

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0054221

(43) 공개일자 2022년05월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 10/06 (2012.01) G06Q 10/10 (2022.01)
G06Q 50/08 (2012.01)
- (52) CPC특허분류
G06Q 10/067 (2013.01)
G06Q 10/0633 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-0141861
(22) 출원일자 2021년10월22일
심사청구일자 2021년10월22일
- (30) 우선권주장
1020200137978 2020년10월23일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
- (72) 발명자
한승우
인천광역시 연수구 신송로82번길 6, 402동 803호
(송도동, 송도풍림아이원4단지아파트)
- 신도형
서울특별시 강남구 삼성로 150, 210동 205호(대치동, 한보미도맨션)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항

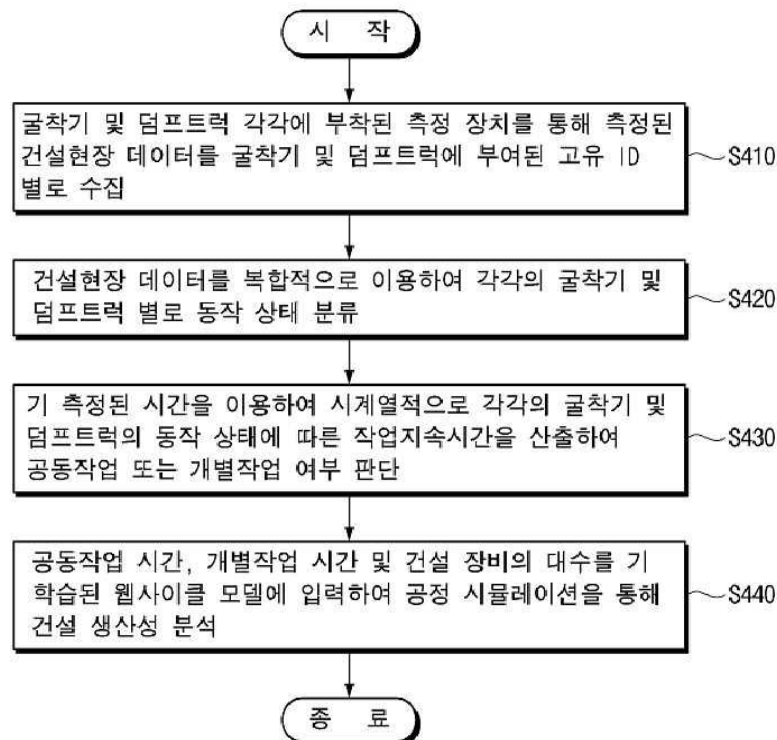
(54) 발명의 명칭 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 건설 생산성 분석 시스템을 이용한 건설 생산성 분석 방법에 있어서, 복수의 건설 장비인 굴착기 및 덤프트럭 각각에 부착된 GPS, RFID, RPM, 유압실린더를 포함하는 측정 장치를 이용하여 측정된 건설현장 데이터를 상기 굴착기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



및 덤프트럭에 부여된 고유 ID 별로 수집하는 단계, 상기 각각의 측정 장치에 의해 측정된 건설현장 데이터를 복합적으로 이용하여 각각의 굴착기 및 덤프트럭 별로 동작 상태를 분류하는 단계, 상기 GPS를 통해 기 측정된 시간을 이용하여 시계열적으로 상기 각각의 굴착기 및 덤프트럭의 동작 상태에 따른 작업지속시간을 산출하여 공동 작업 또는 개별작업 여부를 판단하는 단계, 그리고 상기 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 기 학습된 웹사이트클론 모델에 입력하여 공정 시뮬레이션을 수행하고, 공정 시뮬레이션 결과를 이용하여 건설 생산성을 분석하는 단계를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 건설공사 현장에서 토목공사와 포장공사를 대상으로 한 표준화된 웹사이트클론 모델을 통해 생산성 분석하여 정량화된 생산성 데이터를 제공하며, 제공된 데이터를 통해 효율적인 자원 투입에 지원을 줄 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06Q 10/06375 (2013.01)

G06Q 10/0639 (2013.01)

G06Q 10/10 (2021.08)

G06Q 50/08 (2013.01)

(72) 발명자

이강혁

인천광역시 부평구 장제로156번길 20, 202호(부평동, 부림맨션)

전찬웅

경기도 안양시 동안구 학의로 390, 109동 2606호(평촌동, 인덕원대우아파트푸른마을)

메이모에이젠

인천광역시 미추홀구 수봉남로5번길 20-14, 402호(용현동, 미래아트빌)

이민우

서울특별시 금천구 금하로 750, 107동 1102호(시흥동, 우방아파트)

이의덕

인천광역시 부평구 평천로53번길 10, 4동 302호(청천동, 창선주택)

이수민

인천광역시 연수구 랜드마크로 19, 103동 3802호(송도동, 송도 SK VIEW)

정다현

대구광역시 달성군 구지면 과학마을로2길 6, 203동 501호(달성 화성 파크드림)

김유진

경기도 용인시 수지구 수풍로 47, 102동 1803호(풍덕천동, 동문아파트)

김현호

서울특별시 관악구 양녕로 38, 4층(봉천동)

임소민

서울특별시 양천구 목동서로 130, 410동 906호(목동, 목동신시가지아파트4단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1615011665

과제번호 156913

부처명 국토교통부

과제관리(전문)기관명 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 스마트건설기술개발사업(R&D)

연구과제명 스마트 건설 디지털 플랫폼 및 디지털 트윈 기반 관리 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한국도로공사

연구기간 2020.04.28 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

건설 생산성 분석 시스템을 이용한 건설 생산성 분석 방법에 있어서,

복수의 건설 장비인 굴착기 및 덤프트럭 각각에 부착된 GPS, RFID, RPM, 유압실린더를 포함하는 측정 장치를 이용하여 측정된 건설현장 데이터를 상기 굴착기 및 덤프트럭에 부여된 고유 ID 별로 수집하는 단계,

상기 각각의 측정 장치에 의해 측정된 건설현장 데이터를 복합적으로 이용하여 각각의 굴착기 및 덤프트럭 별로 동작 상태를 분류하는 단계,

상기 GPS를 통해 기 측정된 시간을 이용하여 시계열적으로 상기 각각의 굴착기 및 덤프트럭의 동작 상태에 따른 작업지속시간을 산출하여 공동작업 또는 개별작업 여부를 판단하는 단계, 그리고

상기 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 기 학습된 웹사이클론 모델에 입력하여 공정 시뮬레이션을 수행하고, 공정 시뮬레이션 결과를 이용하여 건설 생산성을 분석하는 단계를 포함하는 건설 생산성 분석 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 굴착기 및 덤프트럭 별로 동작 상태를 분류하는 단계는,

상기 굴착기의 동작 상태를 시간대에 따라 대기, 상차, 굴착 상태 중에서 하나로 분류하고,

상기 덤프트럭의 동작 상태를 시간대에 따라 상차, 운반, 사토 상태 중에서 하나로 분류하는 건설 생산성 분석 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 굴착기 및 덤프트럭 별로 동작 상태를 분류하는 단계는,

덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않고, RPM값이 제1값 이상이고 제2값 미만이며, 유압실린더의 길이 변동이 없으면, 상기 굴착기의 동작 상태를 대기 상태로 분류하고,

GPS 신호가 변동 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하며, RPM값이 제2값 이상 제3값 미만이며, 유압실린더의 길이 변동이 있으면, 상기 굴착기의 동작 상태를 상차 상태로 분류하며,

GPS 신호가 변동 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않으며, RPM값이 제3값 이상이며, 유압실린더의 길이 변동이 있으면, 상기 굴착기의 동작 상태를 굴착 상태로 분류하는 건설 생산성 분석 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 굴착기 및 덤프트럭 별로 동작 상태를 분류하는 단계는,

덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않고, RPM값이 600 이상 1000 미만이고, 유압실린더의 길이 변동이 없으면, 상기 덤프트럭의 동작 상태를 운반 상태로 분류하고,

GPS 변동이 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하며, RPM값이 800 이상 1200 미만이고, 유압실린더의 길이 변동이 없으면, 상기 덤프트럭의 동작 상태를 상차 상태로 분류하고,

GPS 변동이 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않으며, RPM값이 1000 이상 1800 미만이고, 유압실린더의 길이 변동이 있으면, 상기 덤프트럭의 동작 상태를 사토 상태로 분류하는 건설 생산성 분석

방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 공동작업 또는 개별작업 여부를 판단하는 단계는,

특정 굴착기 및 덤프트럭의 동작 상태가 모두 상차 상태이고, 동일한 시간대에 동일한 GPS 값을 가지는 경우, 해당되는 굴착기 및 덤프트럭이 공동 작업을 수행하는 것으로 판단하는 건설 생산성 분석 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 웹사이클론 모델은,

상기 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 입력데이터로 하고, 공정 시뮬레이션을 통한 생산성 분석 결과를 출력데이터로 하여 학습되는 건설 생산성 분석 방법.

청구항 7

건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템에 있어서,

복수의 건설 장비인 굴착기 및 덤프트럭 각각에 부착된 GPS, RFID, RPM, 유압실린더를 포함하는 측정 장치를 이용하여 측정된 건설현장 데이터를 상기 굴착기 및 덤프트럭에 부여된 고유 ID 별로 수집하는 데이터베이스부,

상기 각각의 측정 장치에 의해 측정된 건설현장 데이터를 복합적으로 이용하여 각각의 굴착기 및 덤프트럭 별 동작 상태를 분류하는 동작 상태 분류부,

상기 GPS를 통해 기 측정된 시간을 이용하여 시계열적으로 상기 각각의 굴착기 및 덤프트럭의 동작 상태에 따른 작업지속시간을 산출하여 공동작업 또는 개별작업 여부를 판단하는 판단부, 그리고

상기 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 기 학습된 웹사이클론 모델에 적용하여 공정 시뮬레이션을 수행하고, 공정 시뮬레이션 결과를 이용하여 건설 생산성을 분석하는 시뮬레이션부를 포함하는 건설 생산성 분석 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 동작 상태 분류부는,

굴착기의 동작 상태를 시간대에 따라 대기, 상차, 굴착 상태 중에서 하나로 분류하고,

덤프트럭의 동작 상태를 시간대에 따라 상차, 운반, 사토 중에서 하나로 분류하는 건설 생산성 분석 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 동작 상태 분류부는,

덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않고, RPM값이 제1값 이상이고 제2값 미만이며, 유압실린더의 길이 변동이 없으면, 상기 굴착기의 동작 상태를 대기 상태로 분류하고,

GPS 신호가 변동 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하며, RPM값이 제2값 이상 제3값 미만이며, 유압실린더의 길이 변동이 있으면, 상기 굴착기의 동작 상태를 상차 상태로 분류하며,

GPS 신호가 변동 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않으며, RPM값이 제3값 이상이며, 유압실린더의 길이 변동이 있으면, 상기 굴착기의 동작 상태를 굴착 상태로 분류하는 건설 생산성 분석 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 동작 상태 분류부는,

덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않고, RPM값이 600 이상 1000 미만이고, 유압실린더의 길이 변동이 없으면, 상기 덤프트럭의 동작 상태를 운반 상태로 분류하고,

GPS 변동이 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하며, RPM값이 800 이상 1200 미만이고, 유압실린더의 길이 변동이 없으면, 상기 덤프트럭의 동작 상태를 상차 상태로 분류하고,

GPS 변동이 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않으며, RPM값이 1000 이상 1800 미만이고, 유압실린더의 길이 변동이 있으면, 상기 덤프트럭의 동작 상태를 사토 상태로 분류하는 건설 생산성 분석 시스템

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 판단부는,

특정 굴착기 및 덤프트럭의 동작 상태가 모두 상차 상태이고, 동일한 시간대에 동일한 GPS 값을 가지는 경우, 해당되는 굴착기 및 덤프트럭이 공동 작업을 수행하는 것으로 판단하는 건설 생산성 분석 시스템.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 웹사이클론 모델은,

상기 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 입력데이터로 하고, 공정 시뮬레이션을 통한 생산성 분석 결과를 출력데이터로 하여 학습되는 건설 생산성 분석 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 기 측정된 건설현장 데이터를 이용하여 도출된 각 건설 장비 별 공동작업 시간 및 개별작업 시간, 건설 장비의 대수를 웹사이클론 모델에 적용하여 건설 생산성을 분석하는 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 건설현장에서는 굴착기, 덤프트럭, 불도저 등의 건설장비가 사용되며, 건설현장의 면적은 매우 넓기 때문에 덤프트럭과 같은 운반장비가 굴착영역에서 하역영역으로 이동하는 거리는 매우 크다.

[0003] 따라서, 건설장비를 효율적으로 운용하기 위해서는 각 건설장비의 업무량 및 일정을 관리할 필요가 있다.

[0004] 종래의 기술에 있어서는 운반장비를 관리하기 위해서 운행일지 등의 양식으로, 운반장비의 운전자 또는 관리자가 운반장비의 위치 및 상태 등을 직접 수기로 작성하였다.

[0005] 그러나, 이와 같은 종래의 방법은 정확한 업무량이나 작업시간을 관리하기 어려울 뿐만 아니라, 이러한 운행일지를 관리하기 위한 추가적인 인력이 투입되어 비용이 증가되는 문제점이 있었다.

[0006] 그리고, 현재 건설현장에서는 객관성이 낮은 사람의 경험을 기반으로 하는 공정계획이 대부분이며, 정량화되지 않은 데이터와 이러한 데이터를 획득하기 위한 시스템이 구축되어 있지 않으므로, 생산성이 높은 공정을 계획하기 어려운 문제점이 있다.

[0007] 또한, 사람의 경험을 기반으로 정성적인 정보를 기록하여 예측한 생산성은 정량화된 데이터로 계산된 생산성에 비해 정확성이 낮은 문제점이 있으며, 건설현장의 매 현장마다, 날마다 달라지는 무작위적 특성을 반영하지 못

하는 한계가 있다.

[0008] 이러한 문제로 인해, 경험적으로 산정하는 작업량이 아닌, 정량화된 작업량의 데이터가 필요하며, 날마다 달라지는 건설현장에 따라 건설 장비가 효율적으로 투입되지 않아 공정계획의 정확도가 낮아진다면, 시간을 포함한 각종 자원이 낭비될 수밖에 없다.

[0009] 따라서, 정량화된 데이터를 획득하여 신뢰성 있는 생산성 분석 방법이 필요하게 되었다.

[0010] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 공개특허 제10-2019-0074243호(2019.06.27. 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 기 측정된 건설현장 데이터를 이용하여 각 건설 장비 별 공동작업 시간 및 개별작업 시간, 건설 장비의 대수를 웹사이클론 모델에 적용하여 건설 생산성을 분석하는 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면, 건설 생산성 분석 시스템을 이용한 건설 생산성 분석 방법에 있어서, 복수의 건설 장비인 굴착기 및 덤프트럭 각각에 부착된 GPS, RFID, RPM, 유압실린더를 포함하는 측정 장치를 이용하여 측정된 건설현장 데이터를 상기 굴착기 및 덤프트럭에 부여된 고유 ID 별로 수집하는 단계, 상기 각각의 측정 장치에 의해 측정된 건설현장 데이터를 복합적으로 이용하여 각각의 굴착기 및 덤프트럭 별로 동작 상태를 분류하는 단계, 상기 GPS를 통해 기 측정된 시간을 이용하여 시계열적으로 상기 각각의 굴착기 및 덤프트럭의 동작 상태에 따른 작업지속시간을 산출하여 공동작업 또는 개별작업 여부를 판단하는 단계, 그리고 상기 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 기 학습된 웹사이클론 모델에 입력하여 공정 시뮬레이션을 수행하고, 공정 시뮬레이션 결과를 이용하여 건설 생산성을 분석하는 단계를 포함한다.

[0013] 상기 굴착기 및 덤프트럭 별로 동작 상태를 분류하는 단계는, 상기 굴착기의 동작 상태를 시간대에 따라 대기, 상차, 굴착 상태 중에서 하나로 분류하고, 상기 덤프트럭의 동작 상태를 시간대에 따라 상차, 운반, 사토 상태 중에서 하나로 분류할 수 있다.

[0014] 상기 굴착기 및 덤프트럭 별로 동작 상태를 분류하는 단계는, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않고, RPM값이 제1값 이상이고 제2값 미만이며, 유압실린더의 길이 변동이 없으면, 상기 굴착기의 동작 상태를 대기 상태로 분류하고, GPS 신호가 변동 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하며, RPM값이 제2값 이상 제3값 미만이며, 유압실린더의 길이 변동이 있으면, 상기 굴착기의 동작 상태를 상차 상태로 분류하며, GPS 신호가 변동 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않으며, RPM값이 제3값 이상이며, 유압실린더의 길이 변동이 있으면, 상기 굴착기의 동작 상태를 굴착 상태로 분류할 수 있다.

[0015] 상기 굴착기 및 덤프트럭 별로 동작 상태를 분류하는 단계는, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않고, RPM값이 600 이상 1000 미만이고, 유압실린더의 길이 변동이 없으면, 상기 덤프트럭의 동작 상태를 운반 상태로 분류하고, GPS 변동이 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하며, RPM값이 800 이상 1200 미만이고, 유압실린더의 길이 변동이 없으면, 상기 덤프트럭의 동작 상태를 상차 상태로 분류하고, GPS 변동이 없고, 덤프트럭이 상기 굴착기의 일정거리 이내에 존재하지 않으며, RPM값이 1000 이상 1800 미만이고, 유압실린더의 길이 변동이 있으면, 상기 덤프트럭의 동작 상태를 사토 상태로 분류할 수 있다.

[0016] 상기 공동작업 또는 개별작업 여부를 판단하는 단계는, 특정 굴착기 및 덤프트럭의 동작 상태가 모두 상차 상태이고, 동일한 시간대에 동일한 GPS 값을 가지는 경우, 해당되는 굴착기 및 덤프트럭이 공동 작업을 수행하는 것으로 판단할 수 있다.

[0017] 상기 웹사이클론 모델은, 상기 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 입력데이터로 하고, 공정 시뮬레이션을 통한 생산성 분석 결과를 출력데이터로 하여 학습될 수 있다.

[0018] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템에 있어서, 복수의 건설 장비인 굴착기 및 덤프트럭 각각에 부착된 GPS, RFID, RPM, 유압실린더를 포함하는 측정 장치를 이용하여 측정된 건설현장 데이터를 상기 굴착기 및 덤프트럭에 부여된 고유 ID 별로 수집하는 데이터베이스부, 상기 각각의

측정 장치에 의해 측정된 건설현장 데이터를 복합적으로 이용하여 각각의 굴착기 및 덤프트럭 별 동작 상태를 분류하는 동작 상태 분류부, 상기 GPS를 통해 기 측정된 시간을 이용하여 시계열적으로 상기 각각의 굴착기 및 덤프트럭의 동작 상태에 따른 작업지속시간을 산출하여 공동작업 또는 개별작업 여부를 판단하는 판단부, 상기 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 기 학습된 웹사이클론 모델에 적용하여 공정 시물레이션을 수행하고, 공정 시물레이션 결과를 이용하여 건설 생산성을 분석하는 시물레이션부를 포함한다.

발명의 효과

[0019] 이와 같이 본 발명에 따르면, 건설공사현장에서 데이터 수집부터 시물레이션을 통한 생산성 분석까지의 과정을 자동화하여 효율적으로 실시간 공정관리 시스템을 구축할 수 있으며, 이를 통해 건설 공사의 공정계획에 필수요 소인 생산성 분석을 용이하게 할 수 있고 정량화된 데이터를 기반으로 해당 프로젝트뿐만 아니라 이후 다른 프 로젝트에서도 정확한 데이터를 참고하여 더 효율적인 공정계획을 통해 건설공사의 수익성을 극대화시킬 수 있다.

[0020] 그리고, 건설공사 현장에서 토목공사와 포장공사를 대상으로 하는 표준화된 웹사이클론 모델링을 통해 생산성 분석하여 정량화된 생산성 데이터를 제공하며, 제공된 데이터를 통해 효율적인 자원 투입에 지원을 줄 수 있다.

[0021] 또한, 생산성 데이터가 쌓일수록 공정계획의 신뢰성이 향상되고, 웹사이클론 모델링을 통해 다른 공사에서도 활 용할 수 있어 공사가 시작하기 전에 정확도가 향상된 공정계획을 통해 효율적인 공사 운영에 도움을 줄 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템을 설명하기 위한 도면이다.

도 2a는 도 1에 도시한 굴착기의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 2b는 도 1에 도시한 덤프트럭의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 건설 생산성 분석 시스템을 이용한 건설 생산성 분석 방법을 설명하기 위한 순 서도이다.

도 5는 도 4의 S410 단계를 설명하기 위한 예시도이다.

도 6a 및 도 6b는 도 4의 S420 단계를 설명하기 위한 예시도이다.

도 7a는 각각의 건설 장비에 따른 작업 상태를 나타낸 예시도이다.

도 7b는 공동작업 또는 개별작업을 나타낸 예시도이다.

도 8a 내지 도 8j는 웹사이클 모델을 이용하여 건설 생산성 분석하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관 계없는 부분은 생략하였으며 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0024] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다 른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0025] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0026] 이하에서는 도 1 내지 도 2b를 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템(100)을 설명한다.

- [0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템을 설명하기 위한 도면이고, 도 2a는 도 1에 도시한 굴착기의 구성을 설명하기 위한 도면이며, 도 2b는 도 1에 도시한 덤프트럭의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0028] 도 1에서 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 건설 생산성 분석 시스템(100)은 건설 현장 내의 건설 장비인 굴착기(200) 및 덤프트럭(300) 각각에 부착된 GPS(Global Positioning System)(210, 310), RFID(Radio Frequency Identification)(220, 320), RPM(Revolution per Minute)(230, 330), 유압실린더(240, 340)와 연결된다.
- [0029] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200) 및 덤프트럭(300) 각각에 부착된 GPS(210, 310), RFID(220, 320), RPM(230, 330), 유압실린더(240, 340)로부터 측정된 건설현장 데이터를 이용하여 도출된 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태에 따른 공동작업 시간 및 개별작업 시간, 그리고 건설 장비의 대수를 웹사이클론 모델에 적용하여 건설 생산성을 분석한다.
- [0030] 그리고, 도 1 및 도 2a에서 도시한 바와 같이, 굴착기(200)는 GPS(210), RFID(220), RPM(230), 유압실린더(240)가 부착되며, 도 1 및 도 2b에서 도시한 바와 같이, 덤프트럭(300)은 GPS(310), RFID(320), RPM(330), 유압실린더(340)이 부착된다.
- [0031] 여기서, GPS(210, 310)는 위성으로부터 송신된 신호를 받을 수 있는 수신기로서, 복수의 GPS 위성에서 송신된 신호를 수신하여 위성과 GPS 수신기의 위치를 결정하며, 위성에서 송신된 신호와 수신기에서 수신된 신호의 시간차이를 측정하여 위성과 수신기 사이의 거리를 계산하고, 계산된 위성과 수신기 사이의 거리를 통해 수신기의 위치를 산출할 수 있다.
- [0032] 이때, GPS(210, 310)는 각각 굴착기(200)와 덤프트럭(300)에 설치되어 GPS 위치 좌표를 매 10초마다 기록할 수 있으며, 각각의 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 위치를 위도와 경도 좌표로 나타낸다.
- [0033] 그리고, GPS(210, 310)는 송수신된 정보를 건설 생산성 분석 시스템(100)에 전송하여 건설 현장 내에 존재하는 건설 장비의 종류, 대수, 위치 및 위치 이동 상태 등을 파악할 수 있다.
- [0034] 다음으로, RFID(220, 320)은 굴착기(200)와 덤프트럭(300) 각각에 설치되어 건설 생산성 분석 시스템(100)이 굴착기(200)와 덤프트럭(300)의 연계 공정 작업 여부를 판단하는데 사용된다.
- [0035] 이때, 덤프트럭(300)에 부착된 RFID(320) 태그가 굴착기(200)에 부착된 RFID(220) 리더기 반경 내에 들어오는 경우, RFID(220) 리더기는 해당 덤프트럭(300)의 ID를 기록하며, 기록된 정보는 건설 생산성 분석 시스템(100)에 전송된다.
- [0036] 다음으로, RPM(230, 330)은 굴착기(200)와 덤프트럭(300) 각각에 설치되며, 1분동안 회전하는 수를 측정한다.
- [0037] 이때, RPM(230, 330)은 측정된 RPM값을 건설 생산성 분석 시스템(100)에 전송하며, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 측정된 RPM값에 따라 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태를 분류한다.
- [0038] 다음으로, 유압실린더(240, 340)는 동력 피스톤 작동으로 피스톤을 작동시켜서 유압을 발생시키는 장치를 나타낸다.
- [0039] 이때, 유압실린더(240, 340)는 굴착기(200)와 덤프트럭(300)에 부착되어 길이 변화량을 건설 생산성 분석 시스템(100)에 전송하고, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 각 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 유압실린더 길이 변동 여부를 판단하여 동작 상태를 분류한다.
- [0040] 이하에서는 도 3을 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템(100)의 구성을 설명한다.
- [0041] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 건설현장 데이터를 이용한 건설 생산성 분석 시스템의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0042] 도 3에서 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 건설 생산성 분석 시스템(100)은 데이터베이스부(110), 동작 상태 분류부(120), 판단부(130) 및 시뮬레이션부(140)를 포함한다.
- [0043] 먼저, 데이터베이스부(110)는 복수의 건설 장비인 굴착기(200) 및 덤프트럭(300) 각각에 부착된 측정 장치를 이용하여 측정된 건설현장 데이터를 굴착기 및 덤프트럭에 부여된 고유 ID 별로 수집한다.

- [0044] 이때, 데이터베이스부(110)는 GPS(210, 310), RFID(220, 320), RPM(230, 330), 유압실린더(240, 340)를 포함하는 측정 장치로부터 측정된 건설현장 데이터를 전송받는다.
- [0045] 그리고, 굴착기의 고유 ID는 E_n 으로, 덤프트럭의 고유 ID는 D_n 으로 표현되며, 데이터베이스부(110)는 각 고유 ID 별로 측정된 건설현장 데이터를 수집할 수 있다.
- [0046] 다음으로, 동작 상태 분류부(120)는 측정된 건설현장 데이터를 복합적으로 이용하여 각각의 굴착기(200) 및 덤프트럭(300) 별 동작 상태를 분류한다.
- [0047] 여기서, 동작 상태 분류부(120)는 굴착기(200)의 동작 상태를 시간대에 따라 대기, 상차, 굴착 상태 중에서 하나로 분류하고, 덤프트럭(300)의 동작 상태를 시간대에 따라 상차, 운반, 사토 중에서 하나로 분류한다.
- [0048] 더욱 자세하게는, 굴착기(200)의 "굴착"상태는 굴착기가 땅을 깎는 상태를 의미하고, "상차"상태는 흙을 트럭에 상차하는 상태를 의미하며, "대기"상태는 위치 조정 또는 대기하는 상태를 의미한다.
- [0049] 그리고, 덤프트럭(300)의 "운반"상태는 덤프트럭이 이동하는 상태를 의미하고, "상차"상태는 흙을 트럭에 상차하는 상태를 의미하며, "사토"상태는 흙을 사토장에 버리는 상태를 의미한다.
- [0050] 즉, 동작 상태 분류부(120)는 각 GPS(210, 310)의 변동 여부, 덤프트럭(300)의 RFID(320) 태그가 굴착기(200)의 RFID(220) 리더기 반경 내에 존재 여부, RPM(230, 330)으로부터 측정된 RPM값, 유압실린더(240, 340)의 변동 여부를 종합하여 굴착기(200) 및 덤프트럭(300) 각각의 동작 상태를 분류한다.
- [0051] 다음으로, 판단부(130)는 기 측정된 시간을 이용하여 시계열적으로 각각의 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태에 따른 작업지속시간을 산출하여 공동작업 또는 개별작업 여부를 판단한다.
- [0052] 이때, 판단부(130)는 GPS(210, 310)를 통해 측정된 시간을 시간 순서대로 정렬하여 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 작업지속시간을 산출할 수 있다.
- [0053] 그리고, 판단부(130)는 특정 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태가 모두 상차 상태이고, 동일한 시간대에 동일한 GPS 값을 가지는 경우에 해당 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)이 공동 작업을 수행하는 것으로 판단한다.
- [0054] 다음으로, 시뮬레이션부(140)는 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 기 학습된 웹사이클론 모델에 입력하여 공정 시뮬레이션을 수행하고, 공정 시뮬레이션 결과를 이용하여 건설 생산성을 분석한다.
- [0055] 이때, 웹사이클론 모델은 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 입력데이터로 하고, 공정 시뮬레이션을 통한 생산성 분석 결과를 출력데이터로 하는 알고리즘을 통해 학습된다.
- [0056] 이하에서는 도 4 내지 도 8j를 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 건설현장 데이터를 이용하여 건설 생산성을 분석하는 방법을 설명한다.
- [0057] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 건설 생산성 분석 시스템을 이용한 건설 생산성 분석 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0058] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200) 및 덤프트럭(300) 각각에 부착된 측정 장치를 통해 측정된 건설현장 데이터를 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)에 부여된 고유 ID 별로 수집한다(S410).
- [0059] 여기서, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)에 부착된 각각의 GPS(210, 310)를 통해 각각의 고유 ID를 인식하여 고유 ID 별로 측정된 건설현장 데이터를 수집한다.
- [0060] 그리고, 본 발명의 실시예에서는 굴착기의 고유 ID를 E_n 으로, 덤프트럭의 고유 ID를 D_n 으로 표현하여 설명한다.
- [0061] 도 5는 도 4의 S410 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0062] 도 5에서 도시한 바와 같이, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 고유 ID가 E_2 인 굴착기의 건설현장 데이터를 시계열적으로 수집한다.
- [0063] 이때, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 10초 간격으로 건설현장 데이터를 측정할 수 있으며, 관리자에 의해 시간 간격은 변경될 수 있다.

- [0064] 예를 들어, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 해당 굴착기(E_2)의 [11:25:41] 시점(시:분:초)에서의 위치 좌표를 [37.575869, 126.976859]로 기록하며, 해당 굴착기(E_2)에 부착된 RFID(220) 리더기를 이용하여 일정 반경 내에 있는 덤프트럭(300)의 RFID(320) 태그를 인식하여 덤프트럭(300)의 고유 ID인 $[D_1]$ 을 기록한다.
- [0065] 그리고, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 해당 시점에서의 굴착기(E_2)의 RPM값이 1321RPM이고, 굴착기(E_2)의 유압실린더의 길이 변동이 있는 상태(B)인 것으로 수집한다.
- [0066] 이때, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 유압실린더의 길이 변동이 없는 경우를 "A"로 기록하고, 유압실린더의 변동이 있는 경우를 "B"로 기록할 수 있다.
- [0067] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 건설 생산성 분석 시스템(100)은 건설현장 데이터를 복합적으로 이용하여 각각의 굴착기(200) 및 덤프트럭(300) 별로 동작 상태를 분류한다(S420).
- [0068] 이때, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 시간대에 따라 "대기", "상차", "굴착" 상태 중에서 하나로 분류하고, 덤프트럭(300)의 동작 상태를 시간대에 따라 "상차", "운반", "사토" 상태 중에서 하나로 분류한다.
- [0069] 이하에서는 표 1 내지 표 6를 이용하여 굴착기(200) 및 덤프트럭(300) 각각에 부착된 GPS(210, 310), RFID(220, 320), RPM(230, 330), 유압실린더(240, 340)으로부터 측정된 건설현장 데이터를 통해 분류된 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태를 설명한다.
- [0070] 하기의 표 1은 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)에 부착된 GPS(210, 310)의 변화에 따른 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태를 나타낸 것이다.

표 1

GPS	굴착기	덤프트럭
GPS 변동 있음 (이동)	Idle	Travel
GPS 변동 없음 (정지)	Excavate, Load, Idle	Dump, Load

- [0071]
- [0072] 표 1에서 도시한 바와 같이, 굴착기(200) 및 덤프트럭(300) 각각 이동하여 GPS(210, 310)의 좌표가 변동되는 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 대기(Idle) 상태로 분류하고, 덤프트럭(300)의 동작 상태를 운반(Travel) 상태로 분류한다.
- [0073] 그리고, 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)이 정지하여 GPS(210, 310)의 좌표가 변동이 없는 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 굴착(Excavate), 상차(Load), 대기(Idle) 상태로 분류하고, 덤프트럭(300)의 동작 상태를 사토(Dump), 상차(Load) 상태로 분류한다.
- [0074] 다음의 표 2는 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)에 부착된 RFID(220, 320)를 통하여 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태를 나타낸 것이다.

표 2

RFID	굴착기	덤프트럭
덤프트럭의 ID 또는 1	Load	Load
0	Excavate, Idle	Dump, Travel

- [0075]
- [0076] 표 2는 RFID(220, 320)을 이용하여 덤프트럭(300)이 굴착기(200) 근처에 존재하는지 여부를 통해 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태를 분류한다.
- [0077] 이때, 굴착기(200)는 RFID(220) 리더기가 부착되며, 덤프트럭(300)은 RFID(320) 태그가 부착될 수 있다.

- [0078] 예를 들어, 덤프트럭(300)에 부착된 RFID(320) 태그가 굴착기(200)의 RFID(220) 일정 반경 안에 존재하는 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 상차를 위한 것으로 인식하여 굴착기(200)의 RFID(220) 리더기를 통해 "해당 덤프트럭의 ID"를 기록하고, 덤프트럭(300)의 RFID(320) 태그를 통해 "1"로 기록한다.
- [0079] 그리고, 덤프트럭(300)의 RFID(320) 태그가 굴착기(200)의 RFID(220) 리더기로부터 일정 반경보다 멀리 떨어져 있는 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 RFID(220, 320)를 "0"으로 기록한다.
- [0080] 이때, 일정 반경은 2m로 설정하였으나, 관리자에 의해 변경될 수 있다.
- [0081] 즉, 표 2에서 도시한 바와 같이, RFID(220, 320)를 통해 기록된 것이 "덤프트럭의 ID" 또는 "1"인 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태를 각각 상차(Load) 상태로 분류한다.
- [0082] 그리고, RFID(220, 320)에 기록된 것이 "0"인 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 굴착(Excavate), 대기(Idle) 상태로 분류하고, 덤프트럭(300)의 동작 상태를 사토(Dump), 운반(Travel) 상태로 분류한다.
- [0083] 다음의 표 3은 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)에 부착된 RPM(230, 330)로부터 측정된 RPM 값에 따른 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태를 나타낸 것이다.

표 3

굴착기		덤프트럭	
RPM	동작상태	RPM	동작상태
800 이상 1200 미만	Idle	600 이상 1000 미만	Load
1200 이상 1600 미만	Load	800 이상 1200 미만	Dump
1600 이상	Excavate	1000 이상 1800 미만	Travel

- [0084]
- [0085] 표 3에서 도시한 바와 같이, 굴착기(200)의 RPM(230)으로부터 측정된 RPM값이 800RPM이상 1200RPM 미만인 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 대기(Idle) 상태로 분류하고, RPM값이 1200RPM 이상 1600RPM 미만인 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 상차(Load) 상태로 분류하며, RPM값이 1600RPM 이상인 경우 굴착기(200)가 흙을 깎거나 암석을 깨는 등의 가장 강한 강도로 일을 하는 것이므로, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 굴착(Excavate) 상태로 분류한다.
- [0086] 그리고, 덤프트럭(300)의 RPM(330)으로부터 측정된 RPM값이 600RPM 이상 1000RPM 미만인 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 덤프트럭(300)의 동작 상태를 상차(Load) 상태로 분류하고, RPM값이 800RPM 이상 1200RPM 미만인 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 덤프트럭(300)의 동작 상태를 사토(Dump) 상태로 분류하며, RPM값이 1000RPM 이상 1800RPM 미만인 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 덤프트럭(300)의 동작 상태를 운반(Travel) 상태로 분류한다.
- [0087] 다음의 표 4는 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)에 부착된 유압실린더(240, 340)의 길이 변동 유무를 통해 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태를 나타낸 표이다.

표 4

유압 Cylinder 변동	굴착기	덤프트럭
A (없음)	Idle	Travel, Load
B (있음)	Excavate, Load	Dump

- [0088]
- [0089] 표 4에서 도시한 바와 같이, 유압실린더의 변동이 없는 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 "A"로 기록하며, 유압실린더의 변동이 있는 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 "B"로 기록하는 것으로 설정한다.

[0090] 그리고, 유압실린더의 변동이 없는 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 대기(Idle) 상태로 분류하고, 덤프트럭(300)의 동작 상태를 운반(Travel), 상차(Load) 상태로 분류하며, 유압실린더의 변동이 있는 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 굴착(Excavate), 상차(Load) 상태로 분류하고, 덤프트럭(300)의 동작 상태를 사토(Dump) 상태로 분류한다.

[0091] 이와 같은 기준을 이용하여 건설 생산성 분석 시스템(100)은 건설현장 데이터를 복합적으로 이용하여 도 5 및 도 6과 같이 굴착기(200) 및 덤프트럭(300) 각각의 동작 상태를 분류한다.

[0092] 이하의 표 5는 건설현장 데이터를 복합적으로 이용하여 굴착기(200)의 동작 상태를 분류한 것이다.

표 5

굴착기 동작 판별 기준				
	GPS	RFID	RPM	Cylinder
Idle	무관	0	800 이상 1200 미만	A
Load	변동 없음	1	1200 이상 1600 미만	B
Excavate	변동 없음	0	1600 이상	B

[0093]

[0094] 표 5에서 도시한 바와 같이, 굴착기(200)의 RFID(220)가 "0"이고, RPM값이 800RPM 이상 1200RPM 미만이며, 유압실린더(240)를 통해 "A"로 기록된 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 대기(Idle) 상태로 분류하고, GPS(210)가 변동 없고, RFID(220)가 "1"이고, RPM값이 1200RPM 이상 1600RPM 미만이며, 유압실린더를 통해 "B"로 기록된 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 상차(Load) 상태로 분류하며, GPS(210)가 변동 없고, RFID(220)가 "0"이고, RPM값이 1600RPM 이상이며, 유압실린더를 통해 "B"로 기록된 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 동작 상태를 굴착(Excavate) 상태로 분류한다.

[0095] 다음의 표 6은 건설현장 데이터를 복합적으로 이용하여 덤프트럭(300)의 동작 상태를 분류한 것이다.

표 6

덤프트럭 동작 판별 기준				
	GPS	RFID	RPM	Cylinder
Travel	변동 있음 (없을 때도 있음)	0	600 이상 1000 미만	A
Load	변동 없음	1	800 이상 1200 미만	A
Dump	변동 없음	0	1000 이상 1800 미만	B

[0096]

[0097] 표 6에서 도시한 바와 같이, 덤프트럭(300)의 RFID(320)가 "0"이고, RPM값이 600RPM 이상 1000RPM 미만이며, 유압실린더(340)를 통해 "A"로 기록된 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 덤프트럭(300)의 동작 상태를 운반(Travel) 상태로 분류한다.

[0098] 이때, 덤프트럭(300)의 동작 상태가 운반(Travel) 상태인 경우, GPS(310)의 좌표는 변동이 있을 때도 있고, 없을 때도 있다.

[0099] 그리고, GPS(310)의 측정 위치 값이 변동 없고, RFID(320)가 "1"이고, RPM값이 800RPM 이상 1200RPM 미만이며, 유압실린더(340)를 통해 "A"로 기록된 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 덤프트럭(300)의 동작 상태를 상차(Load) 상태로 분류하고, GPS(310)가 변동 없고, RFID(320)가 "0"이고, RPM값이 1000RPM 이상 1800RPM 미만이며, 유압실린더(340)를 통해 "B"로 기록된 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 덤프트럭(300)의 동작 상태를 사토(Dump) 상태로 분류한다.

- [0100] 도 6a 및 도 6b는 도 4의 S420 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0101] 도 6a는 시간에 따른 굴착기의 동작 상태를 나타낸 예시도이고, 도 6b는 시간에 따른 덤프트럭의 동작 상태를 나타낸 예시도이다.
- [0102] 도 6a 및 도 6b에서 도시한 바와 같이, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기 및 덤프트럭의 위치(Location), RFID값, RPM값, 유압실린더의 상태를 복합적으로 이용하여 시간 순서대로 굴착기(200)의 동작 상태인 대기, 상차, 굴착 상태로 분류하고, 덤프트럭(300)의 동작 상태인 상차, 운반, 사토 상태로 분류한다.
- [0103] 예를 들어, 도 6a와 같이, [11:25:41] 시점에서의 굴착기(E_2)의 작업 상태를 상차(Load) 상태로 분류할 수 있으며, [11:32:11] 시점에서의 굴착기(E_2)의 작업 상태를 굴착(Excavate) 상태로 분류할 수 있다.
- [0104] 그리고, 도 6b와 같이, [11:25:41] 시점에서의 덤프트럭(D_1)의 작업 상태를 상차(Load) 상태로 분류할 수 있으며, [12:30:11] 시점에서의 덤프트럭(D_1)의 작업 상태를 운반(Travel) 상태로 분류할 수 있다.
- [0105] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 건설 생산성 분석 시스템(100)은 각각의 GPS(210, 310)를 통해 기 측정된 시간을 이용하여 시계열적으로 각각의 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 동작 상태에 따른 작업지속시간을 산출하여 공동작업 또는 개별작업 여부를 판단한다(S430).
- [0106] 그리고, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(200)의 상차(Load), 굴착(Excavate) 상태와 덤프트럭(300)의 상차(Load), 운반(Travel), 사토(Dump) 상태만 유효 데이터로 추출할 수 있다.
- [0107] 도 7a 및 도 7b는 도 4의 S430 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0108] 도 7a는 각각의 건설 장비에 따른 작업 상태를 나타낸 예시도이고, 도 7b는 공동작업 또는 개별작업을 나타낸 예시도이다.
- [0109] 도 7a에서 도시한 바와 같이, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 각 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)의 고유 ID 별로 시계열적으로 작업 상태를 나타낼 수 있다.
- [0110] 이때, 특정 굴착기 및 덤프트럭의 동작 상태가 모두 상차 상태이고, 동일한 시간대에 동일한 GPS 값을 가지는 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 해당되는 굴착기 및 덤프트럭이 공동 작업을 수행하는 것으로 판단한다.
- [0111] 예를 들어, 굴착기(E_1)의 경우, 시각 [11:29:01] 시점부터 [11:32:31]까지 덤프트럭(D_4)과 공동작업한 것을 확인할 수 있으며, 굴착기(E_2)의 경우, 시각 [11:25:31] 시점부터 [11:28:51] 시점까지 덤프트럭(D_1)과 공동작업한 것을 확인할 수 있다.
- [0112] 그리고, 굴착기(200)의 동작 상태가 굴착(Excavate) 상태이거나 덤프트럭(300)의 동작 상태가 운반(Travel), 사토(Dump) 상태인 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 해당 굴착기(200) 및 덤프트럭(300)이 개별작업을 수행하는 것으로 판단한다.
- [0113] 도 7b에서 도시한 바와 같이, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 도 7a에서 기록된 시각 및 동작상태를 이용하여 굴착기와 덤프트럭이 공동작업한 시간(Event time 1)과 굴착기 또는 덤프트럭이 각각 개별작업한 시간(Event time2, Event time 3, Event time 4)을 도출한다.
- [0114] 예를 들어, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(E_1)과 덤프트럭(D_4)이 3분 30초동안 공동작업한 것으로 작업 시간을 도출하고, 굴착기(E_1)과 덤프트럭(D_3)이 2분 40초동안 공동작업한 것으로 작업 시간을 도출할 수 있다.
- [0115] 그리고, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기(E_1)이 3분 10초동안 첫번째 개별작업한 시간으로 도출하고, 그 다음 2분 40초동안 두번째 개별작업한 시간으로 도출하며, 덤프트럭(D_1)이 28분 40초동안 개별작업한 것으로 작업 시간을 도출할 수 있다.
- [0116] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 건설 생산성 분석 시스템(100)은 공동작업 시간, 개별작업 시간 및 건설 장비의 대수를 기 학습된 웹사이트 모델에 입력하여 공정 시뮬레이션을 통해 건설 생산성을 분석한다(S440).
- [0117] 도 8a 내지 도 8j는 웹사이트 모델을 이용하여 건설 생산성 분석하는 과정을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0118] 먼저, S430 단계를 통해 특정 시간대에 굴착기 및 덤프트럭이 동공작업을 하는 것으로 판단되면, 건설 생산성

분석 시스템(100)은 도 8a에서 도시한 바와 같이 각 건설 장비별 QUE 노드를 생성하고, COMBI '동일작업'노드를 생성한다.

[0119] 그리고, 도 8b와 같이, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 COMBI노드에 각 QUE노드가 선행되도록 연결한다.

[0120] 그 다음, 도 8c와 같이, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 덤프트럭의 작업 시각의 순서에 따른 작업 상태를 이용하여 일정 주기로 반복되는 일련의 작업 상태를 통해 노드를 생성한다.

[0121] 이때, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기의 일정 주기로 반복되는 일련의 작업 상태를 이용하여 노드를 생성할 수 있다.

[0122] 여기서, 반복되는 작업 상태 중에서 COMBI 노드의 작업이 포함되어 있는 경우, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 도 8d에서 도시한 바와 같이 COMBI를 제외한 나머지 작업에 대하여 NORMAL 노드를 생성하고, 도 8e의 박스표시 부분과 같이 작업 시각 순으로 생성된 노드들을 후행 연결한다.

[0123] 그 다음, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 각 굴착기 및 덤프트럭 별 마지막 작업 노드를 도 8f의 박스표시 부분과 같이 각 굴착기 및 덤프트럭의 QUE노드에 후행하도록 연결한다.

[0124] 그 다음, 도 8g에서 도시한 바와 같이, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 1번 노드를 선행으로 하는 FUCTION 노드를 생성하고, 전체 사이클(Cycle) 중에서 마지막 작업을 나타내는 NORMAL 또는 COMBI 노드에 후행 연결한다.

[0125] 그 다음, 도 8h에서 도시한 바와 같이, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기 및 덤프트럭의 공동작업 시간 데이터를 통해 각 공동작업의 시간 분포를 생성한다.

[0126] 이때, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 굴착기 및 덤프트럭 각각의 개별작업 시간 데이터를 통해 각 개별작업의 시간 분포를 생성할 수 있다.

[0127] 그리고, 도 8i와 같이, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 생성된 작업의 시간 분포를 작업 노드의 번호와 동일하게 SET 노드를 생성하고, 작업 노드에 SET 노드를 기입한다.

[0128] 이때, 도 8i의 초록색 박스 부분에 나타낸 TRI는 모델링에 가장 적합한 시간 분포가 자동적으로 입력될 수 있다.

[0129] 그 다음, 도 8j의 박스표시 부분과 같이, 건설 생산성 분석 시스템(100)은 각 굴착기 및 덤프트럭의 건설현장 데이터로부터 각 굴착기 및 덤프트럭의 고유 ID를 식별하여 각 굴착기 및 덤프트럭 별 대수를 산정하고, 각 굴착기 및 덤프트럭 별 대수 및 이름과 각 장비를 나타내는 QUE노드를 기입하여 웹사이트클론 모델링 코드를 완성한다.

[0130] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 건설공사현장에서 데이터 수집부터 시뮬레이션을 통한 생산성 분석까지의 과정을 자동화하여 효율적으로 실시간 공정관리 시스템을 구축할 수 있으며, 이를 통해 건설 공사의 공정계획에 필수요소인 생산성 분석을 용이하게 할 수 있고 정량화된 데이터를 기반으로 해당 프로젝트뿐만 아니라 이후 다른 프로젝트에서도 정확한 데이터를 참고하여 더 효율적인 공정계획을 통해 건설공사의 수익성을 극대화시킬 수 있다. 그리고, 건설공사 현장에서 토목공사와 포장공사를 대상으로 하는 표준화된 웹사이트클론 모델링을 통해 생산성 분석하여 정량화된 생산성 데이터를 제공하며, 제공된 데이터를 통해 효율적인 자원 투입에 지원을 줄 수 있다. 또한, 생산성 데이터가 쌓일수록 공정계획의 신뢰성이 향상되고, 웹사이트클론 모델링을 통해 다른 공사에서도 활용할 수 있어 공사가 시작하기 전에 정확도가 향상된 공정계획을 통해 효율적인 공사 운영에 도움을 줄 수 있다.

[0131] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0132] 100: 건설 생산성 분석 시스템, 110: 데이터베이스부,

120: 동작 상태 분류부, 130: 판단부,

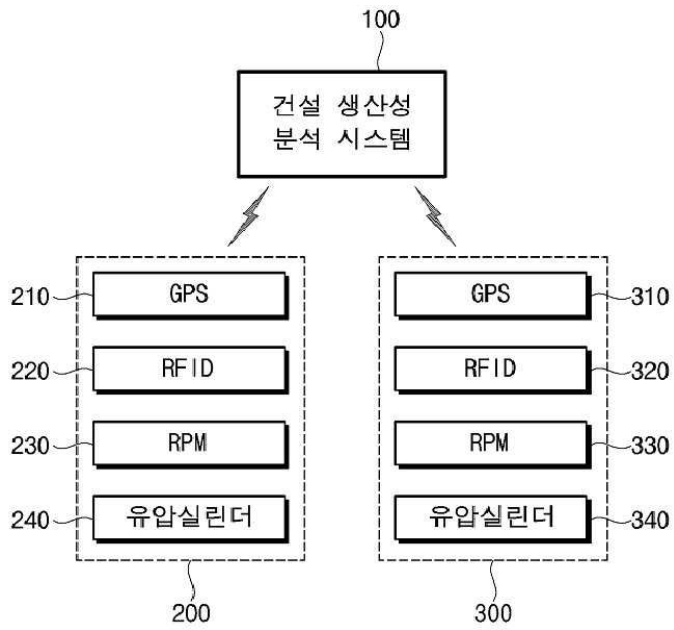
140: 시뮬레이션부, 200: 굴착기,

300: 덤프트럭, 210, 310: GPS,

220, 320: RFID, 230, 330: RPM,
240, 340: 유압실린더

도면

도면1



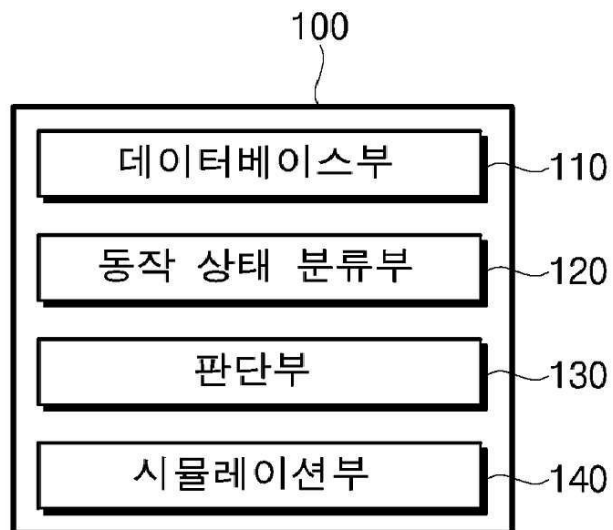
도면2a



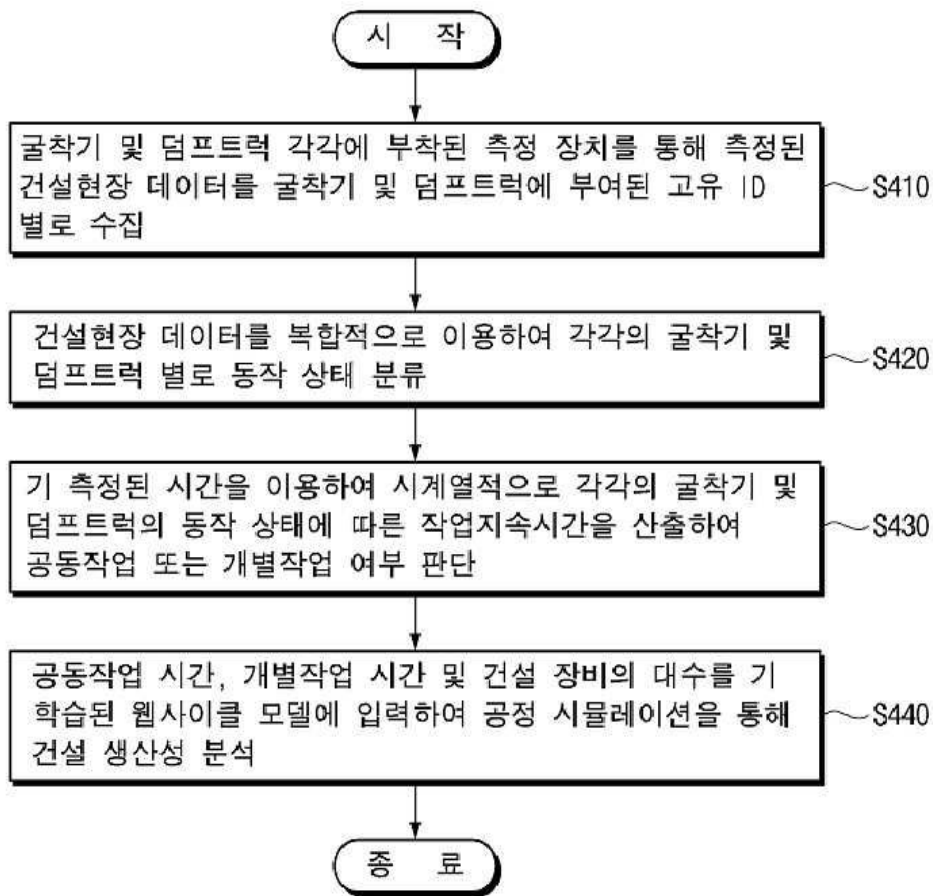
도면2b



도면3



도면4



도면5

ID: E2				
Time	Location	RFID	RPM	Cylinder
11:25:31	37.575869, 126.976859	D1	1265	B
11:25:41	37.575869, 126.976859	D1	1321	B
11:25:51	37.575869, 126.976859	D1	1456	B
11:26:01	37.575869, 126.976859	D1	1482	B
:	:	:	:	:
11:28:51	37.575869, 126.976859	D1	1584	B
11:29:01	37.575869, 126.976859	0	812	A
11:29:11	37.575869, 126.976859	0	1601	B
11:29:21	37.575869, 126.976859	0	1625	B
11:29:31	37.575869, 126.976859	0	1754	B
:	:	:	:	:
11:32:11	37.575869, 126.976859	0	1841	B
11:32:21	37.575869, 126.976859	0	1712	B
11:32:31	37.575869, 126.976859	D2	1568	B
11:32:41	37.575869, 126.976859	D2	1357	B
:	:	:	:	:
11:35:21	37.575869, 126.976859	D2	1595	B
11:35:31	37.575869, 126.976859	0	1865	B
:	:	:	:	:
11:38:01	37.575869, 126.976859	0	1621	B
11:38:11	37.575869, 126.976859	0	803	A
-	-	-	-	-
12:34:11	37.575869, 126.976859	D2	1264	B
12:34:21	37.575869, 126.976859	D2	1354	B
:	:	:	:	:
12:36:51	37.575869, 126.976859	D2	1247	B
12:37:01	37.575869, 126.976859	0	807	A
12:37:11	37.575869, 126.976859	0	1625	B
:	:	:	:	:
12:39:41	37.575869, 126.976859	0	1875	B
12:39:51	37.575869, 126.976859	D3	1547	B

도면6a

ID: E2					
Time	Location	RFID	RPM	Cylinder	Event
11:25:31	37.575869, 126.976859	D1	1285	B	Load
11:25:41	37.575869, 126.976859	D1	1321	B	Load
11:25:51	37.575869, 126.976859	D1	1456	B	Load
11:26:01	37.575869, 126.976859	D1	1482	B	Load
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
11:28:31	37.575869, 126.976859	D1	1584	B	Load
11:29:01	37.575869, 126.976859	0	812	A	Idle
11:29:11	37.575869, 126.976859	0	1601	B	Excavate
11:29:21	37.575869, 126.976859	0	1623	B	Excavate
11:29:31	37.575869, 126.976859	0	1754	B	Excavate
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
11:32:11	37.575869, 126.976859	0	1841	B	Excavate
11:32:21	37.575869, 126.976859	0	1712	B	Excavate
11:32:31	37.575869, 126.976859	D2	1568	B	Load
11:32:41	37.575869, 126.976859	D2	1357	B	Load
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
11:35:21	37.575869, 126.976859	D2	1593	B	Load
11:35:31	37.575869, 126.976859	0	1865	B	Excavate
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
11:36:01	37.575869, 126.976859	0	1621	B	Excavate
11:36:11	37.575869, 126.976859	0	803	A	Idle
⋮	-	-	-	-	-
12:34:11	37.575869, 126.976859	D2	1264	B	Load
12:34:21	37.575869, 126.976859	D2	1354	B	Load
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
12:36:51	37.575869, 126.976859	D2	1247	B	Load
12:37:01	37.575869, 126.976859	0	807	A	Idle
12:37:11	37.575869, 126.976859	0	1623	B	Excavate
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
12:39:41	37.575869, 126.976859	0	1875	B	Excavate
12:39:51	37.575869, 126.976859	D3	1547	B	Load
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
12:42:01	37.575869, 126.976859	D3	1325	B	Load

도면6b

ID: D1					
Time	Location	RFID	RPM	Cylinder	Event
11:25:41	37.575869, 126.976859	1	851	A	Load
11:25:51	37.575869, 126.976859	1	689	A	Load
11:26:01	37.575869, 126.976859	1	642	A	Load
:	:	:	:	:	:
11:28:51	37.575869, 126.976859	1	811	A	Load
11:29:01	37.571512, 126.976141	0	1021	A	Travel
11:29:11	37.571541, 126.972135	0	1068	A	Travel
:	:	:	:	:	:
11:57:41	37.478569, 126.973320	0	1320	A	Travel
11:57:51	37.478570, 126.973321	0	1125	B	Dump
11:58:01	37.478570, 126.973321	0	1182	B	Dump
:	:	:	:	:	:
11:58:41	37.478570, 126.973321	0	895	B	Dump
11:58:51	37.478572, 126.973332	0	1025	A	Travel
:	:	:	:	:	:
12:27:01	37.575877, 126.976842	0	1256	A	Travel
12:27:11	37.575878, 126.976842	1	849	A	Load
12:27:21	37.575878, 126.976842	1	752	A	Load
12:27:31	37.575878, 126.976842	1	682	A	Load
:	:	:	:	:	:
12:30:01	37.575878, 126.976842	1	982	A	Load
12:27:01	37.575877, 126.976842	0	1235	A	Travel
:	:	:	:	:	:
12:58:21	37.478569, 126.973320	0	1265	A	Travel
12:58:31	37.478570, 126.973321	0	1125	B	Dump
12:58:41	37.478570, 126.973321	0	982	B	Dump
:	:	:	:	:	:
12:59:31	37.478570, 126.973321	0	812	B	Dump

도면7a

Time	E1	E2	D1	D2	D3	D4
11:25:31	x	Load#E2#D1_1	-	-	-	-
11:25:41	Excavate#E1_1	Load#E2#D1_1	Load#E2#D1_1	-	-	-
11:25:51	Excavate#E1_1	Load#E2#D1_1	Load#E2#D1_1	-	-	-
11:26:01	Excavate#E1_1	Load#E2#D1_1	Load#E2#D1_1	-	-	-
:	:	:	:	-	-	-
11:28:51	Excavate#E1_1	Load#E2#D1_1	Load#E2#D1_1	-	-	-
11:29:01	Load#E1#D4_1	x	Travel#D1_1	-	-	Load#E1#D4_1
11:29:11	Load#E1#D4_1	Excavate#E2_1	Travel#D1_1	-	-	Load#E1#D4_1
11:29:21	Load#E1#D4_1	Excavate#E2_1	Travel#D1_1	-	-	Load#E1#D4_1
11:29:31	Load#E1#D4_1	Excavate#E2_1	Travel#D1_1	-	-	Load#E1#D4_1
:	:	:	:	-	-	:
11:32:11	Load#E1#D4_1	Excavate#E2_1	Travel#D1_1	-	-	Load#E1#D4_1
11:32:21	Load#E1#D4_1	Excavate#E2_1	Travel#D1_1	Load#E2#D2_1	-	Load#E1#D4_1
11:32:31	Load#E1#D4_1	Load#E2#D2_1	Travel#D1_1	Load#E2#D2_1	-	Load#E1#D4_1
11:32:41	Excavate#E1_2	Load#E2#D2_1	Travel#D1_1	Load#E2#D2_1	-	Travel#D4_1
:	:	:	:	-	-	:
11:35:21	Excavate#E1_2	Load#E2#D2_1	Travel#D1_1	Load#E2#D2_1	-	Travel#D4_1
11:35:31	Load#E1#D3_1	Excavate#E2_2	Travel#D1_1	Travel#D2_1	Load#E1#D3_1	Travel#D4_1
:	:	:	:	:	:	:
11:38:01	Load#E1#D3_1	Excavate#E2_2	Travel#D1_1	Travel#D2_1	Load#E1#D3_1	Travel#D4_1
11:38:11	Load#E1#D3_1	x	Travel#D1_1	Travel#D2_1	Load#E1#D3_1	Travel#D4_1
11:38:21	-	-	Travel#D1_1	Travel#D2_1	Travel#D3_1	Travel#D4_1
:	:	:	:	:	:	:
11:57:41	-	-	Travel#D1_1	Travel#D2_1	Travel#D3_1	Travel#D4_1
11:57:51	-	-	Dump#D1_1	Travel#D2_1	Travel#D3_1	Travel#D4_1
11:58:01	-	-	Dump#D1_1	Travel#D2_1	Travel#D3_1	Travel#D4_1
:	:	:	:	:	:	:
11:58:41	-	-	Dump#D1_1	Travel#D2_1	Travel#D3_1	Travel#D4_1
11:58:51	-	-	Travel#D1_2	Travel#D2_1	Travel#D3_1	Travel#D4_1
:	:	:	:	:	:	:
12:04:11	-	-	Travel#D1_2	Travel#D2_1	Travel#D3_1	Travel#D4_1
12:04:21	-	-	Travel#D1_2	Dump#D2_1	Travel#D3_1	Dump#D4_1
:	:	:	:	:	:	:
12:05:31	-	-	Travel#D1_2	Dump#D2_1	Travel#D3_1	Dump#D4_1
12:05:41	-	-	Travel#D1_2	Travel#D2_2	Travel#D3_1	Travel#D4_2
:	:	:	:	:	:	:
12:08:51	-	-	Travel#D1_2	Travel#D2_2	Travel#D3_1	Travel#D4_2
12:09:01	-	-	Travel#D1_2	Travel#D2_2	Dump#D3_1	Travel#D4_2
12:09:11	-	-	Travel#D1_2	Travel#D2_2	Dump#D3_1	Travel#D4_2

도면7b

굴착기+덤프트럭		굴착기		덤프트럭			
Load	Event time 1	Excavate	Event time 2	Travel	Event time 3	Dump	Event time 4
Load#E1#D4_1	0:03:30	Excavate#E1_1	0:03:10	Travel#D1_1	0:28:40	Dump#D1_1	0:00:50
Load#E1#D3_1	0:02:40	Excavate#E1_2	0:02:40	Travel#D1_2	0:28:10	Dump#D1_2	0:01:00
Load#E1#D1_1	0:02:50	Excavate#E1_3	0:03:50	Travel#D1_3	0:28:10	Dump#D2_1	0:01:10
Load#E1#D4_2	0:02:30	Excavate#E1_4	0:02:40	Travel#D2_1	0:28:40	Dump#D3_1	0:00:50
Load#E2#D1_1	0:03:10	Excavate#E2_1	0:03:10	Travel#D2_2	0:28:30	Dump#D4_1	0:01:10
Load#E2#D2_1	0:02:50	Excavate#E2_2	0:02:30	Travel#D3_1	0:30:30		
Load#E2#D2_2	0:02:40	Excavate#E2_3	0:02:30	Travel#D3_2	0:29:40		
Load#E2#D3_1	0:02:20			Travel#D4_1	0:31:30		
				Travel#D4_2	0:28:30		

도면8a

```

1 QUE 'DUMP TRUCK'
2 QUE 'EXCAVATOR'
3 COM 'LOAD'

```

도면8b

```

1 QUE 'DUMP TRUCK'
2 QUE 'EXCAVATOR'
3 COM 'LOAD' PRE 1 2

```

도면8c

ID: D1						
Time	Location	RFID	RPM	Cylinder	Event	
11:25:41	37.575869, 126.976859	1	851	A	Load	
11:25:51	37.575869, 126.976859	1	689	A	Load	
11:26:01	37.575869, 126.976859	1	642	A	Load	
:	:	:	:	:	:	
11:28:51	37.575869, 126.976859	1	811	A	Load	
11:29:01	37.571512, 126.976141	0	1021	A	Travel	
11:29:11	37.571541, 126.972135	0	1068	A	Travel	
:	:	:	:	:	:	
11:57:41	37.478569, 126.973520	0	1520	A	Travel	
11:57:51	37.478570, 126.973521	0	1125	B	Dump	
11:58:01	37.478570, 126.973521	0	1182	B	Dump	
:	:	:	:	:	:	
11:58:41	37.478570, 126.973521	0	895	B	Dump	
11:58:51	37.478572, 126.973532	0	1025	A	Travel	
:	:	:	:	:	:	
12:27:01	37.575877, 126.976842	0	1256	A	Travel	
12:27:11	37.575878, 126.976842	1	849	A	Load	
12:27:21	37.575878, 126.976842	1	752	A	Load	
12:27:31	37.575878, 126.976842	1	682	A	Load	
:	:	:	:	:	:	
12:30:01	37.575878, 126.976842	1	982	A	Load	
12:30:11	37.575864, 126.973821	0	1235	A	Travel	
:	:	:	:	:	:	
12:58:21	37.478569, 126.973520	0	1265	A	Travel	
12:58:31	37.478570, 126.973521	0	1125	B	Dump	
12:58:41	37.478570, 126.973521	0	982	B	Dump	
:	:	:	:	:	:	
12:59:31	37.478570, 126.973521	0	812	B	Dump	

도면8d

1	QUE	'DUMP TRUCK'
2	QUE	'EXCAVATOR'
3	COM	'LOAD' <u>PRE</u> 1 2
4	NOR	'TRAVEL'
5	NOR	'DUMP'
6	NOR	'TRAVEL'

도면8e

1	QUE	'DUMP TRUCK'
2	QUE	'EXCAVATOR'
3	COM	'LOAD' <u>PRE</u> 1 2 FOL 4
4	NOR	'TRAVEL' FOL 5
5	NOR	'DUMP' FOL 6
6	NOR	'TRAVEL'

도면8f

1	QUE	'DUMP TRUCK'
2	QUE	'EXCAVATOR'
3	COM	'LOAD' <u>PRE</u> 1 2 FOL 2 4
4	NOR	'TRAVEL' FOL 5
5	NOR	'DUMP' FOL 6
6	NOR	'TRAVEL' FOL 1

도면8g

1	QUE	'DUMP TRUCK'
2	QUE	'EXCAVATOR'
3	COM	'LOAD' <u>PRE</u> 1 2 FOL 2 4
4	NOR	'TRAVEL' FOL 5
5	NOR	'DUMP' FOL 6
6	NOR	'TRAVEL' FOL 1 7
7	FUN	<u>COU</u> FOL 1 QUA 1

도면8j

```

NAME EXAMPLE 1 PROCESS LENGTH 1000 CYCLES 30
NETWORK INPUT
1 QUE 'DUMP TRUCK'
2 QUE 'EXCAVATOR'
3 COM 'LOAD' SET 3 PRE 1 2 FOL 2 4
4 NOR 'TRAVEL' SET 4 FOL 5
5 NOR 'DUMP' SET 5 FOL 6
6 NOR 'TRAVEL' SET 6 FOL 1 7
7 FUN COU FOL 2 QUA 1
DURATION INPUT
SET 3 TRI 2.3 2.7 3.5
SET 4 TRI 28.2 28.7 31.5
SET 5 TRI 0.8 0.8 1.2
SET 6 TRI 28.2 28.5 29.7
RESOURCE INPUT
4 'DUMP TRUCK' AT 1
2 'EXCAVATOR' AT 2
    
```