(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0074288
(43) 공개일자 2025년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/06 (2024.01) *G06N 20/20* (2019.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/06 (2024.01)
G06N 20/20 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2023-0161173
(22) 출원일자 2023년11월20일
심사청구일자 2023년11월20일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
진세윤
인천광역시 연수구 랜드마크로 68, 101동 2903호
조준우
경기도 안양시 동안구 관악대로 121, 1111동 2202호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김등용

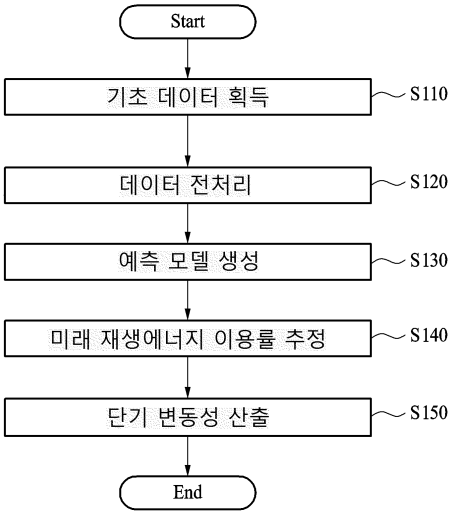
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **XGBoost 모델을 이용한 미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 장치 및 방법**

(57) 요 약

XGBoost 모델을 이용한 미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 장치 및 방법이 개시된다. 상기 미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법은 적어도 프로세서(Processor)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되고, 기초 데이터가 획득되는 단계, 상기 기초 데이터를 전처리하는 단계, 전처리된 데이터를 이용하여 학습을 수행함으로써 재생에너지 이용률 추정 모델이 생성되는 단계, 상기 재생에너지 이용률 추정 모델을 이용하여 권역별 미래 재생에너지 이용률을 추정하는 단계, 및 상기 권역별 미래 재생에너지 이용률을 이용하여 미래 재생에너지 단기 변동성을 산출하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도6



(72) 발명자

박주원

충청남도 천안시 서북구 광장로 260, 103동 1602호

주성관

서울특별시 노원구 노원로18길 19, 211동 404호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415186969
과제번호	20204010600220
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지인력양성사업(에특)
연구과제명	에너지거래 플랫폼 융합인력양성
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 프로세서(Processor)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되는 미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법에 있어서,

기초 데이터가 획득되는 단계;

상기 기초 데이터를 전처리하는 단계;

전처리된 데이터를 이용하여 학습을 수행함으로써 재생에너지 이용률 추정 모델이 생성되는 단계;

상기 재생에너지 이용률 추정 모델을 이용하여 권역별 미래 재생에너지 이용률을 추정하는 단계; 및

상기 권역별 미래 재생에너지 이용률을 이용하여 미래 재생에너지 단기 변동성을 산출하는 단계를 포함하는 미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기초 데이터는 미리 정해진 시간 구간 동안의 권역별 기상 데이터와 발전량 데이터를 포함하는,

미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 기상 데이터는 미리 정해진 시점 또는 미리 정해진 시간 단위의 기온, 강수량, 습도, 일사량, 일조시간, 풍속, 풍향, 현지기압, 및 해면기압 중 적어도 하나를 포함하는,

미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 전처리하는 단계는,

사분위수 방법을 이용하여 이상치를 탐지하는 단계; 및

상기 이상치와 결측치를 대체하기 위한 대체값을 생성하는 단계를 포함하는,

미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 대체값은 선형 보간법 및 시기적 평균 대체 방법 중 적어도 하나를 이용하여 생성되는,

미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 재생에너지 이용률 추정 모델이 생성되는 단계는, 상기 전처리된 데이터를 학습 데이터로 이용하여 XGBoost(eXtreme Gradient Boosting) 모델을 학습함으로써 생성되는,

미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 재생에너지 이용률 추정 모델이 생성되는 단계는,

권역별로 재생에너지의 종류에 대응되는 재생에너지 이용률 추정 모델을 생성하는,

미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 권역별 미래 재생에너지 이용률을 추정하는 단계는,

신규 도입 예정 발전기를 권역내에 포함되는 복수의 지점들 중에서 임의로 배치하는 단계;

권역 내에 기존 발전기와 신규 발전기에 대한 이용률을 추정하는 단계; 및

기존 발전기와 신규 발전기의 이용률에 기초하여 상기 권역별 미래 재생에너지 이용률을 추정하는 단계를 포함하는,

미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 미래 재생에너지 단기 변동성을 산출하는 단계는,

미리 정해진 T분 동안에 이용률의 차이의 최대값을 T분 최대변동률로 산출하는,

미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법에 관한 것이며, 보다 상세하게는 신규 도입 태양광 및/또는 풍력 발전기를 고려한 미래 재생에너지 이용률 추정에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] **기상 데이터 전처리**

[0003] 재생에너지는 기상 조건에 직접적으로 영향받는 자연의 자원을 이용하여 생산되는 에너지원이다. 그 중, 태양광 에너지는 일조량, 일사량, 기온, 습도, 강수량 등의 기상요소에 영향을 받으며, 풍력 에너지는 풍속, 풍향, 기압, 기온, 습도, 강수량 등의 기상요소에 영향을 받는다. 이렇듯, 기상 조건의 변화는 재생에너지 발전량과 상관관계가 높기에 재생에너지 이용률을 추정하기 위해서는 정확한 기상 데이터가 필요하다. 그러나 기상 데이터에는 결측치와 이상치가 다수 존재하여 기상 데이터 전처리가 필요하다.

[0004] **미래 재생에너지 이용률 추정을 위한 학습모델**

[0005] 미래 재생에너지 단기 변동성을 추정하기 위해서는 미래 재생에너지 이용률 추정이 선행되어야 한다. 이에, 과거 재생에너지 이용률과 기상을 바탕으로 미래 재생에너지 이용률을 추정하기 위한 XGBoost(eXtreme Gradient Boosting) 학습모델을 제안한다. XGBoost는 결정 트리 기반의 앙상블 알고리즘으로 이전 단계에서 예측하지 못했던 부분을 보완하는 형식을 지니며 빠른 학습 속도, 높은 예측률과 과적합 방지에 대해 탁월한 성능을 가진다. 특히, XGBoost 학습모델은 여러 개의 결정 트리를 조합하여 예측을 수행하는 앙상블 모델이기 때문에 새로운 데이터를 기존 모델에 업데이트하고 개선하는 것이 가능하다.

[0006] **재생에너지 단기 변동성 산정**

[0007] 태양광 및 풍력의 설비용량은 2030년 20% 이상을 차지할 전망으로 전력 계통 안정성을 유지하기 위해서는 재생에너지 단기 변동성이 파악되어야 한다. 재생에너지 변동성이란 시간 단위별 태양광 및 풍력 에너지의 상/하방 출력 변동량을 의미한다. 재생에너지 출력변동량은 재생에너지 설비용량과 재생에너지 변동률의 곱으로 구하며 T분의 최대 변동률을 반영한 "T분 변동률"을 재생에너지 변동률로 정의한다. 도 1에는 "5분 변동성" 예시에 대한 그래프가 도시되어 있다.

[0008] 재생에너지 "T분 변동률"은 다음의 수학식에 따라 계산하며, 도 2에는 "T분 변동률"을 설명하는 그래프가 도시되어 있다.

[0009] T분 최대 변동률(%) = Max(분석 시점 이용률 대비 t분 이후 이용률 차이 | t∈[1,T])

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2023-0106135호 (2023.07.12. 공개)

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제2022-0167555호 (2022.12.21. 공개)

(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허 제2022-0163802호 (2022.12.12. 공개

(특허문헌 0004) 대한민국 공개특허 제2014-0080715호 (2014.07.01. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] **지역별 XGBoost 모델 적용을 통한 전국 재생에너지 이용률 학습**

[0012] 기존에는 전국 이용률 패턴을 하나로 간주하여 전국 단위 재생에너지 이용률 추정하였다. 하지만 재생에너지 이용률의 경우 송전제약, 출력제한이나 자연 특성 등의 이유로 각 지역에 따라 재생에너지 이용률 패턴이 다르기 때문에 지역별로 구분할 필요가 있다. 따라서, 재생에너지 이용률을 권역별로 구분하여 학습하기 위해 XGBoost 모델 학습 데이터로 기설 재생에너지 발전기들의 위치에 해당하는 기상데이터와 기설 재생에너지 발전기들의 이용률 데이터를 활용한다.

[0013] **신규 도입 개별 발전기를 고려한 미래 재생에너지 이용률 추정**

[0014] 미래 재생에너지 이용률 추정 시, 신규 도입될 발전기의 기상을 입력하는 방식에 따라 출력값이 달라지므로 신규 도입될 재생에너지 발전기의 지역에 따른 기상을 반영하는 방법은 중요하다. 단순히 미래 재생에너지의 계획된 설비용량을 학습모델 출력값인 이용률에 곱하는 방법은 기설된 지역에만 추가로 건설된다는 의미를 지녀, 신규 도입될 재생에너지의 지역적 특성을 고려하지 않는 방법이다. 따라서, 재생에너지 신규 건설 위치에 맞는 기상을 학습된 XGBoost에 입력하여 신규 도입 개별 발전기의 이용률을 추정하는 방법론이 필요하다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 미래 지역별 재생에너지 단기 변동성 추정 방법은 적어도 프로세서(Processor)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되고, 기초 데이터가 획득되는 단계, 상기 기초 데이터를 전처리하는 단계, 전처리된 데이터를 이용하여 학습을 수행함으로써 재생에너지 이용률 추정 모델이 생성되는 단계, 상기 재생에너지 이용률 추정 모델을 이용하여 권역별 미래 재생에너지 이용률을 추정하는 단계, 및 상기 권역별 미래 재생에너지 이용률을 이용하여 미래 재생에너지 단기 변동성을 산출하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0016] XGBoost 모델을 이용하여 미래 지역별 재생에너지 이용률을 추정함으로써 미래 재생에너지 단기 변동성을 추정할 수 있다. 특히, 기존과 달리 신규 도입될 발전기의 영향을 고려하여 더욱 정확한 추정이 가능하며, 이에 안정적인 전력 수급과 재생에너지 수용성 향상에 큰 도움을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 "5분 변동성" 예시에 대한 그래프를 도시한다.

도 2는 "T분 변동률"을 설명하는 그래프를 도시한다.

도 3은 XGBoost 학습 과정을 나타낸다.

도 4는 권역 1의 신규 발전기 도입 예시를 나타낸 것이다.

도 5는 추정된 이용률로 변동성을 검토하는 과정을 나타낸다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 미래 재생에너지 단기 변동성 추정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0019] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0020] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다.

[0021] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0022] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0024] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0025] **기상 데이터 전처리**

[0026] 미래 지역별 재생에너지 이용률 추정을 위해 기상 데이터를 XGBoost의 입력으로 설정하고 재생에너지 이용률을 출력으로 설정한다. 정확한 출력값을 위해서는 정확한 입력이 선행되어야 하기에 결측값 및 이상값의 전처리가

이루어져야 한다. 먼저, 입력 기상 데이터 이상치 처리를 위해 사분위수 방법을 이용한다. 이는 1사분위수(Q1)와 3사분위수(Q3)의 차인 사분위 범위수(IQR, Interquartile Range)의 1.5배를 1사분위수에서 뺀 값보다 작거나 3사분위수에서 더한 값보다 큰 값을 이상치로 정의하며 수학식 1에 따라 나타낸다.

[0027] [수학식 1]

[0028] 사분위수 : 이상치$_X$ = (x | x < $Q_{1,X}$ - 1.5×IQR_X or x > $Q_{3,X}$ + 1.5×IQR_X, x ∈ X)

[0029] 검출한 입력 데이터의 이상치는 결측치로 대체할 수 있다. 결측치 처리를 위해서는 선형 보간법과 시기적 평균 대체 방법에 대해 각각 가중치를 곱한 뒤 더하여 결측치를 대체할 수 있다. 선형 보간법은 결측치를 그 이전 시간대의 값 중 가장 가까운 시간대의 값과 그 이후 시간대의 값 중 가장 가까운 시간대의 값을 이용하여 구한다. 예컨대, 이용되는 두 값의 평균으로 대체할 수 있다. 시기적 평균 대체 방법은 결측치가 발생한 시점의 바로 전 시점과 이후 시점의 다른 날의 데이터 값의 평균을 이용해 구할 수 있다. 선형보간법과 시기적 평균 대체 방법은 수학식 2와 수학식 3과 같이 계산할 수 있다.

[0030] [수학식 2]

[0031] 선형 보간법 : $$y_{i,1} = y_h + \frac{y_j - y_h}{x_j - x_h}(x_j - x_h), x_h < x_i < x_j$$

[0032] [수학식 3]

[0033] 시기적 평균 대체 방법 : $$y_{i,2} = \frac{1}{N_H}\sum_{j \in H} y_j$$

[0034] 위 두가지 방법에 가중치 w와 (1-w)를 곱하여 최종적으로 결측치를 다음 수학식 4와 같이 처리할 수 있다. 여기서 가중치 w는 0 보다는 크거나 같고 1 보다는 작거나 같은 실수로써, 사용자나 관리자 등에 의해 미리 정해진 값을 가질 수 있다.

[0035] [수학식 4]

[0036] $$y_{i,final} = w_i y_{i,1} + (1 - w_i) y_{i,2}$$

[0037] **미래 지역별 재생에너지 이용률 추정**

[0038] 미래 재생에너지의 이용률은 T분 이하의 기상정보, T분 이하의 발전 데이터 등 다변량 시계열 데이터를 이용하여 추정된다. 따라서 정확한 이용률 추정을 위해서는 과거의 기상정보와 발전 데이터로부터 이용률 특성을 효과적으로 추출할 수 있는 모델이 필요하다. XGBoost 모델은 병렬 처리 기능과 과적합 방지 기능을 가진 앙상블 알고리즘으로서 이용률 추출에 적합하다. XGBoost 모델의 권역별 학습 데이터로 개별 태양광 및 풍력 발전기의 이용률과 발전기가 위치한 지역의 기상 데이터를 이용한다. 여기서 이용률은 발전량을 설비용량으로 나눈 값으로, 0 내지 100 %의 값을 가질 수 있다. XGBoost 모델은 기존 모델에 새로운 데이터를 업데이트하며 학습할 수 있어, 권역별 재생에너지 이용률 학습 과정에서 개별 발전기의 이용률과 기상을 추가로 업데이트하며 학습한다. 도 3은 XGBoost 학습 과정을 나타낸다.

[0039] 학습된 권역별 XGBoost 모델에는 기존 발전기 지점의 기상 데이터와 신규 도입될 지점의 기상 데이터를 입력한다. 이때, 권역별로 계획된 신규 도입 용량을 권역 내의 여러 지점에 무작위로 배치하고 배치된 지점의 기상을 신규 도입 지점의 순시 기상 데이터로 이용한다. 도 4는 권역 1의 신규 발전기 도입 예시를 나타낸 것이다. 권역 1에 3기 발전소가 들어온다고 가정했을 때, 발전기를 권역 1에 고루 분포시켜 지점 A, E, F의 기상을 이용하여 미래 재생에너지 이용률 추정이 이루어 질 수 있다.

[0040] 신규 도입 발전기의 이용률과 기존의 발전기 이용률을 권역별로 합하여 미래의 권역별 재생에너지 이용률을 산출할 수 있다.

[0041] **미래 재생에너지 단기 변동성 추정 및 통계적 검토**

[0042] 추정된 미래 권역별 재생에너지 이용률을 이용해 권역별 재생에너지 T분 변동률을 산정할 수 있다. 산정된 T분 변동률에 산출하고자 하는 해당 년도의 재생에너지 설비용량 전망을 곱하면 권역별 T분 최대 변동량과 상/하방 최대, 3시그마 등의 신뢰구간에 대한 변동성 분석이 이루어 진다. 도 5는 추정된 이용률로 변동성을 검토하는 과정을 나타낸다.

[0043] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 미래 재생에너지 단기 변동성 추정 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0044] 도 6을 참조하면, 변동성 추정 방법으로 명명될 수도 있는 미래 재생에너지 단기 변동성 추정 방법은 적어로 프로세서(Processor) 및/또는 메모리(Memory)를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행될 수 있다. 다시 말하면, 미래 재생에너지 단기 변동성 추정 방법을 이루는 단계들 중 적어도 일부는 컴퓨팅 장치에 포함되는 프로세서의 동작으로 이해될 수도 있다. 컴퓨팅 장치는 PC(Personal Computer), 서버(server), 랩탑 컴퓨터, 태블릿 PC를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치는 물리적으로 분리된 복수의 장치로 구현되는 것도 가능하다. 이하에서, 변동성 추정 방법을 설명함에 있어, 앞선 기재와 중복되는 내용에 관하여는 그 구체적인 기재를 생략하기로 한다.

[0045] 기초 데이터가 획득된다(S110). 기초 데이터는 추정 모델을 생성하기 위한 학습 데이터를 의미할 수 있다. 또한, 예시적인 추정 모델은 XGBoost 기반의 모델로써, 학습 데이터를 이용하여 XGBoost 모델을 학습함으로써 생성될 수 있다. 기초 데이터는 유무선 통신망을 통하여 소정의 정보 제공 장치(서버 등을 의미할 수 있음)로부터 수신되거나, USB 메모리 장치와 같은 저장 장치로부터 소정의 입출력 인터페이스를 통하여 수신되거나, 컴퓨팅 장치에 미리 저장되어 있을 수 있다.

[0046] 기초 데이터는 기상 데이터 및/또는 발전량 데이터를 포함할 수 있다. 또한, 기초 데이터는 미리 정해진 권역들 각각에 대한 데이터를 포함할 수 있다. 즉, 기초 데이터는 각각의 권역에 대한 기상 데이터 및/또는 발전량 데이터를 포함할 수 있다. 기상 데이터는 미리 정해진 시간 구간 동안에 미리 정해진 시간 단위(또는 특정 시점)의 기온, 강수량, 습도, 일사량, 일조시간, 풍속, 풍향, 현지기압, 및 해면기압 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 실시예에 따르면, 태양광 발전을 위한 추정 모델의 학습을 위하여는 기온, 강수량, 습도, 일사량, 및 일조시간에 대한 데이터 중 적어도 하나가 사용될 수 있고, 풍력 발전을 위한 추정 모델의 학습을 위하여는 기온, 강수량, 습도, 풍속, 풍향, 현지기압, 및 해면기압에 대한 데이터 중 적어도 하나가 사용될 수 있다. 또한, 기초 데이터는 과거의 데이터를 의미할 수 있다. 발전량 데이터는 재생에너지의 종류별 발전량 데이터를 포함할 수 있고, 미리 정해진 시간 구간 동안에 미리 정해진 시간 단위(또는 특정 시점)의 발전량 데이터를 포함할 수 있다.

[0047] 실시예에 따라, 기초 데이터는 각 권역 내에 포함되는 복수의 지점들에 대한 기상 데이터를 더 포함할 수도 있다. 여기서 지점은 특정한 위치를 의미하거나 특정 영역(권역의 넓이 보다는 작은 개념을 의미할 수 있음)을 의미할 수 있다. 또한, 기초 데이터에는 각 발전기의 용량(발전 용량)에 대한 정보가 포함될 수도 있다.

[0048] 기초 데이터에 대한 전처리 동작이 수행된다(S120). 전처리 동작은 이상치 및/또는 결측치를 탐지하는 동작 및 탐지된 이상치 및/또는 결측치에 대한 대체값을 생성하는 동작 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0049] 이상치는 사분위수 방법을 이용하여 탐지될 수 있다. 또한, 탐지된 이상치와 결측치는 대체값으로 대체될 수 있다. 이때, 대체값 생성은 선형 보간법 및 시기적 평균 대체 방법 중 적어도 하나에 기초하여 생성될 수 있다. 실시예에 따르면, 대체값은 선형 보간법에 의한 결과와 시기적 평균 대체 방법에 의한 결과에 소정의 가중치를 부여하여 생성될 수도 있다.

[0050] 미래 지역별 재생에너지의 이용률을 추정하기 위한 추정 모델이 생성된다(S130). 추정 모델은 권역별로, 그리고 재생에너지의 종류별로 별개의 모델이 생성될 수 있다. 일 예로, 제1 권역(권역 1)의 경우, 태양광 발전의 이용률을 추정하기 위한 추정 모델과 풍력 발전의 이용률을 추정하기 위한 추정 모델이 생성될 수 있다.

[0051] 추정 모델의 생성은 기상 정보(예컨대, T분 이하의 기상 정보(또는 기상 데이터)와 발전량 데이터(예컨대, T분 이하의 발전량 데이터)를 포함하는 시계열 데이터를 이용하여 학습함으로써 생성될 수 있다. 학습을 위한 기본 모델은 XGBoost 모델일 수 있다. 추정 모델은 권역별로 그리고 재생에너지의 종류별로 생성되기 때문에, 추정 모델의 해당 권역에 대응하는 학습 데이터(전처리된 데이터를 의미할 수 있음)를 이용하여 학습이 진행된다.

[0052] 신규로 도입될 발전기 정보를 기초로 미래의 권역별 재생에너지 이용률이 추정된다(S140). 신규로 도입될 발전기 정보는 발전기의 종류(예컨대, 풍력 발전 또는 태양광 발전), 용량(발전 용량), 및 발전기의 개수(권역별로 신규 도입되는 발전기의 개수) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이용률의 추정은 학습이 완료된 추정 모델을 이용하여 수행될 수 있다. 이때, 권역 내에 미리 설치되어 있는 발전기가 존재하며, 신규로 미리 정해진 개수의 발전기가 설치될 예정이다. 본 발명에서는, 신규로 설치될 발전기는 권역 내에 포함되는 복수의 지점들 중에서 임의로 선택된 지점에 설치되는 것으로 가정하여 이용률을 추정한다. 기존 발전기와 신규 발전기 각각에 대하여, 대응되는 추정 모델을 이용하여 이용률이 추정된다. 대응되는 추정 모델이라 함은 발전기가 속한 권역과 재생에너지의 종류에 부합하는 추정 모델을 의미할 수 있다. 또한, 추정 모델에는 권역에 대응하는 기상 데이터가 아닌 지점에 대응하는 기상 데이터가 입력될 수 있다. 입력되는 기상 데이터는 예측하고자 하는 시간 구

간에 대한 과거의 데이터로써, 비슷한 시점 또는 유사한 시점의 데이터일 수 있다. 예컨대, 이번년도 5월 달의 이용율을 추정하고자 하는 경우, 적어도 n(n은 1 보다 큰 자연수)년 이전의 5월 달 데이터가 이용될 수 있다. 실시예에 따라, 과거의 몇 년간의 평균 데이터가 이용될 수도 있다.

[0053] 개별 발전기에 대한 이용률이 추정되었다면, 권역 내에 포함되는 발전기 이용률을 합하여 미래의 권역별 재생에너지 이용률이 산출될 수 있다. 이때, 개별 발전기의 용량이 상이하기 때문에, 용량을 가중치로 부여할 수도 있다.

[0054] 재생에너지 단기 변동성이 산출된다(S150). 즉, 추정된 미래 권역별 재생에너지 이용률을 이용하여 권역별 재생에너지 T분 변동률이 산출될 수 있다. 단기 변동성은 T분 동안에 최대 출력 변동량을 의미할 수 있다.

[0055] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 집합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(Arithmetic Logic Unit), 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor), 마이크로컴퓨터, FPA(Field Programmable 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(Operation System, 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 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(Processing Element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(Parallel Processor)와 같은, 다른 처리 구성(Processing Configuration)도 가능하다.

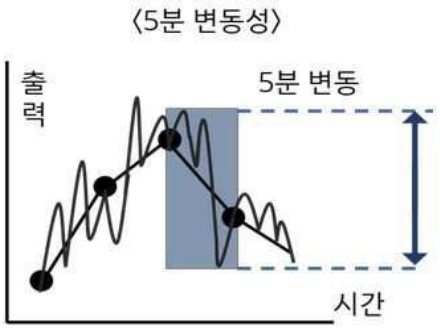
[0056] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(Computer Program), 코드(Code), 명령(Instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(Collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성 요소(Component), 물리적 장치, 가상 장치(Virtual Equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(Signal Wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 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.

[0057] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 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), 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. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

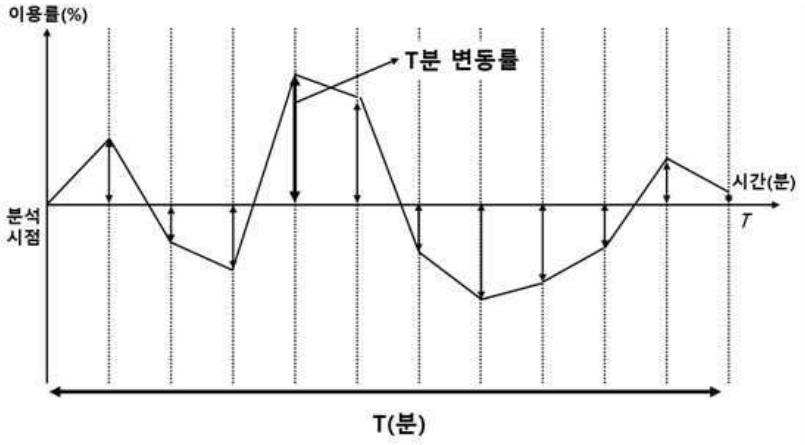
[0058] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

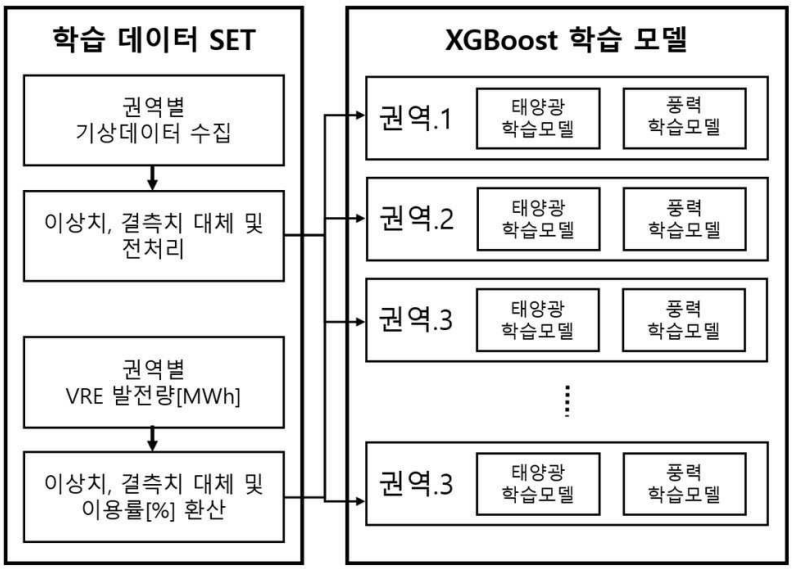
도면1



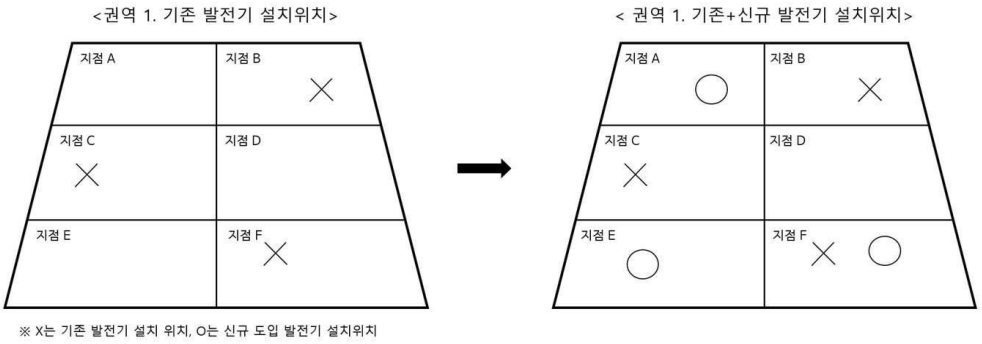
도면2



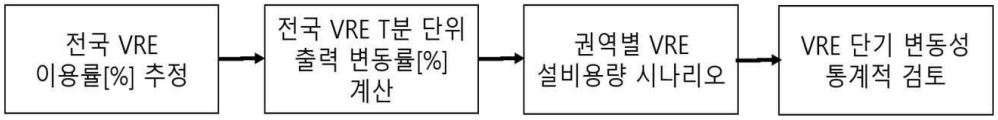
도면3



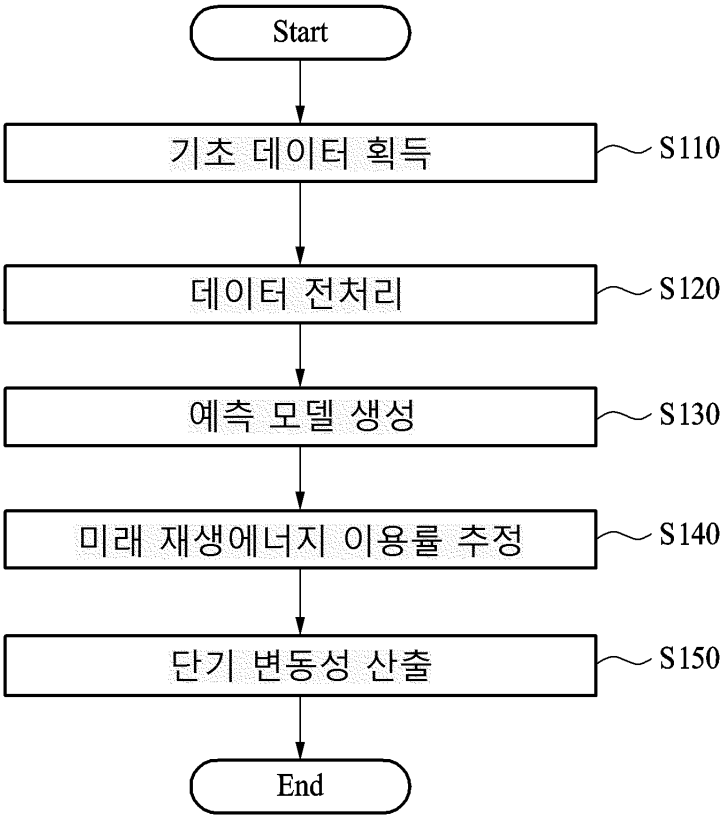
도면4


<권역 1. 기존 발전기 설치위치>
지점 A
지점 B
지점 C
지점 D
지점 E
지점 F
< 권역 1. 기존+신규 발전기 설치위치>
지점 A
지점 B
지점 C
지점 D
지점 E
지점 F
※ X는 기존 발전기 설치 위치, O는 신규 도입 발전기 설치위치

도면5


전국 VRE 이용률[%] 추정
전국 VRE T분 단위 출력 변동률[%] 계산
권역별 VRE 설비용량 시나리오
VRE 단기 변동성 통계적 검토

도면6


Start
기초 데이터 획득
S110
데이터 전처리
S120
예측 모델 생성
S130
미래 재생에너지 이용률 추정
S140
단기 변동성 산출
S150
End