

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0096023

(43) 공개일자 2025년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 30/27 (2020.01) G06F 111/04 (2020.01)

G06F 111/06 (2020.01) G06F 111/10 (2020.01)

G06N 3/0985 (2023.01) G06N 7/01 (2023.01)

(52) CPC특허분류

G06F 30/27 (2020.01)

G06N 3/0985 (2023.01)

(21) 출원번호 10-2023-0186838

(22) 출원일자 2023년12월20일

심사청구일자 2023년12월20일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

임동국

울산광역시 남구 대학로 93, 7호관 418호 (무거동)

김정우

경상남도 양산시 대운로 145, 113동 901호 (명동, 명동 삼한 사랑채 아파트)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치에 있어서, 기 설정된 방법을 이용하여 복수의 초기해 후보를 생성하고, 상기 복수의 초기해 후보 중 어느 하나를 시작점으로 설정하는 초기해 생성부; 상기 설정된 시작점으로부터 아담 옵티마이

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

저(Adam optimizer)를 이용하여 이동시키고, 현재 이동거리를 산출하여 최적점을 적어도 하나 탐색하는 최적점 탐색부; 상기 탐색된 적어도 하나의 최적점이 요구 조건 및 종료 조건을 만족하는지 판단하는 조건 확인부; 및 상기 요구 조건 및 종료 조건을 만족한 경우 탐색된 적어도 하나의 최적점 중에서 성능이 가장 우수한 최적점을 최적해로 도출하는 최적해 도출부를 포함할 수 있다.

이와 같이 본 발명의 실시예에 따른 최적 설계 장치를 이용하여 웨어러블 로봇 관절용 표면부착형 영구자석 동기 전동기의 토크 리플을 최소화하는 최적 설계를 수행한 경우 종래의 기법을 사용했을 때 보다 약 60% 정도 토크 리플을 저감하는 최적해를 도출할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06N 7/01 (2023.01)

G06F 2111/04 (2020.01)

G06F 2111/06 (2020.01)

G06F 2111/10 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345370810
과제번호	2021RIS-003
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	지자체-대학 협력기반 지역혁신사업
연구과제명	전기 버스 구동용 고효율 인 휠 모터의 최적 설계 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산대학교
연구기간	2023.05.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

기 설정된 방법을 이용하여 복수의 초기해 후보를 생성하고, 상기 복수의 초기해 후보 중 어느 하나를 시작점으로 설정하는 초기해 생성부;

상기 설정된 시작점으로부터 아담 옵티마이저(Adam optimizer)를 이용하여 이동시키고, 현재 이동한 이동거리를 산출하여 최적점을 적어도 하나 탐색하는 최적점 탐색부;

상기 탐색된 적어도 하나의 최적점이 요구 조건 및 종료 조건을 만족하는지 판단하는 조건 확인부; 및

상기 요구 조건 및 종료 조건을 만족한 경우 탐색된 적어도 하나의 최적점 중에서 성능이 가장 우수한 최적점을 최적해로 도출하는 최적해 도출부를 포함하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 최적점 탐색부는,

상기 현재 이동거리가 기 설정된 기준 거리 이하이면 현재 위치를 최적점으로 수렴한 것으로 판단하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 최적점 탐색부는,

아래의 수학적식을 이용하여 현재 이동거리($x_{i,t}$)를 산출하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치:

$$x_{i,t} = x_{i,t-1} - \alpha \cdot \widehat{m}_t / (\sqrt{\widehat{v}_t} + \varepsilon)$$

여기서, α 는 시작점이 아담 옵티마이저를 이용하여 초기에 이동한 이동거리를 결정하는 초기 학습률이고,

$\widehat{m}_t$ 는 제1 파라미터이며, $\sqrt{\widehat{v}_t}$ 는 제2 파라미터이고, ε 는 제3 파라미터이며, i 는 사용자가 설정한 설계변수의 개수이다.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 최적점 탐색부는,

상기 현재 위치가 최적점으로 수렴한 것으로 판단되면 초기 학습률(α)을 α 내지 10α 중 어느 하나의 값으로 증가시켜 최적점을 추가적으로 탐색하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 조건 확인부는,

상기 요구 조건을 만족하지 않는 경우, 상기 최적점 탐색부가 이동 방향을 변경하여 최적점을 탐색하도록 전달하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치.

청구항 6

초기해 생성부가 기 설정된 방법을 이용하여 복수의 초기해 후보를 생성하는 단계;

초기해 생성부가 상기 복수의 초기해 후보 중 어느 하나를 시작점으로 설정하는 단계;

최적점 탐색부가 상기 설정된 시작점으로부터 아담 옵티마이저(Adam optimizer)를 이용하여 이동시키는 단계;

최적점 탐색부가 현재 이동거리를 산출하여 최적점을 적어도 하나 탐색하는 단계;

조건 확인부가 상기 탐색된 적어도 하나의 최적점이 요구 조건 및 종료 조건을 만족하는지 판단하는 단계; 및

최적해 도출부가 상기 요구 조건 및 종료 조건을 만족한 경우 탐색된 적어도 하나의 최적점 중에서 성능이 가장 우수한 최적점을 최적해로 도출하는 단계를 포함하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 최적점을 적어도 하나 탐색하는 단계는,

상기 현재 이동거리가 기 설정된 기준 거리 이하이면 현재 위치를 최적점으로 수렴한 것으로 판단하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 최적점을 적어도 하나 탐색하는 단계는,

아래의 수학식을 이용하여 현재 이동거리($x_{i,t}$)를 산출하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 방법:

$$x_{i,t} = x_{i,t-1} - \alpha \cdot \widehat{m}_t / (\sqrt{\widehat{v}_t} + \varepsilon)$$

여기서, α 는 시작점이 아담 옵티마이저를 이용하여 초기에 이동한 이동거리를 결정하는 초기 학습률이고,

$\widehat{m}_t$ 는 제1 파라미터이며, $\sqrt{\widehat{v}_t}$ 는 제2 파라미터이고, ε 는 제3 파라미터이며, i 는 사용자가 설정한 설계변수의 개수이다.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 최적점을 적어도 하나 탐색하는 단계는,

상기 시작점이 최적점으로 수렴한 것으로 판단되면 초기 학습률(α)을 α 내지 10α 중 어느 하나의 값으로 증가시켜 최적점을 추가적으로 탐색하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 조건을 만족하는지 판단하는 단계는,

상기 요구 조건을 만족하지 않는 경우, 상기 최적점 탐색부가 이동 방향을 변경하여 최적점을 탐색하도록 전달하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 설명하

면 아담 옵티마이저(Adam optimizer)를 기반으로 다중 피크를 추출하고, 추출된 다중 피크에서 최적해를 도출하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 옵티마이저(Optimizer)는 딥러닝에서 네트워크(Network)가 빠르고 정확하게 학습하는 것을 목표로 하여 최적해를 도출하는 기법으로, 확률론적 알고리즘 또는 결정론적 알고리즘을 이용하여 최적해를 도출한다.
- [0003] 이때, 확률론적 알고리즘은 자연계의 행동을 모사하여 복잡한 문제를 해결하기 위한 것으로 확률을 기반으로 동작하기 때문에 넓은 문제 영역을 탐색할 수 있다는 장점이 있으나, 최적해로 수렴하는 과정에서 불필요한 탐색을 반복하여 다른 알고리즘에 비해 장치에 부하가 더 걸리고, 최적해를 도출하기까지 소요되는 시간이 더 길다는 한계가 있다.
- [0004] 또한, 결정론적 알고리즘은 각 샘플의 결과를 바탕으로 수학적 연산을 통해 이동함으로써 최적해를 도출하여 확률론적 알고리즘에 비해 빠르게 최적해를 도출하는 알고리즘으로, GD 옵티마이저, SGC 옵티마이저, 모멘텀(Momentum) 옵티마이저, NAG 옵티마이저, 아담 옵티마이저(Adam optimizer) 등을 포함할 수 있다.
- [0005] 여기서, 아담 옵티마이저는 RMSProp 옵티마이저와 모멘텀 옵티마이저의 기법을 합친 것으로, 이동 데이터를 활용하여 탐색 성능을 개선한 옵티마이저이나 피크가 여러 개인 문제 영역에서는 지역 최적해로 수렴할 위험이 크고, 탐색 시작 지점에 따라 수렴 속도가 상이하다는 한계가 있다.
- [0006] 이러한 한계를 극복하기 위해 지역 최적해로 수렴하지 않고, 일정 수준 이상의 수렴 속도를 유지하는 아담 옵티마이저 기반의 최적 설계 장치가 필요한 실정이다.
- [0007] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 등록특허 제10-1893289호(2018.08.29. 공고)에 기재되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 이와 같이 본 발명에 따르면, 아담 옵티마이저를 기반으로 다중 피크를 추출하고, 추출된 다중 피크에서 최적해를 도출하는 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치에 있어서, 기 설정된 방법을 이용하여 복수의 초기해 후보를 생성하고, 상기 복수의 초기해 후보 중 어느 하나를 시작점으로 설정하는 초기해 생성부; 상기 설정된 시작점으로부터 아담 옵티마이저(Adam optimizer)를 이용하여 이동시키고, 현재 이동거리를 산출하여 최적점을 적어도 하나 탐색하는 최적점 탐색부; 상기 탐색된 적어도 하나의 최적점이 요구 조건 및 종료 조건을 만족하는지 판단하는 조건 확인부; 및 상기 요구 조건 및 종료 조건을 만족한 경우 탐색된 적어도 하나의 최적점 중에서 성능이 가장 우수한 최적점을 최적해로 도출하는 최적해 도출부를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 최적점 탐색부는, 상기 현재 이동거리가 기 설정된 기준 거리 이하이면 현재 위치를 최적점으로 수렴한 것으로 판단할 수 있다.
- [0011] 상기 최적점 탐색부는, 아래의 수학적식을 이용하여 현재 이동거리($x_{i,t}$)를 산출할 수 있다:
- [0012]
$$x_{i,t} = x_{i,t-1} - \alpha \cdot \widehat{m}_t / (\sqrt{\widehat{v}_t} + \varepsilon)$$
- [0013] 여기서, α 는 시작점이 아담 옵티마이저를 이용하여 초기에 이동한 이동거리를 결정하는 초기 학습률이고, $\widehat{m}_t$ 는 제1 파라미터이며, $\sqrt{\widehat{v}_t}$ 는 제2 파라미터이고, ε 는 제3 파라미터이며, i 는 사용자가 설정한 설계변수의 개수일 수 있다.
- [0014] 상기 최적점 탐색부는, 상기 현재 위치가 최적점으로 수렴한 것으로 판단되면 초기 학습률(α)을 α 내지 10α

중 어느 하나의 값으로 증가시켜 최적점을 추가적으로 탐색할 수 있다.

[0015] 상기 조건 확인부는, 상기 요구 조건을 만족하지 않는 경우, 상기 최적점 탐색부가 이동 방향을 변경하여 최적점을 탐색하도록 전달할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 실시예에 따른 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 방법에 있어서, 초기해 생성부가 기 설정된 방법을 이용하여 복수의 초기해 후보를 생성하는 단계; 초기해 생성부가 상기 복수의 초기해 후보 중 어느 하나를 시작점으로 설정하는 단계; 최적점 탐색부가 상기 설정된 시작점으로부터 아담 옵티마이저(Adam optimizer)를 이용하여 이동시키는 단계; 최적점 탐색부가 현재 이동거리를 산출하여 최적점을 적어도 하나 탐색하는 단계; 조건 확인부가 상기 탐색된 적어도 하나의 최적점이 요구 조건 및 종료 조건을 만족하는지 판단하는 단계; 및 최적해 도출부가 상기 요구 조건 및 종료 조건을 만족한 경우 탐색된 적어도 하나의 최적점 중에서 성능이 가장 우수한 최적점을 최적해로 도출하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 최적 설계 장치를 이용하여 웨어러블 로봇 관절용 표면부착형 영구자석 동기전동기의 토크 리플을 최소화하는 최적 설계를 수행한 경우 종래의 기법을 사용했을 때 보다 약 60% 정도 토크 리플을 저감하는 최적해를 도출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치의 구성도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 시작점을 설정하는 일 예를 도시하는 도면이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 최적점 탐색부가 최적점을 탐색하는 일 예를 도시하는 도면이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 요구 조건을 불만족하여 이동 방향을 변경시키는 일 예를 도시하는 예시도이다.
 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 방법의 순서도이다.
 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 최적 설계 장치를 이용하여 탐색된 최적점과 종래의 아담 옵티마이저를 이용하여 탐색된 최적점을 비교하는 비교도이다.
 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따라 웨어러블 로봇 관절용 표면부착형 영구자석 동기전동기에 대한 최적 설계를 수행하는 일 예를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.

[0020] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치의 구성도이다.

[0022] 도 1에 도시된 바와 같이, 전자기기 최적 설계 장치(100)는 초기해 생성부(110), 최적점 탐색부(120), 조건 확인부(130) 및 최적해 도출부(140)를 포함할 수 있다.

[0023] 먼저, 초기해 생성부(110)는 기 설정된 방법을 이용하여 복수의 초기해 후보를 생성하고, 복수의 초기해 후보 중 어느 하나를 시작점으로 설정할 수 있다.

[0024] 구체적으로, 초기해 생성부(110)는 기 설정된 방법(예를 들어, 확률 표본 추출 방법, 비확률 표본 추출 방법 중 어느 하나)을 이용하여 복수의 초기해 후보를 생성하고, 기 설정된 기준에 따라 복수의 초기해 후보 중 어느 하나를 시작점으로 설정할 수 있다. 여기서, 기 설정된 기준은 복수의 초기해 후보를 목적 함수에 각각 적용하여 목적함수 값을 산출하고, 산출된 목적함수 값이 가장 우수한 초기해 후보를 시작점으로 설정하는 것일 수 있다.

[0025] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 시작점을 설정하는 일 예를 도시하는 도면이다.

[0026] 도 2에 도시된 바와 같이, 초기해 생성부(110)는 기 설정된 방법을 이용하여 복수의 초기해 후보를 생성하고, 생성된 복수의 초기해 후보 중 중앙에 가장 가까운 곳에 위치한 초기해 후보를 시작점으로 설정할 수 있다. 이때, 기 설정된 방법은 단순확률추출(Simple random sampling), 계통추출(Systematic sampling), 층화추출(Stratified sampling), 군집 또는 집락추출(Cluster sampling), 편의추출법(Convenience sampling), 판단추출법(Purposive sampling), 할당추출법(Quota sampling), 눈덩이 추출법(Snowball sampling) 중 어느 하나의 방법을 이용한 것으로, 후술하는 본 발명의 실시예에서는 라틴 하이퍼큐브 샘플링(Latin hypercube sampling)을 사용하여 복수의 초기해 후보를 생성하였다.

[0027] 다음으로, 최적점 탐색부(120)는 설정된 시작점으로부터 아담 옵티마이저(Adam optimizer)를 이용하여 이동시키고, 현재 이동거리를 산출하여 최적점을 적어도 하나 탐색할 수 있다.

[0028] 구체적으로, 최적점 탐색부(120)는 현재 이동거리가 기 설정된 기준 거리 이하이면, 현재 위치를 최적점으로 수렴한 것으로 판단할 수 있다. 이때, 최적점은 지역 최적해(Local optima) 또는 전역 최적해(Global optimum) 중 어느 하나일 수 있다.

[0029] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 최적점 탐색부가 최적점을 탐색하는 일 예를 도시하는 도면이다.

[0030] 도 3에 도시된 바와 같이, 최적점 탐색부(120)는 산출된 현재 이동거리가 기 설정된 기준 거리 이하이면 현재 위치가 최적점으로 수렴한 것으로 판단하고, 초기 학습률(α)을 기 설정된 배수(예를 들어, 5배, 10배, 1.5배 등)만큼 증가시켜 새로운 최적점(지역 최적점 또는 전역 최적점)을 탐색할 수 있다.

[0031] 이때, 최적점 탐색부(120)는 아래의 [수학식 1]을 이용하여 t시점의 현재 이동거리($x_{i,t}$)를 산출할 수 있다.

수학식 1

[0032]
$$x_{i,t} = x_{i,t-1} - \alpha \cdot \widehat{m}_t / (\sqrt{\widehat{v}_t} + \varepsilon)$$

[0033] 여기서, α 는 시작점이 아담 옵티마이저를 이용하여 초기에 이동한 이동거리를 결정하는 초기 학습률이고, $\widehat{m}_t$ 는 제1 파라미터이며, $\sqrt{\widehat{v}_t}$ 는 제2 파라미터이고, ε 는 제3 파라미터이며, i는 사용자가 설정한 설계변수의 개수일 수 있다.

[0034] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 사용자가 설계 변수를 4가지를 지정한 경우 최적점 탐색부(120)는 i=4인 t 시점의 현재 이동거리를 산출할 수 있다.

[0035] 또한, 최적점 탐색부(120)는 현재 위치가 최적점으로 수렴한 것으로 판단되면 초기 학습률(α)을 α 내지 10α 중 어느 하나의 값으로 증가시켜 최적점을 추가적으로 탐색할 수 있다. 이때, 현재 위치가 수렴한 최적점은 지역 최적해 또는 전역 최적해 중 어느 하나일 수 있다.

[0036] 다음으로, 조건 확인부(130)는 탐색된 적어도 하나의 최적점이 요구 조건 및 종료 조건을 만족하는지 여부를 판단할 수 있다.

[0037] 구체적으로, 조건 확인부(130)는 요구 조건을 미달성하는 경우 최적점 탐색부(120)가 이동 방향을 변경하여 최적점을 탐색하도록 전달할 수 있다.

[0038] 또한, 조건 확인부(130)는 종료 조건을 미달성하는 경우 최적점 탐색부(120)가 새로운 최적점을 탐색하도록 전달할 수 있다.

[0039] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 요구 조건은 평균 토크가 0.853Nm 이상이고, 웨어러블 로봇의 관절에 표면부착한 영구자석의 동기전동기의 토크 리플 저감 설계일 수 있다.

[0040] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 종료 조건은 사용자의 선택 신호에 따라 결정된 최적점의 개수를 달성했는지 또는 기 설정된 알고리즘 반복 횟수를 초과했는지일 수 있다. 이때, 기 설정된 알고리즘 반복 횟수를 초과하면 조건 확인부(130)는 최적점을 탐색하는 과정을 종료시킬 수 있다.

[0041] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 요구 조건을 불만족하여 이동 방향을 변경시키는 일 예를 도시하는 예시도

이다.

- [0042] 도 4에 도시된 바와 같이, 조건 확인부(130)는 탐색된 적어도 하나의 최적점이 요구 조건을 만족하지 않는 경우, 최적점 탐색부(120)에 이동 방향을 변경하여 다른 최적점을 탐색하도록 전달할 수 있다.
- [0043] 다음으로, 최적해 도출부(140)는 요구 조건 및 종료 조건을 만족한 탐색된 복수의 최적점에서 성능이 가장 우수한 최적점을 최적해로 도출할 수 있다.
- [0044] 구체적으로, 최적해 도출부(140)는 탐색된 복수의 최적점을 성능에 따라 내림차순으로 정렬하고, 가장 성능이 우수한 최적점을 최적해로 도출할 수 있다.
- [0045] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 방법의 순서도이다.
- [0046] 도 5에 도시된 바와 같이, 초기해 생성부(110)는 라틴 하이퍼큐브 샘플링을 이용하여 복수의 초기해 후보를 생성할 수 있다(S510).
- [0047] 다음으로, 초기해 생성부(110)는 복수의 초기해 후보 중 어느 하나를 시작점으로 설정할 수 있다(S520).
- [0048] 다음으로, 최적점 탐색부(120)는 설정된 시작점으로부터 아담 옵티마이저(Adam optimizer)를 이용하여 이동시킬 수 있다(S530).
- [0049] 다음으로, 최적점 탐색부(120)는 현재 이동거리를 산출하여 최적점을 적어도 하나 탐색할 수 있다(S540). 이때, 최적점 탐색부(120)는 현재 이동거리가 기 설정된 거리 이하이면 최적점으로 수렴한 것으로 판단하고, 현재 위치를 최적점으로 판단할 수 있다.
- [0050] 다음으로, 조건 확인부(130)는 탐색된 적어도 하나의 최적점이 요구 조건을 만족하는지 확인할 수 있다(S550).
- [0051] 다음으로, 조건 확인부(130)는 종료 조건을 만족하는지 확인할 수 있다. 여기서, 조건 확인부(130)는 요구 조건 및 종료 조건이 만족되지 않은 경우 S530부터 S550까지의 과정을 반복할 수 있다.
- [0052] 구체적으로, 조건 확인부(130)는 최적점 탐색부(120)에서 탐색한 최적점의 개수가 사용자로부터 설정된 개수(예를 들어, 6개) 이상인지 또는 최적점을 탐색한 횟수가 기 설정된 횟수(예를 들어, 5회)를 초과했는지 판단하여 최적점 탐색을 종료시킬 수 있다.
- [0053] 다음으로, 최적해 도출부(140)는 탐색된 복수의 최적점에서 성능이 가장 우수한 최적점을 최적해로 도출할 수 있다(S560).
- [0054] 각 단계가 수행하는 구체적인 내용은 도 1 내지 도4를 참조하여 서술한 바와 같으므로 중복적인 설명은 생략한다.
- [0055] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 최적 설계 장치를 이용하여 탐색된 최적점과 종래의 아담 옵티마이저를 이용하여 탐색된 최적점을 비교하는 비교도이다.
- [0056] 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 동일한 조건에서 종래의 아담 옵티마이저를 이용한 경우 하나의 최적점(빨간 마름모)만을 탐색하였다. 이때, 탐색된 최적점은 지역 최적해이다.
- [0057] 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 최적 설계 장치(100)를 이용한 경우, 복수의 최적점을 탐색하였다. 이때, 탐색된 최적점은 지역 최적해와 전역 최적해를 포함한 것으로, 최적 설계 장치(100)는 가장 우수한 성능의 최적해를 도출할 수 있다.
- [0058] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따라 웨어러블 로봇 관절용 표면부착형 영구자석 동기전동기에 대한 최적 설계를 수행하는 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0059] 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 폴 슈 각도, 자석 극호비, 폴 슈 두께, 슬롯 오프닝을 설계 변수로 설정하고, 목적 함수에 토크 리플을 최소화하는 것으로 설정하며, 요구 조건에 전동기의 목표 출력 달성을 설정하여 최적 설계 장치(100)로 최적 설계를 수행하였다. 이때, 토크 리플은 전동기 부하 운전시 발생하는 진동을 수치화한 지표이다.
- [0060] 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이, 종래의 토크 리플보다 59.21% 감소된 토크 리플이 발생하는 최적 모델을 도출할 수 있다.
- [0061] 상술한 본 발명의 실시예에 따른 최적 설계 장치를 이용하여 웨어러블 로봇 관절용 표면부착형 영구자석 동기전

동기의 토크 리플을 최소화하는 최적 설계를 수행한 경우 종래의 기법을 사용했을 때 보다 약 60% 정도 토크 리플을 저감하는 최적해를 도출할 수 있다.

[0062] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0063] 100: 아담 옵티마이저 기반 전자기기 최적 설계 장치

110: 초기해 생성부

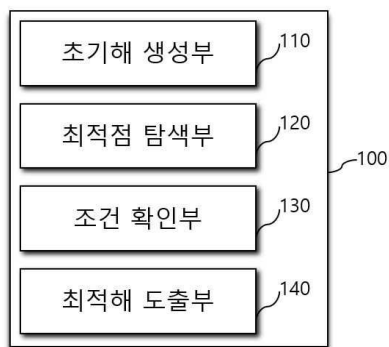
120: 최적점 탐색부

130: 조건 확인부

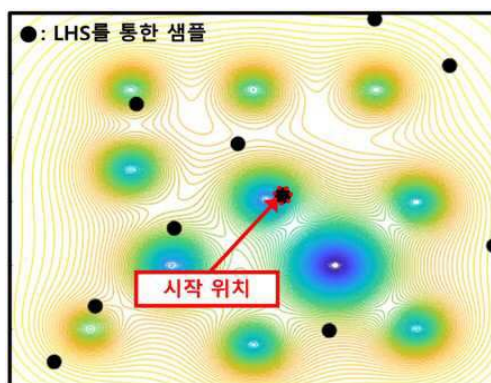
140: 최적해 도출부

도면

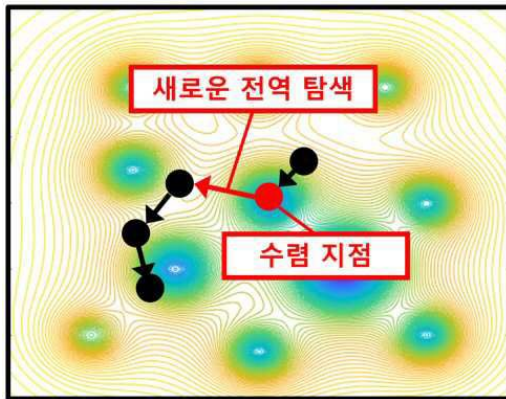
도면1



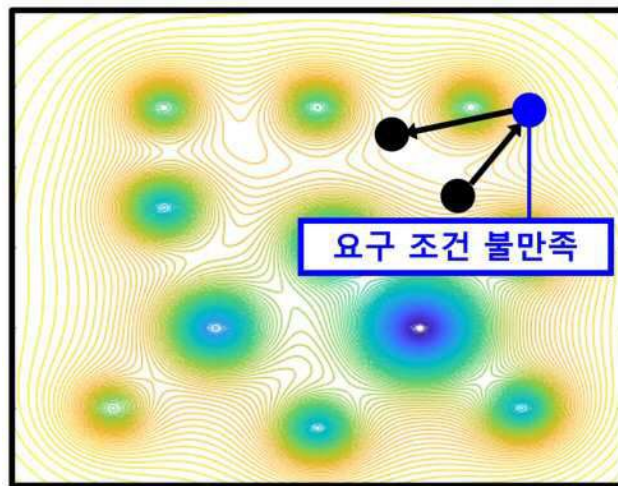
도면2



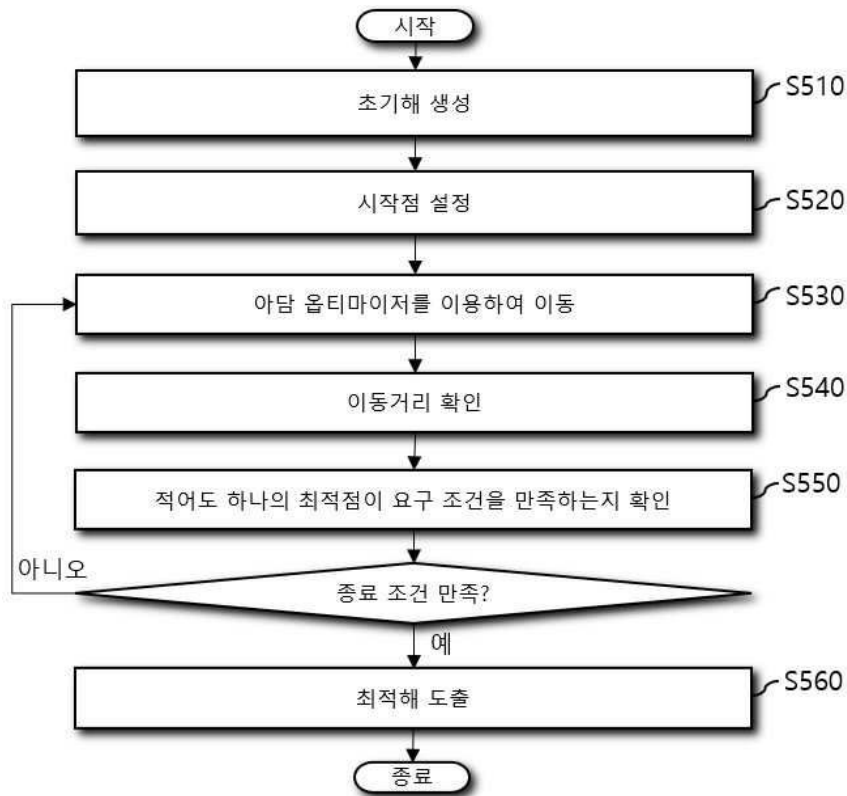
도면3



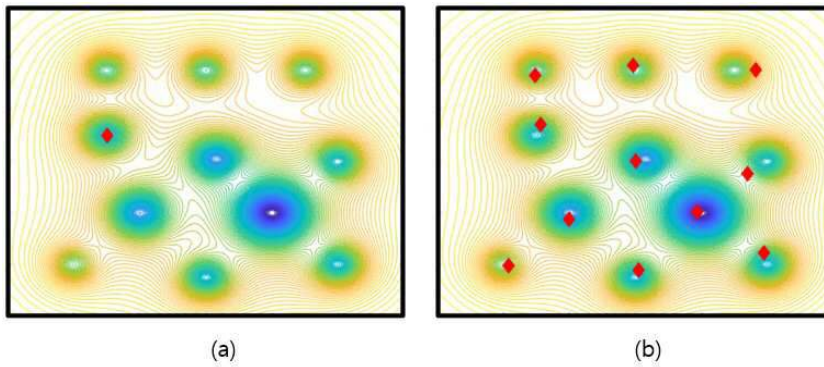
도면4



도면5



도면6



도면7

