(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0157077
(43) 공개일자 2021년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01W 1/10 (2006.01) *G06N 3/12* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01W 1/10 (2013.01)
G06N 3/126 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0074917
(22) 출원일자 2020년06월19일
심사청구일자 2020년06월19일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
박선기
서울특별시 용산구 백범로90길 26, 101동 1103호 (문배동, 용산아크로타워)
박소정
서울특별시 도봉구 시루봉로2길 90, 604동 610호 (쌍문동, 한양7차아파트)
(74) 대리인
특허법인 무한

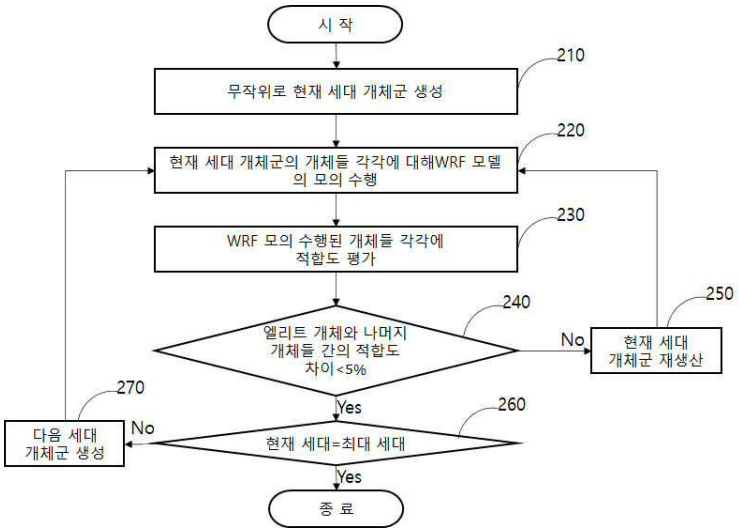
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **WRF 모델의 물리과정 모수화 스킴 조합 최적화를 위한 μ-GA-WRF 결합 시스템**

(57) 요 약

WRF 모델의 물리과정 모수화 스킴 조합 최적화를 위한 μ-GA-WRF 결합 시스템이 개시된다. 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 방법은 유전자 알고리즘을 이용하여, WRF(Weather Research and Forecasting) 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대한 무작위 선택을 통해 물리과정 모수화 스킴 조합에 대응하는 하나 이상의 개체로 구성된 현재 세대의 개체군을 생성하는 단계; 상기 현재 세대의 개체군을 구성하는 개체들 각각에 대해 WRF 모델의 모의를 수행함으로써 적합도를 평가하는 단계; 및 상기 평가된 적합도에 기초하여 상기 개체군을 구성하는 개체들에 대한 재생산 여부를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
G01W 2203/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1365003098
과제번호 KMI2018-06710
부처명 기상청
과제관리(전문)기관명 한국기상산업기술원
연구사업명 기상·지진See-At기술개발연구(R&D)
연구과제명 동해안 지역에서 동풍유입과 관련한 기상특성에 대한 이해
기 여 율 1/2
과제수행기관명 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345295880
과제번호 2018R1A6A1A08025520
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명 기후/환경변화예측연구센터
기 여 율 1/2
과제수행기관명 이화여자대학교
연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

유전자 알고리즘을 이용하여, WRF(Weather Research and Forecasting) 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대한 무작위 선택을 통해 물리과정 모수화 스킴 조합에 대응하는 하나 이상의 개체로 구성된 현재 세대의 개체군을 생성하는 단계;

상기 현재 세대의 개체군을 구성하는 개체들 각각에 대해 WRF 모델의 모의를 수행함으로써 적합도를 평가하는 단계; 및

상기 평가된 적합도에 기초하여 상기 개체군을 구성하는 개체들에 대한 재생산 여부를 판단하는 단계

를 포함하는 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 평가된 적합도에 기초하여 식별된 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이가 일정 기준 이상인 경우, 상기 개체군을 구성하는 개체들의 단점 교차를 거쳐 개체군을 재생산하고, 재생산된 개체군을 구성하는 개체들 중 무작위로 한 개체를 상기 적합도 평가를 통해 결정된 엘리트 개체로 대체함으로써 상기 개체군을 구성하는 개체들을 재생산하는 단계

를 더 포함하는 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 엘리트 개체는,

상기 개체군을 구성하는 개체들 중 적합도가 가장 높은 개체인 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 평가된 적합도에 기초하여 식별된 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이가 일정 기준 미만인 경우, 상기 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대인지의 여부에 따라 다음 세대에 대응하는 개체군의 생성 여부를 결정하는 단계

를 더 포함하는 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 다음 세대에 대응하는 개체군의 생성 여부를 결정하는 단계는,

상기 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대가 아닌 경우, 상기 현재 세대의 개체들에 대한 적합도 평가를 통해 결정된 엘리트 개체와 WRF 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대해 무작위로 선택된 개체들을 이용하여 다음 세대에 대응하는 개체군을 생성하는 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체.

청구항 7

프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

유전자 알고리즘을 이용하여, WRF(Weather Research and Forecasting) 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대한 무작위 선택을 통해 물리과정 모수화 스킴 조합에 대응하는 하나 이상의 개체로 구성된 현재 세대의 개체군을 생성하고,

상기 현재 세대의 개체군을 구성하는 개체들 각각에 대해 WRF 모델의 모의를 수행함으로써 적합도를 평가하며,

상기 평가된 적합도에 기초하여 상기 개체군을 구성하는 개체들에 대한 재생산 여부를 판단하는 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 평가된 적합도에 기초하여 식별된 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이가 일정 기준 이상인 경우, 상기 개체군을 구성하는 개체들의 단점 교차를 거쳐 개체군을 재생산하고, 재생산된 개체군을 구성하는 개체들 중 무작위로 한 개체를 상기 적합도 평가를 통해 결정된 엘리트 개체로 대체함으로써 상기 개체군을 구성하는 개체들을 재생산하는 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 엘리트 개체는,

상기 개체군을 구성하는 개체들 중 적합도가 가장 높은 개체인 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 평가된 적합도에 기초하여 식별된 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이가 일정 기준 미만인 경우, 상기 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대인지의 여부에 따라 다음 세대에 대응하는 개체군의 생성 여부를 결정하는 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대가 아닌 경우, 상기 현재 세대의 개체들에 대한 적합도 평가를 통해 결정된 엘리트 개체와 WRF 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대해 무작위로 선택된 개체들을 이용하여 다음 세대에 대응하는 개체군을 생성하는 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 WRF(Weather Research and Forecasting) 모델의 물리과정 모수화 스킴 조합 최적화를 위한 μ-GA-WRF 결합 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 WRF 모델에 포함되어 있는 물리과정 모수화 스킴들에 대해 마이

크로 유전자 알고리즘(Micro-Genetic Algorithm,μ-GA)을 이용하여 지역 기상 및 기후에 맞는 물리과정 모수화 스킴들을 식별하고, 식별된 물리과정 모수화 스킴들 간의 상호작용을 고려하여 최적의 물리 모수화 스킴 조합을 결정하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 수치예보모델은 모델 격자점에서 지배방정식을 수치적으로 해석하여 대기 변수들을 예단하고 미래의 날씨를 예측하는 모델이다. 그리고 모델 격자점에서 알 수 없는 아격자 규모의 기상 현상들은 이론과 경험에 기반하여 모수화 기법을 통해 구현되고 있다. 수치모델 자체의 오차 원인 중 하나는 아직 정확히 이해되지 못한 아격자 규모의 기상 현상들을 나타내는 모수화 스킴 또는 모수화 파라미터에 기인한다. 이에 동일한 물리 과정을 모수화하더라도 여러 가지 다른 가정들을 바탕으로 다양한 스킴들이 제안되고 활용되어 왔다.

[0003] 따라서, WRF 모델에 포함된 물리과정 모수화 스킴들의 조합을 지역 기상 및 기후에 맞게 최적화시키는 방법이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 WRF 모델에 포함되어 있는 복수의 물리과정 모수화 스킴들에 대한 민감도 실험 없이 객관적인 알고리즘을 이용함으로써 지역 기상 및 기후에 맞는 물리과정 모수화 스킴들을 식별할 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.

[0005] 또한, 본 발명은 지역 기상 및 기후에 맞게 식별된 물리과정 모수화 스킴들간의 상호작용까지 고려함으로써 적합한 물리과정 모수화 스킴 조합을 결정할 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일실시예에 따른 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 방법은 유전자 알고리즘을 이용하여, WRF(Weather Research and Forecasting) 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대한 무작위 선택을 통해 물리과정 모수화 스킴 조합에 대응하는 하나 이상의 개체로 구성된 현재 세대의 개체군을 생성하는 단계; 상기 현재 세대의 개체군을 구성하는 개체들 각각에 대해 WRF 모델의 모의를 수행함으로써 적합도를 평가하는 단계; 및 상기 평가된 적합도에 기초하여 상기 개체군을 구성하는 개체들에 대한 재생산 여부를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[0007] 상기 평가된 적합도에 기초하여 식별된 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이가 일정 기준 이상인 경우, 상기 개체군을 구성하는 개체들의 단점 교차를 거쳐 개체군을 재생산하고, 재생산된 개체군을 구성하는 개체들 중 무작위로 한 개체를 선택 상기 적합도 평가를 통해 결정된 엘리트 개체로 대체함으로써 상기 개체군을 구성하는 개체들을 재생산하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0008] 상기 엘리트 개체는 상기 개체군을 구성하는 개체들 중 적합도가 가장 높은 개체일 수 있다.

[0009] 상기 평가된 적합도에 기초하여 식별된 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이가 일정 기준 미만인 경우, 상기 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대인지의 여부에 따라 다음 세대에 대응하는 개체군의 생성 여부를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 다음 세대에 대응하는 개체군의 생성 여부를 결정하는 단계는 상기 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대가 아닌 경우, 상기 현재 세대의 개체들에 대한 적합도 평가를 통해 결정된 엘리트 개체와 WRF 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대해 무작위로 선택된 개체들을 이용하여 다음 세대에 대응하는 개체군을 생성할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일실시예에 따른 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 유전자 알고리즘을 이용하여, WRF(Weather Research and Forecasting) 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대한 무작위 선택을 통해 물리과정 모수화 스킴 조합에 대응하는 하나 이상의 개체로 구성된 현재 세대의 개체군을 생성하고, 상기 현재 세대의 개체군을 구성하는 개체들 각각에 대해 WRF 모델의 모의를 수행함으로써 적합도를 평가하며, 상기 평가된 적합도에 기초하여 상기 개체군을 구성하는 개체들에 대한 재생산 여부를 판단할 수 있다.

[0012] 상기 프로세서는 상기 평가된 적합도에 기초하여 식별된 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이가 일정

기준 이상인 경우, 상기 개체군을 구성하는 개체들의 단점 교차를 거쳐 개체군을 재생산하고, 재생산된 개체군을 구성하는 개체들 중 무작위로 한 개체를 상기 적합도 평가를 통해 결정된 엘리트 개체로 대체함으로써 상기 개체군을 구성하는 개체들을 재생산할 수 있다.

[0013] 상기 엘리트 개체는 상기 개체군을 구성하는 개체들 중 적합도가 가장 높은 개체일 수 있다.

[0014] 상기 프로세서는 상기 평가된 적합도에 기초하여 식별된 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이가 일정 기준 미만인 경우, 상기 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대인지의 여부에 따라 다음 세대에 대응하는 개체군의 생성 여부를 결정할 수 있다.

[0015] 상기 프로세서는 상기 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대가 아닌 경우, 상기 초기 세대의 개체들에 대한 적합도 평가를 통해 결정된 엘리트 개체와 WRF 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대해 무작위로 선택된 개체들을 이용하여 다음 세대에 대응하는 개체군을 생성할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명은 WRF 모델에 포함되어 있는 복수의 물리과정 모수화 스킴들에 대한 민감도 실험 없이 객관적인 알고리즘을 이용함으로써 지역 기상 및 기후에 맞는 물리과정 모수화 스킴들을 식별할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명은 지역 기상 및 기후에 맞게 식별된 물리과정 모수화 스킴들간의 상호작용까지 고려함으로써 적합한 물리과정 모수화 스킴 조합을 결정할 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명은 적합한 물리과정 모수화 스킴 조합을 결정함으로써 수치예보모델의 예측 정확성을 개선시킬 수 있으며, 개선된 수치예보모델의 예측 정확성을 활용하여 보다 정확한 기상 현상을 분석할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 물리과정 모수화 스킴 조합 결장 장치를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 모수화 스킴 조합 결정 방법을 플로우챠트로 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘 스크립트의 구성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 물리과정 모수화 스킴 조합 결장 장치를 도시한 도면이다.

[0022] 도 1을 참고하면, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 프로세서(110) 및 데이터 베이스(120)로 구성될 수 있다. 본 발명의 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 WRF 모델과 유전자 알고리즘이 결합된 시스템으로써, WRF 모델의 물리과정 모수화 스킴 조합을 마이크로 유전자 알고리즘을 이용하여 지역 기상 및 기후에 최적화하는 방법을 제공할 수 있다.

[0023] 구체적으로 프로세서(110)가 수행하는 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 방법은 데이터 베이스(120)에 저장된 마이크로 유전자 알고리즘의 흐름에 따라 구동될 수 있으며, 마이크로 유전자 알고리즘의 적합도를 계산하는 과정에서 해당 마이크로 유전자 알고리즘과 WRF 모델이 결합될 수 있다.

[0024] 이때, 마이크로 유전자 알고리즘의 적합도를 계산하는 모듈은 포트란(FORTRAN)을 작성될 수 있으며, 해당 모듈 내에서 WRF 모델의 모의는 쉘 스크립트(Shell script)를 이용하여 수행될 수 있다.

[0025] 보다 자세한 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)의 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 방법은 다음의 도 2를 통해 자세히 설명하도록 한다.

[0026] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 모수화 스킴 조합 결정 방법을 플로우챠트로 도시한 도면이다.

[0027] 단계(210)에서, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 마이크로 유전자 알고리즘을 이용하여, WRF 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대한 무작위 선택을 통해 물리과정 모수화 스킴 조합에 대응하는 하나 이상의 개체로 구성된 현재 세대의 개체군을 생성할 수 있다. 이때, 마이크로 유전자 알고리즘을 통해 생성된 개체, 즉 물리과정 모수화 시킴 조합은 WRF 모델의 namelist.input에 입력될 수 있다. 여기서 마이크로 유전자 알고리즘을 통해 생성되는 개체군의 크기는 일례로 5로 결정될 수 있다.

[0028] 단계(220)에서, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 생성된 현재 세대의 개체군을 구성하는 개체들 각각에 대해 WRF 모델의 모의를 수행할 수 있다. 구체적으로 WRF 모델은 대기 모델이므로, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 현재 세대의 개체군을 구성하는 개체들 각각에 대해 시간에 따른 기온, 습도, 강수량 등의 변수를 예측하는 모의를 수행할 수 잇다.

[0029] 이때, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 위에서 언급한 바와 같이 WRF 모델의 모의를 쉘 스크립트를 이용하여 수행할 수 있다. 이와 같은 쉘 스크립트는 마이크로 유전자 알고리즘을 통해 생성된 개체를 WRF 모델의 namelist.input에 입력시켜, 마이크로 유전자 알고리즘과 WRF 모델이 서로 결합되게 할 수 있는 모듈일 수 있다.

[0030] 일례로, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 쉘 스크립트의 구성에 관한 것으로 물리과정 모수화 스킴을 설정하는 '&physics' 섹션을 기술한 도면이다. 이때, 쉘 스크립트의 'parameter.out'에는 각 개체가 가지는 유전자의 표현형이 저장될 수 있다.

[0031] 단계(230)에서, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 WRF 모델의 모의가 수행된 개체들 각 각에 대한 적합도를 평가할 수 있다. 이때, 적합도 평가는 평가 목적에 따라 다양한 알고리즘이 사용될 수 있는데, 일례로, skill score(예를들어, threat score, accuracy, true skill score), 평균제곱근 오차 또는 평균제곱근 편차 등을 이용하여 적합도 함수가 결정될 수 있다. 그리고, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 이와 같이 결정된 적합도 함수를 이용하여 평가된 개체들 각각에 대한 함수값을 비교함으로써 최대 값 또는 최소 값을 갖는 개체를 엘리트 개체로 결정할 수 있다.

[0032] 이때, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 위에서 언급한 바와 같이 이와 같은 적합도 평가를 포트란(FORTRAN)을 통해 수행할 수 있다.

[0033] 단계(240)에서, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 평가된 적합도에 기초하여 식별된 현재 세대의 개체군에 포함된 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이에 기초하여 상기 현재 세대의 개체군을 구성하는 개체들에 대한 재생산 여부를 판단할 수 있다.

[0034] 보다 구체적으로 평가된 적합도에 기초하여 식별된 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이가 일정 기준 이상이라고 판단되면, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 단계(250)에서, 현재 세대의 개체군을 구성하는 개체들을 재생산할 수 있다. 보다 구체적으로 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 현재 세대의 개체군을 구성하는 개체들을 재생산하는 경우, 재생산 연산자를 통해 새롭게 개체들을 재생산할 수 있는다.

[0035] 이때, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 먼저 부모 개체를 순차적으로 선택하여 100%의 확률로 단점 교차를 거침으로써 개체군의 크기에 대응하는 개체들을 재생산할 수 있다. 이후 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 재생산된 개체들 중 무작위로 하나의 개체를 선택하고, 선택된 개체를 적합도 평가를 통해 결정된 엘리트 개체로 대체할 수 있다. 이때, 엘리트 개체는 개체군을 구성하는 개체들 중 가장 높은 적합도를 가지는 개체를 의미할 수 있다.

[0036] 이후 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 재생산된 개체들에 대해 WRF 모델의 모의를 수행하고, 적합도를 평가한 후 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 차이가 일정 기준 이상인 경우 개체들을 재생산하는 단계(220) 내지 단계(250)를 반복하여 수행할 수 있다.

[0037] 이러한 반복 수행을 통해 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 차이가 일정 기준 미만이라고 판단되면, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 단계(260)에서, 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대에 대응하는지 여부를 판단할 수 있다. 만약, 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대에 대응하는 경우, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 시스템을 종료할 수 있다.

[0038] 이와는 달리 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대 미만인 경우, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 단계(270)에서, 다음 세대에 대응하는 개체군을 생성할 수 있다. 보다 구체적으로 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 현재 세대의 개체군이 미리 설정된 최대 세대가 아닌 경우, 현재 세대의 개체들에 대한 적합도 평가를 통해 결정된 엘리트 개체와 WRF 모델의 물리과정 모수화 스킴들에 대해 무작위로 선택된 개체들을 이용하여 다음 세대에 대응하는 개체군을 생성할 수 있다.

[0039] 이후 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 다음 세대에 대응하는 개체군에 포함된 개체들에 대해 단계(220) 내지 단계(260)를 반복하여 수행할 수 있다.

[0040] 한편, 본 발명에서 제공하는 엘리트 개체와 나머지 개체들 간의 적합도 차이의 기준은 5%일 수 있으며, 이와 같

은 적합도 차이의 기준은 하나의 예시일 뿐 다양한 기준이 사용될 수 있다. 이때, 적합도 차이는 마이크로 유전자 알고리즘에 설정되어 있는 것으로, 바이너리 비트(binary bits) 0 또는 1로 표현되는 개체들의 차이로 결정될 수 있다. 예를 들어, 엘리트 개체가 0101이고 다른 개체가 0100이라면, 마지막 한 비트가 다른 것이고, 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 개체군 모두에 대해 이와 같은 차이를 구하여 합산한 후 총 비트수(4*개체군의 크기)로 나눔으로써 적합도 차이를 구할 수 있다.

[0041] 고해상도의 중규모 기상 예측을 위한 WRF 모델에는 적운 모수화, 미세물리 모수화, 복사 전달 모수화, 행성 경계층 과정 모수화 등 다양한 물리과정 카테고리가 있고, 대표 물리과정들의 스킴 조합만 수억 가지 이상이 존재할 수 있다. 본 발명의 물리과정 모수화 스킴 조합 결정 장치(100)는 WRF 모델의 물리과정 모수화 스킴들의 조합을 마이크로 유전자 알고리즘을 이용하여 지역 기상 및 기후에 맞게 최적화할 수 있다.

[0042] 한편, 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성되어 마그네틱 저장매체, 광학적 판독매체, 디지털 저장매체 등 다양한 기록 매체로도 구현될 수 있다.

[0043] 본 명세서에 설명된 각종 기술들의 구현들은 디지털 전자 회로조직으로, 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어로, 또는 그들의 조합들로 구현될 수 있다. 구현들은 데이터 처리 장치, 예를 들어 프로그램가능 프로세서, 컴퓨터, 또는 다수의 컴퓨터들의 동작에 의한 처리를 위해, 또는 이 동작을 제어하기 위해, 컴퓨터 프로그램 제품, 즉 정보 캐리어, 예를 들어 기계 판독가능 저장 장치(컴퓨터 판독가능 매체) 또는 전파 신호에서 유형적으로 구체화된 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수 있다. 상술한 컴퓨터 프로그램(들)과 같은 컴퓨터 프로그램은 컴파일된 또는 인터프리트된 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 기록될 수 있고, 독립형 프로그램으로서 또는 모듈, 구성요소, 서브루틴, 또는 컴퓨팅 환경에서의 사용에 적절한 다른 유닛으로서 포함하는 임의의 형태로 전개될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 사이트에서 하나의 컴퓨터 또는 다수의 컴퓨터들 상에서 처리되도록 또는 다수의 사이트들에 걸쳐 분배되고 통신 네트워크에 의해 상호 연결되도록 전개될 수 있다.

[0044] 컴퓨터 프로그램의 처리에 적절한 프로세서들은 예로서, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서들 둘 다, 및 임의의 종류의 디지털 컴퓨터의 임의의 하나 이상의 프로세서들을 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 판독 전용 메모리 또는 랜덤 액세스 메모리 또는 둘 다로부터 명령어들 및 데이터를 수신할 것이다. 컴퓨터의 요소들은 명령어들을 실행하는 적어도 하나의 프로세서 및 명령어들 및 데이터를 저장하는 하나 이상의 메모리 장치들을 포함할 수 있다. 일반적으로, 컴퓨터는 데이터를 저장하는 하나 이상의 대량 저장 장치들, 예를 들어 자기, 자기-광 디스크들, 또는 광 디스크들을 포함할 수 있거나, 이것들로부터 데이터를 수신하거나 이것들에 데이터를 송신하거나 또는 양쪽으로 되도록 결합될 수도 있다. 컴퓨터 프로그램 명령어들 및 데이터를 구체화하는데 적절한 정보 캐리어들은 예로서 반도체 메모리 장치들, 예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory), DVD(Digital Video Disk)와 같은 광 기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-Optical Media), 롬(ROM, Read Only Memory), 램(RAM, Random Access Memory), 플래시 메모리, EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 등을 포함한다. 프로세서 및 메모리는 특수 목적 논리 회로조직에 의해 보충되거나, 이에 포함될 수 있다.

[0045] 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용매체일 수 있고, 컴퓨터 저장매체 및 전송매체를 모두 포함할 수 있다.

[0046] 본 명세서는 다수의 특정한 구현물의 세부사항들을 포함하지만, 이들은 어떠한 발명이나 청구 가능한 것의 범위에 대해서도 제한적인 것으로서 이해되어서는 안되며, 오히려 특정한 발명의 특정한 실시형태에 특유할 수 있는 특징들에 대한 설명으로서 이해되어야 한다. 개별적인 실시형태의 문맥에서 본 명세서에 기술된 특정한 특징들은 단일 실시형태에서 조합하여 구현될 수도 있다. 반대로, 단일 실시형태의 문맥에서 기술한 다양한 특징들 역시 개별적으로 혹은 어떠한 적절한 하위 조합으로도 복수의 실시형태에서 구현 가능하다. 나아가, 특징들이 특정한 조합으로 동작하고 초기에 그와 같이 청구된 바와 같이 묘사될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우에 그 조합으로부터 배제될 수 있으며, 그 청구된 조합은 하위 조합이나 하위 조합의 변형물로 변경될 수 있다.

[0047] 마찬가지로, 특정한 순서로 도면에서 동작들을 묘사하고 있지만, 이는 바람직한 결과를 얻기 위하여 도시된 그 특정한 순서나 순차적인 순서대로 그러한 동작들을 수행하여야 한다거나 모든 도시된 동작들이 수행되어야 하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정한 경우, 멀티태스킹과 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 상술한 실시형태의 다양한 장치 컴포넌트의 분리는 그러한 분리를 모든 실시형태에서 요구하는 것으로 이해되어서는 안되며, 설명한 프로그램 컴포넌트와 장치들은 일반적으로 단일의 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다중

소프트웨어 제품에 패키징 될 수 있다는 점을 이해하여야 한다.

[0048] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

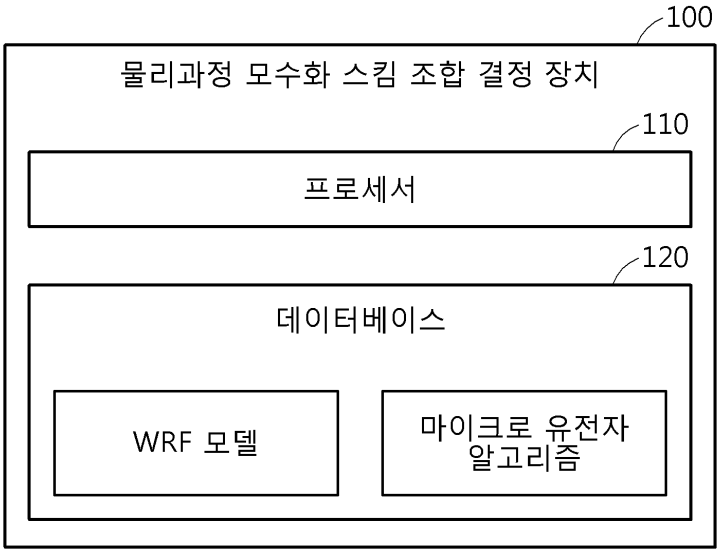
[0049] 100 : 물리과정 모수화 스킴 조합 결장 장치

110 : 프로세서

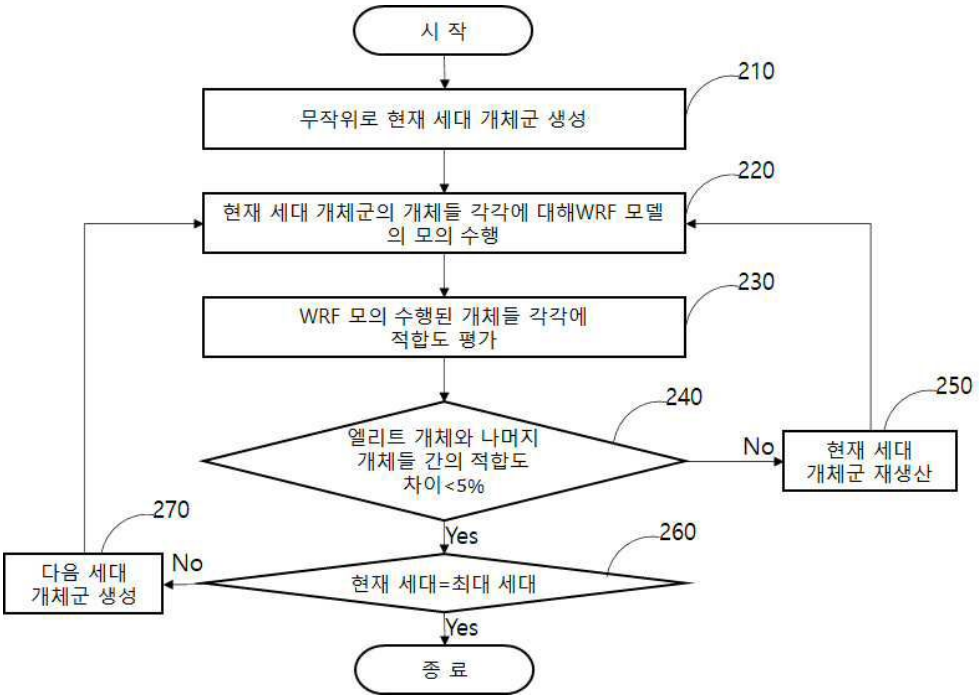
120 : 데이터 베이스

도면

도면1



도면2



도면3

```
#!bin/bash
 p1='awk'{print $1}' parameter.out'
 p2='awk'{print $2}' parameter.out'
 p3='awk'{print $3}' parameter.out'

 cat>namelist.input<<!
 &physics
 mp_physics                          =$p2,    $p2,
 cu_physics                          =$p1,    $p1,
 shcu_aerosols_opt                   =0,      0,
 ra_lw_physics                       =1,      1,
 ra_sw_physics                       =1,      1,
 bl_pbl_physics                      =$p3,    $p3,
 sf_sfclay_physics                   =1,      1,
 sf_surface_physics                  =2,      2,
 radt                                =30,     30,
 bldt                                =0,      0,
 icloud                              =1,
 num_land_cat                        =21,
 sf_urban_physics                    =0,      0,
 /
!
```