



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월30일
(11) 등록번호 10-2403508
(24) 등록일자 2022년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 3/00 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)
H02J 3/38 (2022.01)
(52) CPC특허분류
H02J 3/004 (2020.01)
G01W 1/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0073508
(22) 출원일자 2021년06월07일
심사청구일자 2021년06월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020180046174 A*
KR102196178 B1*
KR101704252 B1
KR1020180083487 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
국민대학교산학협력단
서울특별시 성북구 정릉로 77 (정릉동, 국민대학교)
(72) 발명자
정일엽
서울특별시 강남구 일원로 127, 113동 205호 (일원동, 가람아파트)
부바하우
서울특별시 성북구 솔샘로1길 18, 619호 (정릉동, 가산원룸)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 추형석

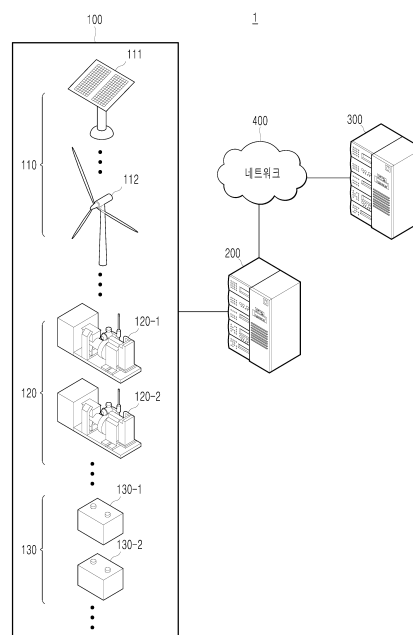
(54) 발명의 명칭 독립형 마이크로그리드 운영 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 독립형 마이크로그리드의 예비력을 관리하고, 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 독립형 마이크로그리드 운영 방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명의 일 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 운영 방법은, 신재생에너지 발전기 그룹이 배치된 지역에서 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



의 제1 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량을 산출하는 단계와, 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량에 따라 연료 발전기 그룹의 초기 운영계획을 도출하는 단계와, 초기 운영계획에 따른 연료 발전기 그룹의 동작 중, 제1 주기보다 더 짧은 제2 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹의 제2 예측 출력 발전량을 산출하는 단계와, 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 비교 결과를 기반으로 하여, 연료 발전기 그룹의 운영계획 변경 여부를 결정하고, 결정된 운영계획 변경 여부에 따라 연료 발전기 그룹을 동작시키는 단계를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06N 3/0454 (2013.01)

G06N 3/08 (2013.01)

H02J 3/381 (2013.01)

H02J 2300/10 (2020.01)

H02J 2300/20 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711126106
과제번호	2018-0-01396-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명	지능형 Internet of Energy(IoE) Data 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	국민대학교산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

신재생에너지 발전기 그룹, 연료 발전기 그룹 및 에너지 저장장치 그룹을 포함하는 독립형 마이크로그리드의 운영 방법으로서,

상기 신재생에너지 발전기 그룹이 배치된 지역에서의 제1 주기 동안의 기상정보에 기초하여 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량을 산출하는 단계;

상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량에 따라 상기 연료 발전기 그룹의 초기 운영계획을 도출하는 단계;

상기 초기 운영계획에 따른 상기 연료 발전기 그룹의 동작 중, 상기 제1 주기보다 더 짧은 제2 주기 동안의 기상정보에 기초하여 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제2 예측 출력 발전량을 산출하는 단계;

상기 제1 예측 출력 발전량 및 상기 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위 이하 임에 따라, 상기 연료 발전기 그룹의 운영계획 변경을 보류하고, 상기 초기 운영계획으로 상기 연료 발전기 그룹을 동작시키는 단계; 및

상기 제1 예측 출력 발전량 및 상기 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위를 초과함에 따라, 상기 연료 발전기 그룹의 운영계획 변경을 결정하고, 상기 초기 운영계획을 수정 운영계획으로 변경하여 상기 연료 발전기 그룹을 동작시키는 단계를 포함하고,

상기 초기 운영계획은, 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량에 따라 도출되고, 상기 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 포함하고,

상기 수정 운영계획은, 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제2 예측 출력 발전량에 따라 도출되고, 상기 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 포함하며,

상기 초기 운영계획을 수정 운영계획으로 변경하여 상기 연료 발전기 그룹을 동작시키는 단계는,

상기 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 증가시키는 단계를 포함하고,

상기 운전 예비력 비율을 증가시키는 단계는,

최저 동작 조건으로 동작하는 연료 발전기의 수를 증가시키는 단계를 포함하며,

상기 제1 예측 출력 발전량을 산출하는 단계는,

기설정된 시간을 갖는 T개의 타임 스텝으로 구성되는 제1 주기 동안의 이전 기상정보를 이용하여 다음 제1 주기 동안의 기상특성을 예측하도록 미리 훈련된 제1 기상예측 심층신경망 모델을 이용하여 상기 제1 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 생성하는 단계; 및

상기 제1 기상예측 심층신경망 모델을 통한 제1 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 이용하여 신재생에너지 발전기 그룹의 예측 출력 발전량을 산출하도록 미리 훈련된 제1 발전량 예측 심층신경망 모델을 이용하여 상기 제1 주기 동안 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량을 산출하는 단계를 포함하고,

상기 제2 예측 출력 발전량을 산출하는 단계는,

상기 T개의 타임 스텝 중 일부인 3개의 타임 스텝 동안의 이전 기상정보를 이용하여 다음 1개의 타임 스텝 동안의 기상특성을 예측하도록 미리 훈련된 제2 기상예측 심층신경망 모델을 이용하여 상기 제2 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 생성하는 단계; 및

상기 제2 기상예측 심층신경망 모델을 통한 제2 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 이용하여 신재생에너지 발전기 그룹의 예측 출력 발전량을 산출하도록 미리 훈련된 제2 발전량 예측 심층신경망 모델을 이용하여 상기 제2 주기 동안 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제2 예측 출력 발전량을 산출하는 단계를 포함하는,

독립형 마이크로그리드 운영 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 연료 발전기 그룹을 동작시키는 단계는,

상기 제1 예측 출력 발전량 및 상기 제2 예측 출력 발전량의 차이값을 누적하는 단계; 및

누적된 차이값이 미리 정해진 임계치 이상인 경우, 상기 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 증가시키는 단계를 포함하는,

독립형 마이크로그리드 운영 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 연료 발전기 그룹을 동작시키는 단계는,

상기 제1 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균과, 상기 제2 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균을 비교하는 단계; 및

상기 제2 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균이, 상기 제1 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균보다 일정 비율 이상 큰 경우, 상기 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 증가시키는 단계를 포함하는,

독립형 마이크로그리드 운영 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제1 기상예측 심층신경망 모델은,

이전 제1 주기 동안의 특정 기상 변수값을 입력으로 하고, 다음 제1 주기 동안의 특정 기상 변수값을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습 방식으로 훈련된 모델이고,

상기 제1 발전량 예측 심층신경망 모델은,

제1 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 입력으로 하고, 신재생에너지 발전기 그룹의 출력 발전량을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습으로 훈련된 모델인,

독립형 마이크로그리드 운영 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제2 기상예측 심층신경망 모델은,

T개의 타임 스텝 중 일부인 3개의 타임 스텝 동안의 특정 기상 변수값을 입력으로 하고, 다음 1개의 스텝 동안의 특정 기상 변수값을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습 방식으로 훈련된 모델이고,

상기 제2 발전량 예측 심층신경망 모델은,

제2 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 입력으로 하고, 신재생에너지 발전기 그룹의 출력 발전량을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습으로 훈련된 모델인,

독립형 마이크로그리드 운영 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 수정 운영계획으로 변경하여 상기 연료 발전기 그룹을 동작시키는 단계 이후에,

상기 제1 예측 출력 발전량 및 상기 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위 이하 임에 따라, 상기 연료 발전기 그룹의 운영계획 변경을 결정하고, 상기 수정 운영계획을 초기 운영계획으로 변경하여 상기 연료 발전기 그룹을 동작시키는 단계를 더 포함하는,

독립형 마이크로그리드 운영 방법.

청구항 9

컴퓨터를 이용하여 제 1 항 내지 제 3 항, 제 5 항, 제 6 항 및 제 8 항의 방법 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체.

청구항 10

신재생에너지 발전기 그룹, 연료 발전기 그룹 및 에너지 저장장치 그룹을 포함하는 독립형 마이크로그리드 운영 장치로서,

프로세서; 및

상기 프로세서와 동작 가능하게 연결되고 상기 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드를 저장하는 메모리를 포함하고,

상기 메모리는 상기 프로세서를 통해 실행될 때, 상기 프로세서가 상기 신재생에너지 발전기 그룹이 배치된 지역에서의 제1 주기 동안의 기상정보에 기초하여 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량을 산출하고,

상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량에 따라 상기 연료 발전기 그룹의 초기 운영계획을 도출하고,

상기 초기 운영계획에 따른 상기 연료 발전기 그룹의 동작 중, 상기 제1 주기보다 더 짧은 제2 주기 동안의 기상정보에 기초하여 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제2 예측 출력 발전량을 산출하고,

상기 연료 발전기 그룹을 동작시킬 시에, 상기 제1 예측 출력 발전량 및 상기 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위 이하 임에 따라, 상기 연료 발전기 그룹의 운영계획 변경을 보류하고, 상기 초기 운영계획으로 상기 연료 발전기 그룹을 동작시키고,

상기 제1 예측 출력 발전량 및 상기 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위를 초과함에 따라, 상기 연료 발전기 그룹의 운영계획 변경을 결정하고, 상기 초기 운영계획을 수정 운영계획으로 변경하여 상기 연료 발전기 그룹을 동작시키도록 야기하는 코드를 포함하고,

상기 초기 운영계획은, 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량에 따라 도출되고, 상기 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 포함하고,

상기 수정 운영계획은, 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제2 예측 출력 발전량에 따라 도출되고, 상기 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 포함하며,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 초기 운영계획을 수정 운영계획으로 변경하여 상기 연료 발전기 그룹을 동작시킬 시에, 상기 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 증가시키도록 야기하는 코드를 저장하고,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 운전 예비력 비율을 증가시킬 시에, 최저 동작 조건으로 동작하는 연료 발전기의 수를 증가시키도록 야기

하는 코드를 저장하며,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 제1 예측 출력 발전량을 산출 시에, 기설정된 시간을 갖는 T개의 타임 스텝으로 구성되는 제1 주기 동안의 이전 기상정보를 이용하여 다음 제1 주기 동안의 기상특성을 예측하도록 미리 훈련된 제1 기상예측 심층신경망 모델을 이용하여 상기 제1 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 생성하고,

상기 제1 기상예측 심층신경망 모델을 통한 제1 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 이용하여 신재생에너지 발전기 그룹의 예측 출력 발전량을 산출하도록 미리 훈련된 제1 발전량 예측 심층신경망 모델을 이용하여 상기 제1 주기 동안 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량을 산출하도록 야기하는 코드를 저장하고,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 제2 예측 출력 발전량을 산출 시에, 상기 T개의 타임 스텝 중 기설정된 개수의 타임 스텝 동안의 이전 기상정보를 이용하여 다음 한 개의 타임 스텝 동안의 기상특성을 예측하도록 미리 훈련된 제2 기상예측 심층신경망 모델을 이용하여 상기 제2 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 생성하고,

상기 제2 기상예측 심층신경망 모델을 통한 제2 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 이용하여 신재생에너지 발전기 그룹의 예측 출력 발전량을 산출하도록 미리 훈련된 제2 발전량 예측 심층신경망 모델을 이용하여 상기 제2 주기 동안 상기 신재생에너지 발전기 그룹의 제2 예측 출력 발전량을 산출하도록 야기하는 코드를 저장하는,

독립형 마이크로그리드 운영 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 연료 발전기 그룹을 동작시킬 시에, 상기 제1 예측 출력 발전량 및 상기 제2 예측 출력 발전량의 차이값을 누적하고,

누적된 차이값이 미리 정해진 임계치 이상인 경우, 상기 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 증가시키도록 야기하는 코드를 저장하는,

독립형 마이크로그리드 운영 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 연료 발전기 그룹을 동작시킬 시에, 상기 제1 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균과, 상기 제2 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균을 비교하고,

상기 제2 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균이, 상기 제1 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균보다 일정 비율 이상 큰 경우, 상기 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 증가시키도록 야기하는 코드를 저장하는,

독립형 마이크로그리드 운영 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제1 기상예측 심층신경망 모델은,

이전 제1 주기 동안의 특정 기상 변수값을 입력으로 하고, 다음 제1 주기 동안의 특정 기상 변수값을 레이블로

하는 훈련데이터에 의해 지도학습 방식으로 훈련된 모델이고,

상기 제1 발전량 예측 심층신경망 모델은,

제1 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 입력으로 하고, 신재생에너지 발전기 그룹의 출력 발전량을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습으로 훈련된 모델인,

독립형 마이크로그리드 운영 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제2 기상예측 심층신경망 모델은,

T개의 타임 스텝 중 일부인 3개의 타임 스텝 동안의 특정 기상 변수값을 입력으로 하고, 다음 1개의 스텝 동안의 특정 기상 변수값을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습 방식으로 훈련된 모델이고,

상기 제2 발전량 예측 심층신경망 모델은,

제2 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 입력으로 하고, 신재생에너지 발전기 그룹의 출력 발전량을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습으로 훈련된 모델인,

독립형 마이크로그리드 운영 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 메모리는 상기 프로세서로 하여금,

상기 수정 운영계획으로 변경하여 상기 연료 발전기 그룹을 동작시킨 이후에, 상기 제1 예측 출력 발전량 및 상기 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위 이하 임에 따라, 상기 연료 발전기 그룹의 운영계획 변경을 결정하고, 상기 수정 운영계획을 초기 운영계획으로 변경하여 상기 연료 발전기 그룹을 동작시키도록 야기하는 코드를 더 저장하는,

독립형 마이크로그리드 운영 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 독립형 마이크로그리드의 예비력을 관리하고, 에너지 효율을 향상시킬 수 있는 독립형 마이크로그리드 운영 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도서지역, 격오지 등에 설치하는 전력계통은 육지계통과 분리되어 마이크로그리드의 형태로 설치되는 경우가 많기 때문에 지역 내의 전력부하 공급을 마이크로그리드 내의 발전설비로 공급해야 한다. 만약, 부하가 급격히 증가하는 경우에 운전 중인 발전기의 용량이 충분하지 않으면 추가로 발전기를 기동시켜야 하는데, 일반적으로 많이 사용하는 연료 발전기 기동에는 시간 지연이 발생하므로 최악의 경우 전력수급의 균형이 깨질 수 있다.

[0003] 전력수급의 균형이 깨지면 주파수가 급락하게 되고, 주파수 보호계전기의 동작점까지 하락하게 되면, 운전 중인 발전기가 탈락하게 되어 마이크로그리드는 정전상태가 되고, 심각한 경우 전력설비의 영구적 고장을 유발할 수 있다. 따라서 일반적으로 마이크로그리드의 운영은 전력 부하의 크기를 예측하여 충분한 용량의 발전기를 운전 상태로 유지한다. 이를 계통운영의 관점에서 운전 예비력(spinning reserve)이라고 칭한다.

[0004] 최근 도서지역 및 격오지 마이크로그리드의 발전 연료비를 절감하여 에너지 공급비용을 낮추고자 태양광발전 및 풍력발전과 같은 신재생에너지의 이용이 증가하고 있다. 이들 신재생에너지 발전원은 설치가 복잡하지만 안정

적으로 운전이 된다면 발전 연료를 크게 절감할 수 있으며, 특히 도서지역과 같은 경우 연료의 운송과 저장 등에서 오는 비용 절감효과가 매우 크다.

[0005] 그러나, 신재생에너지 전원은 기상과 환경에 따라서 출력이 상시적으로 변동하는 특성을 가진다. 만약 신재생에너지 전원의 출력에 불확실성이 커지면, 필요 이상으로 연료 발전기를 가동하여 운전 예비력을 확보해야 하므로 연료 소비가 증가되고, 연료 발전기의 수명이 단축되는 문제점이 있다.

[0006] 전술한 배경기술은 발명자가 본 발명의 도출을 위해 보유하고 있었거나, 본 발명의 도출 과정에서 습득한 기술 정보로서, 반드시 본 발명의 출원 전에 일반 공중에게 공개된 공지기술이라 할 수는 없다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 제2014-204466호(2014.10.27)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 과제는, 운전 예비력 확보를 위해 필요 이상으로 연료 발전기를 가동하여 연료 소비를 증가시키고 수명이 단축되었던 종래 기술의 문제점을 해결하는데 있다.

[0009] 본 발명의 일 과제는, 심층신경망을 사용하는 시계열 예측 알고리즘을 기반으로 하여 신재생에너지 발전기의 출력 발전량을 정확하게 예측하는데 있다.

[0010] 본 발명의 일 과제는, 신재생에너지 발전량에 대한 정확한 예측을 통해 독립형 마이크로그리드의 발전 스케줄을 최적화 하는데 있다.

[0011] 본 발명의 일 과제는, 신재생에너지 발전량에 대한 정확한 예측을 통해 독립형 마이크로그리드는 신재생에너지 이용률을 높이고 기존의 연료 발전기에 대한 연료 소비를 절감하여 경제성 개선과 환경오염 배출을 줄이는데 있다.

[0012] 본 발명의 일 과제는, 운전 예비력 확보를 위해 필요 이상으로 연료 발전기를 가동하여 연료 소비를 증가시키고 수명이 단축되었던 종래 기술의 문제점을 최적의 자원을 사용하면서 해결하는 것이다.

[0013] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제에 한정되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 과제 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시 예에 의해보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 과제 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 일 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 운영 방법은, 신재생에너지 발전기 그룹이 배치된 지역에서의 제1 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량을 산출하는 단계와, 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량에 따라 연료 발전기 그룹의 초기 운영계획을 도출하는 단계와, 초기 운영계획에 따른 연료 발전기 그룹의 동작 중, 제1 주기보다 더 짧은 제2 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹의 제2 예측 출력 발전량을 산출하는 단계와, 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 비교 결과를 기반으로 하여, 연료 발전기 그룹의 운영계획 변경 여부를 결정하고, 결정된 운영계획 변경 여부에 따라 연료 발전기 그룹을 동작시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 운영 장치는, 프로세서 및 프로세서와 동작 가능하게 연결되고 프로세서에서 수행되는 적어도 하나의 코드를 저장하는 메모리를 포함하고, 메모리는 프로세서를 통해 실행될 때, 프로세서가 신재생에너지 발전기 그룹이 배치된 지역에서의 제1 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량을 산출하고, 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량에 따라 연료 발전기 그룹의 초기 운영계획을 도출하고, 초기 운영계획에 따른 연료 발전기 그룹의 동작 중, 제1 주기보다 더 짧은 제2 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹의 제2 예측 출력 발전량

을 산출하고, 신재생에너지 발전기 그룹의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 비교 결과를 기반으로 하여, 연료 발전기 그룹의 운영계획 변경여부를 결정하고, 결정된 운영계획 변경 여부에 따라 연료 발전기 그룹을 동작시키도록 야기하는 코드를 저장할 수 있다.

[0016] 이 외에도, 본 발명을 구현하기 위한 다른 방법, 다른 시스템 및 상기 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 저장된 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체가 더 제공될 수 있다.

[0017] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 의하면, 신재생에너지 전원을 이용하는 마이크로그리드의 독립 운전 시에 신재생에너지 전원의 출력 변동에 대비하여 전력계통을 안정화시킬 수 있다.

[0019] 또한, 전력계통을 안정화시키기 위해 연료 발전기 또는 에너지저장장치를 이용하되, 연료비용 및 에너지비용 등을 고려하여 경제적으로 운전 예비력을 관리할 수 있다.

[0020] 또한, 신재생에너지 발전량에 대한 정확한 예측을 통해 독립형 마이크로그리드의 발전 스케줄을 최적화할 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 일 과제는, 신재생에너지 발전량에 대한 정확한 예측을 통해 독립형 마이크로그리드는 신재생에너지 이용률을 높이고 기존의 연료 발전기에 대한 연료 소비를 절감하여 경제성 개선과 환경오염 배출을 줄일 수 있다.

[0022] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드의 운영 환경을 도시한 예시도이다.

도 2는 본 실시 예에 따른 기상조건에 대응한 일사량의 변동을 도시한 도면이다.

도 3은 본 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 애플리케이션에서 태양 복사 조도 예측을 설명하는 도면이다.

도 4는 본 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 운영장치의 구성을 개략적으로 설명하기 위하여 도시한 블록도 이다.

도 5는 본 실시 예에 따른 온라인 일사량 예측을 설명하는 도면이다.

도 6은 본 실시 예에 따른 단주기 기상특성 예측에 대응하는 신재생에너지 발전기 그룹의 출력 변동 추종을 설명하는 도면이다.

도 7은 다른 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 운영장치의 구성을 개략적으로 설명하기 위하여 도시한 블록도 이다.

도 8은 본 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 운영 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 설명되는 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 아래에서 제시되는 실시 예들로 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있고, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 아래에 제시되는 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0025] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포

함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

- [0026] 또한, 본 출원에서 "부"는 프로세서 또는 회로와 같은 하드웨어 구성(hardware component), 및/또는 프로세서와 같은 하드웨어 구성에 의해 실행되는 소프트웨어 구성(software component)일 수 있다.
- [0027] 이하, 본 발명에 따른 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0029] 도 1은 본 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드의 운영 환경을 도시한 예시도이다. 도 1을 참조하면, 독립형 마이크로그리드의 운영 환경(1)은, 독립형 마이크로그리드(100), 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200), 외부 장치(300) 및 네트워크(400)를 포함할 수 있다.
- [0030] 독립형 마이크로그리드(100)는 신재생에너지 발전기 그룹(110), 연료 발전기 그룹(120) 및 에너지 저장장치 그룹(130) 등 독립적인 분산전원을 구비할 수 있다. 본 실시 예에서 사용되는 신재생에너지 발전기 그룹(110)은 신재생에너지 발전기와 유사한 의미로 해석되거나 신재생에너지 발전기를 포함하는 것으로 해석될 수 있다. 또한, 연료 발전기 그룹(120: 120-1, 120-2 등)은 연료 발전기와 유사한 의미로 해석되거나 연료 발전기를 포함하는 것으로 해석될 수 있다. 더 나아가 에너지 저장장치 그룹(130: 130-1, 130-2 등)은 에너지 저장장치와 유사한 의미로 해석되거나 에너지 저장장치를 포함하는 것으로 해석될 수 있다.
- [0031] 독립형 마이크로그리드(100)는 필요에 따라서 전력계통에 연계되기도 하고, 독립적으로 운전하기도 하는 독자적인 전력망을 의미할 수 있다. 독립형 마이크로그리드(100)는 발전 규모가 작게는 수십 kW에서 크게는 수십 MW에 이를 수 있다. 본 실시 예에서는 독립형 마이크로그리드(100)의 운전 모드 가운데 독립 운전에 집중할 수 있는데, 대규모 전력망과 분리되어 운전되기 때문에 독립형 마이크로그리드(100) 내의 전력 공급과 전력 수요를 매 순간 일치하도록 발전기를 운전해야 한다. 독립형 마이크로그리드(100) 내의 발전기는 분산 전원(distributed generation) 또는 분산 에너지 자원(distributed energy resource) 등으로 불릴 수 있다.
- [0032] 신재생에너지 발전기 그룹(110)은 자연 동력원으로부터 전력을 발생하는 장치로서, 기상 상태에 따라 발전량에 영향을 받는 태양광(photovoltaic) 발전기 그룹(111) 및 풍력 발전기 그룹(112), 수력발전기(미도시) 등을 포함할 수 있다. 본 실시 예에서 태양광 발전기 그룹(111)은 기상 상태 중 일사량, 운량 및 온도 정보 등에 따라 발전량이 좌우되고, 풍력 발전기 그룹(112)은 기상 상태 중 풍속에 따라 발전량이 좌우될 수 있다. 태양광 발전기 그룹(111)은 하나 이상의 태양광 발전기를 포함할 수 있고, 풍력 발전기 그룹(112)은 하나 이상의 풍력 발전기를 포함할 수 있다. 본 실시 예에서 사용되는 태양광 발전기 그룹(111)은 태양광 발전기와 유사한 의미로 해석되거나 태양광 발전기를 포함하는 것으로 해석될 수 있다. 또한 풍력 발전기 그룹(112)은 풍력 발전기와 유사한 의미로 해석되거나 풍력 발전기를 포함하는 것으로 해석될 수 있다. 이하, 설명의 편의상 신재생에너지 발전기 그룹(110)을 태양광 발전기 그룹(111)으로 대체하여 설명할 수도 있다.
- [0033] 연료 발전기 그룹(120) 내의 연료 발전기(120-1, 120-2 등)는 석탄, 석유 등의 화석 연료를 이용하여 발전할 수 있는 발전기로서, 일 예로 디젤 발전기를 포함할 수 있다. 디젤 발전기는 여자기(미도시)와 조속기(미도시)와, 동기기(미도시)를 운전하는 내연기관으로 구성되고, 경유를 연료로 사용하여 디젤엔진을 구동함으로써 원하는 순간에 발전을 할 수 있다는 장점이 있다. 디젤자동차를 주변에서 쉽게 볼 수 있는 것과 마찬가지로 디젤 발전기도 동일한 기술을 이용하므로 운전이 단순하고 신뢰성이 높은 발전 방식이라 할 수 있다. 이러한 연료 발전기 그룹(120)은 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력이 비정상적이거나, 에너지 저장장치 그룹(130)의 잔존 용량이 기준값 이하로 내려갈 때 발전원으로서 사용될 수 있다. 연료 발전기 그룹(120) 중 하나 이상의 연료 발전기(120-1, 120-2 등)는 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)에 의해 동작 여부 및/또는 출력이 조정될 수 있다.
- [0034] 에너지 저장장치(energy storage system) 그룹(130) 내의 에너지 저장장치(130-1, 130-2 등)는 독립형 마이크로그리드(100) 중 오프그리드 타입(Off-grid Type)에서 주전원으로 이용되는 장비로서, 배터리(미도시)에 분산형 전원의 잉여 전력을 저장하였다가 계통의 피크부하 발생시 사용되어 공급전력과 수요전력의 균형을 유지할 수 있다. 에너지 저장장치(130-1, 130-2 등)는 배터리 관리 시스템(battery management system, 미도시)을

구비하여 잔존용량을 관리하고, PCS(power conversion system, 미도시)를 구비하여 출력을 조정할 수 있다. 에너지 저장장치 그룹(130)은 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)에 의해 동작 여부 및/또는 출력이 조정될 수 있다.

- [0035] 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 독립형 마이크로그리드(100)에 연결되어 독립형 마이크로그리드(100)의 전력 공급을 제어할 수 있다. 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110), 연료 발전기 그룹(120) 및/또는 에너지 저장장치 그룹(130)의 전력량을 파악하고 제어할 수 있다.
- [0036] 본 실시 예에서, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)이 배치된 지역에서의 제1 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다. 여기서, 신재생에너지 발전기 그룹(110)이 배치된 지역이란 기상예측이 이루어지는 지역 단위 중 신재생에너지 발전기들이 설치된 지역이 될 수 있으며, 시, 군, 구, 동 등의 기상예측이 이루어지는 행정적 단위 또는 지리적 특성에 따라 나뉘어진 지역적 단위일 수 있다.
- [0037] 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에 따라 연료 발전기 그룹(120)의 초기 운영계획을 도출할 수 있다. 여기서, 초기 운영계획은 신재생에너지 발전기 그룹(110)에 대한 운전 예비력 비율을 포함할 수 있다.
- [0038] 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 초기 운영계획에 따른 연료 발전기 그룹(120)의 동작 중, 제1 주기보다 더 짧은 제2 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다.
- [0039] 본 실시 예에서, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량을 산출하기 위해, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 인공 지능 기술이 적용된 신경망 모델을 저장하거나 포함할 수 있다. 예를 들어, 인공 지능 기술이 적용된 신경망 모델은 순환 신경망(recurrent neural network), 합성곱 신경망, 적대적 생성 신경망, 또는 다른 타입의 머신 러닝 모델들과 같은 다양한 학습 모델들일 수 있다.
- [0040] 여기서 인공 지능(artificial intelligence, AI)은, 인간의 지능으로 할 수 있는 사고, 학습, 자기계발 등을 컴퓨터가 할 수 있도록 하는 방법을 연구하는 컴퓨터 공학 및 정보기술의 한 분야로, 컴퓨터가 인간의 지능적인 행동을 모방할 수 있도록 하는 것을 의미할 수 있다.
- [0041] 또한, 인공지능은 그 자체로 존재하는 것이 아니라, 컴퓨터 과학의 다른 분야와 직간접으로 많은 관련을 맺고 있다. 특히 현대에는 정보기술의 여러 분야에서 인공지능적 요소를 도입하여, 그 분야의 문제 풀이에 활용하려는 시도가 매우 활발하게 이루어지고 있다.
- [0042] 머신 러닝(machine learning)은 인공지능의 한 분야로, 컴퓨터에 명시적인 프로그램 없이 배울 수 있는 능력을 부여하는 연구 분야를 포함할 수 있다. 구체적으로 머신 러닝은, 경험적 데이터를 기반으로 학습을 하고 예측을 수행하고 스스로의 성능을 향상시키는 시스템과 이를 위한 알고리즘을 연구하고 구축하는 기술이라 할 수 있다. 머신 러닝의 알고리즘들은 엄격하게 정해진 정적인 프로그램 명령들을 수행하는 것이라기보다, 입력 데이터를 기반으로 예측이나 결정을 이끌어내기 위해 특정한 모델을 구축하는 방식을 취할 수 있다.
- [0043] 이러한 인공신경망의 머신 러닝 방법으로는 자율학습(unsupervised learning)과 지도학습(supervised learning)이 모두 사용될 수 있다. 또한, 머신 러닝의 일종인 딥러닝(deep learning) 기술은 데이터를 기반으로 다단계로 깊은 수준까지 내려가 학습할 수 있다. 딥러닝은 단계를 높여갈수록 복수의 데이터들로부터 핵심적인 데이터를 추출하는 머신 러닝 알고리즘의 집합을 나타낼 수 있다.
- [0044] 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 비교 결과를 기반으로 하여, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경여부를 결정하고, 결정된 운영계획 변경 여부에 따라 연료 발전기 그룹(120)을 동작시킬 수 있다.
- [0045] 선택적 실시 예로, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에 따라 에너지 저장장치 그룹(130)의 초기 운영계획을 도출할 수 있다. 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 비교 결과를 기반으로 하여, 에너지 저장장치 그룹(130)의 운영계획 변경여부를 결정하고, 결정된 운영계획 변경 여부에 따라 에너지 저장장치 그룹(130)을 동작시킬 수 있다.
- [0046] 선택적 실시 예로, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에 따라 연료 발전기 그룹(120) 및 에너지 저장장치 그룹(130)의 초기 운영계획을 도출할 수 있다. 독립

형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 비교 결과를 기반으로 하여, 연료 발전기 그룹(120) 및 에너지 저장장치 그룹(130)의 운영계획 변경여부를 결정하고, 결정된 운영계획 변경 여부에 따라 연료 발전기 그룹(120) 및 에너지 저장장치 그룹(130)을 동작시킬 수 있다.

[0047] 외부 장치(300)는 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200) 대신에 인공 지능 기술이 적용된 신경망 모델을 저장하는 연산 시스템이거나, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)가 필요로 하는 일련의 데이터를 제공하는 데이터 처리 시스템을 포함할 수 있다. 외부 장치(300)가 데이터 처리 시스템으로 동작하는 경우, 예를 들어 기상청 서버일 수 있으며, 기상청 서버는 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)의 요청에 따라 기상 정보를 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)로 제공할 수 있다.

[0048] 네트워크(400)는 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)와 외부 장치(300)를 연결하는 역할을 수행할 수 있다. 이러한 네트워크(400)는 예컨대 LANs(local area networks), WANs(wide area networks), MANs(metropolitan area networks), ISDNs(integrated service digital networks) 등의 유선 네트워크나, 무선 LANs, CDMA, 블루투스, 위성 통신 등의 무선 네트워크를 망라할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다. 또한 네트워크(400)는 근거리 통신 및/또는 원거리 통신을 이용하여 정보를 송수신할 수 있다. 여기서 근거리 통신은 블루투스(bluetooth), RFID(radio frequency identification), 적외선 통신(IrDA, infrared data association), UWB(ultra-wideband), ZigBee, Wi-Fi (wireless fidelity) 기술을 포함할 수 있고, 원거리 통신은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 기술을 포함할 수 있다.

[0049] 네트워크(400)는 허브, 브리지, 라우터, 스위치 및 게이트웨이와 같은 네트워크 요소들의 연결을 포함할 수 있다. 네트워크(400)는 인터넷과 같은 공용 네트워크 및 안전한 기업 사설 네트워크와 같은 사설 네트워크를 비롯한 하나 이상의 연결된 네트워크들, 예컨대 다중 네트워크 환경을 포함할 수 있다. 네트워크(400)에의 액세스는 하나 이상의 유선 또는 무선 액세스 네트워크들을 통해 제공될 수 있다. 더 나아가 네트워크(400)는 사물 등 분산된 구성 요소들 간에 정보를 주고 받아 처리하는 IoT(Internet of Things, 사물인터넷) 망 및/또는 5G 통신을 지원할 수 있다.

[0050] 본 실시 예에서, 독립형 마이크로그리드(100)는 대규모 전력계통과 분리하여 독립적으로 제어 가능한 소규모 전력망으로 상호 연결된 분산 생성 자원(DER: distributed energy resource) 그룹으로 구성될 수 있다. 독립형 마이크로그리드(100)는 중앙 전력 계통 또는 다른 마이크로그리드와 연결하여 전력을 교환하거나 독립적으로 작동할 수 있다.

[0051] 신재생에너지 이용률이 높은 독립형 마이크로그리드(100)에 대한 제어 및 운영의 주요 기술적 과제는 신재생에너지 전원(RES: renewable energy resource) 출력의 간헐성 및 불확실성에 기인할 수 있다. 태양광 발전기 그룹(111) 및 풍력 발전기 그룹(112)의 출력 발전량은 기상 조건에 따라 크게 변할 수 있다. 구체적으로 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 발전량은 구름의 영향을 많이 받는데, 태양광 패널에 입사되는 태양 복사량에 비례할 수 있다. 태양광 패널이 구름으로 덮여 있으면 출력 발전량이 급격히 떨어질 수 있다. 이러한 종류의 출력 발전량 변동은 독립형 마이크로그리드(100)의 전력 균형과 안정성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

[0052] 도 2는 본 실시 예에 따른 기상조건에 대응한 일사량의 변동을 도시한 도면이다. 도 2를 참조하면, 1분 측정 분해능 데이터로 맑은 날(clear sky)과 흐린 날(cloudy sky) 조건에서 일사량의 변동을 도시하고 있다. 맑은 기상 조건(도 2의 오전 5시-10시)의 일사량은, 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 발전량에 변동성이 작으며 지속적으로 증가/감소할 수 있다. 대조적으로 흐린 기상 조건(도 2의 오전 11시-오후 7시)의 일사량은, 태양 복사조도가 격렬히 변동하고 있어, 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 발전량에 변동성이 매우 큼을 알 수 있다.

[0053] 계통 연계 마이크로그리드에서는 대규모 전력망의 전력공급을 통해서 전력 수급이 보상되므로 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 출력 발전량의 변동은 계통 안정성에 미치는 부정적인 영향이 심각하지 않을 수 있다. 그러나 발전기 회전관성(inertia)이 낮은 독립형 마이크로그리드(100)에서는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량 변동에 따라 시스템 전압과 주파수가 급격하게 변할 수 있으며, 이는 시스템의 안정도에 큰 영향을 줄 수 있다. 즉, 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 발전량에 대한 급격한 변동은 전압 및 주파수 변동으로 인해 순간적인 불안정성과 전력 품질 문제를 일으킬 수 있다.

[0054] 이러한 문제를 해결하기 위해, 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 발전량을 보다 정밀하게 예측해서 이에 대비하

기 위한 연구가 매우 중요하다. 독립형 마이크로그리드(100) 애플리케이션에서 태양 복사 조도 예측은 도 3과 같이 다양한 목적을 위해 초단주기, 단주기, 중주기 및 중/장주기 예측으로 분류할 수 있다. 도 3은 또한 각각의 예측기술을 이용한 전력계통 운영 방법의 차이를 보여줄 수 있다.

- [0055] 기존의 예측 모델에 기반한 태양광 발전기 그룹에 대한 출력 보상은 다음과 같이 진행될 수 있다. 먼저, 특정 시간에서 예측 모델은 기록된 과거 데이터 세트를 입력으로 사용하여 다음 예측 기간에 대한 예측치를 계산한다. 다음에, 예측 결과는 발전기 최적화 프로세스에서 사용되어 여러 발전기의 발전량을 미리 어느 정도 산정할 수 있다. 다음에, 모든 예측 단계에서 발생할 수 있는 예측 오류는 연료 발전기 그룹의 운영 예비력으로 보상하도록 한다. 실시간 운영 중 큰 예측 오류가 관찰되더라도 이미 예측된 값을 보정하거나 예측을 다시 수행하지 않는다.
- [0056] 중/장주기(제1 주기) 데이터를 이용한 신재생에너지 예측 출력 발전량 산정 시에, 기상이 급격하게 바뀌는 경우 예측 출력 발전량을 수정하는데 시간이 소요될 수 있다. 따라서 중/장주기(제1 주기) 예측과 더불어 단주기(제2 주기) 데이터를 이용한 예측을 포함하면, 기상 변화가 예측 출력 발전량 산정에 반영되는 시지연을 줄일 수 있어 전력 계통 예비력을 관리하는데 효과적일 수 있다.
- [0057] 상술한 바와 같은 기존 방법의 문제점은 다음과 같다. 구름 등의 이동에 따른 기상 조건이 변하는 경우, 예를 들어, 도 2와 같이 맑은 날(clear sky)에서 흐린 날(cloudy sky)로 바뀌어 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 발전 패턴에 심각한 변경이 발생한 경우라고 하더라도, 기존에 예측했던 값을 중간에 바꾸지 못한다. 이는 독립형 계통의 운영 예비력에 영향을 주어 전체 시스템의 신뢰도와 안정도에 악영향을 줄 수 있다.
- [0058] 본 실시 예는 독립형 마이크로그리드(100)의 운영 최적화에 사용할 수 있는 단주기 및 중/장주기 태양광 일사량 예측에 중점을 두어 태양광 일사량을 빠르게 예측하며, 구름의 이동이나 기상 변화 등으로 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 발전량이 급격하게 변동하여 예측 출력 발전량 산출 시에 오차가 발생하였을 때, 이를 실시간(또는 온라인)으로 보상하여 최적화 단계에서 업데이트할 수 있는 방법을 제안할 수 있다. 예를 들어, 기상 조건의 변화가 발생하면 즉시 예측 모델을 변경하고, 예측 결과를 업데이트 하여 최적화에 적용할 수 있다.
- [0059] 도 4는 본 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 운영장치의 구성을 개략적으로 설명하기 위하여 도시한 블록도이다. 이하의 설명에서 도 1 내지 도 3에 대한 설명과 중복되는 부분은 그 설명을 생략하기로 한다.
- [0060] 도 4를 참조하면, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 딥러닝 기법의 일종인 DRNN(deep recurrent neural network)을 이용한 온라인 일사량 예측 방법을 사용할 수 있다. 매 시간대별 예측 구간에 대한 일회성 예측에 그치는 것이 아니라, 복수의 시간 주기에서 예측을 수행하여 가장 최근 실시간 측정 데이터를 예측에 사용할 수 있다. 여기서, 복수의 시간 주기는 중/장주기에 포함되는 1시간 즉, 제1 주기 예측과, 단주기에 포함되는 5분 즉, 제2 주기 예측을 포함할 수 있다.
- [0061] 본 실시 예에 대한 이해의 편의를 위하여 다음과 같은 2단계의 주기를 가정할 수 있다. 특정 시간인 1시간(중/장주기, 제1 주기)과 5분(단주기, 제2 주기)은 운영 상의 목적에 따라 변경할 수 있다. 즉, 중/장주기(제1 주기) 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 예측 출력 발전량 산출과 연료 발전기 그룹(120)의 운영 계획은 1시간 단위로 수행되고, 단주기(제2 주기) 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 예측 출력 발전량 산출과 연료 발전기 그룹(120)의 운영 계획은 5분 단위로 수행될 수 있다.
- [0062] 본 실시 예에서 중/장주기(제1 주기) 및 단주기(제2 주기) 모두, 예측 및 운영의 타임 스텝(time step)은 단주기 예측 시간과 동일할 수 있다. 상술한 내용에 따르면, 타임 스텝은 5분일 수 있다. 예를 들어, 중/장주기 예측의 경우에도 주기는 1시간 이지만, 예측 및 운영 데이터의 타임 스텝은 5분일 수 있다.
- [0063] 도 4를 참조하면, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 통신부(210), 수집부(220), 제1 산출부(230), 도출부(240), 제2 산출부(250), 결정부(260) 및 제어부(270)를 포함할 수 있다.
- [0064] 통신부(210)는 네트워크(400)와 연동하여 독립형 마이크로그리드(100) 및/또는 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)와 외부 장치(300) 간의 송수신 신호를 패킷 데이터 형태로 제공하는 데 필요한 통신 인터페이스를 제공할 수 있다. 또한 통신부(210)는 소정의 정보 요청 신호를 독립형 마이크로그리드(100) 및/또는 외부 장치(300)로 전송하고, 독립형 마이크로그리드(100) 및/또는 외부 장치(300)가 처리한 응답 데이터를 수신할 수 있다. 또한 통신부(210)는 다른 네트워크 장치와 유무선 연결을 통해 제어 신호 또는 데이터 신호와 같은 신호를 송수신하기 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하는 장치일 수 있다.
- [0065] 또한, 통신부(210)는 각종 사물 지능 통신(IoT(internet of things), IoE(internet of everything),

IoT(internet of small things) 등)을 지원할 수 있으며, M2M(machine to machine) 통신, V2X(vehicle to everything communication) 통신, D2D(device to device) 통신 등을 지원할 수 있다.

- [0066] 수집부(220)는 통신부(210)를 통하여 외부 장치(300)가 기상청 서버인 경우, 외부 장치(300)로부터 기상 정보를 수집할 수 있다. 또한 수집부(220)는 통신부(210)를 통하여 외부 장치(300)가 연산 시스템인 경우, 외부 장치(300)로부터 인공 지능 기술이 적용된 신경망 모델을 수집할 수 있다. 또한, 수집부(220)는 독립형 마이크로그리드(100)에 포함된 신재생에너지 측정 센서(미도시)로부터 일사량 정보 또는 풍속 정보 등을 포함하는 신재생에너지 측정값을 수집할 수 있다. 수집부(220)는 독립형 마이크로그리드(100)에 포함된 환경 센서(미도시)로부터 독립형 마이크로그리드(100) 주변의 기온, 습도, 구름의 양 등의 환경 정보를 수집할 수 있다. 수집부(220)는 독립형 마이크로그리드(100)로부터 과거 신재생에너지 데이터 예를 들어, 과거 일사량 데이터 또는 과거 풍속 데이터를 수집할 수 있다. 본 실시 예에서 과거 신재생에너지 데이터는 메모리(도 7의 290)에 저장될 수 있다.
- [0067] 제1 산출부(230)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)이 배치된 지역에서의 제1 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다.
- [0068] 제1 산출부(230)는 기설정된 시간을 갖는 T개의 타임 스텝(도 6 참조)으로 구성되는 제1 주기 동안의 이전 기상 정보를 이용하여 다음 제1 주기 동안의 기상특성을 예측하도록 미리 훈련된 제1 기상예측 심층신경망 모델을 이용하여 제1 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 생성할 수 있다. 본 실시 예에서, 제1 기상예측 심층신경망 모델은, 이전 제1 주기 동안의 특정 기상 변수값을 입력으로 하고, 다음 제1 주기 동안의 특정 기상 변수값을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습 방식으로 훈련된 모델일 수 있다.
- [0069] 제1 산출부(230)는 레이블링된 훈련데이터를 이용하여 초기에 설정된 심층신경망 모델을 지도학습 방식으로 훈련할 수 있다. 여기서, 초기에 설정된 심층신경망 모델은 기상특성을 예측할 수 있는 모델로 구성되기 위해 설계된 초기 모델로서 파라미터 값들은 임의의 초기값으로 설정되어 있는 상태이다. 초기 모델은 상술한 훈련데이터를 통해 훈련되면서 파라미터 값들이 최적화되면서 기상특성을 정확히 예측할 수 있는 제1 기상특성 예측 모델로 완성될 수 있다.
- [0070] 또한, 제1 산출부(230)는 제1 기상예측 심층신경망 모델을 통한 제1 주기 동안의 기상특성을 예측 결과를 이용하여 신재생에너지 발전기 그룹의 예측 출력 발전량을 산출하도록 미리 훈련된 제1 발전량 예측 심층신경망 모델을 이용하여 제1 주기 동안 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다. 본 실시 예에서, 제1 발전량 예측 심층신경망 모델은, 제1 주기 동안의 기상특성을 예측 결과를 입력으로 하고, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습으로 훈련된 모델일 수 있다.
- [0071] 제1 산출부(230)는 레이블링된 훈련데이터를 이용하여 초기에 설정된 심층신경망 모델을 지도학습 방식으로 훈련할 수 있다. 여기서, 초기에 설정된 심층신경망 모델은 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량을 예측할 수 있는 모델로 구성되기 위해 설계된 초기 모델로서 파라미터 값들은 임의의 초기값으로 설정되어 있는 상태이다. 초기 모델은 상술한 훈련데이터를 통해 훈련되면서 파라미터 값들이 최적화되면서 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량을 정확히 예측할 수 있는 제1 발전량 예측 심층신경망 모델로 완성될 수 있다.
- [0072] 도출부(240)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에 따라 연료 발전기 그룹(120)의 초기 운영계획을 도출할 수 있다. 여기서 초기 운영 계획은 신재생에너지 발전기 그룹(110)에 대한 운전 예비력 비율을 포함할 수 있다.
- [0073] 일반적으로 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량에 대한 80%를 운전 예비력으로 확보할 수 있다. 예를 들어, 신재생에너지 발전기 그룹(110)에 포함되는 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 전력이 현재 100kW라면 80kW의 운전 예비력을 확보해야 함을 의미할 수 있다. 이는 연료 발전기 그룹(120) 내의 연료 발전기(120-1, 120-2 등)를 추가적으로 운영하되, 80kW의 용량을 언제든지 공급할 수 있도록 저출력으로 운전하여 저효율로 동작해야 함을 의미할 수 있다.
- [0074] 예를 들어, 연료 발전기 그룹(120) 내의 연료 발전기(120-1, 120-2 등)가 운전 예비력을 제공하는 경우, 태양광 발전기 그룹(111)의 운전 시간이 길어지면 더 많은 연료 발전기(120-1, 120-2 등)를 운영해야 한다. 이로 인해 연료 발전기(120-1, 120-2 등)는 저부하 조건에서 동작하게 되며, 이는 연료 발전기(120-1, 120-2 등)가 낮은 효율과 높은 연료 소비율로 동작함을 알 수 있다. 이로 인해 시스템 운영 비용이 증가될 수 있다.
- [0075] 또한 연료 발전기 그룹(120) 내의 연료 발전기(120-1, 120-2 등)에는 최소 부하 요구 사항이 존재한다. 즉, 연

료 발전기(120-1, 120-2 등)는 정격의 특정 비율(일반적으로 약 20%-30%) 이상 발전해야 한다. 연료 발전기(120-1, 120-2 등)가 최소 부하 조건 미만으로 동작하면, 전력 손실, 성능 저하 및 엔진 작동 불량 등이 발생하여 유지보수 비용이 증가하고, 연료 발전기(120-1, 120-2 등)의 수명이 단축될 수 있다. 따라서 연료 발전기(120-1, 120-2 등)의 최소 부하 요구 조건을 맞추기 위하여 오히려 태양광 발전기 그룹(111)의 출력을 제한해야 하는 경우도 발생할 수 있다.

[0076] 예를 들어, 운전 예비력의 비율이 80%로 고정된 경우, 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 전력이 100kw라면 연료 발전기 그룹(120)은 80kw의 운전예비력을 생성할 수 있도록 연료 발전기 그룹(120) 내의 연료 발전기(120-1, 120-2 등)들을 가동시키고 있어야 한다.

[0077] 각각의 연료 발전기(120-1, 120-2 등)가 발전할 수 있는 전력량이 70kw이고, 최소 부하 조건이 20kw라면, 80kw의 운전 예비력을 생성할 수 있도록 2대의 연료 발전기(예를 들어, 120-1, 120-2)가 동작되고 있을 필요가 있다.

[0078] 2대의 연료 발전기(예를 들어, 120-1, 120-2)는 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 전력이 100kw로 유지되는 경우, 전력 수요의 부하에 따라 출력 발전량이 달라질 수 있으나, 전력 수요의 부하가 100kw 이하로 태양광 발전기 그룹(111)의 출력 전력이 전력 수요의 부하를 모두 충족시키는 경우에도 최저 동작 조건으로 동작(각각의 연료 발전기마다 20kw의 발전)하고 있어야 하며, 이에 따라 적어도 40kw의 전력이 낭비될 수 있고, 경우에 따라서는 태양광 발전기 그룹(111)의 출력을 제한해야 할 수도 있다. 여기서, 최저 동작 조건이란 연료 발전기(120-1, 120-2 등)가 불량 작동하거나 손상되지 않도록 하는 최소 부하 조건에 따라 작동하기 위한 연료 발전기(120-1, 120-2 등)의 동작 조건을 의미할 수 있다.

[0079] 위와 같이 운전 예비력의 비율을 고정하는 경우와 비교하여, 본 실시 예와 같이 운전 예비력의 비율을 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 예측 출력 전량의 크기에 따라 차등적으로 결정하는 경우 상술된 문제점이 해결될 수 있다.

[0080] 예를 들어, 신재생에너지 발전기 그룹(110)에 포함되는 태양광 발전기 그룹(111)의 예측 출력 발전량이 5~20% 이내로 변동한다는 제1 조건이라면, 연료 발전기(120-1, 120-2 등)에 의한 운전 예비력을 30%로 운영하고, 태양광 발전기 그룹(111)의 예측 출력 발전량이 50~80% 이내로 변동하는 제2 조건이라면 연료 발전기(120-1, 120-2 등)에 의한 운전 예비력을 80%로 운영한다면, 제1 조건의 경우 태양광 발전기 그룹(111)의 예측 출력 발전량이 100kw인 경우 최대 발전량이 70kw이고 최소 부하 조건이 20kw인 1대의 연료 발전기(예를 들어, 120-1)만 운전 예비력을 위해 동작하면 된다.

[0081] 본 실시 예는 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)가 일기 예보 및 기상 조건을 예측하여 태양광 발전기 그룹(111)의 예측 출력 발전량을 산출하고, 예측 출력 발전량의 변동 범위에 맞게 운전 예비력을 운영하도록 하는 것이다. 즉, 태양광 발전기 그룹(111)의 예측 출력 발전량에 대한 운전 예비력 비율을 항상 동일하게 유지하는 것이 아니라, 예측한 기상 조건에 따라 적응적으로 제어한다고 할 수 있다.

[0082] 본 실시 예에서, 도출부(240)는 연료 발전기 그룹(120)의 초기 운영계획을 도출 시에, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 발전량에 대응하여 연료 발전기 그룹(120)이 준비하는 운전 예비력 비율을 차등적으로 결정할 수 있다.

[0083] 도출부(240)는 운전 예비력의 비율을 차등적으로 결정 시에 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량이 제1 기준값 미만인 경우 운전 예비력을 제1 비율로 결정하고, 출력 변동의 크기가 제1 기준값 이상인 경우 운전 예비력을 제2 비율로 결정할 수 있다. 여기서 제1 비율은 제2 비율보다 더 작을 수 있다.

[0084] 신재생에너지 발전기 그룹(110)에 대한 제1 예측 출력 발전량의 크기는 제1 주기 당 최대 출력과 최소 출력 차이의 값(kw) 또는 최대 출력 대비 최소 출력의 비율(%), 또는 출력량 그래프의 기울기의 최대값 등 다양한 기준으로 계산될 수 있다.

[0085] 예를 들어, 흐린 기상 조건에서 태양광 발전기 그룹(111)의 제1 예측 출력 발전량에 대한 변동의 크기(태양광 출력 변동폭 및 변동 비율(ramp rate))가 가장 크고, 맑은 기상 조건에서 태양광 발전기 그룹(111)의 제1 예측 출력 발전량에 대한 변동의 크기는 상대적으로 작을 수 있다. 결과적으로, 연료 발전기 그룹(120)의 초기 운영계획을 도출 시에, 흐린 기상 조건에서는 운전 예비력 비율을 높은 수준으로 유지해야 하고, 맑은 기상 조건에서는 비교적 적은 수준의 운전 예비력 비율을 유지하여 연료 발전기 그룹(120)을 경제적으로 운전할 수 있다.

[0086] 제2 산출부(250)는 초기 운영계획에 따른 연료 발전기 그룹(120)의 동작 중, 제1 주기(예를 들어, 1 시간)보다

더 짧은 제2 주기(예를 들어, 5분) 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다.

[0087] 제2 산출부(250)는 T개의 타임 스텝 중 기설정된 개수(예를 들어, 3개)의 타임 스텝 동안의 이전 기상정보를 이용하여 다음 한 개의 타임 스텝 동안의 기상특성을 예측하도록 미리 훈련된 제2 기상예측 심층신경망 모델을 이용하여 제2 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 생성할 수 있다. 본 실시 예에서, 제2 기상예측 심층신경망 모델은, T개의 타임 스텝 중 기설정된 개수(예를 들어, 3개)의 타임 스텝 동안의 특정 기상 변수값을 입력으로 하고, 다음 한 개의 타임 스텝 동안의 특정 기상 변수값을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습 방식으로 훈련된 모델일 수 있다.

[0088] 제2 산출부(250)는 레이블링된 훈련데이터를 이용하여 초기에 설정된 심층신경망 모델을 지도학습 방식으로 훈련할 수 있다. 여기서, 초기에 설정된 심층신경망 모델은 기상특성을 예측할 수 있는 모델로 구성되기 위해 설계된 초기 모델로서 파라미터 값들은 임의의 초기값으로 설정되어 있는 상태이다. 초기 모델은 상술한 훈련데이터를 통해 훈련되면서 파라미터 값들이 최적화되면서 기상특성을 정확히 예측할 수 있는 제2 기상특성 예측 모델로 완성될 수 있다.

[0089] 또한, 제2 산출부(250)는 제2 기상예측 심층신경망 모델을 통한 제2 주기 동안의 기상특성을 예측 결과를 이용하여 신재생에너지 발전기 그룹의 예측 출력 발전량을 산출하도록 미리 훈련된 제2 발전량 예측 심층신경망 모델을 이용하여 제2 주기 동안 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다. 본 실시 예에서, 제2 발전량 예측 심층신경망 모델은, 제2 주기 동안의 기상특성을 예측 결과를 입력으로 하고, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습으로 훈련된 모델일 수 있다.

[0090] 제1 산출부(230)는 레이블링된 훈련데이터를 이용하여 초기에 설정된 심층신경망 모델을 지도학습 방식으로 훈련할 수 있다. 여기서, 초기에 설정된 심층신경망 모델은 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량을 예측할 수 있는 모델로 구성되기 위해 설계된 초기 모델로서 파라미터 값들은 임의의 초기값으로 설정되어 있는 상태이다. 초기 모델은 상술한 훈련데이터를 통해 훈련되면서 파라미터 값들이 최적화되면서 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량을 정확히 예측할 수 있는 제2 발전량 예측 심층신경망 모델로 완성될 수 있다.

[0091] 결정부(260)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 비교 결과를 기반으로 하여, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경여부를 결정하고, 결정한 운영계획 변경 여부에 따라 연료 발전기 그룹(120)을 동작시킬 수 있다.

[0092] 결정부(260)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위 이하 임에 따라, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경을 보류하고, 초기 운영계획으로 연료 발전기 그룹(120)을 동작시킬 수 있다.

[0093] 그러나 결정부(260)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위를 초과함에 따라, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경을 결정하고, 초기 운영계획을 수정 운영계획으로 변경하여 연료 발전기 그룹을 동작시킬 수 있다. 여기서, 수정 운영계획은, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량에 따라 도출될 수 있고, 신재생에너지 발전기 그룹(110)에 대한 운전 예비력 비율을 포함할 수 있다.

[0094] 결정부(260)는 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 차이값을 누적하고, 누적된 차이값이 미리 정해진 임계치 이상인 경우, 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 증가시킬 수 있다. 여기서, 누적된 차이값이 미리 정해진 임계치 이상이라 함은, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경을 결정하고, 초기 운영계획을 수정 운영계획으로 변경하는 것을 포함할 수 있다. 또한, 운전 예비력 비율을 증가시킨다 함은, 최저 동작 조건으로 동작하는 연료 발전기의 수를 증가시키는 것을 포함할 수 있다.

[0095] 선택적 실시 예로, 결정부(260)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균과, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균을 비교할 수 있다. 결정부(260)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균이, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균보다 일정 비율 이상 큰 경우, 신재생에너지 발전기 그룹(110)에 대한 운전 예비력 비율을 증가시킬 수 있다. 여기서, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균이, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율

에 대한 절대값의 평균보다 일정 비율 이상 크다 함은, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경을 결정하고, 초기 운영계획을 수정 운영계획으로 변경하는 것을 포함할 수 있다. 또한, 운전 예비력 비율을 증가시킨다 함은, 최저 동작 조건으로 동작하는 연료 발전기의 수를 증가시키는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 발전량의 변화율은 일정 시간 간격의 발전량의 변화량에 기초하여 결정될 수 있다, 시간 간격의 단위를 5분으로 하는 경우 5분 전후로 발전량이 늘어나면 변화율은 양의 값이 되고, 5분 전후로 발전량이 줄어든다면 변화율은 음의 값이 될 수 있다. 다만, 본 실시예에서는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 발전량이 증가하는지 감소하는지에 상관없이 발전량이 안정적인지 또는 변동이 심한지를 평가하여 장기 예측에서보다 단기 예측에서 변동이 큰 경우 운전 예비력 비율을 증가시키려는 취지이므로, 변화량의 절대값들을 평균 내서 운전 예비력 비율의 변경 여부를 판단하도록 한다. 예를 들어, 평균은 5분 단위로 계산된 발전량의 변화율의 절대값들을 누적한 후 시간 단위(5분 단위)의 개수만큼 나눈 값으로 계산될 수 있다.

[0096] 결정부(260)는 수정 운영계획으로 변경하여 연료 발전기 그룹(120)을 동작시킨 후에, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위 이하 임에 따라, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경을 결정하고, 수정 운영계획을 초기 운영계획으로 변경하여 연료 발전기 그룹(120)을 동작시킬 수 있다.

[0097] 제어부(270)는 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200) 전체의 동작을 제어할 수 있다. 제어부(270)는 독립형 마이크로그리드(100)의 전력 공급을 제어할 수 있다. 제어부(270)는 신재생에너지 발전기 그룹(110), 디젤 발전기 그룹(120) 및 에너지 저장장치 그룹(130)의 출력을 파악하고 제어할 수 있다.

[0098] 여기서, 제어부(270)는 프로세서(processor)와 같이 데이터를 처리할 수 있는 모든 종류의 장치를 포함할 수 있다. 본 실시예에서 제어부(270)는 결정된 운전 예비력 비율 및 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 예측 출력 발전량에 기초하여 연료 발전기 그룹(120)의 동작을 제어할 수 있다. 여기서 연료 발전기 그룹(120)의 동작을 제어한다 함은, 연료 발전기 그룹(120)내의 복수의 연료 발전기(120-1, 120-2 등) 중 동작시킬 발전기의 개수를 결정하고, 결정된 연료 발전기(120-1, 120-2 등)를 최저 동작 조건에 따라 운영하는 것을 포함할 수 있다. 또한 연료 발전기(120-1, 120-2 등)를 최저 동작 조건에 따라 운영한다 함은, 연료 발전기(120-1, 120-2 등)를 동작 예비 상태로 운영하는 것을 포함할 수 있으며, 연료 발전기(120-1, 120-2 등)를 동작 예비 상태로 운영해야, 원하는 순간에 바로 발전할 수 있다.

[0099] 제어부(270)는 결정된 운전 예비력 비율을 바탕으로 연료 발전기 그룹(120)에 제어 명령을 전송하고, 연료 발전기 그룹(120)으로부터 제어 결과를 피드백 받아 제어 오차를 줄일 수 있다. 특히 에너지 저장장치 그룹(130)내에 복수의 연료 발전기(120-1, 120-2 등)가 설치되어 있는 경우, 연료 발전기(120-1, 120-2 등)의 부하율에 따른 연료비 효율을 고려하여 경제성을 최대화할 수 있는 급전(power dispatch) 전략 예를 들어, 몇 대의 연료 발전기(120-1, 120-2 등)를 동작 예비 상태로 동작시킬지를 도출할 수 있다. 제어부(270)는 급전 전략 도출 시에 연료 발전기(120-1, 120-2 등)의 연료비, 연료 발전기(120-1, 120-2 등)의 기동 비용, 연료 발전기(120-1, 120-2 등)의 수명 등을 고려할 수 있다.

[0100] 선택적 실시 예로, 제어부(270)는 에너지 저장장치 그룹(130)에 저장된 전력량을 판정하고, 운전 예비력 비율, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 예측 출력 발전량 및 전력량에 기초하여 복수의 연료 발전기(120-1, 120-2 등) 중 동작시킬 연료 발전기의 개수를 결정할 수 있다.

[0101] 예를 들어, 에너지 저장장치 그룹(130)에 저장된 전력량이 일정 크기(마이크로그리드의 평소 수요 전력량에 따라 24시간 이상 사용될 수 있는 전력량) 이상이라면, 그렇지 않은 경우보다 연료 발전기(120-1, 120-2 등)에 의한 운전 예비력 비율을 더 낮출 수 있다.

[0102] 본 실시예에서 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 메모리(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 메모리는 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)의 동작에 필요한 각종 데이터를 저장할 수 있다. 본 실시예에서 메모리는 제어부(270) 내부에 구비되거나, 제어부(270) 외부에 구비될 수 있다.

[0103] 도 5는 본 실시예에 따른 온라인 일사량 예측을 설명하는 도면이다. 이하의 설명에서 도 1 내지 도 4에 대한 설명과 중복되는 부분은 그 설명을 생략하기로 한다.

[0104] 도 5를 참조하면, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)에서 수행하는 온라인 일사량 예측은, 두 개의 서로 다른 예측 기간을 갖는 독립적인 예측 모델 즉, 제1 기상예측 심층신경망 모델 및 제2 기상예측 심층신경망 모델로 구성되며, 두 모델 모두 DRNN 아키텍처를 기반으로 할 수 있다.

[0105] 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 예측 출력 발전량 산출은 매 5분마다 수행하며, 결과로 얻게 되는 예측 데이

터(예측 출력 발전량)도 5분 주기를 가지는 시계열 데이터일 수 있다.

- [0106] 첫 번째 예측 모델 즉, 제1 기상예측 심층신경망 모델은 예측 시점보다 T시간(예를 들어, 중/장주기, 1시간, 제1 주기) 앞서 예측을 수행할 수 있다. 제1 기상예측 심층신경망 모델은 입력 시퀀스 데이터 대 출력 시퀀스 데이터 예측 모델(sequence-to-sequence forecasting model)로 공식화할 수 있다. 제1 기상예측 심층신경망 모델에서 예측에 필요한 입력 데이터는 과거 T 시간 데이터(이는 5분 간격의 타임 스텝 데이터 T개를 의미)를 포함하고, 출력은 미래의 T 시간 데이터(마찬가지로 5분 간격의 타임 스텝 데이터 T개를 의미)를 포함할 수 있다.
- [0107] 두 번째 예측 모델 즉, 제2 기상예측 심층신경망 모델은 현재 시간으로부터 5분 후의 단주기(예를 들어, 5분, 제2 주기) 예측을 수행할 수 있다. 제2 기상예측 심층신경망 모델은 15분 시퀀스 대 1 예측 모델(sequence-to-one forecasting model)로 공식화 할 수 있다. 제2 기상예측 심층신경망 모델에서 예측에 필요한 입력 데이터는 과거 $3 \times t$ 시간의 데이터(이는 5분 간격의 타임 스텝 데이터 3개를 의미)를 포함하고, 출력은 5분 후의 미래 데이터(이는 미래 5분 간격의 타임 스텝 데이터 1개를 의미)이다.
- [0108] 전체 예측 주기 T 기간(예를 들어, 중/장주기, 1시간, 제1 주기) 동안 첫 번째 모델은 한 번만 실행되고, 두 번째 모델은 해당 주기 동안 T번 실행되며, 이는 예측 기간의 타임 스텝 개수(예를 들어, 단주기 5분)와 동일할 수 있다. 이 방법의 핵심 원칙은 동일한 모델 구조와 동일한 타임 스텝 해상도에서 그룹의 갑작스러운 이동이나, 기상 변화로 인해 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 변동이 심할 때, 예측 범위가 짧을수록 정확도가 높아진다는 것을 포함할 수 있다.
- [0109] 일련의 시계열 입력 데이터가 주어지면 바로 다음 순간(예를 들어, 5분 후)의 예측 결과가 여러 타임 스텝 앞(예를 들어, 1시간 후)의 예측 결과보다 더 정확하기 때문에 제1 주기 동안 예측을 수행하여 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획을 더 정밀하게 도출할 수 있다.
- [0110] 이러한 예측 데이터에 기반하여 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획은 2단계로 수행할 수 있다.
- [0111] 먼저, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 제1 주기(중/장주기, 1시간 단위) 동안의 기상특성 예측 결과를 이용하여 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량을 산출하고, 제1 예측 출력 발전량을 기반으로 필요한 수준의 연료 발전기 그룹(120)을 동작시킬 수 있다.
- [0112] 그 다음 실제 운영 주기(예를 들어, 1시간)동안 타임 스텝(5분)마다 제2 주기(단주기) 동안의 기상특성 예측 결과를 이용하여 다음 제2 주기의 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량을 산출하고, 필요한 예비력 수준을 업데이트 할 수 있다. 기상 변화가 발생하는 경우 제2 주기(단주기) 기상특성 예측이 제1 주기(중/장주기) 기상특성 예측에 비해 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량 변동을 훨씬 빠르게 추종할 수 있다. 도 6에는 단주기 기상특성 예측에 대응하는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 변동 추종을 설명하는 도면으로, 15분 단위의 기상특성 예측에 비해 1분 단위의 기상특성 예측이 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량 변동을 훨씬 빠르게 추종할 수 있음을 보여준다.
- [0113] 다음에, 제2 주기(단주기) 기상특성 예측 결과, 기상 조건의 변화로 인해 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량에 변동이 커지면 필요한 예비력 수준을 높일 수 있다. 여기서, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량에 변동이 커진다는 함은, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 임계치 이상인 경우를 포함할 수 있다. 예를 들어, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 맑은날(제1 및 제2 예측 출력량의 차이값이 미리 정해진 임계치 미만인 경우), 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 총 출력 발전량의 30%에 대한 예비력을 확보할 수 있다. 또한, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 흐린날(제1 및 제2 예측 출력량의 차이값이 미리 정해진 임계치 이상인 경우), 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 총 출력 발전량의 80%에 대한 예비력을 확보할 수 있다.
- [0114] 본 실시 예에서는 정확한 최신 실시간 측정 데이터를 획득하여 예측 주기 내의 모든 타임 스텝(예를 들어, 5분)마다 일사량 예측을 지속적으로 업데이트 할 수 있다. 따라서 기상 변환 시에 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 변동에 대해 더 높은 예측 정확도를 획득할 수 있다. 본 실시 예에서 제안된 산출 절차는 다음과 같이 요약할 수 있다.
- [0115] 첫 번째로, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 다음 전체 예측 주기 T에 대한 중/장주기 기상특성 예측을 수행할 수 있다. 현재 시간 t를 중심으로 첫 번째 예측 모델(예를 들어, 제1 기상예측 심층신경망 모델 및 제1 발전량 예측 심층신경망 모델)은 기록된 과거 T 기간 동안의 데이터 세트를 입력으로 사용하여 미래 예측 주기 T에 대한 다중 기상특성 예측 및 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다. 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는, 주기 T에 대한 독립형 마이크로그리드(100)의 안정적인 운영을 위한 예비

력 수준을 유지할 목적으로 중/장주기 연료 발전기 그룹(120)의 초기 운영계획을 도출할 수 있다.

- [0116] 두 번째로, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 다음 전체 예측 주기의 첫 번째 타임 스텝에서 단주기 기상특성 예측 및 업데이트를 수행할 수 있다. 현재 시간 스텝 t 에서 두 번째 예측 모델(예를 들어, 제2 기상예측 심층신경망 모델 및 제2 발전량 예측 심층신경망 모델)은 과거 시간 스텝(t , $t-1$, $t-2$)의 데이터 세트를 사용하여 다음 스텝($t+1$)에 대한 기상특성 예측 및 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다. 두 번째 단계의 예측 출력 발전량과 첫 번째 단계의 예측 출력 발전량을 비교하여 오류를 수정 업데이트 할 수 있다.
- [0117] 세 번째로, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 두 번째 예측 모델을 통해 예측 주기의 다음 시간 단계를 하나씩($t+2$, $t+3$, ...) 예측하고 예측 오차를 업데이트 할 수 있다. 단주기 예측으로 중/장주기 예측 오차를 수정하게 되고, 기상 변화가 감지되면 연료 발전기 그룹(120)의 초기 운영계획을 업데이트하여 독립형 마이크로그리드(100)의 운영 안정성을 향상시킬 수 있다.
- [0118] 본 실시 예에서 제안하는 온라인 일사량 예측 방법은 신재생에너지 전원을 통합하는 독립형 마이크로그리드(100)의 최적 운영에 적용될 수 있다. 이 방법은 기존 방법에 비해 다음과 같은 장점을 도출할 수 있다.
- [0119] 일조량 예측을 두 단계로 진행하여 수 시간 대의 중/장주기 예측과 단주기 예측을 병행하며, 중/장주기 예측의 오차를 단주기 예측을 통하여 지속적으로 개선할 수 있다. 이는 중/장주기 예측 모델의 장점과 정확한 최신 측정 데이터를 이용한 단주기 예측을 병행하여 사용하므로 더욱 정확할 수 있다.
- [0120] 기상 조건의 급변으로 인해 중/장주기 예측에 오류가 관찰되면, 단주기 예측 모델은 정확한 예측 결과를 업데이트 할 수 있다. 이는 기상 조건이 나쁠 시에 독립형 마이크로그리드(100)에 대한 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량의 변동성이 갖는 부정적인 영향을 부분적으로 줄일 수 있다.
- [0121] 보다 정확한 예측 결과로 인해 독립형 마이크로그리드(100)의 최적 발전 스케줄링이 그에 따라 업데이트될 수 있다. 그 결과 독립형 마이크로그리드(100)의 예비력 관리 및 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0122] 도 7은 다른 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 운영장치의 구성을 개략적으로 설명하기 위하여 도시한 블록도 이다. 이하의 설명에서 도 1 내지 도 6에 대한 설명과 중복되는 부분은 그 설명을 생략하기로 한다. 도 7을 참조하면, 다른 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 프로세서(280)와 메모리(290)를 포함할 수 있다.
- [0123] 본 실시 예에서 프로세서(280)는 도 4 내지 도 6의 수집부(220), 제1 산출부(230), 도출부(240), 제2 산출부(250), 결정부(260) 및 제어부(270)를 포함하는 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)가 수행하는 기능을 처리할 수 있다.
- [0124] 이러한 프로세서(280)는 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200) 전체의 동작을 제어할 수 있다. 여기서, '프로세서(processor)'는, 예를 들어 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령어로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 이와 같이 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치의 일 예로써, 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 처리 장치를 망라할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0125] 메모리(290)는 프로세서(280)와 동작 가능하게 연결되고, 프로세서(280)에서 수행되는 동작과 관련하여 적어도 하나의 코드를 저장할 수 있다.
- [0126] 또한, 메모리(290)는 프로세서(280)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행할 수 있다. 여기서, 메모리(290)는 자기 저장 매체(magnetic storage media) 또는 플래시 저장 매체(flash storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다. 이러한 메모리(290)는 내장 메모리 및/또는 외장 메모리를 포함할 수 있으며, DRAM, SRAM, 또는 SDRAM 등과 같은 휘발성 메모리, OTPROM(one time programmable ROM), PROM, EPROM, EEPROM, mask ROM, flash ROM, NAND 플래시 메모리, 또는 NOR 플래시 메모리 등과 같은 비휘발성 메모리, SSD, CF(compact flash) 카드, SD 카드, Micro-SD 카드, Mini-SD 카드, Xd 카드, 또는 메모리 스틱(memory stick) 등과 같은 플래시 드라이브, 또는 HDD와 같은 저장 장치를 포함할 수 있다.
- [0127] 도 8은 본 실시 예에 따른 독립형 마이크로그리드 운영 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 이하의 설명에서 도

1 내지 도 7에 대한 설명과 중복되는 부분은 그 설명을 생략하기로 한다.

- [0128] 도 8을 참조하면, S810단계에서, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)이 배치된 지역에서의 제1 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다.
- [0129] 본 실시 예에서, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 기설정된 시간을 갖는 T개의 타임 스텝(도 6 참조)으로 구성되는 제1 주기 동안의 이전 기상정보를 이용하여 다음 제1 주기 동안의 기상특성을 예측하도록 미리 훈련된 제1 기상예측 심층신경망 모델을 이용하여 제1 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 생성할 수 있다. 본 실시 예에서, 제1 기상예측 심층신경망 모델은, 이전 제1 주기 동안의 특정 기상 변수값을 입력으로 하고, 다음 제1 주기 동안의 특정 기상 변수값을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습 방식으로 훈련된 모델일 수 있다. 또한, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 제1 기상예측 심층신경망 모델을 통한 제1 주기 동안의 기상특성을 예측 결과를 이용하여 신재생에너지 발전기 그룹의 예측 출력 발전량을 산출하도록 미리 훈련된 제1 발전량 예측 심층신경망 모델을 이용하여 제1 주기 동안 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다. 본 실시 예에서, 제1 발전량 예측 심층신경망 모델은, 제1 주기 동안의 기상특성을 예측 결과를 입력으로 하고, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습으로 훈련된 모델일 수 있다.
- [0130] S820단계에서, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에 따라 연료 발전기 그룹(120)의 초기 운영계획을 도출할 수 있다.
- [0131] 본 실시 예에서, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 연료 발전기 그룹(120)의 초기 운영계획을 도출 시에, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 발전량에 대응하여 연료 발전기 그룹(120)이 준비하는 운전 예비력 비율을 차등적으로 결정할 수 있다. 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 운전 예비력 비율을 차등적으로 결정 시에 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량이 제1 기준값 미만인 경우 운전 예비력을 제1 비율로 결정하고, 출력 변동의 크기가 제1 기준값 이상인 경우 운전 예비력을 제2 비율로 결정할 수 있다. 여기서 제1 비율은 제2 비율보다 더 작을 수 있다. 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 흐린 기상 조건에서 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에 대한 변동의 크기(태양광 출력 변동폭 및 변동 비율(ramp rate))가 가장 크고, 맑은 기상 조건에서 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에 대한 변동의 크기는 상대적으로 작다. 결과적으로, 연료 발전기 그룹(120)의 초기 운영계획을 도출 시에, 흐린 기상 시간 대에 대한 운전 예비력 비율을 높은 수준으로 유지하고, 맑은 기상 시간 대에 대해서는 비교적 적은 수준의 운전 예비력 비율을 유지하여 연료 발전기 그룹(120)을 경제적으로 운전할 수 있다.
- [0132] S830단계에서, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 초기 운영계획에 따른 연료 발전기 그룹(120)의 동작 중, 제1 주기보다 더 짧은 제2 주기 동안의 기상정보에 기초하여 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다.
- [0133] 본 실시 예에서, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 T개의 타임 스텝 중 기설정된 개수(예를 들어, 3개)의 타임 스텝 동안의 이전 기상정보를 이용하여 다음 한 개의 타임 스텝 동안의 기상특성을 예측하도록 미리 훈련된 제2 기상예측 심층신경망 모델을 이용하여 제2 주기 동안의 기상특성 예측 결과를 생성할 수 있다. 본 실시 예에서, 제2 기상예측 심층신경망 모델은, T개의 타임 스텝 중 기설정된 개수(예를 들어, 3개)의 타임 스텝 동안의 특정 기상 변수값을 입력으로 하고, 다음 한 개의 타임 스텝 동안의 특정 기상 변수값을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습 방식으로 훈련된 모델일 수 있다. 또한, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 제2 기상예측 심층신경망 모델을 통한 제2 주기 동안의 기상특성을 예측 결과를 이용하여 신재생에너지 발전기 그룹의 예측 출력 발전량을 산출하도록 미리 훈련된 제2 발전량 예측 심층신경망 모델을 이용하여 제2 주기 동안 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량을 산출할 수 있다. 본 실시 예에서, 제2 발전량 예측 심층신경망 모델은, 제2 주기 동안의 기상특성을 예측 결과를 입력으로 하고, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 출력 발전량을 레이블로 하는 훈련데이터에 의해 지도학습으로 훈련된 모델일 수 있다.
- [0134] S840단계에서, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 비교 결과를 기반으로 하여, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경여부를 결정하고, 결정된 운영계획 변경 여부에 따라 연료 발전기 그룹(120)을 동작시킬 수 있다.
- [0135] 본 실시 예에서, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위 이하 임에 따라, 연료 발전기 그룹(120)의 운

영계획 변경을 보류하고, 초기 운영계획으로 연료 발전기 그룹(120)을 동작시킬 수 있다. 그러나 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위를 초과함에 따라, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경을 결정하고, 초기 운영계획을 수정 운영계획으로 변경하여 연료 발전기 그룹을 동작시킬 수 있다. 여기서, 수정 운영계획은, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량에 따라 도출될 수 있고, 신재생에너지 발전기 그룹(110)에 대한 운전 예비력 비율을 포함할 수 있다. 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 제1 예측 출력 발전량 및 제2 예측 출력 발전량의 차이값을 누적하고, 누적된 차이값이 미리 정해진 임계치 이상인 경우, 신재생에너지 발전기 그룹에 대한 운전 예비력 비율을 증가시킬 수 있다. 여기서, 누적된 차이값이 미리 정해진 임계치 이상이라 함은, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경을 결정하고, 초기 운영계획을 수정 운영계획으로 변경하는 것을 포함할 수 있다. 또한, 운전 예비력 비율을 증가시킨다 함은, 최저 동작 조건으로 동작하는 연료 발전기의 수를 증가시키는 것을 포함할 수 있다.

[0136] 선택적 실시 예로, 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균과, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균을 비교할 수 있다. 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균이, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균보다 일정 비율 이상 큰 경우, 신재생에너지 발전기 그룹(110)에 대한 운전 예비력 비율을 증가시킬 수 있다. 여기서, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균이, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량에서 발전량의 변화율에 대한 절대값의 평균보다 일정 비율 이상 크다 함은, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경을 결정하고, 초기 운영계획을 수정 운영계획으로 변경하는 것을 포함할 수 있다. 또한, 운전 예비력 비율을 증가시킨다 함은, 최저 동작 조건으로 동작하는 연료 발전기의 수를 증가시키는 것을 포함할 수 있다.

[0137] 독립형 마이크로그리드 운영 장치(200)는 수정 운영계획으로 변경하여 연료 발전기 그룹(120)을 동작시킨 후에, 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제1 예측 출력 발전량 및 신재생에너지 발전기 그룹(110)의 제2 예측 출력 발전량의 차이값이 미리 정해진 기준 범위 이하 임에 따라, 연료 발전기 그룹(120)의 운영계획 변경을 결정하고, 수정 운영계획을 초기 운영계획으로 변경하여 연료 발전기 그룹(120)을 동작시킬 수 있다.

[0139] 이상 설명된 본 발명에 따른 실시 예는 컴퓨터 상에서 다양한 구성요소를 통하여 실행될 수 있는 컴퓨터 프로그램의 형태로 구현될 수 있으며, 이와 같은 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터로 판독 가능한 매체에 기록될 수 있다. 이때, 매체는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical medium), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은, 프로그램 명령어를 저장하고 실행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 포함할 수 있다.

[0140] 한편, 상기 컴퓨터 프로그램은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 예에는, 컴파일러에 의하여 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용하여 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함될 수 있다.

[0141] 본 발명의 명세서(특히 특허청구범위에서)에서 "상기"의 용어 및 이와 유사한 지시 용어의 사용은 단수 및 복수 모두에 해당하는 것일 수 있다. 또한, 본 발명에서 범위(range)를 기재한 경우 상기 범위에 속하는 개별적인 값을 적용한 발명을 포함하는 것으로서(이에 반하는 기재가 없다면), 발명의 상세한 설명에 상기 범위를 구성하는 각 개별적인 값을 기재한 것과 같다.

[0142] 본 발명에 따른 방법을 구성하는 단계들에 대하여 명백하게 순서를 기재하거나 반하는 기재가 없다면, 상기 단계들은 적당한 순서로 행해질 수 있다. 반드시 상기 단계들의 기재 순서에 따라 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 본 발명에서 모든 예들 또는 예시적인 용어(예들 들어, 등등)의 사용은 단순히 본 발명을 상세히 설명하기 위한 것으로서 특허청구범위에 의해 한정되지 않는 이상 상기 예들 또는 예시적인 용어로 인해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 당업자는 다양한 수정, 조합 및 변경이 부가된 특허청구범위 또는 그 균등물의 범주 내에서 설계 조건 및 팩터에 따라 구성될 수 있음을 알 수 있다.

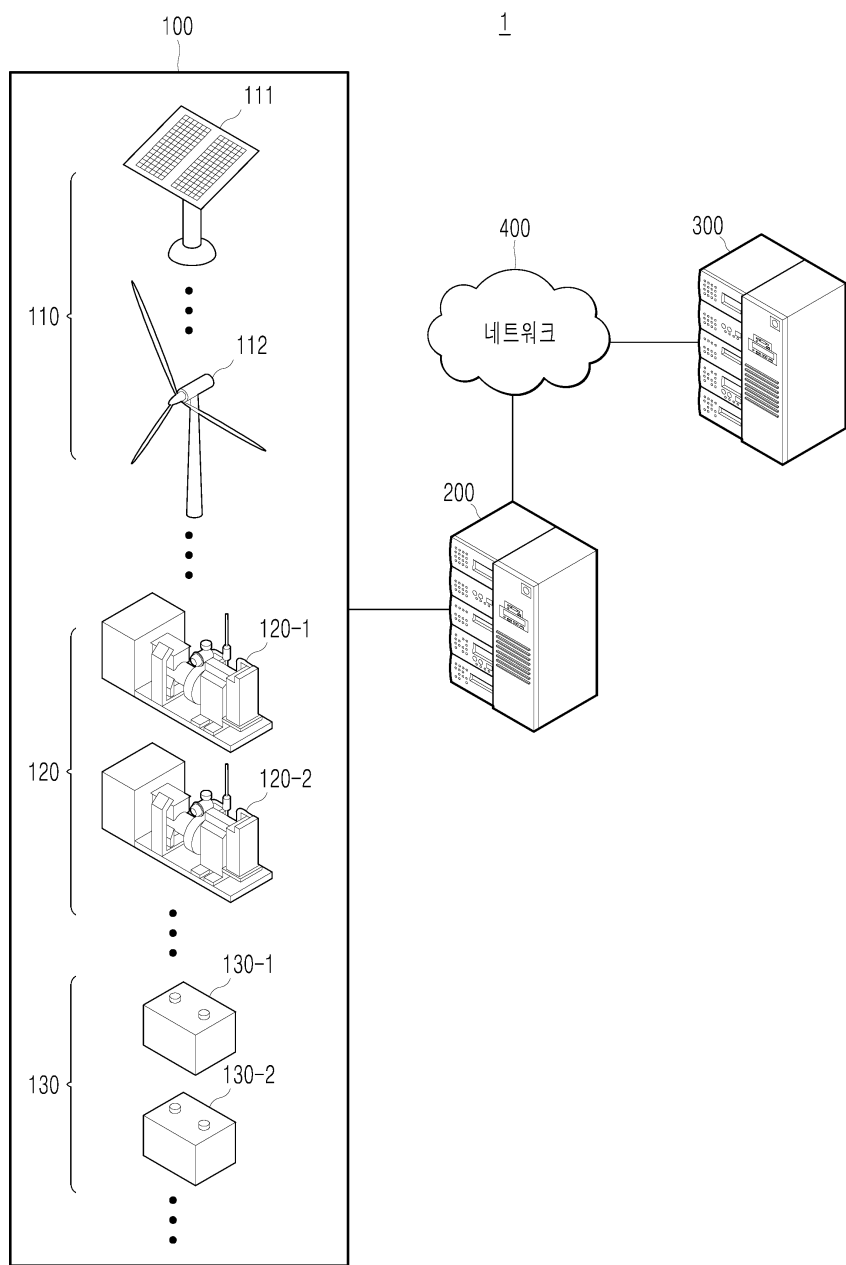
[0143] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

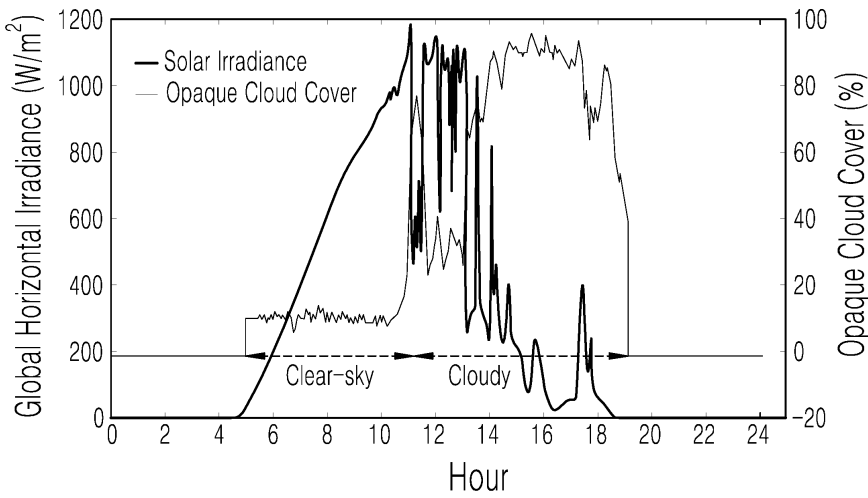
- 100: 독립형 마이크로그리드
- 200: 독립형 마이크로그리드 운영 장치
- 300: 외부 장치
- 400: 네트워크

도면

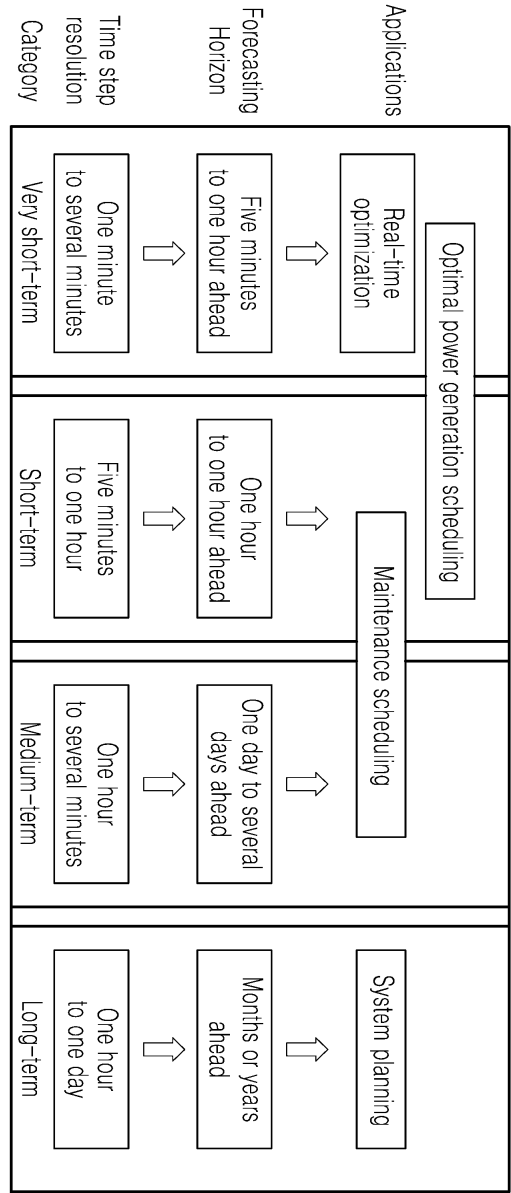
도면1



도면2

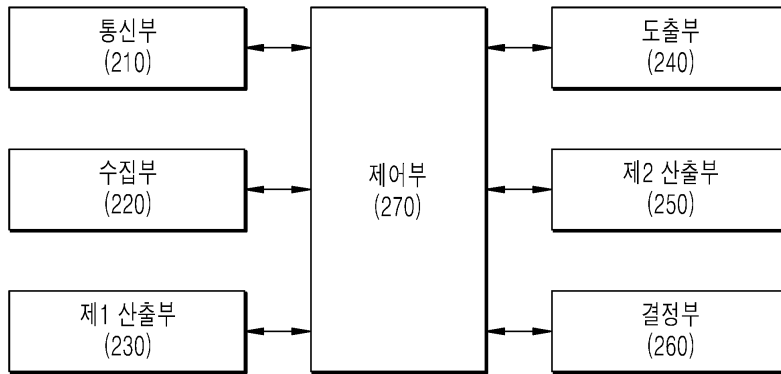


도면3

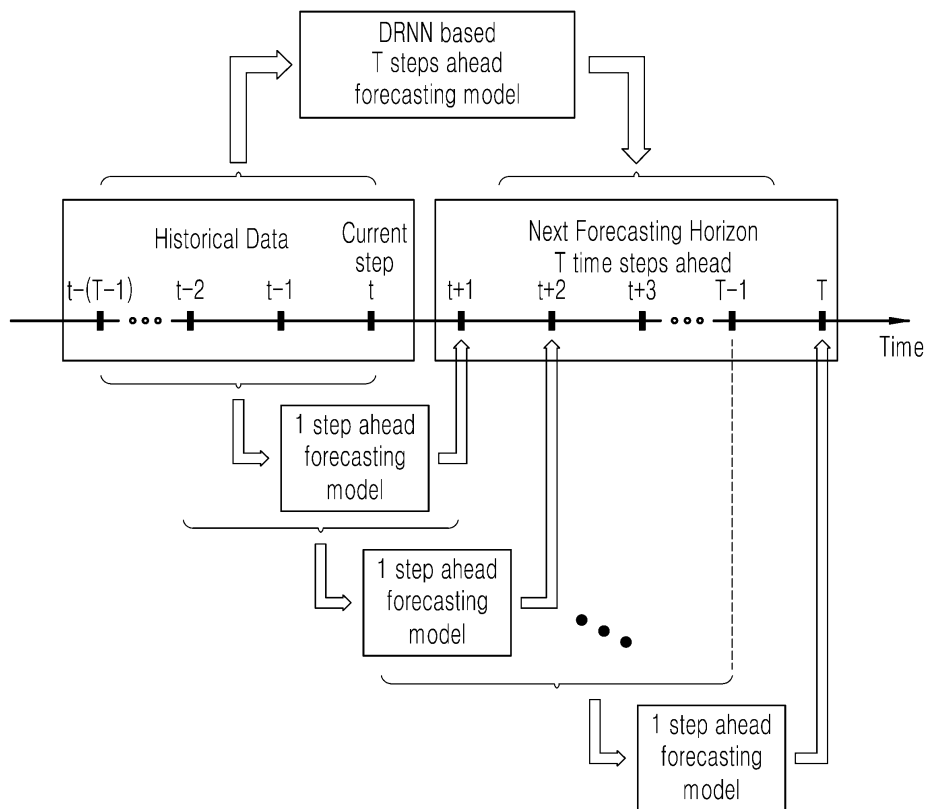


도면4

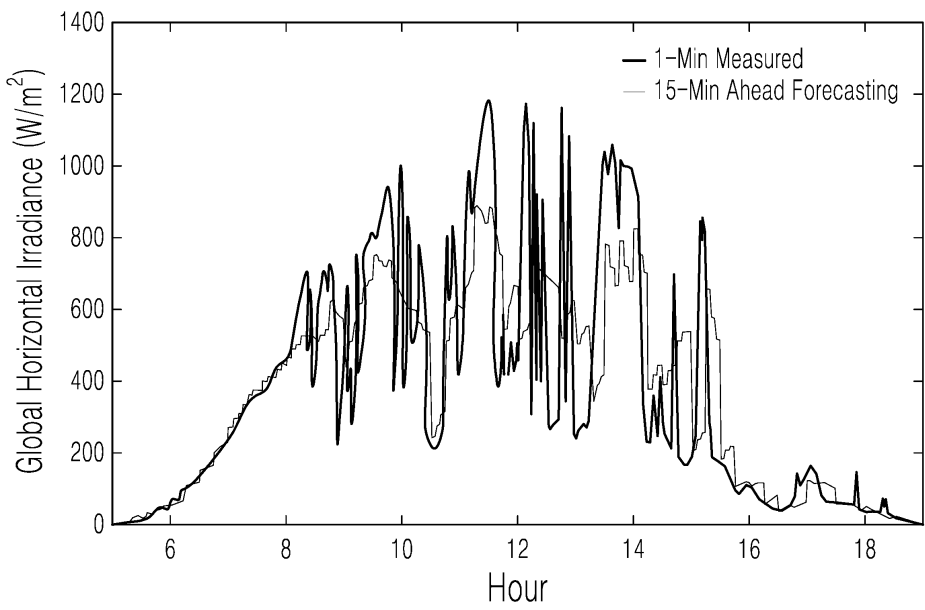
200



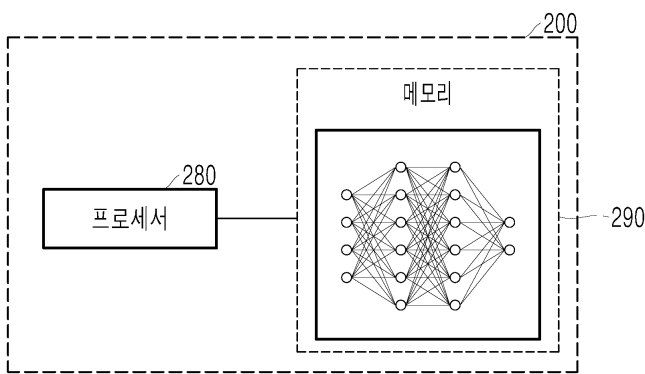
도면5



도면6



도면7



도면8

