



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월02일

(11) 등록번호 10-2332122

(24) 등록일자 2021년11월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**G06N 5/04** (2006.01) **G06Q 50/06** (2012.01)  
 (52) CPC특허분류  
**G06N 5/04** (2013.01)  
**G06Q 50/06** (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2020-0093469  
 (22) 출원일자 2020년07월28일  
 심사청구일자 2020년07월28일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020070113558 A\*  
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
**(주)엔키아**  
 경기도 성남시 분당구 대왕판교로 660, 비동 10층(삼평동, 유스페이스1)  
**연세대학교 산학협력단**  
 서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
 (72) 발명자  
**유성수**  
 경기도 안양시 동안구 평촌대로396번길 40, 5동 202호  
**장인수**  
 경기도 용인시 수지구 풍덕천로160번길 11 304호 (풍덕천동, 스톤빌)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**특허법인세원**

전체 청구항 수 : 총 10 항

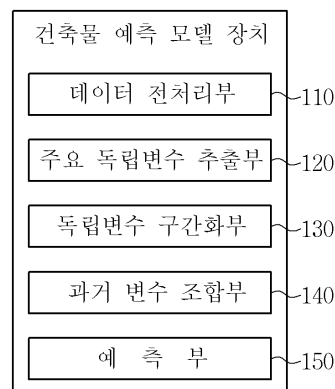
심사관 : 서광훈

(54) 발명의 명칭 **건축물 예측 모델 장치 및 건축물 예측 방법****(57) 요약**

건축물 예측 모델 장치 및 건축물 예측 방법이 제공된다. 데이터 전처리부는 건축물에서 실제로 측정된 실측데이터를 수집하여 예측하고자 하는 종속변수와 종속변수를 예측하는데 필요한 독립변수들로 분류하고, 주요 독립변수 추출부는 하나 이상의 종속변수와 다수의 독립변수들 간의 상관도를 산출하여 상관도가 높은 n개의 독립변수들을 주요 독립변수들로서 추출하고, 독립변수 구간화부는 n개의 주요 독립변수들 각각에 대해 실측데이터를 사전에 분류된 m개의 구간들 중 해당하는 구간으로 매핑하고, 예측부는 예측하고자 하는 t 시점의 실측데이터에 매핑된 구간의 이름을 n개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 생성된 예측 상황 변수 조합과 동일한 과거 변수 조합을 검색하고, 검색된 동일한 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터를 예측하고자 하는 t 시점의 종속변수의 값으로서 예측한다.

**대표도** - 도1

100



(72) 발명자

**유은민**

경기도 용인시 기흥구 용구대로2360번길 20(마북동)

**이승복**

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교

**김기석**

서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교

(56) 선행기술조사문헌

KR102051600 B1\*

KR101856170 B1

KR1020090047131 A

KR1020120036569 A

KR1020140116619 A

KR1020170078256 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415168143

과제번호 20172010000470

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지수요관리핵심기술개발(에특)(R&D)

연구과제명 대형사업장(호텔, 병원 등)의 에너지절감 솔루션

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)엔키아

연구기간 2020.03.01 ~ 2020.11.30

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

건축물에서 실제로 측정된 실측데이터를 수집하여 예측하고자 하는 하나 이상의 종속변수와 상기 하나 이상의 종속변수를 예측하는데 필요한 독립변수들로 분류하는 데이터 전처리부;

상기 하나 이상의 종속변수와 다수의 독립변수들 간의 상관도를 산출하여 상관도가 높은 n개의 독립변수들을 주요 독립변수들로서 추출하는 주요 독립변수 추출부;

상기 n개의 주요 독립변수들 각각에 대해 실측데이터를 사전에 분류된 m개의 구간들 중 해당하는 구간으로 매핑하는 독립변수 구간화부; 및

예측하고자 하는 t 시점의 실측데이터에 매핑된 구간의 이름을 상기 n개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 상기 생성된 예측 상황 변수 조합과 동일한 과거 변수 조합을 검색하고, 상기 검색된 동일한 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터를 상기 예측하고자 하는 t 시점의 종속변수의 값으로서 예측하는 예측부;를 포함하고,

상기 예측부는,

상기 예측하고자 하는 t 시점의 실측데이터에 매핑된 구간을 상기 n개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 설정된 순서로 조합하여 n개의 구간이름으로 이루어진 예측 상황 변수 조합을 생성하는 예측 상황 변수 조합부;

과거 시점들마다 생성된 다수의 과거 변수 조합들 중 상기 예측 상황 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합을 검색하는 변수 조합 검색부; 및

상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 1개 검색되면, 상기 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터를 상기 예측하고자 하는 t 시점의 값으로 매칭하는 매칭부;를 포함하며,

상기 변수 조합 검색부는,

상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 2개 이상 검색되면, 상기 예측하고자 하는 t 시점의 바로 이전인 t-1 시점의 변수 조합(이하, '제1예측 상황 이전 변수 조합'이라 한다)과 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들이 생성된 시점의 바로 이전 시점에서 생성된 과거 변수 조합(이하, '제1과거 이전 변수 조합'이라 한다)들을 비교하여 동일한 변수 조합이 존재하는지 더 검색하고, 검색된 개수에 따라 검색 조건을 조정하여 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들 중 하나를 최종 선택하는 것을 특징으로 하는 건축물 예측 모델 장치.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 주요 독립변수 추출부는,

상기 추출된 n개의 주요 독립변수들에게 상관도가 높을수록 높은 우선순위를 설정하고,

상기 변수 조합 검색부는,

상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 0개 검색되면, 상기 예측 상황 변수 조합부에서 생성된 예측 상황 변수 조합 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여 n-1개로 이루어진 새로운 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 상기 새로운 예측 상황 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합을 재검색하는 것을 특징으로 하는 건축물 예측 모델 장치.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 매칭부는,

상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 1개 검색되면, 상기 검색된 2개 이상의 과거 변수 조합들 중, 상기 1개 검색된 제1과거 이전 변수 조합에 대응하는 과거 변수 조합에 매칭된 실측데이터를 상기 예측하고자 하는 t 시점의 값으로서 예측하여 매칭하는 것을 특징으로 하는 건축물 예측 모델 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 변수 조합 검색부는,

상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 0개 검색되면, 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여 n-1개로 이루어진 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합을 생성하고, 상기 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 제1과거 이전 변수 조합이 존재하는지 재검색하는 것을 특징으로 하는 건축물 예측 모델 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 변수 조합 검색부는,

상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 2개 이상 검색되면, 상기 t-1 시점의 바로 이전 시점인 t-2 시점의 변수 조합(이하, '제2예측 상황 이전 변수 조합'이라 한다)과 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들이 생성된 시점의 두 번째 이전 시점에서 생성된 과거 변수 조합(이하, '제2과거 이전 변수 조합'이라 한다)들을 더 비교하여 동일한 변수 조합이 존재하는지 검색하고, 검색된 개수에 따라 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들 중 하나를 최종 선택하는 상기 것을 특징으로 하는 건축물 예측 모델 장치.

#### 청구항 8

(A) 전자장치가, 건축물에서 실제로 측정된 실측데이터를 수집하여 예측하고자 하는 하나 이상의 종속변수와 상기 하나 이상의 종속변수를 예측하는데 필요한 독립변수들로 분류하는 단계;

(B) 상기 전자장치가, 상기 하나 이상의 종속변수와 다수의 독립변수들 간의 상관도를 산출하여 상관도가 높은 n개의 독립변수들을 주요 독립변수들로서 추출하는 단계;

(C) 상기 전자장치가, 상기 (B) 단계에서 추출된 n개의 주요 독립변수들 각각에 대해 실측데이터를 사전에 분류된 m개의 구간들 중 해당하는 구간으로 매핑하는 단계; 및

(D) 상기 전자장치가, 예측하고자 하는 t 시점의 실측데이터에 매핑된 구간의 이름을 상기 n개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 상기 생성된 예측 상황 변수 조합과 동일한 과거 변수 조합을 검색하고, 상기 검색된 동일한 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터를 상기 예측하고자 하는 t 시점의 종속변수의 값으로서 예측하는 단계;를 포함하고,

상기 (D) 단계는,

(D1) 상기 예측하고자 하는 t 시점의 실측데이터에 매핑된 구간을 상기 n개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 설정된 순서로 조합하여 n개의 구간이름으로 이루어진 예측 상황 변수 조합을 생성하는 단계;

(D2) 과거 시점들마다 생성된 다수의 과거 변수 조합들 중 상기 예측 상황 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합을 검색하는 단계; 및

(D3) 상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 1개 검색되면, 상기 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터를 상기 예측하고자 하는 t 시점의 값으로 매칭하는 단계;를 포함하며,

상기 (D2) 단계는,

(D23) 상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 2개 이상 검색되면, 상기 예측하고자 하는  $t$  시점의 바로 이전인  $t-1$  시점의 변수 조합(이하, '제1예측 상황 이전 변수 조합'이라 한다)과 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들이 생성된 시점의 바로 이전 시점에서 생성된 과거 변수 조합(이하, '제1과거 이전 변수 조합'이라 한다)들을 비교하여 동일한 변수 조합이 존재하는지 더 검색하는 단계; 및,

(D24) 상기 (D23) 단계에서 검색된 개수에 따라 검색 조건을 조정하여 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들 중 하나를 최종 선택하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 건축물 예측 방법.

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 (B) 단계는,

상기 추출된  $n$ 개의 주요 독립변수들에게 상관도가 높을수록 높은 우선순위를 설정하고,

상기 (D2) 단계는,

(D21) 상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 0개 검색되면, 상기 (D1) 단계에서 생성된 예측 상황 변수 조합 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여  $n-1$ 개로 이루어진 새로운 예측 상황 변수 조합을 생성하는 단계; 및

(D22) 상기 (D21)단계에서 생성되는 새로운 예측 상황 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합을 재 검색하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 건축물 예측 방법.

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 (D3) 단계는,

상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 1개 검색되면, 상기 검색된 2개 이상의 과거 변수 조합들 중, 상기 1개 검색된 제1과거 이전 변수 조합에 대응하는 과거 변수 조합에 매칭된 실측데이터를 상기 예측하고자 하는  $t$  시점의 값으로서 예측하여 매칭하는 것을 특징으로 하는 건축물 예측 방법.

#### 청구항 13

제8항에 있어서,

상기 (D2) 단계는,

(D25) 상기 (D23) 단계에서 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 0개 검색되면, 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여  $n-1$ 개로 이루어진 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합을 생성하는 단계; 및

(D26) 상기 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 제1과거 이전 변수 조합이 존재하는지 재검색하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 건축물 예측 방법.

#### 청구항 14

제8항에 있어서,

상기 (D2) 단계는,

(D27) 상기 (D23) 단계에서 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 2개 이상 검색되면, 상기  $t-1$  시점의 바로 이전 시점인  $t-2$  시점의 변수 조합(이하, '제2예측 상황 이전 변수 조합'이라 한다)과 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들이 생성된 시점의 두 번째 이전 시점에서 생성된 과거 변수 조합(이하, '제2과거 이전 변수 조합'이라 한다)들을 더 비교하여 동일한 변수 조합이 존재하는지 검색하는 단계; 및

(D28) 상기 (D27) 단계에서 검색된 개수에 따라 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들 중 하나를 최종 선택하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 건축물 예측 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 건축물 예측 모델 장치 및 건축물 예측 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 과거의 실측데이터를 이용하여 실시간으로 또는 과거의 에너지 사용량을 예측할 수 있는 건축물 예측 모델 장치 및 건축물 예측 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 IoT 기술을 기반으로 건축물에서 발생하는 에너지 소비를 줄이고, 건축물을 유지관리하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 그 중 하나로 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 건축물의 에너지 사용량을 예측하고, 예측된 에너지 사용량과 건축물에서 실제 사용된 에너지를 비교하여 건축물을 관리하는 방식이 있다.

[0003] 기존의 시뮬레이션 프로그램을 이용하는 방식은 관리자가 건축물과 관련된 다양한 입력 변수를 수동으로 직접 입력하면, 설정된 함수들에 의해 에너지 사용량과 관련된 결과를 도출하는 방식이다.

[0004] 그러나, 기존의 시뮬레이션 프로그램을 이용하는 방식은 관리자가 직접 다양한 데이터를 입력하므로 입력 절차가 복잡하고, 오랜 시간이 소요되며, 관리자의 숙련도에 따라 시뮬레이션의 구동 결과가 관리자에 따라 다르게 도출되므로 결과값이 안정적이지 못 하고 신뢰도 역시 낮게 된다. 또한, 건축물에 실제로 발생하는 상황(예를 들어, 건물내의 사람들 수)을 기반으로 예측하는 것이 아니므로 시뮬레이션 결과와 실제 에너지 사용량의 값의 차이가 크게 발생하는 경우가 빈번하다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 국내 공개특허 제10-2018-0110940호(2018년10월11일, 공개)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 전술한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 건축물에서 실제로 발생한 데이터를 이용하여 건축물의 에너지 사용량을 예측할 수 있는 건축물 예측 모델 장치 및 건축물 예측 방법을 제시하는 데 있다.

[0007] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 전술한 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 본 발명의 실시 예에 따르면, 건축물 예측 모델 장치는, 건축물에서 실제로 측정된 실측데이터를 수집하여 예측하고자 하는 하나 이상의 종속변수와 상기 하나 이상의 종속변수를 예측하는데 필요한 독립변수들로 분류하는 데이터 전처리부; 상기 하나 이상의 종속변수와 다수의 독립변수들 간의 상관도를 산출하여 상관도가 높은  $n$ 개의 독립변수들을 주요 독립변수들로서 추출하는 주요 독립변수 추출부; 상기  $n$ 개의 주요 독립변수들 각각에 대해 실측데이터를 사전에 분류된  $m$ 개의 구간들 중 해당하는 구

간으로 매핑하는 독립변수 구간화부; 및 예측하고자 하는  $t$  시점의 실측데이터에 매핑된 구간의 이름을 상기  $n$  개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 상기 생성된 예측 상황 변수 조합과 동일한 과거 변수 조합을 검색하고, 상기 검색된 동일한 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터를 상기 예측하고자 하는  $t$  시점의 종속변수의 값으로서 예측하는 예측부;를 포함한다.

[0009] 상기 예측부는, 상기 예측하고자 하는  $t$  시점의 실측데이터에 매핑된 구간을 상기  $n$ 개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 설정된 순서로 조합하여  $n$ 개의 구간이름으로 이루어진 예측 상황 변수 조합을 생성하는 예측 상황 변수 조합부; 과거 시점들마다 생성된 다수의 과거 변수 조합들 중 상기 예측 상황 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합을 검색하는 변수 조합 검색부; 및 상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 1개 검색되면, 상기 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터를 상기 예측하고자 하는  $t$  시점의 값으로 매칭하는 매칭부;를 포함한다.

[0010] 상기 주요 독립변수 추출부는, 상기 추출된  $n$ 개의 주요 독립변수들에게 상관도가 높을수록 높은 우선순위를 설정하고, 상기 변수 조합 검색부는, 상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 0개 검색되면, 상기 예측 상황 변수 조합부에서 생성된 예측 상황 변수 조합 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여  $n-1$ 개로 이루어진 새로운 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 상기 새로운 예측 상황 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합을 재검색한다.

[0011] 상기 변수 조합 검색부는, 상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 2개 이상 검색되면, 상기 예측하고자 하는  $t$  시점의 바로 이전인  $t-1$  시점의 변수 조합(이하, '제1예측 상황 이전 변수 조합'이라 한다)과 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들이 생성된 시점의 바로 이전 시점에서 생성된 과거 변수 조합(이하, '제1과거 이전 변수 조합'이라 한다)들을 비교하여 동일한 변수 조합이 존재하는지 더 검색하고, 검색된 개수에 따라 검색 조건을 조정하여 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들 중 하나를 최종 선택한다.

[0012] 상기 매칭부는, 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 1개 검색되면, 상기 검색된 2개 이상의 과거 변수 조합들 중, 상기 1개 검색된 제1과거 이전 변수 조합에 대응하는 과거 변수 조합에 매칭된 실측데이터를 상기 예측하고자 하는  $t$  시점의 값으로서 예측하여 매칭한다.

[0013] 상기 변수 조합 검색부는, 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 0개 검색되면, 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여  $n-1$ 개로 이루어진 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합을 생성하고, 상기 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 제1과거 이전 변수 조합이 존재하는지 재검색한다.

[0014] 상기 변수 조합 검색부는, 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 2개 이상 검색되면, 상기  $t-1$  시점의 바로 이전 시점인  $t-2$  시점의 변수 조합(이하, '제2예측 상황 이전 변수 조합'이라 한다)과 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들이 생성된 시점의 두 번째 이전 시점에서 생성된 과거 변수 조합(이하, '제2과거 이전 변수 조합'이라 한다)들을 더 비교하여 동일한 변수 조합이 존재하는지 검색하고, 검색된 개수에 따라 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들 중 하나를 최종 선택한다.

[0015] 한편, 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 건축물 예측 방법은, (A) 전자장치가, 건축물에서 실제로 측정된 실측 데이터를 수집하여 예측하고자 하는 하나 이상의 종속변수와 상기 하나 이상의 종속변수를 예측하는데 필요한 독립변수들로 분류하는 단계; (B) 상기 전자장치가, 상기 하나 이상의 종속변수와 다수의 독립변수들 간의 상관도를 산출하여 상관도가 높은  $n$ 개의 독립변수들을 주요 독립변수들로서 추출하는 단계; (C) 상기 전자장치가, 상기 (B) 단계에서 추출된  $n$ 개의 주요 독립변수들 각각에 대해 실측데이터를 사전에 분류된  $m$ 개의 구간들 중 해당하는 구간으로 매핑하는 단계; 및 (D) 상기 전자장치가, 예측하고자 하는  $t$  시점의 실측데이터에 매핑된 구간의 이름을 상기  $n$ 개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 상기 생성된 예측 상황 변수 조합과 동일한 과거 변수 조합을 검색하고, 상기 검색된 동일한 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터를 상기 예측하고자 하는  $t$  시점의 종속변수의 값으로서 예측하는 단계;를 포함한다.

[0016] 상기 (D) 단계는, (D1) 상기 예측하고자 하는  $t$  시점의 실측데이터에 매핑된 구간을 상기  $n$ 개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 설정된 순서로 조합하여  $n$ 개의 구간이름으로 이루어진 예측 상황 변수 조합을 생성하는 단계; (D2) 과거 시점들마다 생성된 다수의 과거 변수 조합들 중 상기 예측 상황 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합을 검색하는 단계; 및 (D3) 상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 1개 검색되면, 상기 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터를 상기 예측하고자 하는  $t$  시점의 값으로 매칭하는 단계;를 포함한다.

- [0017] 상기 (B) 단계는, 상기 추출된 n개의 주요 독립변수들에게 상관도가 높을수록 높은 우선순위를 설정하고, 상기 (D2) 단계는, (D21) 상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 0개 검색되면, 상기 (D1) 단계에서 생성된 예측 상황 변수 조합 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여 n-1개로 이루어진 새로운 예측 상황 변수 조합을 생성하는 단계; 및 (D22) 상기 (D21) 단계에서 생성되는 새로운 예측 상황 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합을 재검색하는 단계;를 포함한다.
- [0018] 상기 (D2) 단계는, (D23) 상기 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 2개 이상 검색되면, 상기 예측하고자 하는 t 시점의 바로 이전인 t-1 시점의 변수 조합(이하, '제1예측 상황 이전 변수 조합'이라 한다)과 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들이 생성된 시점의 바로 이전 시점에서 생성된 과거 변수 조합(이하, '제1과거 이전 변수 조합'이라 한다)들을 비교하여 동일한 변수 조합이 존재하는지 더 검색하는 단계; 및 (D24) 상기 (D23) 단계에서 검색된 개수에 따라 검색 조건을 조정하여 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들 중 하나를 최종 선택하는 단계;를 포함한다.
- [0019] 상기 (D3) 단계는, 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 1개 검색되면, 상기 검색된 2개 이상의 과거 변수 조합들 중, 상기 1개 검색된 제1과거 이전 변수 조합에 대응하는 과거 변수 조합에 매칭된 실측데이터를 상기 예측하고자 하는 t 시점의 값으로서 예측하여 매칭한다.
- [0020] 상기 (D2) 단계는, (D25) 상기 (D23) 단계에서 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 0개 검색되면, 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여 n-1개로 이루어진 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합을 생성하는 단계; 및 (D26) 상기 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 제1과거 이전 변수 조합이 존재하는지 재검색하는 단계;를 포함한다.
- [0021] 상기 (D2) 단계는, (D27) 상기 (D23) 단계에서 상기 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 2개 이상 검색되면, 상기 t-1 시점의 바로 이전 시점인 t-2 시점의 변수 조합(이하, '제2예측 상황 이전 변수 조합'이라 한다)과 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들이 생성된 시점의 두 번째 이전 시점에서 생성된 과거 변수 조합(이하, '제2과거 이전 변수 조합'이라 한다)들을 더 비교하여 동일한 변수 조합이 존재하는지 검색하는 단계; 및 (D28) 상기 (D27) 단계에서 검색된 개수에 따라 상기 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들 중 하나를 최종 선택하는 단계;를 포함한다.

### 발명의 효과

- [0022] 본 발명에 따르면, 건축물에서 실제로 발생한 데이터를 이용하여 건축물의 에너지 사용량을 예측함으로써 예측된 결과의 신뢰도를 높일 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명에 따르면, 관리자의 주관적인 판단 하에 입력되는 주관적인 데이터가 아닌 실제로 발생한 객관적인 데이터를 이용하여 예측함으로써 정확도뿐만 아니라 안정적인 결과를 유지할 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명에 따르면 현재 시점에서의 적정 에너지 사용량을 예측함으로써 실제 사용된 에너지가 과도한 경우 에너지 사용을 즉각적으로 확인하여 관리자에게 알려줄 수 있으며, 건축물의 실내외 환경 조건 변경 시에도 에너지 변화량을 보다 정확히 예측할 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명에 따르면 예측값과 실측값을 비교하여 정확도와 정밀도를 검증할 뿐만 아니라 에너지 사용량을 예측하는 학습 모델에 피드백하여 학습 모델의 정확도를 높일 수 있다.
- [0026] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 건축물 예측 모델 장치(100)를 도시한 도면,  
 도 2는 도 1에 도시된 예측부를 도시한 블록도,  
 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 전자장치의 건축물 예측 방법을 도시한 흐름도,  
 도 4는 도 3의 S350단계를 자세히 도시한 흐름도, 그리고,  
 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 건축물 예측 방법을 실행하는 컴퓨팅 시스템을 보여주는 블록도이다.



## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시 예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시 예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0029] 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는 데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0030] 이하, 본 발명에서 실시하고자 하는 구체적인 기술내용에 대해 첨부도면을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.
- [0031] 도 1 및 도 2에 도시된 건축물 예측 모델 장치(100)의 각각의 구성은 기능 및/또는 논리적으로 분리될 수도 있음을 나타내는 것이며, 반드시 각각의 구성이 별도의 물리적 장치로 구분되거나 별도의 코드로 작성됨을 의미하는 것은 아님을 본 발명의 기술분야의 평균적 전문가가 용이하게 추론할 수 있을 것이다.
- [0032] 먼저 본 발명에서 사용되는 용어를 다음과 같이 정리한다.
- [0033]  **$IV$  (Independent Variable) : 독립변수**
- [0034]  **$SV$  (Subordination Variable) : 종속변수**
- [0035]  **$IV_t$  : 예측상황 시점( $t$ )의 독립변수**
- [0036]  **$IV_{t-1}$  : 예측상황 전시점( $t-1$ )의 독립변수**
- [0037]  **$IVC$  (Independent Variable Combination): 독립변수 조합**
- [0038]  **$IVC_{\sim IVC[t-1]}$  : 이전시점( $t-1$ )까지의 독립변수 조합**
- [0039]  **$n \cdot IVC_t$  : 현재시점( $t$ )의  $n$ 개의 독립변수 조합**
- [0040]  **$n \cdot IVC_{\sim [t-1]}$  : 이전시점( $t-1$ )까지의  $n$ 개의 독립변수 조합**
- [0041]  **$IVC_t^{m*}$  :  $m$ 번째 루틴에서 예측된 독립변수 조합 후보군(\*)**
- [0042]  **$IVC_t^*$  : 현재까지 예측된 독립변수 조합 후보군(\*)**
- [0043]  **$IVC_t^p$  : 예측( $p$ )된 독립변수 조합**
- [0044]  **$SV_t^p$  : 예측된 종속변수**
- [0045]  **$[SV_t^p]_{t=2}^t$  : 예측된 모든 종속변수**
- [0047] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 건축물 예측 모델 장치(100)를 도시한 도면이다.
- [0048] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 건축물 예측 모델 장치(100)는 건축물에서 실제로 측정된 데이터, 즉, 과거의 실측데이터를 이용하여 건축물에서 소비되는 에너지 사용량을 학습 모델을 이용하여 예측할 수 있는 장치로서, 데이터 전처리부(110), 주요 독립변수 추출부(120), 독립변수 구간화부(130), 과거 변수 조합부(140) 및 예측부(150)를 포함할 수 있다.
- [0049] 데이터 전처리부(110)는 건축물에 구비된 센서들에 의해 실제로 측정된 실측데이터를 수집하여 예측하고자 하는 하나 이상의 종속변수와 하나 이상의 종속변수를 예측하는데 필요한 독립변수들로 분류하고, 분류된 각 종속변수의 실측데이터와 독립변수의 실측데이터를 다시 범주형인지 또는 연속형인지 속성을 분류한다.
- [0050] 종속변수는 독립변수들의 영향을 받아 변하는 변수이고, 독립변수는 종속변수에 영향을 주는 변수로서, 공조기

의 경우 종속변수는 에너지 사용량이고, 독립변수들은 온도, 습도, 일사량, 풍량 등 다수 포함할 수 있다. 독립변수는 매개 변수를 포함할 수 있으며, 매개변수는 독립변수의 결과인 동시에 종속변수의 결정요인으로 작용하는 변수이며, 예를 들어 외부 온도가 높아짐에 따라 실내 에어컨디셔너의 온도를 낮게 설정하는 경우, 낮게 설정된 온도를 말한다.

[0051] 범주형은 예를 들어 전원이 꺼진 경우는 오프, 켜진 경우는 온되는 것처럼 몇 개의 범주로 나누어진 형태를 갖는 속성이고, 연속형은 외기온과 같이 연속적인 값의 형태를 갖는 속성이다. 범주형의 독립변수는 후술할 구간화 시 범주 개수에 의존하여 구간화된다. 온오프의 경우 독립변수는 2개의 구간 중 하나에 매핑된다.

[0052] 데이터 전처리부(110)는 분류된 결과를 데이터 테이블에 정해진 형태로 정렬 및 저장할 수 있다. 따라서, 데이터 테이블에는 실측데이터의 변수 종류, 속성(범주형 또는 연속형 여부), 실측 시점이 저장될 수 있다. 데이터 테이블을 DB(미도시)에 저장된다.

[0053] 주요 독립변수 추출부(120)는 데이터 전처리부(110)에서 분류된 하나 이상의 종속변수와 다수의 독립변수들 간의 상관도를 산출하여 상관도가 높은 n개의 독립변수들을 주요 독립변수들로서 추출할 수 있다. 그리고, 주요 독립변수 추출부(120)는 추출된 n개의 주요 독립변수들에게 종속변수와의 상관도가 높을수록 더 높은 우선순위를 설정한다. 종속변수는 공조기, 보일러 등 다수의 변수에 대해 존재하며, 그 종류는 예를 들어 다음과 같다.

- [0054] 1. 공조기 Fan 전력소비량
- [0055] 2. 공조기 냉수코일 열제거량
- [0056] 3. 각 실별 열 공급(냉방시)/제거(냉방시)량
- [0057] 4. 냉수 1차펌프 전력소비량
- [0058] 5. 냉수 2차펌프 전력소비량
- [0059] 6. 냉각수 펌프 전력소비량
- [0060] 7. 온수펌프(컨벡터) 전력소비량
- [0061] 8. 흡수식냉동기 증기소비량
- [0062] 10. 보일러 가스소비량

[0063] [표 1]은 공조기의 종속변수 중 에너지 사용량과 종속변수 별로 추출된 주요 독립변수들의 종류를 보여준다.

표 1

	종속변수	주요 독립변수 및 우선순위
공조기	에너지 사용량(Fan 전력소비량)	1. 시간(주차, 요일, 시간 포함) 2. 외기 온도(기상청) 3. 외기 온도(공조기 센서) 4. 급기 온도 5. 급기 풍량 6. 외기 댁퍼 개도(스케줄)

[0065] [표 1]의 경우, 주요 독립변수 추출부(120)는 공조기의 에너지 사용량과 다수의 독립변수들 간의 상관도를 산출하고, 산출된 다수의 상관도들 중 상관도가 가장 높은 6개의 독립변수들을 주요 독립변수들로서 추출한다. 6개는 일 예로서 변경가능하다.

[0066] 독립변수 구간화부(130)는 종속변수 별로 추출된 n개의 주요 독립변수들 각각에 대해 실측데이터를 전처리한다. 전처리 방식은 결측치 처리 방식과 이상치 완화 방식이 있다. 결측치 처리 방식의 경우, 독립변수 구간화부(130)는 센서의 센싱에 오류가 발생하여 실측데이터가 누락된 경우, 누락된 데이터를 산출하여 보간할 수 있다. 이상치 완화 방식의 경우, 독립변수 구간화부(130)는 센싱 오류에 의해 잘못 측정된 실측데이터를 보정할 수 있다.

[0067] 독립변수 구간화부(130)는 전처리된 n개의 주요 독립변수들의 실측데이터를 사전에 분류된 m개의 구간들 중 해당하는 구간으로 기설정된 기준에 따라 매핑할 수 있다. 예를 들어, m개는 10개일 수 있고, 10개의 구간은 각

각 알파벳 A~J의 구간이름을 가질 수 있다.

- [0068] 독립변수 구간화부(130)는 백분위 방식, 빈도 방식 및 스케일 방식 중 하나를 이용하여 실측데이터를 구간화할 수 있다.
- [0069] 백분위 방식은 n개의 주요 독립변수들 별로 실측데이터를 랭킹화하고, 랭킹화된 실측데이터를 m분위로 균등하게 나누어 m개의 구간들 중 해당하는 구간에 매핑하는 방식이다. 예를 들어, 10분위로 균등하게 나누는 경우, 온도라는 독립변수에 대해 수집된 실측데이터가 200개라면, 백분위 방식은 200개의 온도데이터를 1번부터 200번까지 랭킹화하고, 10분위로 균등하게 나누어 1번부터 20번은 A 구간, 21번부터 30번은 B구간에 매핑한다.
- [0070] 빈도 방식은 n개의 주요 독립변수들 별 실측데이터를 실측데이터의 발생빈도에 따라 비균등하게 m개로 나누어 m개의 구간들 중 해당하는 구간에 매핑하는 방식이다. 예를 들어, 구간을 10개로 나눈 경우, -5℃~35℃의 온도데이터 200개 중 25℃~27℃에 100개의 온도데이터가 조밀하게 군집되어 있는 경우, 다른 온도에 비해 조밀하게 분포되어 있으므로, -5℃~24.99℃는 A~D구간으로 랭킹화하여 나누고, 25℃~27℃는 E~H 구간으로 세밀하게 나누고, 27.01℃~35℃는 I~J 구간으로 랭킹화하여 나누어 매핑한다.
- [0071] 스케일 방식은 백분위 방식과 빈도 방식을 혼용하는 방식이다.
- [0072] 과거 변수 조합부(140)는 동일한 시점에서 측정된 주요 독립변수들의 실측데이터를 데이터 테이블에서 읽어와 조합하여 각 시점 별 과거 변수 조합을 생성하여 DB(미도시)에 저장할 수 있다.
- [0073] [표 2]는 공조기의 에너지 사용량을 예측하고자 하는 시점(예를 들어, 현재 시점)을 t라고 하는 경우, t시점부터 100번째 이전 시점인 t-100 시점에서 측정된 주요 독립변수들의 실측데이터와 실측데이터의 구간화 결과의 예를 보여준다.

표 2

시점	우선순위	주요 독립변수들의 실측데이터	구간화(구간이름)
t-100	1	시간	A
	2	외기 온도(기상청)	D
	3	외기 온도(공조기 센서)	B
	4	급기 온도	D
	5	급기 풍량	A
	6	외기 댁퍼 개도(스케줄)	A

- [0075] 과거 변수 조합부(140)는 주요 독립변수들의 실측데이터가 구간화된 구간 이름을 [표 2]의 우선순위 순서에 따라 조합한다. 따라서, [표 2]의 경우, 과거 변수 조합부(140)는 과거 t-100 시점에서 ADBDAA라는 과거 변수 조합을 생성한다.
- [0076] 예측부(150)는 예측하고자 하는 t 시점의 실측데이터에 매핑된 구간의 이름을 n개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 생성된 예측 상황 변수 조합과 동일한 과거 변수 조합을 검색하고, 검색된 동일한 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터(즉, 과거에 어느 시점에서 실제로 측정된 에너지 사용량)를 예측하고자 하는 t 시점의 종속변수의 값(즉, t 시점의 에너지 사용량)으로서 예측할 수 있다.
- [0077] 도 2는 도 1에 도시된 예측부(150)를 도시한 블록도이다.
- [0078] 도 2를 참조하면, 예측부(150)는 예측 상황 변수 조합부(152), 변수 조합 검색부(154) 및 매칭부(156)를 포함할 수 있다.
- [0079] 예측 상황 변수 조합부(152)는 예측하고자 하는 t 시점의 실측데이터에 매핑된 구간을 n개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 설정된 순서로 조합하여 n개의 구간이름으로 이루어진 예측 상황 변수 조합을 생성할 수 있다. 설정된 순서는 주요 독립변수에 설정된 우선순위를 수 있으며 다른 기준으로도 변경가능하다.
- [0080] 예측하고자 하는 t 시점이 바로 현재 시점인 경우, 예측 상황 변수 조합부(152)는 실시간으로 현재 수집 및 추출된 주요 독립변수들의 구간화 결과를 이용하여 예측 상황 변수 조합( $n \cdot IV C_t$ )을 생성할 수 있다. 또한, 예측하고자 하는 t 시점이 과거 시점인 경우, 예측 상황 변수 조합부(152)는 과거 변수 조합부(140)에서 생성된 다수의 과거 변수 조합들( $n \cdot IV C_{\sim [t-1]}$ ) 중 예측할 t 시점에 해당하는 과거 변수 조합을 검색할 수도 있다.

이하에서는 예측하고자 하는 t 시점이 바로 현재 시점인 경우를 예로 들어 설명한다.

[0081] 변수 조합 검색부(154)는 과거 변수 조합부(140)에서 과거 시점들마다 생성된 다수의 과거 변수 조합들 ( $n \cdot IVC_{\sim[t-1]}$ ) 중 예측 상황 변수 조합( $n \cdot IVC_t$ )과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합을 검색할 수 있다. 동일한 조합을 가지는 하나 이상의 과거 변수 조합에 매핑된 시점은 t 시점과 동일(날짜는 다름)할 수도 있고 다를 수도 있다. 변수 조합 검색부(154)는 다수의 과거 변수 조합들( $n \cdot IVC_{\sim[t-1]}$ ) 중 예측 상황 변수 조합( $n \cdot IVC_t$ )과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 0개 검색되면 검색 조건을 완화하고, 2개 이상 검색되면 검색 조건을 강화하여 가장 동일한 것으로 판단되는 과거 변수 조합을 최종적으로 1개 검색할 수 있다.

[0082] 먼저, 변수 조합 검색부(154)에서 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 1개 검색되면, 변수 조합 검색부(154)는 검색된 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)을 예측 독립변수 조합( $n \cdot IVC_t^P$ )으로서 추출하여 매칭부(156)로 전달한다.

[0083] 매칭부(156)는 검색된 1개의 과거 변수 조합, 즉, 예측된 독립변수 조합( $n \cdot IVC_t^P$ )에 매칭된 종속변수의 실측 데이터(예를 들어, 실제 에너지 사용량)를 예측하고자 하는 t 시점의 값, 즉, 에너지 사용량으로서 예측하여  $[SV_t^P]$ 에 매칭할 수 있다.

[0084] 다음, 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)이 0개 검색되면, 변수 조합 검색부(154)는 예측 상황 변수 조합에 사용된 주요 독립변수의 개수 n을 감소시켜 검색 조건을 완화한다.

[0085] 자세히 설명하면, 변수 조합 검색부(154)는 예측 상황 변수 조합부(152)에서 생성된 예측 상황 변수 조합( $n \cdot IVC_t$ ) 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여 n-1개로 이루어진 새로운 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 새로운 예측 상황 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합을 재검색할 수 있다. 예를 들어, 예측 상황 변수 조합( $n \cdot IVC_t$ )이 ADBDAH이고, 이와 동일한 과거 변수 조합이 없으면, ADBDAH 중 가장 낮은 우선순위가 마지막의 H에 해당하는 주요 독립변수인 경우, 변수 조합 검색부(154)는 H를 제거하여 새로운 예측 상황 변수 조합인 ADBDA를 생성한다. 그리고, 변수 조합 검색부(154)는 새로운 예측 상황 변수 조합과 과거 변수 조합들을 비교하여 동일한 과거 변수 조합을 검색한다.

[0086] 다음, 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)이 2개 이상 검색되면, 변수 조합 검색부(154)는 2개 이상의 과거 변수 조합들 중 최종적으로 하나의 과거 변수 조합이 선택될 때까지 검색 조건을 강화한다.

[0087] 이를 위하여, 변수 조합 검색부(154)는 예측하고자 하는 t 시점의 바로 이전인 t-1 시점의 변수 조합(이하, '제1예측 상황 이전 변수 조합'이라 한다) ( $n \cdot IVC_{t-1}$ )과 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)이 생성된 시점의 바로 이전 시점에서 생성된 과거 변수 조합(이하, '제1과거 이전 변수 조합'이라 한다)들( $n \cdot IVC_{t-1}^*$ )을 비교하여 동일한 변수 조합이 존재하는지 더 검색하고, 검색된 개수에 따라 검색 조건을 조정하여 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1) 중 하나를 최종 선택할 수 있다.

[0088] 이는 현재 시점에서 생성된 변수 조합과 동일한 변수 조합이 과거에도 존재한다면, 현재 시점의 바로 이전 시점에서 발생하는 변수 조합과 동일한 변수 조합이 과거 시점의 바로 이전 시점에서도 존재할 확률이 높기 때문이다.

[0089] 자세히 설명하면, 변수 조합 검색부(154)에서 제1예측 상황 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}$ )과 동일한 제1과거 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}^*$ )이 1개 검색되면, 변수 조합 검색부(154)는 이전에 검색된 2개 이상의 과거 변수 조합들( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1) 중, 1개 검색된 제1과거 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}^*$ )에 대응하는 과거 변수 조합

( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)을 예측 독립변수 조합( $n \cdot IVC_t^p$ )으로서 추출하여 매칭부(156)로 전달한다.

[0090] 매칭부(156)는, 예측 독립변수 조합( $n \cdot IVC_t^p$ )에 매칭된 실측데이터를 예측하고자 하는 t 시점의 에너지 사용량으로서 예측하여  $[SV_t^p]$ 에 매칭할 수 있다.

[0091] 다음, 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 2개 이상 검색되어 제1예측 상황 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}$ )과 2개 이상 검색된 제1과거 이전 변수 조합들( $n \cdot IVC_{t-1}^*$ )을 비교한 결과, 제1예측 상황 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}$ )과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 0개 검색되면, 변수 조합 검색부(154)는 제1예측 상황 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}$ ) 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여 n-1개로 이루어진 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합을 생성하고, 위에서 검색된 2개 이상의 제1과거 이전 변수 조합들 중에서도 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여 n-1개로 이루어진 새로운 제1과거 이전 변수 조합들을 생성하여 검색 조건을 완화한다.

[0092] 그리고, 변수 조합 검색부(154)는 n-1개로 이루어진 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 제1과거 이전 변수 조합이 존재하는지 재검색할 수 있다.

[0093] 다음, 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합이 2개 이상 검색되어 제1예측 상황 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}$ )과 2개 이상 검색된 제1과거 이전 변수 조합들( $n \cdot IVC_{t-1}^*$ )을 비교한 결과, 제1예측 상황 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}$ )과 동일한 제1과거 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}^*$ )이 2개 이상 검색되면, 변수 조합 검색부(154)는 t-1 시점의 바로 이전 시점인 t-2 시점의 변수 조합(이하, '제2예측 상황 이전 변수 조합'이라 한다)( $n \cdot IVC_{t-2}$ )과 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들이 생성된 시점의 두 번째 이전 시점에서 생성된 과거 변수 조합(이하, '제2과거 이전 변수 조합'이라 한다)들( $n \cdot IVC_{t-2}^*$ )을 더 비교하여 동일한 변수 조합이 존재하는지 검색하고, 검색된 개수에 따라 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들( $n \cdot IVC_t^{m*}$ ) 중 하나를 예측 독립변수 조합( $n \cdot IVC_t^p$ )으로서 최종 추출할 수 있다.

[0094] 매칭부(156)는 변수 조합 검색부(154)에서 최종 추출된 1개의 과거 변수 조합, 즉, 예측된 독립변수 조합( $n \cdot IVC_t^p$ )에 매칭된 종속변수의 실측데이터(예를 들어, 실제 에너지 사용량)를 예측하고자 하는 t 시점의 값, 즉, 에너지 사용량( $[SV_t^p]$ )으로서 예측하여 매칭할 수 있다.

[0095] 이로써, 상술한 본 발명에 의하면 실시간으로 현재 사용할 에너지를 예측하고, 실제 사용된 에너지와 예측된 에너지를 비교하여 차이가 오차범위를 넘을 경우 관리자는 공조기 또는 센서와 같은 기기에 결함이 발생하였다고 판단하고 신속히 대처할 수 있다.

[0096] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 전자장치의 건축물 예측 방법을 도시한 흐름도, 도 4는 도 3의 S350단계를 자세히 도시한 흐름도이다.

[0097] 도 3의 건축물 예측 방법을 수행하는 전자장치는 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 건축물 예측 모델 장치(100)이므로 자세한 설명은 생략한다.

[0098] 도 3을 참조하면, 전자장치는 건축물에서 실제로 측정된 실측데이터를 수집하여 예측하고자 하는 하나 이상의 변수(이하, '종속변수'라 한다)와 하나 이상의 종속변수를 예측하는데 필요한 변수(이하, '독립변수'라 한다)들로 분류할 수 있다(S310).

[0099] S310단계를 자세히 설명하면, 전자장치는 데이터 수집 및 저장을 위한 데이터 테이블을 작성하고(S312), 실측



이터를 수집한다(S314).

- [0100] 전자장치는 수집된 실측데이터를 실측된 시점과 함께 데이터 테이블에 정리 및 정렬한 후(S316), 데이터 속성에 따라 범주형과 연속형 데이터로 분류하고, 변수 종류에 따라 독립변수(IV: Independent Variable), 종속변수(SV: Subordination Variable) 및 매개변수로 분류한다(S318). 매개변수는 독립변수에 포함될 수 있다. 분류된 데이터 속성과 변수 종류는 데이터 테이블에 매핑 저장된다.
- [0101] 전자장치는 분류된 하나 이상의 종속변수와 다수의 독립변수들 간의 상관도(SV-IV 상관도)를 산출하여 상관도가 높은 n개의 독립변수들을 주요 독립변수들로서 추출한다(S320).
- [0102] S320단계를 자세히 설명하면, 전자장치는 데이터 테이블에 저장된 종속변수의 실측데이터와 독립변수의 실측데이터를 이용하여 SV-IV 간 상관도를 산출한다(S322). 하나의 종속변수에 영향을 주는 독립변수가 a개라면, 산출되는 상관도는 최소 a개이다.
- [0103] 전자장치는 산출된 SV-IV 간 상관도들 중 상관도가 높은 n개의 독립변수들을 주요 독립변수들로서 추출하고, 추출된 n개의 주요 독립변수들에게 종속변수와 상관도가 높을수록 더 높은 우선순위를 설정한다(S324).
- [0104] 전자장치는 S320단계에서 추출된 n개의 주요 독립변수들 각각에 대해 실측데이터를 사전에 분류된 m개의 구간들 중 해당하는 구간으로 기설정된 기준에 따라 매핑하여 구간화 작업을 수행한다(S330).
- [0105] S330단계를 자세히 설명하면, 전자장치는 주요 독립변수들의 실측데이터를 전처리(결측치 처리, 이상치 완화)한다(S332).
- [0106] 전자장치는 전처리된 주요 독립변수들의 실측데이터를 m개의 구간들 중 해당하는 구간으로 매핑하여 구간화한다(S334). S334단계는 백분위방식, 빈도방식 및 스케일방식 중 하나를 사용할 수 있다. 실측데이터마다 매핑된 구간의 이름은 데이터 테이블에 더 저장될 수 있다.
- [0107] 전자장치는 동일한 시점에서 측정된 주요 독립변수들의 실측데이터마다 매핑된 구간 이름을 데이터 테이블에서 읽어와 조합하여 각 시점 별 과거 변수 조합을 생성하여 DB(미도시)에 저장할 수 있다(S340). 이로써 데이터를 예측하기 위한 사전 작업이 완료될 수 있다.
- [0108] 전자장치는 예측하고자 하는 t 시점의 실측데이터에 매핑된 구간의 이름을 n개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 생성된 예측 상황 변수 조합과 동일한 과거 변수 조합을 이용하여 예측하고자 하는 t 시점의 값을 예측할 수 있다(S350). S350단계에서, 전자장치는 예측하고자 하는 t 시점의 실측데이터에 매핑된 구간의 이름을 n개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 예측 상황 변수 조합을 생성하고, 생성된 예측 상황 변수 조합과 동일한 과거 변수 조합을 검색하고, 검색된 동일한 과거 변수 조합에 매칭된 종속변수의 실측데이터(예를 들어, 실제 에너지 사용량)를 예측하고자 하는 t 시점의 종속변수의 값(예를 들어, 에너지 사용량)으로서 예측한다.
- [0109] 이하에서는 도 4를 참조하여 S350단계를 자세히 설명한다.
- [0110] 도 4를 참조하면, 전자장치는 m을 1로 설정한다(S351). m은 전자장치가 변수들을 비교하는 시점을 변경할 때마다 누적되는 횟수로서, 처음 비교하는 시점의 경우 m=1이고, 현재 이전 시점을 비교하는 경우 m=2가 된다.
- [0111] 전자장치는 예측하고자 하는 t 시점의 실측데이터에 매핑된 구간을 n개의 주요 독립변수들 별로 읽어와 설정된 순서로 조합하여 n개의 구간이름으로 이루어진 예측 상황 변수 조합( $n \cdot IVC_t$ )을 생성할 수 있다(S352).
- [0112] 전자장치는 S340단계에서 생성된 다수의 과거 변수 조합들( $n \cdot IVC_{\sim[t-1]}$ ) 중 예측 상황 변수 조합( $n \cdot IVC_t$ )과 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)을 검색 및 추출할 수 있다(S353).
- [0113] S353단계에서 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)이 1개 검색되면(S354-YES), 전자장치는 검색된 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)을 예측 독립변수 조합( $n \cdot IVC_t^p$ )으로서 추출한다(S355).
- [0114] 전자장치는 S355단계에서 추출된 예측 독립변수 조합( $n \cdot IVC_t^p$ )에 매칭된 종속변수의 실측데이터(예를 들어,

실제 에너지 사용량)를 예측하고자 하는 t 시점의 값, 즉, 에너지 사용량( $[SV_t^P]$ )으로서 예측 및 매칭하여 관리자에게 출력할 수 있다(S356, S357).

[0115] 반면, S354단계에서 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)이 0개 검색되면(S360-YES), 전자장치는 예측 상황 변수 조합에 사용된 주요 독립변수의 개수 n을 1개 감소시켜, n-1개로 이루어진 새로운 예측 상황 변수 조합을 생성한다(S361, S352).

[0116] 그리고, 전자장치는 S352단계에서 생성된 새로운 예측 상황 변수 조합과 과거 변수 조합들을 비교하여 동일한 과거 변수 조합을 검색하고(S353, S354), 검색 결과에 따라 S355단계 또는 S360단계를 수행한다.

[0117] 한편, S353단계에서 동일한 조합을 가지는 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)이 2개 이상 검색되면(S360-NO), 전자장치는 t=t-1로 설정하고, m=m+1로 설정한다(S362).

[0118] 그리고, 전자장치는 예측하고자 하는 t 시점의 바로 이전인 t-1 시점의 변수 조합(즉, 제1예측 상황 이전 변수 조합,  $n \cdot IVC_{t-1}$ )과 2개 이상 검색된 과거 변수 조합들이 생성된 시점의 바로 이전 시점에서 생성된 변수 조합(즉, 제1과거 이전 변수 조합,  $n \cdot IVC_{t-1}^*$ )을 비교하여 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 존재하면, 동일한 제1과거 이전 변수 조합에 대응하는 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=2)을 추출한다(S363). S363단계에서 추출되는 과거 변수 조합의 개수는 0개, 또는 1개, 또는 2개 이상일 수 있다.

[0119] 전자장치는 S353단계에서 검색된 2개 이상의 동일한 과거 변수 조합들( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=1)과 S363단계에서 추출된 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=2)을 비교하여 동일한 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ )을 추출한다(S364).

[0120] S364단계에서 동일한 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ )이 1개 추출되면(S365-YES), 전자장치는 S355단계를 수행한다. S364단계에서 동일한 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ )이 1개 추출되어 S355단계를 수행하는 것은, 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 1개 검색되어, 검색된 2개 이상의 과거 변수 조합들 중, 1개 검색된 제1과거 이전 변수 조합에 대응하는 과거 변수 조합을 최종 선택하는 것을 의미한다.

[0121] 반면, S364단계에서 동일한 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ )이 0개 추출되면(S366-YES), 전자장치는 제1예측 상황 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}$ ) 중 가장 낮은 우선순위가 설정된 주요 독립변수를 제거하여 n-1개로 이루어진 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합과 n-1개로 이루어진 제1과거 이전 변수 조합들을 2개 이상 생성한다(S367).

[0122] 전자장치는 S367단계에서 생성된 n-1개로 이루어진 새로운 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 조합을 가지는 n-1개로 이루어진 제1과거 이전 변수 조합이 존재하는지 재검색한다(S363).

[0123] 반면, S364단계에서 제1예측 상황 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}$ )과 2개 이상 검색된 제1과거 이전 변수 조합들( $n \cdot IVC_{t-1}^*$ )을 비교한 결과, 제1예측 상황 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}$ )과 동일한 제1과거 이전 변수 조합( $n \cdot IVC_{t-1}^*$ )이 2개 이상 존재하여 과거 변수 조합( $n \cdot IVC_t^{m*}$ )이 2개 이상 추출되면(S366-NO), 전자장치는 S362단계로 진입하여 비교 시점을 다시 이전 시점으로 이동하고, m은 1 증가시킨다. 이후 전자장치는 S363단계 및 S364단계의 결과로부터 S364단계 이후 동작을 선택적으로 수행한다.

[0124] S364단계 내지 S366-NO, S362단계의 동작은, 제1예측 상황 이전 변수 조합과 동일한 제1과거 이전 변수 조합이 2개 이상 검색되어, 검색된 2개 이상의 과거 변수 조합들에 대응하는 과거 변수 조합들( $n \cdot IVC_t^{m*}$ , m=2) 역

시 2개 존재하므로, 검색 시점(또는 비교 시점)을 더 이전 시점으로 이동하는 것을 의미한다.

- [0125] 상술한 S351단계 내지 S357단계를 반복적으로 수행한 결과, 전자장치는  $[SV_i']_{i=3}$ 에 해당하는 예측된 모든 종속변수의 에너지 소비량을 획득한다(S358).
- [0126] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 건축물 예측 방법을 실행하는 컴퓨팅 시스템을 보여주는 블록도이다.
- [0127] 도 5를 참조하면, 컴퓨팅 시스템(600)은 버스(620)를 통해 연결되는 적어도 하나의 프로세서(610), 메모리(630), 사용자 인터페이스 입력 장치(640), 사용자 인터페이스 출력 장치(650), 스토리지(660), 및 네트워크 인터페이스(670)를 포함할 수 있으며, 이는 상술한 건축물 예측 모델 장치(100) 또는 전자장치일 수 있다.
- [0128] 프로세서(610)는 중앙 처리 장치(CPU) 또는 메모리(630) 및/또는 스토리지(660)에 저장된 명령어들에 대한 처리를 실행하는 반도체 장치일 수 있다. 메모리(630) 및 스토리지(660)는 다양한 종류의 휘발성 또는 비휘발성 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리(630)는 ROM(Read Only Memory)(631) 및 RAM(Random Access Memory)(632)을 포함할 수 있다.
- [0129] 따라서, 본 명세서에 개시된 실시 예들과 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계는 프로세서(610)에 의해 실행되는 하드웨어, 소프트웨어 모듈, 또는 그 2 개의 결합으로 직접 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터, 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM과 같은 저장 매체(즉, 메모리(630) 및/또는 스토리지(660))에 상주할 수도 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서(610)에 커플링되며, 그 프로세서(610)는 저장 매체로부터 정보를 판독할 수 있고 저장 매체에 정보를 기입할 수 있다. 다른 방법으로, 저장 매체는 프로세서(610)와 일체형일 수도 있다. 프로세서 및 저장 매체는 주문형 집적회로(ASIC) 내에 상주할 수도 있다. ASIC는 사용자 단말기 내에 상주할 수도 있다. 다른 방법으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말기 내에 개별 컴포넌트로서 상주할 수도 있다.
- [0130] 이상에서, 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합되거나 결합되어 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성 요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 그 모든 구성요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성 요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수 개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 그 컴퓨터 프로그램을 구성하는 코드들 및 코드 세그먼트들은 본 발명의 기술 분야의 당업자에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다.
- [0131] 한편, 이상으로 본 발명의 기술적 사상을 예시하기 위한 바람직한 실시 예와 관련하여 설명하고 도시하였지만, 본 발명은 이와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용에만 국한되는 것이 아니며, 기술적 사상의 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대해 다수의 변경 및 수정 가능성을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정과 균등물들도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주하여야 할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

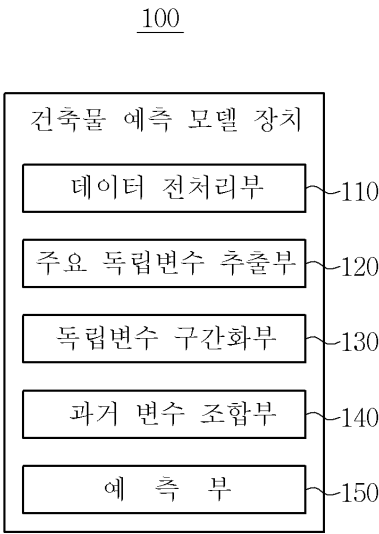
## 부호의 설명

- |        |                   |                |
|--------|-------------------|----------------|
| [0132] | 100: 건축물 예측 모델 장치 | 110: 데이터 전처리부  |
|        | 120: 주요 독립변수 추출부  | 130: 독립변수 구간화부 |
|        | 140: 과거 변수 조합부    | 150: 예측부       |

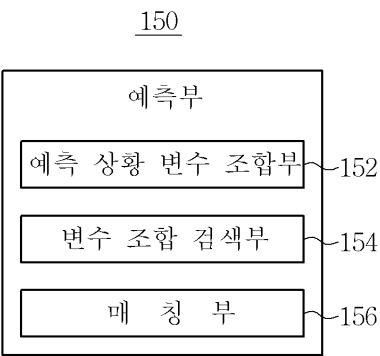


도면

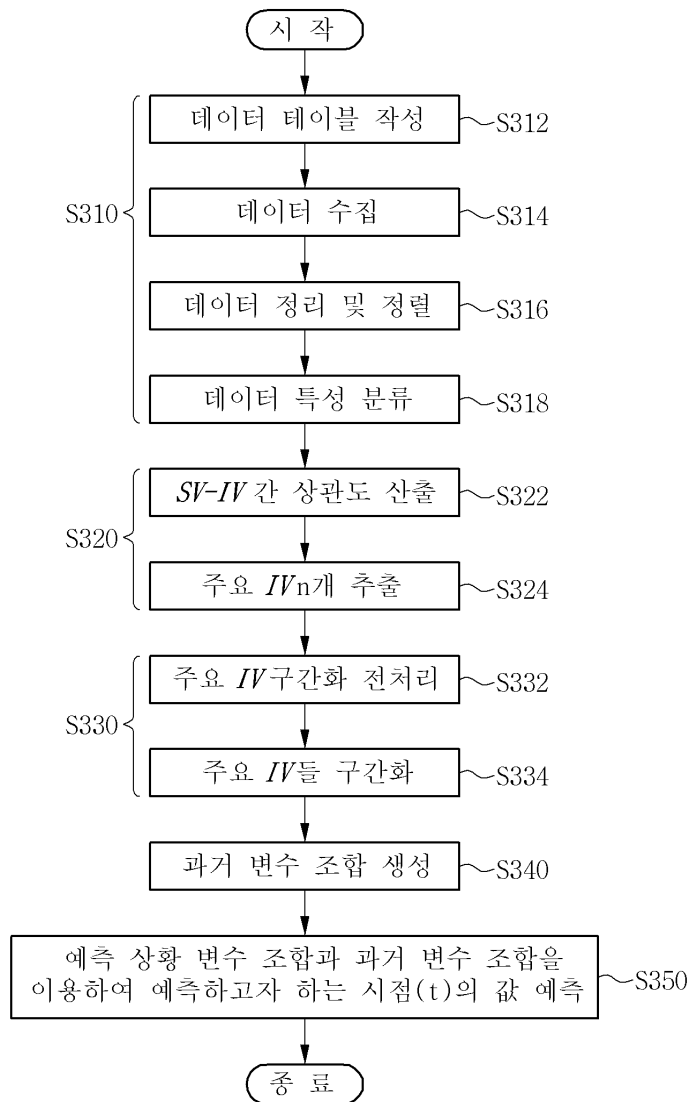
도면1



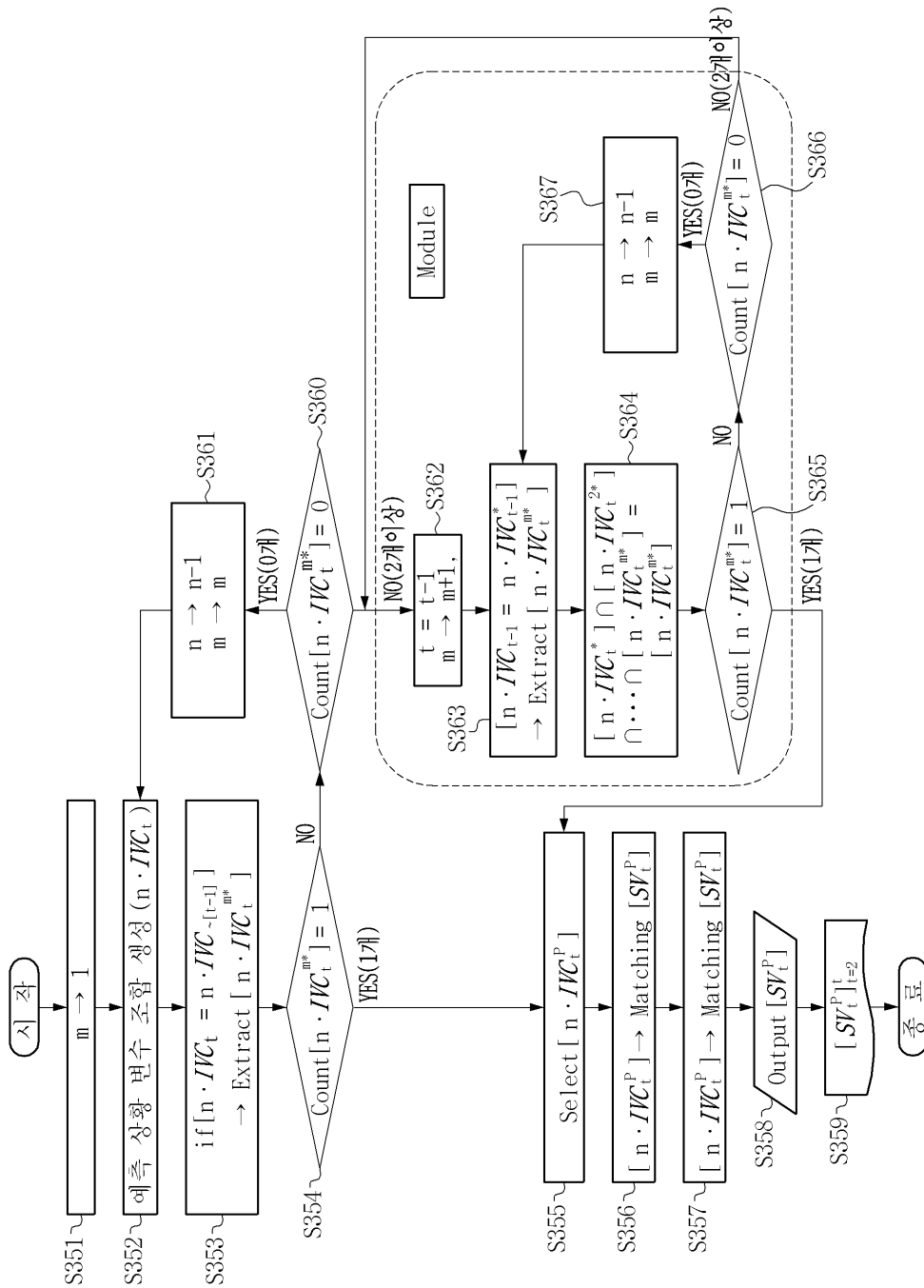
도면2



도면3



도면4



도면5

