(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0040222
(43) 공개일자 2023년03월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/10 (2006.01) *G01W 1/02* (2022.01)
G06F 111/10 (2020.01) *G06Q 50/26* (2012.01)
(52) CPC특허분류
G01W 1/10 (2013.01)
G01W 1/02 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2021-0123542
(22) 출원일자 2021년09월15일
심사청구일자 2021년09월15일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
김백민
인천광역시 연수구 송도문화로28번길 81 송도더샵그린스퀘어, 104동 1302호
배준근
부산광역시 사상구 냉정로 56, 3동 312호 (주례동, 조양아파트)
(74) 대리인
김건우

전체 청구항 수 : 총 22 항

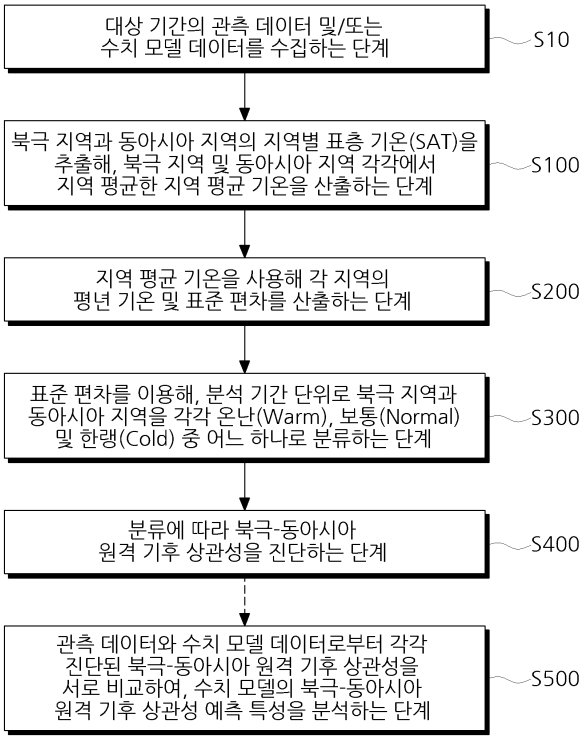
(54) 발명의 명칭 **북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 컴퓨터에 의해 각 단계가 수행되는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법으로서, (1) 북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(Surface Air Temperature, SAT)을 추출해,

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도3



상기 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 단계; (2) 상기 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 단계; (3) 상기 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 단계; 및 (4) 상기 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템에 따르면, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단에 있어서 북극과 동아시아의 지역별 표층 기온의 표준 편차를 관측 데이터와 수치 모델 데이터 모두에 적용 가능한 새로운 기준으로 제안함으로써, 관측과 모델 등의 다양한 자료를 일관된 정의로 진단 분석할 수 있다.

또한, 본 발명에서 제안하고 있는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템에 따르면, 기존 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하기 어려웠던 수치 모델 데이터에서도 원격 기후 상관성의 모의 수준을 진단할 수 있고, 기후 상관성이 낮은 케이스에 대해서도 분석을 할 수 있으므로, 겨울철 한파 예측성을 높이는 데 기여할 수 있다.

(52) CPC특허분류
G06Q 50/26 (2013.01)
G06F 2111/10 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1365003392
과제번호	KMI2020-01116
부처명	기상청
과제관리(전문)기관명	한국기상산업기술원
연구사업명	기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발사업
연구과제명	GloSea5 계절내 예측 불확실성 진단을 위한 계층적 실험체계 구축
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부경대학교산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

컴퓨터에 의해 각 단계가 수행되는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법으로서,

(1) 북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(Surface Air Temperature, SAT)을 추출해, 상기 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 단계;

(2) 상기 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 단계;

(3) 상기 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 단계; 및

(4) 상기 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 북극 지역을 바렌츠-카라해 영역으로 설정하며,

상기 단계 (1)에서는,

상기 설정된 북극 지역에서 상기 표층 기온을 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 북극 지역을 북위 68~83도, 동경 15~110도 영역으로 설정하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 동아시아 지역을 북위 40~60도, 동경 60~120도 영역으로 설정하며,

상기 단계 (1)에서는,

상기 설정된 동아시아 지역에서 상기 표층 기온을 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 표층 기온은,

2m temperature 값인 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 단계 (3)에서는,

북극 온난화-동아시아 냉각화 현상의 진단을 위해, 상기 분석 기간 단위로 상기 북극 지역을 온난과 보통, 상기 동아시아 지역을 한랭과 보통으로 각각 분류하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 단계 (3)에서는,

상기 북극 지역의 지역 평균 기온이 해당 지역의 평년 기온보다 표준 편차 이상 높으면 온난으로 분류하고, 상기 동아시아 지역의 지역 평균 기온이 해당 지역의 평년 기온보다 표준 편차 이상 낮으면 한랭으로 분류하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 단계 (1) 이전에는,

(0) 대상 기간의 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터를 수집하는 단계를 더 포함하며,

상기 단계 (1)에서는,

상기 수집한 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터의 표층 기온을 사용해, 상기 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역 각각의 지역 평균 기온을 산출하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 단계 (0)에서는,

상기 관측 데이터 및 수치 모델 데이터를 모두 수집하며,

상기 단계 (4) 이후에는,

(5) 상기 관측 데이터와 상기 수치 모델 데이터로부터 각각 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 서로 비교하여, 상기 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 단계 (5)에서는,

상기 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 기초로 미리 설정된 기준에 따라 분류된 높은 상관성 케이스와 낮은 상관성 케이스 각각에 대한 상기 관측 데이터와 상기 수치 모델 데이터의 표층 기온의 표준 편차 합성장 분석을 통해, 상기 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램이 기록된 것을 특징으로 하는, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

청구항 12

북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100)로서,

북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(Surface Air Temperature, SAT)을 추출해, 상기 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 지역 평균 산출부(110);

상기 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 진단 기준 산출부(120);

상기 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 분류부(130); 및

상기 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 진단부(140)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100).

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 북극 지역을 바렌츠-카라해 영역으로 설정하며,

상기 지역 평균 산출부(110)는,

상기 설정된 북극 지역에서 상기 표층 기온을 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100).

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 북극 지역을 북위 68~83도, 동경 15~110도 영역으로 설정하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100).

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 동아시아 지역을 북위 40~60도, 동경 60~120도 영역으로 설정하며,

상기 지역 평균 산출부(110)는,

상기 설정된 동아시아 지역에서 상기 표층 기온을 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100).

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 표층 기온은,

2m temperature 값인 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100).

청구항 17

제12항에 있어서, 상기 분류부(130)는,

북극 온난화-동아시아 냉각화 현상의 진단을 위해, 상기 분석 기간 단위로 상기 북극 지역을 온난과 보통, 상기 동아시아 지역을 한랭과 보통으로 각각 분류하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100).

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 분류부(130)는,

상기 북극 지역의 지역 평균 기온이 해당 지역의 평년 기온보다 표준 편차 이상 높으면 온난으로 분류하고, 상기 동아시아 지역의 지역 평균 기온이 해당 지역의 평년 기온보다 표준 편차 이상 낮으면 한랭으로 분류하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100).

청구항 19

제12항에 있어서,

대상 기간의 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터를 수집하는 데이터 수집부(105)를 더 포함하며,

상기 지역 평균 산출부(110)는,

상기 수집한 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터의 표층 기온을 사용해, 상기 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역 각각의 지역 평균 기온을 산출하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100).

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 데이터 수집부(105)는,

상기 관측 데이터 및 수치 모델 데이터를 모두 수집하며,

상기 관측 데이터와 상기 수치 모델 데이터로부터 각각 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 서로 비교하여, 상기 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석하는 분석부(150)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100).

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 분석부(150)는,

상기 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 기초로 미리 설정된 기준에 따라 분류된 높은 상관성 케이스와 낮은 상관성 케이스 각각에 대한 상기 관측 데이터와 상기 수치 모델 데이터의 표층 기온의 표준 편차 합성장 분석을 통해, 상기 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100).

청구항 22

북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 시스템(10)으로서,

관측 데이터를 수집해 전처리하는 관측 데이터 처리 장치(200);

수치 모델을 수행하여 수치 모델 데이터를 생산하는 수치 모델 수행 장치(300); 및

상기 관측 데이터 처리 장치(200)에서 전달받은 관측 데이터 및/또는 상기 수치 모델 수행 장치(300)에서 전달받은 수치 모델 데이터를 사용해 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 기후 상관성 진단 장치(100)를 포

함하며,

상기 기후 상관성 진단 장치(100)는,

북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(Surface Air Temperature, SAT)을 추출해, 상기 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 지역 평균 산출부(110);

상기 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 진단 기준 산출부(120);

상기 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 분류부(130); 및

상기 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 진단부(140)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 시스템(10).

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 북극-동아시아의 원격 기후 상관성의 진단을 위한 방법으로서, 보다 구체적으로는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 북극과 동아시아의 기후 상관성 중 북극 온난화-유라시아 냉각화(Warm arctic-Cold Eurasia; WACE) 현상은 동아시아에 한파를 일으키는 원격상관 중 하나로 알려져 있다.

[0004] 이러한 상관성을 정의하고 진단하는 방법으로 경험적 직교 함수(Empirical Orthogonal Function; EOF)를 이용하는데, 경험적 직교 함수를 이용하는 것은 북극과 동아시아의 기후 상관성이 나타나는 패턴을 하나의 함수로 나타낼 수 있다는 장점이 있다. 그러나 경험적 직교 함수로 분석을 하면 관측 자료에서 나타나는 패턴이 수치 모델 결과에서는 나타나지 않아, 관측 자료와 수치 모델 결과에서 같은 기준으로 분석을 진행할 수 없다는 단점이 있다.

[0006] 또한, 기후 연구를 위해서는 관측과 모델 간의 비교가 널리 사용되는데, 관측 자료와 수치 모델 결과에서 서로 다른 정의 또는 기준으로 진단된 북극-동아시아 기후 상관성을 비교하는 것은, 직접적 비교 및 분석을 어렵게 만들고 있다.

[0008] 뿐만 아니라, 겨울철 한파를 예측하기 위해서는 수치 모델이 북극-동아시아 기후 상관성을 잘 모의하는지 분석하고 그 상관성을 진단하는 것이 중요한데, 종래 사용되어 온 경험적 직교 함수는 수치 모델에서의 분석에 제한이 있어서 겨울철 한파의 예측에 어려움이 있는 실정이다.

[0010] 따라서, 이러한 단점을 극복하고 다양한 자료를 일관된 정의로 진단 분석할 수 있는 기술이 필요하다.

[0012] 한편, 본 발명과 관련된 선행기술로서, 등록특허공보 제10-1603718호(발명의 명칭: 북극해빙농도 통계예측 방법 및 시스템, 등록일자: 2016.03.09.) 등이 개시된 바 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단에 있어서 북극과 동아시아의 지역별 표층 기온의 표준 편차를 관측 데이터와 수치 모델 데

이터 모두에 적용 가능한 새로운 기준으로 제안함으로써, 관측과 모델 등의 다양한 자료를 일관된 정의로 진단 분석할 수 있는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명은, 기존 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하기 어려웠던 수치 모델 데이터에서도 원격 기후 상관성의 모의 수준을 진단할 수 있고, 기후 상관성이 낮은 케이스에 대해서도 분석을 할 수 있으므로, 겨울철 한파 예측성을 높이는 데 기여할 수 있는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법은,

[0017] 컴퓨터에 의해 각 단계가 수행되는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법으로서,

[0018] (1) 북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(Surface Air Temperature, SAT)을 추출해, 상기 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 단계;

[0019] (2) 상기 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 단계;

[0020] (3) 상기 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 단계; 및

[0021] (4) 상기 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0023] 바람직하게는,

[0024] 상기 북극 지역을 바렌츠-카라해 영역으로 설정하며,

[0025] 상기 단계 (1)에서는,

[0026] 상기 설정된 북극 지역에서 상기 표층 기온을 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출할 수 있다.

[0028] 더욱 바람직하게는,

[0029] 상기 북극 지역을 북위 68~83도, 동경 15~110도 영역으로 설정할 수 있다.

[0031] 더욱 바람직하게는,

[0032] 상기 동아시아 지역을 북위 40~60도, 동경 60~120도 영역으로 설정하며,

[0033] 상기 단계 (1)에서는,

[0034] 상기 설정된 동아시아 지역에서 상기 표층 기온을 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출할 수 있다.

[0036] 바람직하게는, 상기 표층 기온은, 2m temperature 값일 수 있다.

[0038] 바람직하게는, 상기 단계 (3)에서는,

[0039] 북극 온난화-동아시아 냉각화 현상의 진단을 위해, 상기 분석 기간 단위로 상기 북극 지역을 온난과 보통, 상기 동아시아 지역을 한랭과 보통으로 각각 분류할 수 있다.

[0041] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (3)에서는,

[0042] 상기 북극 지역의 지역 평균 기온이 해당 지역의 평년 기온보다 표준 편차 이상 높으면 온난으로 분류하고, 상기 동아시아 지역의 지역 평균 기온이 해당 지역의 평년 기온보다 표준 편차 이상 낮으면 한랭으로 분류할 수 있다.

[0044] 바람직하게는, 상기 단계 (1) 이전에는,

[0045] (0) 대상 기간의 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터를 수집하는 단계를 더 포함하며,

[0046] 상기 단계 (1)에서는,

[0047] 상기 수집한 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터의 표층 기온을 사용해, 상기 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역 각각의 지역 평균 기온을 산출할 수 있다.

[0049] 더욱 바람직하게는, 상기 단계 (0)에서는,

[0050] 상기 관측 데이터 및 수치 모델 데이터를 모두 수집하며,

[0051] 상기 단계 (4) 이후에는,

[0052] (5) 상기 관측 데이터와 상기 수치 모델 데이터로부터 각각 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 서로 비교하여, 상기 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0054] 더더욱 바람직하게는, 상기 단계 (5)에서는,

[0055] 상기 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 기초로 미리 설정된 기준에 따라 분류된 높은 상관성 케이스와 낮은 상관성 케이스 각각에 대한 상기 관측 데이터와 상기 수치 모델 데이터의 표층 기온의 표준 편차 합성장 분석을 통해, 상기 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석할 수 있다.

[0057] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는,

[0058] 본 발명의 특징에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램이 기록된 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0060] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치는,

[0061] 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치로서,

[0062] 북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(Surface Air Temperature, SAT)을 추출해, 상기 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 지역 평균 산출부;

[0063] 상기 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 진단 기준 산출부;

[0064] 상기 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 분류부; 및

[0065] 상기 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 진단부를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0067] 바람직하게는,

[0068] 상기 북극 지역을 바렌츠-카라해 영역으로 설정하며,

[0069] 상기 지역 평균 산출부는,

[0070] 상기 설정된 북극 지역에서 상기 표층 기온을 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출할 수 있다.

[0072] 더욱 바람직하게는,

[0073] 상기 북극 지역을 북위 68~83도, 동경 15~110도 영역으로 설정할 수 있다.

[0075] 더욱 바람직하게는,

[0076] 상기 동아시아 지역을 북위 40~60도, 동경 60~120도 영역으로 설정하며,

[0077] 상기 지역 평균 산출부는,

[0078] 상기 설정된 동아시아 지역에서 상기 표층 기온을 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출할 수 있다.

[0080] 바람직하게는, 상기 표층 기온은, 2m temperature 값일 수 있다.

[0082] 바람직하게는, 상기 분류부는,

[0083] 북극 온난화-동아시아 냉각화 현상의 진단을 위해, 상기 분석 기간 단위로 상기 북극 지역을 온난과 보통, 상기 동아시아 지역을 한랭과 보통으로 각각 분류할 수 있다.

[0085] 더욱 바람직하게는, 상기 분류부는,

[0086] 상기 북극 지역의 지역 평균 기온이 해당 지역의 평년 기온보다 표준 편차 이상 높으면 온난으로 분류하고, 상기 동아시아 지역의 지역 평균 기온이 해당 지역의 평년 기온보다 표준 편차 이상 낮으면 한랭으로 분류할 수 있다.

[0088] 바람직하게는,

[0089] 대상 기간의 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터를 수집하는 데이터 수집부를 더 포함하며,

[0090] 상기 지역 평균 산출부는,

[0091] 상기 수집한 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터의 표층 기온을 사용해, 상기 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역 각각의 지역 평균 기온을 산출할 수 있다.

[0093] 더욱 바람직하게는, 상기 데이터 수집부는,

[0094] 상기 관측 데이터 및 수치 모델 데이터를 모두 수집하며,

[0095] 상기 관측 데이터와 상기 수치 모델 데이터로부터 각각 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 서로 비교하여, 상기 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석하는 분석부를 더 포함할 수 있다.

[0097] 더더욱 바람직하게는, 상기 분석부는,

[0098] 상기 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 기초로 미리 설정된 기준에 따라 분류된 높은 상관성 케이스와 낮은 상관성 케이스 각각에 대한 상기 관측 데이터와 상기 수치 모델 데이터의 표층 기온의 표준 편차 합성장 분석을 통해, 상기 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석할 수 있다.

[0100] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 시스템은,

[0101] 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 시스템으로서,

[0102] 관측 데이터를 수집해 전처리하는 관측 데이터 처리 장치;

[0103] 수치 모델을 수행하여 수치 모델 데이터를 생산하는 수치 모델 수행 장치; 및

[0104] 상기 관측 데이터 처리 장치에서 전달받은 관측 데이터 및/또는 상기 수치 모델 수행 장치에서 전달받은 수치 모델 데이터를 사용해 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 기후 상관성 진단 장치를 포함하며,

[0105] 상기 기후 상관성 진단 장치는,

[0106] 북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(Surface Air Temperature, SAT)을 추출해, 상기 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 지역 평균 산출부;

[0107] 상기 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 진단 기준 산출부;

[0108] 상기 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 상기 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 분류부; 및

[0109] 상기 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 진단부를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

발명의 효과

[0110] 본 발명에서 제안하고 있는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템에 따르면, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단에 있어서 북극과 동아시아의 지역별 표층 기온의 표준 편차를 관측 데이터와 수치 모델 데이터 모두에 적용 가능한 새로운 기준으로 제안함으로써, 관측과 모델 등의 다양한 자료를 일관된 정의로 진단 분석할 수 있다.

[0112] 또한, 본 발명에서 제안하고 있는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템에 따르면, 기존 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하기 어려웠던 수치 모델 데이터에서도 원격 기후 상관성의 모의 수준을 진단할 수 있고, 기후 상관성이 낮은 케이스에 대해서도 분석을 할 수 있으므로, 겨울철 한파 예측성을 높이는 데 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0113] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 시스템의 구성을 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치의 구성을 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법의 흐름을 도시한 도면.

도 4는 경험적 직교 함수를 이용한 북극-동아시아 기후 상관성 진단 결과를 예를 들어 도시한 도면.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법의 단계 S300에서의 분류 기준을 예를 들어 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법에 따른 높은 상관성 케이스와 낮은 상관성 케이스 분류를 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법에 따른 높은 상관성 케이스와 낮은 상관성 케이스의 합성장 분석 결과를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0114] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.

[0116] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결' 되어 있다고 할 때, 이는 '직접적으로 연결' 되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결' 되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 '포함' 한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0118] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 시스템(10)의 구성을 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 시스템(10)은, 관측 데이터를 수집해 전처리하는 관측 데이터 처리 장치(200); 수치 모델을 수행하여 수치 모델 데이터를 생산하는 수치 모델 수행 장치(300); 및 관측 데이터 처리 장치(200)에서 전달받은 관측 데이터 및/또는 수치 모델 수행 장치(300)에서 전달받은 수치 모델 데이터를 사용해 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 기후 상관성 진단 장치(100)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0120] 관측 데이터 처리 장치(200)는, 위성자료, 라디오존데(radiosonde) 등 사용 가능한 다양한 관측 자료를 동화(data assimilation)하여 생산된 재분석 자료(Reanalysis data)를 관측 데이터로 수집 및 처리하여, 추후 상세히 설명할 기후 상관성 진단 장치(100)에 제공할 수 있다. 여기서, 재분석 자료로는 유럽중기예보센터(ECMWF)에서 제공하는 ERA-Interim(the Interim ECMWF Re-Analysis) 또는 ERA5, 미항공우주국(National Aeronautics and Space Administration Goddard Space Flight Center; NASA)에서 제공하는 MERRA(The Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications) 등이 사용될 수 있다.

[0122] 수치 모델 수행 장치(300)는, 전-지구 예보를 수행하기 위한 수치 예측 모델을 수행하는 장치로, 컴퓨터, 노트북, 서버, 워크스테이션 등으로 구현될 수 있다. 수치 모델 수행 장치(300)는, 수치 예측 모델을 적분하여 수치 모델 데이터(예측 데이터)를 생산할 수 있으며, 생산한 수치 모델 데이터를 기후 상관성 진단 장치(100)에 제공할 수 있다.

[0124] 기후 상관성 진단 장치(100)는, 관측 데이터 처리 장치(200)에서 전달받은 관측 데이터 및/또는 수치 모델 수행 장치(300)에서 전달받은 수치 모델 데이터를 사용해 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단할 수 있다. 이하에서는, 도 2를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100)의 세부적인 구성에 대해서 상세히 설명하도록 한다.

[0126] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100)의 구성을 도시한 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 장치(100)는, 북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(Surface Air Temperature, SAT)을 추출해, 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 지역 평균 산출부(110); 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 진단 기준 산출부(120); 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 분류부(130); 및 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 진단부(140)를 포함하여 구성될 수 있으며, 대상 기간의 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터를 수집하는 데이터 수집부(105); 관측 데이터와 수치 모델 데이터로부터 각각 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 서로 비교하여, 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석하는 분석부(150)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0128] 여기서, 기후 상관성 진단 장치(100)는 각종 전자 장치로 구현될 수 있으며, 전자 장치는 스마트폰, 태블릿(tablet) PC(personal computer), 이동 전화기, 영상 전화기, 전자책 리더기, 데스크탑(desktop) PC, 랩탑(laptop) PC, 넷북(netbook) 컴퓨터, 워크스테이션(workstation), 서버(server), PDA(personal digital assistant), 미디어 박스, 게임 콘솔, 전자사전 또는 웨어러블 장치(wearable device) 중 적어도 하나를 포함할

수 있다. 다양한 실시예들에서, 전자 장치는 전술한 기기들에 한정되지는 않으며, 전술한 다양한 장치 중 둘 이상의 조합일 수 있다.

[0130] 각각의 구성과 관련된 구체적인 내용들은, 이하에서 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법과 관련하여 상세히 설명하도록 한다.

[0132] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법의 흐름을 도시한 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법은, 컴퓨터에 의해 각 단계가 수행되는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법으로서, 북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(SAT)을 추출해, 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 단계(S100), 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 단계(S200), 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 단계(S300) 및 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 단계(S400)를 포함하여 구현될 수 있으며, 대상 기간의 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터를 수집하는 단계(S10) 및 관측 데이터와 수치 모델 데이터로부터 각각 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 서로 비교하여, 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석하는 단계(S500)를 더 포함하여 구현될 수 있다.

[0134] 여기서, 본 발명은 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법에 관한 것으로서, 컴퓨터 등으로 구현되는 기후 상관성 진단 장치(100)에 의해 각 단계가 수행될 수 있다. 보다 구체적으로, 메모리 및 프로세서를 포함한 하드웨어에서 기록되는 소프트웨어로 구성될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법은, 개인용 컴퓨터, 노트북 컴퓨터, 서버 컴퓨터, 태블릿 PC 등에 저장 및 구현될 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해, 각 단계를 수행하는 주체는 생략될 수 있다.

[0136] 종래 북극과 동아시아의 기후 상관성 중 북극 온난화-유라시아 냉각화(Warm arctic-Cold Eurasia; WACE) 현상은 동아시아에 한파를 일으키는 원격상관 중 하나로 알려져 있는데, 이러한 상관성을 정의하고 진단하는 방법으로 경험적 직교 함수(Empirical Orthogonal Function; EOF)를 이용하였다.

[0138] 도 4는 경험적 직교 함수를 이용한 북극-동아시아 기후 상관성 진단 결과를 예를 들어 도시한 도면이다. 도 4는 1979년~2005년 동안 북극과 동아시아를 포함하는 범위(40° N~90° N, 0° ~180°)의 표층 기온(SAT)을 경험적 직교 함수로 분석해 두 번째 모드 결과를 도시한 도면이다. 종래 기술에 따르면, 해당 기간, 공간의 대표적인 패턴을 나타내는 경험적 직교 함수를 사용하여 북극과 동아시아의 기후 상관성을 나타낼 수 있다는 장점이 있다. 그러나 도 4에 도시된 바와 같이, 같은 기간에 대해 관측 데이터(Observation)에서는 북극 온난화와 동아시아 냉각화의 기후 상관성이 나타나지만, 수치 모델 데이터(Model)에서는 유의미한 기후 상관성이 나타나지 않아 분석에 제한이 있었다. 또한, 북극과 동아시아의 기후 상관성이 적은 날들을 정의하고 분석할 수가 없어서, 기후 상관성 연구 및 한파 예측 연구에도 어려움이 있었다.

[0140] 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법에서는, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단에 있어서 전술한 바와 같은 한계가 있는 경험적 직교 함수 대신, 북극과 동아시아의 지역별 표층 기온의 표준 편차를 관측 데이터와 수치 모델 데이터 모두에 적용 가능한 새로운 기준으로 제안함으로써, 관측과 모델 등의 다양한 자료를 일관된 정의로 진단 분석할 수 있다.

[0142] 이하에서는, 도 3을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법의 각 단계에 대해 상세히 설명하도록 한다.

[0144] 단계 S10에서는, 대상 기간의 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터를 수집할 수 있다. 즉, 단계 S10에서는, 데이터 수집부(105)가 관측 데이터 처리 장치(200)로부터 관측 데이터를 수집하거나, 수치 모델 수행 장치(300)로부터 수치 모델 데이터를 수집할 수 있다. 이때, 수집하는 데이터의 종류와 대상 기간은 기후 상관성 분석의 목적에 따라 상이할 수 있으나, 기후적으로 의미 있는 분석을 위해 10년 이상의 장기간 데이터를 수집할 수 있고, 주로 겨울철 한파에서 북극-동아시아 원격 기후 상관성이 드러나므로, 겨울철(12월, 1월, 2월) 데이터를 수집할 수 있다.

[0146] 단계 S100에서는, 지역 평균 산출부(110)가, 북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(Surface Air Temperature, SAT)을 추출해, 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출할 수 있다. 여기서, 표층 기온은, 통상적으로 사람이 느끼는 기온에 해당하는 2m temperature 값일 수 있다.

[0148] 한편, 북극 지역과 동아시아 지역은 미리 설정될 수 있는데, 북극 지역을 바렌츠-카라해 영역으로 설정하며, 보다 구체적으로 북극 지역을 북위 68~83도, 동경 15~110도 영역으로 설정할 수 있다. 단계 S100에서는, 설정된 북극 지역에서 표층 기온을 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출할 수 있다.

[0150] 또한, 동아시아 지역은 북위 40~60도, 동경 60~120도 영역으로 설정할 수 있고, 단계 S100에서는, 설정된 동아시아 지역에서 표층 기온을 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출할 수 있다.

[0152] 한편, 단계 S100에서는, 수집한 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터의 표층 기온을 사용해, 분석 기간 단위로 북극 지역과 동아시아 지역 각각의 지역 평균 기온을 산출할 수 있다. 이때, 단계 S10에서 수집한 데이터의 특성이나 분석 목적에 따라 분석 기간 단위로 지역 평균 기온을 산출할 수 있는데, 분석 기간 단위는 1일, 1월, 1년 등 다양할 수 있다. 예를 들어, 1년 동안의 기간에 대해 1일 단위(분석 기간 단위)로 지역 평균 기온을 산출하면, 북극 지역에 대해 365개, 동아시아 지역에 대해 365개의 지역 평균 기온 값이 산출될 수 있다.

[0154] 실시예에 따라서는, 겨울철의 북극 온난화-동아시아 냉각화 현상의 진단을 위해, 10년간의 대상 기간의 12월, 1월, 2월의 겨울철(DJF) 기간에 대해 1일 단위로 지역 평균 기온을 산출해, 북극 지역과 동아시아 지역에 대해 각각 연간 90개씩 10년간 900개 정도(윤년 등에 따른 차이가 있음), 두 지역에서 총 1800개의 지역 평균 기온 값을 산출해 사용할 수도 있다.

[0156] 단계 S200에서는, 진단 기준 산출부(120)가, 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출할 수 있다. 이때, 평년 기온 및 표준 편차는 북극 지역과 동아시아 지역 각각에 대해 산출하며, 여기서 산출한 표준 편차를 상관성 진단을 위한 기준으로 사용할 수 있다.

[0158] 단계 S300에서는, 분류부(130)가, 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류할 수 있다. 보다 구체적으로, 단계 S300에서는, 북극 온난화-동아시아 냉각화 현상의 상관성 진단을 위해, 분석 기간 단위로 북극 지역을 온난과 보통, 동아시아 지역을 한랭과 보통으로 각각 분류할 수 있다. 즉, 단계 S300은, 북극 온난화 진단과 동아시아 한랭 진단을 수행하는 과정에 해당한다.

[0160] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법의 단계 S300에서의 분류 기준을 예를 들어 도시한 도면이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법의 단계 S300에서는, 북극 지역의 지역 평균 기온이 해당 지역의 평년 기온보다 표준 편차 이상 높으면 온난으로, 나머지는 보통으로 분류하고, 동아시아 지역의 지역 평균 기온이 해당 지역의 평년 기온보다 표준 편차 이상 낮으면 한랭으로, 나머지는 보통으로 분류할 수 있다.

[0162] 단계 S400에서는, 진단부(140)가, 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단할 수 있다. 즉, 단계 S400에서는, 단계 S300의 북극 온난화 진단과 동아시아 한랭 진단을 사용해, 두 현상의 동시 상관성을 판단할 수 있다. 예를 들어, 단계 S300에서 북극 지역이 온난, 동아시아 지역이 한랭으로 분류된 경우는 상관성이 높은 것으로, 북극 지역이 온난한데 동아시아 지역은 보통인 경우는 상관성이 낮은 것으로 진단할 수 있다.

[0164] 단계 S500에서는, 분석부(150)가, 관측 데이터와 수치 모델 데이터로부터 각각 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 서로 비교하여, 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석할 수 있다. 이를 위해, 단계 S10에서는, 관측 데이터 및 수치 모델 데이터를 모두 수집할 수 있다. 보다 구체적으로, 단계 S500에서는, 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 기초로 미리 설정된 기준에 따라 분류된 높은 상관성 케이스와 낮은 상관성 케이스 각각에 대한 관측 데이터와 수치 모델 데이터의 표층 기온의 표준 편차 합성장 분석을 통해, 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석할 수 있다. 여기서, 예측 특성을 분석한다는 것은, 해당 수치 모델의 기후 상관성 예측이 잘 되는지, 예측 수준은 어떠한지 등을 분석하는 것을 의미할 수 있다.

[0166] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법에 따른 높은 상관성 케이스와 낮은 상관성 케이스 분류를 도시한 도면이다. 도 6에서 북극 온난화(Warm Arctic) 동아시아 한랭(Cold Continent) 사례는, 북극 온난화-동아시아 냉각화 현상에 따른 북극-동아시아 원격 기후 동시 상관성이 높게 나타난 경우인데(높은 상관성 케이스, Warm Arctic Cold Continent case), 관측 데이터에서 나타나는 사례에 비해 수치 모델 데이터에서는 적은 사례만 상관성이 높게 나타나는 것을 파악할 수 있다. 그러나 도 4에 도시된 바와 같이, 경험적 직교 함수 이용 시 수치 모델 데이터에서는 기후 상관성의 진단이 거의 불가능한 것을 고려하면, 표준 편차에 기초한 진단 방법은 수치 모델 데이터에도 적용 가능한 것임을 확인할 수 있다. 또한, 도 6에서 북극은 온난한데 동아시아는 보통인 사례(Only Warm Arctic case)는, 북극 지역과 동아시아 지역의 기후 상관성이 낮게 나타난 경우에 해당한다(낮은 상관성 케이스).

[0168] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법에 따른 높은 상관성 케이스와 낮은 상관성 케이스의 합성장 분석 결과를 도시한 도면이다. 보다 구체적으로, 도 7은 도 6의 높은 상관성 케이스(Warm Arctic Cold Continent case)와 낮은 상관성 케이스(Only Warm Arctic case) 분류에 따라 각각의 케이스들에 대해, 관측 데이터(ERA-Interim, ECMWF에서 제공하는 재분석 자료)와 수치 모델 데이터(GloSea5, 기상청에서 운영하는 전구 수치 모델의 예측 데이터)로부터 표층 기온의 표준 편차의 겨울철(DJF) 합성장을 분석한 것이다. 비교를 위해 높은 상관성 케이스(Warm Arctic Cold Continent case)와 낮은 상관성 케이스(Only Warm Arctic case)를 모두 합한 사례(All Warm Arctic case)에 대해서도 합성장 분석을 수행하였다. 여기서, 합성장 분석은 겨울철에 해당하는 12월, 1월, 2월의 데이터를 시간 평균한 것이다.

[0170] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법에 따르면, 경험적 직교 함수를 사용했을 때와는 달리(도 4 참조), 높은 상관성 케이스(Warm Arctic Cold Continent case)뿐 아니라 낮은 상관성 케이스(Only Warm Arctic case)에 대해서도 북극-동아시아 원격 상관성이 잘 드러나는 것을 확인할 수 있다. 따라서 본 발명에 따르면, 수치 모델 데이터에서도 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단할 수 있고 특히, 기후 상관성이 낮은 사례에서도 그 패턴이 잘 드러나므로 추가적인 분석 및 연구를 할 수 있고, 이를 통해 겨울철 한파 예측성을 높이는 데 기여할 수 있다. 또한, 여러 모델에 대해 도 7에 도시된 바와 같은 표준 편차의 합성장 분석을 수행하여 모델 사이의 원격 기후 상관성의 모의 수준을 진단할 수 있다.

[0172] 전술한 바와 같이, 본 발명에서 제안하고 있는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템에 따르면, 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단에 있어서 북극과 동아시아의 지역별 표층 기온의 표준 편차를 관측 데이터와 수치 모델 데이터 모두에 적용 가능한 새로운 기준으로 제안함으로써, 관측과 모델 등의 다양한 자료를 일관된 정의로 진단 분석할 수 있다.

[0174] 또한, 본 발명에서 제안하고 있는 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체, 진단 장치 및 진단 시스템에 따르면, 기존 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하기 어려웠던 수치 모델 데이터에서도 원격 기후 상관성의 모의 수준을 진단할 수 있고, 기후 상관성이 낮은 케이스에 대해서도 분석을 할 수 있으므로, 겨울철 한파 예측성을 높이는 데 기여할 수 있다.

[0176] 한편, 본 발명은, 본 발명의 일실시예에 따른 북극-동아시아 원격 기후 상관성 진단 방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램이 기록된 것을 특징으로 하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체를 포함할 수 있다. 즉, 본 발명은 다양한 통신 단말기로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터에서 판독 가능한 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터에서 판독 가능한 매체는, 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) 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 포함할 수 있다.

[0178] 이와 같은 컴퓨터에서 판독 가능한 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 이때, 컴퓨터에서 판독 가능한 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 구현하기 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 예를 들어, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다.

[0180] 이상 설명한 본 발명은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 다양한 변형이나 응용이 가능하며, 본 발명에 따른 기술적 사상의 범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0181] 10: 기후 상관성 진단 시스템

100: 기후 상관성 진단 장치

105: 데이터 수집부

110: 지역 평균 산출부

120: 진단 기준 산출부

130: 분류부

140: 진단부

150: 분석부

200: 관측 데이터 처리 장치

300: 수치 모델 수행 장치

S10: 대상 기간의 관측 데이터 및/또는 수치 모델 데이터를 수집하는 단계

S100: 북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(SAT)을 추출해, 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서 지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 단계

S200: 지역 평균 기온을 사용해 각 지역의 평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 단계

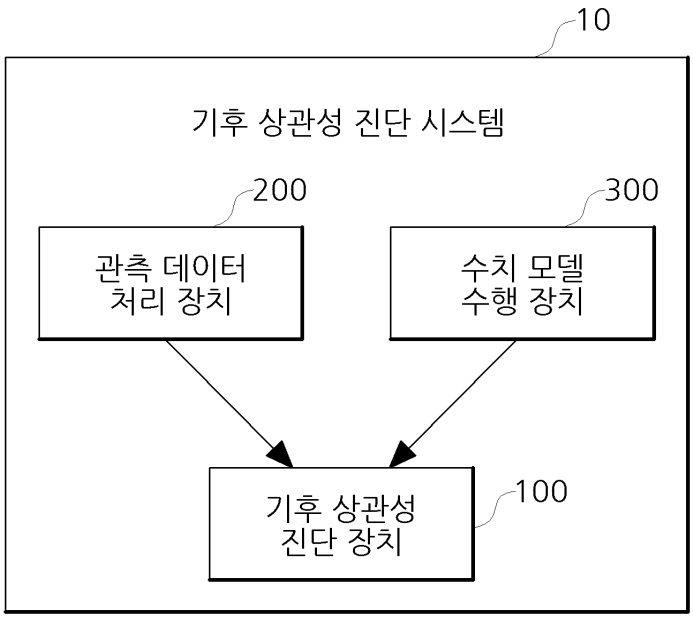
S300: 표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 북극 지역과 동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal) 및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 단계

S400: 분류에 따라 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 진단하는 단계

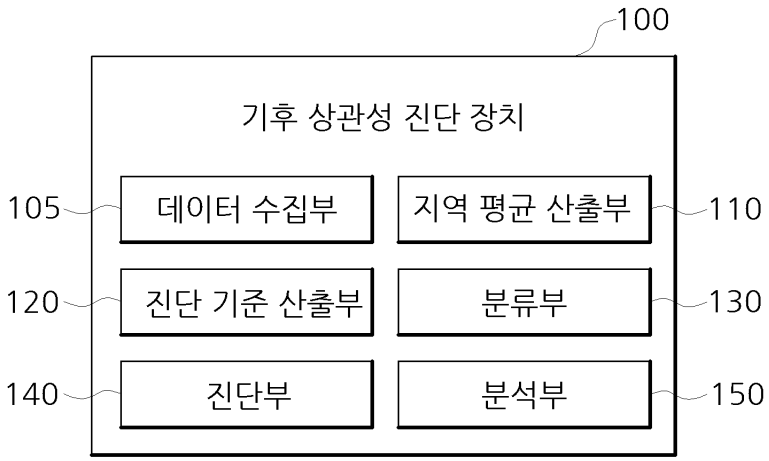
S500: 관측 데이터와 수치 모델 데이터로부터 각각 진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을 서로 비교하여, 수치 모델의 북극-동아시아 원격 기후 상관성 예측 특성을 분석하는 단계

도면

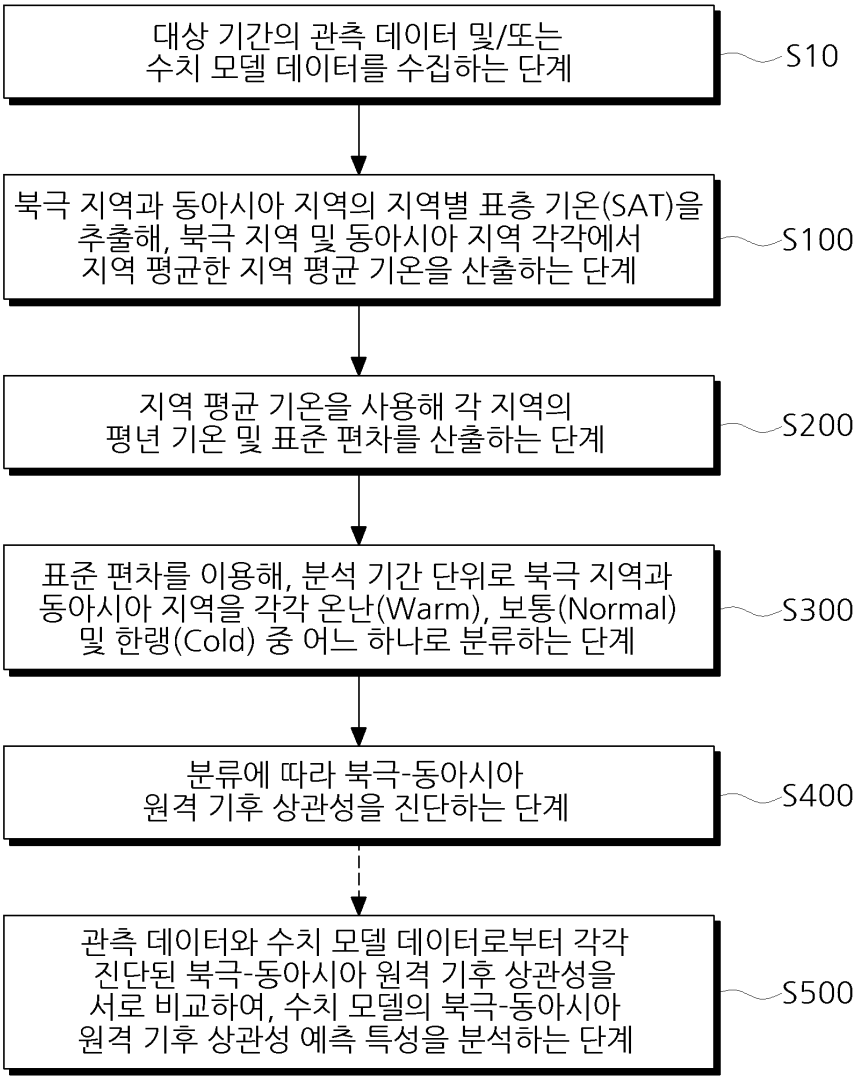
도면1



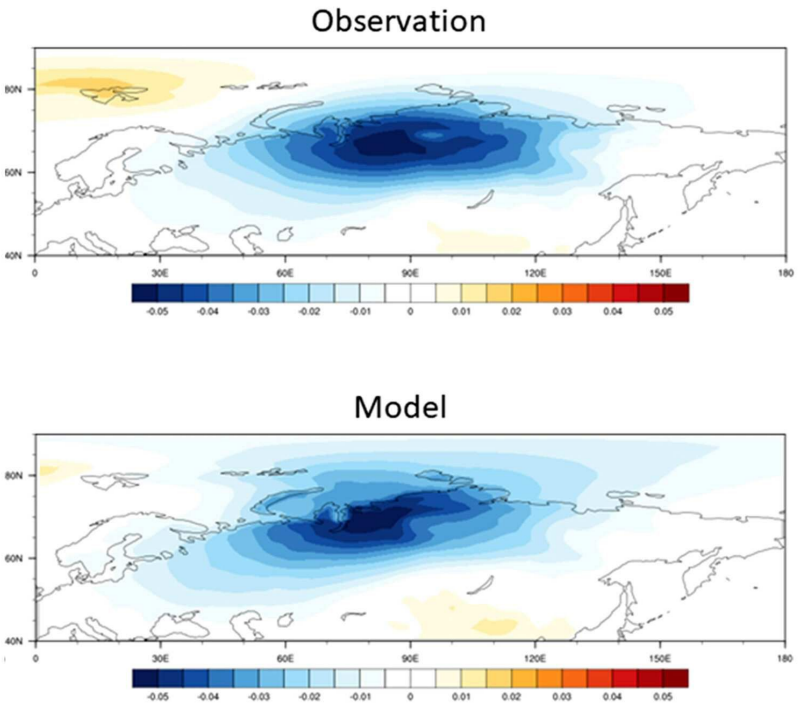
도면2



도면3


대상 기간의 관측 데이터 및/또는
수치 모델 데이터를 수집하는 단계
S10
북극 지역과 동아시아 지역의 지역별 표층 기온(SAT)을
추출해, 북극 지역 및 동아시아 지역 각각에서
지역 평균한 지역 평균 기온을 산출하는 단계
S100
지역 평균 기온을 사용해 각 지역의
평년 기온 및 표준 편차를 산출하는 단계
S200
표준 편차를 이용해, 분석 기간 단위로 북극 지역과
동아시아 지역을 각각 온난(Warm), 보통(Normal)
및 한랭(Cold) 중 어느 하나로 분류하는 단계
S300
분류에 따라 북극-동아시아
원격 기후 상관성을 진단하는 단계
S400
관측 데이터와 수치 모델 데이터로부터 각각
진단된 북극-동아시아 원격 기후 상관성을
서로 비교하여, 수치 모델의 북극-동아시아
원격 기후 상관성 예측 특성을 분석하는 단계
S500

도면4



도면5

		Anomaly
East Asia (40°N~60°N, 60°E~120°E)	Cold	<= -1σ
	Normal	> -1σ
Arctic (68°N~83°N, 15°E~110°E)	Warm	>= +1σ
	Normal	< +1σ

도면6

	Observation	Model
Warm Arctic Cold Continent case	1979.12.18 ~ 1979.12.25 1980.12.24 ~ 1981.01.02 1981.01.21 ~ 1981.01.29 1981.02.19 ~ 1981.02.24 1984.01.12 ~ 1984.01.30 1984.01.31 ~ 1984.02.19 1984.12.13 ~ 1984.12.29 1985.02.21 ~ 1985.02.28 1986.01.26 ~ 1986.02.07 1988.01.22 ~ 1988.01.28 1991.12.19 ~ 1991.12.25 1996.01.11 ~ 1996.01.20 2001.12.01 ~ 2001.12.06 2004.12.18 ~ 2005.01.01 2005.01.23 ~ 2005.02.11 2005.02.14 ~ 2005.02.24 2006.01.19 ~ 2006.01.26 2008.01.17 ~ 2008.01.22 2009.02.19 ~ 2009.02.24	1981.02.03 ~ 1981.02.12 1982.12.07 ~ 1982.12.24 1984.02.08 ~ 1984.02.25 1987.12.12 ~ 1987.12.21 1990.12.04 ~ 1990.12.17 1994.12.08 ~ 1994.12.16 1996.12.04 ~ 1996.12.09 1996.12.12 ~ 1996.12.21 1997.01.04 ~ 1997.01.12 1997.01.22 ~ 1997.01.27 2005.02.20 ~ 2005.02.30 2011.02.20 ~ 2011.02.26 2012.01.02 ~ 2012.01.17 2012.12.30 ~ 2013.01.05
Only Warm Arctic case	1982.12.01 ~ 1982.12.08 1983.01.02 ~ 1983.01.11 1983.01.17 ~ 1983.01.23 1983.12.29 ~ 1984.01.07 1990.02.19 ~ 1990.02.27 1993.12.01 ~ 1993.12.06 1995.01.30 ~ 1995.02.19 1996.02.22 ~ 1996.02.28 1999.12.02 ~ 1999.12.07 1999.12.16 ~ 1999.12.22 2000.02.10 ~ 2000.02.16 2001.12.08 ~ 2001.12.16 2005.01.11 ~ 2005.01.16 2006.02.21 ~ 2006.02.28 2007.01.06 ~ 2007.01.18 2008.12.19 ~ 2008.12.30 2011.12.06 ~ 2011.12.21 2011.12.22 ~ 2012.01.05 2012.01.16 ~ 2012.01.21 2012.01.27 ~ 2012.02.27 2012.12.12 ~ 2012.12.17	1980.02.14 ~ 1980.02.24 1981.01.08 ~ 1981.01.13 1981.02.25 ~ 1981.02.30 1983.01.11 ~ 1983.01.24 1985.01.24 ~ 1985.01.30 1985.02.03 ~ 1985.02.08 1988.01.06 ~ 1988.01.16 1993.01.22 ~ 1993.01.28 1996.01.10 ~ 1996.01.26 1996.01.28 ~ 1996.02.05 2000.02.23 ~ 2000.02.30 2004.02.09 ~ 2004.02.14 2004.12.22 ~ 2004.12.29 2005.12.05 ~ 2005.12.15 2005.12.18 ~ 2005.12.25 2006.01.19 ~ 2006.01.28 2008.02.22 ~ 2008.02.30 2008.12.01 ~ 2008.12.06 2010.01.11 ~ 2010.01.18 2011.12.17 ~ 2011.12.22 2013.12.18 ~ 2013.12.27

도면7

