



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월18일  
(11) 등록번호 10-1846092  
(24) 등록일자 2018년03월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06Q 50/08 (2012.01) G06F 17/10 (2006.01)  
G06Q 10/04 (2012.01) G06Q 10/06 (2012.01)  
(52) CPC특허분류  
G06Q 50/08 (2013.01)  
G06F 17/10 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-0129129  
(22) 출원일자 2016년10월06일  
심사청구일자 2016년10월06일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020120129420 A\*  
KR1020030068661 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
인하대학교 산학협력단  
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)  
(72) 발명자  
한승우  
인천광역시 연수구 신송로82번길 6, 402동 803호 (송도동, 송도풍림아이원4단지아파트)  
고용호  
인천광역시 남구 재념이길123번길 1 (용현동)  
신영근  
인천광역시 연수구 컨벤시아대로42번길 77, 906동 1804호 (송도동, 더샵 엑스포)  
(74) 대리인  
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 배혜정

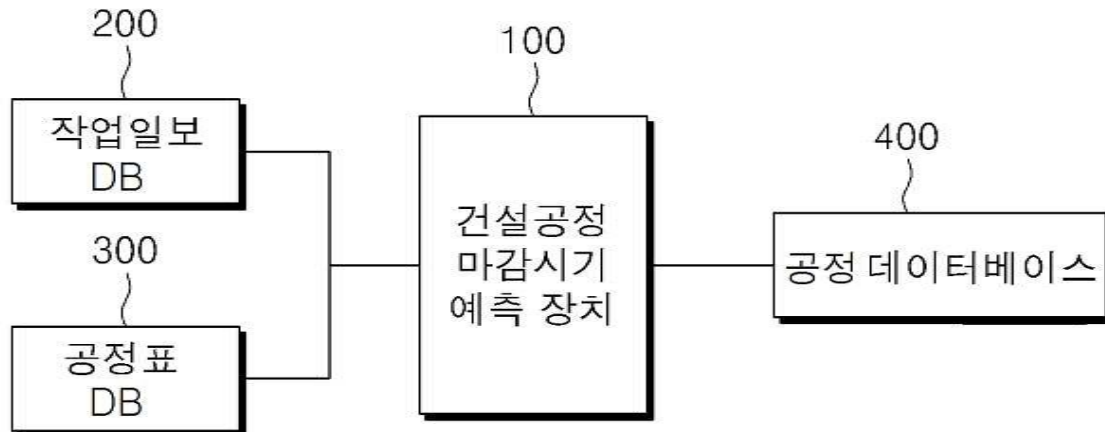
(54) 발명의 명칭 공정 패턴 분석을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치 및 그 예측 방법

(57) 요약

본 발명은 공정 패턴 분석을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치 및 그 예측 방법에 관한 것으로, 건설 공정 마감 시기 예측 장치는 하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 전문분야별로 투입된 인원 및 자재 데이터를 표준화하여 표준

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



화된 노무량 및 자재투입량을 추출하는 표준화부, 상기 표준화된 노무량과 표준화된 자재 투입량간의 양의 관계 지수 및 음의 관계지수를 연산하는 연산부, 상기 연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수가 임계값보다 작은 값을 가지는 적어도 하나의 전문분야를 선택하고, 건설 공정 계획에 따라 상기 선택된 전문분야에 투입 예상되는 인원수를 이용하여 자재투입량을 예측하는 자재투입량 예측부, 그리고 상기 예측된 자재투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 계획된 자재의 투입 목표량에 도달하는 시간인 건설 공정의 마감 시기를 예측하는 마감 시기 예측부를 포함한다.

본 발명에 따르면, 초고층 건설 프로젝트와 같이 공정 생산성을 판단하기 어려운 현장에서도 적용이 가능하며, 현재 수행중인 프로젝트의 성과 데이터를 기반으로 실제 현장에 적합하고 신뢰성 높은 공정 마감 시기를 예측할 수 있다.

(52) CPC특허분류

*G06Q 10/04* (2013.01)

*G06Q 10/0631* (2013.01)

*G06Q 10/0633* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 52700-1

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공학개인지초연구지원

연구과제명 빅데이터정보 기반 건설공정 추이패턴 분석 모델(Big-CORE) 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교

연구기간 2015.11.01 ~ 2016.10.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집하는 데이터 수집부,

상기 전문분야별로 투입된 인원 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출하는 표준화부,

상기 표준화된 노무량과 표준화된 자재 투입량간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 연산하는 연산부,

상기 연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수가 임계값보다 작은 값을 가지는 적어도 하나의 전문분야를 선택하고, 건설 공정 계획에 따라 상기 선택된 전문분야에 투입 예상되는 인원수를 이용하여 자재투입량을 예측하는 자재투입량 예측부, 그리고

상기 예측된 자재투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 계획된 자재의 투입 목표량에 도달하는 시간인 건설 공정의 마감 시기를 예측하는 마감 시기 예측부를 포함하고,

상기 연산부는,

상기 표준화된 노무량(standardized<sub>노무량</sub>)과 표준화된 자재투입량 (standardized<sub>자재투입량</sub>)간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 다음 수학식을 이용하여 연산하는 건설 공정 마감 시기 예측 장치:

$$\text{양의 관계지수} = \frac{\sum_{i=1}^n |\text{standardized}_{\text{노무량}} - \text{standardized}_{\text{자재투입량}}|}{n}$$

$$\text{음의 관계지수} = \frac{\sum_{i=1}^n |1 - \text{standardized}_{\text{노무량}} - \text{standardized}_{\text{자재투입량}}|}{n}$$

여기서 n은 일정 기간 동안 수집된 투입된 전문분야의 인원수 또는 투입된 자재투입량을 나타낸다.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자재투입량 예측부는,

선택된 전문분야의 투입될 노무량을 다음 수학식에 적용하여 자재투입량을 예측하는 건설 공정 마감 시기 예측 장치:

$$\text{자재투입량}_{\text{예측}} = x_1 \times \text{노무량}_1 \pm x_2 \times \text{노무량}_2 \pm \dots \pm x_k \times \text{노무량}_k + \text{constant}$$

여기서,  $x_1, x_2, \dots, x_k$ 는 각각의 전문분야의 계수,  $\text{노무량}_1, \text{노무량}_2, \dots, \text{노무량}_k$ 는 각 상기 전문분야에 투입될 인원 수, constant는 상수를 나타낸다.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 자재투입량 예측부는,

상기 선택된 전문분야의 계수 및 상수 값을 각각 기 설정된 단위만큼 변경해가면서 대입하여 자재투입량<sub>예측</sub>를 연산하고

동일 시간 단위에 대응하는 실제 자재투입량과 상기 자재투입량<sub>예측</sub>간의 오차를 각 시간 단위마다 연산하며,

상기 연산된 오차의 총합이 가장 작도록 하는 전문분야 계수 및 상수 값을 추출하는 건설 공정 마감 시기 예측 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전문분야 계수는,

상기 선택된 전문분야의 양의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우 양(+)의 부호로 설정되고, 상기 선택된 전문분야의 음의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우 음(-)의 부호로 설정되는 건설 공정 마감 시기 예측 장치.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 자재투입량 예측부는,

상기 상수의 값을 다음의 조건을 만족한 범위 내에서 기 설정된 단위만큼 변경시키는 건설 공정 마감 시기 예측 장치:

$$\mu_{\text{자재투입량}} - \sigma_{\text{자재투입량}} \leq \text{constant} \leq \mu_{\text{자재투입량}} + \sigma_{\text{자재투입량}}$$

여기서,  $\mu_{\text{자재투입량}}$ 은 일정 기간동안 실제 자재투입량의 평균 값,  $\sigma_{\text{자재투입량}}$ 은 일정 기간동안 실제 자재투입량의 표준편차 값을 나타낸다.

#### 청구항 7

건설 공정 마감 시기 예측 장치를 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 방법에 있어서,

하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집하는 단계,

상기 전문분야별로 투입된 인원 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출하는 단계,

상기 표준화된 노무량과 표준화된 자재 투입량간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 연산하는 단계,

상기 연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수가 임계값보다 작은 값을 가지는 적어도 하나의 전문분야를 선택하고, 건설 공정 계획에 따라 상기 선택된 전문분야에 투입 예상되는 인원수를 이용하여 자재투입량을 예측하는 단계, 그리고

상기 예측된 자재투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 계획된 자재의 투입 목표량에 도달하는 시간인 건설 공정의 마감 시기를 예측하는 단계를 포함하고,

상기 관계지수를 연산하는 단계는,

상기 표준화된 노무량(standardized<sub>노무량</sub>)과 표준화된 자재투입량 (standardized<sub>자재투입량</sub>)간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 다음 수학적식을 이용하여 연산하는 건설 공정 마감 시기 예측 방법:

$$\text{양의 관계지수} = \frac{\sum_{i=1}^n |\text{standardized}_{\text{노무량}} - \text{standardized}_{\text{자재투입량}}|}{n}$$

$$\text{음의 관계지수} = \frac{\sum_{i=1}^n |1 - \text{standardized}_{\text{노무량}} - \text{standardized}_{\text{자재투입량}}|}{n}$$

여기서 n은 일정 기간 동안 수집된 투입된 전문분야의 인원수 또는 투입된 자재투입량을 나타낸다.

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 자재투입량을 예측하는 단계는,

선택된 전문분야에 투입될 노무량을 다음 수학식에 적용하여 자재투입량을 예측하는 건설 공정 마감 시기 예측 방법:

$$\text{자재투입량}_{\text{예측}} = x_1 \times \text{노무량}_1 \pm x_2 \times \text{노무량}_2 \pm \dots \pm x_k \times \text{노무량}_k + \text{constant}$$

여기서,  $x_1, x_2, \dots, x_k$ 는 각각의 전문분야의 계수,  $\text{노무량}_1, \text{노무량}_2, \dots, \text{노무량}_k$ 는 각 상기 전문분야에 투입될 인원수, constant는 상수를 나타낸다.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 자재투입량을 예측하는 단계는,

상기 선택된 전문분야의 계수 및 상수 값을 각각 기 설정된 단위만큼 변경해가면서 대입하여 자재투입량<sub>예측</sub>를 연산하고

동일 시간 단위에 대응하는 실제 자재투입량과 상기 자재투입량<sub>예측</sub>간의 오차를 각 시간 단위마다 연산하며,

상기 연산된 오차의 총합이 가장 작도록 하는 전문분야 계수 및 상수 값을 추출하는 건설 공정 마감 시기 예측 방법.

#### 청구항 11

제9항에 있어서,

상기 전문분야의 계수는,

상기 선택된 전문분야의 양의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우 양(+)의 부호로 설정되고, 상기 선택된 전문분야의 음의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우 음(-)의 부호로 설정되는 건설 공정 마감 시기 예측 방법.

#### 청구항 12

제9항에 있어서,

상기 자재투입량을 예측하는 단계는,

상기 상수의 값을 다음의 조건을 만족한 범위 내에서 기 설정된 단위만큼 변경시키는 건설 공정 마감 시기 예측 방법:

$$\mu_{\text{자재투입량}} - \sigma_{\text{자재투입량}} \leq \text{constant} \leq \mu_{\text{자재투입량}} + \sigma_{\text{자재투입량}}$$

여기서,  $\mu_{\text{자재투입량}}$  은 일정 기간동안 실제 자재투입량의 평균 값,  $\sigma_{\text{자재투입량}}$  은 일정 기간동안 실제 자재투입량의 표준편차 값을 나타낸다.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 공정 패턴 분석을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치 및 그 예측 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 건설 공정에서 사용되는 자재와 여러 전문 분야에서 투입되는 노무량을 이용하여 건설 공정 마감 시기를 예측하는 공정 패턴 분석을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치 및 그 예측 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 건설 프로젝트의 대형화 및 복잡화됨에 따라 건설 공정 과정도 다양해지고 복잡해져 공사의 공정 생산성 및 진척 사항을 정확하게 파악하기가 어렵다.

[0003] 건설 프로젝트에서 공사의 진척 사항을 파악하는 것은 전체 공사 기간 산정 및 예산 관리를 위해 필수적으로 수행되어야 하기 때문에 국내 현장에서는 비용분류체계(Cost Breakdown Structure: CBS)를 기반으로 진도 파악을 실시하고 있다. 하지만, 이러한 단위 작업 수준의 진도 관리는 많은 노력과 시간이 소요되기 때문에 대부분의 현장에서는 포괄적인 수준에서만 현장 상황을 파악하고 있는 실정이다.

[0004] 건설 현장의 공정 진척 상황을 파악하는 것은 미래에 수행할 잔여 작업량 수행을 위한 인력, 자재, 그리고 자금계획 수립을 위해 필수적으로 수행되어야 하므로 기존의 수행한 성과 데이터 및 유사 프로젝트의 정보를 수집하고 분석해야 하지만 이 또한, 많은 노력과 시간이 과다하게 요구되기 때문에 실제 경험에 의한 의사결정으로 이뤄지고 있다. 이러한 경험에 의한 의사결정은 현장관리자의 능력에 따라 크게 좌우될 수 있으며 공사비 증가 및 공사기간 지연 등의 발생될 수 있다.

[0005] 그러므로, 기존의 공사 데이터 분석을 기반으로 잔여 작업량을 분석하여 공사의 진척사항을 판단하여 공사 마감 시기를 예측할 수 있는 기술이 요구된다.

[0006] 초고층 건설 프로젝트와 같은 공사의 공정 생산성을 파악하기 어려운 상황에서 실제 투입된 인력 및 자재의 관계 분석을 통해 공정 마감시기를 예측하는 기술이 요구된다.

[0007] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 국내등록특허 제10-2003-0068661호(2003.08.25. 공고)에 게시되어 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 상세하게는 건설 공정에서 사용되는 자재와 여러 전문 분야에서 투입되는 노무량을 이용하여 건설 공정 마감 시기를 예측하는 공정 패턴 분석을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치 및 그 예측 방법을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면, 건설 공정 마감 시기 예측 장치는 하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 전문분야별로 투입된 인원 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출하는 표준화부, 상기 표준화된 노무량과 표준화된 자재 투입량간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 연산하는 연산부, 상기 연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수가 임계값보다 작은 값을 가지는 적어도 하나의 전문분야를 선택하고, 건설 공정 계획에 따라 상기 선택된 전문분야에 투입 예상되는 인원수를 이용하여 자재투입량을 예측하는 자재투입량 예측부, 그리고 상기 예측된 자재투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 계획된 자재의 투입 목표량에 도달하는 시간인 건설 공정의 마감 시기를 예측하는 마감 시기 예측부를 포함한다.

[0010] 상기 연산부는, 상기 표준화된 노무량(standardized<sub>노무량</sub>)과 표준화된 자재투입량 (standardized<sub>자재투입량</sub>)간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 다음 수학식을 이용하여 연산할 수 있다.

$$\text{양의 관계지수} = \frac{\sum_{i=1}^n |\text{standardized}_{\text{노무량}} - \text{standardized}_{\text{자재투입량}}|}{n}$$

$$\text{음의 관계지수} = \frac{\sum_{i=1}^n |1 - \text{standardized}_{\text{노무량}} - \text{standardized}_{\text{자재투입량}}|}{n}$$

[0011]

[0012] 여기서 n은 일정 기간 동안 수집된 투입된 전문분야의 인원수 또는 투입된 자재투입량을 나타낸다.

[0013] 상기 자재투입량 예측부는, 선택된 전문분야의 투입될 노무량을 다음 수학식에 적용하여 자재투입량을 예측할 수 있다.

[0014]

$$\text{자재투입량}_{\text{예측}} = x_1 \times \text{노무량}_1 \pm x_2 \times \text{노무량}_2 \pm \dots \pm x_k \times \text{노무량}_k + \text{constant}$$

[0015] 여기서,  $x_1, x_2, \dots, x_k$ 는 각각의 전문분야의 계수, 노무량<sub>1</sub>, 노무량<sub>2</sub>, ..., 노무량<sub>k</sub>는 각 상기 전문분야에 투입될 인원 수, constant는 상수를 나타낸다.

[0016] 상기 자재투입량 예측부는, 상기 선택된 전문분야의 계수 및 상수 값을 각각 기 설정된 단위만큼 변경해가면서 대입하여 상기 자재투입량<sub>예측</sub>을 연산하고 동일 시간 단위에 대응하는 상기 실제 자재투입량과 상기 자재투입량<sub>예측</sub>간의 오차를 각 시간 단위마다 연산하며, 상기 연산된 오차의 총합이 가장 작도록 하는 전문분야 계수 및 상수 값을 추출할 수 있다.

[0017] 상기 전문분야 계수는, 상기 선택된 전문분야의 양의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우 양(+)의 부호로 설정되고, 상기 선택된 전문분야의 음의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우 음(-)의 부호로 설정될 수 있다.

[0018] 상기 자재투입량 예측부는, 상기 상수의 값을 다음의 조건을 만족한 범위 내에서 기 설정된 단위만큼 변경시킬 수 있다.

[0019]

$$\mu_{\text{자재투입량}} - \sigma_{\text{자재투입량}} \leq \text{constant} \leq \mu_{\text{자재투입량}} + \sigma_{\text{자재투입량}}$$

[0020] 여기서,  $\mu_{\text{자재투입량}}$ 은 일정 기간동안 실제 자재투입량의 평균 값,  $\sigma_{\text{자재투입량}}$ 은 일정 기간동안 실제 자재투입량의 표준편차 값을 나타낸다.

[0021] 본 발명에 다른 실시예에 따르면, 건설 공정 마감 시기 예측 장치를 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 방법에 있어서, 하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집하는 단계, 상기 전문분야별로 투입된 인원 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출하는 단계, 상기 표준화된 노무량과 표준화된 자재 투입량간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 연산하는 단계, 상기 연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수가 임계값보다 작은 값을 가지는 적어도 하나의 전문분야를 선택하고, 건설 공정 계획에 따라 상기 선택된 전문분야에 투입 예상되는 인원수를 이용하여 자재투입량을 예측하는 단계, 그리고 상기 예측된 자재투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 계획된 자재의 투입 목표량에 도달하는 시간인 건설 공정의 마감 시기를 예측하는 단계를 포함한다.

### 발명의 효과

[0022] 본 발명에 따르면, 초고층 건설 프로젝트와 같이 공정 생산성을 판단하기 어려운 현장에서도 적용이 가능하며, 기존의 수행한 유사 프로젝트 또는 현재 수행중인 프로젝트의 성과 데이터를 기반으로 분석을 실시하여 실제 현장에 적합하고 신뢰성 높은 공정 마감 시기를 예측할 수 있다.

[0023] 또한, 본 발명은 별도의 데이터를 분석하는 것이 아닌 프로젝트 현장에서 존재하는 데이터를 활용하여 공정 마감 시기를 예측함으로써, 시간 및 비용 절감의 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치의 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치의 건설 공정 마감 시기 예측 방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치의 공정 마감 시기를 예시적으로 설명하기 위한 그래프이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 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 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0026] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0027] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0029] 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)는 건설 현장에서 작성되는 작업 일보 DB(200) 및 공정표 DB(300)를 이용하여 공정 패턴을 분석하여 건설 공정 마감 시기를 예측한다. 여기서, 공정 패턴이란 건설 공정에 따라 투입되는 노무량과 투입되는 자재량을 나타낸다.
- [0030] 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)는 건설 공정 및 건설 공정 마감 시기를 예측하는 과정에서 생성 및 가공되는 전반적인 데이터는 별도의 공정 데이터 베이스(400)에 저장하여 관리할 수 있다.
- [0031] 그리고 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)는 작업 일보 DB(200) 및 공정표 DB(300)를 저장하고 있는 서버와 통신을 통해 해당 데이터를 수집할 수 있다.
- [0032] 작업 일보 DB(200)는 현장에서 투입된 인원, 장비 및 자재에 대한 일일 데이터가 기록된 데이터베이스로서, 작업 현장에서는 필수적으로 행해지고 있으며, 수기 또는 컴퓨터 프로그램을 통해 작성된다.
- [0033] 공정표 DB(300)는 공사 현장에 있어서 착공부터 완성까지의 일정, 작업량 등 시공 계획을 미리 예정하여 표시한 관리 도표를 포함한다.
- [0034] 즉, 작업 일보 DB(200)는 현재 현장에서 행해지는 작업 현장에 대한 결과물을 작성하는 데이터를 저장한다면, 공정표 DB(300)는 앞으로 현장에서 사용될 계획을 작성하는 데이터를 나타낸다.
- [0035] 공정 데이터 베이스(400)는 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)가 마감시기를 예측한 결과 데이터와 수집한 데이터 및 실제 마감 시기와 관련된 데이터들을 저장한다. 이때, 저장되는 데이터들은 건설 공정에 따라 분류되어, 추후에 비슷한 공정으로 건설되는 프로젝트에서 마감시기를 예측하고자 할 때 제공될 수 있다.
- [0036] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치의 구성도이다.
- [0037] 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)는 데이터 수집부(110), 표준화부(120), 연산부(130), 자재투입량 예측부(140), 마감 시기 예측부(150)를 포함한다.
- [0038] 먼저, 데이터 수집부(110)는 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문 분야별로 투입된 인원, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집한다. 데이터 수집부(110)는 작업 일보 DB (200), 공정표 DB(300) 등과 같이 건설 공정에 투입된 데이터, 앞으로 투입될 계획에 있는 데이터 및 각 자재의 최종 투입 목표치를 수집할 수 있으며, 이외에도 건설 공정의 계획 또는 현장에서 작성되는 데이터를 더 수집할 수 있다.
- [0039] 또한, 데이터 수집부(110)는 마감 시기를 예측하고자 하는 건설 공정과 유사한 건설 공정에서 마감 시기를 예측

한 자료를 추가적으로 수집할 수 있다.

- [0040] 여기서, 전문분야별 투입되는 인원은 건설 공정에서 행해지는 기술 분야에서 일하는 기술자를 나타내지만, 특정 회사에서 투입하는 직원을 포함할 수 있다.
- [0041] 예를 들어, 전문분야별 인원 수는 기술 분야에 따라 철근공, 콘크리트공, 배관공으로 구분되어 투입되는 인원수를 나타낼 수 있고, 특정 회사 또는 기관에서 투입되는 인원수를 나타낼 수 있다. 즉, 전문분야는 기술 분야뿐만 아니라 인력을 제공하는 회사 또는 기관을 나타낼 수 있다.
- [0042] 이하에서는 설명의 편의상 "전문분야"는 기술분야뿐만 아니라 인력을 제공하는 회사 또는 기관을 통칭하여 사용한다.
- [0043] 그리고, 표준화부(120)는 전문분야별로 투입된 인원 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출한다.
- [0044] 연산부(130)는 표준화된 노무량과 표준화된 자재 투입량간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 연산한다. 연산부(130)는 전문분야별 투입된 인원수와 자재 투입량간의 상관관계를 추정하기 위해 표준화된 데이터를 이용하여 양의 관계지수와 음의 관계지수를 연산한다.
- [0045] 자재투입량 예측부(140)는 연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수가 임계값보다 작은 값을 가지는 적어도 하나의 전문분야를 선택하고, 건설 공정 계획에 따라 선택된 전문분야에 투입 예상되는 인원수를 이용하여 자재투입량을 예측한다.
- [0046] 또한, 마감 시기 예측부(150)는 예측된 자재투입량을 누적하여 건설 공정에서 계획된 자재의 투입 목표량에 도달하는 시간인 건설 공정의 마감 시기를 예측한다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치의 건설 공정 마감 시기 예측 방법을 나타낸 순서도이다.
- [0048] 먼저, 데이터 수집부(110)는 하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집한다(S310).
- [0049] 즉, 데이터 수집부(110)는 철근공, 콘크리트공, 작업 반장, 조적공등 기술분야별로 현장에 투입되는 인원수 또는 특정 회사별로 투입되는 인원수를 수집한다. 이때, 데이터 수집부(110)는 투입되는 자재와 관련된 전문분야를 선택할 수 있고 랜덤으로 전문분야를 선택하여 투입되는 인원수를 수집할 수 있다.
- [0050] 또한, 데이터 수집부(110)는 현장 관리자로부터 데이터를 직접 입력받거나 해당 건설 공정을 관리하는 서버와 통신망을 통해 데이터를 수집할 수 있다.
- [0051] 다음으로 표준화부(120)는 전문분야별로 투입된 인원 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출한다(S320).
- [0052] 표준화부(120)는 다음의 수학적 식 1을 이용하여 표준화 작업을 수행할 수 있다.

### 수학적 식 1

$$standardized_{\text{노무량}} = \frac{\text{노무량}_i - \min_{\text{노무량}}}{\max_{\text{노무량}} - \min_{\text{노무량}}}$$

- [0053]
- [0054] 여기서,  $Standardized_{\text{노무량}}$ 는 표준화된 노무량을 나타내고,  $\text{노무량}_i$ 는 일정 시간 간격의 전문분야의 투입된 인원수 중에서  $i$ 번째 전문분야의 투입된 인원수,  $\min_{\text{노무량}}$ 는 전문분야의 투입된 인원수 중에서 최소값,  $\max_{\text{노무량}}$ 는 전문분야의 투입된 인원수 중에서 최대값을 나타낸다.
- [0055] 표준화 작업부(220)는 자재 데이터에 대해서도 동일하게 수학적 식 1을 적용하여 표준화된 자재투입량을 추출할 수 있다.
- [0056] 다음으로 연산부(130)는 표준화된 노무량과 표준화된 자재 투입량간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 다음

수학식 2를 이용하여 연산한다(S330).

## 수학식 2

$$\text{양의 관계지수} = \frac{\sum_{i=1}^n |\text{standardized}_{\text{노무량}} - \text{standardized}_{\text{자재투입량}}|}{n}$$

$$\text{음의 관계지수} = \frac{\sum_{i=1}^n |1 - \text{standardized}_{\text{노무량}} - \text{standardized}_{\text{자재투입량}}|}{n}$$

[0057]

[0058]

여기서 n은 일정 기간 동안 수집된 투입된 전문분야의 인원수 또는 투입된 자재투입량을 나타낸다.

[0059]

다음으로, 자재투입량 예측부(140)는 연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수가 임계값보다 작은 값을 가지는 적어도 하나의 전문분야를 선택하고, 건설 공정 계획에 따라 선택된 전문분야에 투입 예상되는 인원수를 이용하여 자재투입량을 예측한다(S340).

[0060]

자재투입량 예측부(140)는 임계값을 0.3으로 설정하고, 양의 관계지수가 0.3보다 작은 경우 해당 전문분야에 투입되는 인원수가 증가하면 자재투입량도 증가하는 양의 상관관계에 있다고 추정하며, 음의 관계지수가 0.3보다 작은 경우 해당 전문분야에 투입되는 인원수가 증가하면 자재투입량이 감소하는 음의 상관관계에 있다고 추정한다.

[0061]

그러므로, 자재투입량 예측부(140)는 연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수 중에서 하나의 관계지수가 0.3보다 작은 값을 가지는 전문분야를 선택한다. 여기서, 임계값은 추후에 사용자에 의해서 용이하게 변경 및 설정 가능하다.

[0062]

다음으로 자재투입량 예측부(140)는 선택된 전문분야에 투입될 노무량을 다음 수학식 3에 적용하여 자재투입량을 예측할 수 있다.

## 수학식 3

$$\text{자재투입량}_{\text{예측}} = x_1 \times \text{노무량}_1 \pm x_2 \times \text{노무량}_2 \pm \dots \pm x_k \times \text{노무량}_k + \text{constant}$$

[0063]

[0064]

여기서,  $x_1, x_2, \dots, x_k$ 는 각각의 전문분야의 계수,  $\text{노무량}_1, \text{노무량}_2, \dots, \text{노무량}_k$ 는 각 전문분야에 투입될 인원수, constant는 상수를 나타낸다.

[0065]

이때, 전문분야 계수는, 선택된 전문분야의 양의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우 양(+)의 부호로 설정되고, 선택된 전문분야의 음의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우 음(-)의 부호로 설정될 수 있다.

[0066]

그리고 자재투입량 예측부(140)는 상수의 값을 다음의 조건을 만족한 범위 내에서 기 설정된 단위만큼 변경시킬 수 있다.

## 수학식 4

$$\mu_{\text{자재투입량}} - \sigma_{\text{자재투입량}} \leq \text{constant} \leq \mu_{\text{자재투입량}} + \sigma_{\text{자재투입량}}$$

[0067]

[0068]

여기서,  $\mu_{\text{자재투입량}}$ 은 일정 기간동안 실제 자재투입량의 평균 값,  $\sigma_{\text{자재투입량}}$ 은 일정 기간동안 실제 자재투입량의 표준편차 값을 나타낸다.

[0069]

먼저, 자재투입량 예측부(140)는 각 전문분야에 투입된 인원수와 실제 자재투입량을 이용하여 각각의 전문분야의 계수 및 상수를 추출한다. 이때, 자재투입량 예측부(140)는 투입된 인원수를 수학식 3에 적용하여 예측된 자

재투입량과 실제 투입량과의 오차값이 가장 작은 값을 갖도록 각각의 전문분야의 계수( $x_1, x_2, \dots, x_k$ )와 계수 값을 기설정된 값인 0.001 단위로 각각 조정하여 연산한다.

표 1

| $x_1$ | $x_2$ | ... | $x_k$ | constant |
|-------|-------|-----|-------|----------|
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.001 | 0.001    |
| 0.002 | 0.001 | ... | 0.001 | 0.001    |
| 0.003 | 0.001 | ... | 0.001 | 0.001    |
| ...   | 0.001 | ... | 0.001 | 0.001    |
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.001 | 0.001    |
| 0.001 | 0.002 | ... | 0.001 | 0.001    |
| 0.001 | 0.003 | ... | 0.001 | 0.001    |
| 0.001 | ...   | ... | 0.001 | 0.001    |
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.001 | 0.001    |
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.002 | 0.001    |
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.003 | 0.001    |
| 0.001 | 0.001 | ... | ...   | 0.001    |
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.001 | 0.002    |
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.001 | 0.003    |
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.001 | ...      |
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.001 | 0.002    |
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.002 | 0.002    |
| 0.001 | 0.001 | ... | 0.003 | 0.002    |
| 0.001 | 0.001 | ... | ...   | 0.002    |
| 0.001 | 0.002 | ... | 0.001 | 0.002    |
| 0.001 | 0.003 | ... | 0.001 | 0.002    |
| ...   | ...   | ... | ...   | ...      |

[0070]

[0071]

자재투입량 예측부(140)는 표 1과 같이 계수  $x_2$ , 계수  $x_k$ , 상수constant를 고정하고, 계수  $x_1$  값을 0.001단위로 높여가면서 수학적 식 3에 적용하여 자재투입량을 예측하고, 계수  $x_1$ , 계수  $x_k$ , 상수constant를 고정하고 계수  $x_2$  값을 0.001단위만큼 높여가면서 수학적 식 3에 적용하여 자재투입량을 예측한다.

[0072]

즉, 자재투입량 예측부(140)는 선택된 전문분야의 계수 및 상수 값을 각각 기 설정된 단위만큼 변경해가면서 수학적 식 3에 대입하여 자재투입량<sub>예측</sub>을 연산하고 동일 시간 단위에 대응하는 실제 자재투입량과 자재투입량<sub>예측</sub>간의 오차를 각 시간 단위마다 연산한다.

[0073]

예를 들어 공사 시작일부터 현재 시점까지의 공사일이 60일이며, 시간 단위는 일일 단위라고 가정하면, 계수  $x_1(0.001)$ , 계수  $x_2(0.001)$ , 계수  $x_k(0.001)$  및 상수constant 값(0.001)이 적용된 수학적 식 3을 통해 자재투입량 예측부(140)는 공사 시작부터 현재 시점까지 일일 단위로 투입된 인원수를 이용하여 60개의 자재투입량<sub>예측</sub>을 연산할 수 있다.

[0074]

자재투입량 예측부(140)는 60개의 자재투입량<sub>예측</sub> 값과 60개의 실제 투입된 자재 투입량간의 오차 값을 연산하여 계수  $x_1(0.001)$ , 계수  $x_2(0.001)$ , 계수  $x_k(0.001)$  및 상수constant 값(0.001)에 따른 총 오차 값을 연산할 수 있다.

[0075]

즉, 자재투입량 예측부(140)는 각 전문분야별 계수 값 및 상수값에 따른 각각의 총 오차값을 연산하여, 연산된 오차의 총합이 가장 작은 값을 가지는 각 전문분야 계수 및 상수 값을 추출할 수 있다.

[0076]

이와 같이, 자재투입량 예측부(140)는 전문분야 계수 및 상수 값을 추출하면, 앞서 설명한 수학적 식 3에 적용하여 건설 공정 계획에 따라 전문분야에 투입 예상된 인원수를 이용하여 자재투입량을 예측한다.

[0077]

다음으로 마감 시기 예측부(150)는 예측된 자재투입량을 누적하여 건설 공정에서 계획된 자재의 투입 목표량에 도달하는 시간인 건설 공정의 마감 시기를 예측한다(S350).

[0078]

이하에서는 도 4를 이용하여 건설 공정 마감 시기 예측 장치를 이용하여 예측한 투입 자재량 및 예측 마감 시기

와 실제 투입 자재량과 실제 마감 시기를 비교한다.

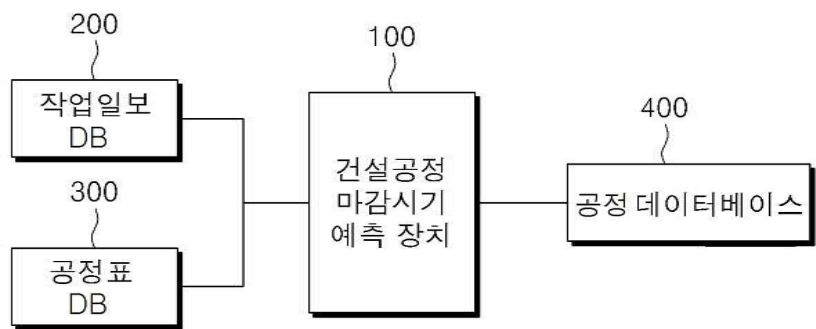
- [0079] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치의 공정 마감 시기를 예시적으로 설명하기 위한 그래프이다.
- [0080] 먼저, 철근 콘크리트 공사에 있어서 철근 투입량을 기준으로 공정의 마감 시기를 예측한다고 가정한다. 이때, 일일 철근 투입량을 종속 변수로 설정하고, 이와 관련된 장비와 인원 에 대해 표준화 및 관계지수를 측정하여 관계지수가 0.3 이하의 값을 가지는 작업반장, 철근공 그리고 A회사로부터 파견된 인원이 선택되었다고 가정한다.
- [0081] 이때, 철근 콘크리트 공사의 향후 투입 계획에 따른 작업반장, 철근공, A회사로부터 파견된 인원의 수를 앞서 설명한 수학적 3에 적용하여 앞으로 투입 예측되는 철근량을 예측하고, 예측된 철근량을 주 단위로 누적하면 도 4의 그래프와 같다.
- [0082] 도 4에서 실선으로 표시된 그래프(Predicted)는 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)를 이용하여 예측한 누적 철근 투입량을 나타내고, 이점쇄선으로 표시된 그래프(Actual)는 실제 일단위로 사용된 누적 철근량을 나타낸 것이다.
- [0083] 도 4에서 공사 시작 시점부터 현재까지 실선 그래프와 이점쇄선 그래프를 살펴보면, 근소한 차이가 있을 뿐, 동일한 방향으로 유사한 값을 가지는 것으로 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)로 철근투입량의 예측 값이 신뢰도가 높다는 것을 알 수 있다.
- [0084] 그리고 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)는 건설 공정 계획에 따라 투입 예정된 인원 에 따른 예측된 철근투입량을 지속적으로 누적하면, 철근 콘크리트 공사에서 철근 사용량 목표치와 일치하는 시점인 공정 마감 시기 (b)를 예측할 수 있다.
- [0085] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 초고층 건설 프로젝트와 같이 공정 생산성을 판단하기 어려운 현장에서도 적용이 가능하며, 기존의 수행한 유사 프로젝트 또는 현재 수행중인 프로젝트의 성과 데이터를 기반으로 분석을 실시하여 실제 현장에 적합하고 신뢰성 높은 공정 마감 시기를 예측할 수 있다.
- [0086] 또한, 본 발명에 따르면 별도의 데이터를 분석하는 것이 아닌 프로젝트 현장에서 존재하는 데이터를 활용하여 공정 마감 시기를 예측함으로써, 시간 및 비용 절감의 효과가 있다.
- [0087] 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

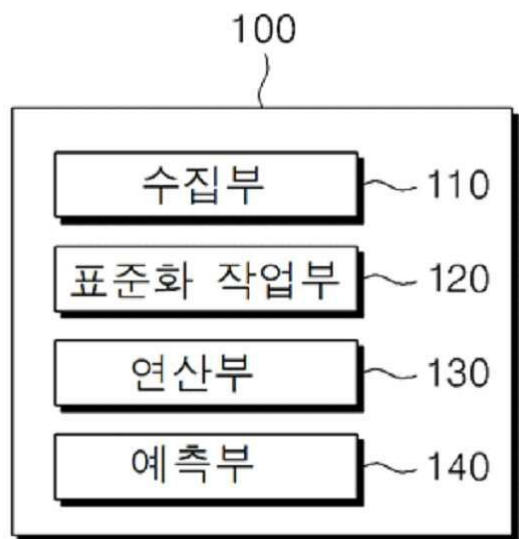
- [0088]
- |                        |                |
|------------------------|----------------|
| 100: 건설 공정 마감 시기 예측 장치 | 110: 데이터 수집부   |
| 120: 표준화부              | 130: 연산부       |
| 140: 자재투입량 예측부         | 150: 마감 시기 예측부 |
| 200: 작업 일보 DB          | 300: 공정표 DB    |
| 400: 공정 데이터 베이스        |                |

도면

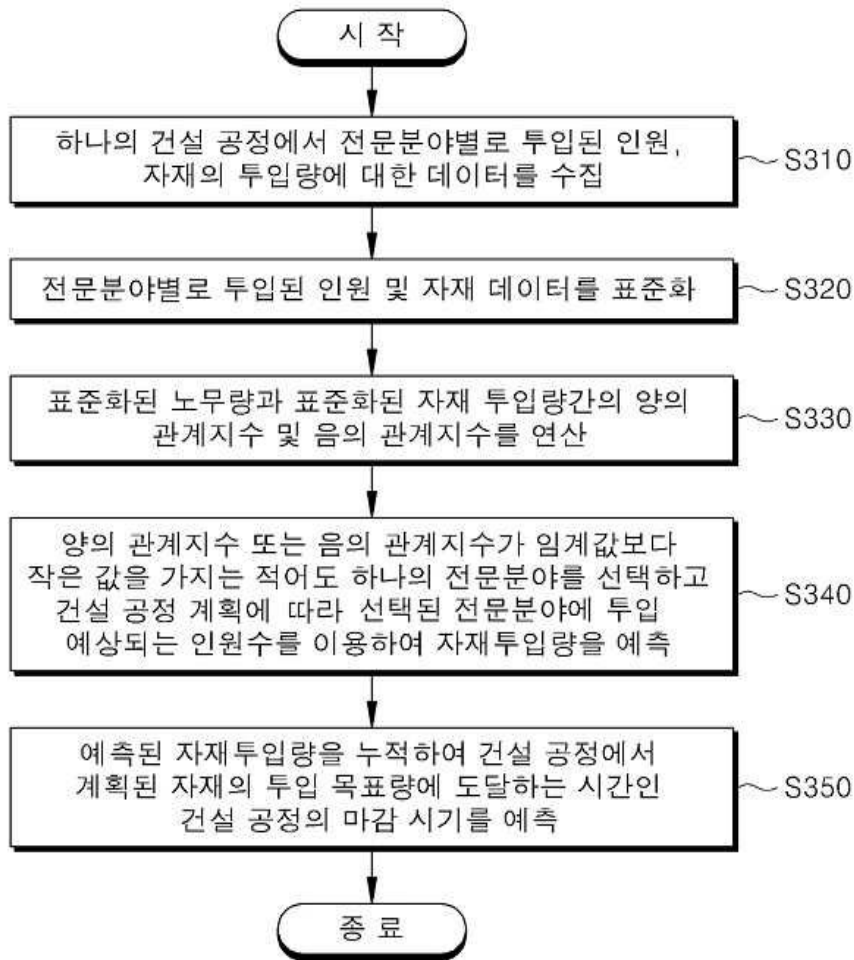
도면1



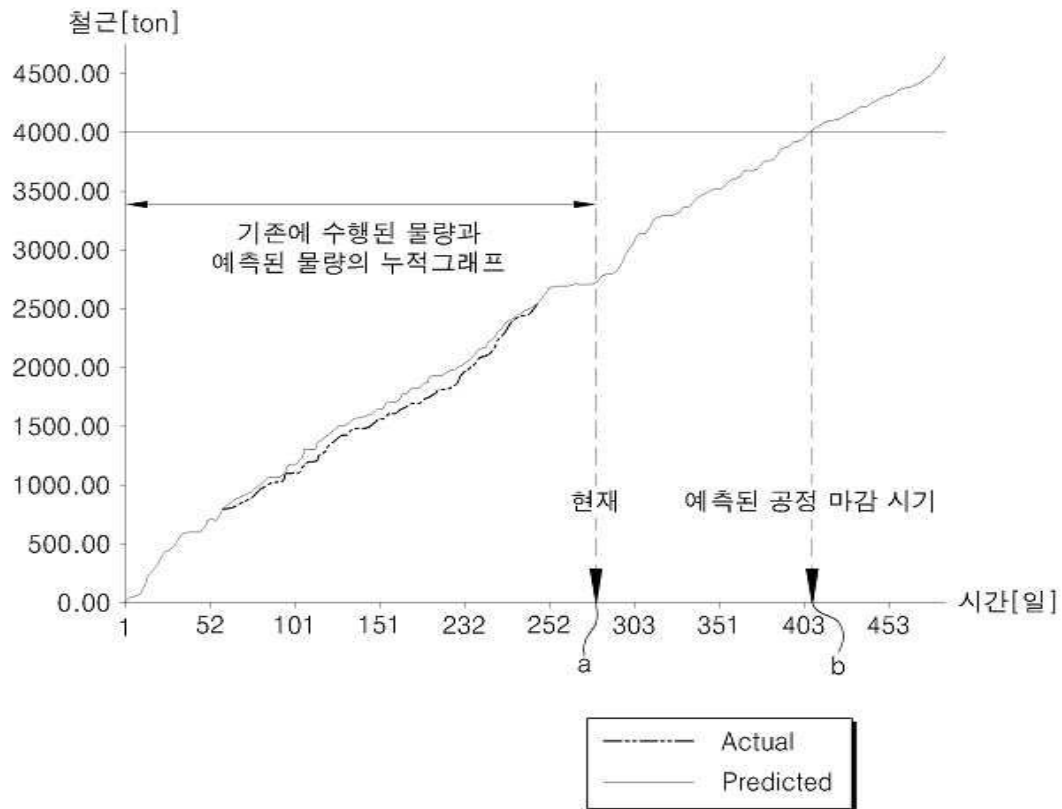
도면2



도면3



도면4



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 11항

【변경전】

상기 전문분야 계수

【변경후】

상기 전문분야의 계수