

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0076159

(43) 공개일자 2025년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01W 1/10 (2006.01) G06F 30/27 (2020.01)  
G06N 20/20 (2019.01)(52) CPC특허분류  
G01W 1/10 (2013.01)  
G06F 30/27 (2020.01)

(21) 출원번호 10-2023-0163547

(22) 출원일자 2023년11월22일

심사청구일자 2023년11월22일

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

박선기

서울특별시 용산구 백범로90길 26, 101동 1103호  
(문배동, 용산아크로타워)

윤지원

경기도 안양시 동안구 경수대로883번길 33, 105동  
1001호 (비산동, 비산한화꿈에그린아파트)

(74) 대리인

특허법인더웨이브

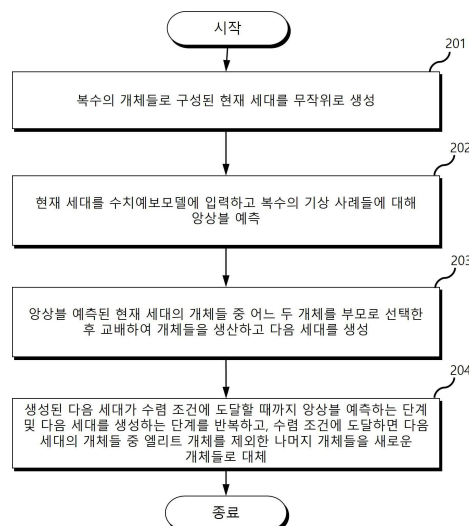
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 방법 및 장치

## (57) 요약

일 측면에 따른 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 방법은, 복수의 개체들로 구성된 현재 세대를 무작위로 생성하는 단계; 상기 현재 세대를 수치예보모델에 입력하고 복수의 기상 사례들에 대해 앙상블 예측하는 단계; 상기 앙상블 예측된 현재 세대의 개체들 중 어느 두 개체를 부모로 선택한 후 교배하여 개체들을 생산하고 다음 세대를 생성하는 단계; 및 상기 생성된 다음 세대가 수렴 조건에 도달할 때까지 상기 앙상블 예측하는 단계 및 상기 다음 세대를 생성하는 단계를 반복하고, 수렴 조건에 도달하면 상기 다음 세대의 개체들 중 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들을 새로운 개체들로 대체하는 단계;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*G06N 20/20* (2021.08)

*G01W 2201/00* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호      | 1345365390              |
| 과제번호        | 2018R1A6A1A08025520     |
| 부처명         | 교육부                     |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                  |
| 연구사업명       | 이공학학술연구기반구축(R&D)        |
| 연구과제명       | 기후/환경변화예측연구센터           |
| 기 여 율       | 50/100                  |
| 과제수행기관명     | 이화여자대학교                 |
| 연구기간        | 2023.03.01 ~ 2024.02.28 |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                             |
|-------------|---------------------------------------------|
| 과제고유번호      | 1711182942                                  |
| 과제번호        | 2021R1A2C1095535                            |
| 부처명         | 과학기술정보통신부                                   |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단                                      |
| 연구사업명       | (유형1-1)중견연구                                 |
| 연구과제명       | 지능형 최적화 및 결합자료동화를 활용한 대기-지면-화학 결합모델의 대기질 예측 |
| 성능 향상       |                                             |
| 기 여 율       | 50/100                                      |
| 과제수행기관명     | 이화여자대학교                                     |
| 연구기간        | 2023.03.01 ~ 2024.02.28                     |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

복수의 개체들로 구성된 현재 세대를 무작위로 생성하는 단계;

상기 현재 세대를 수치예보모델에 입력하고 복수의 기상 사례들에 대해 앙상블 예측하는 단계;

상기 앙상블 예측된 현재 세대의 개체들 중 어느 두 개체를 부모로 선택한 후 교배하여 개체들을 생산하고 다음 세대를 생성하는 단계; 및

상기 생성된 다음 세대가 수렴 조건에 도달할 때까지 상기 앙상블 예측하는 단계 및 상기 다음 세대를 생성하는 단계를 반복하고, 상기 수렴 조건에 도달하면 상기 다음 세대의 개체들 중 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들을 새로운 개체들로 대체하는 단계;

를 포함하는, 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 앙상블 예측하는 단계는,

상기 현재 세대에 상기 복수의 기상 사례들 중 어느 하나를 적용하는 과정을 상기 복수의 기상 사례만큼 반복하고, 앙상블 예측하는 단계;

를 포함하는, 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 대체하는 단계는,

상기 다음 세대의 개체들 중 적합도가 가장 높거나 낮은 개체를 상기 엘리트 개체로 선택하는 단계;

를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 선택하는 단계는,

포트란 코드(Fortran code)로 작성된 적합도 함수를 이용하여 상기 다음 세대의 개체들의 우수성을 적합도로 산출하고, 상기 적합도가 가장 높거나 낮은 개체를 상기 엘리트 개체로 선택하는 단계;

를 포함하는, 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 수렴 조건은,

상기 엘리트 개체와 상기 나머지 개체 중 어느 하나의 개체의 유사성이 소정의 값 이상이거나, 상기 나머지 개체들 간의 유사성이 소정의 값 이상인, 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 유사성은,

상기 개체들 간의 염색체를 비교하여 산출한 유전 정보인, 방법.

#### 청구항 7

적어도 하나의 프로세서; 및

적어도 하나의 메모리;를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

복수의 개체들로 구성된 현재 세대를 무작위로 생성하고,

상기 현재 세대를 수치예보모델에 입력하고 복수의 기상 사례들에 대해 앙상블 예측하고,

상기 앙상블 예측된 현재 세대의 개체들 중 어느 두 개체를 부모로 선택한 후 교배하여 개체들을 생산하고 다음 세대를 생성하고,

상기 생성된 다음 세대가 수렴 조건에 도달할 때까지 상기 앙상블 예측 및 상기 다음 세대를 생성하는 과정을 반복하고, 상기 수렴 조건에 도달하면 상기 다음 세대의 개체들 중 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들을 새로운 개체들로 대체하는, 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 장치.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 현재 세대에 상기 복수의 기상 사례들 중 어느 하나를 적용하는 과정을 상기 복수의 기상 사례만큼 반복하고, 앙상블 예측하는, 장치.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 다음 세대의 개체들 중 적합도가 가장 높거나 낮은 개체를 상기 엘리트 개체로 선택하는, 장치.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

포트란 코드(Fortran code)로 작성된 적합도 함수를 이용하여 상기 다음 세대의 개체들의 우수성을 적합도로 산출하고, 상기 적합도가 가장 높거나 낮은 개체를 상기 엘리트 개체로 선택하는, 장치.

#### 청구항 11

제7항에 있어서,

상기 수렴 조건은,

상기 엘리트 개체와 상기 나머지 개체 중 어느 하나의 개체의 유사성이 소정의 값 이상이거나, 상기 나머지 개체들 간의 유사성이 소정의 값 이상인, 장치.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 유사성은,

상기 개체들 간의 염색체를 비교하여 산출한 유전 정보인, 장치.

### 청구항 13

제1항에 따른 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 대기 상태와 기상 상황을 예측하기 위한 수치예보모델의 사용이 증가하고 있다. 수치예보모델은 모델 격자점에서 지배방정식을 수치적으로 해석하여 대기 변수들을 예단하고 미래의 날씨를 예측하는 모델로, 모델의 격자점에서 명시적으로 표현하지 못하는 모델 격자 크기보다 작은 규모인 아격자 규모의 기상 현상들을 이론과 경험에 기반하여 예측하는 모델이다. 그러나, 이러한 수치예보모델은 초기의 조건 및 입력 변수에 민감하여 초기 설정에 따라 예측 결과의 품질과 정확도가 떨어질 수 있고, 계산 시간과 비용의 문제로 인해 수치예보모델의 최적화 시 다양한 기상 사례를 동시에 반영하기 어렵다는 단점이 있다.

[0003] 그러나, 실제 기상 사례들은 태풍과 같은 대규모 대기 현상을 포함하여 다양한 기상 현상들이 동시에 발생하기 때문에, 수치예보모델에 다양한 지역의 기상 및 기후를 반영하여 미래의 기상 상황을 예측하기 위한 노력이 계속되고 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 수치예보모델에 강수, 태풍, 해풍 등의 기상 현상에 대한 다양한 기상 사례들을 동시에 최적화할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는 효율적으로 계산 자원을 사용하여 더 빠르게 최적해에 수렴할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 상술한 본 발명의 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 방법은, 복수의 개체들로 구성된 현재 세대를 무작위로 생성하는 단계; 상기 현재 세대를 수치예보모델에 입력하고 복수의 기상 사례들에 대해 앙상블 예측하는 단계; 상기 앙상블 예측된 현재 세대의 개체들 중 어느 두 개체를 부모로 선택한 후 교배하여 개체들을 생산하고 다음 세대를 생성하는 단계; 및 상기 생성된 다음 세대가 수렴 조건에 도달할 때까지 상기 앙상블 예측하는 단계 및 상기 다음 세대를 생성하는 단계를 반복하고, 상기 수렴 조건에 도달하면 상기 다음 세대의 개체들 중 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들을 새로운 개체들로 대체하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0007] 본 발명에 있어서, 상기 앙상블 예측하는 단계는, 상기 현재 세대에 상기 복수의 기상 사례들 중 어느 하나를 적용하는 과정을 상기 복수의 기상 사례만큼 반복한 후 앙상블 예측하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명에 있어서, 상기 대체하는 단계는, 상기 다음 세대의 개체들 중 적합도가 가장 높거나 낮은 개체를 상기 엘리트 개체로 선택하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명에 있어서, 상기 선택하는 단계는, 포트란 코드(Fortran code)로 작성된 적합도 함수를 이용하여 상기 다음 세대의 개체들의 우수성을 적합도로 산출하고, 상기 적합도가 가장 높거나 낮은 개체를 상기 엘리트 개체로 선택하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명에 있어서, 상기 수렴 조건은, 상기 엘리트 개체와 상기 나머지 개체 중 어느 하나의 개체의 유사성이

소정의 값 이상이거나, 상기 나머지 개체 들 간의 유사성이 소정의 값 이상일 수 있다.

[0011] 본 발명에 있어서, 상기 유사성은, 상기 개체들 간의 염색체를 비교하여 산출한 유전 정보일 수 있다.

[0012] 다른 측면에 따른 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 장치는, 적어도 하나의 프로세서; 및 적어도 하나의 메모리;를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 복수의 개체들로 구성된 현재 세대를 생성하고, 상기 현재 세대를 수치예보모델에 입력하고 복수의 기상 사례들에 대해 앙상블 예측하고, 상기 앙상블 예측된 현재 세대의 개체들 중 어느 두 개체를 부모로 선택한 후 교배하여 개체들을 생산하고 다음 세대를 생성하고, 상기 생성된 다음 세대가 수렴 조건에 도달할 때까지 상기 앙상블 및 상기 다음 세대를 생성하는 과정을 반복하고, 상기 수렴 조건에 도달하면 상기 다음 세대의 개체들 중 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들을 새로운 개체들로 대체할 수 있다.

[0013] 또 다른 측면에 따른 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 상술한 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 기록매체를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 장치는 다양한 기상 사례에 대한 앙상블 최적화가 가능하다는 효과가 있다.

[0015] 또한, 유전 정보의 다양성을 확보하면서도 최적화를 수행하는 데에 요구되는 계산 자원 및 시간을 효과적으로 줄일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 장치의 일 예를 설명하기 위한 예시적인 도면이다.

도 2는 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 방법을 도시하기 위한 예시적인 도면이다.

도 3은 일 실시예에 따른 시스템을 최적화하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 일 실시예에 따른 수렴 조건에 도달하여 새로운 개체를 생성하는 일 예를 설명하기 위한 예시적인 도면이다.

도 5는 일 실시예에 따른 복수의 사례에 대해 앙상블 예측하여 시스템을 최적화한 결과를 설명하기 위한 예시적인 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 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.

[0018] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 본 명세서에서 다양한 곳에 등장하는 "일부 실시예에서" 또는 "일 실시예에서" 등의 어구는 반드시 모두 동일한 실시예를 가리키는 것은 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 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.

[0019] 또한, 도면에 도시된 구성 요소들 간의 연결 선 또는 연결 부재들은 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것일 뿐이다. 실제 장치에서는 대체 가능하거나 추가된 다양한 기능적인 연결, 물

리적인 연결, 또는 회로 연결들에 의해 구성 요소들 간의 연결이 나타내어질 수 있다.

- [0020] 본 실시예들은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 일부 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 실시예들을 특정한 개시형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 실시예들의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 명세서에서 사용한 용어들은 단지 실시예들의 설명을 위해 사용된 것으로, 본 실시예들을 한정하려는 의도가 아니다.
- [0021] 본 실시예들에 사용되는 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 본 실시예들이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 실시예들에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0022] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이러한 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 명세서에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 본 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않으면서 일 실시예로부터 다른 실시예로 변경되어 구현될 수 있다. 또한, 각각의 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치도 본 발명의 정신과 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 행하여지는 것이 아니며, 본 발명의 범위는 특허청구범위의 청구항들이 청구하는 범위 및 그와 균등한 모든 범위를 포괄하는 것으로 받아들여져야 한다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 구성요소를 나타낸다.
- [0023] 이하에서는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 여러 실시예에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0025] 도 1은 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 장치의 일 예를 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 장치(100)(이하, '장치'라 함)은 메모리(110)와 프로세서(120)를 포함할 수 있다.
- [0027] 도 1에 도시된 장치(100)는 본 실시예들과 관련된 구성요소들만이 도시되어 있어, 도 1에 도시된 구성요소들 외에 다른 범용적인 요소들이 더 포함될 수 있음은 당해 기술분야의 기술자에게 자명하다.
- [0028] 예를 들어, 장치(100)는 노트북(notebook) PC, 데스크탑(desktop) PC, 랩탑(laptop), 태블릿 컴퓨터(tablet computer), 스마트 폰(Smart Phone)을 포함한 모바일 디바이스(Mobile Device), 서버 디바이스(Server Device), 임베디드 디바이스(Embedded Device) 등의 다양한 종류의 디바이스들로 구현될 수 있다. 구체적인 예로서, 장치(100)는 인공지능을 이용한 음성 인식, 영상 인식, 영상 분류 등을 수행하는 스마트폰, 태블릿 디바이스, AR(Augmented Reality) 디바이스, IoT(Internet of Things) 디바이스, 자율주행 자동차 등에 해당될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 나아가서, 장치(100)는 위와 같은 디바이스에 탑재되는 전용 하드웨어 가속기(HW accelerator)를 포함할 수 있고, 장치(100)는 인공지능 구동을 위한 전용 모듈인 NPU(neural processing unit), TPU(Tensor Processing Unit), Neural Engine 등과 같은 하드웨어 가속기를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0029] 메모리(110)는 장치(100)내에서 처리되는 각종 데이터들을 저장하는 하드웨어로서, 컴퓨터로 판독이 가능한 기록매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리(110)는 장치(100)에서 처리된 데이터들 및 처리될 데이터들을 저장할 수 있다. 또한, 메모리(110)는 장치(100)에 의해 구동될 애플리케이션(application)들, 드라이버(driver)들 등을 저장할 수 있다. 메모리(110)는 휘발성 메모리(volatile memory) 또는 비휘발성 메모리(nonvolatile memory) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 휘발성 메모리는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM(static random access memory), SDRAM(synchronous dynamic random access memory), PRAM(phase-change random access memory), MRAM(magnetic random access memory), RRAM(resistive random access memory), FeRAM(ferroelectric random access memory)등을 포함할 수 있다. 비휘발성 메모리는 ROM(read-only memory), PROM(programmable read-only memory), EPROM(electrically programmable read-only memory),

EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory)등을 포함할 수 있다.

- [0030] 실시예에 있어서, 메모리(110)는 자기 메모리, CD-ROM, 블루레이 또는 다른 광학 디스크 스토리지, HDD(hard disk drive), SSD(solid state drive), CF(compact flash), SD(secure digital), Micro-SD(micro secure digital), Mini-SD(mini secure digital), xD(extreme digital), 또는 Memory Stick을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 또한, 메모리(110)는 운영체제(Operating System)와 적어도 하나의 프로그램 코드(도 2 내지 도 5를 참조하여 동작하는 프로세서(120)가 수행하기 위한 코드)가 저장될 수 있다.
- [0031] 프로세서(120)는 도 2 내지 도 5를 참조하여, 장치(100)를 실행하기 위한 전반적인 기능을 제어하는 역할을 할 수 있다. 예를 들어 프로세서(110)는 장치(100)내의 메모리(110)에 저장된 소프트웨어(예: 프로그램)를 실행함으로써, 프로세서(120)에 연결된 전자 장치의 적어도 하나의 다른 구성요소(예: 하드웨어 또는 소프트웨어 구성요소)를 제어할 수 있고, 다양한 데이터 처리 또는 연산을 수행하여 장치(100)를 전반적으로 제어할 수 있다.
- [0032] 예를 들어 프로세서(120)는 복수의 개체들로 구성된 현재 세대를 무작위로 생성할 수 있다. 또한 프로세서(120)는 현재 세대를 수치예보모델에 입력하고 복수의 기상 사례들에 대해 앙상블 예측할 수 있다. 이때, 프로세서(120)는 현재 세대에 복수의 기상 사례들 중 어느 하나를 적용하는 과정을 복수의 기상 사례만큼 반복하고, 앙상블 예측할 수 있다.
- [0033] 예를 들어 프로세서(120)는 앙상블 예측된 현재 세대의 개체들 중 어느 두 개체를 부모로 선택한 후 교배하여 개체들을 생산하고 다음 세대를 생성할 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 생성된 다음 세대가 수렴 조건에 도달할 때까지 앙상블 예측하는 단계 및 다음 세대를 생성하는 단계를 반복하고, 수렴 조건에 도달하면 다음 세대의 개체들 중 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들을 새로운 개체들로 대체할 수 있다. 이때, 프로세서(120)는 다음 세대의 개체들 중 적합도가 가장 높거나 낮은 개체를 엘리트 개체로 선택할 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 포트란 코드로 작성된 적합도 함수를 이용하여 다음 세대의 개체들의 우수성을 적합도로 산출할 수 있고, 적합도가 가장 높거나 낮은 개체를 엘리트 개체로 선택할 수 있다. 이때, 수렴 조건은 엘리트 개체와 나머지 개체 중 어느 하나의 개체의 유사성이 소정의 값 이상이거나, 나머지 개체들 간의 유사성이 소정의 값 이상인 것을 의미할 수 있다. 또한, 유사성은 개체들 간의 염색체를 비교하여 산출한 유전 정보를 의미할 수 있다.
- [0034] 일 실시예에 따르면, 프로세서(120)는 장치(100) 내에 구비된 중앙 처리 장치(central processing unit; CPU), 그래픽 처리 장치(graphics processing unit; GPU), 어플리케이션 프로세서(application processor; AP), 신경망 처리 장치(neural processing unit; NPU), 이미지 시그널 프로세서(image signal processor; ISP), 센서 허브 프로세서(sensor hub processor) 또는 커뮤니케이션 프로세서(communication processor; CP) 등으로 구현될 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0036] 도 2는 마이크로 유전 알고리즘과 수치예보모델이 결합된 시스템을 최적화하고 가속화하는 방법을 도시하기 위한 예시적인 도면이다.
- [0037] 도 2를 참조하면, 단계 201에서, 프로세서(120)는 복수의 개체들로 구성된 현재 세대를 무작위로 생성할 수 있다. 이때, 프로세서(120)는 세대를 생성하기 위해 유전 알고리즘 또는 마이크로 유전 알고리즘을 활용할 수 있다.
- [0038] 유전 알고리즘(Genetic Algorithm; GA)은 1970년대 존 홀랜드에 의해 개발된 찰스 다윈의 자연 선택(Natural Selection) 이론을 기반으로 한 전역 최적화 알고리즘을 의미할 수 있고, 생물의 진화를 모방한 진화 연산의 기법 중 하나를 의미할 수 있다. 유전 알고리즘에서의 개체(Individual)는 최적화하고자 하는 문제에 대해 가능한 해(solution)를 의미할 수 있고, 개체들의 집합은 인구(Population)를 의미할 수 있다. 즉, 개체는 문제를 해결하기 위한 해의 후보들 중 어느 하나를 의미할 수 있다. 각 개체는 생물의 유전자(Genes) 정보들을 담고 있는 염색체(Chosomes)의 집합으로 구성될 수 있고, 유전자는 개체의 특징이나 속성을 의미할 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 각 염색체를 0과 1의 바이너리 코드로 표현할 수 있다. 따라서 프로세서(120)는 개체의 각 염색체에 대해 무작위로 이진 비트를 할당하여, 사용자가 기 설정한 개수의 염색체로 구성된 개체를 생성할 수 있다. 예를 들어, 사용자가 개체의 염색체 개수를 3개로 설정한 경우, 프로세서(120)는 각 염색체에 대해 무작위로 이진 비트를 할당하여 101, 011, 110, 001 등의 개체를 생성할 수 있다.
- [0039] 또한, 일 예에 따라 수치예보모델을 이용하여 강수를 예측하고자 할 때, 예측 정확도를 높이는 것은 프로세서(120)가 최적화하고자 하는 문제가 될 수 있고, 프로세서(120)가 물리과정 모수화 방안과 같은 수치예보모델의 입력 자료에 개체를 매칭시켰을 때, 예측 정확도가 가장 높은 염색체 조합이 문제에 대한 최적의 해가 될 수 있

다.

- [0040] 개체들은 생물의 실제 진화 과정을 모방하며, 선택(Selection), 돌연변이(Mutation), 교배(Crossover) 등의 연산 과정을 통해 기 설정된 조건을 만족할 때까지 연산 과정을 반복하며 진화할 수 있다. 이때, 선택은 적합도에 기반하여 개체들 중 다음 세대로 전파할 개체를 선택하는 과정을 의미할 수 있고, 돌연변이는 개체의 일부 유전자를 무작위로 변경하여 다양성을 유지하면서도 새로운 특징을 도입하는 과정을 의미할 수 있고, 교배는 부모 개체들이 유전자를 교환하여 새로운 개체를 생성하는 과정을 의미할 수 있다. 또한, 기 설정된 조건은 사용자가 기 설정한 조건으로, 일 예에 따라 프로세서(120)는 사용자가 설정한 최대 세대를 만족하거나 최적의 해를 찾을 때까지 연산 과정을 반복하며 개체들을 진화시킬 수 있다. 적합도는 개체들의 우수성을 판별하는 기준을 의미할 수 있고, 프로세서(120)는 적합도 함수(Fitness Function)를 이용하여 각 개체들의 적합도를 비교할 수 있다.
- [0041] 마이크로 유전 알고리즘(Micron Genetic Algorithm; Micro-GA)은 유전 알고리즘이 간소화된 형태의 알고리즘으로, 유전 알고리즘의 핵심 원리를 유지하면서도 연산량을 최소화하여 효율성을 높인 알고리즘을 의미할 수 있다. 마이크로 유전 알고리즘은 유전 알고리즘의 돌연변이 연산 과정 대신 재초기화 방법을 사용할 수 있고, 유전 알고리즘보다 적은 수의 개체들로 이루어진 인구를 사용하여 연산량을 감소시킬 수 있다.
- [0042] 이하에서는 설명의 편의를 위해 프로세서(120)가 마이크로 유전 알고리즘을 이용하여 생성한 5개의 개체들로 한 세대를 구성하고 개체의 수를 일정하게 유지하는 것으로 하여 설명하기로 하지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0043] 단계 202에서, 프로세서(120)는 현재 세대를 수치예보모델에 입력하고 복수의 기상 사례들에 대해 앙상블 예측할 수 있다.
- [0044] 수치예보모델은 대기 연구 및 예측에 사용되는 예측 시스템을 의미할 수 있고, 일 실시예에 따라 수치예보모델은 WRF(Weather Research and Forecast) 모델을 의미할 수 있다. WRF 모델은 대기 및 기상 모델링에 사용되는 예측 시스템을 의미할 수 있고, 대기, 지형, 해양 등의 다양한 요소들을 고려하여 대기 상태와 기상 현상을 예측하는 데 사용될 수 있다. 프로세서(120)는 수치예보모델을 통해 초기 대기 상태에 대한 정보를 이용하여 향후 며칠 동안의 대기 상태 및 기상 조건을 수치적으로 모델링할 수 있어, 일기 예보뿐만 아니라 기상 연구에도 수치예보모델을 활용할 수 있다. 수치예보모델은 대기를 수평과 연직 방향의 격자로 나누고, 각 격자점마다 대기의 상태와 운동을 지배하는 방정식의 수치적 계산을 통해 대기 또는 기상 현상을 예측을 수행할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(120)는 수치예보모델을 이용하여, 대기 온도, 압력, 풍속, 상대 습도 등의 대기 상태 변수를 예측할 수 있고, 지형 및 위상(Topology)의 효과와 이에 따른 변화를 예측할 수 있고, 해양 상태를 고려하여 대기와 해양의 변화를 예측할 수 있고, 대기 중의 화학적 변화나 입자의 이동을 예측할 수 있다.
- [0045] 다양한 기상 현상이 있을 수 있고, 동일한 기상 현상에 대해서도 다양한 사례들이 존재할 수 있어, 프로세서(120)는 단계 201에서 생성한 현재 세대를 수치예보모델에 입력하여, 현재 세대의 개체들 각각에 대해 각 기상 사례별로 모의를 수행할 수 있고, 각 기상 사례들을 모두 고려하여 앙상블(Ensemble) 예측을 할 수 있다. 앙상블 예측은 복수의 모델을 결합하거나 동시에 수행하여 예측의 정확도를 향상시키는 것을 의미할 수 있고, 프로세서(120)는 일 예에 따라 보팅(Voting), 배깅(Bagging), 부스팅(Boosting), 스택킹(Stacking), 모델 평균(Model Averaging) 등을 이용하여 앙상블 예측을 수행할 수 있다. 이때, 보팅은 각 모델의 예측 결과 중 다수인 클래스를 선택하는 다수결 방식의 하드 보팅(Hard Voting) 또는 각 모델의 예측 결과 중 가장 높은 예측 확률을 가진 클래스를 선택하는 소프트 보팅(Soft Voting)을 의미할 수 있다. 배깅은 부트스트랩 샘플링을 사용하여 각 모델을 독립적으로 훈련시키는 랜덤 포레스트(Random Forest)를 의미할 수 있고, 부스팅은 예측 오차에 가중치를 부여하여 모델을 여러 훈련시켜 강력한 모델을 만드는 AdaBoost, Gradient Boosting, XGBoost, LightGBM 등을 의미할 수 있다. 스택킹은 각 모델의 예측 결과를 기반으로 메타 모델을 학습시켜 최종 예측을 수행하는 방법을 의미할 수 있고, 모델 평균은 가중 평균을 사용하여 각 모델마다 다른 가중치를 부여하여 최종 예측을 수행하는 방법을 의미할 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 일 예에 따라, 3개의 사례에 대해 앙상블 예측을 수행하고자 할 때, 프로세서(120)는 각 예측의 시간별, 격자점별로 3개의 예측값을 산출할 수 있고, 3개의 예측값을 모두 고려하여 앙상블 예측을 수행할 수 있다.
- [0046] 단계 203에서, 프로세서(120)는 앙상블 예측된 현재 세대의 개체들 중 어느 두 개체를 부모로 선택한 후 교배하여 개체들을 생산하고 다음 세대를 생성할 수 있다.
- [0047] 일 실시예에 따르면, 프로세서(120)는 앙상블 예측된 현재 세대의 개체들 중 어느 두 개체를 부모로 선택한 후 교배를 통해 두 개체를 생산할 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 부모 개체들이 유전자를 교환하는 과정을 통해

두 개체를 생산하는 과정을 두 번 반복할 수 있다. 따라서, 프로세서(120)는 두 쌍의 부모를 교배하는 과정을 통해 새롭게 생산된 네 개체와 현재 세대의 개체들 중 소정의 조건을 만족하는 한 개체를 포함하여 다음 세대를 생성할 수 있다.

[0048] 단계 204에서, 프로세서(120)는 생성된 다음 세대가 수렴 조건에 도달할 때까지 앙상블 예측하는 단계 및 다음 세대를 생성하는 단계를 반복하고, 수렴 조건에 도달하면 다음 세대의 개체들 중 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들을 새로운 개체들로 대체할 수 있다.

[0049] 구체적으로, 프로세서(120)는 단계 203을 통해 생성된 다음 세대의 개체들이 기 설정된 수렴 조건을 만족할 때까지 단계 202 및 203을 참조하여, 교배를 이용한 개체 생산을 통해 다음 세대를 생성할 수 있다. 만약, 단계 203을 통해 생성된 다음 세대의 개체들이 기 설정된 수렴 조건을 만족하는 경우, 프로세서(120)는 재초기화 기법을 사용하여 4개의 새로운 개체들을 생성할 수 있고, 203에서 생성된 다음 세대 중 엘리트 개체를 제외한 나머지 4개의 개체들은 재초기화를 통해 생성된 4개의 새로운 개체들로 대체되어, 다음 세대를 구성할 수 있다.

[0050] 단계 201 내지 204에 대한 자세한 설명은 도 3을 참조하여 후술한다.

[0052] 도 3은 일 실시예에 따른 시스템을 최적화하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0053] 도 3을 참조하면, 단계 301에서, 프로세서(120)는 소정의 개수의 개체들로 이루어진 현재 세대를 생성할 수 있고, 일 실시예에 따라 유전자 정보가 무작위로 조합된 5개의 개체들을 생성하여 이를 현재 세대로 설정할 수 있다.

[0054] 단계 302에서, 프로세서(120)는 현재 세대의 개체들을 수치예보모델에 입력할 수 있고, 이때, 프로세서(120)는 개체의 정보를 수치예보모델에 입력하기 위한 형태로 변환할 수 있다.

[0055] 단계 303에서, 프로세서(120)는 현재 세대에 기상 사례들 중 어느 하나를 선택하여 모의를 수행할 수 있고, 이 과정을 N개의 기상 사례마다 반복하여 N개의 기상 사례에 대해서 앙상블 예측할 수 있다.

[0056] 단계 304에서, 프로세서(120)는 현재 세대의 적합도를 평가할 수 있다. 이때, 프로세서(120)는 적합도 함수를 이용하여 적합도를 산출할 수 있고, 개체들 중 적합도가 가장 높거나 낮은 개체를 엘리트 개체로 선정할 수 있다. 이때, 적합도 함수는 포트란 코드(Fortran Code)로 작성될 수 있고, 수치예보모델은 포트란 코드로 작성된 적합도 함수를 셸 스크립트(Shell Script)를 이용하여 수행할 수 있다.

[0057] 일 실시예에 따르면, 적합도 함수는 스킬 스코어(Skill Score), 평균 제곱근 오차, 평균 제곱근 편차 등이 될 수 있다. 스킬 스코어(Skill Score)는 모델의 예측이 실제 데이터에 얼마나 부합하는지를 산출하여 적합도를 평가하는 지표를 의미할 수 있고, 일 예에 따라 Threat Score(TS), 정확도(Accuracy), True Skill Score(TSS)가 될 수 있다. 평균 제곱근 오차(Root Mean Square Error; RMSE)는 모델의 예측 값과 실제 값 간의 오차를 제공하여 평균한 값에 루트를 씌워 적합도를 산출하는 지표를 의미할 수 있고, 평균 제곱근 편차(Root Mean Square Deviation; RMSD)는 실제 값의 평균을 고려하여 예측 값과 실제 값 간의 오차를 적합도로 산출하는 지표를 의미할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(120)가 평균 제곱근 오차를 이용하여 적합도를 산출한 경우, 프로세서(120)는 적합도가 가장 낮은 개체를 엘리트 개체로 선정할 수 있고, 프로세서(120)가 상관계수(Correlation Coefficient)를 이용하여 적합도를 산출한 경우, 프로세서(120)는 적합도가 가장 높은 개체를 엘리트 개체로 선정할 수 있다. 이하에서는 설명의 편의를 위해, 프로세서(120)가 평균 제곱근 오차를 이용하여 적합도를 산출하는 경우로 하여 설명하기로 하지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0058] 단계 305에서, 프로세서(120)는 사용자가 설정한 최대 반복 횟수를 만족하거나 최적의 해를 만족하는지 여부를 확인할 수 있고, 만족하는 경우 수치예보모델의 실행을 중지시킬 수 있다.

[0059] 또한, 만족하지 않는 경우, 단계 306에서, 프로세서(120)는 현재 세대의 개체들 중 어느 두 개체를 부모 개체로 선택할 수 있다. 이때, 프로세서(120)는 무작위로 또는 소정의 조건을 만족하는 두 개체를 부모 개체로 선택할 수 있고, 일 실시예에 따라 두 쌍의 부모 개체를 선택할 수 있다.

[0060] 단계 307에서, 프로세서(120)는 부모로 선택된 개체들 간에 유전자를 교환하는 교배를 통해 새로운 개체를 생산할 수 있다. 일 실시예에 따라, 프로세서(120)는 한 쌍의 부모 개체로부터 두 개체를 생산할 수 있으며, 결과적으로 두 쌍의 부모 개체로부터 네 개체를 생산할 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 교배를 통해 생산된 네 개체와 엘리트 개체를 포함하여 다음 세대를 생성할 수 있다.

- [0061] 단계 308에서, 프로세서(120)는 단계 307에서 생성된 다음 세대가 기 설정된 수렴 조건을 만족하는지 여부를 확인할 수 있다. 이때, 수렴 조건은 개체들 간의 유사성이 기 설정된 값 이상인 경우를 의미할 수 있다. 설명의 편의를 위해 엘리트 개체와 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들 간의 유사성이 95% 이상이거나, 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들 간의 유사성이 95% 이상인 경우를 수렴 조건으로 하여 설명하기로 하지만, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 유사성은 개체들 간의 염색체를 비교하여 산출한 이진 형태의 유전 정보의 유사성을 의미할 수 있고, 유사성을 산출하기 위한 함수는 포트란 코드(Fortran Code)로 작성될 수 있다.
- [0062] 수렴 조건을 만족하지 않는 경우, 단계 309에서, 프로세서(120)는 엘리트 개체와 단계 306 및 307을 통해 생성된 네 개체들을 그대로 유지할 수 있다.
- [0063] 수렴 조건을 만족하는 경우, 단계 310에서, 프로세서(120)는 재초기화를 이용하여 복수의 새로운 개체를 생성할 수 있고, 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들을 새로 생성한 개체들로 대체하여 새로운 다음 세대를 생성할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(120)는 다양성을 유지하면서도 새로운 해를 찾기 위해 재초기화를 이용하여 새로운 개체를 생성할 수 있고, 새로운 개체는 엘리트 개체가 아닌 나머지 개체를 대체할 수 있다.
- [0064] 프로세서(120)는 단계 309 내지 310을 통해 개체들이 유지 또는 재초기화된 후, 개체들을 수치예보모델에 입력하여 단계 302 내지 310을 반복할 수 있다.
- [0066] 도 4는 일 실시예에 따른 수렴 조건에 도달하여 새로운 개체를 생성하는 일 예를 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- [0067] 프로세서(120)는 일 실시예에 따라 9개의 염색체에 대해 무작위로 이진 비트를 할당하여 5개의 개체를 생성할 수 있다. 도 4를 참조하면, 수렴 조건을 만족하지 않아 재초기화가 진행되지 않는 경우(401)는 적합도(410)가 가장 낮은 엘리트 개체와 염색체가 유사해질 때까지 개체들이 반복하여 생성될 수 있어, 일 실시예에 따라 6세대까지 진화한 경우 5개 개체들의 적합도(410)는 서로 유사한 값을 가질 수 있다.
- [0068] 수렴 조건을 만족하여 재초기화를 진행하는 경우(402)는 2세대에서 교배를 통해 생산된 개체들과 엘리트 개체 간의 유사성이 95% 이상이거나, 엘리트 개체를 제외한 나머지 개체들 간의 유사성이 95% 이상인 경우(420) 프로세서(120)는 재초기화를 통해 복수의 새로운 개체들을 생성할 수 있다. 일 실시예에 따라 6세대까지 진화한 경우 엘리트 개체의 적합도(410)는 수렴 조건을 만족하지 않아 재초기화가 진행되지 않는 경우(401)의 엘리트 개체의 적합도(410)보다 낮은 값을 가질 수 있다.
- [0069] 적합도(410)가 낮을수록 더 우수한 개체를 의미할 수 있어, 수렴 조건을 만족하지 않아 재초기화가 진행되지 않는 경우(401)의 6세대 엘리트 개체보다 수렴 조건을 만족하는지 여부를 확인하여 재초기화를 진행하는 경우(402)의 6세대 엘리트 개체가 더 우수한 개체일 수 있다.
- [0071] 도 5는 일 실시예에 따른 복수의 사례에 대해 앙상블 예측하여 시스템을 최적화한 결과를 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- [0072] 도 5를 참조하면, 일 실시예에 따라 기상 사례, 파라미터 및 염색체 개수를 다양하게 구성하여 수치예보모델을 통한 모의를 수행한 결과이다. 1세대 평균 수행 시간은 기상청 슈퍼 컴퓨터 4호기(Cray XC40 시스템)를 기준으로 120개의 코어 사용 시 약 2시간이고, 100세대까지 수행하였을 때 기 설정된 최적의 해를 찾을 때까지 걸린 시간을 비교한 그래프이다.
- [0073] 일 실시예에 따라, 실험 1은 파라미터의 개수는 3개, 염색체의 개수는 7개로 하여 3개의 사례에 대해 앙상블 예측을 진행한 결과를 의미할 수 있고, 수렴 조건을 만족하지 않아 재초기화가 진행되지 않는 경우(401)는 35세대에서 최적의 해에 수렴하였으며, 수렴 조건을 만족하여 재초기화를 진행하는 경우(402)는 16세대에서 최적의 해에 수렴할 수 있다. 재초기화를 진행하는 경우(402)는 재초기화가 진행되지 않는 경우(401)에 비해, 수렴 세대의 수는 54%가 감소할 수 있고, 수렴에 걸린 시간은 38시간이 감소할 수 있다.
- [0074] 일 실시예에 따라, 실험 2는 파라미터의 개수는 4개, 염색체의 개수는 9개로 하여 3개의 사례에 대해 앙상블 예측을 진행한 결과를 의미할 수 있고, 수렴 조건을 만족하지 않아 재초기화가 진행되지 않는 경우(401)는 26세대에서 최적의 해에 수렴하였으며, 수렴 조건을 만족하여 재초기화를 진행하는 경우(402)는 16세대에서 최적의 해에 수렴할 수 있다. 재초기화를 진행하는 경우(402)는 재초기화가 진행되지 않는 경우(401)에 비해, 수렴 세대

의 수는 38%가 감소할 수 있고, 수렴에 걸린 시간은 20시간이 감소할 수 있다.

[0075] 일 실시예에 따라, 실험 3은 파라미터의 개수는 3개, 염색체의 개수는 7개로 하여 3개의 사례에 대해 앙상블 예측을 진행한 결과를 의미할 수 있고, 수렴 조건을 만족하지 않아 재초기화가 진행되지 않는 경우(401)는 60세대에서 최적의 해에 수렴하였으며, 수렴 조건을 만족하여 재초기화를 진행하는 경우(402)는 26세대에서 최적의 해에 수렴할 수 있다. 재초기화를 진행하는 경우(402)는 재초기화가 진행되지 않는 경우(401)에 비해, 수렴 세대는 56%가 감소할 수 있고, 수렴에 걸린 시간은 68시간이 감소할 수 있다.

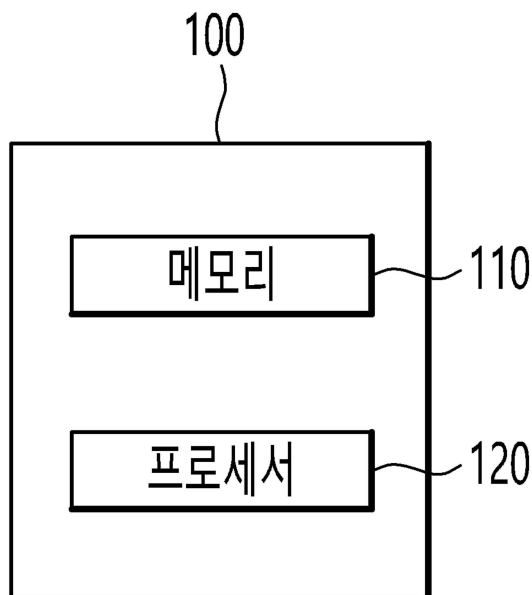
[0077] 전술한 본 명세서의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 명세서의 내용이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0078] 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(예를 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 범주내에서 설계 조건 및 팩터에 따라 구성될 수 있음을 알 수 있다.

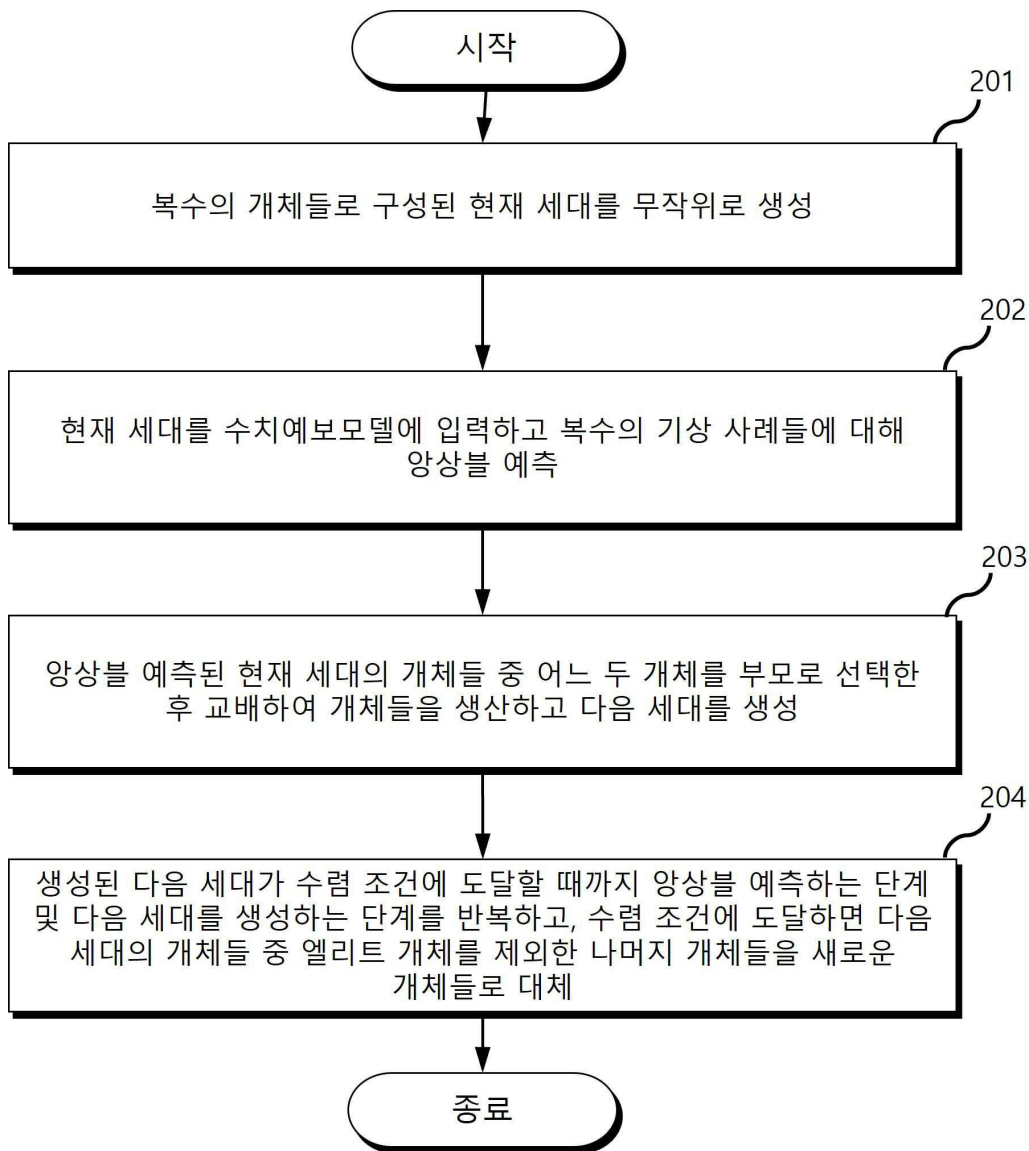
[0079] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

## 도면

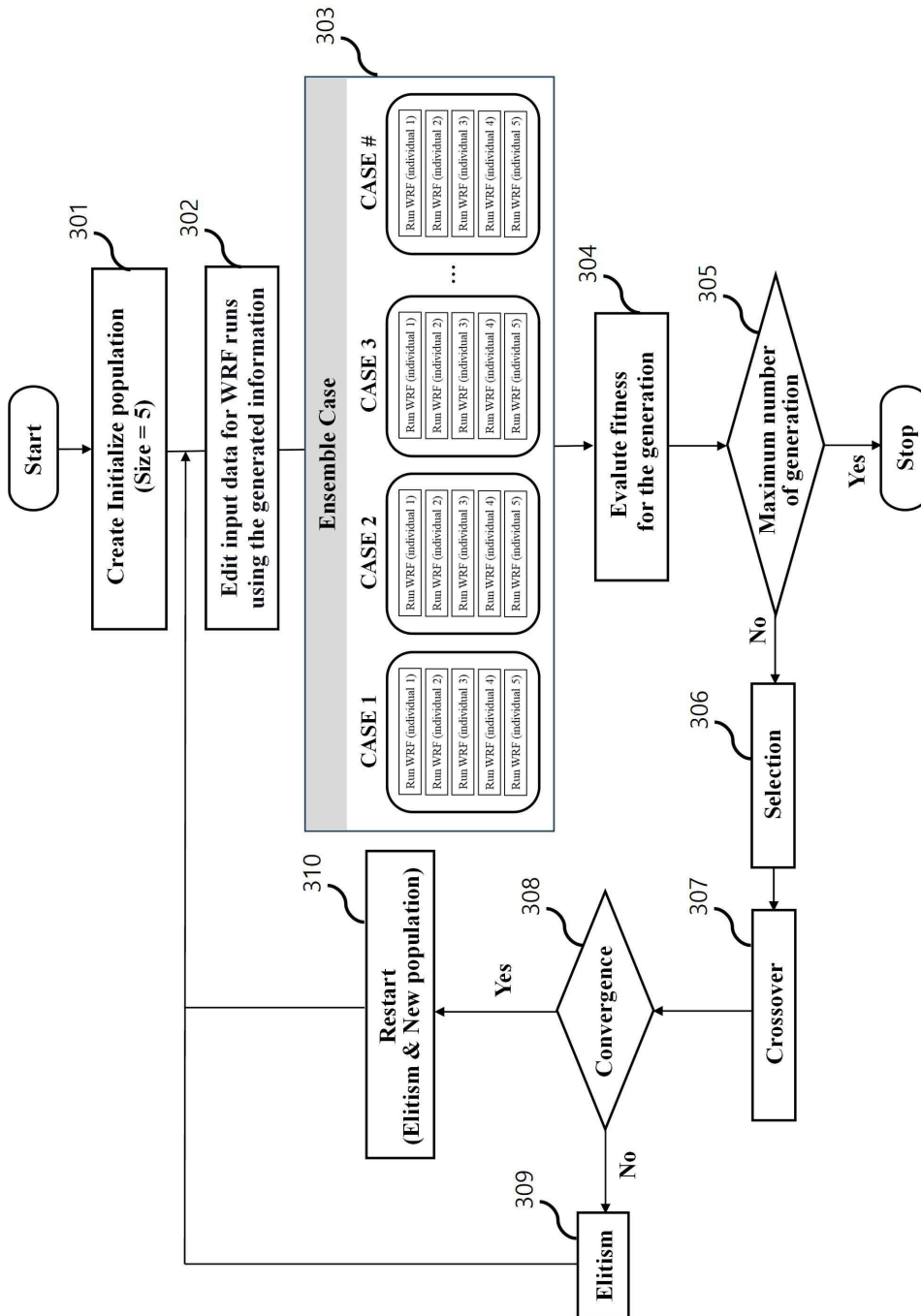
### 도면1



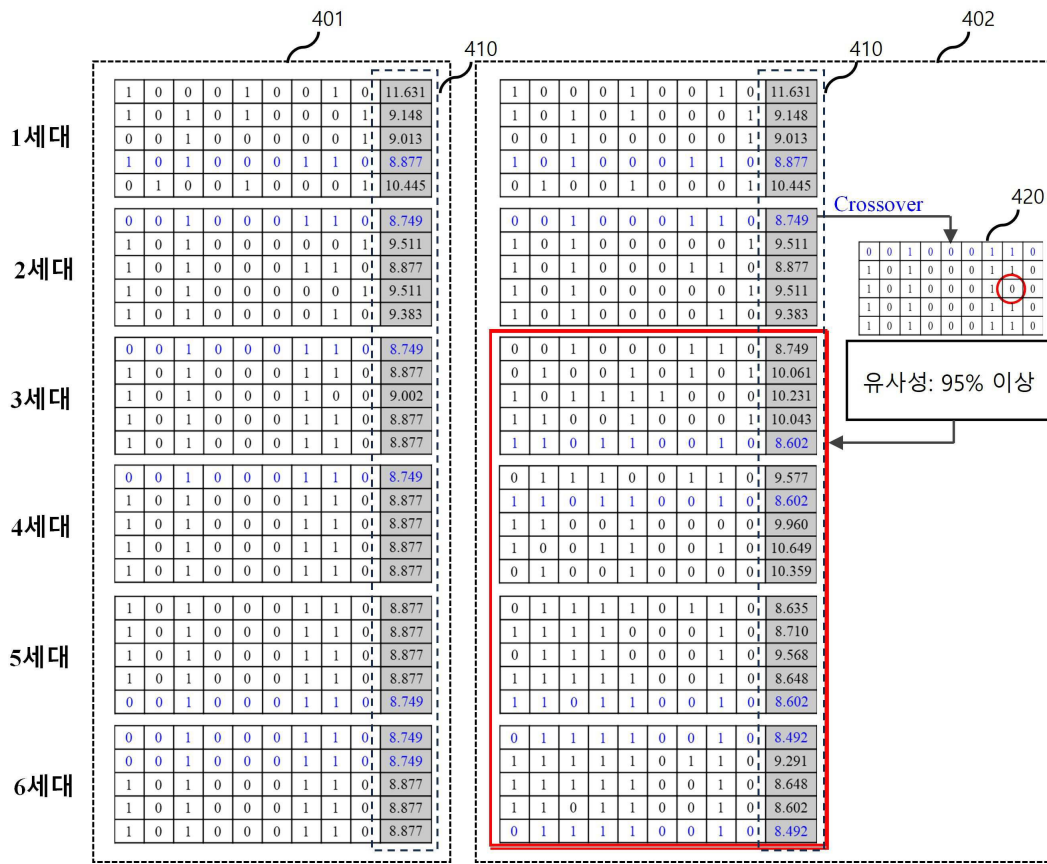
도면2



도면3



도면4



도면5

