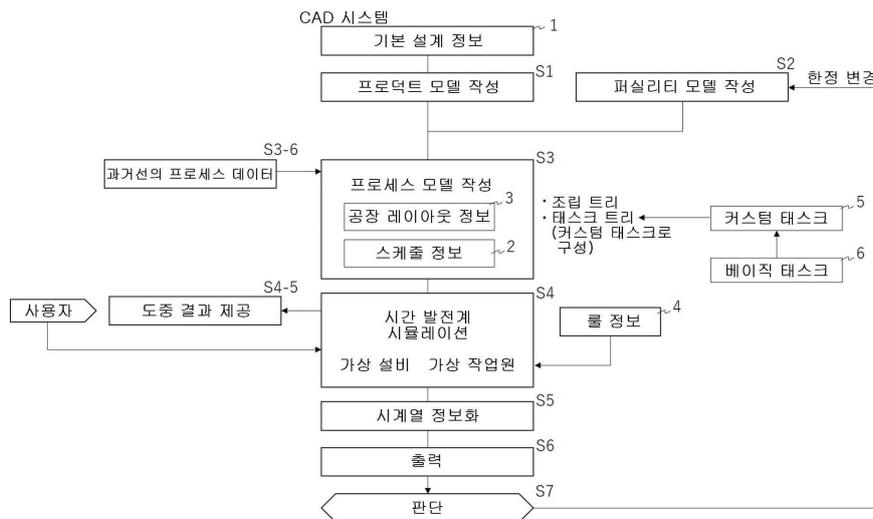
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 선박의 건조 시뮬레이션 방법, 건조 시뮬레이션 프로그램 및 건조 시뮬레이션 시스템

(57) 요약

선박의 완성 부품과 구성 부품의 결합 관계가 명확화된 기본 설계 정보(1)를 취득해서 프로덕트 모델을 작성하는 프로덕트 모델 작성 스텝 S1과, 공장의 설비 정보(21)와 작업원 정보(22)를 취득하여 퍼실리티 모델을 작성하는 퍼실리티 모델 작성 스텝 S2와, 프로덕트 모델과 퍼실리티 모델에 기초하여 완성 부품을 건조하기 위한 조립 수순과 태스크를 명확화하여 프로세스 모델을 작성하는 프로세스 모델 작성 스텝 S3과, 프로세스 모델에 기초하여 시간 발전계 시뮬레이션을 행하는 시뮬레이션 스텝 S4와, 시간 발전계 시뮬레이션의 결과를 시계열 데이터화하여 건조 시계열 정보(42)로 하는 시계열 정보화 스텝 S5를 실행함으로써, 선박의 건조를 세세한 작업 레벨로 시뮬레이션한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G05B 19/41885 (2013.01)

G06F 30/15 (2020.01)

G06Q 50/04 (2013.01)

Y02P 90/02 (2020.08)

Y02P 90/30 (2015.11)

(72) 발명자

마쯔오 코헤이

일본국 도쿄도 미타카시 신카와 6초메 38반 1고 고
쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쥬 · 고완 · 고쿠기쥬츠
켄큐쥬 내

히라카타 마사루

일본국 도쿄도 미타카시 신카와 6초메 38반 1고 고
쿠리츠겐큐카이하츠호진 가이쥬 · 고완 · 고쿠기쥬츠
켄큐쥬 내

명세서

청구범위

청구항 1

설계된 선박의 건조(建造)를 시뮬레이션하는 방법으로서,

상기 선박의 완성 부품과 상기 완성 부품을 구성하는 구성 부품의 결합 관계가 명확화된 기본 설계 정보를 취득해서 프로덕트 모델을 작성하는 프로덕트 모델 작성 스텝과,

상기 완성 부품을 건조하는 공장의 설비 정보와, 작업원 정보를 취득하여 상기 완성 부품의 건조에 관련된 설비와 작업원에 관한 퍼실리티 모델을 작성하는 퍼실리티 모델 작성 스텝과,

상기 프로덕트 모델과 상기 퍼실리티 모델에 기초하여, 상기 구성 부품을 조립해서 상기 완성 부품을 건조하기 위한 조립 수순과 태스크를 명확화하여 프로세스 모델을 작성하는 프로세스 모델 작성 스텝과,

상기 프로세스 모델에 기초하여 시간별 건조의 진행 상황을 축차적으로(逐次) 계산하는 시간 발전계(發展系) 시뮬레이션을 행하는 시뮬레이션 스텝과,

상기 시간 발전계 시뮬레이션의 결과를 시계열 데이터화하여 건조 시계열 정보로 하는 시계열 정보화 스텝을 실행하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세스 모델은, 상기 구성 부품을 조립해서 상기 완성 부품으로 하는 의존 관계를 나타내는 조립 트리과, 조립 시에 있어서 필요한 상기 태스크와, 상기 태스크 간의 의존 관계를 나타내는 태스크 트리를 포함하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 태스크는, 상기 시간 발전계 시뮬레이션에서 실행 가능한 함수인 베이직 태스크를 조합해서 구축되는 커스텀 태스크를 포함하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프로세스 모델 작성 스텝에 있어서, 상기 조립 수순과 상기 태스크에 기초하여 상기 작업원의 스케줄 정보, 및 상기 설비와 상기 작업원의 배치에 관한 공장 레이아웃 정보의 적어도 한쪽을 작성하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 방법.

청구항 5

제2항을 인용하는 제4항에 있어서,

상기 프로세스 모델 작성 스텝에 있어서, 상기 구성 부품의 중간 부품을 포함하는 상기 조립 수순을 상기 조립 트리로서 정의하고, 상기 조립 수순의 각 단계에 있어서의 적절한 상기 태스크를 정의하고, 상기 태스크의 상기 의존 관계로서의 전후 관계를 상기 태스크 트리로서 정의하고, 상기 퍼실리티 모델에 기초하여 상기 태스크가 능력치 범위인지 아닌지를 판단하고, 상기 태스크가 능력치 범위인 경우, 상기 스케줄 정보를 작성하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 태스크가 능력치 범위를 넘는 경우에, 상기 중간 부품의 정의, 상기 조립 트리의 정의, 상기 태스크의 정의, 및 상기 태스크 트리의 정의를 재정의하는 것을 특징으로 하는 건조 시뮬레이션 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프로세스 모델의 작성에 있어서, 과거에 건조한 과거선(過去船)의 프로세스 데이터를 참조하여, 유용하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 시뮬레이션 스텝에 있어서의 상기 시간 발전계 시뮬레이션은, 시간별 상기 완성 부품 또는 상기 구성 부품의 위치, 상기 설비 및 상기 작업원의 위치와 점유 상황, 상기 조립 수순과 상기 태스크의 진행 상황을 축차적으로 계산하는 것임을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 시뮬레이션 스텝에 있어서, 미리 취득한 룰 정보와 상기 태스크를 이용하여, 상기 작업원이 자율적으로 가상적인 작업을 진행시킴에 있어서, 상기 룰 정보로서, 상기 작업원에게 부여되는 판단 룰인 브레인을 이용하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 건조 시계열 정보의 결과가, 소정의 시간 범위를 넘었는지를 판단하는 판단 스텝을 더 가지고, 대응 가능한 범위에서 상기 퍼실리티 모델을 변경하고, 상기 프로세스 모델 작성 스텝과, 상기 시뮬레이션 스텝과 상기 시계열 정보화 스텝을 반복하여 실행하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 방법.

청구항 11

설계된 선박의 건조를 시뮬레이션하는 프로그램으로서,

컴퓨터에,

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 기재된 선박의 건조 시뮬레이션 방법에 있어서의 작성된 상기 프로덕트 모델을 취득하는 프로덕트 모델 취득 스텝과,

작성된 상기 퍼실리티 모델을 취득하는 퍼실리티 모델 취득 스텝과,

상기 프로세스 모델 작성 스텝과,

상기 시뮬레이션 스텝과,

상기 시계열 정보화 스텝을 실행시키고,

상기 건조 시계열 정보를 출력하는 출력 스텝을 더 실행시키는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 프로그램.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 컴퓨터에, 제10항에 기재된 선박의 건조 시뮬레이션 방법에 있어서의 상기 판단 스텝을 더 실행시키는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 프로그램.

청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 컴퓨터에, 상기 프로세스 모델 작성 스텝과, 상기 시뮬레이션 스텝과, 상기 출력 스텝에 있어서의 계산 결과 및 도중 경과의 적어도 한쪽을 화상 표시시키는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 프로그램.

청구항 14

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 기재된 선박의 건조 시뮬레이션 방법을 실행하는 시스템으로서,

상기 프로덕트 모델을 취득하는 프로덕트 모델 취득 수단과, 상기 선박의 건조에 관련된 상기 설비와 상기 작업원에 관한 상기 퍼실리티 모델을 취득하는 퍼실리티 모델 취득 수단과, 상기 선박을 건조하기 위한 상기 조립수순과 상기 태스크를 명확화한 상기 프로세스 모델을 작성하는 프로세스 모델 작성 수단과, 상기 프로세스 모델에 기초하여 상기 시간 발전계 시뮬레이션을 행하는 건조 시뮬레이션 수단과, 상기 시간 발전계 시뮬레이션의 결과를 상기 건조 시계열 정보로서 제공하는 정보 제공 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 건조 시계열 정보의 결과가, 소기 목표의 범위를 넘었는지를 판단하고, 넘은 경우는, 대응 가능한 범위에서 상기 퍼실리티 모델, 및 상기 프로세스 모델의 적어도 한쪽을 변경하는 지시를 행하는 모델 변경 지시 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 시스템.

청구항 16

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 퍼실리티 모델 취득 수단이, 복수의 상기 공장의 상기 설비 정보와, 상기 작업원 정보를 취득하고, 상기 프로세스 모델 작성 수단이, 상기 공장별 상기 프로세스 모델을 작성하고, 상기 건조 시뮬레이션 수단이, 상기 프로덕트 모델에 대해서 상기 공장별 상기 시간 발전계 시뮬레이션을 행하고, 상기 공장별 상기 시간 발전계 시뮬레이션의 결과를, 비교 가능한 상태로 상기 정보 제공 수단으로부터 제공하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 시스템.

청구항 17

제14항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 퍼실리티 모델 취득 수단이, 상기 공장의 개선 정보로서의 상기 설비 정보와 상기 작업원 정보의 적어도 한쪽을 취득하고, 상기 건조 시뮬레이션 수단이, 상기 공장의 상기 개선 정보에 기초한 상기 시간 발전계 시뮬레이션을 행하고, 상기 정보 제공 수단이 상기 개선 정보에 기초한 상기 건조 시계열 정보를 제공하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 시스템.

청구항 18

제14항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 건조 시계열 정보에 기초하여, 상기 선박의 건조에 관련된 코스트를 계산하는 코스트 계산 수단, 상기 선박의 건조에 필요한 구입 부품의 구입 계획을 작성하는 부품 조달 계획 수단, 및 상기 선박의 건조에 관련된 생산 계획을 입안하는 생산 계획 시스템과 연계하는 생산 계획 시스템 연계 수단의 적어도 어느 하나를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 선박의 건조 시뮬레이션 시스템.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은, 설계된 선박의 건조를 시뮬레이션하는 방법, 프로그램 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

- [0002] 조선의 생산(건조) 계획이나 일정 계획의 설정 근거가 되는 각 작업의 작업량, 다시 말해 공수(工數)는, 일반적으로 「공수=관리 물량 당 표준 시간×관리 물량」이라는 사고 방식에 기초하여 구해지고 있다.
- [0003] 그러나, 본질적으로는, 관리 물량에 비례하는 것은 주 작업(그것에 의해서 제품이 완성을 향해 나아가는 작업) 뿐이며, 부수 작업(그것을 하지 않으면 주 작업을 진행시킬 수 없지만, 그 자체로는 제품이 완성을 향해 나아가지 못하는 작업)이나 무부가가치 행위(제품의 완성에 대해서 아무 가치도 없는 행위)는 관리 물량과는 다른 차원에서 정해짐에도 불구하고, 현상태에서는, 이것들을 모두 관리 물량에 비례하는 것으로서 간편하게 취급하고 있다. 조선에 있어서의 주 작업물은, 직종에 따라 다르기는 하지만 일반적으로 30~40%라는 보고가 있으며, 공수를 관리 물량으로부터 비례적으로 추정하기에는 정밀도(精度) 상의 과제가 있다.
- [0004] 한편, 제조 공정의 시뮬레이션을 실시하는 라인 시뮬레이터가 존재하지만, 모든 세세한 작업의 하나 하나를 손으로 입력할 필요가 있다. 또, 라인 시뮬레이터는, 대량 생산품의 라인 생산과 같이 물건의 흐름과 작업자의 움직임이 정해져 있어 마찬가지로 작업을 반복하는 시뮬레이션에 적합하기는 하지만, 수주 생산인 조선과 같이 다양한 작업을 상황에 따라 변경하는 시뮬레이션에는 적합하지 못하다.
- [0005] 여기서, 특허문헌 1에는, 각 조선소의 각기 다른 환경과 관계없이 공통적으로 적용되는 선박 및 해양 플랜트 생산 시뮬레이션 프레임워크와, 이 선박 및 해양 플랜트 생산 시뮬레이션 프레임워크에 기초하여, 각 조선소의 다른 환경에 맞추어 차별적으로 적용되는 조선 해양 공정의 상호 검증 시뮬레이션 시스템, 블록의 크레인 리프팅 및 탑재 시뮬레이션 시스템, GIS 정보 기반 설비 시뮬레이션 시스템, 그리고 블록 및 물류 관제 시뮬레이션 시스템을 분리 가능하게 결합함으로써, 각 조선소의 상황에 맞추어 효과적으로 적용되는 확장성과 리사이클성을 구비한 선박 및 해양 플랜트 생산 시뮬레이션 통합 솔루션 시스템이 개시되어 있다.
- [0006] 또, 특허문헌 2에는, 프로젝트 계획을 생성하는 방법으로서, 태스크 간의 순위 관계를 기술하는 정보, 태스크의 소요 시간을 나타내는 정보, 및 태스크의 소요 시간의 변동성을 나타내는 정보를 포함하는 프로젝트 명세 정보를 프로세서 유닛에 의해서 수신하고, 프로젝트 명세 정보를 사용해서 프로세서 유닛에 의해서, 프로젝트의 시뮬레이션 모델을 생성하고, 시뮬레이션 모델을 복수회 실행해서, 크리티컬 패스를 형성하고 있는 태스크의 서브세트를 식별해서, 시뮬레이션 결과 데이터를 생성하고, 시뮬레이션 결과 데이터로부터, 크리티컬 패스를 형성하고 있는 태스크의 식별된 서브세트를 포함하는 프로젝트 네트워크 프레젠테이션을 생성하는 것을 포함하고, 프로젝트 명세 정보는, 텍스트 파일, 전자 스프레드시트 파일, 및 확장 마크업 언어 파일로 이루어지는 정보 형식의 그룹으로부터 선택된 정보 형식으로 프로세서 유닛에 의해서 수신되는 방법이 개시되어 있다.
- [0007] 또, 특허문헌 3에는, 복수의 공정으로 이루어지는 생산 대상물의 생산 스케줄링을 행하는 스케줄링 장치로서, 공정의 접속 순서 관계를 설정하기 위한 공정 접속 정보와, 공정에 포함되는 각 블록의 이동 경로를 설정하는 블록 플로우 정보와, 각 블록의 각 공정에서의 공기(工期)를 설정하는 작업 공기 정보와, 각 공정의 제약 조건이 축적된 축적 수단과, 축적 수단에 축적된 정보로부터 공정을 하류로부터 상류로 거슬러 올라가는 순서로 재배열(並替)하는 해석 수단과, 해석 수단에 의해 얻어지는 재배열 후의 공정 데이터에 기초하여 스케줄링 모델을 작성하는 모델 작성 수단과, 모델 작성 수단에 의해 얻어지는 스케줄링 모델별로 스케줄을 최적화하는 일정 계획 작성 수단과, 일정 계획 작성 수단에 의해 얻어지는 스케줄링 결과를 출력하는 출력 수단을 가지는 스케줄링 장치가 개시되어 있다.
- [0008] 또, 특허문헌 4에는, 공정 계획과, 공정 계획에 기초하는 설비 배치 계획과, 공정 계획 및 설비 배치 계획에 기초하는 배원(配員) 계획과, 공정 계획, 설비 배치 계획 및 배원 계획에 기초하는 생산 계획을 사용하여, 각 계획에 있어서 작성된 생산 라인 모델에 의해, 생산 활동을 시뮬레이션해서 각 계획의 평가 규범치를 작성하고, 규범치에 의해 각 계획의 양부를 판정하고, 그것에 기초하여 계획의 수정을 행하는 생산 시스템 계획 방법이 개시되어 있다.
- [0009] 또, 비특허문헌 1에는, 조선 CIM을 구축하기 위한 공정 관리에 대응하는 구체적인 기능으로서 프로세스 플래닝(Process Planning)과 스케줄링(Scheduling)을 들고 있고, 프로세스 플래닝(Process Planning)에 있어서는, 제품 정보에 대하여 제조 현장에 관한 개념적인 지식에 기초하여 제조를 위한 방법·수순을 결정하는 것, 스케줄링(Scheduling)에서는, 실제의 제조 현장에 있어서의 구체적인 상황에 관한 지식에 기초하여 프로세스 플래닝(Process Planning)의 결과를 시간·현장 기재(機材)의 활용의 관점에서 전개하여, 납기 및 기타 조건을 충족시키는 일정 계획을 작성하는 것이 기재되어 있음과 함께, 오브젝트 지향에 기초하는 공정 관리를 위한 조선 공장 모델이 개시되어 있다.
- [0010] 또, 비특허문헌 2에는, 선박 건조 프로세스에 있어서의 생산 설비의 도입 효과를 평가하기 위해, 생산 프로세스

에서 대상으로 하는 제품의 제조 오차에 기초하는 수정 작업을 고려한 생산 프로세스 시뮬레이션을 이용해서, 신규 생산 설비 도입에 의한 프로세스 전체의 기간과 비용에 대한 영향을 평가하는 수법이 개시되어 있고, 해당(當該) 생산 프로세스 시뮬레이션에 있어서는, 조선소의 작업 장소의 제약과 작업원의 스킬을 고려하는 것이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0011] (특허문헌 0001) 일본 실용신안등록 제3211204호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2013-117959호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2007-183817호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 공개 제2003-162313호 공보

비특허문헌

- [0012] (비특허문헌 0001) 코야마 다케오(小山健夫) 외 1명, “조선 CIM 구축을 위한 공정 관리 시스템에 관한 기초적 연구”, 일본 조선 학회 논문집, 일본 조선 학회, 헤이세이 원년(1989년) 11월, 제166호, p.415-423
- (비특허문헌 0002) 미즈유키 타이가(滿行泰河) 외 3명, “선박 건조 프로세스 시뮬레이션을 사용한 생산 설비의 도입에 관한 연구”, 일본 선박 해양 공학회 논문집, 일본 선박 해양 공학회, 2016년 12월, 제24호, p291-298

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 특허문헌 1 내지 4 및 비특허문헌 1 내지 2는, 건조의 시뮬레이션에 있어서 작업원의 생산 행위를 주 작업과 부수 작업까지 포함시켜 정밀하게 재현하려고 하는 것은 아니다.
- [0014] 그래서 본 발명은, 선박의 건조를 세세한 작업 레벨로 시뮬레이션할 수 있는 선박의 건조 시뮬레이션 방법, 건조 시뮬레이션 프로그램 및 건조 시뮬레이션 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0015] 청구항 1 기재에 대응한 선박의 건조(建造) 시뮬레이션 방법에 있어서는, 설계된 선박의 건조를 시뮬레이션하는 방법으로서, 선박의 완성 부품과 완성 부품을 구성하는 구성 부품의 결합 관계가 명확화된 기본 설계 정보를 취득해서 프로덕트 모델을 작성하는 프로덕트 모델 작성 스텝과, 완성 부품을 건조하는 공장의 설비 정보와, 작업원 정보를 취득하여 완성 부품의 건조에 관련된 설비와 작업원에 관한 퍼실리티 모델을 작성하는 퍼실리티 모델 작성 스텝과, 프로덕트 모델과 퍼실리티 모델에 기초하여, 구성 부품을 조립해서 완성 부품을 건조하기 위한 조립 수순과, 태스크를 명확화하여 프로세스 모델을 작성하는 프로세스 모델 작성 스텝과, 프로세스 모델에 기초하여 시간별 건조의 진행 상황을 축차적으로(逐次) 계산하는 시간 발전계(發展系) 시뮬레이션을 행하는 시뮬레이션 스텝과, 시간 발전계 시뮬레이션의 결과를 시계열 데이터화하여 건조 시계열 정보로 하는 시계열 정보화 스텝을 실행하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 청구항 1에 기재된 본 발명에 의하면, 사용자는 선박의 건조를 세세한 작업 레벨로 시뮬레이션하는 것이 가능해져, 그 정밀도 높은 시뮬레이션 결과로서의 건조 시계열 정보에 기초하여 공장의 개선, 생산 설계의 개선, 수주 시의 코스트 예측 및 설비 투자 등을 검토할 수 있기 때문에, 건조 코스트의 저감과 공기의 단축으로 이어진다.
- [0017] 청구항 2 기재의 본 발명은, 프로세스 모델은, 구성 부품을 조립해서 완성 부품으로 하는 의존 관계를 나타내는 조립 트리화, 조립 시에 있어서 필요한 태스크와, 태스크 간의 의존 관계를 나타내는 태스크 트리를 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 청구항 2에 기재된 본 발명에 의하면, 조립 수순과, 그것에 관련된 태스크를 명확하게 하여, 프로세스 모델을 정밀도 높게 작성할 수가 있다.
- [0019] 청구항 3 기재의 본 발명은, 태스크는, 시간 발전계 시뮬레이션에서 실행 가능한 함수인 베이직 태스크를 조합해서 구축되는 커스텀 태스크를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 청구항 3에 기재된 본 발명에 의하면, 작업의 종류별로 작은 작업을 조합한 커스텀 태스크에 의해, 시뮬레이션의 정밀도를 향상시킬 수가 있다.
- [0021] 청구항 4 기재의 본 발명은, 프로세스 모델 작성 스텝에 있어서, 조립 수순과 태스크에 기초하여 작업원의 스케줄 정보, 및 설비와 작업원의 배치에 관한 공장 레이아웃 정보의 적어도 한쪽을 작성하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 청구항 4에 기재된 본 발명에 의하면, 스케줄 정보에 기초하여, 주 작업과 부수 작업까지 포함하는 작업원의 모든 생산 행위를 정밀하게 재현해서 시뮬레이션을 행할 수가 있다. 또, 설비와 작업원의 배치가 반영된 공장 레이아웃 정보에 기초하여, 시뮬레이션을 행할 수가 있다.
- [0023] 청구항 5 기재의 본 발명은, 프로세스 모델 작성 스텝에 있어서, 구성 부품의 중간 부품을 포함하는 조립 수순을 조립 트리로서 정의하고, 조립 수순의 각 단계에 있어서의 적절한 태스크를 정의하고, 태스크의 의존 관계로서의 전후 관계를 태스크 트리로서 정의하고, 퍼실리티 모델에 기초하여 태스크가 능력치 범위인지 아닌지를 판단하고, 태스크가 능력치 범위인 경우, 스케줄 정보를 작성하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 청구항 5에 기재된 본 발명에 의하면, 퍼실리티나 태스크의 능력치를 넘은 시뮬레이션이 행해져서 스케줄 정보를 작성하는 것을 방지할 수 있다.
- [0025] 청구항 6 기재의 본 발명은, 태스크가 능력치 범위를 넘는 경우에, 중간 부품의 정의, 조립 트리의 정의, 태스크의 정의 및 태스크 트리의 정의를 재정의하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 청구항 6에 기재된 본 발명에 의하면, 각 정의를 재정의함으로써, 보다 정밀도 높은 프로세스 모델을 작성할 수가 있다.
- [0027] 청구항 7 기재의 본 발명은, 프로세스 모델의 작성 시에, 과거에 건조한 과거선(過去船)의 프로세스 데이터를 참조하여, 유용하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 청구항 7에 기재된 본 발명에 의하면, 기본 설계 정보에 기초하여 프로덕트 모델이나 퍼실리티 모델이 변경된 경우에, 처음부터 프로세스 모델을 작성하는 것보다도 적은 노력으로, 빠르게 정밀도 높게 프로세스 모델을 작성할 수가 있다.
- [0029] 청구항 8 기재의 본 발명은, 시뮬레이션 스텝에 있어서의 시간 발전계 시뮬레이션은, 시간별 완성 부품 또는 구성 부품의 위치, 설비 및 작업원의 위치와 점유 상황, 조립 수순과 태스크의 진행 상황을 축차적으로 계산하는 것임을 특징으로 한다.
- [0030] 청구항 8에 기재된 본 발명에 의하면, 시간 발전계 시뮬레이션을 정밀도 높게 행할 수가 있다.
- [0031] 청구항 9 기재의 본 발명은, 시뮬레이션 스텝에 있어서, 미리 취득한 룰 정보와 태스크를 이용하여, 작업원이 자율적으로 가상적인 작업을 진행시킴에 있어서, 룰 정보로서, 작업원에게 부여되는 판단 룰인 브레인을 이용하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 청구항 9에 기재된 본 발명에 의하면, 룰 정보와 태스크를 이용함으로써, 시뮬레이션에 있어서의 작업원이 적확(的確)하게 가상적인 작업을 진행시키기 쉬워진다. 또, 반복 작업이 아니라 현장에서 판단하는 일이 매우 많은 작업을 작업원이 브레인을 이용해서 판단하여, 가상적인 작업을 원활하게 진행할 수가 있다.
- [0033] 청구항 10 기재의 본 발명은, 건조 시계열 정보의 결과가, 소정의 시간 범위를 넘었는지를 판단하는 판단 스텝을 더 가지고, 대응 가능한 범위에서 퍼실리티 모델을 변경하고, 프로세스 모델 작성 스텝과, 시뮬레이션 스텝과 시계열 정보화 스텝을 반복하여 실행하는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 청구항 10에 기재된 본 발명에 의하면, 선박의 건조가 소정의 시간 내로 수렴되는 시뮬레이션 결과를 얻을 수가 있다.
- [0035] 청구항 11 기재에 대응한 선박의 건조 시뮬레이션 프로그램에 있어서는, 설계된 선박의 건조를 시뮬레이션하는 프로그램으로서, 컴퓨터에, 선박의 건조 시뮬레이션 방법에 있어서의 작성된 프로덕트 모델을 취득하는 프로덕

트 모델 취득 스텝과, 작성된 퍼실리티 모델을 취득하는 퍼실리티 모델 취득 스텝과, 프로세스 모델 작성 스텝과, 시뮬레이션 스텝과, 시계열 정보화 스텝을 실행시키고, 건조 시계열 정보를 출력하는 출력 스텝을 더 실행시키는 것을 특징으로 한다.

- [0036] 청구항 11에 기재된 본 발명에 의하면, 선박의 건조를 세세한 작업 레벨로 시뮬레이션하는 것이 가능해져, 사용자는 출력된 정밀도 높은 시뮬레이션 결과로서의 건조 시계열 정보에 기초하여 공장의 개선, 생산 설계의 개선, 수주 시의 코스트 예측 및 설비 투자 등을 검토할 수 있기 때문에, 건조 코스트의 저감과 공기의 단축으로 이어진다.
- [0037] 청구항 12 기재의 본 발명은, 컴퓨터에, 선박의 건조 시뮬레이션 방법에 있어서의 판단 스텝을 더 실행시키는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 청구항 12에 기재된 본 발명에 의하면, 선박의 건조가 소정의 시간 내로 수렴되는 시뮬레이션 결과를 얻을 수가 있다.
- [0039] 청구항 13 기재의 본 발명은, 컴퓨터에, 프로세스 모델 작성 스텝과, 시뮬레이션 스텝과, 출력 스텝에 있어서의 계산 결과 및 도중 경과의 적어도 한쪽을 화상 표시시키는 것을 특징으로 한다.
- [0040] 청구항 13에 기재된 본 발명에 의하면, 사용자는 시뮬레이션의 결과가 어떠한 과정을 경유하여 행해졌는지, 또 시뮬레이션의 도중 경과를 시각적으로 확인하여 이해하기 쉬워진다.
- [0041] 청구항 14 기재에 대응한 선박의 건조 선박의 건조 시뮬레이션 시스템에 있어서는, 선박의 건조 시뮬레이션 방법을 실행하는 시스템으로서, 프로덕트 모델을 취득하는 프로덕트 모델 취득 수단과, 선박의 건조에 관련된 설비와 작업원에 관한 퍼실리티 모델을 취득하는 퍼실리티 모델 취득 수단과, 선박을 건조하기 위한 조립 수순과 태스크를 명확화하여 프로세스 모델을 작성하는 프로세스 모델 작성 수단과, 프로세스 모델에 기초하여 시간 발전계 시뮬레이션을 행하는 건조 시뮬레이션 수단과, 시간 발전계 시뮬레이션의 결과를 건조 시계열 정보로서 제공하는 정보 제공 수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 청구항 14에 기재된 본 발명에 의하면, 사용자는 선박의 건조를 세세한 작업 레벨로 시뮬레이션하는 것이 가능해져, 그 정밀도 높은 시뮬레이션 결과로서의 건조 시계열 정보에 기초하여 공장의 개선, 생산 설계의 개선, 수주 시의 코스트 예측 및 설비 투자 등을 검토할 수 있기 때문에, 건조 코스트의 저감과 공기의 단축으로 이어진다.
- [0043] 청구항 15 기재의 본 발명은, 건조 시계열 정보의 결과가, 소기(所期) 목표의 범위를 넘었는지를 판단하고, 넘은 경우는, 대응 가능한 범위에서 퍼실리티 모델, 및 프로세스 모델의 적어도 한쪽을 변경하는 지시를 행하는 모델 변경 지시 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0044] 청구항 15에 기재된 본 발명에 의하면, 선박의 건조가 소기 목표의 범위 내로 수렴되는 시뮬레이션 결과를 얻을 수가 있다.
- [0045] 청구항 16 기재의 본 발명은, 퍼실리티 모델 취득 수단이, 복수의 공장의 설비 정보와, 작업원 정보를 취득하고, 프로세스 모델 작성 수단이, 공장별 프로세스 모델을 작성하고, 건조 시뮬레이션 수단이, 프로덕트 모델에 대해서 공장별 시간 발전계 시뮬레이션을 행하고, 공장별 시간 발전계 시뮬레이션의 결과를, 비교 가능한 상태로 정보 제공 수단으로부터 제공하는 것을 특징으로 한다.
- [0046] 청구항 16에 기재된 본 발명에 의하면, 하나의 프로덕트 모델로부터 공장별 프로세스 모델이 작성되고, 공장별 퍼실리티 모델을 사용한 시뮬레이션이 행해지기 때문에, 예를 들어 복수의 공장이 공동으로 선박을 건조할 때의 수주 시의 코스트 예측이나 설비 투자 등을 검토할 수 있어, 건조 코스트의 가일층의 저감과 공기의 가일층의 단축으로 이어진다. 또, 사용자는 신속하면서도 정확하게, 각 공장에서의 제조 코스트나 공기 등을 비교할 수가 있다.
- [0047] 청구항 17 기재의 본 발명은, 퍼실리티 모델 취득 수단이, 공장의 개선 정보로서의 설비 정보와 작업원 정보의 적어도 한쪽을 취득하고, 건조 시뮬레이션 수단이, 공장의 개선 정보에 기초한 시간 발전계 시뮬레이션을 행하고, 정보 제공 수단이 개선 정보에 기초한 건조 시계열 정보를 제공하는 것을 특징으로 한다.
- [0048] 청구항 17에 기재된 본 발명에 의하면, 공장의 개선 정보를 취득해서 사용함으로써, 공장의 설비나 작업원을 변경하고 개선한 경우의 시뮬레이션을 행할 수가 있다.
- [0049] 청구항 18 기재의 본 발명은, 건조 시계열 정보에 기초하여, 선박의 건조에 관련된 코스트를 계산하는 코스트

계산 수단, 선박의 건조에 필요한 구입 부품의 구입 계획을 작성하는 부품 조달 계획 수단, 및 선박의 건조에 관련된 생산 계획을 입안하는 생산 계획 시스템과 연계하는 생산 계획 시스템 연계 수단의 적어도 어느 하나를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0050] 청구항 18에 기재된 본 발명에 의하면, 건조 시계열 정보에 기초하여 계산된 선박의 건조에 관련된 코스트를 간편하게 얻을 수가 있다. 또, 건조 시계열 정보에 기초하여 작성된 구입 부품의 구입 계획을 간편하게 얻을 수가 있다. 또, 건조 시계열 정보를 선박의 건조 전체의 생산 계획의 입안으로 순조롭게 이어지게 할 수가 있다.

발명의 효과

[0051] 본 발명의 선박의 건조 시물레이션 방법에 의하면, 사용자는 선박의 건조를 세세한 작업 레벨로 시물레이션하는 것이 가능해져, 그 정밀도 높은 시물레이션 결과로서의 건조 시계열 정보에 기초하여 공장의 개선, 생산 설계의 개선, 수주 시의 코스트 예측 및 설비 투자 등을 검토할 수 있기 때문에, 건조 코스트의 저감과 공기의 단축으로 이어진다.

[0052] 또, 프로세스 모델은, 구성 부품을 조립해서 완성 부품으로 하는 의존 관계를 나타내는 조립 트리과, 조립 시에 있어서 필요한 태스크와, 태스크 간의 의존 관계를 나타내는 태스크 트리를 포함하는 경우는, 조립 수순과, 그것에 관련된 태스크를 명확하게 하여, 프로세스 모델을 정밀도 높게 작성할 수가 있다.

[0053] 또, 태스크는, 시간 발전계 시물레이션에서 실행 가능한 함수인 베이직 태스크를 조합해서 구축되는 커스텀 태스크를 포함하는 경우는, 작업의 종류별로 작은 작업을 조합한 커스텀 태스크에 의해, 시물레이션의 정밀도를 향상시킬 수가 있다.

[0054] 또, 프로세스 모델 작성 스텝에 있어서, 조립 수순과 태스크에 기초하여 작업원의 스케줄 정보, 및 설비와 작업원의 배치에 관한 공장 레이아웃 정보의 적어도 한쪽을 작성하는 경우는, 스케줄 정보에 기초하여, 주 작업과 부수 작업까지 포함시킨 작업원의 모든 생산 행위를 정밀하게 재현해서 시물레이션을 행할 수가 있다. 또, 설비와 작업원의 배치가 반영된 공장 레이아웃 정보에 기초하여, 시물레이션을 행할 수가 있다.

[0055] 또, 프로세스 모델 작성 스텝에 있어서, 구성 부품의 중간 부품을 포함하는 조립 수순을 조립 트리로서 정의하고, 조립 수순의 각 단계에 있어서의 적절한 태스크를 정의하고, 태스크의 의존 관계로서의 전후 관계를 태스크 트리로서 정의하고, 퍼실리티 모델에 기초하여 태스크가 능력치 범위인지 아닌지를 판단하고, 태스크가 능력치 범위인 경우, 스케줄 정보를 작성하는 경우는, 퍼실리티나 태스크의 능력치를 넘은 시물레이션이 행해져서 스케줄 정보를 작성하는 것을 방지할 수가 있다.

[0056] 또, 태스크가 능력치 범위를 넘는 경우에, 중간 부품의 정의, 조립 트리의 정의, 태스크의 정의 및 태스크 트리의 정의를 재정의하는 경우는, 각 정의를 재정의함으로써, 보다 정밀도 높은 프로세스 모델을 작성할 수가 있다.

[0057] 또, 프로세스 모델의 작성에 있어서, 과거에 건조한 과거선의 프로세스 데이터를 참조하여, 유용하는 경우는, 기본 설계 정보에 기초하여 프로덕트 모델이나 퍼실리티 모델이 변경된 경우에, 처음부터 프로세스 모델을 작성하는 것보다도 적은 노력으로, 빠르게 정밀도 높게 프로세스 모델을 작성할 수가 있다.

[0058] 또, 시물레이션 스텝에 있어서의 시간 발전계 시물레이션은, 시간별 완성 부품 또는 구성 부품의 위치, 설비 및 작업원의 위치와 점유 상황, 조립 수순과 태스크의 진행 상황을 축차적으로 계산하는 것인 경우는, 시간 발전계 시물레이션을 정밀도 높게 행할 수가 있다.

[0059] 또, 시물레이션 스텝에 있어서, 미리 취득한 룰 정보와 태스크를 이용하여, 작업원이 자율적으로 가상적인 작업을 진행시킴에 있어서, 룰 정보로서, 작업원에게 부여되는 판단 룰인 브레인을 이용하는 경우는, 룰 정보와 태스크를 이용함으로써, 시물레이션에 있어서의 작업원이 적확하게 가상적인 작업을 진행시키기 쉬워진다. 또, 반복 작업이 아니라 현장에서 판단하는 일이 매우 많은 작업을 작업원이 브레인을 이용해서 판단하여, 가상적인 작업을 원활하게 진행할 수가 있다.

[0060] 또, 건조 시계열 정보의 결과가, 소정의 시간 범위를 넘었는지를 판단하는 판단 스텝을 더 가지고, 대응 가능한 범위에서 퍼실리티 모델을 변경하고, 프로세스 모델 작성 스텝과, 시물레이션 스텝과 시계열 정보화 스텝을 반복하여 실행하는 경우는, 선박의 건조가 소정의 시간 내로 수렴되는 시물레이션 결과를 얻을 수가 있다.

[0061] 본 발명의 선박의 건조 시물레이션 프로그램에 의하면, 선박의 건조를 세세한 작업 레벨로 시물레이션하는 것이 가능해져, 사용자는 출력된 정밀도 높은 시물레이션 결과로서의 건조 시계열 정보에 기초하여 공장의 개선, 생

산 설계의 개선, 수주 시의 코스트 예측 및 설비 투자 등을 검토할 수 있기 때문에, 건조 코스트의 저감과 공기의 단축으로 이어진다.

- [0062] 또, 컴퓨터에, 선박의 건조 시물레이션 방법에 있어서의 판단 스텝을 더 실행시키는 경우는, 선박의 건조가 소정의 시간 내로 수렴되는 시물레이션 결과를 얻을 수가 있다.
- [0063] 또, 컴퓨터에, 프로세스 모델 작성 스텝과, 시물레이션 스텝과, 출력 스텝에 있어서의 계산 결과 및 도중 경과 의 적어도 한쪽을 화상 표시시키는 경우는, 사용자는 시물레이션의 결과가 어떠한 과정을 경유하여 행해졌는지, 또 시물레이션의 도중 경과를 시각적으로 확인하여 이해하기 쉬워진다.
- [0064] 또, 본 발명의 선박의 건조 선박의 건조 시물레이션 시스템에 의하면, 사용자는 선박의 건조를 세세한 작업 레벨로 시물레이션하는 것이 가능해져, 그 정밀도 높은 시물레이션 결과로서의 건조 시계열 정보에 기초하여 공장의 개선, 생산 설계의 개선, 수주 시의 코스트 예측 및 설비 투자 등을 검토할 수 있기 때문에, 건조 코스트의 저감과 공기의 단축으로 이어진다.
- [0065] 또, 건조 시계열 정보의 결과가, 소기 목표의 범위를 넘었는지를 판단하고, 넘은 경우는, 대응 가능한 범위에서 퍼실리티 모델 및 프로세스 모델의 적어도 한쪽을 변경하는 지시를 행하는 모델 변경 지시 수단을 더 구비하는 경우는, 선박의 건조가 소기 목표의 범위 내로 수렴되는 시물레이션 결과를 얻을 수가 있다.
- [0066] 또, 퍼실리티 모델 취득 수단이, 복수의 공장의 설비 정보와 작업원 정보를 취득하고, 프로세스 모델 작성 수단이, 공장별 프로세스 모델을 작성하고, 건조 시물레이션 수단이, 프로덕트 모델에 대해서 공장별 시간 발전계 시물레이션을 행하고, 공장별 시간 발전계 시물레이션의 결과를, 비교 가능한 상태로 정보 제공 수단으로부터 제공하는 시물레이션을 행하고, 공장별 시간 발전계 시물레이션의 결과를, 비교 가능한 상태로 정보 제공 수단 으로부터 제공하는 경우는, 하나의 프로덕트 모델로부터 공장별 프로세스 모델이 작성되고, 공장별 퍼실리티 모델을 사용한 시물레이션이 행해지기 때문에, 예를 들어 복수의 공장이 공동으로 선박을 건조할 때의 수주 시의 코스트 예측이나 설비 투자 등을 검토할 수 있어, 건조 코스트의 가일층의 저감과 공기의 가일층의 단축으로 이어진다. 또, 사용자는 신속하면서도 정확하게, 각 공장에서의 제조 코스트나 공기 등을 비교할 수가 있다.
- [0067] 또, 퍼실리티 모델 취득 수단이, 공장의 개선 정보로서의 설비 정보와 작업원 정보의 적어도 한쪽을 취득하고, 건조 시물레이션 수단이, 공장의 개선 정보에 기초한 시간 발전계 시물레이션을 행하고, 정보 제공 수단이 개선 정보에 기초한 건조 시계열 정보를 제공하는 경우는, 공장의 개선 정보를 취득해서 사용함으로써, 공장의 설비 나 작업원을 변경하고 개선한 경우의 시물레이션을 행할 수가 있다.
- [0068] 또, 건조 시계열 정보에 기초하여, 선박의 건조에 관련된 코스트를 계산하는 코스트 계산 수단, 선박의 건조에 필요한 구입 부품의 구입 계획을 작성하는 부품 조달 계획 수단, 및 선박의 건조에 관련된 생산 계획을 입안하는 생산 계획 시스템과 연계하는 생산 계획 시스템 연계 수단의 적어도 어느 하나를 더 구비하는 경우는, 건조 시계열 정보에 기초하여 계산된 선박의 건조에 관련된 코스트를 간편하게 얻을 수가 있다. 또, 건조 시계열 정보에 기초하여 작성된 구입 부품의 구입 계획을 간편하게 얻을 수가 있다. 또, 건조 시계열 정보를 선박의 건조 전체의 생산 계획의 입안으로 순조롭게 이어지게 할 수가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0069] 도 1은, 본 발명의 실시형태에 따른 선박의 건조 시물레이션 방법의 플로우를 도시한 도면.
- 도 2는, 동(同) 전체 개요도.
- 도 3은, 동 프로덕트 모델의 예를 나타내는 도면.
- 도 4는, 동 5매 판 모델의 결합 관계를 나타내는 도면.
- 도 5는, 동 제1 판(P1)의 3차원 모델을 나타내는 도면.
- 도 6은, 동 3매 판 모델의 프로덕트 모델의 예를 나타내는 도면.
- 도 7은, 동 퍼실리티의 3차원 모델의 예를 나타내는 도면.
- 도 8은, 동 퍼실리티 모델의 예를 나타내는 도면.
- 도 9는, 동 프로세스 모델의 개념도.
- 도 10은, 동 프로세스 모델 작성 스텝의 상세 플로우를 도시한 도면.

- 도 11은, 동 선박의 건조 시물레이션 시스템을 기능 실현 수단으로 나타낸 블록도.
- 도 12는, 동 5매 판 모델의 조립 트리의 예를 나타내는 도면.
- 도 13은, 동 3매 판 모델의 조립 트리의 예를 나타내는 도면.
- 도 14는, 동 전(全)태스크의 관계를 트리로서 표현한 예를 나타내는 도면.
- 도 15는, 동 3매 판 모델의 태스크 트리의 예를 나타내는 도면.
- 도 16은, 동 3매 판 모델의 태스크 트리의 데이터의 예를 나타내는 도면.
- 도 17은, 동 3매 판 모델에 있어서의 작업원에 대한 태스크의 할당과 태스크의 순번의 예를 나타내는 도면.
- 도 18은, 동 실제로 시물레이션 공간에 배치한 예를 나타내는 도면.
- 도 19는, 동 3매 판 모델에 있어서의 공장 레이아웃 정보의 예를 나타내는 도면.
- 도 20은, 동 시물레이션 스텝의 상세 플로우를 도시한 도면.
- 도 21은, 동 브레인을 이용한 시물레이션의 모습을 나타내는 도면.
- 도 22는, 동 시물레이션 스텝의 의사(疑似) 코드를 나타내는 도면.
- 도 23은, 동 베이직 태스크의 예로서 이동 태스크(move)를 나타내는 도면.
- 도 24는, 동 베이직 태스크의 예로서 용접 태스크(weld)를 나타내는 도면.
- 도 25는, 동 베이직 태스크의 예로서 크레인 이동 태스크(CraneMove)를 나타내는 도면.
- 도 26은, 동 배재(配材) 태스크 「가지러 가기」의 예를 나타내는 도면.
- 도 27은, 동 배재 태스크 「배치하기」의 예를 나타내는 도면.
- 도 28은, 동 본 용접(本溶接) 태스크를 베이직 태스크의 조합으로 표현한 예를 나타내는 도면.
- 도 29는, 동 입구가 둘 있는 벽으로 둘러싸인 영역 중, 이동 가능한 메쉬를 구성한 예를 나타내는 도면.
- 도 30은, 동 형상 데이터의 예를 나타내는 도면.
- 도 31은, 동 용접선 데이터의 예를 나타내는 도면.
- 도 32는, 동 배면 굽기 선(裏燒線) 데이터의 예를 나타내는 도면.
- 도 33은, 동 프로젝트 모델 데이터의 예를 나타내는 도면.
- 도 34는, 동 폴리 라인 데이터의 예를 나타내는 도면.
- 도 35는, 동 조립 트리 데이터의 예를 나타내는 도면.
- 도 36은, 동 태스크 트리 데이터의 예를 나타내는 도면.
- 도 37은, 동 출력 처리의 상세 플로우를 도시한 도면.
- 도 38은, 다른 실시형태에 따른 선박의 건조 시물레이션 시스템을 기능 실현 수단으로 나타낸 블록도.
- 도 39는, 또 다른 실시형태에 따른 선박의 건조 시물레이션 시스템을 기능 실현 수단으로 나타낸 블록도.
- 도 40은, 또 다른 실시형태에 따른 선박의 건조 시물레이션 시스템을 기능 실현 수단으로 나타낸 블록도.
- 도 41은, 본 발명의 실시예에 따른 케이스 1의 조립 시나리오에 있어서의 시물레이션의 계산 결과의 간트 차트.
- 도 42는, 동 케이스 2의 조립 시나리오에 있어서의 시물레이션의 계산 결과의 간트 차트.
- 도 43은, 동 케이스 2에 있어서의 시물레이션의 3차원적인 외관도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0070] 본 발명의 실시형태에 따른 선박의 건조 시물레이션 방법, 건조 시물레이션 프로그램 및 건조 시물레이션 시스템에 대하여 설명한다.

- [0071] 도 1은 본 실시형태에 따른 선박의 건조 시물레이션 방법의 플로우를 도시한 도면, 도 2는 전체 개요도이다.
- [0072] 선박의 건조 시물레이션 방법에 있어서는, 작업원의 상세한 움직임, 즉 요소 작업의 움직임까지를 건조 시물레이션 내에서 표현하는 것을 목적으로, 가상적인 조선 공장을 구축하기 위해서 필요한 정보를 정리한다. 조선 공장은, 프로덕트(제품) 모델, 퍼실리티(도구를 포함하는 설비·작업원) 모델 및 프로세스(작업) 모델이라고 하는, 세 모델로 구축된다. 이 세 모델이, 조선 공장을 모델화하기 위해서 필요한 핵으로 되는 데이터이다. 또, 시물레이션을 행함에 있어서, 이 정보들을 보완하는 두 부수 정보로서, 스케줄 정보(2)와 공장 레이아웃 정보(3)를 아울러 정의한다.
- [0073] 한편, 프로덕트 모델은 실제의 제품을, 퍼실리티 모델은 실제의 설비나 작업원을 추상화하여 시물레이션에서 다룰 수 있도록 한 체계화된 데이터군이고, 가상적인 제품, 설비나 작업원이라고도 할 수 있다. 또, 프로세스 모델은, 프로덕트 모델과 퍼실리티 모델에 의해 도출되는 가상적인 작업의 체계라고도 할 수 있다.
- [0074] 도 1에 나타내는 프로덕트 모델 작성 스텝 S1에 있어서는, 선박의 완성 부품과 완성 부품을 구성하는 구성 부품의 결합 관계가 명확화된 기본 설계 정보(1)를 취득해서 프로덕트 모델을 작성한다.
- [0075] 기본 설계 정보(1)에는, 선박의 완성 부품과 완성 부품을 구성하는 구성 부품의 결합 관계가 포함되어 있다. 예를 들어, 프로덕트(제품)가 선각(船殼)인 경우, 완성 부품은 선각을 구성하는 블록(구획)이고, 구성 부품은 블록을 구성하는 판재이다. 결합 관계는, 노드(Node, 부품의 실제 정보)와 에지(Edge, 부품의 결합 정보)로 표현된다.
- [0076] 본 실시형태에서는, 선박의 기본 설계 정보(1)를, CAD 시스템으로부터 취득한다. 이것에 의해, CAD 시스템에서 작성된 기본 설계 정보(1)를 프로덕트 모델의 작성 등에 유효하게 이용할 수 있다. 한편, CAD 시스템으로부터의 선박의 기본 설계 정보(1)의 취득은, 통신 회선을 거친 취득 외에도, 근거리 무선 통신이나 기억 수단을 이용한 취득 등, 다양한 수단을 이용해서 행할 수가 있다. 기본 설계 정보(1)에는, 예를 들어 선각의 설계 CAD 데이터를 변환한 노드와 에지로 표현되는 결합 관계를 포함하는 정보도 포함시킬 수가 있다. 이 결합 관계를 포함하는 정보는, CAD 시스템에 의해 미리 변환한 것을 얻어도 되고, 기본 설계 정보(1)를 취득한 후에 변환해서 얻어도 된다. 한편, CAD 시스템으로부터 취득하는 기본 설계 정보(1)가, 각 CAD 시스템에 있어서의 독자적인 데이터 구조로 보유되어 있는 경우는, 프로덕트 모델 작성 스텝 S1에 있어서, CAD 데이터를 시물레이션에서 이용할 수 있는 데이터 구조로 변환한다.
- [0077] 프로덕트 모델에서는, 조립 대상의 프로덕트에 관련된 정보로서, 프로덕트를 구성하는 부품 자신의 속성 정보 그리고 부품 간의 결합 정보를 정의한다. 프로덕트 모델에는, 프로덕트의 조립에 관련된 작업(조립 수순, 프로세스)의 정보는 포함되지 않는다.
- [0078] 프로덕트는 구성 부품인 실체를 가지는 부품끼리 개개로 결합되어 있다고 생각한다. 그래서 프로덕트 모델은, 그래프 이론에 기초하여 노드와 에지로 표현되는 그래프 구조를 사용하여 정의한다. 노드끼리의 결합인 에지에는 방향성은 없다고 보아, 무향(無向) 그래프로 한다.
- [0079] 도 3은 프로덕트 모델의 예를 나타내는 도면, 도 4는 5매 판 모델의 결합 관계를 나타내는 도면이다. 한편, 도 4의 5매 판 모델은, 설명의 편의상, 간략화한 프로덕트 모델을 나타내고 있지만, 프로덕트 모델의 대상으로서는, 복잡한 선각의 블록이나, 선체 구조, 또 선박 전체까지 포함시키는 것이 가능하다.
- [0080] 여기에서는, 도 3의 (a)에 나타내는 바와 같은 이중 바닥(二重底) 블록을, 도 3의 (b)에 나타내는 바와 같이 간략화한 5매 판 모델을 대상으로 하고 있다. 엄밀하게는 다르지만, 제1 판(P1)을 이너 보텀, 제3 판(P3)을 보텀셀, 제2 판(P2)과 제4 판(P4)을 거더(girder), 제5 판(P5)을 론지라고 하여 간략화하였다. 칼라 플레이트(collar plate)나 플로어(floor)가 없고, 론지도 개수가 적은 등, 실제의 완성 부품과는 다르지만, 충분하면서도 본질적인 요소를 추출하였다.
- [0081] 이 완성 부품은, 도 4에 나타내어지는 결합 관계로 정의된다. 각 판(P1~P5)이 구성 부품 실체의 노드에 해당하고, 그것들의 결합 관계인 line1~line5가 에지에 해당한다. 여기에서는 간단하게 하기 위해서 5매 판 모델을 사용하였지만, 수많은 구성 부품으로 구성되는 실제의 완성 부품에 있어서도, 구성 부품 실체와 그것들의 결합 관계로 완성 부품 전체를 정의할 수 있기 때문에, 마찬가지로 그래프 표현을 사용하여 프로덕트 모델을 정의하는 것이 가능하다.
- [0082] 도 5는 제1 판(P1)의 3차원 모델을 나타내는 도면이다.
- [0083] 프로덕트의 구성 부품의 형상은, 3D CAD 모델을 입력함으로써 정의할 수 있다. 도 5에 나타내는 바와 같이, 3차

원 모델의 좌표계는, 그 부재 전체를 둘러싸는 사각형(Bounding-box)을 정의하고, 그 사각형의 8정점 중 x,y,z 좌표값이 최소가 되는 정점이 원점 위치가 되도록 3차원 모델을 배치했다. 또 시뮬레이션의 실행 중에는, 3차원 모델로 정의한 기준점의 위치(로컬 좌표계, 또는 글로벌 좌표계에 있어서의 좌표), 자세 정보(초기 자세를 기준으로 한 오일러 각(Euler angles)·쿼터니언(Quaternion))을 수시로 참조할 수 있는 것으로 한다.

[0084] 구성 부품끼리의 접합 정보를 나타내는 에지에는, 해당(當該) 구성 부품끼리의 접합 정보를 나타낼 필요가 있다. 본 실시형태에서는, 간단하게 하기 위해서, 완성 부품의 완성 상태의 좌표계에 있어서의, 각각의 구성 부품의 위치·자세의 정보를 부여한다. 구체적으로는, 각 구성 부품에 대해서 기준점으로 하는 3점을 임의로 부여하고, 그 3점이 완성 상태의 좌표계에 있어서, 어디에 위치하느냐 하는 좌표 데이터로 정보를 보유한다. 그 정보를 사용함으로써, 임의의 구성 부품 간의 위치 관계를 산출하는 것이 가능하다.

[0085] 용접선 정보는, 3차원적인 정보로 보유된다. 예를 들어 1개의 용접선은, 용접선 경로(폴리 라인)와, 용접 토치의 방향 벡터(법선 벡터)로 구성된다고 한다. 이 정보들은, 완성 부품의 완성 상태의 좌표계에 있어서 정의되는 데이터로 하고, 실제로 시뮬레이션에서 용접 태스크(커스텀 태스크(5))가 실시될 때에, 그 타이밍에 있어서의 구성 부품의 위치·자세에 기초하여, 용접선 데이터에 대해서 좌표 변환을 행한다. 용접선 경로에 더하여, 토치의 방향도 정의함으로써, 용접 중인 작업원의 위치를 정의할 수가 있다. 또한 용접 중인 토치의 방향을 인식할 수 있기 때문에, 용접 자세를 판정하는 것이 가능해진다.

[0086] 이와 같이, 프로덕트 모델에는, 구성 부품끼리의 연결 관계, 연결부에 있어서의 접합 데이터, 및 완성 부품에 있어서의 구성 부품의 위치와 각도 등의 정보가 포함된다. 한편, CAD 시스템의 성능에 따라서는, CAD 시스템으로부터 취득하는 기본 설계 정보(1)에 프로덕트 모델의 작성에 필요한 데이터가 일부 포함되지 않는 경우가 있다. 예를 들어, 배면 굽기(가스 버너에 의한 왜곡 수정 작업) 선 데이터를 취급할 수 있는 CAD 시스템은 소수이다. 그러한 경우는, 프로덕트 모델 작성 스텝 S1에 있어서, 기본 설계 정보(1)에 포함되지 않은 프로덕트 모델의 작성에 필요한 데이터의 작성을 행한다.

[0087] 이상 설명한 데이터에 대하여 정리하면, 프로덕트 모델은, 아래 표 1 및 아래 표 2에 나타내는 바와 같은 노드와 에지의 정보로서 정리된다.

표 1

속성명	설명
노드명	자신의 노드의 이름(구성 부품명)
완성 부품명	완성 부품의 이름
좌표 변환 정보	완성 상태에 있어서의 자신의 위치자세를 정의하는 3점 정보
구성 부품의 속성 정보	중량 등 구성 부품의 속성 정보
에지	자신에 접속하고 있는 에지
3차원 오브젝트	시뮬레이션 공간에 배치되는 3차원 오브젝트

표 2

속성명	설명
에지명	자신의 에지의 이름
노드1	자신에 접속하는 노드1
노드2	자신에 접속하는 노드2
에지 속성 정보	용접선 데이터 등의 속성 정보

[0090] 또, 도 6은 3매 판 모델의 프로덕트 모델의 예를 나타내는 도면이다.

[0091] 도 6에서는, 구성 부품(제1 판(P1), 제2 판(P2), 제3 판(P3)) 간의 접합 관계가 등록된 데이터베이스인 프로덕트 모델을 나타내고 있다. 「name」은 이름, 「parent」는 부모(親) 프로덕트, 「type」은 종별이다. 한편, 각 판(P1~P3)의 기준 좌표 3점(vo(0,0,0), vx(1,0,0), vz(0,0,1))은 생략하였다. 또, 데이터에는 본래는 대상 ID를 기재하지만, 설명용으로 「name」으로 기재하였다.

[0092] 상술한 바와 같이, 프로덕트 모델에는, 조립에 관련된 작업(프로세스)의 정보는 포함되지 않는다.

[0093] 도 1로 되돌아가서, 퍼실리티 모델 작성 스텝 S2에 있어서, 완성 부품을 건조하는 공장의 설비 정보와, 작업

원 정보를 취득하고, 완성 부품의 건조에 관련된 설비(가상 설비)와 작업원(가상 작업원)에 관한 퍼실리티 모델을 작성한다. 또한, 설비 정보에는 도구의 정보도 포함된다.

[0094] 퍼실리티 모델에서는, 공장의 퍼실리티에 관한 정보로서, 퍼실리티의 개별 이름(예를 들어, 용접기 No.1), 종별(예를 들어, 용접기)에 더하여, 개개의 퍼실리티가 가지는 능력치를 정의한다. 능력치에는, 그 퍼실리티가 가지는 기능의 최대치(범위)를 정의한다. 예를 들어, 크레인이 가지는 능력치의 하나로서는, 매달아 올리기(吊上) 하중치나 속도 등을 들 수 있고, 그 능력치 범위는, 최대 매달아 올리기 하중치나 최대 속도로 된다.

[0095] 또, 프로덕트뿐만 아니라, 퍼실리티도 작업원의 이동 경로 상의 장애물이 될 수 있기 때문에, 3차원 모델을 사용하여 형상을 정의한다. 그것에 의해, 시뮬레이터 내에서는, 오브젝트끼리의 3차원적인 간섭을 판단하는 것도 가능해진다. 여기서 도 7은 퍼실리티의 3차원 모델의 예를 나타내는 도면이고, 도 7의 (a)는 작업원, 도 7의 (b)는 용접기, 도 7의 (c)는 크레인, 도 7의 (d)는 바닥(床), 도 7의 (e)는 정반(定盤)이다.

[0096] 퍼실리티 모델이 보유하는 구체적인 속성 정보를 아래 표 3에 나타낸다.

표 3

속성명	설명
이름	퍼실리티의 이름
종별	퍼실리티의 종별
고유의 능력치	퍼실리티 고유의 능력치 범위
3차원 오브젝트	시뮬레이션 공간에 배치되는 3차원 오브젝트

[0098] 또, 도 8은 퍼실리티 모델의 예를 나타내는 도면이다. 도 8에서는, 공장의 퍼실리티가 등록된 데이터베이스인 퍼실리티 모델을 나타내고 있다. 「name」은 이름, 「type」은 종별, 「model_fwile_path」는 형상(3차원 모델 데이터), 「ability」는 능력(퍼실리티의 능력치 범위를 정의)이다.

[0099] 이와 같이, 프로덕트 모델에 있어서의 완성 부품과 구성 부품, 및 퍼실리티 모델에 있어서의 공장의 설비를 3차원 모델로 표현한다. 3차원 모델을 이용함으로써, 시뮬레이션의 정밀도를 향상시킬 수가 있다.

[0100] 도 1로 되돌아가서, 프로세스 모델 작성 스텝 S3에서는, 프로덕트 모델과 퍼실리티 모델에 기초하여, 구성 부품을 조립해서 완성 부품을 건조하기 위한 조립 수순과 태스크를 명확화하여 프로세스 모델을 작성한다. 여기서, 먼저 프로덕트 모델과 퍼실리티 모델이 작성되고, 나중에 프로세스 모델을 작성하는 점이 중요하다. 이 순번으로 진행함으로써, 정확하게, 되돌아가는 일 없이 프로세스 모델을 작성할 수 있어, 나중의 처리를 지체없이 할 수 있다.

[0101] 도 9는 프로세스 모델의 개념도이다.

[0102] 프로세스 모델은, 일련의 조립 공정에 관련된 작업 정보가 정의된 데이터이다. 프로세스 모델은, 구성 부품을 조립해서 완성 부품으로 하는 의존 관계를 나타내는 조립 트리, 조립 시에 있어서 필요한 태스크와, 태스크 간의 의존 관계를 나타내는 태스크 트리를 포함해서 구성된다. 이것에 의해, 조립 수순과, 그것에 관련된 태스크를 명확하게 하여, 프로세스 모델을 정밀도 높게 작성할 수가 있다. 여기서 태스크란, 커스텀 태스크(5)를 포함하는 1단위의 작업을 가리킨다.

[0103] 도 10은 프로세스 모델 작성 스텝의 상세 플로우를 도시한 도면, 도 11은 선박의 건조 시뮬레이션 시스템을 기능 실현 수단으로 나타낸 블록도이다. 여기에서는, 선박의 건조 시뮬레이션 시스템을 사용한 프로세스 모델의 작성을 설명한다.

[0104] 선박의 건조 시뮬레이션 시스템은, 선박의 건조 시뮬레이션 방법을 실행하는 것이고, 프로덕트 모델 취득 수단(10)과, 퍼실리티 모델 취득 수단(20)과, 프로세스 모델 작성 수단(30)과, 건조 시뮬레이션 수단(40)과, 정보 제공 수단(50)과, 모델 변경 지시 수단(60)과, 과거선 데이터베이스(70)를 구비한다. 과거선 데이터베이스(70)에는, 과거에 건조한 과거선의 프로세스 데이터가 축적되어 있다.

[0105] 프로세스 모델 작성 스텝 S3에 있어서, 프로세스 모델 작성 수단(30)은, 우선, 프로덕트 모델 작성 스텝 S1에서 작성된 프로덕트 모델을 프로덕트 모델 취득 수단(10)에 의해 취득하고, 퍼실리티 모델 작성 스텝 S2에서 작성된 퍼실리티 모델을 퍼실리티 모델 취득 수단(20)에 의해 취득하여, 읽어들인다(프로세스 모델 작성 정보 읽어들이기 스텝 S3-1).

- [0106] 다음에, 프로세스 모델의 작성에 있어서, 과거에 건조한 과거선의 프로세스 데이터를 과거선 데이터베이스(70)로부터 참조하여, 유용할 것인지 여부를 선택한다(유용 판단 스텝 S3-2).
- [0107] 유용 판단 스텝 S3-2에 있어서, 유용하지 않을 것을 선택한 경우는, 과거선의 프로세스 데이터를 참조하지 않고, 구성 부품의 중간 부품을 포함하는 조립 수순을 조립 트리로서 정의하고(조립 트리 정의 스텝 S3-3), 조립 수순의 각 단계에 있어서의 적절한 태스크를 정의하고(태스크 정의 스텝 S3-4), 태스크의 의존 관계로서의 전후 관계를 태스크 트리로서 정의한다(태스크 트리 정의 스텝 S3-5).
- [0108] 한편, 유용 판단 스텝 S3-2에 있어서, 유용할 것을 선택한 경우는, 과거선 데이터베이스(70)로부터 유사한 프로세스 데이터를 추출하고(과거선 프로세스 데이터 추출 스텝 S3-6), 조립 트리 정의 스텝 S3-3, 태스크 정의 스텝 S3-4, 및 태스크 트리 정의 스텝 S3-5에 있어서, 추출한 과거선의 프로세스 데이터를 참조해서 유용한다. 과거선의 프로세스 데이터를 유용함으로써, 기본 설계 정보(1)에 기초하여 프로덕트 모델이나 퍼실리티 모델이 변경된 경우에, 처음부터 프로세스 모델을 작성하는 것보다도 적은 노력으로, 빠르고 정밀도 높게 프로세스 모델을 작성할 수가 있다.
- [0109] 여기서, 도 12는 5매 판 모델의 조립 트리의 예를 나타내는 도면이다.
- [0110] 조립 트리 정의 스텝 S3-3에 있어서, 조립 트리에는, 중간 부품의 정보(이름, 부품의 자세) 및 조립의 전후 관계의 정보를 정의한다. 부품의 조립 순번에는 전후 관계가 존재하기 때문에, 조립 트리는 유향(有向) 그래프로 표현된다.
- [0111] 중간 부품이란, 몇몇 부재가 결합된 상태의 구성 부품이고, 중간 부품과 부재, 또는 중간 부품끼리를 조립함으로써 완성 부품으로 된다. 도 12에서는, 제1 판(P1)과 제2 판(P2)과 제4 판(P4)이 조합되어 제1 중간 부품 U1을 이루고, 제3 판(P3)과 제5 판(P5)이 조합되어 제2 중간 부품 U2를 이루고, 제1 중간 부품 U1과 제2 중간 부품 U2를 조합해서 완성 부품 SUB1을 이루는 상태를 나타내고 있다. 한편, 제1 중간 부품 U1을 조립함에 있어서는 제1 판(P1)을 베이스로 하고, 제2 중간 부품 U2를 조립함에 있어서는 제3 판(P3)을 베이스로 하고, 완성 부품 SUB1을 조립함에 있어서는 제2 중간 부품 U2를 베이스로 하고 있다.
- [0112] 조립 트리의 정의에 필요한 속성 정보를 아래 표 4에 나타낸다. 이 정보들을 모든 중간 부품 및 완성 부품에 있어서 정의한다.

표 4

[0113]

속성명	설명
부품명	자신의 부품의 이름
좌표 변환 정보	자신의 완성 상태에 있어서의 위치자세를 정의하는 정보
베이스 부품의 이름	자신의 자식(子) 제품군 중, 베이스가 되는 부품의 이름
부모(親) 부품	자신의 부모가 되는 부품
자식(子) 제품군	자신의 자식이 되는 제품군
자식 제품군의 위치자세데이터	자신의 좌표계에 있어서의 자식 부품의 위치자세를 정의하는 정보

- [0114] 또, 도 13은 3매 판 모델의 조립 트리의 예를 나타내는 도면이다. 「name」은 이름, 「product1(base)」은 접합하는 대상 부품 중 베이스로 하는 부품, 「product2」는 접합하는 대상 부품, 「중간 부품에 있어서의 구성 부품의 좌표 변환 정보」는 중간 부품의 정의이다. 한편, 중간 부품이나 완성 부품의 기준 좌표 3점(vo(0,0,0), vx(1,0,0), vz(0,0,1))은 생략하였다. 또, 데이터에는 본래는 대상 ID를 기재하지만, 설명용으로 「name」으로 기재하였다. 도 13의 3매 판 모델에서는, 제1 판(P1)과 제2 판(P2)이 조합되어 중간 부품을 이루고, 그 중간 부품에 제3 판(P3)이 조합되어 완성 부품을 이룬다. 한편, 중간 부품을 조립함에 있어서는 제1 판(P1)을 베이스로 하고, 완성 부품을 조립함에 있어서는 제3 판(P3)을 베이스로 하였다.
- [0115] 태스크 트리 정의 스텝 S3-5에 있어서, 태스크 트리에는, 태스크에 필요한 정보와 태스크끼리의 전후 관계의 정보를 정의한다. 예를 들어, 태스크 정의 스텝 S3-4에 있어서, 아래 표 5에 나타내는 3종류의 태스크를 정의한다.

표 5

[0116]

태스크명	설명
배재	대상 부품을, 지정하는 퍼실리티를 사용하여, 지정 장소로 운반한다.
가용접	대상 부품끼리를, 지정하는 퍼실리티(용접기크레인)를 사용하여, 지정된 용접선 정보에 따라서 용접한다
본용접	지정 부품끼리를, 지정하는 퍼실리티(용접기)를 사용하여, 지정된 용접선 정보에 따라서 용접한다.

[0117]

여기서, 도 14는 전(全)태스크의 관계를 트리로서 표현한 예를 나타내는 도면이다. 도 14는, 5매 판 모델에 대해서, P1~P5의 각 판(강판)을 소정의 위치에 배재(配材)해서, 가용접 및 본 용접을 행함으로써, 완성 부품을 조립하는 시나리오를 상정한 것이다.

[0118]

태스크에는 전후 관계가 있기 때문에, 태스크 트리 정의의 스텝 S3~5에 있어서, 태스크의 트리는 유향 그래프로 표현된다. 예를 들어 태스크 [가용접0]은, [배재0], [배재1], [배재2]의 모든 태스크를 완료한 후가 아니면 개시할 수 없음을 의미하고 있다.

[0119]

또, 태스크 트리가 가지는 구체적인 속성 정보를 아래 표 6에 나타낸다. 예를 들어, 태스크 [배재0]에서는, 오브젝트 [제2 판(P2)]을 퍼실리티 [크레인1]을 사용하여, 오브젝트 [정반2] 상의 위치(8m,0m,2m)에, 오일러 각(0,0,0)의 자세로 배치되도록 운반한다는 정보가 정의된다. 배재 태스크에서는 시점의 좌표를 정의하지 않았고, 시뮬레이션 실시 시에 해당 태스크의 실행 시점에 있어서의 좌표부터 개시된다. 그 밖에도 마찬가지로 태스크 [본 용접0]은, 예지[line1](제1 판(P1)과 제2 판(P2)의 결합부)를 대상으로 퍼실리티 [용접기2]를 사용하여, 0.2 m/s의 속도로 본 용접한다, 고 하는 정보가 정의된다. 다만, 이 태스크는 태스크의 전후 관계로부터, 태스크 [가용접0]이 완료된 후가 아니면 개시할 수는 없다. 용접 경로의 정보는 프로덕트 모델의 해당 예지에 관련지어진 정보를 참조한다.

표 6

[0120]

속성명	설명
이름	태스크의 명칭
종별	태스크의 종류
오브젝트군	태스크에서 대상으로 하는 오브젝트군
퍼실리티군	태스크에서 이용하는 퍼실리티군
선행 태스크군	태스크의 개시까지 종료해 둘 필요가 있는 태스크군
태스크 정보	태스크의 실행에 필요한 고유 정보

[0121]

또, 도 15는 3매 판 모델의 태스크 트리의 예를 나타내는 도면이고, 우측의 표는 좌측의 그래프도를 표현한 것이다. 또, 도 16은 3매 판 모델의 태스크 트리의 데이터의 예를 나타내는 도면이다. 도 16의 「name」은 이름, 「task type」은 종별, 「product」는 관련된 부품, 「facility」는 관련된 퍼실리티, 「conditions」는 태스크 트리 정보, 「task data」는 태스크 정보(그 태스크에 필요한 고유 데이터)이다. 한편, 데이터에는 본래는 대상 ID를 기재하지만, 설명용으로 「name」으로 기재하였다. 이 예에서는, 도 15에 나타내는 바와 같이, 3매 판 모델에 대해서, P1~P3의 각 판(강판)을 소정의 위치에 배재해서, 가용접 및 본 용접을 행함으로써, 완성 부품을 조립하는 시나리오를 상정하고 있다.

[0122]

또, 도 10에 나타내는 바와 같이, 프로세스 모델 작성 스텝 S3에 있어서 프로세스 모델 작성 수단(30)은, 조립 수순과 태스크에 기초하여 작업원의 스케줄 정보(2)를 작성한다(스케줄 정보 작성 스텝 S3-8). 도 10에 나타내어지는 바와 같이, 조립 수순을 먼저 결정하고, 태스크를 결정하는 것이 중요하고, 이것에 의해, 정확하게, 되돌아가는 일 없이 프로세스 모델을 작성할 수 있어, 나중의 처리를 지체없이 할 수 있다. 즉, 조립 트리를 먼저 작성하고, 나중에 태스크 트리를 작성한다.

[0123]

작성한 스케줄 정보(2)는 모니터 등으로 출력된다. 스케줄 정보(2)는, 각 행동 주체가 되는 작업원에 대해서 태

스케줄 순번도 포함시켜서 할당한 것이다. 이것에 의해, 스케줄 정보(2)에 기초하여, 주 작업과 부수 작업까지 포함시킨 작업원의 모든 생산 행위를 정밀하게 재현해서 시물레이션을 행할 수가 있다. 또, 스케줄 정보(2)는, 정보 제공 수단(50)이 구비하는 모니터나 프린터 등으로부터 사용자에게 제공된다. 이것에 의해, 사용자는 작성된 스케줄 정보(2)를 필요에 따라 확인할 수가 있다. 한편, 스케줄 정보(2)는, 사용자의 요망이 있을 때만 제공하는 것도 가능하다.

[0124] 프로세스 모델에서는 조립 트리와 태스크 트리에 관련된 정보를 정의했지만, 스케줄 정보(2)에서는 태스크 트리에 의해 정의한 각각의 태스크에 대해서, 담당 작업자의 할당과, 태스크의 구체적인 실행 순번을 정의한다.

[0125] 스케줄 정보(2)의 작성예를 아래 표 7에 나타낸다. 이 예에서는, 작업원1은 철공작의 작업자를 상정하였고, 배재 태스크와 가용접 태스크를 할당하였다. 작업원1은, 태스크 [배재0]부터 개시하여, 태스크 [가용접4]까지 순차적으로 실시한다. 한편, 작업원2는 용접작의 작업자를 상정하였고, 본 용접 태스크를 순번대로 할당하였다. 작업원2는, 태스크 [본 용접0]부터 개시하여, 태스크 [본 용접3]까지 순차적으로 실시한다.

표 7

[0126]	담당자	담당 태스크와 실행 순번
	작업원1	배재0, 배재3, 배재2, 배재1, 배재4, 가용접1, 가용접2, 배재5, 배재6, 가용접3, 가용접4
	작업원2	본용접0, 본용접1, 본용접2, 본용접4, 본용접3

[0127] 또, 도 17은 도 15, 도 16에서 나타낸 3매 판 모델에 있어서의 작업원에 대한 태스크의 할당과 태스크의 순번의 예를 나타내는 도면이고, 도 17의 (a)는 작업원1에 대한 태스크의 할당과 태스크 순번을 나타내고, 도 17의 (b)는 작업원2에 대한 태스크의 할당과 태스크 순번을 나타내고, 도 17의 (c)는 데이터 형식의 스케줄 정보이다. 한편, 데이터에는 본래는 대상 ID를 기재하지만, 설명용으로 「name」이라 기재하였다. 또, 도 10에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태에서는, 스케줄 정보 작성 스텝 S3-8 전에, 퍼실리티 모델에 기초하여, 태스크가 퍼실리티의 능력치 범위를 넘는지 여부를 판단한다(능력치 범위 판단 스텝 S3-7).

[0128] 능력치 범위 판단 스텝 S3-7에 있어서, 태스크가 퍼실리티의 능력치 범위를 넘지 않는다고 판단한 경우는, 스케줄 정보 작성 스텝 S3-8로 진행하여 스케줄 정보(2)를 작성한다. 이와 같이, 태스크가 퍼실리티의 능력치 범위를 넘지 않는다고 판단한 경우에 스케줄 정보(2)를 작성함으로써, 퍼실리티나 태스크의 능력치를 넘은 시물레이션이 행해져 스케줄 정보(2)를 작성하는 것을 방지할 수 있다. 또, 작성한 프로세스 모델은 정보 제공 수단(50)이 구비하는 모니터 등으로 출력함으로써 사용자에게 제공된다.

[0129] 한편, 능력치 범위 판단 스텝 S3-7에 있어서, 태스크가 퍼실리티의 능력치 범위를 넘는다고 판단한 경우는, 조립 트리 정의 스텝 S3-3, 태스크 정의 스텝 S3-4, 및 태스크 트리 정의 스텝 S3-5로 되돌아가서, 중간 부품의 정의, 조립 트리의 정의, 태스크의 정의 및 태스크 트리의 정의 중 대응 가능한 적어도 하나를 재정의한다. 각 정의를 재정의함으로써, 보다 정밀도 높은 프로세스 모델을 작성할 수가 있다.

[0130] 스케줄 정보 작성 스텝 S3-8 후, 조립 수순과 태스크에 기초하여, 실제로 시간 발전계 시물레이션에서 사용하는 설비와 작업원의 배치에 관한 공장 레이아웃 정보(3)를 작성한다(공장 레이아웃 정보 작성 스텝 S3-9). 이것에 의해, 설비와 작업원의 배치가 반영된 공장 레이아웃 정보(3)에 기초하여, 시물레이션을 행할 수가 있다.

[0131] 작성한 공장 레이아웃 정보(3)는, 정보 제공 수단(50)이 구비하는 모니터나 프린터 등으로 출력해서 표시할 수가 있다. 이것에 의해, 사용자는 작성된 공장 레이아웃 정보(3)를 필요에 따라 확인할 수가 있다. 한편, 공장 레이아웃 정보(3)는, 사용자의 요망이 있을 때만 제공하는 것도 가능하다.

[0132] 이제까지 정의한 프로덕트 모델 및 퍼실리티 모델에는, 공장에서의 배치 정보를 정의하지 않았다. 그래서 공장 레이아웃 정보(3)에서는, 각 오브젝트의 초기 배치를 정의한다. 필요한 속성 정보를 아래 표 8에 나타낸다. 또, 도 18은 실제로 시물레이션 공간에 배치한 예를 나타내는 도면이다.

표 8

[0133]	속성명	설명
	오브젝트명	시물레이션 공간에 배치하는 프로덕트명, 또는 퍼실리티명
	기준 오브젝트명	배치의 기준으로 하는 오브젝트

좌표 정보	기준 오브젝트에 대해서 배치하는위치 (x,y,z)
자세 정보	기준 오브젝트에 대해서 배치하는자세(오일러 각, ϕ, θ, ψ)

- [0134] 또, 도 19는 3매 판 모델에 있어서의 공장 레이아웃 정보의 예를 나타내는 도면이다. 한편, 데이터에는 본래는 대상 ID를 기재하지만, 설명용으로 「이름」이라고 기재하였다.프로덕트 모델, 퍼실리티 모델의 데이터베이스로부터, 실제로 시물레이션에 이용하는 부품, 퍼실리티의 배치 정보를 layout.csv로 정의하였다.
- [0135] 프로세스 모델 작성 스텝 S3 후는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 시물레이션 스텝 S4로 된다. 시물레이션 스텝 S4에서는, 건조 시물레이션 수단(40)이, 작성된 프로세스 모델에 기초하여, 시간별 건조의 진행 상황을 축차적으로 계산하는 시간 발전계 시물레이션(3차원 공간 상의 시간 발전)을 행한다.
- [0136] 시물레이션 스텝 S4에 있어서는, 프로세스 모델을 기초로, 3차원 플랫폼 상에서의 각 퍼실리티와 프로덕트의 위치와 점유 상황, 커스텀 태스크(5)의 진척 상황을 변화시킴으로써, 조선에 있어서의 건조를 시물레이션한다. 한편, 난수를 부여해서 중간 부품의 정밀도를 일부러 나쁘게 하고, 그 영향을 하류의 공정에 이를 때까지 시물레이션할 수도 있다. 또, 커스텀 태스크(5)와 태스크 트리 사이의 관계는, 커스텀 태스크(5)를 트리 구조로 전후 관계를 나타내고, 잇대어 합친 것이 태스크 트리가 된다.
- [0137] 본 실시형태에서는, 3차원 플랫폼을 게임 엔진인 Unity(등록상표)를 활용해서 구축하고 있다.
- [0138] 시각 t에 있어서의 각 퍼실리티와 프로덕트의 위치, 각도 및 점유를 나타내는 변수 x_f, x_p 와, 프로세스 모델에 있어서의 커스텀 태스크(5)의 미완 또는 완료를 나타내는 상태의 s_t 의 3개를 인수(引數)라 하면, 프로세스 모델 작성 스텝 S3에서 정의한 스케줄에 기재된 커스텀 태스크(5)의 순으로, 태스크에 관계된 각 인수를 사전에 설정한 룰에 따라서 변화시킴으로써, 다음의 시각 t+1로의 x_f, x_p, s_t 의 변화를 나타낼 수가 있다. 이것에 의해 각 인수의 시각력(時刻歴)이 출력된다.
- [0139] 도 20은 시물레이션 스텝의 상세 플로우를 도시한 도면이다.
- [0140] 도 11에 나타내는 건조 시물레이션 수단(40)은, 시간 발전계 시물레이션을 행하기 이전에, 작업원이 자율적으로 가상적인 작업을 진행시키기 위한 룰 정보(4)를 룰 정보 데이터베이스 등으로부터 취득한다. 그리고, 프로덕트 모델 취득 수단(10)이 취득한 프로덕트 모델 작성 스텝 S1에서 작성한 프로덕트 모델과, 퍼실리티 모델 취득 수단(20)이 취득한 퍼실리티 모델 작성 스텝 S2에서 작성한 퍼실리티 모델과, 프로세스 모델 작성 스텝 S3에서 프로세스 모델 작성 수단(30)이 작성한 프로세스 모델, 스케줄 정보(2), 및 공장 레이아웃 정보(3)를 취득해서 읽어들이고, 공장 레이아웃 정보(3)에 기초하여 3차원 플랫폼 상에 오브젝트를 배치한다(시물레이션 실행 정보 읽어들이기 스텝 S4-1).
- [0141] 여기서, 룰 정보(4)란, 건조 시물레이션 수단(40)에 의한 자율 판단에 필요한 제약이나 선택지(選擇肢)다. 예를 들어 용접 태스크(커스텀 태스크(5))에서는, 사용할 수 있는 용접기의 종류만을 룰 정보(4)로서 지정해 두고, 어느 용접기를 사용할지는 시물레이션의 도중에 있어서 건조 시물레이션 수단(40)이 자율적으로 판단한다.
- [0142] 즉, 가상적인 작업원이 시물레이션 내에서 어떻게 판단하는지를 기술한 것이 룰 정보(4)로 된다. 룰 정보(4)를 이용함으로써, 시물레이션에 있어서의 작업원이 정확하게 가상적인 작업을 진행시키기 쉬워진다. 룰 정보(4)는, 미리 카탈로그와 같이 시물레이션 스텝 S4보다도 전에 작성해 둔다. 한편, 룰 정보(4)는, 강화 학습이나 멀티 에이전트 등에 의해 자율적으로 학습시켜 작성해서 취득하는 것도 가능하다. 강화 학습 등에 의해 자율적으로 룰 정보(4)를 작성하는 방법으로서, 에이전트가 건조 시물레이션 수단(40) 내를 자유롭게 돌아다니며 효율적인 룰을 학습해서 룰 정보(4)를 생성하는 수법을 사용한다. 룰 정보(4)의 일례는 이하와 같다.
- [0143] 룰 1A: 비어 있는 가까운 도구를 취득한다.
- [0144] 룰 1B: 후 공정에서도 비어 있는 가까운 도구를 취득한다.
- [0145] 룰 2: 크레인을 사용하는 경우, 크레인끼리의 간섭에 의해서 다른 공정이 방해받지 않을만한 크레인을 선택한다.
- [0146] 룰 3: 사용 후, 자석식의 픽 업 도구(鈎具)는 대차(台車) 위에 둔다.

- [0147] 룰 4: 작업 장소가 동일한 후 공정에 대하여, 도구를 정리하여 가져온다.
- [0148] 이 룰들은, 시뮬레이션 스텝 S4보다도 전에 작업원에게 할당해 두는 것이고, 예를 들어 이하와 같이 된다.
- [0149] 작업원1: 룰 1A
- [0150] 작업원2: 룰 1B, 룰 2, 룰 3, 룰 4
- [0151] 작업원1은 초심자를 상징하고, 작업원2는 숙련자를 상징한 것이다. 초심자인 작업원1은 자신만을 생각하며 움직이기 때문에, 다른 공정의 방해가 되기도 한다.
- [0152] 룰 정보(4)에 의해, 시간 발전계 시뮬레이션의 실시 중에, 미입력이었던 태스크 정보나 스케줄 정보(2)가 자동 구축된다. 본 실시형태에서는, 룰 정보(4)로서, 작업원에게 부여되는 판단 룰인 브레인을 포함한다.
- [0153] 브레인은, 커스텀 태스크(5)에 1대 1로 대응시키고, 시간 발전계 시뮬레이션을 실행하기 전에 구축해 둔다. 시간 발전계 시뮬레이션 상에서는, 브레인을 축차적으로 동작시킴으로써, 시간 발전 중에 있어서 상황에 따라 작업원이 판단하는 모습을 재현한다. 그 때문에, 특히 조선 공정과 같은, 반복 작업이 아니라 현장에서 판단하는 일이 매우 많은 작업을 작업원이 브레인을 이용해서 판단하여, 가상적인 작업을 원활하게 진행할 수가 있다.
- [0154] 룰 정보(4)의 하나인 브레인으로 판단되는 내용은, 대별하면 이하의 넷이다.
- [0155] 1. 어떤 하나의 커스텀 태스크(5)에 대해서, 필요한 인수를 결정한다.
- [0156] 2. 어떤 하나의 종류(태스크 타입)에 속하는 복수의 커스텀 태스크(5) 중에서 하나의 커스텀 태스크(5)를 선택한다.
- [0157] 3. 복수 종류의 커스텀 태스크(5)로부터 하나의 종류를 선택한다.
- [0158] 4. 커스텀 태스크(5)를 실시 중에 경합이 발생한 경우의 대응을 룰에 기초하여 선택한다.
- [0159] 브레인에 의한 판단 방법에 있어서는, 우선 인수의 조합으로서 후보군을 작성하고, 그 후보군 각각에 대해서 평가 파라미터를 추출하고, 소정의 평가치 룰에 기초하는 평가치의 계산을 실시하고, 최종적으로 가장 평가치가 높은 것을 선택한다.
- [0160] 평가 파라미터의 추출, 소정의 룰, 평가치에 기초하는 선택은, 배제 태스크를 예로 하면, 각각 예를 들어 이하와 같이 된다.
- [0161] [평가 파라미터의 추출]
- [0162] 판단에 관련된 평가 파라미터군을, 시간 발전계 시뮬레이션 중에 순차적으로 취득한다.
- [0163] · p1: 작업원의 현재지(現在地)로부터 프로덕트까지의 거리
- [0164] · p2: 프로덕트로부터 크레인까지의 거리
- [0165] · p3: 프로덕트로부터 목적지까지의 거리(목적지는 자동 계산)
- [0166] · p4: 베이스판인가 아닌가(0 or 1)
- [0167] · p5: 간섭 없이 행동 가능한가(0 or 1)
- [0168] [평가치 룰]
- [0169] $v = (p4 - 0.2 * (p1 + p2 + p3)) * p5$
- [0170] [선택]
- [0171] 0보다 큰 평가치 중에서 최대의 평가치를 얻은 태스크를 선택한다.
- [0172] 태스크1: v1
- [0173] 태스크2: v2
- [0174] 태스크3: v3
- [0175] ...

[0176] 브레인의 평가치 룰은, 수동 또는 기계 학습에 의해서 구축한다.

[0177] 수동으로 구축하는 경우는, 비디오 분석의 결과나 작업원에 대한 히어링 등을 통해서 룰을 추정하여 구축한다.

[0178] 기계 학습에 의해서 구축하는 경우는, 두 가지 구축 방법이 있다. 첫번째 구축 방법은, 조선 공장에서의 작업원, 도구, 및 프로덕트의 움직임에 관한 데이터를 카메라나 위치 센서 등을 사용한 모니터링에 의해 취득하고, 취득한 대량의 데이터로부터, 작업원과 프로덕트 사이의 거리나 작업원과 도구 사이의 거리 등의 파라미터 X 와, 작업원의 태스크 선택 결과(판단 이력) Y 를 정리하고, 정리한 데이터를 교사 데이터로 하여, 파라미터 X 로부터 태스크 선택 결과 Y 를 예측하는 신경망(neural net) 등의 기계 학습 모델로서 구축하는 것이다. 또, 두번째 구축 방법은, 예를 들어 시간이 짧을수록 좋다는 등의 목표를 설정하고, 그 목표를 보수로 한 강화 학습을 적용하여, 최적의 전략을 자동 구축하는 것이다.

[0179] 태스크 타입별 브레인의 예를 아래 표 9에 나타낸다. 표 중의 「AtBrain」은 배재(配材) At의 브레인, 「FtBrain」은 가부착(假付) At의 브레인, 「WtBrain」은 본 용접 Wt의 브레인, 「DtBrain」은 배면 굽기(裏燒) Dt의 브레인이다.

표 9

[0180] 브레인	자동 결정 사항 ※인수(引數)는 모두 공통이고, 착수 가능한 전태스크의 리스트
AtBrain	(태스크의 선택): AtPick와 AtPlace의 리스트(대상을 결정하는 것과 동의(同義))(인수의 결정): 이용 퍼실리티명(크레인), 배재처의 기준 오브젝트, 좌표값, 오일러 각
FtBrain	(태스크의 선택): 어떤 하나의 Ft(대상을 결정하는 것과 동의)(인수의 결정): 이용 퍼실리티명(용접기, 전원)
WtBrain	(태스크의 선택): 어떤 하나의 Wt(대상을 결정하는 것과 동의)(인수의 결정): 이용 퍼실리티명(용접기, 전원)
DtBrain	(태스크의 선택): 어떤 하나의 Dt(대상을 결정하는 것과 동의)(인수의 결정): 이용 퍼실리티명(버너, 가스출구)

[0181] 커스텀 태스크(5)에 대하여, 시뮬레이션 중에 자동 결정되는 인수와, 사전에 태스크 트리로 구축해 두는 인수를 아래 표 10에 나타낸다. 밀줄이 그어진 인수가 자동 결정되는 인수, 밀줄이 그어져 있지 않은 인수가 사전에 구축해 두는 인수이다.

표 10

[0182] 태스크 타입	함수명	인수
		(공통): 태스크명, 태스크 타입, 함수명, 대상, 이용 퍼실리티, 선행 태스크, 주체명, 요구 퍼실리티 중별개수
배재(配材) At	AtPick	(고유): -
	AtPlace	(고유): 배재처의 기준 오브젝트, 좌표값(x, y, z), 오일러 각($\theta, \phi, \psi, \dots$)
가부착(假付) Ft	Ft	(고유): -
본용접 Wt	Wt	(고유): -
배면굽기(裏燒) Dt	Dt	(고유): -

[0183] 도 21은 브레인을 이용한 시뮬레이션의 모습을 나타내는 도면이고, 도 21의 (a)는 배재 태스크, 도 21의 (b)는 용접 태스크이다. 배재 태스크에 있어서는, 배재 장소의 제약과 배치 위치가 자동 결정된다.

[0184] 용접 태스크에 있어서는, 용접선의 위치 등의 평가 파라미터가 취득되고, 평가치 계산이 실시된다. 한편, 평가치 계산에서는, 용접 작업자의 근처에서 별도의 작업을 실시하지 않는 등, 용접 영역이 고려된다.

[0185] 도 20에 있어서의 시뮬레이션 실행 정보 읽어들이기 스텝 S4-1 후, 스케줄 정보(2)에 기재된 커스텀 태스크(5) 중, 전(全) 행동 주체에 대해서 선두에 존재하는 태스크를 실행하고, 시간을 1초 플러스한다(태스크 실행 스텝 S4-2). 커스텀 태스크(5)는 사전에 메소드로서 정의해 두고, 할당된 커스텀 태스크(5)를 상황에 따라 룰 정보(4) 등에 기초하여 변경한다.

[0186] 시간 발전계 시뮬레이션에서는, 시간별 완성 부품 또는 구성 부품의 위치, 설비 및 작업원의 위치와 점유 상황, 조립 수순과 태스크의 진행 상황을 축차적으로 계산한다. 이것에 의해, 시간 발전계 시뮬레이션을 정밀도 높게

행할 수가 있다.

- [0187] 다음에, 커스텀 태스크(5)가 종료되었는지 여부를 판정한다(태스크 종료 판정 스텝 S4-3).
- [0188] 태스크 종료 판정 스텝 S4-3에 있어서, 커스텀 태스크(5)가 종료되지 않았다고 판정한 경우는, 태스크 실행 스텝 S4-2로 되돌아가서, 커스텀 태스크(5)를 실행한다.
- [0189] 반면에, 태스크 종료 판정 스텝 S4-3에 있어서, 커스텀 태스크(5)가 종료되었다고 판정한 경우는, 종료된 커스텀 태스크(5)를 스케줄의 선두에서 삭제하고, 할당된 커스텀 태스크(5)가 모두 종료되었는지 여부를 판정한다(시뮬레이션 종료 판정 스텝 S4-4).
- [0190] 시뮬레이션 종료 판정 스텝 S4-4에 있어서, 할당된 커스텀 태스크(5)가 모두 종료되지 않았다고 판정된 경우는, 태스크 실행 스텝 S4-2로 되돌아가서, 커스텀 태스크(5)를 실행한다.
- [0191] 반면에, 시뮬레이션 종료 판정 스텝 S4-4에 있어서, 할당된 커스텀 태스크(5)가 모두 종료되었다고 판정된 경우는, 시뮬레이션을 종료된다. 이와 같이 시뮬레이션은, 모든 예정된 커스텀 태스크(5)가 없어질 때까지 반복하여 실행한다.
- [0192] 또, 도 1에 나타내는 바와 같이, 시뮬레이션 스텝 S4에 있어서는, 사용자가 판단을 하기 위한 시간 발전계 시뮬레이션의 도중 결과를 정보 제공 수단(50)으로부터 제공한다(도중 결과 제공 스텝 S4-5). 시뮬레이션의 도중 결과는, 예를 들어 태스크 실행 스텝 S4-2가 종료될 때마다 사용자에게 제공된다. 사용자는, 제공받은 도중 결과를 기초로, 그대로 시뮬레이션을 속행할지, 또는 커스텀 태스크(5) 등을 변경해서 다음의 시뮬레이션을 행할지 등을 판단한다. 이것에 의해, 사용자가 도중 결과에 기초하여 판단하여, 사용자의 의도에 따른 시뮬레이션을 행하기 쉬워진다.
- [0193] 도중 결과 제공 스텝 S4-5에 있어서의 정보 제공 수단(50)으로부터의 도중 결과의 제공은, 사용자가 예를 들어 시뮬레이터의 실행 버튼을 누를 때에 임의로 온/오프를 선택 가능하고, 오프가 선택되어 있는 경우는 실행되지 않는다. 반면에, 온이 선택되어 있는 경우는, 예를 들어 모니터가 열람 모드로 되어, 시뮬레이션의 상황이 애니메이션적으로 흘러 가는 모습이 제공되고, 사용자는 일시정지 버튼을 누르거나, 또 재생 버튼을 누르거나 해서, 축차적으로 확인할 수가 있다. 사용자는, 일시정지 버튼을 눌렀을 때, 이미 종료된 커스텀 태스크(5), 실시 중인 커스텀 태스크(5) 및 미실시의 예정되어 있는 커스텀 태스크(5)를 볼 수가 있고, 예를 들어 예정되어 있는 커스텀 태스크(5)의 순번을 변경하거나, 그 커스텀 태스크(5)에서 쓰는 도구를 변경 및 지정하거나 할 수 있다. 변경 후, 재생 버튼을 누르면, 시뮬레이션이 재개되고, 변경한 시나리오로 진행한다.
- [0194] 또, 시뮬레이션 스텝 S4의 시간 발전계 시뮬레이션에 있어서는, 미리 취득한 물 정보(4)와 태스크를 이용하여, 가상의 작업원이 자율적으로 가상적인 작업을 진행시킨다. 구체적으로는, 물 정보(4)와, 태스크로서의 베이직 태스크(6)를 조합해서 구성한 커스텀 태스크(5)를 이용해서 가상적인 작업을 진행시킨다.
- [0195] 물 정보(4)란, 상술한 바와 같이 예를 들어, 사용할 수 있는 용접기의 종류 등이다. 물 정보(4)와 태스크를 이용함으로써, 시뮬레이션에 있어서의 가상의 작업원이 정확하게 가상적인 작업을 진행시키기 쉬워진다.
- [0196] 본 실시형태에서는, 도중 결과 제공 스텝 S4-5의 정보 제공 수단(50)으로부터 도중 결과를 제공한 후에, 사용자로부터 변경을 가한 변경 조건을 접수하고, 변경 조건에 기초하여 시간 발전계 시뮬레이션을 실행한다. 이것에 의해, 사용자의 의향이 반영된 변경 조건을 토대로 정밀도 높게 시뮬레이션을 행할 수가 있다.
- [0197] 도 22는 시뮬레이션 스텝의 의사 코드를 나타내는 도면이다.
- [0198] 커스텀 태스크(5)를 구성하는 베이직 태스크(6)는, 범용적으로 사용될 수 있는 작은 작업을 나타낸다.
- [0199] 베이직 태스크(6)는, 시간 발전계 시뮬레이션 상에서 실행 가능한 함수이고, 시간 발전계 시뮬레이션을 실행하기 전에, 함수로서 구축해 둔다. 베이직 태스크(6)는, 인수가 부여되고, 그 인수에 관련된 시뮬레이션의 오브젝트를 이동시키거나 점유하거나 하는 등, 시뮬레이션에 필요한 기본적인 함수이다. 또, 베이직 태스크(6)는, 3차원적인 제약을 고려한 함수가 된다.
- [0200] 베이직 태스크(6)의 조합으로서 커스텀 태스크(5)를 구축한다. 태스크가 시간 발전계 시뮬레이션에서 실행 가능한 함수인 베이직 태스크(6)를 조합해서 구축되는 커스텀 태스크(5)를 포함함으로써, 작업의 종류별로 작은 작업을 조합한 커스텀 태스크(5)에 의해, 시뮬레이션의 정밀도를 향상시킬 수가 있다.
- [0201] 베이직 태스크(6)의 구체예를 아래 표 11에 나타낸다. 한편, 베이직 태스크(6)는, 표 11에 예시한 것 이외에도

다수 존재한다.

표 11

[0202]	베이직 태스크명	인수	내용
	move	주체명, 이동처	주체자를 이동처로 이동시키는 함수 자동 경로 산출
	weld	주체명, 용접선, 용접기	주체자를 용접기와 함께 용접선의 선두로 이동시키고, 용접 스피드로 이동시켜, 프로덕트를 갱신하는 함수
	CraneMove	주체명, 이동처	주체자(크레인 등의 기기)를 이동처로 이동시키는 함수 자동 경로 산출, 다른 크레인과의 간섭을 고려

[0203] 도 23은 베이직 태스크의 예로서 이동 태스크(move)를 나타내는 도면이다. 이동 태스크의 정의는 이하와 같다.

[0204] · 움직이는 주체명과 목적지의 좌표값을 인수로서 가진다.

[0205] · 시뮬레이션 상에서는, 특정의 스피드로 주체자를 이동시키는 함수가 된다.

[0206] · 3차원적인 지형을 고려해서 최단 경로를 자동 산출한다.

[0207] · 경로의 도중에 맨홀이나 론지 등의 장애물이 존재하고, 해당 장애물을 피해 가거나 타고 넘거나 해서 넘어갈 필요가 있는 경우, 그에 따라 속도를 감속시킨다.

[0208] 도 24는 베이직 태스크의 예로서 용접 태스크(weld)를 나타내는 도면이다. 용접 태스크의 정의는 이하와 같다.

[0209] · 주체명, 대상 용접선명, 및 이용하는 용접기명을 인수로 한다.

[0210] · 시뮬레이션 상에서는, 특정의 용접 스피드로 용접선 근처를 이동시키는 함수로 된다.

[0211] · 용접기에는 전원 케이블, 토치 및 호스를 재현하고, 케이블과 호스는 다른 오브젝트와 간섭한다.

[0212] · 용접선이 위를 향해 있는(상향) 경우와 아래를 향해 있는(하향) 경우에 있어서 용접 속도가 변경된다.

[0213] 도 25는 베이직 태스크의 예로서 크레인 이동 태스크(CraneMove)를 나타내는 도면이다. 크레인 이동 태스크의 정의는 이하와 같다.

[0214] · 주체명과 목적지의 좌표값을 인수로 한다.

[0215] · 시뮬레이션 상에서는, 특정의 이동 스피드로 목적지까지 이동하는 함수가 된다.

[0216] · 본 베이직 태스크(6)는, 주체자가 기기(크레인)로 된다. 기기에 대하여는, 외부로부터 태스크를 명(命) 받아서 실행한다고 하는 형태를 취한다.

[0217] · 다른 크레인과의 간섭 판정을 행하고, 이동 가능한 영역을 제약으로서 고려한다.

[0218] 여기서, 태스크 실행 스텝 S4-2 전에 사전에 메소드로서 정의해 두는 커스텀 태스크(5)에 대하여 상세하게 설명한다. 커스텀 태스크(5)는 이하와 같이 정의된다.

[0219] · 커스텀 태스크(5)는, 베이직 태스크(6)의 조합으로서 구축하는 것이고, 패턴화 또는 관습화된 도중 끊김이 없는 일련의 작업의 집합을 하나의 커스텀 태스크(5)로서 표현한다. 예를 들어, 커스텀 태스크(5)가 배재 태스크인 경우는, 「물건으로 이동→물건 파지→물건과 이동→물건 놓기」로 된다.

[0220] · 커스텀 태스크(5)에 인수가 전달되고, 그 인수에 기초하여, 사전에 결정된 순번의 베이직 태스크(6)를 구축해가서, 최종적으로 베이직 태스크(6)의 리스트를 구축한다.

[0221] · 커스텀 태스크(5)는, 배재 태스크, 가부착 태스크, 용접 태스크 등, 재현하고 싶은 태스크별로 구축한다.

[0222] · 커스텀 태스크(5)는, 인풋으로서 공통의 인수와 태스크마다 고유의 인수를 가진다.

[0223] · 커스텀 태스크(5)에는, 사람이 주체가 되는 것과, 기기가 주체가 되는 것이 있다. 예를 들어, 배재 태스크의 주체는 사람(작업원), 자동 용접 태스크의 주체는 기기(자동 용접기)가 된다.

[0224] 사람에게 할당되는 커스텀 태스크(5)의 태스크 타입, 함수명 및 인수의 예를 아래 표 12에 나타내고, 기기에 할당되는 커스텀 태스크(5)의 함수명 및 인수의 예를 아래 표 13에 나타낸다.

표 12

[0225]

태스크 타입	함수명	인수
		(공통): 태스크명, 태스크 타입, 함수명, 대상, 이용 퍼실리티, 선행 태스크, 주체명, 요구 퍼실리티 종별개수
배재(配材) At	AtPick	(고유): -
	AtPlace	(고유): 배재처의 기준 오브젝트, 좌표값(x,y,z), 오일러 각(θ, ϕ, ψ)
가부착(假付) Ft	Ft	(고유): -
본용접 Wt	Wt	(고유): -
배면굽기(裏燒) Dt	Dt	(고유): -

표 13

[0226]

함수명	인수
	(공통): 태스크명, 태스크 타입, 함수명, 대상, 이용 퍼실리티, 선행 태스크, 주체명, 요구 퍼실리티 종별개수
CraneRun	(고유): -
CraneHoist	(고유): -
AutoWeldRun	(고유): -

[0227]

도 26은 커스텀 태스크로서의 배재 태스크 「가지러 가기」의 예를 나타내는 도면이다. 한편, 호이스트 크레인 을 사용한다. 이 배재 태스크의 태스크 타입은 「배재 At」, 함수명은 「AtPick」, 공통의 인수는 「태스크명, 태스크 타입, 함수명, 대상, 이용 퍼실리티, 선행 태스크, 주체명, 요구 퍼실리티 종별·개수」, 고유의 인수는 없음이 된다.

[0228]

배재 태스크 「가지러 가기」를 구성하는 베이직 태스크(6)의 리스트의 예를 이하에 나타낸다.

[0229]

1. move (주체자, 퍼실리티의 장소)

[0230]

2. move (주체자와 퍼실리티, 대상의 장소)

[0231]

3. CraneHoist (내리기)

[0232]

4. Timeout (지정 초 수)

[0233]

5. CraneHoist (올리기)

[0234]

한편, 상기 3의 베이직 태스크(6)는 후크를 하강시키고, 상기 4의 베이직 태스크(6)는 고리 걸이(玉掛) 시간만큼 대기시키고, 상기 5의 베이직 태스크(6)는 후크를 상승시키는 것이다.

[0235]

도 27은 커스텀 태스크로서의 배재 태스크 「배치하기」의 예를 나타내는 도면이다.

[0236]

이 배재 태스크의 태스크 타입은 「배재 At」, 함수명은 「AtPlace」, 공통의 인수는 「태스크명, 태스크 타입, 함수명, 대상, 이용 퍼실리티, 선행 태스크, 주체명, 요구 퍼실리티 종별·개수」, 고유의 인수는 「배재처(配材先)의 기준 오브젝트, 좌표값(x,y,z), 오일러 각(θ, ϕ, ψ)」으로 된다.

[0237]

배재 태스크 「배치하기」를 구성하는 베이직 태스크(6)의 리스트의 예를 이하에 나타낸다.

[0238]

1. move (주체자, 퍼실리티와 대상, 지정된 좌표값으로)

[0239]

2. CraneHoist (내리기)

[0240]

3. Timeout (지정 초수)

[0241]

4. CraneHoist (올리기)

[0242]

한편, 상기 3의 베이직 태스크(6)는 물건을 탈거하는 시간만큼 대기시키는 것이다.

[0243]

도 28은 커스텀 태스크의 하나인 본 용접 태스크를 베이직 태스크의 조합으로 표현한 예를 나타내는 도면이다.

- [0244] 메소드로서의 태스크를 실행함으로써, 변수 x_f , x_p , s_t 를 변화시킨다. 그 때문에, 각 커스텀 태스크(5)의 각각에 대해서 메소드를 정의하지만, 그 커스텀 태스크(5)를 더욱 세세한 메소드인 베이직 태스크(6)의 조합으로 표현한다.
- [0245] 우선, 개시 조건을 확인하는 베이직 태스크(6)(Wait_start)는, 조건이 충족될 때까지는 기다린다고 하는 메소드가 된다.
- [0246] 도구를 확보하는 베이직 태스크(6)(Wait_hold)는, 사용할 도구가 모두 비어 있지 않으면 기다리고, 비어 있으면, 본 태스크를 위해서 점유하는 상태로 변화시킨다고 하는 기본적인 메소드가 된다.
- [0247] 또, 크레인에 의해서 구성 부품을 이동시키기 등의 표현은, 이동 태스크(move)로서 나타내고, 지정한 속도로 위치나 각도를 변경한다.
- [0248] 용접 태스크(weld)는, 프로덕트 모델에 정의된 용접선 정보를 기초로, 용접 개시점까지의 이동과 용접 자세에 기초하는 속도로 용접 토치 및 작업자를 이동시키고, 구성 부품을 다음의 중간 부품으로 변화시킨다고 하는 메소드로 하고 있다. 이와 같은 베이직 태스크(6)의 조합으로 다양한 태스크를 표현하고, 메소드로서 사전(태스크 실행 스텝 S4-2 진)에 구축한다.
- [0249] 이와 같이, 커스텀 태스크(5)는 미리 결정된 표준적인 수순을 기재하는 것이다. 커스텀 태스크(5)는, 시물레이션 스텝 S4 전에 카탈로그와 같이 만들어 둔다. 커스텀 태스크(5)의 일례는 이하와 같다.
- [0250] 가용접(커스텀 태스크(5)) : 용접기 가지러 가기+크레인 가지러 가기+부품을 매달기+위치 맞추기+가고정(假止)하기
- [0251] 이 때, 어느 도구(용접기1 또는 용접기2 등)를 선택할지는 물 정보(4)(물 1A, 물 1B, 물 2 등)에 기초하여 결정할 수 있다. 또, 물 정보(4) 중의 물 3에 관해, 자석식의 크레인을 사용하는 경우는, 도구를 사용한 후에 대차 위에 둔다고 하는 새로운 태스크가 발생한다. 물론, 물 정보(4)에 기초하지 않고, 사용하는 도구를 사용자가 지정할 수도 있다.
- [0252] 또, 베이직 태스크(6) 중에서도 이동에 대하여는, 모든 태스크 내의 이동 경로를 손으로 입력하는 것이 곤란한 일이 많다고 상정되기 때문에, 컴퓨터가 경로 탐색을 행하여 자동 판단하도록 설정하는 것이 바람직하다. 이 경우, 구체적으로는, 우선 이동 가능한 영역을 메쉬에 의해 동적으로 생성하고, 그 메쉬의 정점과 선분을 경로로 보고, A*알고리즘에 의해 경로를 자동 산출한다.
- [0253] 도 29는 입구가 둘 있는 벽으로 둘러싸인 영역 중, 이동 가능한 메쉬를 구성한 예를 나타내는 도면이다. 벽(130) 부근은 메쉬가 존재하지 않기 때문에, 벽(130)을 돌아 들어가 이동하는 경로가 생성되게 된다. 실장에는, 예를 들어 Unity(등록상표)의 NavmeshAgent 클래스를 활용한다. 이것에 의해 베이직 태스크(6)에서는 도달처(到達先)의 지점 또는 도달처의 오브젝트를 지정함으로써, 도중의 경로는 자동 산출되어 입력의 수고를 대폭적으로 삭감하는 것이 가능해진다.
- [0254] 여기서, 시물레이션에 있어서 입력하는 인풋 데이터의 구체예를 아래 표 14에 나타낸다. 한편, 퍼실리티에 관한 데이터는 제외하였다.

표 14

No	데이터명	간이 설명	샘플 장소 (input_sample)
1	형상 데이터	부품 하나 하나의 형상 데이터. 샘플의 경우는 obj 형식	SUB_F/OriginalData/*.obj
2	용접선 데이터	용접선의 폴리라인과 토치 방향에서의 라인을 나타내는 데이터로, 샘플의 경우는 txt 형식.	SUB_F/WeldingLine/Line*/weld_0.txt
3	배면굽기선(裏燒線) 데이터	용접선과 마찬가지로, 배면굽기가 필요한 라인의 데이터로, 샘플의 경우는 txt 형식.	SUB_F/HeatingLine/Line*/heat_0.txt
4	프로덕트 모델 데이터	부품 간의 관계성과, 접속 관계를 나타내는 데이터.	Product.csv
5	폴리라인 데이터	배면굽기선과 제품 사이의 관계성을 나타내는 데이터.	Prolyline.csv
6	조립 트리 데이터	부품의 조립 계층과, 그 계층에 있어서의 베이스판의 국소 좌표계에 있어서의 위치와 방향의 데이터.	Assemblytree.csv

7	태스크 트리 데이터	제품을 조립할 때까지 필요한 태스크의 일람과 파라미터, 그 전후 관계를 표시하는 데이터. 일부, 공란으로 한 것은 시뮬레이션 내에서 자동 결정된다.	Tasktree.csv
---	------------	--	--------------

- [0256] 도 30은 형상 데이터의 예를 나타내는 도면이다. 도 30에 나타내는 샘플은, SUB_F라는 이름의 소조(小組)를 상정하였다. 모든 부품에 대하여, 부품별 로컬 좌표계로, 또한 안정적인 자세로 정의하였다. 한편, 솔리드 모델로 하고 있지만, 다른 데이터 형식으로 할 수도 있다.
- [0257] 도 31은 용접선 데이터의 예를 나타내는 도면이다.
- [0258] 용접선 데이터는, 용접선 1개마다 정의하고, 용접선의 폴리 라인은, 완성 상태의 좌표계에 있어서의 것이다. 중앙의 도면에 있어서 실선은 용접선, 점선은 용접선을 토치를 쏘는 역방향으로 그은 선이다. 또, 우측의 도면은 측방에서 본 도면이고, 「○」은 용접선의 위치, 「△」는 용접선을 토치를 쏘는 역방향으로 그은 선의 위치를 나타내고 있다.
- [0259] 한편, 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서는 용접선이 위를 향해 있는(상향) 경우와 아래를 향해 있는(하향) 경우에 있어서 용접 속도가 변경되는 것으로 정의하였지만, 실제의 용접 속도에 관한 데이터를 미리 취득하고, 그것에 기초하여 용접 속도를 변경할 수도 있다.
- [0260] 도 32는 배면 굽기 선 데이터의 예를 나타내는 도면이다.
- [0261] 여기에서는, 왜곡을 없앨 목적으로, 소조 단계에서 뼈대(骨)의 배면측(裏側)에 가스 버너로 불을 쬐는 것을 상정하고 있다. 배면 굽기 선의 폴리 라인은, 완성 상태의 좌표계에 있어서의 것이다. 좌측의 도면에 있어서 실선은 배면 굽기 선, 점선은 배면 굽기 선을 가스 버너를 향하는 역방향으로 그은 선이다. 또, 우측의 도면은 측방에서 본 도면이고, 「○」는 배면 굽기 선의 위치, 「△」는 용접선을 가스 버너를 향하는 역방향으로 그은 선의 위치를 나타내고 있다.
- [0262] 도 33은 프로덕트 모델 데이터의 예를 나타내는 도면이다.
- [0263] 열A는 타이틀이 「이름」이고, 부품과 용접선의 이름이 기재되어 있다. 열B는 타이틀이 「그룹명」이고, 속하는 그룹명이 기재되어 있다. 열C는 타이틀이 「종별」이고, 부품이라면 「node」, 선이라면 「edge」가 기재되어 있다. 열D, E는 타이틀이 「node」이고, 어느 부품과 부품을 이을 수 있는 선인지의 정보가 기재되어 있다. 열F는 타이틀이 「Path」이고, 형상 데이터와 용접선 데이터의 보존 장소를 나타내는 패스가 기재되어 있다. 열G는 타이틀이 「자세 정보」이고, 완성 상태에 있어서의 부품의 상대 위치와 각도가 기재되어 있다. 열H는 타이틀이 「중량」이고, 부품의 중량이 기재되어 있다.
- [0264] 도 34는 폴리 라인 데이터의 예를 나타내는 도면이다.
- [0265] 열A는 타이틀이 「LineName」이고, 배면 굽기 선의 이름이 기재되어 있다. 열B는 타이틀이 「LineType」이고, 선의 타입이 기재되어 있다. 열C는 타이틀이 「ParentProductName」이고, 어느 제품(부모 프로덕트)을 기준으로 할지의 정보가 기재되어 있다. 열D는 타이틀이 「Path」이고, 배면 굽기 선 데이터의 보존 장소를 나타내는 패스가 기재되어 있다.
- [0266] 도 35는 조립 트리 데이터의 예를 나타내는 도면이다.
- [0267] 좌측의 도면에 있어서, 열A는 타이틀이 「Name」이고, 중간 부품의 이름이 기재되어 있다. 열B는 타이틀이 「ComponentName」이고, 중간 부품을 구성하는 부재의 이름이 기재되어 있다. 열C는 타이틀이 「isBasedProduct」이고, 베이스판이라면 「base」가 기재되어 있다. 열D는 타이틀이 「ProductPose」이고, 베이스판의 경우는, 중간 부품의 국소 좌표계에 있어서의 베이스판의 위치와 각도가 기재되어 있다.
- [0268] 또, 우측의 도면은, 판 모델의 조립 트리의 예를 나타내고 있다.
- [0269] 도 36은 태스크 트리 데이터의 예를 나타내는 도면이다.
- [0270] 열A는 타이틀이 「TaskName」이고, 태스크의 이름이 기재되어 있다. 열B는 타이틀이 「TaskType」이고, 태스크의 종류가 기재되어 있다. 열C는 타이틀이 「FunctionName」이고, 시뮬레이터 내의 이름이 기재되어 있다. 열D ~G에는 태스크 마다 필요한 인수가 기재되어 있다. 열H는 타이틀이 「RequiredFacilityList」이고, 필요 퍼실리티가 기재되어 있다.

- [0271] 열B에 기재되는 태스크의 종류로서는, At1(배재), Ft(가부착), Wt(본 용접), Tt(반전), Dt(배면 굽이기), At2 또는 At3(제품의 이동) 등이 있다.
- [0272] 태스크마다 필요한 인수가 기재되는 열D~G에 있어서, 열D는 타이틀이 「TaskObject」이고, 대상물이 기재되어 있다. 열E는 타이틀이 「TaskFacility」이고, 이용하는 퍼실리티명이 기재되어 있다. 열F는 타이틀이 「TaskConditions」이고, 선행 태스크가 기재되어 있다. 열G는 타이틀이 「TaskParameter」이고, 태스크 고유의 파라미터가 기재되어 있다. 한편, 열F의 태스크 컨디션 란에는 「null」이라고 기재되어 있지만, 이것은 시물레이션 내에서 자동 결정된다.
- [0273] 열H의 기재는, 어느 종별의 도구가 몇개 없으면 할 수 없는 작업인지를 나타내는 것이고, 예를 들어 도면 중의 「Crane 1」은, 크레인이 1대 없으면 할 수 없는 작업임을 나타내고 있다.
- [0274] 도 1로 되돌아가서, 시물레이션 스텝 S4 후, 건조 시물레이션 수단(40)은, 시간 발전계 시물레이션의 결과를 시계열 데이터화하여 건조 시계열 정보(42)로 한다(시계열 정보화 스텝 S5). 시계열 데이터는, 행동 주체인 작업 원을 포함하는 각 퍼실리티의 위치, 각도, 및 점유 상황 등의 시각력(時刻歴) 데이터이다. 이와 같이, 프로덕트 모델 작성 스텝 S1과, 퍼실리티 모델 작성 스텝 S2와, 프로세스 모델 작성 스텝 S3과, 시물레이션 스텝 S4와, 시계열 정보화 스텝 S5를 실행함으로써, 사용자는 선박의 건조를 세세한 작업 레벨로 시물레이션하는 것이 가능해져, 그 정밀도 높은 시물레이션 결과로서의 건조 시계열 정보(42)에 기초하여 공장의 개선, 생산 설계의 개선, 수주 시의 코스트 예측 및 설비 투자 등을 검토할 수 있기 때문에, 건조 코스트의 저감과 공기의 단축으로 이어진다.
- [0275] 또, 건조 시계열 정보(42)는, 매우 세세한 작업 레벨까지 존재하므로, 태블릿 등의 휴대단말, AR(Augmented Reality) 기술, MR(Mixed Reality) 기술, 또는 홀로그램 디스플레이를 활용한 시각적인 확인이나, VR(Virtual Reality)을 사용한 가상 공간에 있어서의 실제 치수 크기로의 확인을 할 수 있도록, 작업자에 대해서 정보 전달 함으로써, 작업 효율을 향상시킬 수가 있다. AI 채팅 보트 등에 의해 음성적으로 작업 안내하는 것도 가능하다.
- [0276] 시계열 정보화 스텝 S5 후, 건조 시계열 정보(42)를 출력한다(출력 스텝 S6). 정보 제공 수단(50)은, 시간 발전계 시물레이션의 결과를 건조 시계열 정보(42)로서 사용자에게 제공한다. 사용자는, 취득한 건조 시계열 정보(42)를, 클라우드 서버 등을 이용해서, 작업자, 설계자, 관리자 등 관계 각처에서 횡단적으로 공유하는 것 등이 가능하다. 한편, 사용자는, 취득한 건조 시계열 정보(42)를 보고 시물레이션의 조건을 수정할 필요성을 느낀 경우, 약간의 변경이라면 현장으로부터 클라우드 서버를 통해서 선박의 건조 시물레이션 시스템에 대한 조작을 행할 수가 있다.
- [0277] 여기서, 도 37은 출력 처리의 상세 플로우다.
- [0278] 우선, 프로덕트 모델, 퍼실리티 모델, 프로세스 모델, 스케줄 정보(2), 룰 정보(4), 및 건조 시계열 정보(42)를 읽어들인다(출력 정보 읽어들이기 스텝 S6-1).
- [0279] 다음에, 표시에 필요한 계산이나 생성 등을 행하여, 건조 시계열 정보(42)를 표시한다(표시 스텝 S6-2). 건조 시계열 정보(42)는, 간트 차트, 작업 분해 구성도, 작업 수순서(手順書), 공수 및 동선의 적어도 하나를 포함하는 것이 바람직하다. 이와 같은 가시화(可視化)를 행함으로써, 사용자는 시물레이션의 결과로서의 건조 시계열 정보(42)를 보고, 구성 부품 또는 퍼실리티의 변경이나, 보틀 neck의 분석·해명, 공수 예측 등, 건조에 유익한 지견(知見)을 얻을 수가 있다. 한편, 작업 분해 구성도는, 시계열 정보로부터 각 태스크의 개시 시간이나 종료 시간을 기재할 수 있기 때문에, 직접적으로는 아니지만, 건조 시계열 정보(42)로서 다룰 수가 있다. 또, 공수란, 예를 들어 각 작업에 걸리는 날짜를 「○○명일(人日)」과 같이 나타낸 것이다. 또, 건조 시계열 정보(42)는, 퍼트(PERT)도로서 표현할 수도 있다. 한편, 작업 분해 구성도, 작업 수순서, 공수 및 동선은, 시계열화된 정보로서 표현하는 것도 가능하다.
- [0280] 또, 모델 변경 지시 수단(60)은, 도 1에 나타내는 바와 같이, 출력 스텝 S6에서 출력된 건조 시계열 정보(42)의 결과가 소정의 시간 범위 등 소기 목표의 범위를 넘었는지를 판단하고(판단 스텝 S7), 넘은 경우는, 대응 가능한 범위에서 퍼실리티 모델 및 프로세스 모델의 적어도 한쪽을 변경하는 지시를 행한다. 건조 시물레이션 수단(40)은, 변경된 퍼실리티 모델 또는 프로세스 모델을 사용하여, 프로세스 모델 작성 스텝 S3과, 시물레이션 스텝 S4와 시계열 정보화 스텝 S5를 반복하여 실행한다.
- [0281] 이것에 의해, 선박의 건조가 소정의 시간 내로 수렴되는 시물레이션 결과를 얻을 수가 있다. 한편, 대응 가능한 범위란, 공장에 이미 있는 퍼실리티 또는 수 일 이내에 조달 가능한 퍼실리티의 범위 내인 것을 말한다. 일수가

걸리는 설비의 도입이나 작업원의 채용 등은 포함하지 않는다. 또, 소기 목표로서는, 예를 들어 소정의 시간 등이 설정되지만, 그 뿐만 아니라, 작업의 평균화(작업 부하를 분산시킬 수 있는지)나, 작업장의 안전 확보, 위험성의 유무 등을 포함시킬 수가 있다.

- [0282] 여기서, 상술한 각 스텝은, 설계된 선박의 건조를 시뮬레이션하는 프로그램에 의해 컴퓨터에 실행시킬 수가 있다.
- [0283] 이 경우, 프로그램은, 컴퓨터에, 프로덕트 모델 작성 스텝 S1에서 작성된 프로덕트 모델과, 퍼실리티 모델 작성 스텝 S2에서 작성된 퍼실리티 모델의 입력을 접수하여, 작성된 프로덕트 모델을 취득하는 프로덕트 모델 취득 스텝과, 퍼실리티 모델을 취득하는 퍼실리티 모델 취득 스텝과, 프로세스 모델 작성 스텝 S3과, 시뮬레이션 스텝 S4와, 시계열 정보화 스텝 S5를 실행시키고, 출력 스텝 S6을 더 실행시킨다. 이것에 의해, 선박의 건조를 세세한 작업 레벨로 시뮬레이션하는 것이 가능해져, 사용자는 출력된 정밀도 높은 시뮬레이션 결과로서의 건조 시계열 정보(42)에 기초하여 공장의 개선, 생산 설계의 개선, 수주 시의 코스트 예측 및 설비 투자 등을 검토할 수 있기 때문에, 건조 코스트의 저감과 공기의 단축으로 이어진다.
- [0284] 또, 컴퓨터에, 판단 스텝 S7을 더 실행시킴으로써, 선박의 건조가 소정의 시간 내로 수렴되는 시뮬레이션 결과를 얻을 수가 있다.
- [0285] 또, 컴퓨터에, 프로세스 모델 작성 스텝 S3과, 시뮬레이션 스텝 S4와, 출력 스텝 S6에 있어서의 계산 결과 및 도중 경과와 적어도 한쪽을 화상 표시시킴으로써, 사용자는 시뮬레이션의 결과가 어떠한 과정을 경유하여 행해졌는지, 또 시뮬레이션의 도중 경과를 시각적으로 확인하여 이해하기 쉬워진다.
- [0286] 또, 컴퓨터에, 도중 경과 제공 스텝 S4-5를 더 실행시키고, 시뮬레이션 스텝 S4에 있어서, 사용자에게 의한 입력을 접수시킴으로써, 사용자의 의도에 따른 시뮬레이션을 행하기 쉬워진다.
- [0287] 다음에, 다른 실시형태에 따른 선박의 건조 시뮬레이션 시스템에 대하여 설명한다. 한편, 상기한 실시형태와 동일 기능 부재에 대하여는 동일 부호를 부가하여 설명을 생략한다.
- [0288] 도 38은 본 실시형태에 따른 선박의 건조 시뮬레이션 시스템을 기능 실현 수단으로 나타낸 블록도이다.
- [0289] 본 실시형태의 선박의 건조 시뮬레이션 시스템은, 그 설치 장소와는 다른 장소에 위치하는 A공장, B공장, C공장 및 D사와, 정보 통신 회선(80)으로 접속되어 있다. 한편, D사는 공장은 아니지만, 예를 들어 공장을 통괄하는 본사, 공동으로 선박을 건조하기 위한 총괄하는 회사, 선박의 기본 설계를 전문적으로 행하는 회사, 또 생산 행위를 인증하는 회사 등이다.
- [0290] 프로덕트 모델 취득 수단(10)은, 선박의 기본 설계 정보(1)에 기초하여 작성된 프로덕트 모델을 취득한다. 구체적으로는, A공장, B공장, C공장 및 D사의 어느 곳에서 설계된 기본 설계 정보(1)를 정보 통신 회선(80)을 거쳐 취득하고, 기본 설계 정보(1)로서 완성 부품과 완성 부품을 구성하는 구성 부품의 결합 관계가 명확한 경우는, 건조의 역할이나 분담 등을 사람이 결정하여 각 공장의 프로덕트 모델을 작성한다. 구성 부품의 결합 관계가 명확하게 되어 있지 않은 경우는, 기본 설계 정보(1)에 기초하여 건조 시뮬레이션 시스템 자체, 또는 결합 관계 명확화 수단을 사용하여 결합 관계를 명확하게 하여, 건조의 역할이나 분담 등을 결정하고 각 공장의 프로덕트 모델로서 작성한다. 프로덕트 모델 취득 수단(10)은 이렇게 해서 작성된 프로덕트 모델을 취득한다.
- [0291] 퍼실리티 모델 취득 수단(20)은, A공장, B공장 및 C공장 각각의 설비 정보(21)와 작업원 정보(22)에 기초하여 작성된 공장별 퍼실리티 모델을 취득한다. 구체적으로는, A공장, B공장 및 C공장 각각으로부터 정보 통신 회선(80)을 거쳐 취득한 설비 정보(21)와 작업원 정보(22)에 기초하여, 사람이 지원 수단을 사용하여 추상화하고, 시뮬레이션에서 다룰 수 있는 체계화된 데이터군으로서 퍼실리티 모델을 작성한다. 퍼실리티 모델 취득 수단(20)은, 이렇게 해서 작성된 퍼실리티 모델을 취득한다.
- [0292] 또, 프로세스 모델 작성 수단(30)은, 취득한 프로덕트 모델과 퍼실리티 모델에 기초하여 공장별 프로세스 모델을 작성하고, 건조 시뮬레이션 수단(40)은, 프로덕트 모델에 대해서 공장별 시간 발전계 시뮬레이션을 행한다.
- [0293] 이것에 의해, 하나의 프로덕트 모델로부터 공장별 프로세스 모델이 작성되고, 공장별 퍼실리티 모델을 사용한 시뮬레이션이 행해지기 때문에, 각 공장에서의 제조 코스트나 공기를 비교할 수가 있고, 건조 코스트의 가일층의 저감과 공기의 가일층의 단축으로 이어진다. 또, 예를 들어 공동으로 단수 척(隻) 또는 복수 척의 선박의 건조를 수주한 경우, 복수의 공장이 공동으로 선박을 건조할 때의 수주 시의 코스트 예측이나 설비 투자 등을 검토하는 것도 가능해진다. 예를 들어 각 공장에서 일을 분담함으로써 연간 몇 척의 수주가 가능한지 등과 같은 수주 기회의 검토나, 어느 블록을 어느 정도 각 공장에 할당하는 것이 가장 효율적이면서 유익한지의 검토에,

시뮬레이션 결과를 사용할 수가 있다. 또, 어떤 회사가 어떤 블록을 외주하려고 하는 경우에, 외주 후보처의 회사의 퍼실리티 모델을 사용하여 시뮬레이션을 행하고, 그 결과를 기초로 코스트나 공기 등을 검토하는 것도 가능하다.

- [0294] 한편, 복수의 공장은, 동일한 회사가 모두 소유하는 것이어도, 다른 회사가 각각 소유하는 공장이어도 된다. 또, 선박의 건조 시뮬레이션 시스템에, 복수의 공장을 원격으로 모니터링하여 관리하는 기능을 갖게 하는 것도 가능하다.
- [0295] 또, 건조 시뮬레이션 수단(40)에 있어서의 공장별 시간 발전계 시뮬레이션의 결과는, 비교 가능한 상태로 정보 제공 수단(50)으로부터 사용자에게 제공된다.
- [0296] 이것에 의해, 사용자는 신속하면서 정확하게, 각 공장에서의 제조 코스트나 공기 등을 비교할 수가 있다.
- [0297] 또, 프로덕트 모델 취득 수단(10)은, 선박의 기본 설계 정보(1)를 정보 통신 회선(80)을 거쳐 각 공장의 CAD 시스템의 어느 것, 또는 복수의 CAD 시스템으로부터 취득한다. 또, 정보 제공 수단(50)은, 건조 시계열 정보(42)를 정보 통신 회선(80)을 거쳐 각 공장이나 D사에 제공한다. 한편, 정보 제공 수단(50)은, 건조 시계열 정보(42) 뿐만 아니라, 시간 발전계 시뮬레이션에 사용한 기본 설계 정보(1)나 퍼실리티 정보 등, 모든 정보를 함께 제공할 수도 있다.
- [0298] 이것에 의해, 선박의 건조 시뮬레이션 시스템이 원격지에 있다고 해도, 기본 설계 정보(1)의 취득이나 건조 시계열 정보(42)의 제공을, 정보 통신 회선(80)을 거쳐 신속하게 행할 수가 있다.
- [0299] 또, 선박의 기본 설계 정보(1)는, CAD 시스템으로부터 취득하므로, CAD 시스템에서 작성된 선박의 기본 설계 정보(1)를 프로덕트 모델의 작성 등에 용이하게, 또한 유효하게 이용할 수 있다. 한편, CAD 시스템은, A공장, B공장 및 C공장에 설치되어 있지만, 하나의 공장에서 대표로 설계할 수도, 복수의 공장에서 분담해서 설계할 수도 있다. 또, 대표 공장에만 CAD 시스템을 배치해도 된다.
- [0300] 또, 퍼실리티 모델 취득 수단(20)은, 공장의 개선 정보로서의 설비 정보(21)와 작업원 정보(22)의 적어도 한쪽을 취득할 수가 있다. 이것에 의해, 건조 시뮬레이션 수단(40)이 공장의 개선 정보에 기초한 시간 발전계 시뮬레이션을 행하고, 정보 제공 수단(50)이 개선 정보에 기초한 건조 시계열 정보(42)를 제공할 수가 있다.
- [0301] 공장의 개선 정보란, 예를 들어 크레인의 갱신이나 능력 업(UP), 또는 작업자의 증원 등이다. 공장의 개선 정보를 취득해서 사용함으로써, 공장의 설비나 작업원을 변경하고 개선한 경우의 시뮬레이션을 행할 수가 있다.
- [0302] 다음에 또 다른 실시형태에 따른 선박의 건조 시뮬레이션 시스템에 대하여 설명한다. 한편, 상기한 실시형태와 동일 기능 부재에 대하여는 동일 부호를 부가하여 설명을 생략한다.
- [0303] 도 39는 본 실시형태에 따른 선박의 건조 시뮬레이션 시스템을 기능 실현 수단으로 나타낸 블록도이다.
- [0304] 본 실시형태의 선박의 건조 시뮬레이션 시스템은, 선박의 건조에 관련된 공통 데이터베이스(90)를 더 구비하고 있다. 공통 데이터베이스(90)는, 기본 설계 정보 데이터베이스, 설비 정보 데이터베이스, 작업원 정보 데이터베이스, 룰 정보 데이터베이스, 및 시계열 정보 데이터베이스를 가진다.
- [0305] 프로덕트 모델 취득 수단(10)은, 기본 설계 정보(1)를 공통 데이터베이스(90)로부터 취득한다. 또, 퍼실리티 모델 취득 수단(20)은, 설비 정보(21)와 작업원 정보(22)에 기초하여 작성된 선박의 건조에 관련된 설비와 작업원에 관한 퍼실리티 모델을 공통 데이터베이스(90)로부터 취득한다. 또, 프로세스 모델 작성 수단(30)은, 프로세스 모델에 관련된 프로세스 모델 관련 정보를 공통 데이터베이스(90)로부터 취득한다. 또, 건조 시뮬레이션 수단(40)은, 룰 정보(4)를 공통 데이터베이스(90)로부터 취득한다. 이와 같이 공통 데이터베이스(90)로부터 각종 정보를 취득함으로써, 정보의 종류마다 각기 다른 데이터베이스가 마련되어 있는 경우에 비해 정보의 취득이 용이해지고, 정보의 공동 이용이 가능해지며, 또 데이터베이스의 관리를 일원화할 수가 있다.
- [0306] 또, 정보 제공 수단(50)은, 시계열 정보를 공통 데이터베이스(90)에 제공한다. 이것에 의해 새로운 시계열 정보를 공통 데이터베이스(90)에 축적하고, 예를 들어 나중의 시뮬레이션 시의 과거선 정보로서 이용하거나 룰 정보(4)의 기계 학습에 활용하는 것 등이 가능하다.
- [0307] 또, 공통 데이터베이스(90)는, 과거선 데이터베이스(70)도 가지고 있다. 프로세스 모델 관련 정보로서 과거선의 프로세스 데이터를 제공하는 과거선 데이터베이스(70)도 공통 데이터베이스(90)에 포함시킴으로써, 유형(類型) 선박의 프로세스 모델 관련 정보의 취득이 가능해져, 시뮬레이션의 생략이나 용이화 등을 도모할 수 있다.

- [0308] 한편, 공통 데이터베이스(90)는, 물리적으로 결정된 데이터베이스여도 되고, 통신 회선을 거쳐 연계하는 분산형의 데이터베이스여도 된다. 또, 데이터베이스화하는 데 있어서의 기본 요건으로서, 축적되는 데이터는, 예를 들어 공통적인 호칭이나 넘버링 등을 가지는 표준화된 데이터 구조에 기초하는 것이 바람직하다.
- [0309] 다음에 또 다른 실시형태에 따른 선박의 건조 시물레이션 시스템에 대하여 설명한다. 한편, 상기한 실시형태와 동일 기능 부재에 대하여는 동일 부호를 부가하여 설명을 생략한다.
- [0310] 도 40은 본 실시형태에 따른 선박의 건조 시물레이션 시스템을 기능 실현 수단으로 나타낸 블록도이다.
- [0311] 본 실시형태의 선박의 건조 시물레이션 시스템은, 코스트 계산 수단(100)과, 부품 조달 계획 수단(110)과, 생산 계획 시스템 연계 수단(120)을 더 구비하고 있다.
- [0312] 코스트 계산 수단(100)은, 건조 시계열 정보(42)에 기초하여, 선박의 건조에 관련된 코스트를 계산한다. 이것에 의해, 건조 시계열 정보(42)에 기초하여 계산된 선박의 건조에 관련된 코스트를 간편하게 얻을 수가 있다. 또, 건조 시계열 정보(42)에 기초하여 산출함으로써, 지그(治具)의 재료비, 전기료, 용접 와이어의 소비량 등, 종래보다도 세세하게 코스트를 산출하기 쉬워진다.
- [0313] 부품 조달 계획 수단(110)은, 건조 시계열 정보(42)에 기초하여, 선박의 건조에 필요한 구입 부품의 구입 계획을 작성한다. 이것에 의해, 건조 시계열 정보(42)에 기초하여 작성된 구입 부품의 구입 계획을 간편하게 얻을 수가 있다.
- [0314] 생산 계획 시스템 연계 수단(120)은, 건조 시계열 정보(42)에 기초하여, 선박의 건조에 관련된 생산 계획을 입안하는 생산 계획 시스템(140)과 연계하고 있다. 이것에 의해, 건조 시계열 정보(42)를 선박의 건조 전체의 생산 계획의 입안으로 순조롭게 이어지게 할 수가 있다. 한편, 생산 계획 시스템(140)은, 기존의 생산 계획 시스템을 이용할 수도, 본 건조 시물레이션 시스템과 연계하도록 개발된 생산 계획 시스템으로 할 수도 있다.
- [0315] **실시예**
- [0316] 조선 공장 모델을 입력 데이터로 한 실시예에 대하여 설명한다. 시물레이션 시에 설정한 작업원의 이동 속도, 크레인의 이동 속도, 및 용접 작업의 단위길이 당 속도의 설정값을 아래 표 15에 나타낸다. 한편, 여기에서는 이 값들을 일률적으로 설정하고 있지만, 태스크별로(예를 들어, 용접 자세에 따라) 정의하는 것도 가능하다.

표 15

속성명	설정값
작업원의 이동 속도	1.0 m/s(크레인 이용 시는, 크레인 속도에 맞춘다)
크레인의 이동 속도	0.5 m/s
가용접 작업의 단위길이 당의 속도	0.2 m/s
본용접 작업의 단위길이 당의 속도	0.02 m/s

- [0318] 가용접은, 본래라면 태크 용접(tack welding)과 같이 단속적인 용접선으로 표현되어야 하지만, 본 실시예에서는 간단하게 하기 위해서, 본 용접에 이용하는 용접선 경로(폴리 라인)를 병용하고, 단위 길이 당 용접 속도를 바꾸는 것에 의해서, 작업의 차를 표현하고 있다. 또, 본 실시예에서 설정한 조립 시나리오에 있어서의 용접 작업은, 수평 필렛 용접뿐이며, 상향 용접은 발생하지 않는다. 3D CAD 모델의 파일은, Unity(등록상표)에 임포트 가능한 범용적인 중간 파일 형식인 OBJ 형식(Wavefront Technologies사)을 채용했다.
- [0319] (케이스 1)
- [0320] 도 41은 케이스 1의 조립 시나리오에 있어서의 시물레이션의 계산 결과의 간트 차트다. 종축의 명칭은 각 퍼실리티와 프로덕트(완성 부품, 중간 부품, 구성 부품)를 나타내고, 횡축은 시간(s)을 나타내고 있다. 종선의 가로 막대(橫棒)는 배재 태스크, 횡선의 가로 막대는 가용접 태스크, 사선(빗금)의 가로 막대는 본 용접 태스크로 점유한 시간을 나타내고 있다.
- [0321] 케이스 1의 시나리오에서는, 5매 판 모델에 대해서, 철공직 1명과 용접직 1명의 합계 2명의 작업원이 조립 작업을 행한다. 정한 각 작업원의 스케줄은 표 7과 같다. 표 7의 2행째의 작업원1이 철공직이고, 2행째의 작업원2가

용접적이다. 각 작업원은 표 7에 기재한 순으로 태스크를 실시해 간다.

[0322] 이 시나리오에 기초하여 선박의 건조 시물레이션 시스템에 의해서 계산된 간트 차트인 도 41로부터, 종선의 가로 막대로 나타내어지는 각 판(P1~P5)의 배재에 걸리는 시간이 약 370초임을 알 수 있다. 이 시간은 전체의 약 4분의 1 미만에 상당한다. 이 배재에 걸리는 시간은, 종래의 용접 길이로부터 산출하는 방법으로는 직접적으로 계산할 수 없는 것이고, 부수 작업에 상당한다. 또, 작업원2는, 배재와 가용접 태스크가 끝나지 않는 한 작업을 개시할 수 없기 때문에, 480초 가깝게 대기하게 된다. 그 후, 작업원2가 중간 부품 U2을 완성시킬 때까지 작업원1은 태스크를 대기할 필요가 있고, 1100초 부근부터 가용접 태스크를 실행해서 종료되게 된다.

[0323] 이와 같이, 선박의 건조 시물레이션 시스템에 의해서 종래의 산출법만으로는 계산할 수 없던 각 태스크의 필요한 시간이 계산되고, 태스크의 진행 정도에 따라서 대기 시간이 발생하는 모습이 재현되고 있다.

[0324] (케이스 2)

[0325] 도 42는 케이스 2의 조립 시나리오에 있어서의 시물레이션의 계산 결과의 간트 차트다. 종축의 명칭은 각 퍼실리티와 프로덕트(완성 부품, 중간 부품, 구성 부품)를 나타내고, 횡축은 시간(s)을 나타내고 있다. 종선의 가로 막대는 배재 태스크, 횡선의 가로 막대는 가용접 태스크, 사선의 가로 막대는 본 용접 태스크에서 점유한 시간을 나타내고 있다. 또, 도 43은 케이스 2에 있어서의 시물레이션의 3차원적인 외관도이다.

[0326] 케이스 2에서는, 케이스 1과 마찬가지로 5매 판 모델을 대상으로 해서, 철공직 2명(작업원1, 3)과 용접직 2명(작업원2, 4)의 합계 4명의 작업원으로 늘린 시나리오를 설정했다. 그것에 맞추어, 용접기를 2대 추가하였다. 각 작업원의 스케줄은 아래 표 16과 같다.

표 16

담당자	담당 태스크와 실행 순번
작업원1	배재0, 배재2, 배재4, 가용접0, 가용접1, 배재5, 가용접3
작업원2	본용접0, 본용접3
작업원3	배재3, 배재1, 가용접2, 배재6, 가용접4
작업원4	본용접1, 본용접2, 본용접4

[0328] 이 시나리오에 기초하여 선박의 건조 시물레이션 시스템에 의해서 계산된 간트 차트인 도 42로부터, 각 판(P1~P5)의 배재에 걸리는 시간이 약 400초로 되어 있어, 케이스 1보다도 길게 되어 있음을 알 수 있다. 이것은, 작업원1과 작업원3이 1대의 크레인을 공유해서 사용하기 때문에, 불필요한 보행 시간을 요하는 것이 요인이다. 가용접의 시간에 대하여도 마찬가지로 1대의 크레인을 공유해서 사용하기 때문에, 케이스 1보다도 길게 되어 있다. 중간 부품 U1과 완성 부품 SUB1의 본 용접은, 각각 2개의 용접선을 2명이 병행해서 실시하고 있기 때문에, 케이스 1보다도 시간이 단축되었다. 반면에, 개시부터 종료까지의 총 공기에 대하여는, 인원수를 케이스 1의 2배로 했지만 절반으로는 되지 않고, 결과적으로 그 차는 중간 부품 U1과 완성 부품 SUB1의 본 용접 시간의 단축에 의한 150초 정도뿐이다. 이와 같이, 종래의 능률이라는 생각으로는 검토할 수 없던 내용까지 검토하는 것이 가능해져, 정량적 차와 그 근거가 명확해진다.

[0329] 또, 도 43에 나타내는 바와 같이, 각 모델의 3차원 오브젝트의 위치가 변경되어 있는 모습을 직접적으로 확인하는 것도 가능하다.

[0330] 이상, 본 발명의 바람직한 실시형태 및 실시예에 대하여 설명했지만, 본 발명은 이것들에 한정되는 것은 아니며, 청구범위, 발명의 상세한 설명 및 첨부 도면의 범위 내에서 다양하게 변형해서 실시하는 것이 가능하고, 그것들도 본 발명의 범위에 속함은 물론이다.

[0331] **산업 상의 이용 가능성**

[0332] 본 발명은, 제조 시에 있어서의 물건의 흐름과 작업원의 움직임이 정형적인 것이 아니라 상황에 따라 세세한 작업의 판단을 필요로 하는 선박의 건조를 정밀도 높게(고정밀도로) 시물레이션하고, 그 결과를, 코스트 예측, 생산 설계, 건조 계획의 입안 및 개선, 설비 투자, 생산 현장의 분석이나 보틀넥의 해명 등, 건조에 관련된 다방면의 용도에 이용할 수가 있다. 또, 마찬가지로 애널리지(유추)가 성립되는 부유체(浮體), 양상(洋上) 풍력 발전 시설, 수중 항주체나 해양 구조물 등의 다른 제품, 또 건축업계 등 다른 산업으로의 전개도 가능하다. 이것들에 적용하는 경우는, 청구항에 있어서의 선박을 다른 제품이나 다른 산업에서 대상으로 하는 말로 바꾸어 해석할

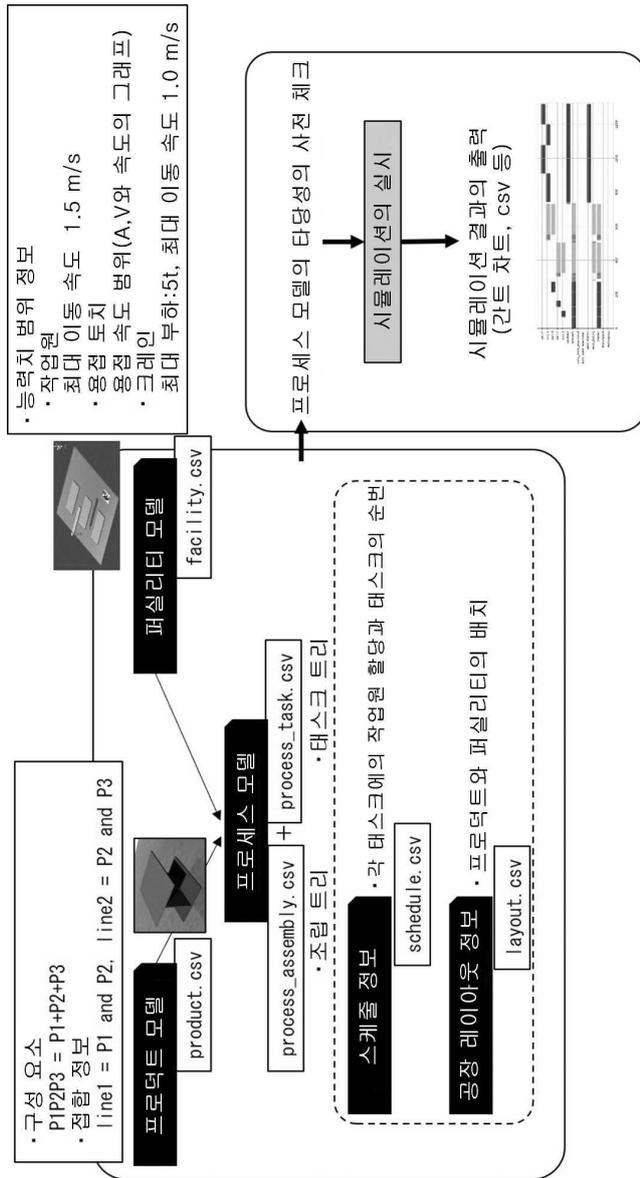
수가 있다.

부호의 설명

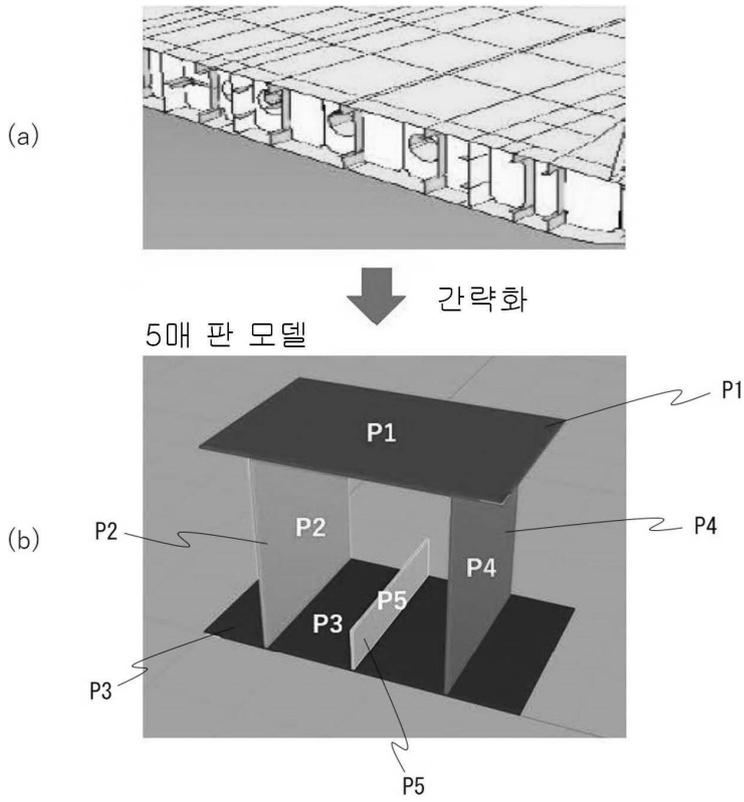
[0333]

- 1: 기본 설계 정보
- 2: 스케줄 정보
- 3: 공장 레이아웃 정보
- 4: 물 정보
- 5: 커스텀 태스크
- 6: 베이직 태스크
- 10: 프로덕트 모델 취득 수단
- 20: 퍼실리티 모델 취득 수단
- 21: 설비 정보
- 22: 작업원 정보
- 30: 프로세스 모델 작성 수단
- 40: 건조 시뮬레이션 수단
- 42: 건조 시계열 정보
- 50: 정보 제공 수단
- 60: 모델 변경 지시 수단
- S1: 프로덕트 모델 작성 스텝
- S2: 퍼실리티 모델 작성 스텝
- S3: 프로세스 모델 작성 스텝
- S4: 시뮬레이션 스텝
- S4-5: 도중 결과 제공 스텝
- S5: 시계열 정보화 스텝
- S6: 출력 스텝
- S7: 판단 스텝

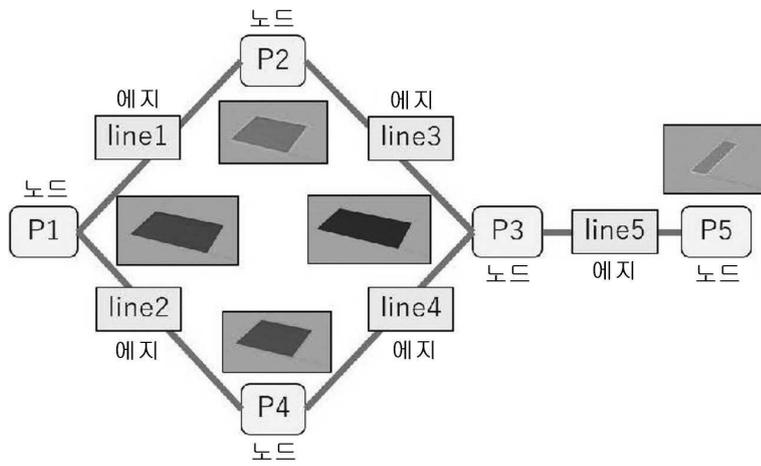
도면2



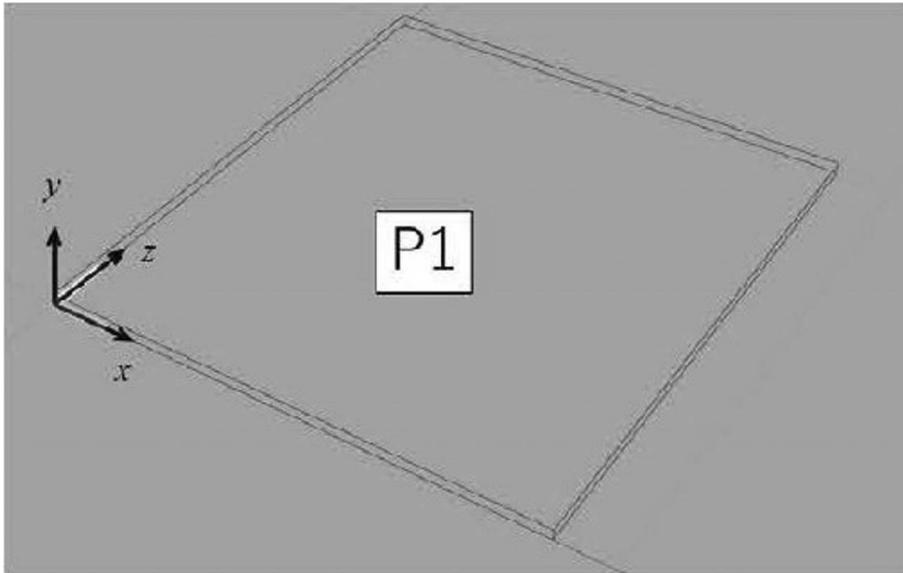
도면3



도면4



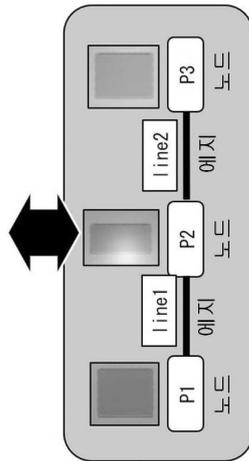
도면5



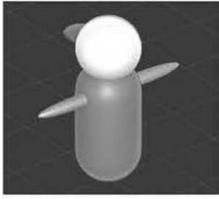
도면6

product.csv

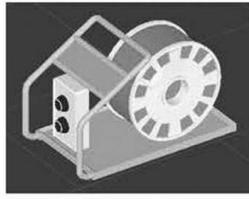
ID	name	parent	type	Node1	Node2	data
p1	P1	P1P2P3	Node	-	-	resources/P1.obj; 완성 형상에 있어서의 좌표 변환 정보(3점 데이터, vo.vx.vz), 중량, ...
p2	P2	P1P2P3	Node	-	-	resources/P2.obj; 완성 형상에 있어서의 좌표 변환 정보(3점 데이터, vo.vx.vz), 중량, ...
p3	P3	P1P2P3	Node	-	-	resources/P3.obj; 완성 형상에 있어서의 좌표 변환 정보(3점 데이터, vo.vx.vz), 중량, ...
l1	line1	P1P2P3	Edge	P1	P2	resources/line1.txt (점할선 데이터)
l2	line2	P1P2P3	Edge	P2	P3	resources/line2.txt (점할선 데이터)



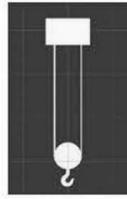
도면7



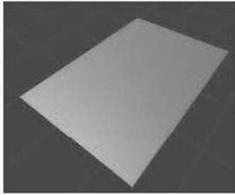
(a)



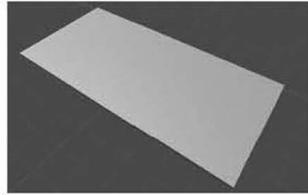
(b)



(c)



(d)



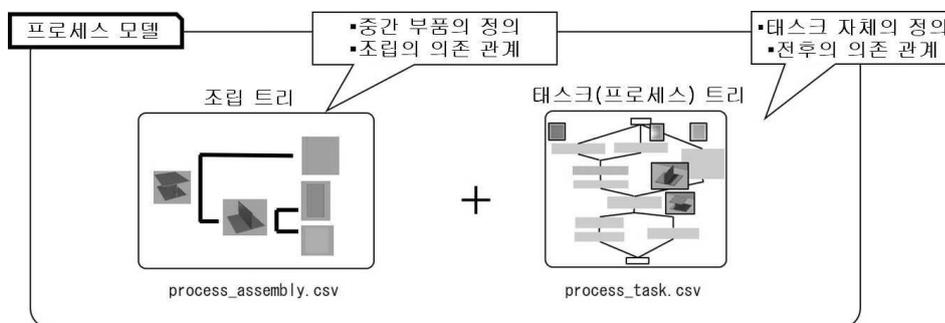
(e)

도면8

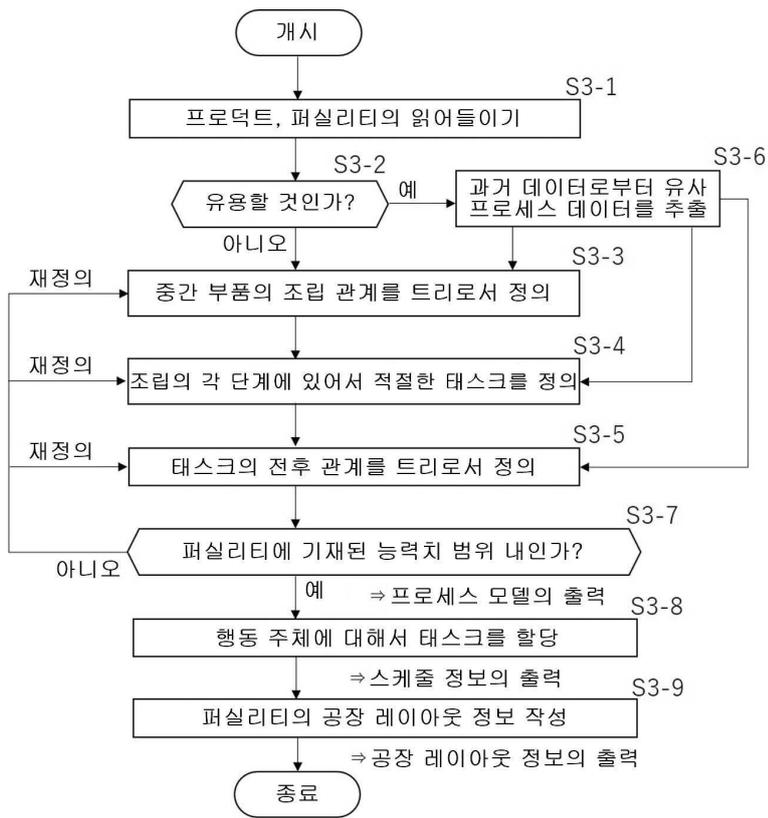
facility.csv

ID	name	type	model_file_path	ability
f1	작업원1(절공)	작업원	Resources/worker.obj	1.5m/s (최대 보행 속도) (손으로 들어올릴 수 있는 최대 하중, ...)
f2	작업원2(용접)	작업원	Resources/worker.obj	1.5m/s (최대 보행 속도) (손으로 들어올릴 수 있는 최대 하중, ...)
f3	크레인1	크레인	Resources/crane_v2.obj	0.5m/s (최대 이동 속도) (장격 하중, 장격 속도(행행, 주행, 권상(卷上), 선회), 스텝, 양정(揚程), ...)
f4	용접기1	용접기	Resources/welding_machine.obj	(최대 이동 속도, 용접 속도 범위(A,V와 속도의 그래프), ...)
f5	용접기2	용접기	Resources/welding_machine.obj	(최대 이동 속도, 용접 속도 범위(A,V와 속도의 그래프), ...)
f6	바닥(床)	바닥	Resources/Floor.obj	
f7	정반1	정반	Resources/Surface_plate1.obj	
f8	정반2	정반	Resources/Surface_plate2.obj	
f9	정반3	정반	Resources/Surface_plate3.obj	
f10	정반4	정반	Resources/Surface_plate4.obj	

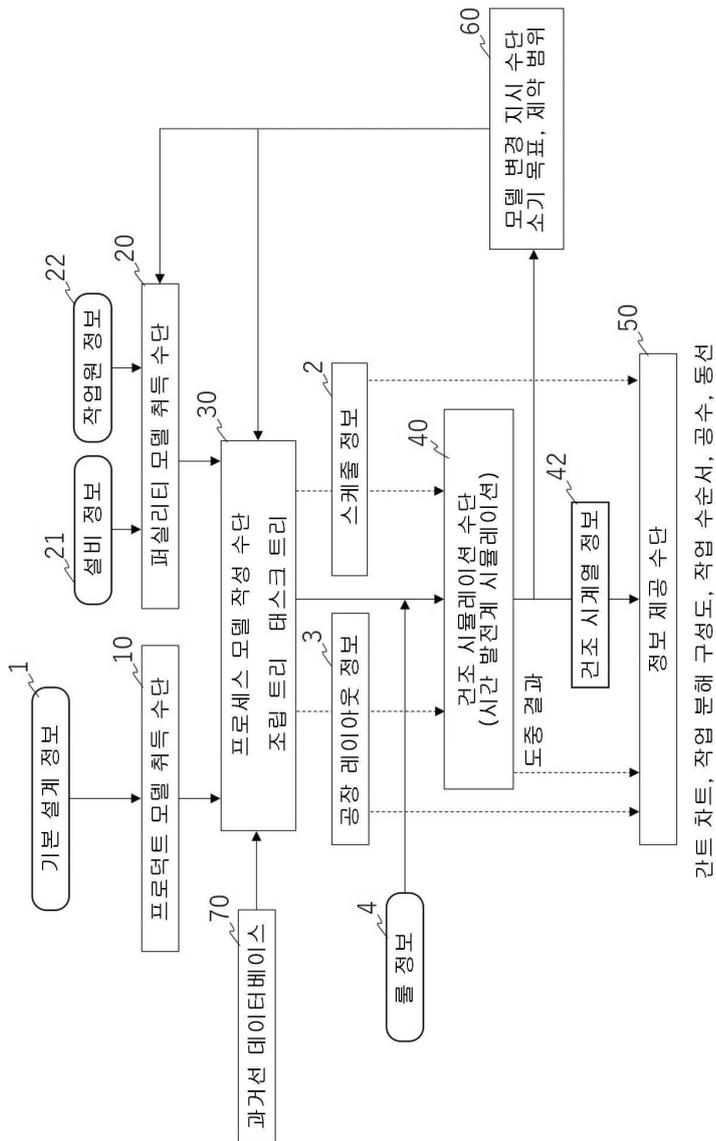
도면9



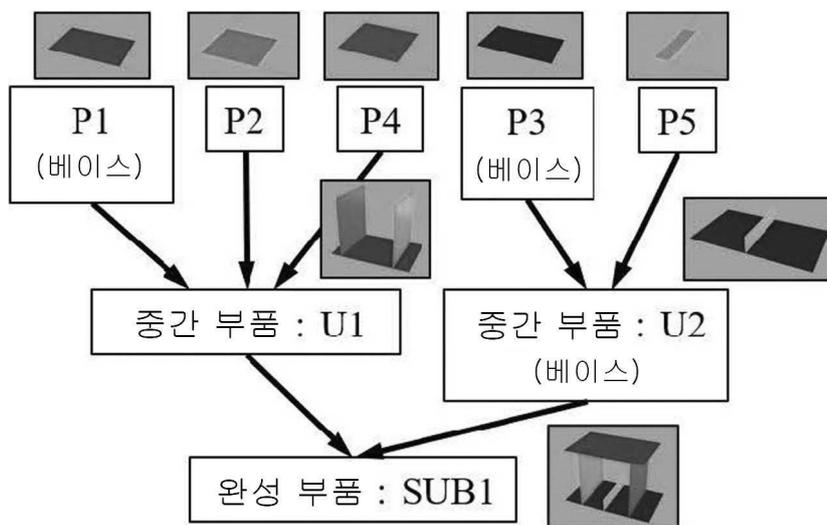
도면10



도면11



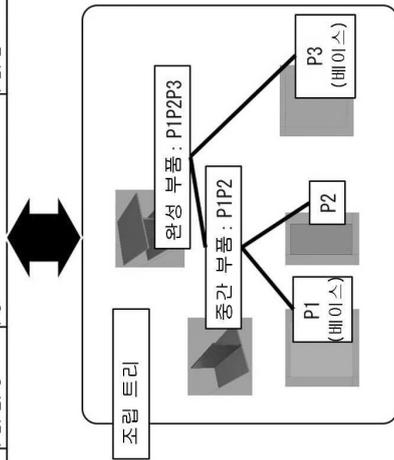
도면12



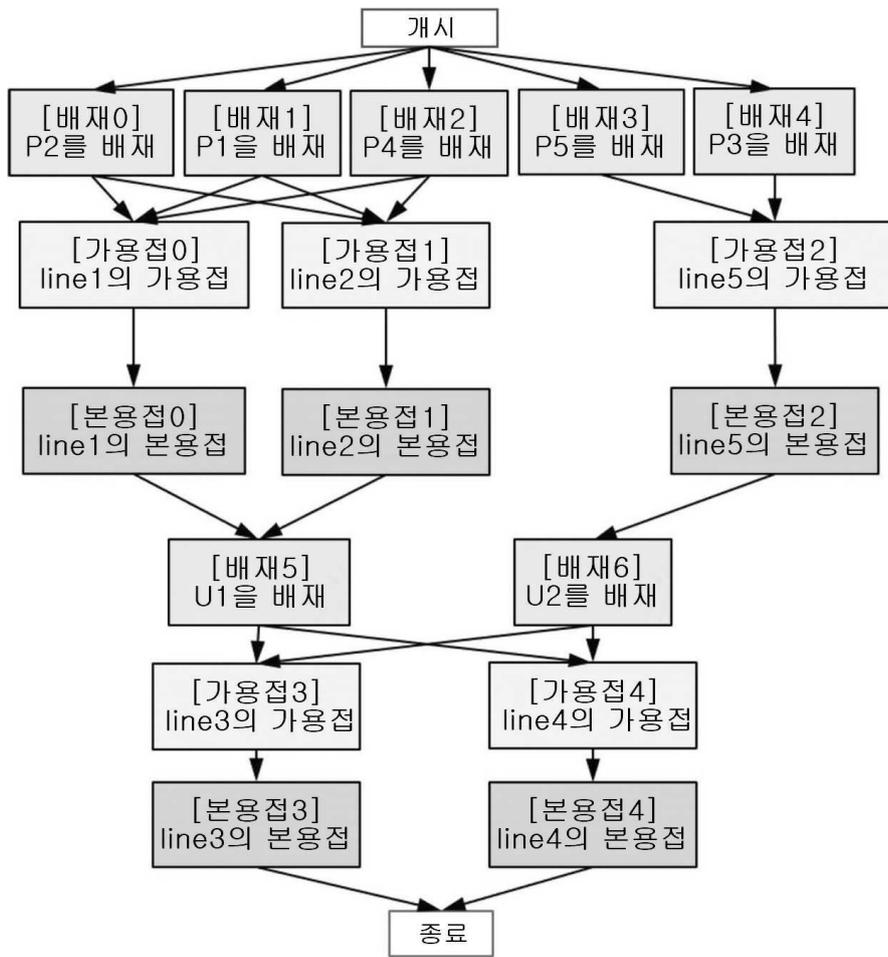
도면13

process_assembly.csv

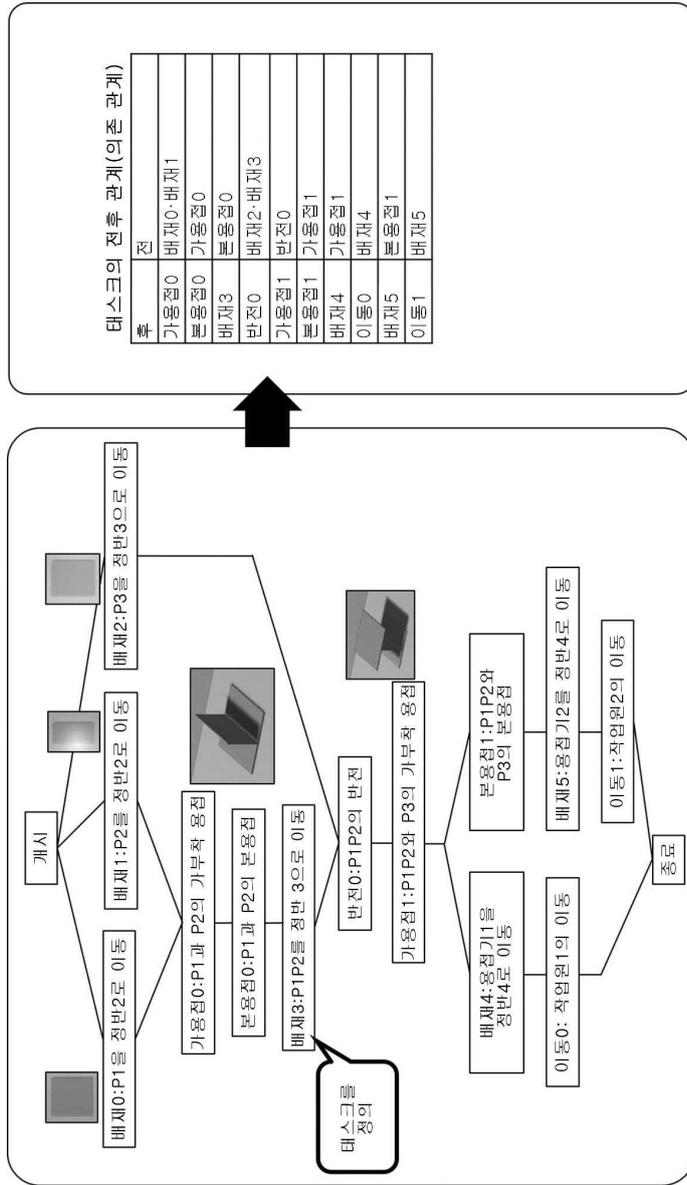
ID	name	product1(base) ID	product2 ID	중간 부품에 있어서의 구성 부품의 좌표 변환 정보
a0	P1P2	P1	P2	P1의 3점 정보(v^0, v^x, v^z), (P2의 3점 정보(v^0, v^x, v^z))
a1	P1P2P3	P3	P1P2	P3의 3점 정보(v^0, v^x, v^z), (P1P2의 3점 정보(v^0, v^x, v^z))



도면14



도면15



도면16

Process_task.csv

ID	name	task type	product ID	facility ID	conditions ID	task data
1	배재0	배재	P1	크레인1		정반2, (8,0,4), (0,0,0) (배재처 기준 오브젝트, 위치, 회전)
2	배재1	배재	P2	크레인1		정반2, (4,0,4), (0,0,0) (배재처 기준 오브젝트, 위치, 회전)
3	배재2	배재	P3	크레인1		정반3, (2,0,4), (0,0,0) (배재처 기준 오브젝트, 위치, 회전)
4	배재3	배재	P1P2	크레인1	분용점0	정반3, (8,0,4), (0,0,0) (배재처 기준 오브젝트, 위치, 회전)
5	배재4	배재	-	용접기1	가용점1	정반4, (8,0,4), (0,0,0) (배재처 기준 오브젝트, 위치, 회전)
6	배재5	배재	-	용접기2	분용점1	정반4, (8,0,4), (0,0,0) (배재처 기준 오브젝트, 위치, 회전)
7	가용점0	가용점	P1P2	용접기1:크레인1	배재0:배재1	0.2m/s(용접 속도),Resources/welding_line/fff0/(용접 정보)
8	가용점1	가용점	P1P2P3	용접기11:크레인1	반전0	0.2m/s(용접 속도),Resources/welding_line/fff1/(용접 정보)
9	분용점0	분용점	P1P2	용접기2	가용점0	0.02m/s(용접 속도),Resources/welding_line/hwt0/(용접 정보)
10	분용점1	분용점	P1P2P3	용접기2	가용점1	0.02m/s(용접 속도),Resources/welding_line/hwt1/(용접 정보)
11	반전0	반전	P1P2	크레인1	배재2:배재3	좌표 변환 정보(기준점, 3점 데이터)
12	이동0	이동	-	작업원1	배재4	정반4, (2,0,1), (0,0,0) (이동 기준치, 위치, 회전)
13	이동1	이동	-	작업원2		정반4, (2,0,2), (0,0,0) (이동 기준치, 위치, 회전)

도면17

(a)

배재0: P1을 정반2로 이동
배재1: P2를 정반2로 이동
가용점0: P1과 P2의 가부착 용접
배재2: P3을 정반3으로 이동
배재3: P1P2를 정반3으로 이동
가용점1: P1P2와 P2의 가부착 용접
반전0: P1P2의 반전
배재4: 용접기1의 이동
이동0: 작업원1의 이동

(b)

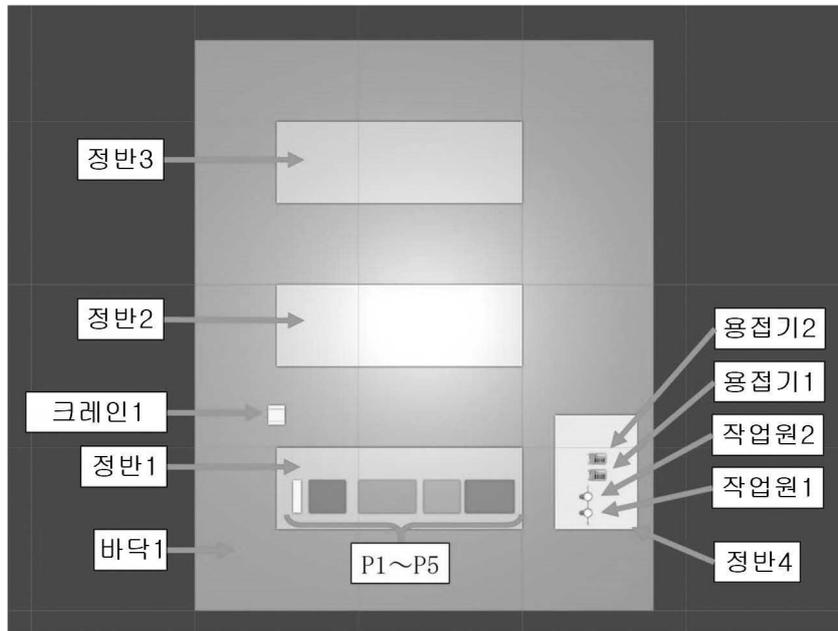
분용점0: P1과 P2의 분용점
분용점1: P1P2와 P3의 분용점
배재5: 용접기2의 이동
이동1: 작업원2의 이동

schedule.csv

(c)

name	task	schedule ID	배재1	가용점0	배재2	배재3	반전0	가용점1	배재4	이동0
작업자1	배재0		배재1	가용점0	배재2	배재3	반전0	가용점1	배재4	이동0
작업자2	분용점0		분용점1	배재5	이동1					

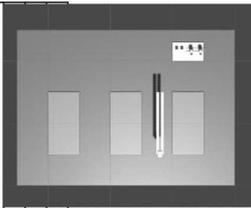
도면18



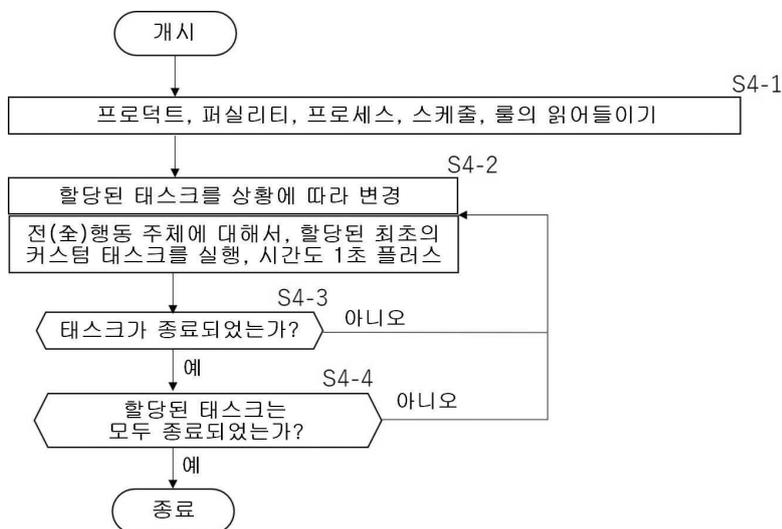
도면19

layout.csv

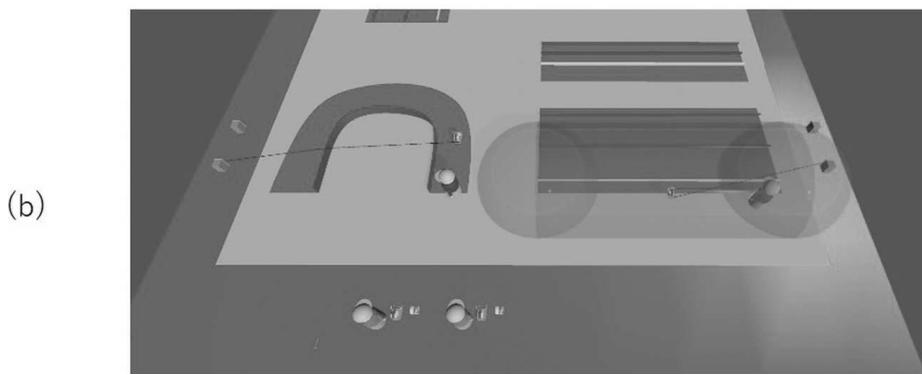
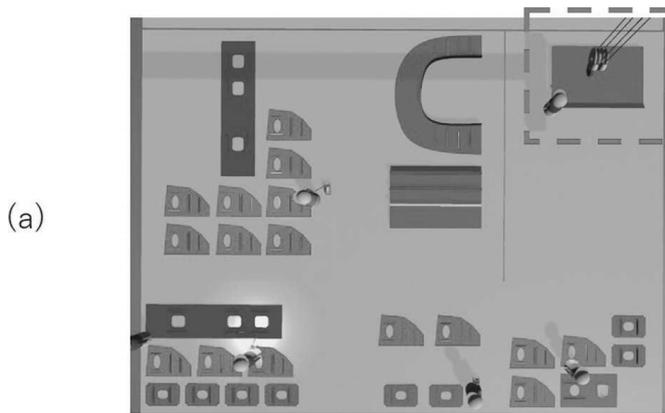
ID	위치·자세의 기준 오브젝트 ID	위치X	위치Y	위치Z	회전X	회전Y	회전Z	스케일X	스케일Y	스케일Z	기타
바닥	-	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
정면1	바닥	5	0.2	5	0	0	0	1	1	1	
정면2	바닥	5	0.2	15	0	0	0	1	1	1	
정면3	바닥	5	0.2	25	0	0	0	1	1	1	
정면4	바닥	20	0.1	5	0	0	0	1	1	1	
크레인1	바닥	5	6	12	0	0	0	1	1	1	크레인 본체의 탑은 본체의 거리(위, 크레인 기둥(桁) 길이:10
작업원1	정면4	2	0	1	0	-90	0	1	1	1	
작업원2	정면4	2	0	2	0	-90	0	1	1	1	
용접기1	정면4	2	0	3	0	0	0	1	1	1	
용접기2	정면4	2	0	4	0	0	0	1	1	1	
P1	정면4	8	0	3	0	0	0	1	1	1	
P2	정면4	6	0	3	0	0	0	1	1	1	
P3	정면4	4	0	3	0	0	0	1	1	1	



도면20



도면21

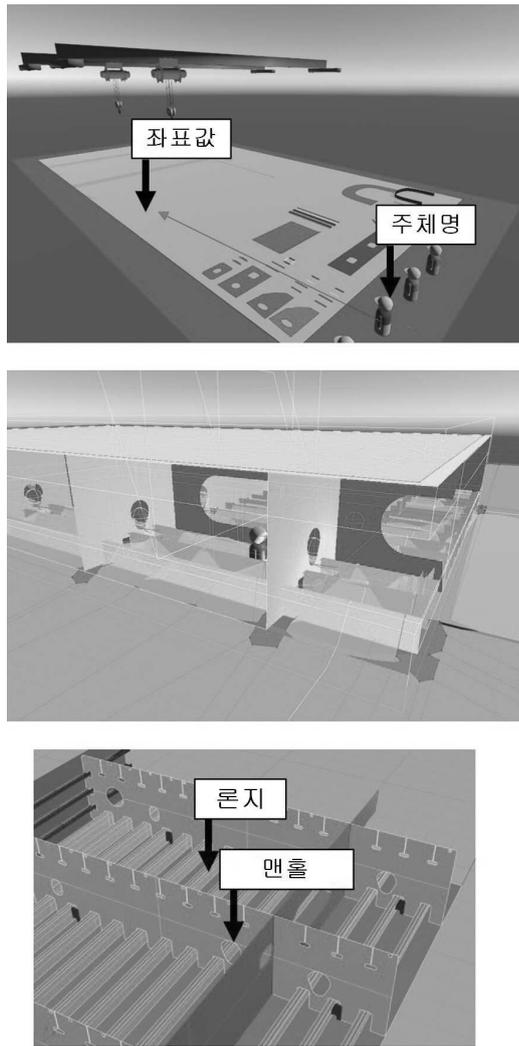


도면22

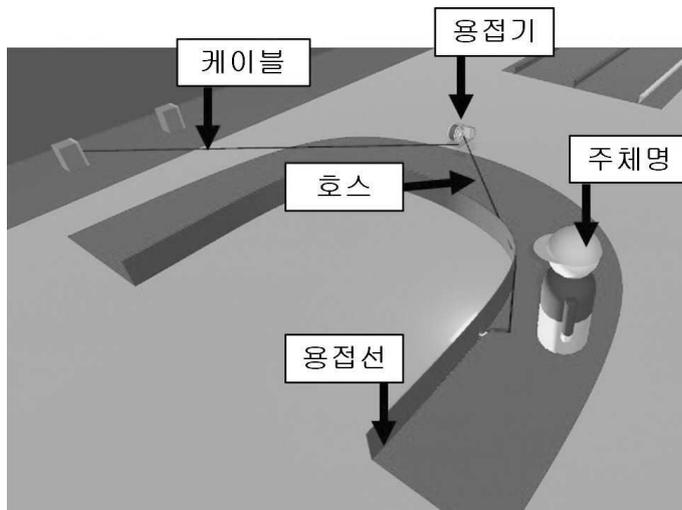
```

global_time = 0
While stop==false:
  For worker in workers:
    if Tasks[worker].Length>0
      isEnd = Tasks[worker][0].Run
      if isEnd=true:
        Tasks[worker][0].Remove
  global_time ++
  if all Tasks.Length==0: stop=true
    
```

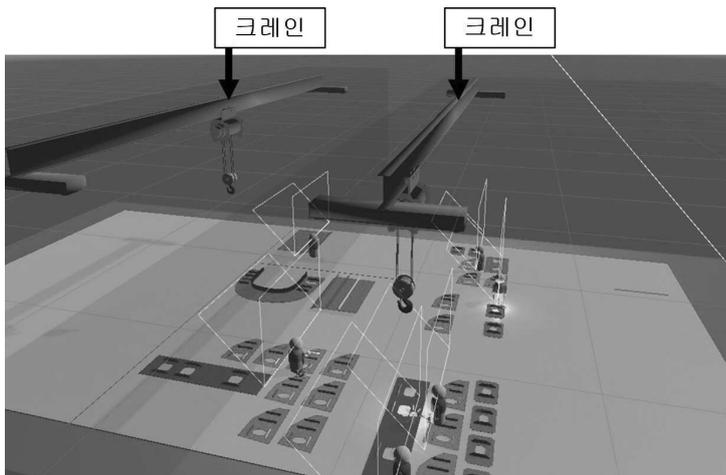
도면23



도면24

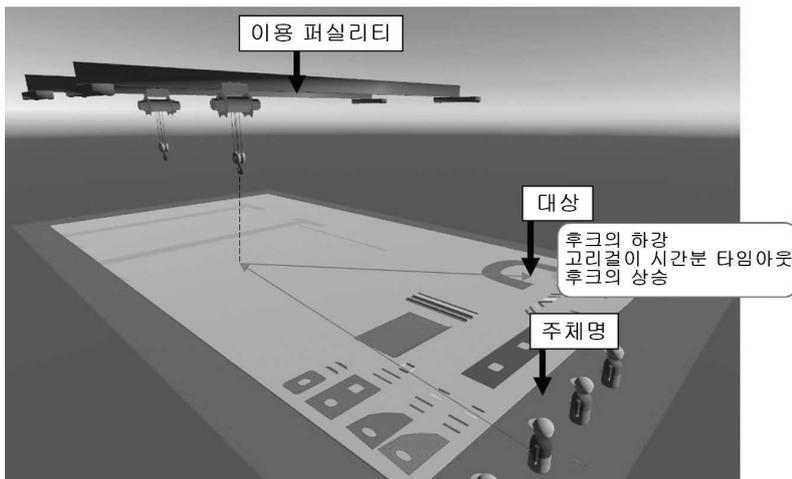


도면25



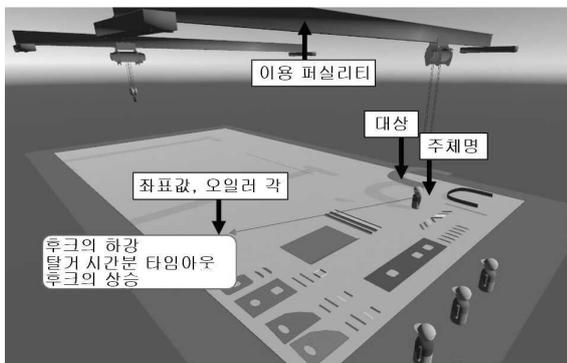
도면26

배재 At	AtPick	(공통):태스크명, 태스크 타입, 함수명, 대상, 이용 퍼실리티, 선행 태스크, 주체명, 요구 퍼실리티 종별·개수	(고유):없음
----------	--------	---	---------

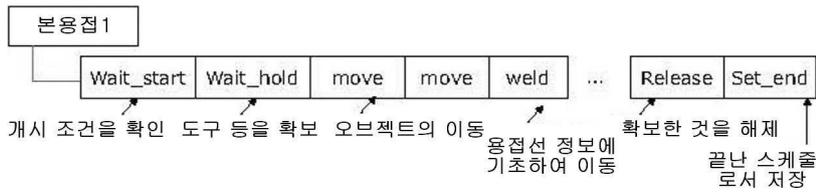


도면27

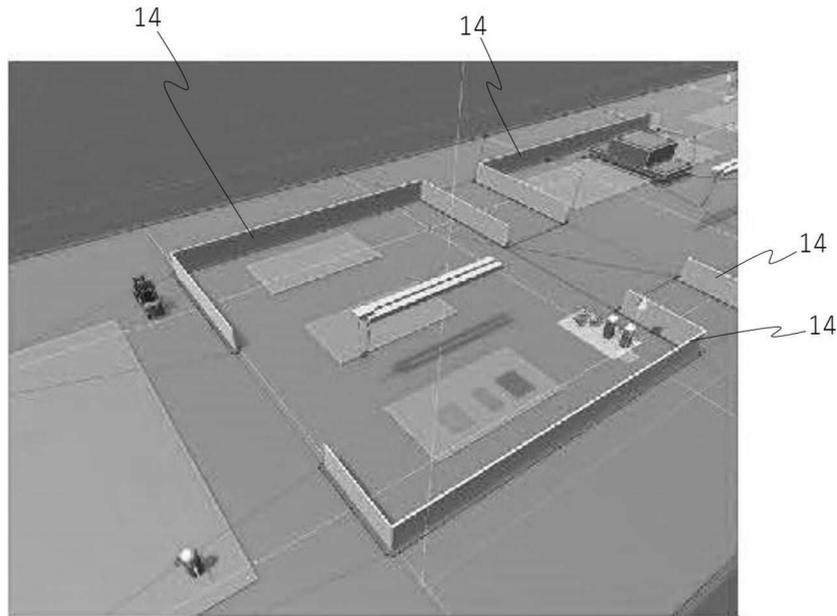
배재 At	AtPlace	(공통):태스크명, 태스크 타입, 함수명, 대상, 이용 퍼실리티, 선행 태스크, 주체명, 요구 퍼실리티 종별·개수	(고유):(고유)배체처의 기준 오브젝트, 좌표값(x,y,z), 오일러 각(θ, ϕ, ψ)
----------	---------	---	---



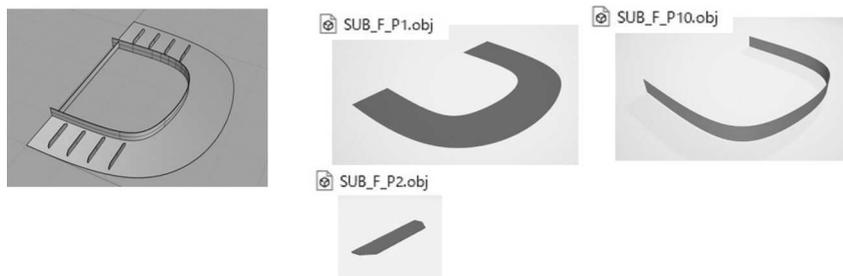
도면28



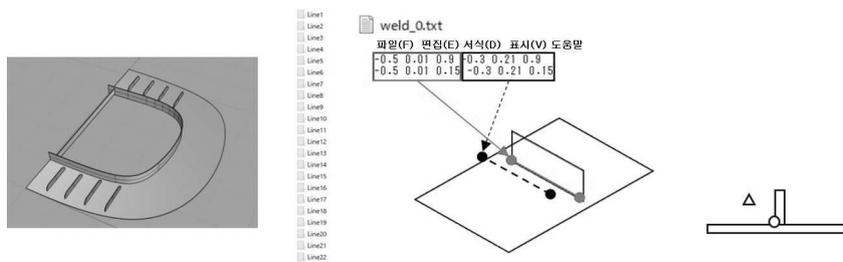
도면29



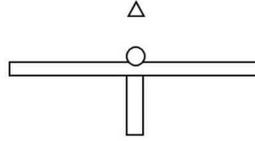
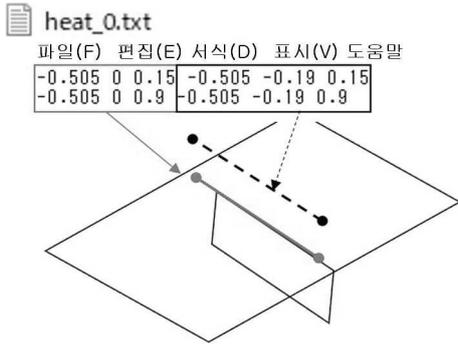
도면30



도면31



도면32



도면33

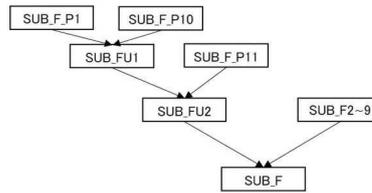
A	B	C	D	E	F	G	H
1	이름	종별	node1	node2	지세 정보		중량
2	SUB_F_P1	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P1	0 0 5.30953745292086 0 0 4.30953745292086 1 0 5.30953745292086	806.2919766
3	SUB_F_P2	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P2	0.5100000000000001 0.0450000000000005 0.935 0.5100000000000007 -0.6627	8.32885
4	SUB_F_P3	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P3	1.61 0.0450000000000005 0.935 1.010000000000001 -0.662105781186549 0.7	8.32885
5	SUB_F_P4	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P4	1.51 0.0450000000000007 0.965 1.510000000000001 -0.662105781186549 0.7	8.32885
6	SUB_F_P5	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P5	2.61 0.0450000000000007 1.025 2.010000000000001 -0.662105781186549 0.7	8.32885
7	SUB_F_P6	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P6	0.5099999999999999 0.455 4.63453745292087 1.01 -0.252106781186548 5.29164423410741	8.32885
8	SUB_F_P7	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P7	1.61 0.455 4.63453745292087 1.01 -0.252106781186548 5.29164423410741	8.32885
9	SUB_F_P8	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P8	1.51 0.455 4.58453745292087 1.51 -0.252106781186548 5.29164423410741	8.32885
10	SUB_F_P9	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P9	2.61 0.455 4.53453745292087 2.01 -0.252106781186549 5.29164423410741	8.32885
11	SUB_F_P10	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P10	-0.0102001132488121 -0.15 1.000003468810243 0.989793086144761 -0.15 0.5	173.0501327
12	SUB_F_P11	SUB_F	node	-	Product/AModel/SUB_F/SUB_F_P11	0.2 0.1 3.99154195697992 0.2 0.1 2.99154195697992 0.2 -0.9 3.99154195699	46.81920735
13	SUB_F_Line1	SUB_F	edge	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line1/		
14	SUB_F_Line2	SUB_F	edge	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line2/		
15	SUB_F_Line3	SUB_F	edge	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line3/		
16	SUB_F_Line4	SUB_F	edge	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line4/		
17	SUB_F_Line5	SUB_F	edge	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line5/		
18	SUB_F_Line6	SUB_F	edge	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line6/		
19	SUB_F_Line7	SUB_F	edge	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line7/		
20	SUB_F_Line8	SUB_F	edge	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/WeldingLine/Line8/		
91	CUR F_Line0	CUR F	Area	CUR F_P6	Product/AModal/SUB_F/ModalSub/Modal/SUB_F/ModalSub/Line0/		

도면34

#	A	B	C	D	E	F
1	# LineName	LineType	ParentProductName	Path		
2	SUB_F_DR_Line1	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line1/		
3	SUB_F_DR_Line2	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line2/		
4	SUB_F_DR_Line3	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line3/		
5	SUB_F_DR_Line4	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line4/		
6	SUB_F_DR_Line5	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line5/		
7	SUB_F_DR_Line6	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line6/		
8	SUB_F_DR_Line7	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line7/		
9	SUB_F_DR_Line8	DistortionRemoval	SUB_F_P1	Product/AModel/SUB_F/HeatingLine/Line8/		
10						

도면35

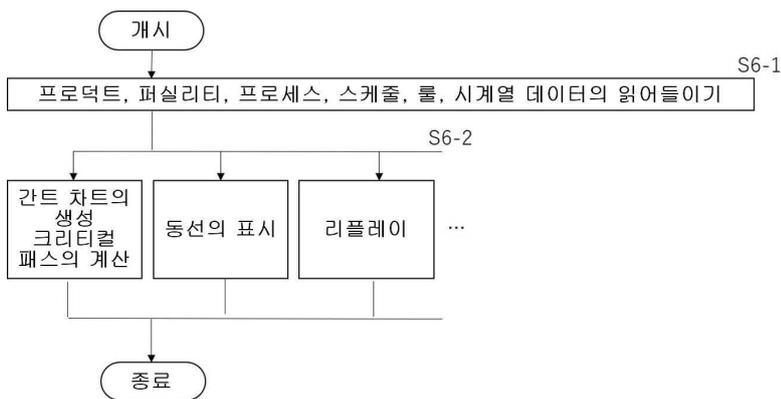
#	A	B	C	D
1	# Name	ComponentName	isBaseProduct	ProductPose
2	SUB_FU1	SUB_F_P1	base	5.31 0.21 0 4.31 0.21 0 5.31 0.21 1
3	SUB_FU1	SUB_F_P10	-	-
4	SUB_FU2	SUB_FU1	base	0 0 0 1 0 0 0 0 1
5	SUB_FU2	SUB_F_P11	-	-
6	SUB_F	SUB_FU2	base	5.31 0.300 0 4.313 0.3 0 5.31 0.3 1
7	SUB_F	SUB_F_P2	-	-
8	SUB_F	SUB_F_P3	-	-
9	SUB_F	SUB_F_P4	-	-
0	SUB_F	SUB_F_P5	-	-
1	SUB_F	SUB_F_P6	-	-
2	SUB_F	SUB_F_P7	-	-
3	SUB_F	SUB_F_P8	-	-
4	SUB_F	SUB_F_P9	-	-



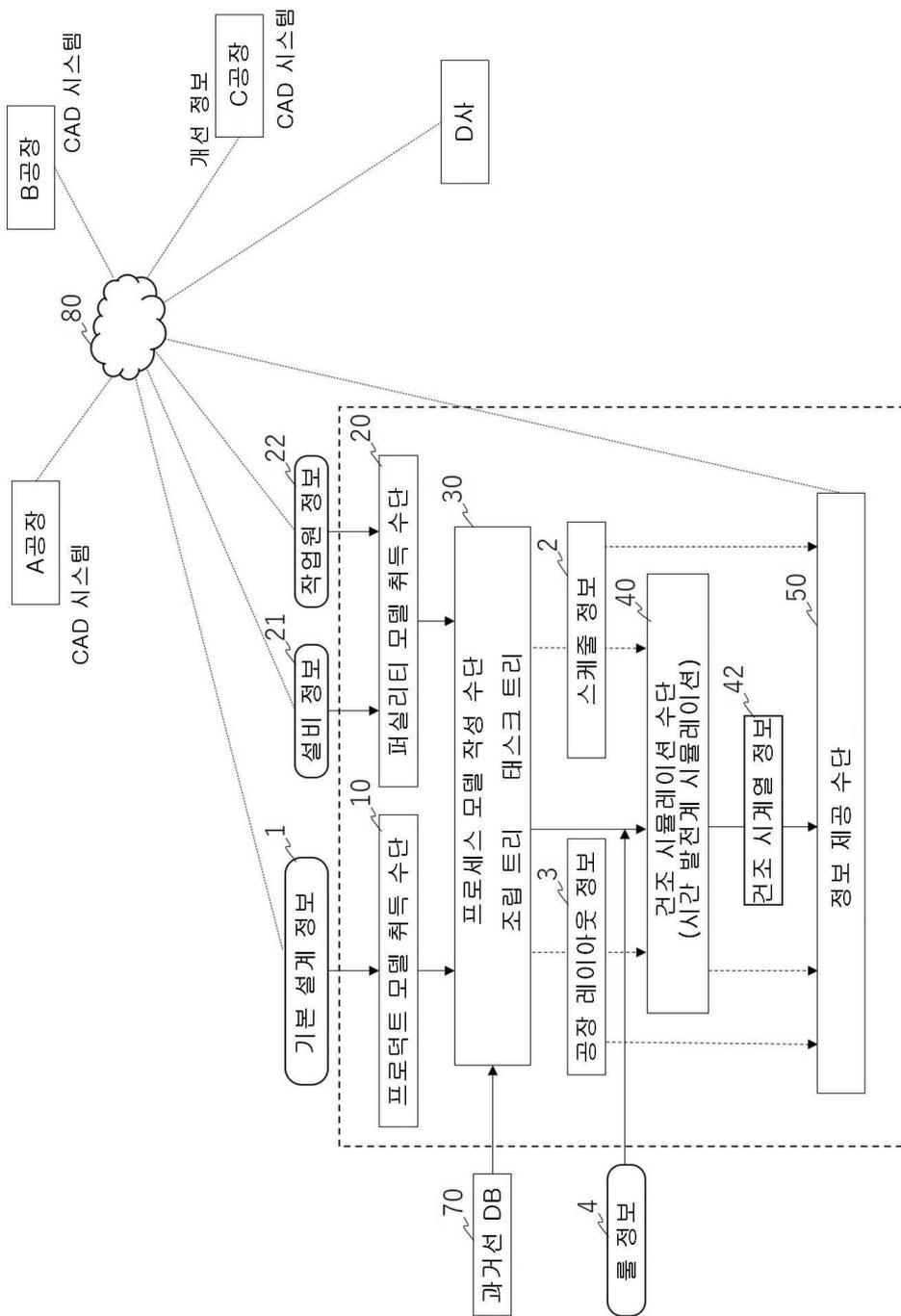
도면36

A	B	C	D	E	F	G	H
# TaskName	TaskType	Function\TaskObject	TaskFacility	TaskConditions	TaskParameter	RequiredFacilityList	
1 At1_SUB_F_Pick_P1	At1	AtPick SUB_F_P1	null	-	-	Crane 1	
2 At1_SUB_F_Pick_P2	At1	AtPick SUB_F_P2	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-	
3 At1_SUB_F_Pick_P3	At1	AtPick SUB_F_P3	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-	
4 At1_SUB_F_Pick_P4	At1	AtPick SUB_F_P4	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-	
5 At1_SUB_F_Pick_P5	At1	AtPick SUB_F_P5	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-	
6 At1_SUB_F_Pick_P6	At1	AtPick SUB_F_P6	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-	
7 At1_SUB_F_Pick_P7	At1	AtPick SUB_F_P7	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-	
8 At1_SUB_F_Pick_P8	At1	AtPick SUB_F_P8	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-	
9 At1_SUB_F_Pick_P9	At1	AtPick SUB_F_P9	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-	
10 At1_SUB_F_Pick_P10	At1	AtPick SUB_F_P10	null	Wt_SUB_F_Line17	-	-	
11 At1_SUB_F_Pick_P11	At1	AtPick SUB_F_P11	null	Fl_SUB_F_Line18	-	Crane 1	
12 At1_SUB_F_Place_P1	At1	AtPlace SUB_F_P1	null	At1_SUB_F_Pick_P1	SurfacePlate2:null	Crane 1	
13 At1_SUB_F_Place_P2	At1	AtPlace SUB_F_P2	null	At1_SUB_F_Pick_P2	SurfacePlate2:null	Crane 1	
14 At1_SUB_F_Place_P3	At1	AtPlace SUB_F_P3	null	At1_SUB_F_Pick_P3	SurfacePlate2:null	Crane 1	
15 At1_SUB_F_Place_P3	At1	AtPlace SUB_F_P3	null	At1_SUB_F_Pick_P3	SurfacePlate2:null	Crane 1	

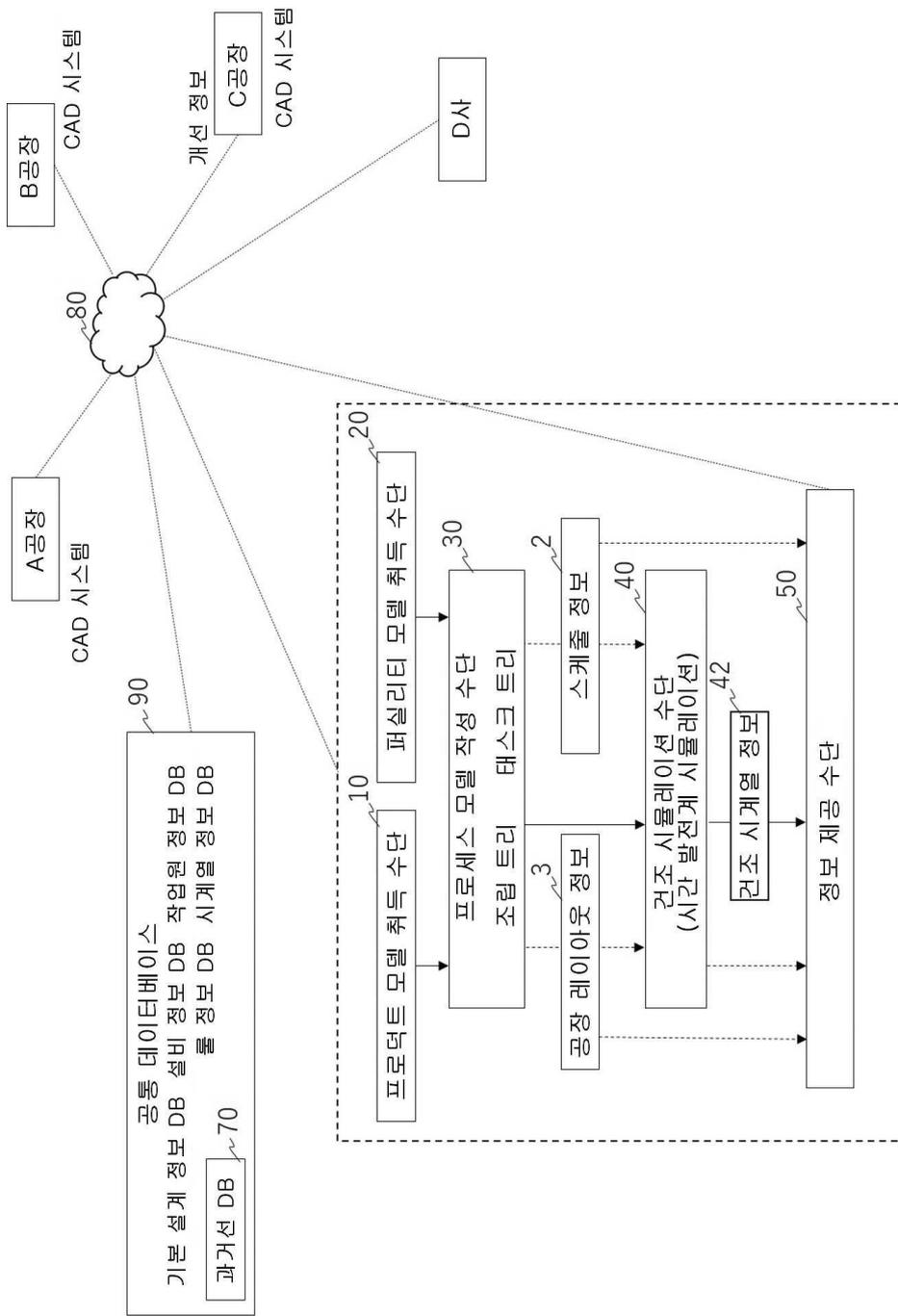
도면37



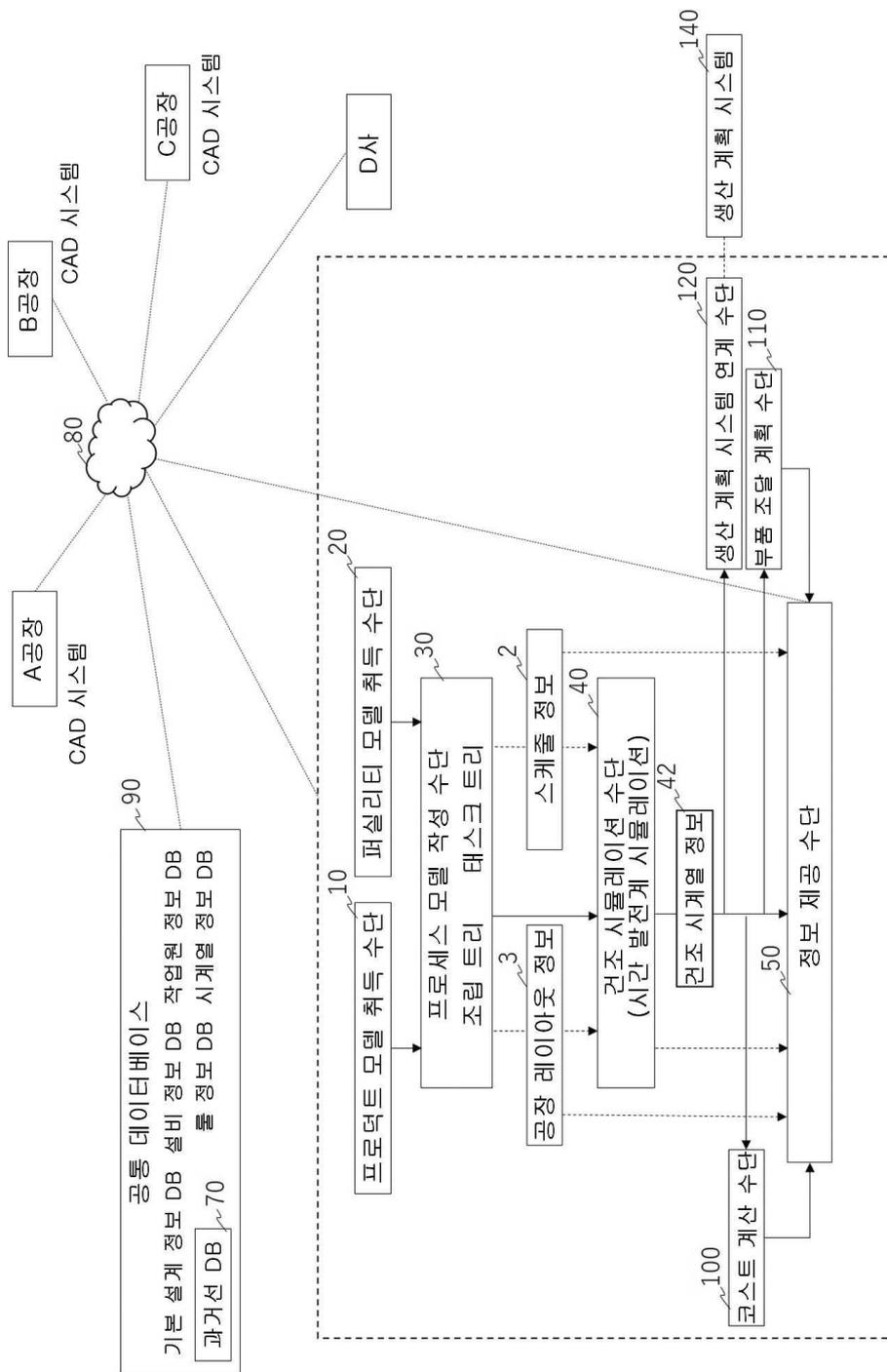
도면38



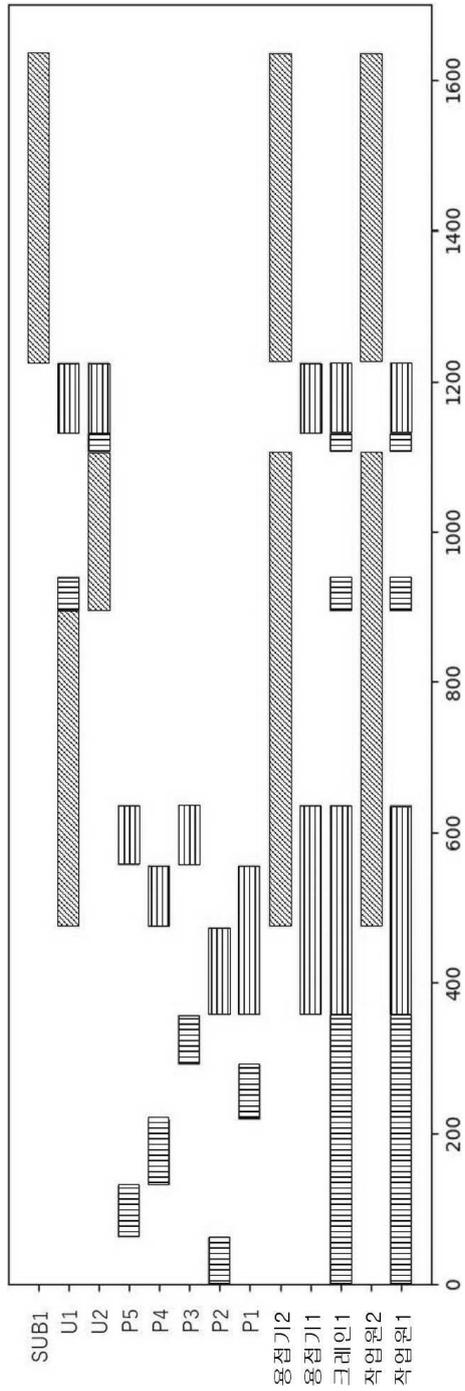
도면39



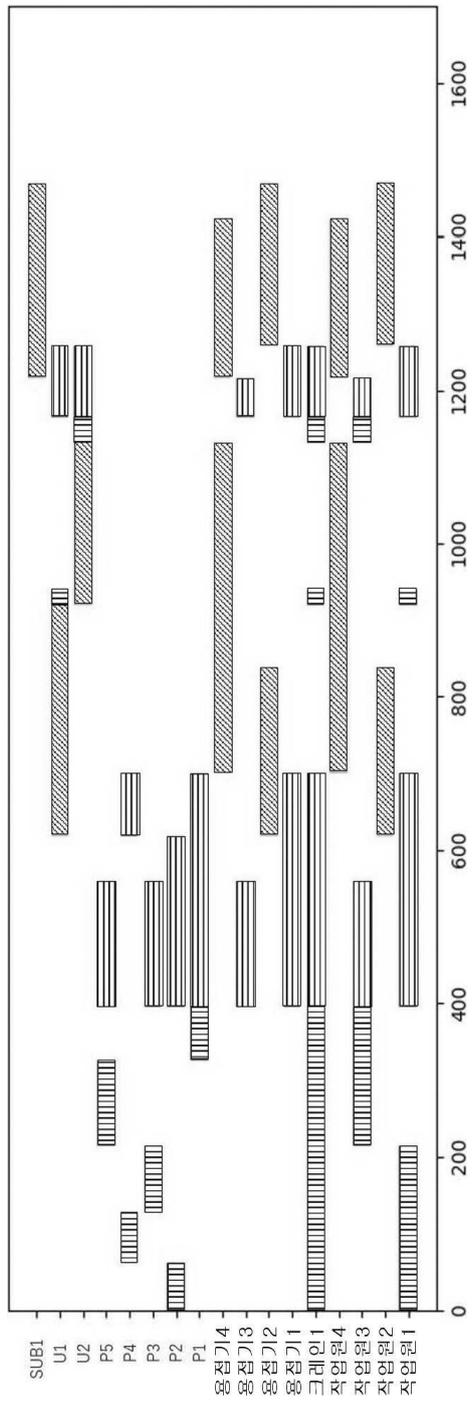
도면40



도면41



도면42



도면43

