(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0100156
(43) 공개일자 2025년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*G01W 1/10* (2006.01) *G01W 1/00* (2006.01)
*G01W 1/18* (2006.01) *G06F 30/27* (2020.01)
*G06N 20/20* (2019.01) *G06Q 50/26* (2024.01)
(52) CPC특허분류
*G01W 1/10* (2013.01)
*G01W 1/18* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0191398
(22) 출원일자 2023년12월26일
심사청구일자 2023년12월26일

(71) 출원인
**울산과학기술원**
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
**차동현**
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
**박창용**
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
**쥬즈베이직 아나**
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
(74) 대리인
**특허법인지원**

전체 청구항 수 : 총 6 항

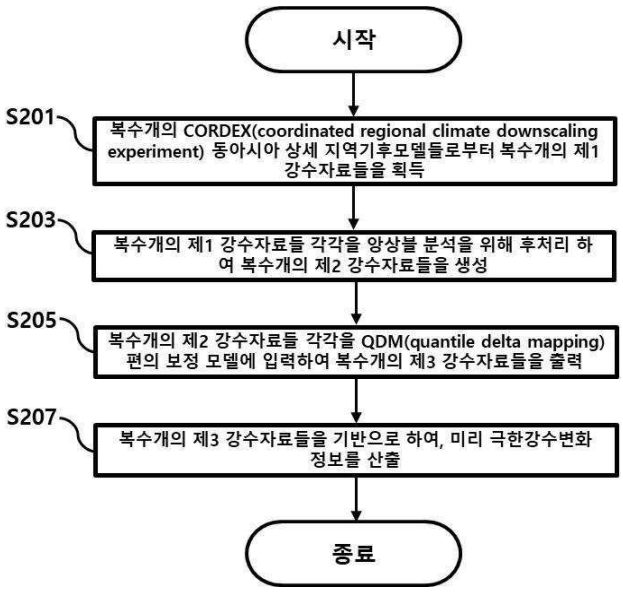
(54) 발명의 명칭 **SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치 및 동작 방법**

## (57) 요 약

다양한 실시예들에 따라서, SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치에 있어서, 통신 인터페이스, 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들을

(뒷면에 계속)

*대 표 도* - 도2



저장하는 메모리 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 통신 인터페이스를 통하여, 상기 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들로부터 복수개의 제1 강수자료들을 획득하고, 상기 복수개의 제1 강수자료들 각각을 앙상블 분석을 위해 후처리 하여 복수개의 제2 강수자료들을 생성하고, 상기 복수개의 제2 강수자료들 각각을 QDM(quantile delta mapping) 편의 보정 모델에 입력하여 복수개의 제3 강수자료들을 출력하고, 상기 복수개의 제3 강수자료들을 기반으로 하여, 상기 미리 극한강수변화 정보를 산출하도록 설정될 수 있다.

다양한 실시예들에 따라서, SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치의 동작 방법에 있어서, 상기 전자 장치의 통신 인터페이스로부터, 상기 전자 장치의 메모리에 저장된 상기 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들로부터 복수개의 제1 강수자료들을 획득하는 단계; 상기 복수개의 제1 강수자료들 각각을 앙상블 분석을 위해 후처리 하여 복수개의 제2 강수자료들을 생성하는 단계; 상기 복수개의 제2 강수자료들 각각을 QDM(quantile delta mapping) 편의 보정 모델에 입력하여 복수개의 제3 강수자료들을 출력하는 단계; 및 상기 복수개의 제3 강수자료들을 기반으로 하여, 상기 미리 극한강수변화 정보를 산출하는 단계;를 포함할 수 있다. 그 밖에 다양한 실시예들도 가능하다.

(52) CPC특허분류
***G06F 30/27*** (2020.01)
***G06N 20/20*** (2021.08)
***G06Q 50/26*** (2024.01)
*G01W 2001/006* (2013.01)
*G01W 2201/00* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 1365003752 |
| 과제번호 | KMI2021-00913 |
| 부처명 | 기상청 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국기상산업기술원 |
| 연구사업명 | 기후및기후변화감시?예측정보응용기술개발 |
| 연구과제명 | AR6 SSP-RCP 시나리오 기반 방재정보 산출 및 분석 기술개발 |
| 기 여 율 | 1/1 |
| 과제수행기관명 | 울산과학기술원 |
| 연구기간 | 2023.01.01 ~ 2023.12.31 |

# *명 세 서*

## *청구범위*

### 청구항 1

SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치에 있어서,

통신 인터페이스,

복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들을 저장하는 메모리 및

프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 통신 인터페이스를 통하여, 상기 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들로부터 복수개의 제1 강수자료들을 획득하고,

상기 복수개의 제1 강수자료들 각각을 앙상블 분석을 위해 후처리 하여 복수개의 제2 강수자료들을 생성하고,

상기 복수개의 제2 강수자료들 각각을 QDM(quantile delta mapping) 편의 보정 모델에 입력하여 복수개의 제3 강수자료들을 출력하고,

상기 복수개의 제3 강수자료들을 기반으로 하여, 상기 미리 극한강수변화 정보를 산출하도록 설정된,

전자 장치.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 복수개의 CORDEX 동아시아 상세 지역기후모델들은,

CMIP5(Coupled Model Inter-comparison Project Phase 5) GCMs(General Circulation Models) 강제력 10종 및 CMIP6(Coupled Model Inter-comparison Project Phase 6) GCM(General Circulation Models) 강제력 5종의 지역기후모델들을 포함하고, SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반의 25km X 25km 해상도 자료를 사용하는,

전자 장치.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 후처리는,

상기 복수개의 제1 강수자료들 각각에, 육상만을 표출하고, APHRODITE((Asian Precipitation - Highly-Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation) 관측자료 기준으로 내삽(interpolation)하고, 캘린더 및 단위를 일치시키는 과정을 포함하는,

전자 장치.

### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 QDM 편의 보정 모델은 하기의 [수학식 1]에 의하여, 상기 복수개의 제3 강수자료들을 출력하고,

[수학식 1]

$$\hat{x}_{m,p}(t) = \hat{x}_{o:m,h:p}(t)\Delta_m(t),$$

상기 $\hat{x}_{o:m,h:p}(t)$ 은 하기의 [수학식 2], 상기 $\Delta_m(t)$ 은 하기의 [수학식 3]에 의하여 계산되는,

전자 장치.

[수학식 2]

$$\hat{x}_{o:m,h:p}(t) = F_{o,h}^{-1}[\tau_{m,p}(t)],$$

[수학식 3]

$$\Delta_m(t) = \frac{F_{m,p}^{(t)-1}[\tau_{m,p}(t)]}{F_{m,h}^{-1}[\tau_{m,p}(t)]} = \frac{x_{m,p}(t)}{F_{m,h}^{-1}[\tau_{m,p}(t)]}$$

여기서, $x_{m,p}$ 는 전망기간(p)에 대한 모델(m)의 값, $x_{m,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 모델(m)의 값, $x_{o,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 관측(o)의 값, $F_{m,p}$ 는 전망기간(p)에 대한 모델(m)의 누적 확률분포, $F_{m,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 모델(m)의 누적 확률분포, $F_{o,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 관측(o)의 누적 확률분포, $\tau_{m,p}$는 비초과확률(non-exceedance probability)를 의미함.

**청구항 5**

제 1항에 있어서,

상기 미리 극한강수변화 정보는,

21세기를 근미래, 중미래, 원미래의 시기별로 구분하고, 극한강수변화를 저강도 및 고강도의 강도별로 구분한 기준들에 의하여 산출되는,

전자 장치.

**청구항 6**

SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치의 동작 방법에 있어서,

상기 전자 장치의 통신 인터페이스로부터, 상기 전자 장치의 메모리에 저장된 상기 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들로부터 복수개의 제1 강수자료들을 획득하는 단계;

상기 복수개의 제1 강수자료들 각각을 앙상블 분석을 위해 후처리 하여 복수개의 제2 강수자료들을 생성하는 단계;

상기 복수개의 제2 강수자료들 각각을 QDM(quantile delta mapping) 편의 보정 모델에 입력하여 복수개의 제3

강수자료들을 출력하는 단계; 및

상기 복수개의 제3 강수자료들을 기반으로 하여, 상기 미리 극한강수변화 정보를 산출하는 단계;를 포함하는,

전자 장치의 동작 방법.

## 발명의 설명

### 기 술 분 야

[0001] SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치 및 동작 방법에 관한 것으로, 구체적으로, 향상된 우리나라 상세 극한기후변화 정보 산출을 위하여 CORDEX 동아시아 SSP 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법을 적용한 기법에 관한 것이다.

[0002]

### 배 경 기 술

[0003] 기후모델 자료는 일반적으로 불완전한 수치 방정식, 매개변수, 모델링 메커니즘으로 인해 고유한 편향이 존재한다.

[0004] 이러한 편향은 미래 기후 예측의 신뢰성을 감소시키고 모델 불확실성을 증가시킬 수 있으므로, 신뢰성 있는 미래 기후를 모의하기 위해서는 기후모델의 편향을 보정하는 절차가 요구된다.

[0005] 현재 우리나라 상세극한기후변화 정보 산출을 위하여 CORDEX 프로젝트를 통한 SSP 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 방법을 적용한 사례는 드물고, 특히 강수자료 편의보정에 가장 적합하다고 알려진 Quantile delta mapping (QDM)을 적용한 사례는 없다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 국내 등록특허공보 제10-1856042호(2018.05.02)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 이에 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 전술한 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로, SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치 및 동작 방법 에 관해 발명하고자 한다.

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 다양한 실시예들에 따라서, SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치에 있어서, 통신 인터페이스, 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들을 저장하는 메모리 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 통신 인터페이스를 통하여, 상기 복수개의

CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들로부터 복수개의 제1 강수자료들을 획득하고, 상기 복수개의 제1 강수자료들 각각을 앙상블 분석을 위해 후처리 하여 복수개의 제2 강수자료들을 생성하고, 상기 복수개의 제2 강수자료들 각각을 QDM(quantile delta mapping) 편의 보정 모델에 입력하여 복수개의 제3 강수자료들을 출력하고, 상기 복수개의 제3 강수자료들을 기반으로 하여, 상기 미리 극한강수변화 정보를 산출하도록 설정될 수 있다.

[0012] 다양한 실시예들에 따라서, SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치의 동작 방법에 있어서, 상기 전자 장치의 통신 인터페이스로부터, 상기 전자 장치의 메모리에 저장된 상기 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들로부터 복수개의 제1 강수자료들을 획득하는 단계; 상기 복수개의 제1 강수자료들 각각을 앙상블 분석을 위해 후처리 하여 복수개의 제2 강수자료들을 생성하는 단계; 상기 복수개의 제2 강수자료들 각각을 QDM(quantile delta mapping) 편의 보정 모델에 입력하여 복수개의 제3 강수자료들을 출력하는 단계; 및 상기 복수개의 제3 강수자료들을 기반으로 하여, 상기 미리 극한강수변화 정보를 산출하는 단계;를 포함할 수 있다. 그 밖에 다양한 실시예들도 가능하다.

## *발명의 효과*

[0014] 본 발명은, 최근 개발된 SSP 및 RCP시나리오 대응 CORDEX 동아시아 상세 지역기후모델의 강수 자료들에 QDM 편의보정을 적용하여 21세기 각 시기별 평균 및 극한강수 전망을 RCP 및 SSP 시나리오 별로 앙상블 한 결과를 표출할 수 있다.

[0015] 단일 모델이 아닌 다중 모델의 앙상블은 시간과 컴퓨팅 파워가 많이 소요되지만 모델의 불확실성을 줄이고 성능 향상을 통한 신뢰성 있는 결과 표출을 위해 적용하였다.

[0016] 평균강수뿐만 아니라 재난의 주요 원인인 극한강수를 저강도 및 고강도로 상세히 구분하여 결과를 표출할 수 있다.

[0017] 본 발명의 효과들은 상술된 효과들로 제한되지 않으며, 본 발명의 기술적 특징들에 의하여 기대되는 잠정적인 효과들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

## *도면의 간단한 설명*

[0019] 도 1은 본 발명의 다양한 실시예에 따른, 전자 장치 및 네트워크의 블록도를 도시한다.

도 2는 다양한 실시예들에 따른, 본 발명의 전자 장치의 동작 흐름도를 나타낸다.

도 3은 다양한 실시예들에 따른, 복수개의 CORDEX 동아시아 상세 지역기후모델들의 예시를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 다양한 실시예들에 따른, 편의보정 모델의 적용 예시를 설명하기 위한 도면이다.

도 5a 내지 5f는 다양한 실시예들에 따른, 본 발명에서에 따른 효과를 편의보정 모델 전과 후로 비교하여 나타낸 도면이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0020] 이하, 본 문서의 다양한 실시예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다. 실시예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제 1," "제 2," "첫째," 또는 "둘째,"등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 어떤(예: 제 1) 구성요소가 다른(예: 제 2) 구성요소에 "(기능적으로 또는

통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제 3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.

[0021] 본 문서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한," "~하는 능력을 가지는," "~하도록 변경된," "~하도록 만들어진," "~를 할 수 있는," 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다. 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

[0022] 본 문서의 다양한 실시예들에 따른 전자 장치는, 예를 들면, 스마트폰, 태블릿 PC, 이동 전화기, 영상 전화기, 전자책 리더기, 데스크탑 PC, 랩탑 PC, 넷북 컴퓨터, 워크스테이션, 서버, PDA, PMP(portable multimedia player), MP3 플레이어, 의료기기, 카메라, 또는 웨어러블 장치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 웨어러블 장치는 액세서리형(예: 시계, 반지, 팔찌, 발찌, 목걸이, 안경, 콘택트 렌즈, 또는 머리 착용형 장치(head-mounted-device(HMD)), 직물 또는 의류 일체형(예: 전자 의복), 신체 부착형(예: 스킨 패드 또는 문신), 또는 생체 이식형 회로 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 어떤 실시예들에서, 전자 장치는, 예를 들면, 텔레비전, DVD(digital video disk) 플레이어, 오디오, 냉장고, 에어컨, 청소기, 오븐, 전자레인지, 세탁기, 공기 청정기, 셋톱 박스, 홈 오토매이션 컨트롤 패널, 보안 컨트롤 패널, 미디어 박스(예: 삼성 HomeSyncTM, 애플TVTM, 또는 구글 TVTM), 게임 콘솔(예: XboxTM, PlayStationTM), 전자 사전, 전자 키, 캠코더, 또는 전자 액자 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0023] 도 1을 참조하여, 다양한 실시예에서의, 네트워크 환경(100) 내의 전자 장치(101)가 기재된다. 전자 장치(101)는 버스(110), 프로세서(120), 메모리(130), 입출력 인터페이스(150), 디스플레이(160), 및 통신 인터페이스(170)를 포함할 수 있다. 어떤 실시예에서는, 전자 장치(101)는, 구성요소들 중 적어도 하나를 생략하거나 다른 구성요소를 추가적으로 구비할 수 있다. 버스(110)는 구성요소들(110-170)을 서로 연결하고, 구성요소들 간의 통신(예: 제어 메시지 또는 데이터)을 전달하는 회로를 포함할 수 있다. 프로세서(120)는, 중앙처리장치, 어플리케이션 프로세서, 또는 커뮤니케이션 프로세서(communication processor(CP)) 중 하나 또는 그 이상을 포함할 수 있다. 프로세서(120)는, 예를 들면, 전자 장치(101)의 적어도 하나의 다른 구성요소들의 제어 및/또는 통신에 관한 연산이나 데이터 처리를 실행할 수 있다.

[0024] 메모리(130)는, 휘발성 및/또는 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 메모리(130)는, 예를 들면, 전자 장치(101)의 적어도 하나의 다른 구성요소에 관계된 명령 또는 데이터를 저장할 수 있다. 한 실시예에 따르면, 메모리(130)는 소프트웨어 및/또는 프로그램(140)을 저장할 수 있다. 프로그램(140)은, 예를 들면, 커널(141), 미들웨어(143), 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API)(145), 및/또는 어플리케이션 프로그램(또는 "어플리케이션")(147) 등을 포함할 수 있다. 커널(141), 미들웨어(143), 또는 API(145)의 적어도 일부는, 운영 시스템으로 지칭될 수 있다. 커널(141)은, 예를 들면, 다른 프로그램들(예: 미들웨어(143), API(145), 또는 어플리케이션 프로그램(147))에 구현된 동작 또는 기능을 실행하는 데 사용되는 시스템 리소스들(예: 버스(110), 프로세서(120), 또는 메모리(130) 등)을 제어 또는 관리할 수 있다. 또한, 커널(141)은 미들웨어(143), API(145), 또는 어플리케이션 프로그램(147)에서 전자 장치(101)의 개별 구성요소에 접근함으로써, 시스템 리소스들을 제어 또는 관리할 수 있는 인터페이스를 제공할 수 있다.

[0025] 미들웨어(143)는, 예를 들면, API(145) 또는 어플리케이션 프로그램(147)이 커널(141)과 통신하여 데이터를 주고받을 수 있도록 중개 역할을 수행할 수 있다. 또한, 미들웨어(143)는 어플리케이션 프로그램(147)으로부터 수신된 하나 이상의 작업 요청들을 우선 순위에 따라 처리할 수 있다. 예를 들면, 미들웨어(143)는 어플리케이션 프로그램(147) 중 적어도 하나에 전자 장치(101)의 시스템 리소스(예: 버스(110), 프로세서(120), 또는 메모리(130) 등)를 사용할 수 있는 우선 순위를 부여하고, 상기 하나 이상의 작업 요청들을 처리할 수 있다. API(145)는 어플리케이션(147)이 커널(141) 또는 미들웨어(143)에서 제공되는 기능을 제어하기 위한 인터페이스로, 예를 들면, 파일 제어, 창 제어, 영상 처리, 또는 문자 제어 등을 위한 적어도 하나의 인터페이스 또는 함수(예: 명령어)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(150)는, 예를 들면, 사용자 또는 다른 외부 기기로부터 입력된 명령 또는 데이터를 전자 장치(101)의 다른 구성요소(들)에 전달하거나, 또는 전자 장치(101)의 다른 구성요소(들)로부터 수신된 명령 또는 데이터를 사용자 또는 다른 외부 기기로 출력할 수 있다.

[0026] 디스플레이(160)는, 예를 들면, 액정 디스플레이(LCD), 발광 다이오드(LED) 디스플레이, 유기 발광 다이오드

(OLED) 디스플레이, 또는 마이크로 전자기계 시스템 (MEMS) 디스플레이, 또는 전자종이(electronic paper) 디스플레이를 포함할 수 있다. 디스플레이(160)는, 예를 들면, 사용자에게 각종 콘텐츠(예: 텍스트, 이미지, 비디오, 아이콘, 및/또는 심볼 등)을 표시할 수 있다. 디스플레이(160)는, 터치 스크린을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 전자 펜 또는 사용자의 신체의 일부를 이용한 터치, 제스쳐, 근접, 또는 호버링 입력을 수신할 수 있다. 통신 인터페이스(170)는, 예를 들면, 전자 장치(101)와 외부 장치(예: 제 1 외부 전자 장치(102), 제 2 외부 전자 장치(104), 또는 서버(106)) 간의 통신을 설정할 수 있다. 예를 들면, 통신 인터페이스(170)는 무선 통신 또는 유선 통신을 통해서 네트워크(162)에 연결되어 외부 장치(예: 제 2 외부 전자 장치(104) 또는 서버(106))와 통신할 수 있다.

[0027] 무선 통신은, 예를 들면, LTE, LTE-A(LTE Advance), CDMA(code division multiple access), WCDMA(wideband CDMA), UMTS(universal mobile telecommunications system), WiBro(Wireless Broadband), 또는 GSM(Global System for Mobile Communications) 등 중 적어도 하나를 사용하는 셀룰러 통신을 포함할 수 있다. 한 실시예에 따르면, 무선 통신은, 예를 들면, WiFi(wireless fidelity), 블루투스, 블루투스 저전력(BLE), 지그비(Zigbee), NFC(near field communication), 자력 시큐어 트랜스미션(Magnetic Secure Transmission), 라디오 프리퀀시(RF), 또는 보디 에어리어 네트워크(BAN) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 한실시예에 따르면, 무선 통신은 GNSS를 포함할 수 있다. GNSS는, 예를 들면, GPS(Global Positioning System), Glonass(Global Navigation Satellite System), Beidou Navigation Satellite System(이하 "Beidou") 또는 Galileo, the European global satellite-based navigation system일 수 있다. 이하, 본 문서에서는, "GPS"는 "GNSS"와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 유선 통신은, 예를 들면, USB(universal serial bus), HDMI(high definition multimedia interface), RS-232(recommended standard232), 전력선 통신, 또는 POTS(plain old telephone service) 등 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 네트워크(162)는 텔레커뮤니케이션 네트워크, 예를 들면, 컴퓨터 네트워크(예: LAN 또는 WAN), 인터넷, 또는 텔레폰 네트워크 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0028] 제 1 및 제 2 외부 전자 장치(102, 104) 각각은 전자 장치(101)와 동일한 또는 다른 종류의 장치일 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 전자 장치(101)에서 실행되는 동작들의 전부 또는 일부는 다른 하나 또는 복수의 전자 장치(예: 전자 장치(102,104), 또는 서버(106)에서 실행될 수 있다. 한 실시예에 따르면, 전자 장치(101)가 어떤 기능이나 서비스를 자동으로 또는 요청에 의하여 수행해야 할 경우에, 전자 장치(101)는 기능 또는 서비스를 자체적으로 실행시키는 대신에 또는 추가적으로, 그와 연관된 적어도 일부 기능을 다른 장치(예: 전자 장치(102, 104), 또는 서버(106))에게 요청할 수 있다. 다른 전자 장치(예: 전자 장치(102, 104), 또는 서버(106))는 요청된 기능 또는 추가 기능을 실행하고, 그 결과를 전자 장치(101)로 전달할 수 있다. 전자 장치(101)는 수신된 결과를 그대로 또는 추가적으로 처리하여 요청된 기능이나 서비스를 제공할 수 있다. 이를 위하여, 예를 들면, 클라우드 컴퓨팅, 분산 컴퓨팅, 또는 클라이언트-서버 컴퓨팅 기술이 이용될 수 있다.

[0029] 도 2는 다양한 실시예들에 따른, 본 발명의 전자 장치의 동작 흐름도를 나타낸다.

[0030] 도 3은 다양한 실시예들에 따른, 복수개의 CORDEX 동아시아 상세 지역기후모델들의 예시를 설명하기 위한 도면이다.

[0031] 도 4는 다양한 실시예들에 따른, 편의보정 모델의 적용 예시를 설명하기 위한 도면이다.

[0032] 도 5a 내지 5f는 다양한 실시예들에 따른, 본 발명에서에 따른 효과를 편의보정 모델 전과 후로 비교하여 나타낸 도면이다.

[0034] 본 발명의 상세한 동작 설명에 앞서, 다양한 실시예에 따르면, 전자 장치(101)는 통신 인터페이스(170), 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들을 저장하는 메모리(130)를 포함 할 수 있다. 여기서, 복수개의 CORDEX 동아시아 상세 지역기후모델들은 도 3을 참고하여, CMIP5(Coupled Model Inter-comparison Project Phase 5) GCMs(General Circulation Models) 강제력 10종 및 CMIP6(Coupled Model Inter-comparison Project Phase 6) GCM(General Circulation Models) 강제력 5종의 지역기후모델들을 포함할 수 있으며, 그 외에 다른 지역기후모델들도 포함 할 수 있다.

[0036] 201 동작에서, 다양한 실시예들에 따르면, 전자 장치(예: 도 1의 프로세서(120))는, 통신 인터페이스(170)를 통하여, 메모리(130)에 저장된 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들로부터 복수개의 제1 강수자료들을 획득 할 수 있다. 예를 들어, 전술한 복수개의

CORDEX 동아시아 상세 지역기후모델들이 포함하고 있는 CMIP5(Coupled Model Inter-comparison Project Phase 5) GCMs(General Circulation Models) 강제력 10종 및 CMIP6(Coupled Model Inter-comparison Project Phase 6) GCM(General Circulation Models) 강제력 5종의 지역기후모델들 15종으로부터 각각 강수자료들을 획득하여 복수개의 제1 강수자료들을 획득 할 수 있다.

[0037] 일 실시예에 따르면, 복수개의 CORDEX 동아시아 상세 지역기후모델들은 SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반의 25km X 25km 해상도 자료에 기반하여 전술한 복수개의 제1 강수자료들을 획득 할 수 있다. 여기서 SSP 시나리오는 RCP2.6/RCP8.5와 SSP1-26/SSP5-85의 총 4종의 시나리오를 포함 할 수 있으며, 본 발명에서는 저배출 기후변화시나리오 (RCP2.6, SSP1-2.6)와 고배출 시나리오 (RCP8.5, SSP5-8.5) 시나리오 대상으로 모든 모델을 앙상블하여 격자로 표현할 수 있으며, 그 밖에 다양한 시나리오들도 포함 할 수 있다. 또한, 본 발명에서는 전술한 복수개의 제1 강수자료들을 일간(daily)단위의 시간규모로 측정하는 것이 가장 효율적이지만, 그 밖에 필요에 따라 초, 분, 시간, 주간(weekly), 월간(monthly) 및 연간(yearly) 등 다른 단위의 시간 규모로도 측정 할 수 있다.

[0039] 203 동작에서, 다양한 실시예들에 따르면, 전자 장치(예: 도 1의 프로세서(120))는, 복수개의 제1 강수자료들 각각을 앙상블 분석을 위해 후처리 하여 복수개의 제2 강수자료들을 생성할 수 있다. 여기서 앙상블 분석이란, 여러 개의 모형을 생성 및 조합하여 예측력이 높은 모형을 만드는 방식을 의미하는 것으로, 이미 대중적으로 널리 사용되고 있는 분석 방법이므로, 구체적인 설명은 본 발명에서는 생략한다. 일 실시예에 따르면, 후처리는 복수개의 제1 강수자료들 각각에, 육상만을 표출하고, APHRODITE((Asian Precipitation - Highly-Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation) 관측자료 기준으로 내삽(interpolation)하고, 캘린더 및 단위를 일치시키는 과정을 포함할 수 있다. 구체적으로, 육상과 해상이 모두 포함된 자료들을 육상만 표출되도록 변환하고, 동아시아 영역을 cover하기 위하여 APHRODITE 사용할 수 있으며, 전술한 다양한 기준모델들의 다른 캘린더 및 단위를 같도록 일치 시켜주는 작업을 의미 할 수 있다.

[0041] 205 동작에서, 다양한 실시예들에 따르면, 전자 장치(예: 도 1의 프로세서(120))는, 복수개의 제2 강수자료들 각각을 QDM(quantile delta mapping) 편의 보정 모델에 입력하여 복수개의 제3 강수자료들을 출력할 수 있다.

[0042] 일 실시예에 따르면, QDM 편의 보정 모델은 하기의 [수학식 1]에 의하여, 복수개의 제3 강수자료들을 출력할 수 있다.

[0043] [수학식 1]

$$\hat{x}_{m,p}(t) = \hat{x}_{o:m,h:p}(t)\Delta_m(t),$$

[0044]

[0045] 상기 $\hat{x}_{o:m,h:p}(t)$ 은 하기의 [수학식 2], 상기 $\Delta_m(t)$ 은 하기의 [수학식 3]에 의하여 계산되는,

[0046] 전자 장치.

[0047] [수학식 2]

$$\hat{x}_{o:m,h:p}(t) = F_{o,h}^{-1}[\tau_{m,p}(t)],$$

[0048]

[0049] [수학식 3]

$$\Delta_m(t) = \frac{F_{m,p}^{(t)-1}[\tau_{m,p}(t)]}{F_{m,h}^{-1}[\tau_{m,p}(t)]} = \frac{x_{m,p}(t)}{F_{m,h}^{-1}[\tau_{m,p}(t)]}$$

[0050]

[0051] 여기서, $x_{m,p}$는 전망기간(p)에 대한 모델(m)의 값, $x_{m,h}$는 과거기간(h)에 대한 모델(m)의 값, $x_{o,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 관측(o)의 값, $F_{m,p}$ 는 전망기간(p)에 대한 모델(m)의 누적 확률분포, $F_{m,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 모델(m)의 누적 확률분포, $F_{o,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 관측(o)의 누적 확률분포, $\tau_{m,p}$는 비 초과확률(non-exceedance probability)를 의미 할 수 있다.

[0052] 이를 도 4를 참조하여, 예를 들어 설명하면 $\tau_{m,p}$ 는 비 초과확률(non-exceedance probability)을 의미할 수 있다.( t=2065, $x_{m,p}$ = 36.5, $\tau_{m,p}$=0.99). 또한, 과거 기간에 해당하는 분위 수는 역 누적 분포 함수(reverse CDF)에 0.99를 입력하여 계산되고, ($F_{m,h}^{-1}$=28.5) 과거와 미래 간 상대적인 변화는 아래 식으로 표현되며, Δm(2065)=1.28로 나타날 수 있다. 여기서, 모델링 된 분위 수는 관측된 값에서 추정된 역 CDF를 적용하여 편의보정 되고, $\hat{x}_{o:m,h:p}$(2065)=22.6을 나타낼 수 있고, 마지막으로 시간 t에서 편의보정 된 미래전망은 상대적인 변화를 편의 보정 된 과거 값과 곱함으로써 계산될 수 있으며, 미래 전망 = ((미래시나리오 평균값-Historical실험 평균값)/Historical실험 평균값) x 100(%)으로 표현될 수 있다.

[0053] 여기서 말하는 QDM 편의 보정 모델에서 QDM은 분위 수의 상대적인 변화를 보존하며 다음과 같은 단계에 따라 이루어 질 수 있다. 1) 모델 값은 분위 수에 의해 추세가 제거, 2) QM으로 바이어스 보정, 3) 모델이 예측한 분위 수의 상대적인 변화가 보정된 값에 곱해짐.(이는 모의된 기후변화 signal을 보존하게 됨). 또한 QDM 편의보정은 최근 재해의 주요원인인 극한강수 편의보정에 다수 사용되고 있는 (Cannon et al., 2015; Kim et al., 2021; Qin and Dai, 2022) QDM(Quantile delta mapping) 편의보정 방법을 RCP 및 SSP 시나리오에 적용하여 미래 우리나라 극한강수의 전망과 불확실성을 추정하였고, 이 중, QDM 방법은 다중 분위 수를 통해 예측 자료의 추세를 제거하는 효과와 중첩 알고리즘(superimposing algorithm)을 사용하여 Historical의 범위를 벗어날 수 있는 극한값의 예측을 처리할 수 있다는 점에서 특히 유리하다고 알려지고 있으며, QM(Quantile mapping)은 예측 값이 Historical을 벗어날 경우 외삽이 필요하고, Detrended QM의 경우, 평균의 변화를 유지 함으로서 외삽의 필요성이 줄어들기는 하지만 극한에 대해서는 여전히 외삽이 필요할 수 있다.

[0055] 207 동작에서, 다양한 실시예들에 따르면, 전자 장치(예: 도 1의 프로세서(120))는, 복수개의 제3 강수자료들을 기반으로 하여, 상기 미리 극한강수변화 정보를 산출하도록 설정 될 수 있다.

[0056] 일 실시예에 따르면, 미리 극한강수변화 정보는, 21세기를 근미래, 중미래, 원미래의 시기별로 구분하고, 극한강수변화를 저강도 및 고강도의 강도별로 구분한 기준들에 의하여 산출될 수 있다. 예를 들어, 근미래를 2020-2049, 중미래를 2050-2079, 원미래를 2080-2099로 나타낼 수 있으며, 저강도를 SDII(연강수량 / 일 강수량 1mm 이상인 날 수(day)) 및 R20mm(연중 일 강수량 20mm를 초과하는 날 수(day))로 분류하고, 고강도를 RX5day(연중 5일 최대 강수량 (mm)) 및 RX1day(연중 1일 최대 강수량 (mm))로 나타낼 수 있다.

[0057] 도 5a 내지 5f의 전술한 본 발명에 QDM 편의보정 적용 전(좌)과 후(우)를 비교하여 나타낸 도면을 참고하여, 본 발명의 성능 향상 효과를 확인 할 수 있다. 구체적으로 도 5a는 편의보정(QDM)전, 후 RCM의 바이어스(%), 도 5b는 편의보정 수행 후 일평균 강수량의 미래 전망, 도 5c는 편의보정 수행 후 저강도 극한강수 (SDII)의 미래 전망, 도 5d는 편의보정 수행 후 저강도 극한강수 (R20mm)의 미래 전망, 도 5e는 편의보정 수행 후 고강도 극한강수 (Rx5d)의 미래 전망 및 도 5f는 편의보정 수행 후 고강도 극한강수 (Rx1d)의 미래 전망을 나타낼 수 있다.

[0059] 다양한 실시예들에 따르면, SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치는 통신 인터페이스, 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들을 저장하는 메모리 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 상기 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들로부터 복수개의 제1 강수자료들을 획득하고, 상기 복수개의 제1 강수자료들 각각을 앙상블 분석을 위해 후처리 하여 복수개의 제2 강수자료들을 생성하고, 상기 복수개의 제2 강수자료들 각각을 QDM(quantile delta mapping) 편의 보정 모델에 입력하여 복수개의 제3 강수자료들을 출력하고, 상기 복수개의 제3 강수자료들을 기반으로 하여, 상기 미리 극한강수변화 정보를 산출하도록 설정

될 수 있다.

[0060] 다양한 실시예들에 따르면, 상기 복수개의 CORDEX 동아시아 상세 지역기후모델들은, CMIP5(Coupled Model Inter-comparison Project Phase 5) GCMs(General Circulation Models) 강제력 10종 및 CMIP6(Coupled Model Inter-comparison Project Phase 6) GCM(General Circulation Models) 강제력 5종의 지역기후모델들을 포함하고, SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반의 25km X 25km 해상도 자료를 사용 할 수 있다.

[0061] 다양한 실시예들에 따르면, 상기 후처리는, 상기 복수개의 제1 강수자료들 각각에, 육상만을 표출하고, APHRODITE((Asian Precipitation - Highly-Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation) 관측자료 기준으로 내삽(interpolation)하고, 캘린더 및 단위를 일치시키는 과정을 포함할 수 있다.

[0062] 다양한 실시예들에 따르면, 상기 QDM 편의 보정 모델은 하기의 [수학식 1]에 의하여, 상기 복수개의 제3 강수자료들을 출력하고,

[0063] [수학식 1]

$$\hat{x}_{m,p}(t) = \hat{x}_{o:m,h:p}(t)\Delta_m(t),$$

[0064]

[0065] 상기 $\hat{x}_{o:m,h:p}(t)$ 은 하기의 [수학식 2], 상기 $\Delta_m(t)$ 은 하기의 [수학식 3]에 의하여 계산될 수 있다.

[0066] [수학식 2]

$$\hat{x}_{o:m,h:p}(t) = F_{o,h}^{-1}[\tau_{m,p}(t)],$$

[0067]

[0068] [수학식 3]

$$\Delta_m(t) = \frac{F_{m,p}^{(t)-1}[\tau_{m,p}(t)]}{F_{m,h}^{-1}[\tau_{m,p}(t)]} = \frac{x_{m,p}(t)}{F_{m,h}^{-1}[\tau_{m,p}(t)]}$$

[0069]

[0070] 여기서, $x_{m,p}$ 는 전망기간(p)에 대한 모델(m)의 값, $x_{m,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 모델(m)의 값, $x_{o,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 관측(o)의 값, $F_{m,p}$ 는 전망기간(p)에 대한 모델(m)의 누적 확률분포, $F_{m,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 모델(m)의 누적 확률분포, $F_{o,h}$ 는 과거기간(h)에 대한 관측(o)의 누적 확률분포, $\tau_{m,p}$는 비초과확률(non-exceedance probability)를 의미 할 수 있다.

[0071] 다양한 실시예들에 따르면, 상기 미리 극한강수변화 정보는, 21세기를 근미래, 중미래, 원미래의 시기별로 구분하고, 극한강수변화를 저강도 및 고강도의 강도별로 구분한 기준들에 의하여 산출될 수 있다.

[0072] 다양한 실시예들에 따르면, SSP(shared socioeconomic pathways) 시나리오 기반 고해상도 다중지역기후모델에 편의보정 기법 적용을 통한 미래 극한강수변화 정보 산출의 정확도를 높이는 전자 장치의 동작 방법은 상기 전자 장치의 통신 인터페이스로부터, 상기 전자 장치의 메모리에 저장된 상기 복수개의 CORDEX(coordinated regional climate downscaling experiment) 동아시아 상세 지역기후모델들로부터 복수개의 제1 강수자료들을 획득하는 단계; 상기 복수개의 제1 강수자료들 각각을 앙상블 분석을 위해 후처리 하여 복수개의 제2 강수자료들을 생성하는 단계; 상기 복수개의 제2 강수자료들 각각을 QDM(quantile delta mapping) 편의 보정 모델에 입력하여 복수개의 제3 강수자료들을 출력하는 단계; 및 상기 복수개의 제3 강수자료들을 기반으로 하여, 상기 미리 극한강수변화 정보를 산출하는 단계;를 포함할 수 있다.

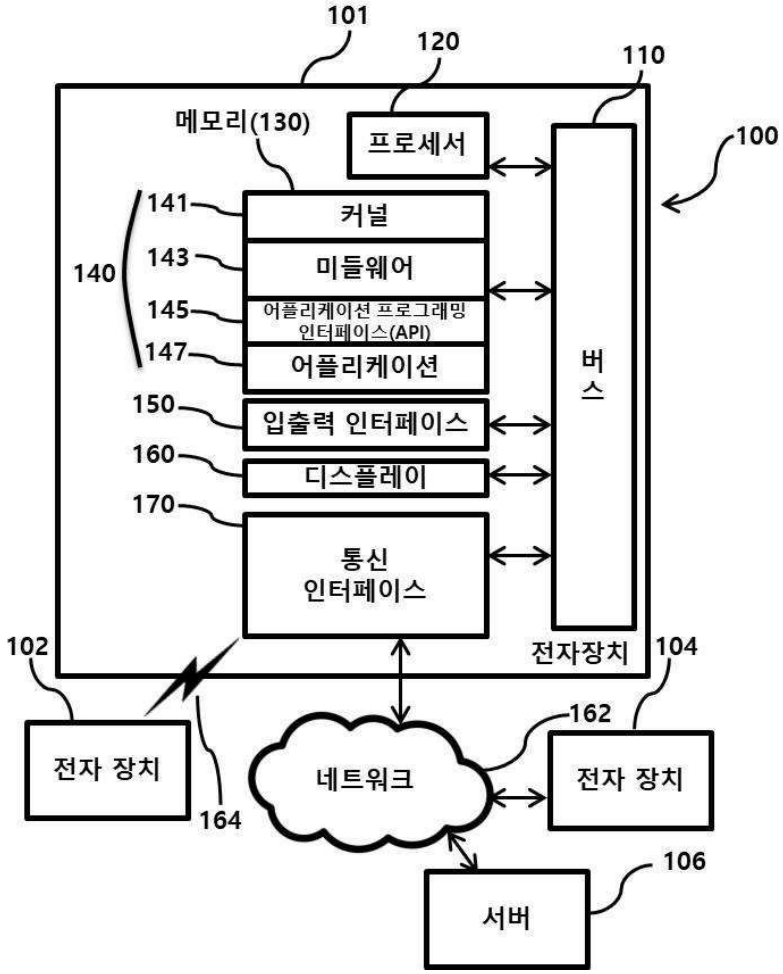
[0074] 본 문서에서 사용된 용어 "모듈" 또는 “~부”은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구성된 유닛을 포함하며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로 등의 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. "모듈" 또는 “~부”는, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다.

"모듈" 또는 “~부”는 기계적으로 또는 전자적으로 구현될 수 있으며, 예를 들면, 어떤 동작들을 수행하는, 알려졌거나 앞으로 개발될, ASIC(application-specific integrated circuit) 칩, FPGAs(field-programmable gate arrays), 또는 프로그램 가능 논리 장치를 포함할 수 있고, 프로세서(120)에 의하여 실행될 수 있다. 다양한 실시예에 따른 장치(예: 모듈들 또는 그 기능들) 또는 방법(예: 동작들)의 적어도 일부는 프로그램 모듈의 형태로 컴퓨터로 판독 가능한 저장 매체(예: 메모리(130))에 저장된 명령어로 구현될 수 있다. 상기 명령어가 프로세서(예: 프로세서(120))에 의해 실행될 경우, 프로세서가 상기 명령어에 해당하는 기능을 수행할 수 있다. 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체는, 하드디스크, 플로피디스크, 마그네틱 매체(예: 자기테이프), 광기록 매체(예: CD-ROM, DVD, 자기-광 매체 (예: 플롭티컬 디스크), 내장 메모리 등을 포함할 수 있다. 명령어는 컴파일러에 의해 만들어지는 코드 또는 인터프리터에 의해 실행될 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 다양한 실시예에 따른 모듈 또는 프로그램 모듈은 전술한 구성요소들 중 적어도 하나 이상을 포함하거나, 일부가 생략되거나, 또는 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다. 다양한 실시예에 따른, 모듈, 프로그램 모듈 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적, 병렬적, 반복적 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 적어도 일부 동작이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 다른 동작이 추가될 수 있다.

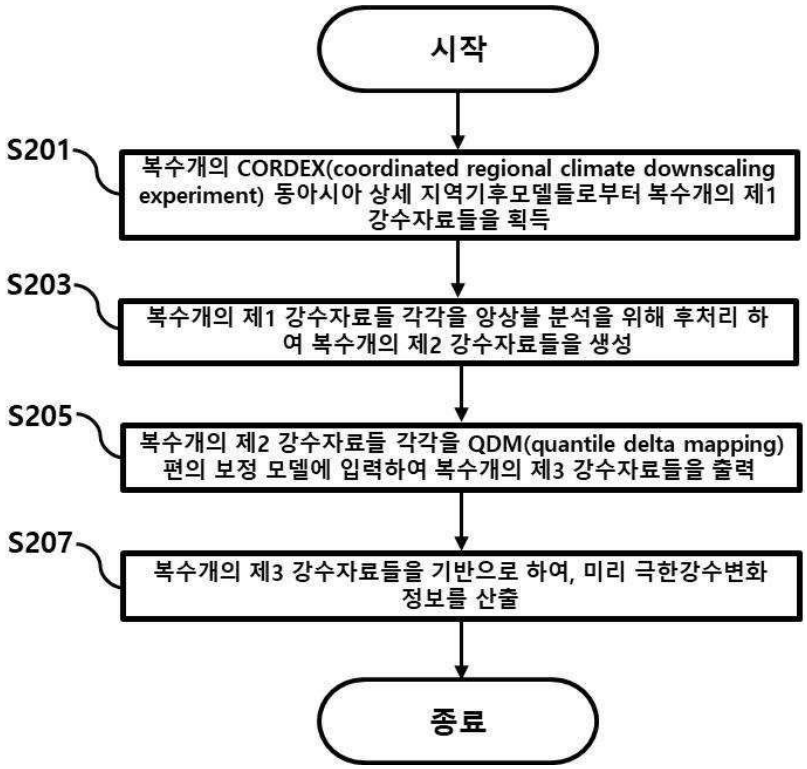
[0075] 그리고 본 문서에 개시된 실시예는 개시된, 기술 내용의 설명 및 이해를 위해 제시된 것이며, 본 개시의 범위를 한정하는 것은 아니다. 따라서, 본 개시의 범위는, 본 개시의 기술적 사상에 근거한 모든 변경 또는 다양한 다른 실시예를 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

도면

도면1


101
120
110
메모리(130)
프로세서
100
141
커널
140
143
미들웨어
145
어플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API)
147
어플리케이션
버스
150
입출력 인터페이스
160
디스플레이
170
통신 인터페이스
전자장치
102
104
162
전자 장치
네트워크
전자 장치
164
106
서버

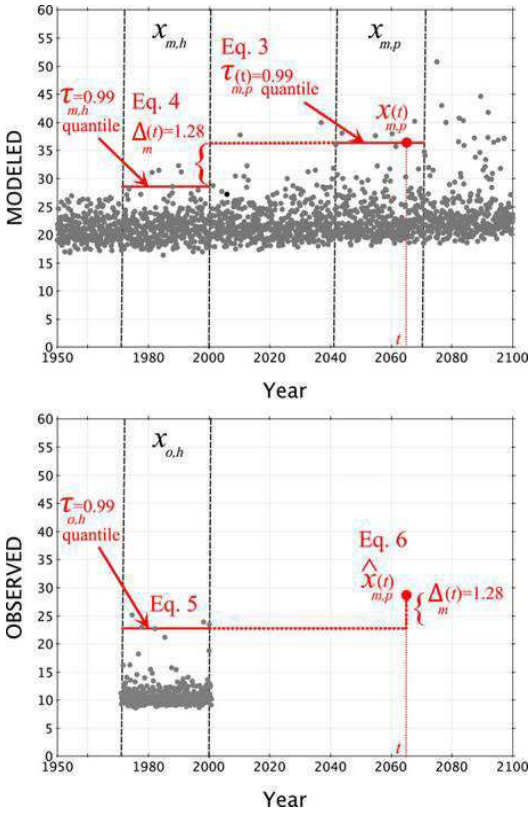
도면2



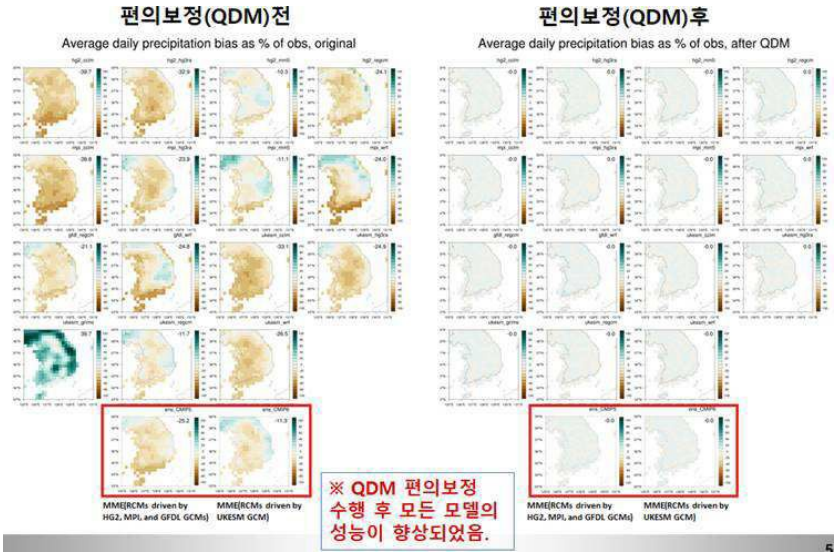

도면3

| | GCMs | HadGEM3-RA | RegCM4 | MM5 | WRF | CCLM | GRIMS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CMIP5 GCM | HadGEM2-AO | √ | √ | √ | | √ | |
| | MPI-ESM-LR | √ | | √ | √ | √ | |
| | GFDL-ESM2M | | √ | | √ | | |
| CMIP6 GCM | UK-ESM | √ | √ | | √ | √ | √ |

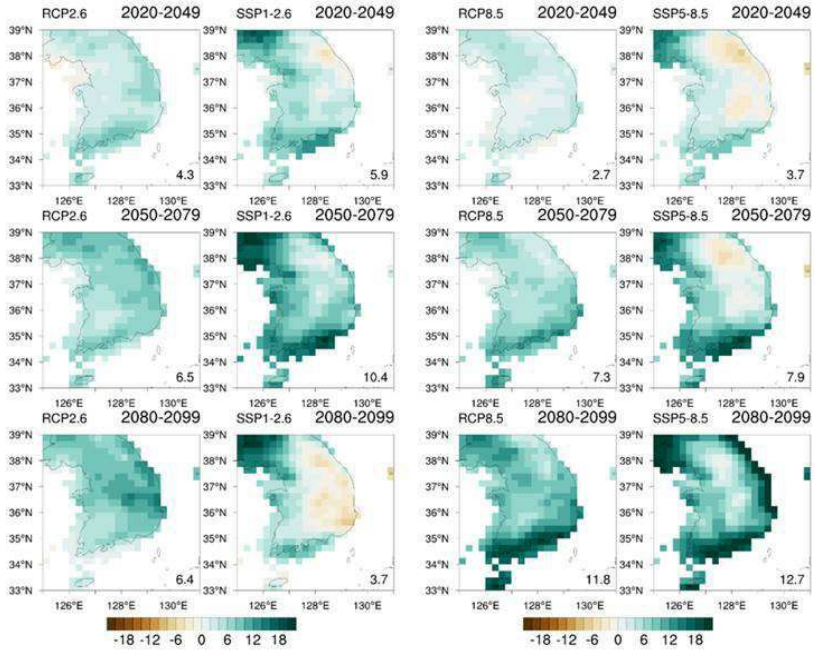
도면4


MODELED
Year
Eq. 3
Eq. 4
quantile
Eq. 5
Eq. 6
OBSERVED
Year

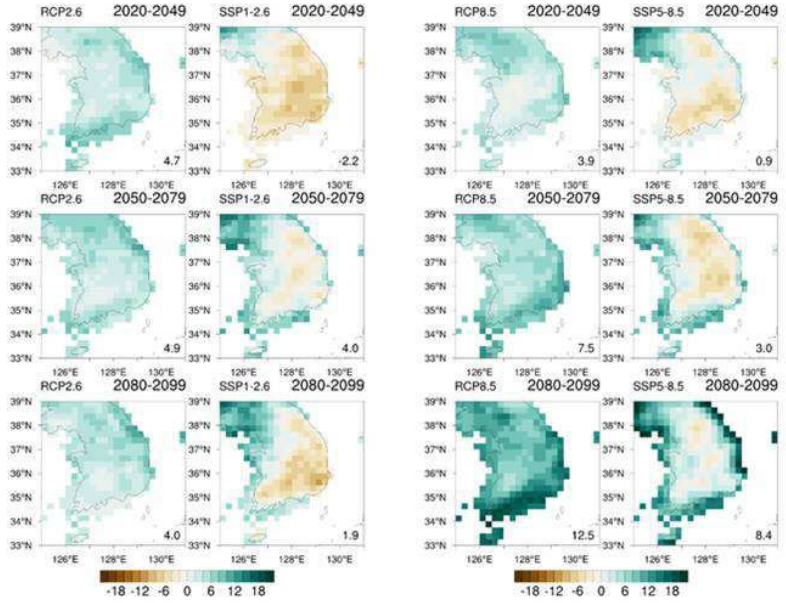
도면5a


편의보정(QDM)전
Average daily precipitation bias as % of obs, original
편의보정(QDM)후
Average daily precipitation bias as % of obs, after QDM
※ QDM 편의보정 수행 후 모든 모델의 성능이 향상되었음.

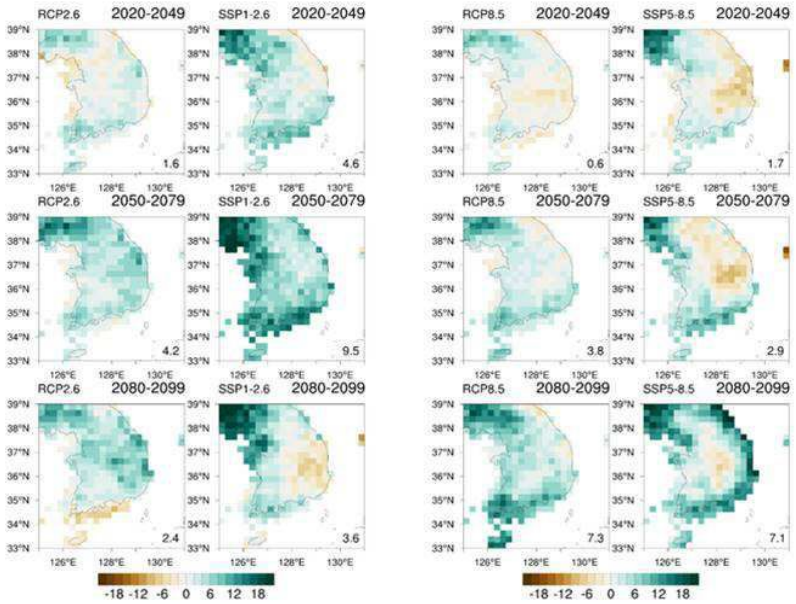
도면5b


RCP2.6 2020-2049
SSP1-2.6 2020-2049
RCP8.5 2020-2049
SSP5-8.5 2020-2049
RCP2.6 2050-2079
SSP1-2.6 2050-2079
RCP8.5 2050-2079
SSP5-8.5 2050-2079
RCP2.6 2080-2099
SSP1-2.6 2080-2099
RCP8.5 2080-2099
SSP5-8.5 2080-2099
4.3
5.9
2.7
3.7
6.5
10.4
7.3
7.9
6.4
3.7
11.8
12.7
-18 -12 -6 0 6 12 18

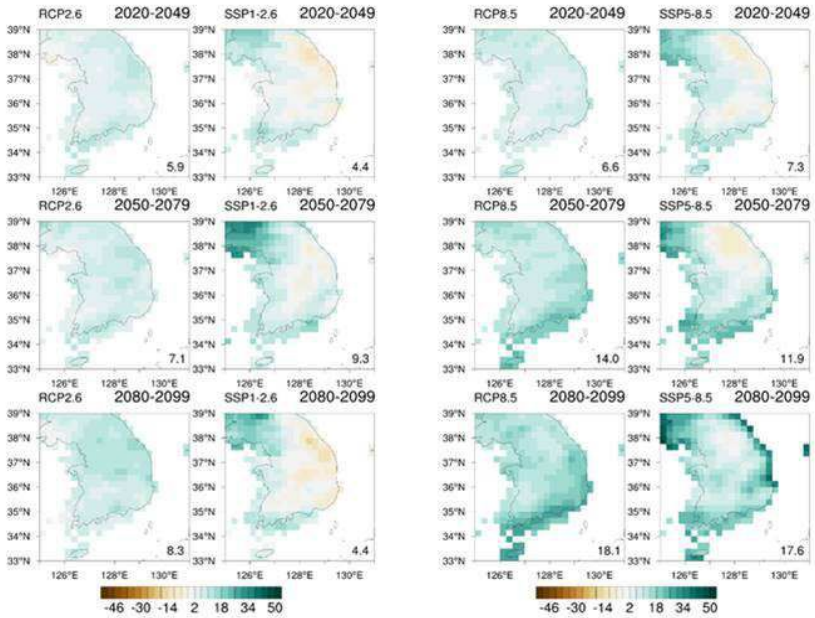
도면5c


RCP2.6 2020-2049
SSP1-2.6 2020-2049
RCP8.5 2020-2049
SSP5-8.5 2020-2049
RCP2.6 2050-2079
SSP1-2.6 2050-2079
RCP8.5 2050-2079
SSP5-8.5 2050-2079
RCP2.6 2080-2099
SSP1-2.6 2080-2099
RCP8.5 2080-2099
SSP5-8.5 2080-2099
4.7
-2.2
3.9
0.9
4.9
4.0
7.5
3.0
4.0
1.9
12.5
8.4
-18 -12 -6 0 6 12 18

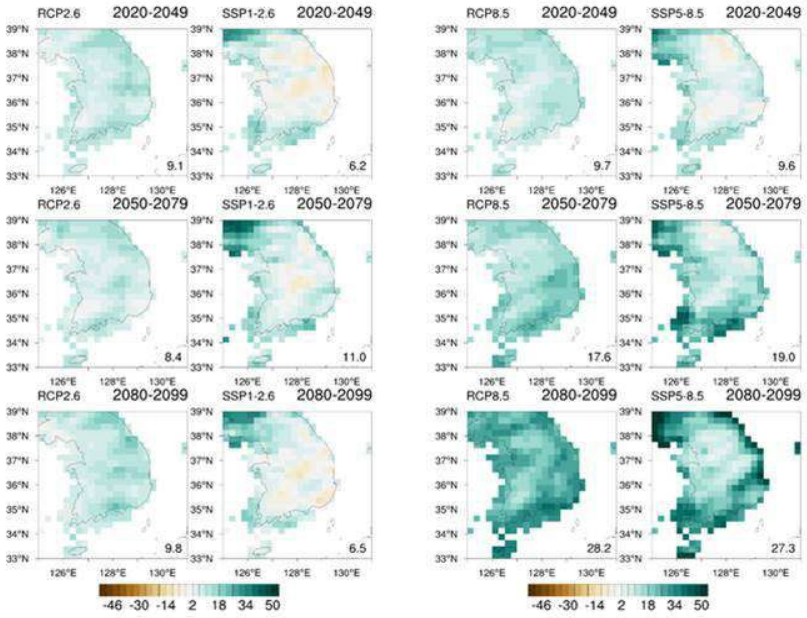
도면5d


RCP2.6 2020-2049
SSP1-2.6 2020-2049
RCP8.5 2020-2049
SSP5-8.5 2020-2049
RCP2.6 2050-2079
SSP1-2.6 2050-2079
RCP8.5 2050-2079
SSP5-8.5 2050-2079
RCP2.6 2080-2099
SSP1-2.6 2080-2099
RCP8.5 2080-2099
SSP5-8.5 2080-2099
1.6
4.6
0.6
1.7
4.2
9.5
3.8
2.9
2.4
3.6
7.3
7.1
-18 -12 -6 0 6 12 18

도면5e


RCP2.6 2020-2049
SSP1-2.6 2020-2049
RCP8.5 2020-2049
SSP5-8.5 2020-2049
RCP2.6 2050-2079
SSP1-2.6 2050-2079
RCP8.5 2050-2079
SSP5-8.5 2050-2079
RCP2.6 2080-2099
SSP1-2.6 2080-2099
RCP8.5 2080-2099
SSP5-8.5 2080-2099
5.9
4.4
6.6
7.3
7.1
9.3
14.0
11.9
8.3
4.4
18.1
17.6
-46 -30 -14 2 18 34 50

도면5f


RCP2.6 2020-2049
SSP1-2.6 2020-2049
RCP8.5 2020-2049
SSP5-8.5 2020-2049
RCP2.6 2050-2079
SSP1-2.6 2050-2079
RCP8.5 2050-2079
SSP5-8.5 2050-2079
RCP2.6 2080-2099
SSP1-2.6 2080-2099
RCP8.5 2080-2099
SSP5-8.5 2080-2099
9.1
6.2
9.7
9.6
8.4
11.0
17.6
19.0
9.8
6.5
28.2
27.3
-46 -30 -14 2 18 34 50