(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0077427
(43) 공개일자 2022년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*G06Q 50/02* (2012.01) *A01B 69/04* (2006.01)
*F02D 41/14* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*G06Q 50/02* (2013.01)
*A01B 69/008* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0166353
(22) 출원일자 2020년12월02일
심사청구일자 2020년12월02일

(71) 출원인
**충남대학교산학협력단**
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
**엠디 아부 아읍 시디크**
대전광역시 유성구 궁동로18번길 71 301호
**전현호**
대전광역시 유성구 대학로76번길 77-5 힐링하우스 204호
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**이충한**

전체 청구항 수 : 총 4 항

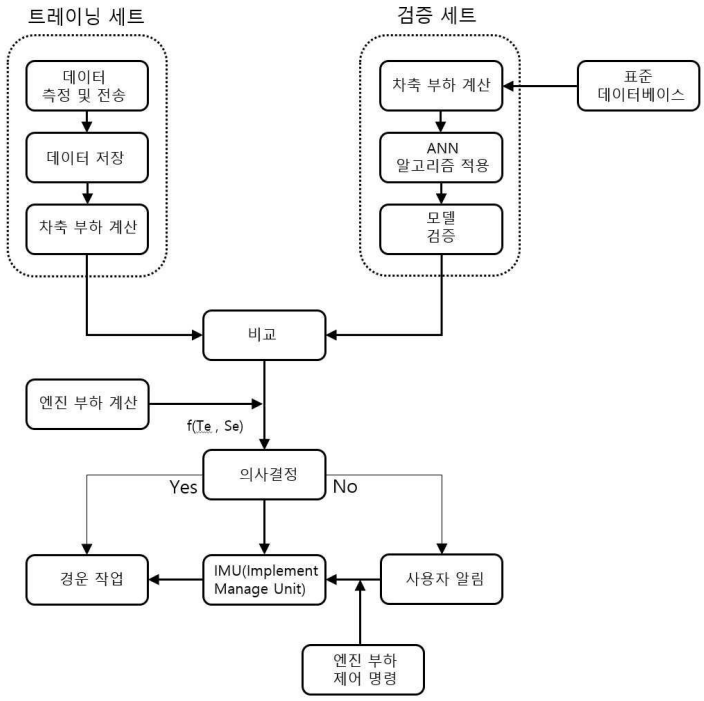
(54) 발명의 명칭 **농작업 기계의 스마트 부하 예측 시스템**

## (57) 요 약

본 발명은 농작업 기계의 스마트 부하 예측 시스템에 관한 것으로 보다 구체적으로는 현장 조건에 따라 농작업 기계의 부하를 예측하여 작업 수행 여부를 판단할 수 있는 농작업 기계의 스마트 부하 예측 시스템에 관한 것이다. 본 발명의 일양태에 따르면 농작업 기계의 부하를 예측하기 위한 스마트 부하 예측 시스템이 제공되고, 스마

(뒷면에 계속)

*대 표 도* - 도4



트 부하 예측 시스템은 농작업 기계와 통신가능한 부하 예측 서버를 포함하고, 농작업 기계는, 토양의 물성을 측정하기 위한 토양 측정부; 엔진의 부하를 측정하기 위한 부하 측정부; 및 스마트 부하 예측 시스템으로부터 전달되는 권장 부하 데이터를 저장하기 위한 권장 부하 저장부; 권장 부하 저장부에 기반하여 농작업 기계의 엔진 출력을 제어하기 위한 부하 적용부; 및 부하 예측 서버와 데이터를 송수신하기 위한 통신부;를 포함하고, 부하 예측 서버는, 농작업 기계로부터 측정되어 온 토양 및 부하 특성을 저장하기 위한 데이터 베이스; 데이터 베이스에 저장된 토양 및 부하 특성 데이터를 분석하기 위한 데이터 분석부; 분석된 토양 및 부하 특성 데이터에 기반하여 부하를 예측하고 권장 부하 데이터를 생성하기 위한 부하 예측 및 결정부를 포함한다.

(52) CPC특허분류
***F02D 41/1401*** (2013.01)
*B60Y 2200/221* (2013.01)
*F02D 2041/1433* (2013.01)
*F02D 2041/202* (2013.01)
*F02D 2200/10* (2013.01)

(72) 발명자
**이준호**
인천광역시 남동구 논현로 235 별빛마을웰카운티아파트 1009동1503호
**문석표**
대전광역시 유성구 대학로75번길 52-5 103호
**김용주**
세종특별자치시 국책연구원1로 15 새샘마을9단지 중흥리버뷰1차 901동 303호
**백승민**
대전광역시 동구 동대전로46번길 120 LH 이스트시티2단지 201동 1204호
**백승윤**
경기도 화성시 동탄지성로 405 화성태안푸르지오아파트 109동 703호
**이남규**
경기도 평택시 평택4로 123 신세계타운 102동 101호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 1345323363 |
| 과제번호 | LINCPLUS-2020-42 |
| 부처명 | 교육부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 사회맞춤형산학협력선도대학육성(LINC+) |
| 연구과제명 | 사회맞춤형산학협력선도대학(LINC+)육성(0.5) |
| 기 여 율 | 1/1 |
| 과제수행기관명 | 충남대학교 |
| 연구기간 | 2020.03.01 ~ 2021.02.28 |

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

농작업 기계의 부하를 예측하기 위한 스마트 부하 예측 시스템에 있어서,

스마트 부하 예측 시스템은 농작업 기계와 통신가능한 부하 예측 서버를 포함하고,

농작업 기계는,

토양의 물성을 측정하기 위한 토양 측정부;

엔진의 부하를 측정하기 위한 부하 측정부; 및

상기 스마트 부하 예측 시스템으로부터 전달되는 권장 부하 데이터를 저장하기 위한 권장 부하 저장부;

상기 권장 부하 저장부에 기반하여 농작업 기계의 엔진 출력을 제어하기 위한 부하 적용부; 및

부하 예측 서버와 데이터를 송수신하기 위한 통신부;를 포함하고,

상기 부하 예측 서버는,

상기 농작업 기계로부터 측정되어 온 토양 및 부하 특성을 저장하기 위한 데이터 베이스;

상기 데이터 베이스에 저장된 토양 및 부하 특성 데이터를 분석하기 위한 데이터 분석부;

상기 분석된 토양 및 부하 특성 데이터에 기반하여 부하를 예측하고 권장 부하 데이터를 생성하기 위한 부하 예측 및 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는

농작업 기계의 부하를 예측하기 위한 스마트 부하 예측 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 토양 측정부는 토양 수분율(Ms), 토양 부피 밀도(Pb), 토양 마찰(μ')을 측정하여 데이터 베이스에 전송하고,

상기 부하 측정부는 농작업 기계의 엔진 토크(Te), 엔진 스피드(Se), 견인력(Df), 전단 강도(Ss), 주행 속도(St), 휠 슬립(s), 휠 반경(Rw), 트랙터 전체 중량(W)을 측정하여 데이터 베이스에 전송하는 것을 특징으로 하는

농작업 기계의 부하를 예측하기 위한 스마트 부하 예측 시스템.

### 청구항 3

제3항에 있어서,

상기 부하 예측 및 결정부는 농작업 기계의 부하 예측을 위해 엔진, 견인력, 트랙터 주행 속도, 계수로 이루어진 변수를 포함하는 차축 토크 예측 모델을 포함하고, 차축 토크 예측 모델 아래의 식 (1)에 의해 정의되고,

$$T_a = f_i\left[(T_e, S_e), (D_f, M_s, \rho_b, S_s, \mu'), (S_t, s, R_w, W), C_i\right] \quad \text{(식 1)}$$

$C_i$는 각 변수들에 대한 계수이고(i=1,2,3,..., n)

$f_i$는 변수들에 대한 함수 번호(i=1,2,3,4), $f_1$은 엔진 함수, $f_2$는 구축(implement) 함수, $f_3$은 트랙터 주행 속도

의 함수, $f_4$는 각 변수들에 대한 계수의 함수인 것을 특징으로 하는

농작업 기계의 부하를 예측하기 위한 스마트 부하 예측 시스템.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 스마트 부하 예측 시스템은

작업중인 농작업 기계로부터 측정되는 토양 및 부하 데이터에 기반하여 계산된 실제 차축 부하와, 데이터 베이스로부터 계산된 표준 차축 부하를 서로 비교하여 엔진 부하를 계산하고, 실제 차축 부하가 표준 차축 부하를 초과하지 않은 경우 농작업 기계의 현재 엔진 부하를 허용하고, 실제 차축 부하가 표준 차축 부하를 초과하는 경우에는 권장 부하 데이터를 생성하여 농작업 기계에 전송하도록 구성된 것을 특징으로 하는

농작업 기계의 부하를 예측하기 위한 스마트 부하 예측 시스템.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 농작업 기계의 스마트 부하 예측 시스템에 관한 것으로 보다 구체적으로는 현장 조건에 따라 농작업 기계의 부하를 예측하여 작업 수행 여부를 판단할 수 있는 농작업 기계의 스마트 부하 예측 시스템에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0003] 농업 분야는 농업 인구의 감소 및 고령화, 농업 경영비 상승 등으로 농업 여건 개선이 시급한 실정이다. 따라서, 농업 분야의 경쟁력을 갖추어야 하는데, 그 중 가장 중요한 요소가 IT 및 센서 기술과의 접목을 통한 고부가가치 산업으로의 변신이다.

[0005] 한편, 최근 전자 기술의 발전으로, 농작업 기계를 무인으로 운용하고 있다. 일반적으로 자율주행기술은 운전자의 조작없이 자동차 스스로 주행환경을 인식하여 목표 지점까지 운행할 수 있도록 하는 기술로서, 차선이탈 방지 시스템과 차량 변경 제어기술, 장애물 회피 기술 등을 이용하여 출발지와 목적지를 입력하면 최적의 주행경로를 선택하여 스스로 주행할 수 있도록 하며, 자율주행기술이 적용된 자동차를 자율주행자동차 또는 무인자동차라한다.

[0007] 이러한 자율주행기술은 기본적으로 도로를 주행하는 자동차에 적용되고 있지만, 군사적인 목적이나 농업기술에도 많이 이용되고 있다. 구체적으로 자율주행기술을 적용된 농작업 기계로서 자율주행 트랙터가 있다. 자율주행 트랙터는 스스로 알아서 움직이는 트랙터로서, 트랙터가 알아서 경작지의 위치와 크기를 측정한 후, 작업경로를 생성하여 작업하도록 하고 있다.

[0009] 그러나 농기계의 경우 일반 무인자동차와는 다르게 작물이 재배되는 토양에서 운행되는 경우가 대부분인데 이 경우 토양의 특성에 따라 농기계의 출력이 다르게 운행되어야 한다.

[0011] 예를 들면 경심 깊이는 묘목의 재배에 중요한 요소로서 충분한 경심 깊이 따라 경작물의 수확량이 달라지게 된다. 경심 깊이를 높이기 위해서는 높은 엔진 출력을 요구하게 되는데, 간척지와 같은 토양 환경이 좋지 않은 경우에는 농기계의 슬립 비율이 높아지게 되고 따라서 트랙터와 같은 농기계의 성능 역시 저하되어 버리는 문제가

있었다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 전술한 문제점에 기반하여 안출된 발명으로서 농기계가 작업하는 현장에서의 토양의 특성에 기반하여 농작업 기계의 적절한 부하량을 결정하여 작업 효율을 향상시킬 수 있는 농작업 기계의 스마트 부하 예측 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0015] 또한 스마트 부하 예측을 통해 농기계가 슬립될 확율을 저하시킴으로써 보다 안전한 농작업 환경을 제공하고 또한 불필요한 전력이 낭비되는 것을 방지하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0017] 본 발명은 전술한 과제를 해결하기 위해 안출된 발명으로서 본 발명의 일양태에 따르면 농작업 기계의 부하를 예측하기 위한 스마트 부하 예측 시스템이 제공되고, 스마트 부하 예측 시스템은 농작업 기계와 통신가능한 부하 예측 서버를 포함하고,

[0018] 농작업 기계는,

[0019] 토양의 물성을 측정하기 위한 토양 측정부;

[0020] 엔진의 부하를 측정하기 위한 부하 측정부; 및

[0021] 상기 스마트 부하 예측 시스템으로부터 전달되는 권장 부하 데이터를 저장하기 위한 권장 부하 저장부;

[0022] 상기 권장 부하 저장부에 기반하여 농작업 기계의 엔진 출력을 제어하기 위한 부하 적용부; 및

[0023] 부하 예측 서버와 데이터를 송수신하기 위한 통신부;를 포함하고,

[0024] 상기 부하 예측 서버는,

[0025] 상기 농작업 기계로부터 측정되어 온 토양 및 부하 특성을 저장하기 위한 데이터 베이스;

[0026] 상기 데이터 베이스에 저장된 토양 및 부하 특성 데이터를 분석하기 위한 데이터 분석부;

[0027] 상기 분석된 토양 및 부하 특성 데이터에 기반하여 부하를 예측하고 권장 부하 데이터를 생성하기 위한 부하 예측 및 결정부를 포함한다.

[0029] 또한 전술한 양태에서, 토양 측정부는 토양 수분율(Ms), 토양 부피 밀도(Pb), 토양 마찰(μ')을 측정하여 데이터 베이스에 전송하고,

[0030] 상기 부하 측정부는 농작업 기계의 엔진 토크(Te), 엔진 스피드(Se), 견인력(Df), 전단 강도(Ss), 주행 속도(St), 휠 슬립(s), 휠 반경(Rw), 트랙터 전체 중량(W)을 측정하여 데이터 베이스에 전송하도록 구성된다.

[0032] 또한 전술한 양태에서 부하 예측 및 결정부는 농작업 기계의 부하 예측을 위해 엔진, 견인력, 트랙터 주행 속도, 계수로 이루어진 변수를 포함하는 차축 토크 예측 모델을 포함하고, 차축 토크 예측 모델 아래의 식 (1)에 의해 정의되고,

[0033] $$T_a = f_i\left[(T_e, S_e), (D_f, M_s, \rho_b, S_s, \mu'), (S_t, s, R_w, W), C_i\right] \quad \text{(식 1)}$$

[0034] $C_i$는 각 변수들에 대한 계수이고(i=1,2,3,..., n)

[0035] $f_i$는 변수들에 대한 함수 번호(i=1,2,3,4), $f_1$은 엔진 함수, $f_2$는 구축(implement) 함수, $f_3$은 트랙터 주행 속도의 함수, $f^4$는 각 변수들에 대한 계수의 함수인 것이 바람직하다.

[0037] 또한 전술한 양태에서 스마트 부하 예측 시스템은,

[0038] 작업중인 농작업 기계로부터 측정되는 토양 및 부하 데이터에 기반하여 계산된 실제 차축 부하와, 데이터 베이스로부터 계산된 표준 차축 부하를 서로 비교하여 엔진 부하를 계산하고, 실제 차축 부하가 표준 차축 부하를 초과하지 않은 경우 농작업 기계의 현재 엔진 부하를 허용하고, 실제 차축 부하가 표준 차축 부하를 초과하는 경우에는 권장 부하 데이터를 생성하여 농작업 기계에 전송하도록 구성된다.

## *발명의 효과*

[0040] 본 발명에 따르면 농작업 기계가 작업하는 현장에서의 토양의 특성에 기반하여 농작업 기계의 적절한 부하량을 결정될 수 있기 때문에 불필요한 엔진의 고출력을 방지할 수 있어 작업 효율이 향상될 수 있다.

[0042] 또한 본 발명에 따르면 스마트 부하 예측을 통해 농기계가 슬립될 확율을 저하시킴으로써 보다 안전한 농작업 환경을 제공할 수 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0044] 도 1은 본 발명에 따른 농작업 기계의 스마트 부하 예측 시스템의 전체 구성을 개략적으로 도시한 도면.

도 2는 본 발명에 따른 스마트 부하 예측 시스템에 이용되는 농작업 기계 및 부하 예측 서버의 구성을 개략적으로 도시한 블록도;

도 3은 본 발명에 스마트 부하 예측 시스템에서 표준 데이터 베이스의 구축의 과정을 나타내는 도면;

도 4는 본 발명에 따른 스마트 부하 예측 시스템에서 농작업 기계의 부하의 예측 및 적용의 과정을 나타내는 흐름도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0045] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이다.

[0047] 본 명세서에서 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 그리고 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 따라서, 몇몇 실시예들에서, 잘 알려진 구성 요소, 잘 알려진 동작 및 잘 알려진 기술들은 본 발명이 모호하게 해석되는 것을 피하기 위하여 구체적으로 설명되지 않는다.

[0049] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 그리고, 본 명세서에서 사용된(언급된) 용어들은 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 또한, '포함(또는, 구비)한다'로 언급된 구성 요소 및 동작은 하나 이상의 다른 구성요소 및 동작의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0051] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로

사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 정의되어 있지 않은 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0053] 도 1은 본 발명에 따른 농작업 기계의 스마트 부하 예측 시스템의 전체적인 구성을 나타내는 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 농작업 기계의 스마트 부하 예측 시스템(1)은 농작업 현장에서 작업을 수행하는 농작업 기계(10) 및 상기 농작업 기계(10)와 무선 네트워크를 통해 연결되는 부하 예측 서버(20)를 포함한다.

[0055] 농작업 기계(10)는 농작업을 위해 실제 야외 농작업 필드에서 작업을 수행하는 예를 들면 트랙터, 컴바인, 경운기, 로더, 논두렁기, 로타리와 같은 농작업 기계 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0057] 부하 예측 서버(20)는 농작업 기계(10)가 작업하는 토양에 대한 분석을 수행하여 사용자의 농작업 기계(10)에 이를 제공하도록 구성된다. 이에 대해서는 이하에 보다 구체적으로 설명하도록 한다.

[0059] 네트워크는 농작업 기계(10)와 부하 예측 서버(20) 사이에서 정보 교환이 가능한 연결 구조를 의미하는 것으로, 이러한 네트워크의 일 예에는 RF, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 네트워크, LTE(Long Term Evolution) 네트워크, 5GPP(5th Generation Partnership Project) 네트워크, WIMAX(World Interoperability for Microwave Access) 네트워크, 인터넷(Internet), LAN(Local Area Network), Wireless LAN(Wireless Local Area Network), WAN(Wide Area Network), PAN(Personal Area Network), 블루투스(Bluetooth) 네트워크, NFC 네트워크, 위성 방송 네트워크, 아날로그 방송 네트워크, DMB(Digital MultimediaBroadcasting) 네트워크 등이 포함되나 이에 한정되지는 않는다.

[0061] 도 2는 본 발명의 전술한 실시예에서의 농작업 기계(10) 및 부하 예측 서버(20)의 내부 구성을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이 농작업 기계(10) 예를 들면 트랙터(10)는 토양 측정부(110), 부하 측정부(120), 부하 적용부(130), 부하 저장부(140) 및 통신부(150)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0063] 토양 측정부(110)는 트랙터와 같은 농작업 기계(10)에 제공되고 토양 측정부(110)는 현재 트랙터가 작업중인 현장의 토양의 성분 또는 물성치를 측정한다. 토양의 측정은 원추관입계, 수분측정기 등을 통해 측정되거나, 트랙터의 차륜에 의한 토양 침하량을 2D LiDAR 센서를 사용하여 측정하여 토양의 단단함 정도를 측정할 수 있다. 측정되는 토양의 특성은 토양 수분율(Ms), 토양 부피 밀도(Pb), 토양 마찰(μ') 등이 포함될 수 있다.

[0065] 부하 측정부(120)는 차량의 엔진 토크(Te), 엔진 스피드(Se), 견인력(Df), 전단 강도(Ss), 주행 속도(St), 휠 슬립(s), 휠 반경(Rw), 트랙터 전체 중량(W), 계수(Ci)를 포함하는 차량의 동작 부하를 측정하도록 기능한다.

[0067] 통신부(130)는 토양 측정부(110) 및 부하 측정부(120)에서 측정된 토양 측정 데이터와 부하 측정 데이터를 부하 예측 서버(20)로 전송하고 부하 예측 서버(20)에서의 예측된 부하값에 따른 권장 부하 데이터를 수신한다.

[0069] 부하 저장부(140)는 서버(20)로부터 수신되는 권장 부하 데이터를 수신하고 부하 적용부(150)는 저장된 권장 부하 데이터에 기반하여 트랙터의 최대 부하량을 제어하게 된다.

[0071] 즉 트랙터의 전체 부하가 제어되어 트랙터가 미끌어지는 사고를 미연에 방지할 수 있게 된다.

[0073] 부하 예측 서버(20)에 대해 설명한다. 부하 예측 서버(20)는 토양 및 차량 부하와 관련된 표준 데이터 베이스

(240)를 포함한다. 표준 데이터 베이스(240)는 적합한 토양 조건을 결정하기 위해, 표준 데이터와 측정 데이터 사이의 비교를 위해 필요하다.

[0075] 표준 데이터 베이스는 한국 농업의 다양한 기하학적 지역에 대해 매뉴얼별 토양 특성을 측정하여 개발한다. 수동적인 방법으로 원추관입계, 수분측정기, 전단강도 측정기 등의 측정기를 이용하여 측정될 수 있다.

[0077] 이러한 데이터는 이론적으로 분석되며, 표준적인 방법으로 처리될 수 있다. 수동적으로 측정된 데이터는 공통 서버에 저장되어 국내 농업분야의 표준 데이터 베이스로 사용된다. 표준 데이터 베이스(240)에 대한 설명은 도 3과 같다.

[0079] 도 3에 도시된 바와 같이 표준 데이터 베이스(240)의 구축은 먼저 농작업 기계(10)로부터의 작동을 수행하고(S101), 농작업 기계(10)의 작동중에 토양 관련 데이터 및 농기계 부하 관련 데이터, 예를 들면 차량의 엔진 토크(Te), 엔진 스피드(Se), 견인력(Df), 토양 수분율(Ms), 토양 부피 밀도(Pb), 전단 강도(Ss), 토양 마찰(μ'), 주행 속도(St), 휠 슬립(s), 휠 반경(Rw), 트랙터 전체 중량(W), 계수(Ci)등이 수집되고(S102), 수집된 데이터를 기반하여 데이터 분석부(220)을 통해 토양의 특성을 분석하고(S103), 이어서 분석된 토양 분석을 표준 데이터 베이스화하여 표준 데이터 베이스(240)가 구축될 수 있다.

[0081] 본 발명에서 부하의 예측을 위해 부하 예측 및 결정부(230)이 제공된다. 부하의 예측을 위해 농기계의 엔진 사양, 트랙터 사양, 견인력, 계수와 같은 여러 변수가 포함된다. 특히 본 발명에서 부하 예측을 위해 4가지 변수(엔진, 견인력, 트랙터 주행 속도, 계수)를 고려하여 차축 토크 예측 모델을 개발하였다. 예측 모델은 다음과 같다.

[0082] $$T_a = f_i\left[(T_e, S_e), (D_f, M_s, \rho_b, S_s, \mu'), (S_t, s, R_w, W), C_i\right]$$

[0083] 여기서 Ci는 각 변수들에 대한 계수이고(i=1,2,3,..., n)

[0084] $f_i$는 변수들에 대한 함수 번호(i=1,2,3,4), $f_1$은 엔진 함수, $f_2$는 구축(implement) 함수, $f_3$은 트랙터 주행 속도의 함수, $f_4$는 각 변수들에 대한 계수의 함수이다.

[0086] 전술한 예측 모델에서 토양 특성은 견인력을 예측하는데 이용될 수 있다.

[0088] 도 4는 부하 예측의 전체적인 과정을 나타내는 도면이다.  도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이 부하 예측을 위한 실시예에서는 두 세트의 데이터를 구비한다. 제1 세트의 데이터는 실시간으로 농기계로부터 측정되는 트레이닝 세트 데이터이고 제2 세트의 데이터는 표준 데이터 베이스로부터의 검증 데이터 세트이다.

[0090] 이 부하 예측은 ANN 알고리즘을 이용하여 구현되었고, ANN(Artificial Neural Network)은 표준 데이터 베이스를 이용하여 차축 부하를 계산하고 부하 예측 모델을 검증하는데 사용되었다.

[0092] 먼저 트레이닝 세트의 데이터를 만들기 위해, 농작업 기계는 필드에서 작업을 수행하고 토양 특성이 실시간으로 부하 예측 서버로 전송되어 저장되고 토양의 특성이 분석되고 측정된 데이터에 기반하여 차축 부하가 계산된다.

[0094] 한편 검증 세트에서는 표준 데이터 베이스의 축적된 데이터를 이용하여 차축부하의 계산을 진행하게 된다.

[0096] 이어서 부하 예측 및 결정부(230)에 의해 트레이닝 세트 및 검증 세트를 이용하여 계산된 각각의 차축 부하가 서로 비교되고 부하 예측 및 결정부(230)에 의해 현재 농기계의 엔진 부하가 적절한지 여부가 결정된다. 트레이닝 세트의 부하가 검증 모델을 만족한다면 트랙터는 현재 진행중인 부하에서 계속 작업을 수행하게 되지만 그렇지 않은 경우 부하 예측 및 결정부(230)에서 결정된 적절한 권장 부하 데이터를 농기계로 전송하고 권장 부하 데이터에 의해 제한된 부하에서 농기계가 동작하게 된다.

[0098] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0100] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively)처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0102] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0104] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0106] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속하는 것으로 해석되어야만 한다.

## 부호의 설명

[0108] 10: 농작업 기계 20: 부하 예측 서버

110: 토양 측정부 120: 부하 측정부

130: 통신부 140: 부하 저장부

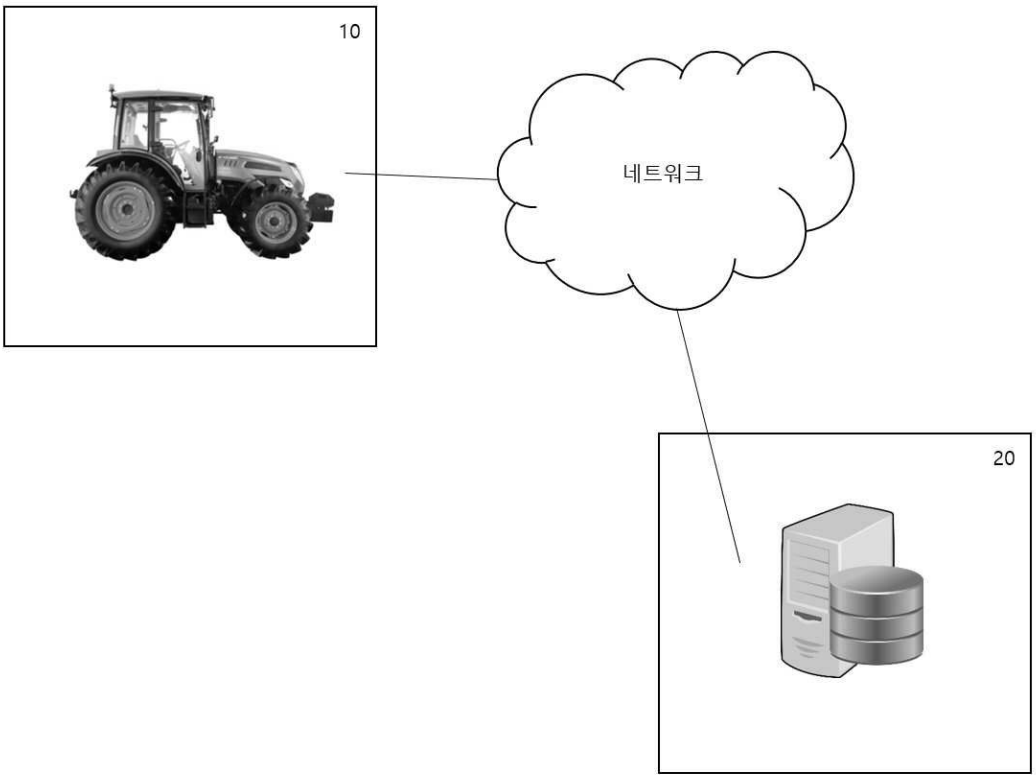
150: 부하 적용부 210: 통신부

220: 데이터 분석부 230: 부하 예측 및 결정부

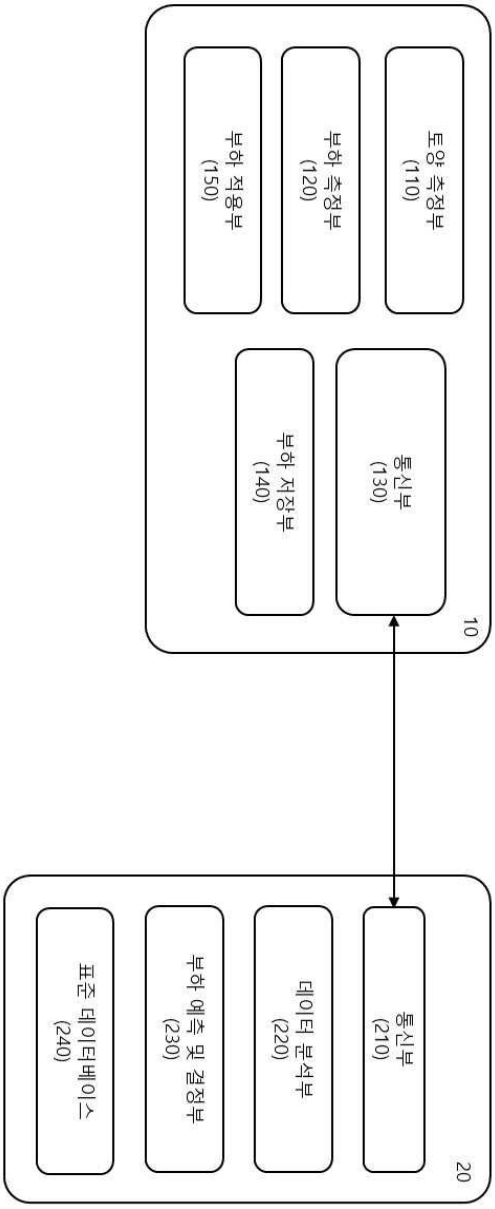
240: 표준 데이터 베이스

## 도면

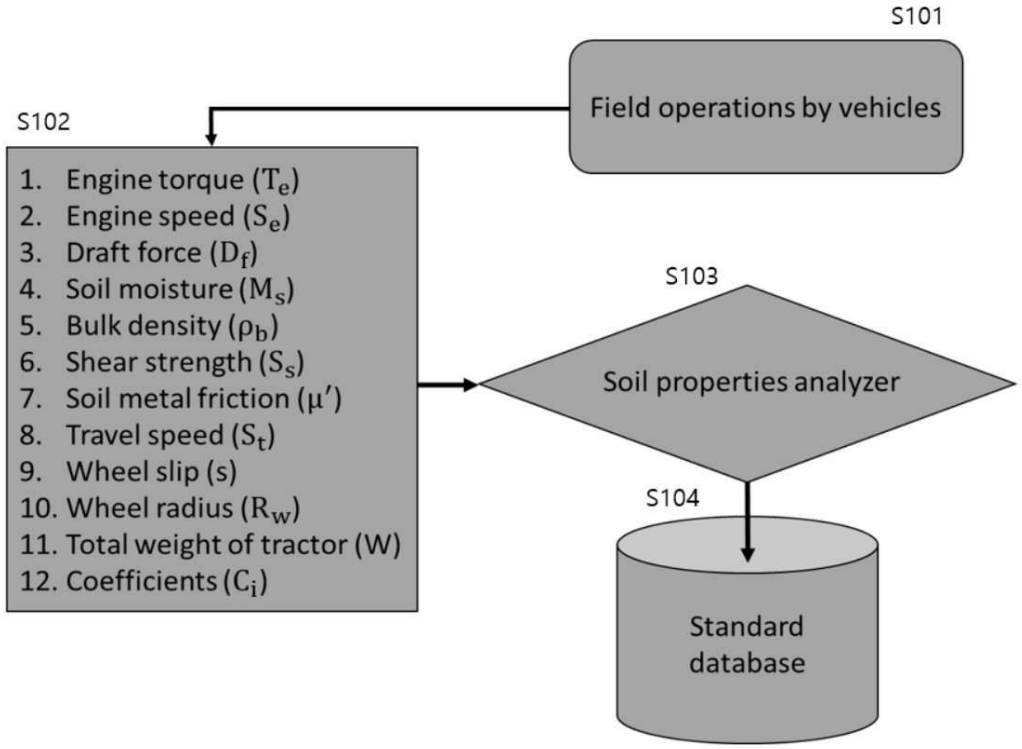
### 도면1



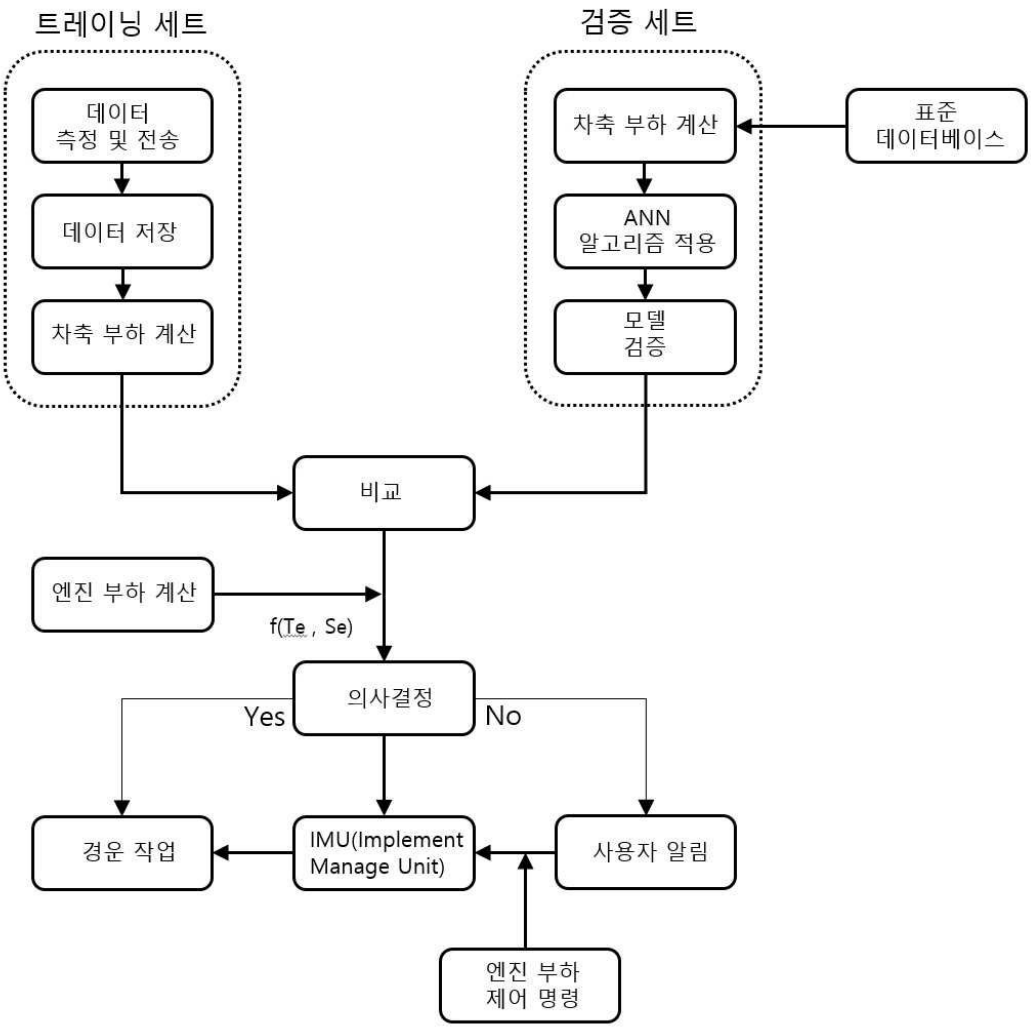
도면2


10
토양 측정부
(110)
부하 측정부
(120)
부하 적용부
(150)
통신부
(130)
부하 저장부
(140)
20
통신부
(210)
데이터 분석부
(220)
부하 예측 및 결정부
(230)
표준 데이터베이스
(240)

도면3


S101
Field operations by vehicles
S102
1. Engine torque ($T_e$)
2. Engine speed ($S_e$)
3. Draft force ($D_f$)
4. Soil moisture ($M_s$)
5. Bulk density ($\rho_b$)
6. Shear strength ($S_s$)
7. Soil metal friction ($\mu'$)
8. Travel speed ($S_t$)
9. Wheel slip (s)
10. Wheel radius ($R_w$)
11. Total weight of tractor (W)
12. Coefficients ($C_i$)
S103
Soil properties analyzer
S104
Standard database

도면4


트레이닝 세트
검증 세트
데이터
측정 및 전송
데이터 저장
차축 부하 계산
차축 부하 계산
표준
데이터베이스
ANN
알고리즘 적용
모델
검증
비교
엔진 부하 계산
f(Te , Se)
의사결정
Yes
No
경운 작업
IMU(Implement
Manage Unit)
사용자 알림
엔진 부하
제어 명령