(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월29일
(11) 등록번호 10-1843286
(24) 등록일자 2018년03월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/08 (2012.01) *G06N 3/02* (2006.01)
G06Q 10/04 (2012.01) *G06Q 10/06* (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/08 (2013.01)
G06N 3/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0129130
(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 재넘이길123번길 1 (용현동)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 배혜정

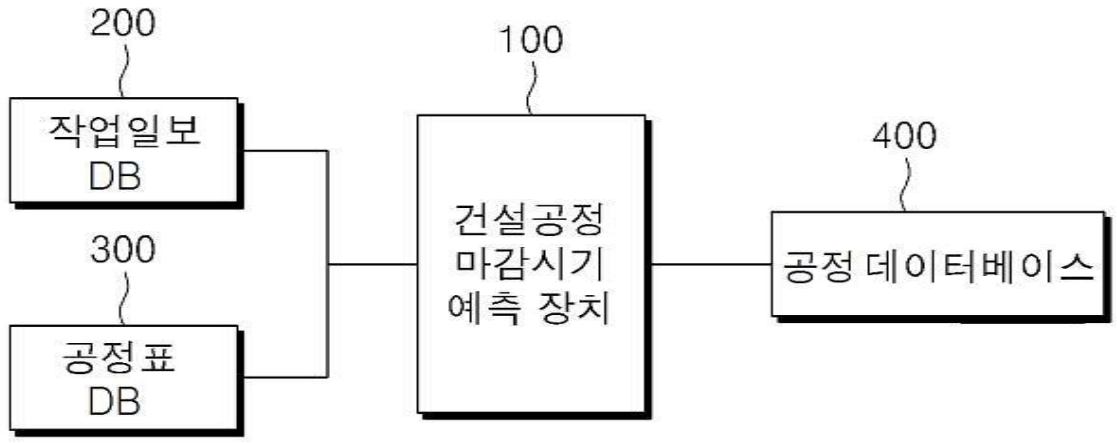
(54) 발명의 명칭 **인공 신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 인공 신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 인공 신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치는 하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원수, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 전문분야별로 투입된 인원수 및 자재 데이터

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출하고, 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 추출하는 추출부, 상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수를 인공신경망 알고리즘에 입력하고, 기 저장된 공정 데이터베이스를 기반으로 상기 인공신경망 알고리즘의 N개의 계수값을 조정하여 상기 추출된 전문분야에 투입 예상되는 인원수에 따른 자재의 투입량을 예측하는 자재 투입량 예측부, 그리고 상기 예측된 자재 투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 최종적으로 자재의 투입 목표치에 도달하는 건설 공정의 마감 시기를 예측하는 마감 시기 예측부를 포함한다.

(52) CPC특허분류
G06Q 10/04 (2013.01)
G06Q 10/06313 (2013.01)
G06Q 10/06375 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 52700-1
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 이공학개인기초연구지원
연구과제명 빅데이터정보 기반 건설공정 추이패턴 분석 모델(Big-CORE) 개발
기 여 율 1/1
주관기관 인하대학교
연구기간 2015.11.01 ~ 2016.10.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

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

상기 전문분야별로 투입된 인원수 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출하고, 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 추출하는 추출부,

상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수를 인공신경망 알고리즘에 입력하고, 기 저장된 공정 데이터베이스를 기반으로 상기 인공신경망 알고리즘의 N개의 계수값을 조정하여 상기 추출된 전문분야에 투입 예상되는 인원수에 따른 자재의 투입량을 예측하는 자재 투입량 예측부, 그리고

상기 예측된 자재 투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 최종적으로 자재의 투입 목표치에 도달하는 건설 공정의 마감 시기를 예측하는 마감 시기 예측부를 포함하고,

상기 연산부는,

상기 표준화된 노무량(standardized$_{노무량}$)과 표준화된 자재 투입량 (standardized$_{자재투입량}$)간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 다음 수학식을 이용하여 연산하는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치:

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

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

여기서 n은 일정 기간 동안 수집된 투입된 인원수 또는 투입된 자재의 수치를 나타낸다.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

추출된 전문분야에 투입된 인원수를 상기 인공신경망 알고리즘에 적용하여 N개의 계수 값 및 투입된 자재량을 연산하고 상기 연산된 자재량 값과 동일 기간 동안의 실제 투입된 자재량 값과의 오차가 기 설정된 범위 내에 해당될 때까지 상기 N개의 계수 값을 조정하여 상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수에 따른 N개의 최적의 계수 값을 추출하도록 학습시키는 학습부를 더 포함하고,

상기 학습부는

상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수에 따라 상기 추출된 N개의 계수 값, 실제 투입된 자재량을 상기 공정 데이터베이스에 저장하는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 인공신경망 알고리즘은,

상기 추출된 전문분야(A)와 관련하여 계수(w_bias_A)가 제1 계층 함수에 입력되면, 상기 제1 계층 함수로부터 출력된 계수(w_A)를 제2 계층 함수로 입력하며, 상기 제2 계층 함수로부터 출력된 계수(w_predict_A)를 제3 계층 함수로 입력하여, 상기 제3 계층 함수는 추정 자재 투입량를 연산하여 출력하는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 학습부는,

상기 추출된 전문분야의 양의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우, 상기 계수(w_A, w_predict_A)의 초기 값을 양(+)의 부호로 설정하고,

상기 추출된 전문분야의 음의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우, 상기 계수(w_A, w_predict_A)의 초기 값을 음(-)의 부호로 설정하는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 학습부는,

상기 데이터베이스에 추출된 전문분야의 표준 노무량의 크기에 따른 표준 자재 투입량이 존재하지 않은 경우,

해당되는 상기 전문분야의 표준 노무량을 기준으로 인접하는 표준 노무량들 중에서 표준 자재 투입량이 존재하는 복수의 표준 노무량들을 추출하고,

추출된 복수의 표준 노무량에 대응하는 N개의 계수에 대하여 각각 계수마다 평균 값을 연산하며,

상기 연산된 N개의 평균 값을 상기 인공신경망 알고리즘의 대응되는 계수에 적용하여 자재 투입량을 추정하고, 추정된 자재 투입량을 상기 공정 데이터베이스에 저장하는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 학습부는,

해당되는 상기 전문분야의 표준 노무량을 기준으로 표준 자재량이 존재하는 복수의 전문분야의 표준 노무량이 추출되도록 일정 간격으로 범위를 확장시키는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치.

청구항 8

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

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

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

상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수를 인공신경망 알고리즘에 입력하고, 기 저장된 공정 데이터베이스를 기반으로 상기 인공신경망 알고리즘의 N개의 계수값을 조정하여 상기 추출된 전문분야에 투입 예상되는 인원수에 따른 자재의 투입량을 예측하는 단계, 그리고

상기 예측된 자재 투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 최종적으로 자재의 투입 목표치에 도달하는 건설 공정

의 마감 시기를 예측하는 단계를 포함하고,

상기 관계지수를 연산하는 단계는,

상기 표준화된 노무량(standardized$_{노무량}$)과 표준화된 자재 투입량 (standardized$_{자재투입량}$)간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 다음 수학식을 이용하여 연산하는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 방법:

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

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

여기서 n은 일정 기간 동안 수집된 투입된 인원수 또는 투입된 자재의 수치를 나타낸다.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서,

추출된 전문분야에 투입된 인원수를 상기 인공신경망 알고리즘에 적용하여 N개의 계수 값 및 투입된 자재량을 연산하고 상기 연산된 자재량 값과 동일 기간 동안의 실제 투입된 자재량 값과의 오차가 기 설정된 범위 내에 해당될 때까지 상기 N개의 계수 값을 조정하여 상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수에 따른 N개의 최적의 계수 값을 추출하도록 학습시키는 단계를 더 포함하고,

상기 학습시키는 단계는,

상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수에 따라 상기 추출된 N개의 계수 값, 실제 투입된 자재량을 상기 공정 데이터베이스에 저장하는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 인공신경망 알고리즘은,

상기 추출된 전문분야(A)와 관련하여 계수(w_bias_A)가 제1 계층 함수에 입력되면, 상기 제1 계층 함수로부터 출력된 계수(w_A)를 제2 계층 함수로 입력하며, 상기 제2 계층 함수로부터 출력된 계수(w_predict_A)를 제3 계층 함수로 입력하여, 상기 제3 계층 함수는 추정 자재량를 연산하여 출력하는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 학습시키는 단계는,

상기 추출된 전문분야의 양의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우, 상기 계수(w_A, w_predict_A)의 초기 값을 양(+)의 부호로 설정하고,

상기 추출된 전문분야의 음의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우, 상기 계수(w_A, w_predict_A)의 초기 값을 음(-)의 부호로 설정하는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 학습시키는 단계는,

상기 데이터베이스에 추출된 전문분야의 표준 노무량의 크기에 따른 표준 자재 투입량이 존재하지 않은 경우,

해당되는 상기 전문분야의 표준 노무량을 기준으로 인접하는 표준 노무량들 중에서 표준 자재 투입량이 존재하는 복수의 표준 노무량들을 추출하고,

추출된 복수의 표준 노무량에 대응하는 N개의 계수에 대하여 각각 계수마다 평균 값을 연산하며,

상기 연산된 N개의 평균 값을 상기 인공신경망 알고리즘의 대응되는 계수에 적용하여 자재 투입량을 추정하고,

추정된 자재 투입량을 상기 공정 데이터베이스에 저장하는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 학습시키는 단계는,

해당되는 상기 전문분야의 표준 노무량을 기준으로 표준 자재량이 존재하는 복수의 전문분야의 표준 노무량이 추출되도록 일정 간격으로 범위를 확장시키는 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

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

배 경 기 술

[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 건설 공정에서 사용되는 자재와 여러 전문 분야에서 투입되는 노무량을 인공신경망에 적용하여 건설 공정 마감 시기를 예측하는 인공 신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면, 인공 신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치는 하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원수, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 전문분야별로 투입된 인원수 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출하고, 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 추출하는 추출부, 상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수를 인공신경망 알고리즘에 입력하고, 기 저장된 공정 데이터베이스를 기반으로 상기 인공신경망 알고리즘의 N개의 계수값을 조정하여 상기 추출된 전문분야에 투입 예상되는 인원수에 따른 자재의 투입량을 예측하는 자재 투입량 예측부, 그리고 상기 예측된 자재 투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 최종적으로 자재의 투입 목표치에 도달하는 건설 공정의 마감 시기를 예측하는 마감 시기 예측부를 포함한다.

[0010] 상기 연산부는, 상기 표준화된 노무량($standardized_{노무량}$)과 표준화된 자재 투입량 ($standardized_{자재투입량}$)간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 다음 수학식을 이용하여 연산할 수 있다.

[0011]
$$양의\ 관계지수 = \frac{\sum_{i=1}^{n} |standardized_{노무량} - standardized_{자재투입량}|}{n}$$

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

[0012] 여기서 n은 일정 기간 동안 수집된 투입된 인원수 또는 투입된 자재의 수치를 나타낸다.

[0013] 추출된 전문분야에 투입된 인원수를 상기 인공신경망 알고리즘에 적용하여 N개의 계수 값 및 투입된 자재량을 연산하고 상기 연산된 자재량 값과 동일 기간 동안의 실제 투입된 자재량 값과의 오차가 기 설정된 범위 내에 해당될 때까지 상기 N개의 계수 값을 조정하여 상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수에 따른 N개의 최적의 계수 값을 추출하도록 학습시키는 학습부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 상기 학습부는 상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수에 따라 상기 추출된 N개의 계수 값, 실제 투입된 자재량을 상기 공정 데이터베이스에 저장할 수 있다.

[0015] 상기 인공신경망 알고리즘은, 상기 추출된 전문분야(A)와 관련하여 계수(w_bias_A)가 제1 계층 함수에 입력되면, 상기 제1 계층 함수로부터 출력된 계수(w_A)를 제2 계층 함수로 입력하며, 상기 제2 계층 함수로부터 출력된 계수(w_predict_A)를 제3 계층 함수로 입력하여, 상기 제3 계층 함수는 추정 자재량를 연산하여 출력할 수 있다.

[0016] 상기 학습부는, 상기 추출된 전문분야의 양의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우, 상기 계수(w_A, w_predict_A)의 초기 값을 양(+)의 부호로 설정하고, 상기 추출된 전문분야의 음의 관계지수가 기 설정된 값보다 작은 경우, 상기 계수(w_A, w_predict_A)의 초기 값을 음(-)의 부호로 설정할 수 있다.

[0017] 상기 학습부는, 상기 데이터베이스에 추출된 전문분야의 표준 노무량의 크기에 따른 표준 자재 투입량이 존재하지 않은 경우, 해당되는 상기 전문분야의 표준 노무량을 기준으로 인접하는 표준 노무량들 중에서 표준 자재 투입량이 존재하는 복수의 표준 노무량들을 추출하고, 추출된 복수의 표준 노무량에 대응하는 N개의 계수에 대하여 각각 계수마다 평균 값을 연산하며, 상기 연산된 N개의 평균 값을 상기 인공신경망 알고리즘의 대응되는 계수에 적용하여 자재 투입량을 추정하고, 추정된 자재 투입량을 상기 공정 데이터베이스에 저장할 수 있다.

[0018] 상기 학습부는, 해당되는 상기 전문분야의 표준 노무량을 기준으로 표준 자재량이 존재하는 복수의 전문분야의 표준 노무량이 추출되도록 일정 간격으로 범위를 확장시킬 수 있다.

[0019] 본 발명의 다른 실시예에 따른 인공신경망을 이용한 건설 공정 마감 시기 예측 장치를 이용한 건설 공정 마감

시기 예측 방법에 있어서, 하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원수, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집하는 단계, 상기 전문분야별로 투입된 인원수 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출하고, 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 추출하는 단계, 상기 추출된 전문분야에 투입된 인원수를 인공신경망 알고리즘에 입력하고, 기 저장된 공정 데이터베이스를 기반으로 상기 인공신경망 알고리즘의 N개의 계수값을 조정하여 상기 추출된 전문분야에 투입 예상되는 인원수에 따른 자재의 투입량을 예측하는 단계, 그리고 상기 예측된 자재 투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 최종적으로 자재의 투입 목표치에 도달하는 건설 공정의 마감 시기를 예측하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0020] 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.

[0021] 또한, 본 발명은 별도의 데이터를 분석하는 것이 아닌 프로젝트 현장에서 존재하는 데이터를 인공신경망 알고리즘을 이용함으로써 예측 수행 횟수가 증가함에 따라 보다 정확하게 공정 마감 시기를 예측할 수 있어, 시간 및 비용 절감의 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 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 인공신경망 알고리즘을 설명하기 위한 예시도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치의 인공신경망을 이용하여 학습하는 방법을 나타낸 순서도이다.

도 6는 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치가 생성하는 공정 데이터베이스를 나타낸 예시도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치가 예측한 공정 마감 시기를 나타낸 그래프이다.

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 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.

[0024] 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.

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

[0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0027] 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)는 건설 현장에서 작성되는 작업 일보 DB(200) 및 공정표 DB(300)에서 데이터를 수집하여 인공신경망 알고리즘을 통해 건설 공정 마감 시기를 예측한다.

[0028] 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)는 인공신경망 알고리즘에 적용되는 N개의 계수 값과 건설 공정 및 건설 공정 마감 시기를 예측하는 과정에서 생성 및 가공되는 데이터들을 별도의 공정 데이터베이스(400)에 저장하여 관

리할 수 있다.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 공정표 DB(300)는 공사 현장에 있어서 착공부터 완성까지의 일정, 작업량 등 시공 계획을 미리 예정하여 표시한 관리 도표를 포함한다.

[0032] 즉, 작업 일보 DB(200)는 현재 현장에서 행해지는 작업 현장에 대한 결과물을 작성하는 데이터라면, 공정표 DB(300)는 앞으로 현장에서 사용될 계획을 작성하는 데이터를 나타낸다.

[0033] 공정 데이터베이스(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. 그리고 도 1에서는 공정 데이터베이스(400)를 별도의 데이터베이스로 표시하였지만, 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)에 포함될 수 있다.

[0034] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치의 구성도이다.

[0035] 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)는 데이터 수집부(110), 연산부(120), 추출부(130), 자재 투입량 예측부(140), 마감 시기 예측부(150)를 포함하며 학습부(160)을 더 포함할 수 있다.

[0036] 먼저, 데이터 수집부(110)는 하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원수, 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.

[0037] 또한, 데이터 수집부(110)는 마감 시기를 예측하고자 하는 건설 공정과 유사한 건설 공정에서 마감 시기를 예측한 자료를 추가적으로 수집할 수 있다.

[0038] 여기서, 전문분야별 투입되는 인원은 건설 공정에서 행해지는 기술 분야에서 일하는 기술자를 나타내지만, 특정 회사에서 투입하는 직원을 포함할 수 있다.

[0039] 예를 들어, 전문분야별 인원 수는 기술 분야에 따라 철근공, 콘크리트공, 배관공, 타일공, 일반 인부 등으로 구분되어 투입되는 인원수를 나타낼 수 있고, 특정 회사 또는 기관에서 투입되는 인원수를 나타낼 수 있다. 즉, 전문분야는 기술 분야뿐 아니라 인력을 제공하는 회사 또는 기관을 나타낼 수 있다.

[0040] 이하에서는 설명의 편의상"전문분야"는 기술분야뿐 아니라 인력을 제공하는 회사 또는 기관을 통칭하여 사용한다.

[0041] 그리고, 연산부(120)는 전문분야별로 투입된 인원수 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출하고, 표준화된 노무량과 표준화된 자재 투입량간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 연산한다.

[0042] 추출부(130)는 연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수가 임계값보다 작은 값을 가지는 적어도 하나의 전문분야를 추출한다.

[0043] 자재 투입량 예측부(140)는 추출된 전문분야에 투입된 인원수를 인공신경망 알고리즘에 입력하고, 기 저장된 공정 데이터베이스(400)를 기반으로 인공신경망 알고리즘의 N개의 계수값을 조정하여 추출된 전문분야에 투입 예상되는 인원수에 따른 자재의 투입량을 예측한다. 여기서, 인공신경망 알고리즘은 복수의 계층함수로 이뤄져 있으며, 각 함수에는 적어도 하나의 계수가 입력된다.

[0044] 마감 시기 예측부(150)는 예측된 자재 투입량을 누적하여 상기 건설 공정에서 최종적으로 자재의 투입 목표치에 도달하는 건설 공정의 마감 시기를 예측한다.

[0045] 한편, 학습부(160)는 추출된 전문분야에 투입된 인원수를 상기 인공신경망 알고리즘에 적용하여 N개의 계수 값 및 투입된 자재량을 연산하고 연산된 자재량 값과 동일 기간 동안의 실제 투입된 자재량 값과의 오차가 기 설정된 범위 내에 해당될 때까지 상기 N개의 계수 값을 조정하여 추출된 전문분야에 투입된 인원수에 따른 N개의 최

적의 계수 값을 추출하도록 학습시킨다.

[0046] 학습부(160)는 실제 건설 공정 마감 시기를 예측하기 전 인공신경망 알고리즘을 학습시킬 수 있고, 실제 건설 공정 마감 시기를 예측하는 과정에서도 인공신경망 알고리즘을 학습시킬 수 있다.

[0047] 그리고 학습부(160)는 추출된 N개의 계수값 및 자재투입량을 공정 데이터베이스(400)에 저장할 수 있다. 이때, 공정 데이터베이스(400)에 저장된 노무량 및 자재 투입량은 모두 표준화 작업을 통해 추출된 표준 노무량 및 표준 자재 투입량을 나타낸다.

[0048] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치의 건설 공정 마감 시기 예측 방법을 나타낸 순서도이다.

[0049] 먼저, 데이터 수집부(110)는 하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원수, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집한다(S310).

[0050] 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.

[0051] 또한, 데이터 수집부(110)는 현장 관리자로부터 데이터를 직접 입력받거나 해당 건설 공정을 관리하는 서버와 통신망을 통해 데이터를 수집할 수 있다.

[0052] 연산부(120)는 전문분야별로 투입된 인원수 및 자재 데이터를 표준화하여 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출하고, 표준화된 노무량과 표준화된 자재 투입량간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 연산한다(S320).

[0053] 연산부(120)는 다음의 수학식 1을 이용하여 표준화 작업을 수행을 통해 표준화된 노무량 및 자재투입량을 추출할 수 있다.

수학식 1

[0054]
$$standardized_{\text{노무량}} = \frac{\text{노무량}_i - \min_{\text{노무량}}}{\max_{\text{노무량}} - \min_{\text{노무량}}}$$

[0055] 여기서, $Standardized_{\text{노무량}}$는 표준화된 노무량을 나타내고, 노무량_i는 일정 시간 간격의 전문분야의 투입된 인원수 중에서 i번째 전문분야의 투입된 인원수, $\min_{\text{노무량}}$는 전문분야의 투입된 인원수 중에서 최소값, $\max_{\text{노무량}}$ 는 전문분야의 투입된 인원수 중에서 최대값을 나타낸다.

[0056] 연산부(120)는 자재 데이터에 대해서도 동일하게 수학식 1을 적용하여 표준화된 자재투입량을 추출할 수 있다.

[0057] 다음으로 연산부(130)는 표준화된 노무량과 표준화된 자재 투입량간의 양의 관계지수 및 음의 관계지수를 다음 수학식 2를 이용하여 연산한다.

수학식 2

[0058]
$$\text{양의 관계지수} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| standardized_{\text{노무량}} - standardized_{\text{자재투입량}} \right|}{n}$$

$$\text{음의 관계지수} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| 1 - standardized_{\text{노무량}} - standardized_{\text{자재투입량}} \right|}{n}$$

[0059] 여기서 n은 일정 기간 동안 수집된 투입된 전문분야의 인원수 또는 투입된 자재투입량을 나타낸다.

[0060] 추출부(130)는 연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수가 임계값보다 작은 값을 가지는 적어도 하나의 전문분

야를 추출한다(S330).

[0061] 추출부(130)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.

[0062] 그러므로, 추출부(130)는 연산된 양의 관계 지수 또는 음의 관계지수 중에서 하나의 관계지수가 0.3 보다 작은 값을 가지는 전문분야를 추출한다. 여기서, 임계값은 추후에 사용자에 의해서 용이하게 변경 및 설계 가능하다.

[0063] 다음으로, 자재 투입량 예측부(140)는 추출된 전문분야에 투입된 인원수를 인공신경망 알고리즘에 입력하고, 기 저장된 공정 데이터베이스를 기반으로 인공신경망 알고리즘의 N개의 계수값을 조정하여 추출된 전문분야에 투입 예상되는 인원수에 따른 자재의 투입량을 예측한다(S340).

[0064] 여기서, 공정 데이터베이스(400)에 저장된 인공신경망 알고리즘의 N개의 계수값은 학습부(160)를 통해 추출되어 저장된다.

[0065] 즉, 학습부(160)는 인공신경망 알고리즘의 추출된 전문분야에 투입된 인원수를 상기 인공신경망 알고리즘에 적용하여 N개의 계수 값 및 투입된 자재량을 연산하고 연산된 자재량 값과 동일 기간 동안의 실제 투입된 자재량 값과의 오차가 기 설정된 범위 내에 해당될 때까지 상기 N개의 계수 값을 조정하여 추출된 전문분야에 투입된 인원수에 따른 N개의 최적의 계수 값을 추출하도록 학습시킨다.

[0066] 그리고 학습부(160)는 추출된 N개의 최적의 계수값을 공정 데이터베이스(400)에 저장하며, 자재 투입량 예측부(140)는 저장된 N개의 최적의 계수값을 이용하여 인공신경망 알고리즘을 통해 자재의 투입량을 예측한다.

[0067] 예를 들어, 수집부(110)가 전문 분야 X와 Y에 대한 각각의 노무량 X와 노무량 Y에 대하여 표준 노무량 값이 0.41, 0.06이고, 실제 표준 자재 투입량이 0.18을 수집하였다고 가정하면, 학습부(160)는 도 4와 같이 인공신경망 알고리즘에 적용하여 계수값을 추출한다.

[0068] 도 5와 같이, 학습부(160)는 인공신경망 알고리즘의 입력값으로 노무량 X의 표준 노무량 값 0.41과 노무량 Y의 표준 노무량 값 0.06을 입력하고 최종 출력 값으로 표준 자재 투입량이 0.18이 되도록 설정하여 인공신경망 알고리즘의 9개의 계수 값을 조정할 수 있다.

[0069] 여기서, 설명의 편의상 두개의 전문분야에 따른 표준 노무량을 이용함으로써 인공신경망 알고리즘에 사용되는 계수는 9개라고 가정하지만, 이에 한정되는 것은 아니며 추출된 전문분야의 개수에 따라서 계수의 개수도 달라질 수 있다.

[0070] 먼저, 학습부(160)는 S320단계에서 연산한 양의 관계 지수 및 음의 관계 지수를 이용하여 9개의 계수 값의 초기값을 설정할 수 있다.

[0071] 전문 분야 X와 Y에 대한 노무량이 자재 투입량과의 관계 지수 값이 0.3 이하의 값으로 전문 분야 X와 Y가 추출되었다고 가정하면, 인공신경망 알고리즘의 9개의 계수는 제1 계층 함수로 입력되는 계수(w_bias_A: w_bias_X, w_bias_Y), 제2 계층 함수로 입력되는 계수(w_A: w_X, w_Y, w_A2: w_X2, w_Y2), 제3 계층 함수로 입력되는 계수(w_bias_Predict, w_predict_A: w_predict_X, w_predict_Y)로 나타낼 수 있다.

[0072] 여기서, 설명의 편의상 인공신경망 알고리즘은 3개의 계층으로 나누어 설명하였지만, 인공신경망 알고리즘의 계층을 3개로 한정하는 것은 아니며, 각 계층 함수는 적어도 하나의 함수를 포함한다.

[0073] 예를 들어 노무량 X는 음의 관계이며, 관계 지수는 0.289이고, 노무량 Y는 양의 관계로 관계 지수는 0.170라고 가정한다면 w_X의 초기값은 음(-)의 부호로 음의 관계 지수 값인 -0.289, w_Y의 초기값은 0.5에서 관계지수 값을 제해준 값인 0.211, w_predict_X의 초기 값은 음(-)의 부호로 -0.5로 설정되고, w_Y의 초기값은 양(+)의 부호로 양의 관계 지수 값인 0.330, w_Y2의 초기값은 0.5에서 관계지수 값을 제해준 값인 0.330, w_predict_Y은 양(+)의 부호로 0.5으로 설정된다. 그리고 계산의 편의상 계수 w_bias_X, w_bias_Y, w_bias_Predict 의 초기값은 -0.5으로 설정할 수 있다.

[0074] 이처럼 9개의 계수의 초기값이 설정된 이후에는 아래의 수학식 3을 이용하여 I_X, I_Y, I_Predict, sig(X), sig(Y), sig(predict)를 연산한다.

수학식 3

```
I_노무X = 노무X*w_노무X + 노무Y*w_노무X2 + e*w_bias_노무X
I_노무Y = 노무Y*w_노무Y + 노무X*w_노무Y2 + e*w_bias_노무Y
I_Predict = sig(노무X)*w_predict_노무X - sig(노두X)*w_predict_노무Y + e*w_bias_predict
```

$$sig(노무X)=\frac{1}{1+e^{I_{노무X}}},\ sig(노무Y)=\frac{1}{1+e^{I_{노무Y}}},\ sig(predict)=\frac{1}{1+e^{I_{predict}}}$$

[0075]

[0076] 여기서, 노무 X는 전문분야 X의 표준 노무량을 나타내고, 노무 Y는 전문분야 Y의 표준 노무량을 나타내며 e는 오차를 나타내는 값으로 1로 설정할 수 있다.

[0077] 그리고 학습부(160)는 다음 수학식 3을 통해 연산된 값들을 이용하여 수학식 4에 적용하여 9개의 계수값을 조정한다.

수학식 4

```
new_w_노무X = w_노무X + speed*(자재-sig(predict))*sig(predict)*(1-sig(predict))*
              w_predict_노무X*sig(노무X)*(1-sig(노무X))*노무X

new_w_노무X2 = w_노무X2 + speed*(자재-sig(predict))*sig(predict)*(1-sig(predict))*
              w_predict_노무X*sig(노무X)*(1-sig(노무X))*노무Y

new_w_노무Y = w_노무Y + speed*(자재-sig(predict))*sig(predict)*(1-sig(predict))*
              w_predict_노무Y*sig(노무Y)*(1-sig(노무Y))*노무Y

new_w_노무Y2 = w_노무Y2 + speed*(자재-sig(predict))*sig(predict)*(1-sig(predict))*
              w_predict_노무Y*sig(노무Y)*(1-sig(노무Y))*노무X

new_w_bias_노무X = w_bias_노무X + speed*(자재-sig(predict))*sig(predict)*
                  (1-sig(predict))*w_predict_노무X*sig(노무X)*(1-sig(노무X))

new_w_bias_노무Y = w_bias_노무Y + speed*(자재-sig(predict))*sig(predict)*
                  (1-sig(predict))*w_predict_노무Y*sig(노무Y)*(1-sig(노무Y))

new_w_predict_노무X = w_predict_노무X + speed*(자재-sig(predict))*sig(predict)*
                     (1-sig(predict))*w_predict_노무X*sig(노무X)*(1-sig(노무X))*sig(노무X)

new_w_predict_노무Y = w_predict_노무Y + speed*(자재-sig(predict))*sig(predict)*
                     (1-sig(predict))*w_predict_노무Y*sig(노무Y)*(1-sig(노무Y))*sig(노무Y)

new_w_bias_predict = w_bias_predict + speed*(자재-sig(predict))*sig(predict)*
                     (1-sig(predict))
```

[0078]

[0079] 학습부(160)는 수학식 4를 통해 9개의 계수 값이 조정되면 조정된 계수 값을 다시 수학식 3에 적용하여 I_X, I_Y, I_Predict, sig(X), sig(Y), sig(predict)를 연산한다. 이때, sig(Predict)의 값이 실제값과 +/- 0.005 내의 오차값을 가질 때까지 학습부(160)는 반복해서 9개의 계수 값을 조정한다. 여기서 0.005의 오차값 범위는 추후에 사용자에 의해서 용이하게 변경 설정이 가능하다.

[0080] 학습부(160)는 이와같이 일정기간의 표준 자재 투입량과 전문분야 X,Y의 표준 노무량을 인공신경망 알고리즘에

적용하여 N개의 계수 값을 조정하여 최적의 계수값들을 추출하면, 해당 전문분야의 표준 노무량에 대응하여 표준 자재 투입량과 N개의 계수 값을 공정 데이터베이스(400)에 저장할 수 있다.

[0081] 이때, 학습부(160)는 복수의 전문분야에서 표준 노무량의 조합에 따라 표준 자재 투입량과 N개의 계수 값이 추출하고 공정 데이터베이스(400)에 테이블의 형식으로 저장할 수 있다.

[0082] 여기서, 설명의 편의상 두개의 전문분야를 이용함으로써 인공신경망 알고리즘에 사용되는 계수는 9개라고 가정하지만, 이에 한정되는 것은 아니며 추출된 전문분야의 개수에 따라서 계수의 개수도 달라질 수 있다.

[0083] 즉, 자재 투입량 예측부(140)는 기 저장된 공정 데이터베이스(400)를 기반으로 인공신경망 알고리즘의 N개의 계수값을 조정하여 추출된 전문분야에 투입 예상되는 인원수에 따른 자재의 투입량을 예측한다. 여기서, 조절된 N개의 계수값은 공정 데이터베이스(400)에 저장될 수 있다.

[0084] 다음으로, 마감 시기 예측부(150)는 예측된 자재 투입량을 누적하여 건설 공정에서 최종적으로 자재의 투입 목표치에 도달하는 건설 공정의 마감 시기를 예측한다(S350).

[0085] 마감 시기 예측부(150)는 예측된 자재 투입량을 일정 시간 간격으로 누적한 후, 건설 공정상에서 자재가 투입되는 총량의 목표치에 도달하는 시기를 건설 공정 마감 시기로 예측한다.

[0086] 한편, 자재 투입량 예측부(140)는 공정 데이터베이스(400)에 저장된 N개의 계수값을 기반으로 앞으로 투입될 노무량을 인공 신경망에 적용하여 자재 투입량을 예측하기 때문에, 학습부(160)는 투입될 노무량을 인공신경망에 적용시키기 전에 기존의 데이터들을 이용하여 N개의 최적의 계수값을 추출하여 공정 데이터베이스(400)에 저장한다.

[0087] 즉, 학습부(160)는 자재 투입량을 예측하기 전에 기존에 투입된 노무량과 투입된 자재투입량을 이용하여 인공신경망 알고리즘의 N개의 최적의 계수값을 추출하여, 표준 자재 투입량과 함께 공정 데이터베이스(400)에 저장한다.

[0088] 이때, 공정 데이터베이스(400)에 N 개의 최적의 계수값 및 표준 자재 투입량이 저장되어 있지 않은 경우, 자재 투입량을 예측할 때의 시행착오와 시간을 단축하고 신뢰성을 향상시키기 위해, 학습부(160)는 N개의 계수값 및 표준 자재 투입량을 추정하여 저장할 수 있다.

[0089] 아래에서는 도 5 및 도 6를 이용하여 공정 데이터베이스(400)에 N 개의 최적의 계수값 및 표준 자재 투입량이 저장되어 있지 않은 경우, 건설 공정 마감 시기 예측 장치가 N개의 계수값 및 표준 자재 투입량을 추정하여 저장하는 과정을 설명한다.

[0090] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치의 인공신경망을 이용하여 학습하는 방법을 나타낸 순서도이고, 도 6는 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치가 생성하는 공정 데이터베이스를 나타낸 예시도이다.

[0091] 먼저, 학습부(160)는 공정 데이터베이스(400)에 추출된 전문분야의 표준 노무량의 크기에 따른 표준 자재 투입량의 존재 여부를 확인한다(S410).

[0092] 즉, 학습부(160)는 공정 데이터베이스(400)에 표준 자재 투입량이 존재하지 않는 표준 노무량의 조합을 추출할 수 있다.

[0093] 그리고 학습부(160)는 공정 데이터베이스(400)에 추출된 전문분야의 표준 노무량의 크기에 따른 표준 자재 투입량이 존재하지 않은 경우, 해당되는 상기 전문분야의 표준 노무량을 기준으로 인접하는 표준 노무량들 중에서 표준 자재 투입량이 존재하는 복수의 표준 노무량들을 추출한다(S420).

[0094] 도 6의 예에서, 노무량 X와 노무량 Y의 표준 노무량 크기의 조합이 (0.06, 0.43)일 때(해당 조합을 "A"로 표시함), A 조합에 대응하는 표준 자재 투입량이 공정 데이터베이스에 저장되지 않은 경우, 학습부(160)는 A 조합에 인접하는 4개의 표준 노무량 조합 중에서 복수의 표준 자재 투입량이 저장되어 있는지를 판단한다.

[0095] 즉, 표준 노무량 조합(0.06, 0.43)와 인접하는 도 6의 빗금 친 영역의 4개의 표준 노무량 조합((0.06, 0.42), (0.06, 0.44), (0.05, 0.43), (0.07, 0.43)) 중에서 표준 철근투입량이 저장되어 있는 조합이 2개 이상인지 여부를 판단한다.

[0096] 도 6의 예에서는 A 조합에 인접한 4개의 표준 노무량 조합 중에서 표준 철근 투입량(0.21, 0.24)이 저장되어 있는 복수의 전문분야의 표준 노무량 조합((0.06, 0.42), (0.06, 0.44))을 추출한다.

[0097] 한편, 도 6의 예에서 노무량 X와 노무량 Y의 표준 노무량 크기의 조합이 (0.07, 0.41)일 때(해당 조합을 "B"로 표시함)와 같이, (0.07, 041) 조합에 인접하는 4개의 조합 중에서 표준 철근 투입량이 존재하는 조합이 1개(0.06, 0.41)만 있을 수가 있다.

[0098] 이와 같은 경우에는 학습부(160)는 인접되는 조합의 범위를 B를 중심으로 주변 8개로 확장시켜 주변 조합 중에서 저장된 표준 철근 투입량이 복수인지 여부를 판단한다.

[0099] 즉, 도 6과 같이 B 조합을 중심으로 주변 8개의 조합 중에서 (0.06, 0.41), (0.06,0.42) 조합의 경우 표준 철근 투입량이 존재하므로, B의 경우, B 조합에 인접한 8개의 표준 노무량 조합 중에서 표준 철근 투입량이 저장되어 있는 표준 노무량 조합((0.06, 0.41), (0.06,0.42))을 추출할 수 있다.

[0100] 이와 같은 방식으로 학습부(160)는 주변에 복수의 철근 투입량을 가지는 조합이 검색될 때까지 해당 조합을 중심으로 검색 범위를 확장시키도록 한다.

[0101] 다음으로 학습부(160)는 추출된 복수의 표준 노무량에 대응하는 N개의 계수에 대하여 각각 계수마다 평균 값을 연산한다(S430).

[0102] 학습부(160)는 A 조합 및 B 조합에 대해 추출된 주변의 2개의 조합에 저장된 9개의 계수에 대하여 계수마다 평균값을 연산하여 9개의 평균 계수를 연산한다.

[0103] 학습부(160)는 연산된 N개의 평균 값을 인공신경망 알고리즘의 대응되는 계수에 적용하여 자재 투입량을 추정하고, 추정된 자재 투입량을 공정 데이터베이스(400)에 저장한다(S440).

[0104] 즉, 도 6의 A 조합에 있어서, 학습부(160)는 표준 노무량 X의 0.43과 표준 노무량 Y의 0.06 그리고 연산된 9개의 계수값을 이용하여 인공신경망 알고리즘을 통해 투입될 철근 투입량을 예측하고, 추정된 철근 투입량을 A 조합(0.06, 0.43)에 저장할 수 있다.

[0105] 그리고 추정된 자재 투입량이 저장된 노무량 조합에 있어서, 추후에 해당 노무량 조합이 수집되는 동일 기간에 실제 자재 투입량이 수집되면, 학습부(160)는 해당 표준 노무량 조합에 저장된 데이터를 업데이트할 수 있다.

[0106] 즉, 학습부(160)는 인공신경망 알고리즘에 표준 노무량의 조합을 입력값으로 설정하고 수집된 실제 표준 자재 투입량을 출력값으로 설정하여 최적의 계수 값들을 추출하여, 추정된 자재 투입량 및 추정된 계수 값들을 실제 자재 투입량 및 최적의 계수 값으로 업데이트 할 수 있다.

[0107] 이와 같이, 학습부(160)는 보다 빠르고 정확하게 자재 투입량을 예측할 수 있도록 인공신경망 알고리즘을 지속적으로 학습시킬 수 있다.

[0108] 다음으로, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 건설 공정 마감 시기 예측 장치가 예측한 공정 마감 시기를 나타낸 그래프이다.

[0109] 먼저, 철근 콘크리트 공사에 있어서 철근 투입량을 기준으로 공정의 마감 시기를 예측한다고 가정한다. 이때, 일일 철근 투입량을 종속 변수로 설정하고, 이와 관련된 장비와 인원에 대해 표준화 및 관계지수를 측정하여 관계지수가 0.3 이하의 값을 가지는 작업반장, 철근공 그리고 A회사로부터 파견된 인원이 선택되었다고 가정한다.

[0110] 이때, 철근 콘크리트 공사의 향후 투입 계획에 따른 작업반장, 철근공, A회사로부터 파견된 인원의 수를 앞서 설명한 인공신경망 알고리즘에 적용하여 앞으로 투입 예측되는 철근량을 예측하고, 예측된 철근량을 주 단위로 누적하면 도 7의 그래프와 같다.

[0111] 도 7에서 실선으로 표시된 그래프(Predited)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.

[0112] 도 7에서 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.

[0113] 그리고 건설 공정 마감 시기 예측 장치(100)는 건설 공정 계획에 따라 투입 예정된 인원에 따른 예측된 철근투입량을 지속적으로 누적하면, 철근 콘크리트 공사에서 철근 사용량 목표치와 일치하는 시점인 공정 마감 시기(b)를 예측할 수 있다.

[0114] 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.

[0115] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면 별도의 데이터를 분석하는 것이 아닌 프로젝트 현장에서 존재하는 데이터를 인공신경망 알고리즘을 이용함으로써 예측 수행 횟수가 증가함에 따라 보다 정확하게 공정 마감 시기를 예측할 수 있어, 시간 및 비용 절감의 효과가 있다.

[0116] 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

[0117] 100: 건설 공정 마감 시기 예측 장치 110: 데이터 수집부

120: 연산부 130: 추출부

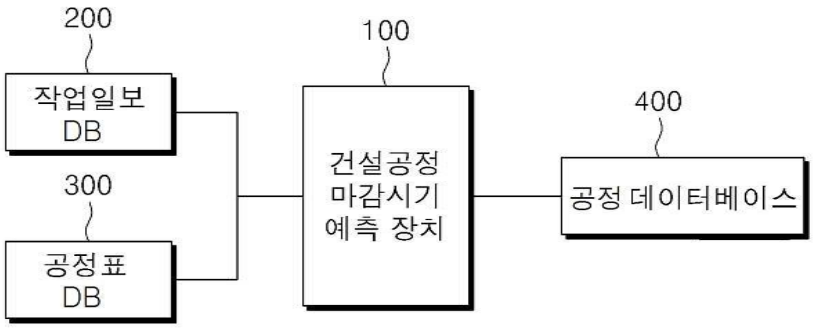
140: 자재투입량 예측부 150: 마감 시기 예측부

160: 학습부 200: 작업 일보 DB

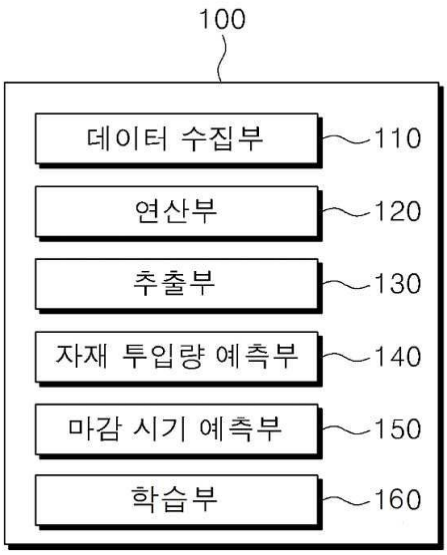
300: 공정표 DB 400: 공정 데이터베이스

도면

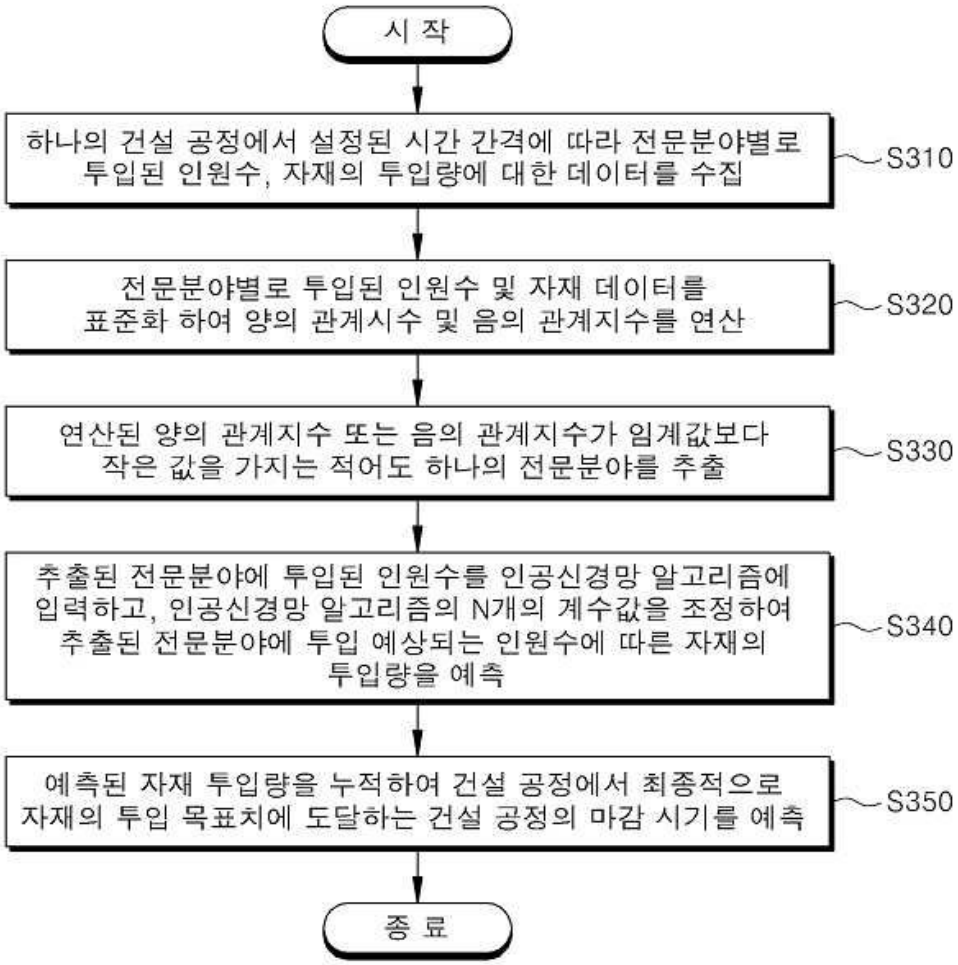
도면1



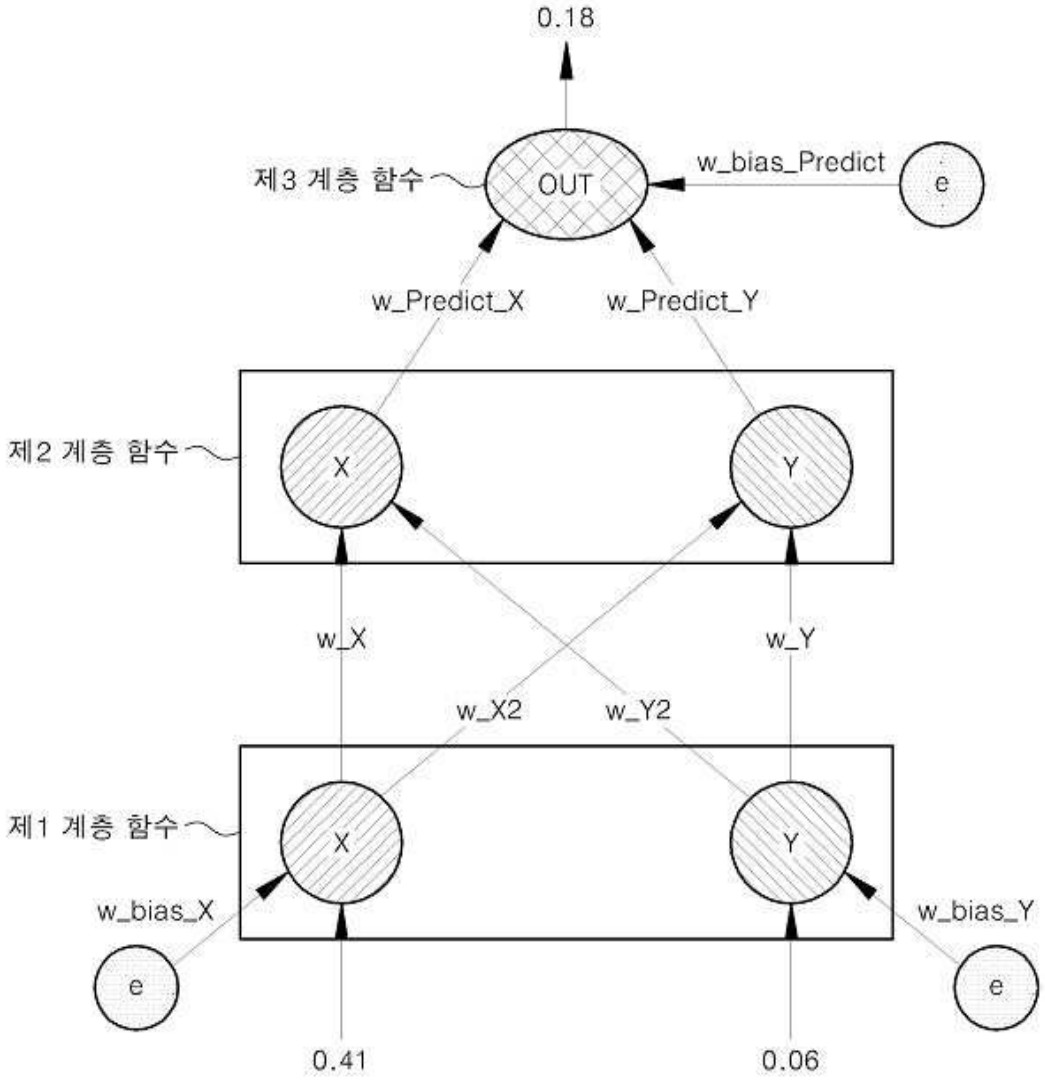
도면2


100
데이터 수집부
110
연산부
120
추출부
130
자재 투입량 예측부
140
마감 시기 예측부
150
학습부
160

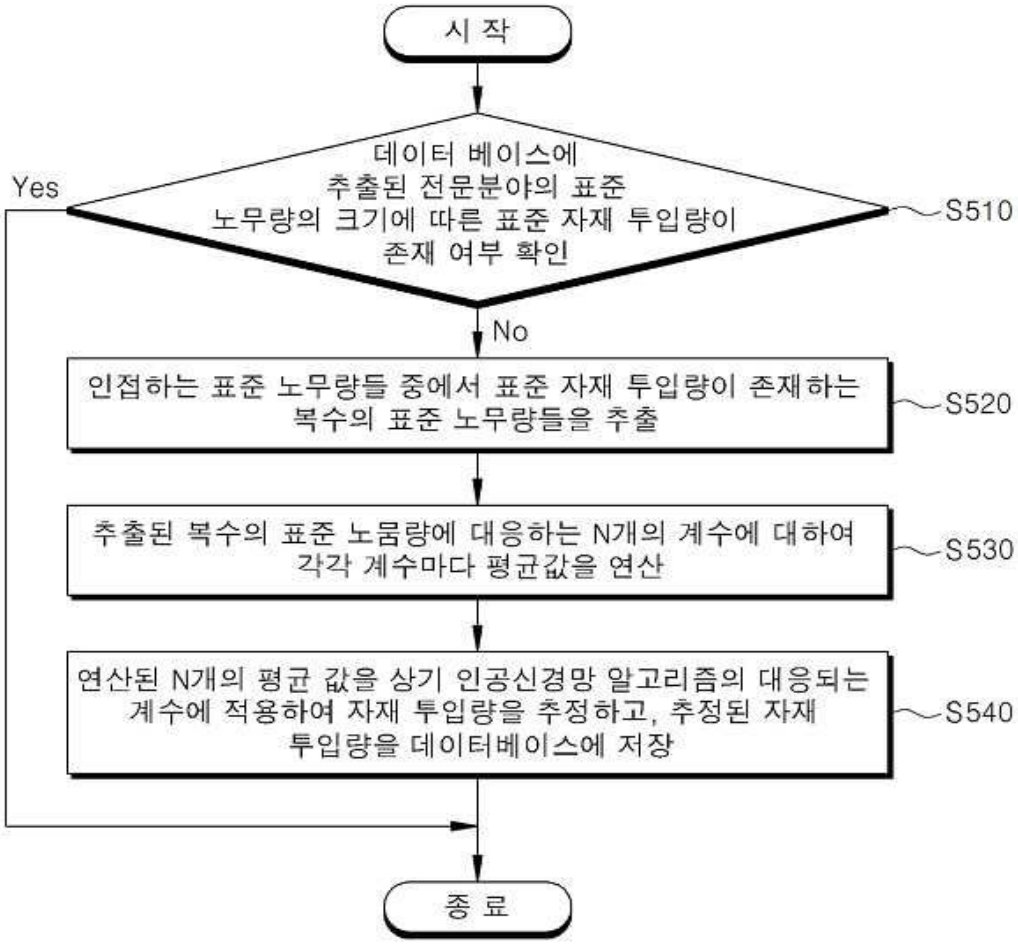
도면3


시 작
하나의 건설 공정에서 설정된 시간 간격에 따라 전문분야별로 투입된 인원수, 자재의 투입량에 대한 데이터를 수집
S310
전문분야별로 투입된 인원수 및 자재 데이터를 표준화 하여 양의 관계시수 및 음의 관계지수를 연산
S320
연산된 양의 관계지수 또는 음의 관계지수가 임계값보다 작은 값을 가지는 적어도 하나의 전문분야를 추출
S330
추출된 전문분야에 투입된 인원수를 인공신경망 알고리즘에 입력하고, 인공신경망 알고리즘의 N개의 계수값을 조정하여 추출된 전문분야에 투입 예상되는 인원수에 따른 자재의 투입량을 예측
S340
예측된 자재 투입량을 누적하여 건설 공정에서 최종적으로 자재의 투입 목표치에 도달하는 건설 공정의 마감 시기를 예측
S350
종 료

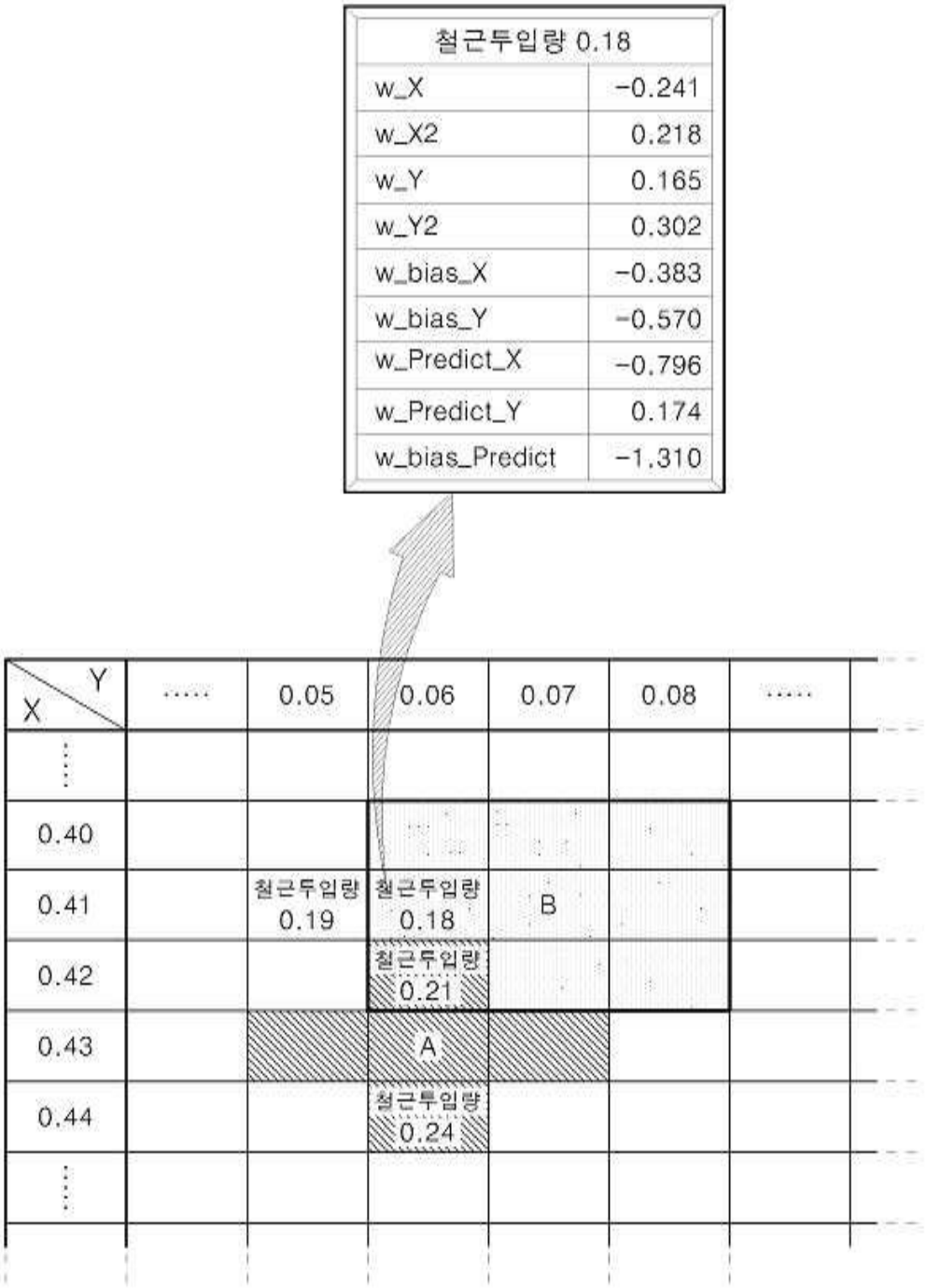
도면4


0.18
제3 계층 함수
OUT
w_bias_Predict
e
w_Predict_X
w_Predict_Y
제2 계층 함수
X
Y
w_X
w_Y
w_X2
w_Y2
제1 계층 함수
X
Y
w_bias_X
w_bias_Y
e
e
0.41
0.06

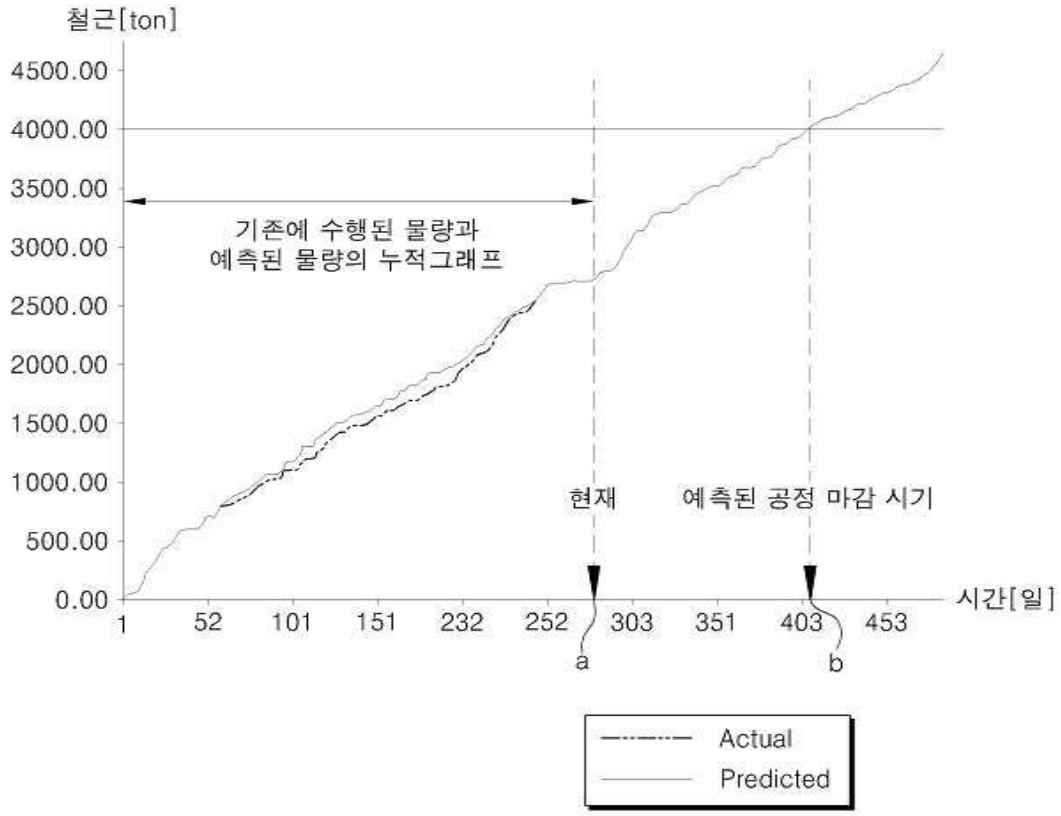
도면5


시 작
데이터 베이스에
추출된 전문분야의 표준
노무량의 크기에 따른 표준 자재 투입량이
존재 여부 확인
S510
Yes
No
인접하는 표준 노무량들 중에서 표준 자재 투입량이 존재하는
복수의 표준 노무량들을 추출
S520
추출된 복수의 표준 노무량에 대응하는 N개의 계수에 대하여
각각 계수마다 평균값을 연산
S530
연산된 N개의 평균 값을 상기 인공신경망 알고리즘의 대응되는
계수에 적용하여 자재 투입량을 추정하고, 추정된 자재
투입량을 데이터베이스에 저장
S540
종 료

도면6


철근두입량 0.18
w_X -0.241
w_X2 0.218
w_Y 0.165
w_Y2 0.302
w_bias_X -0.383
w_bias_Y -0.570
w_Predict_X -0.796
w_Predict_Y 0.174
w_bias_Predict -1.310
Y
X
.....
0.05
0.06
0.07
0.08
.....
0.40
0.41
0.42
0.43
0.44
철근두입량 0.19
철근두입량 0.18
철근두입량 0.21
철근두입량 0.24
A
B

도면7


철근[ton]
4500.00
4000.00
3500.00
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
0.00
기존에 수행된 물량과
예측된 물량의 누적그래프
현재
예측된 공정 마감 시기
시간[일]
1
52
101
151
232
252
303
351
403
453
a
b
Actual
Predicted