



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0163451
(43) 공개일자 2024년11월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 20/00 (2019.01) G06F 8/35 (2018.01)
G06F 8/36 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G06N 20/00 (2021.08)
G06F 8/35 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2023-0060729
(22) 출원일자 2023년05월10일
심사청구일자 2023년05월10일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
김원태
충청남도 천안시 서북구 공원로 176, 시티프라디움3차 306동 3102호
김영진
충청북도 청주시 청원구 오창읍 오창공원로 96, 103동 3504호
김한진
충청북도 청주시 청원구 오창읍 오창공원로 96, 103동 3504호
(74) 대리인
정승교

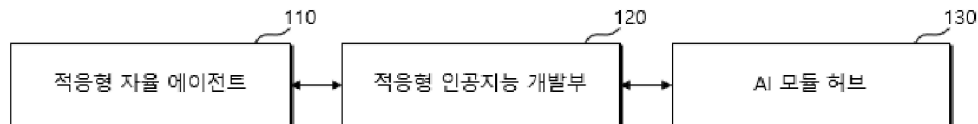
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템

(57) 요약

모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템이 개시된다. 일 실시예에 따른 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템은 적응형 인공지능 개발부 및 AI 모듈 허브를 포함하고, 적응형 인공지능 개발부는 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보를 획득하고, AI 모듈 허브로부터 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보에 대응하는 AI 토폴로지 및 AI 모듈들을 수신하는 분석부, AI 토폴로지에 기초하여, AI 모듈들을 조립하여 후보 인공지능 모델을 생성하는 조립부 및 후보 인공지능 모델을 학습하는 학습부를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06F 8/36 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193597
과제번호	2022-0-00866-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	스마트제조혁신기술개발
연구과제명	(세부1-1) 대규모 확장성 및 고신뢰 분산 시뮬레이션을 지원하는 제조 디지털 트윈
프레임워크 기술 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국전자통신연구원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

적응형 인공지능 개발부; 및

AI 모듈 허브

를 포함하고,

상기 적응형 인공지능 개발부는

적응형 자율 에이전트 요구사항 정보를 획득하고, 상기 AI 모듈 허브로부터 상기 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보에 대응하는 AI 토폴로지 및 AI 모듈들을 수신하는 분석부;

상기 AI 토폴로지에 기초하여, 상기 AI 모듈들을 조립하여 후보 인공지능 모델을 생성하는 조립부; 및

상기 후보 인공지능 모델을 학습하는 학습부

를 포함하는, 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보는

적응형 자율 에이전트에 대한 환경 정보, 상태 정보 및 목적 정보 중 적어도 하나를 포함하는, 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 AI 모듈 허브는

AI 토폴로지 저장소;

AI 모듈 저장소;

인공지능 모듈화부; 및

인공지능 모듈 프로파일러

를 포함하고,

상기 인공지능 모듈화부는

인공지능 모델을 수신하여 상기 인공지능 모델을 복수의 모듈들로 분리하고, 상기 인공지능 모델에 대한 구조 정보를 상기 AI 토폴로지 저장소에 저장하고,

상기 인공지능 모듈 프로파일러는

상기 복수의 모듈들 각각의 연관 정보를 분석하여 관련 토폴로지 정보, 모듈의 입출력 정보, 위치, 특성 정보를 포함한 프로파일 정보를 생성하여 상기 AI 모듈 저장소에 저장하는, 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 인공지능 모듈 프로파일러는

상기 복수의 모듈들 각각에 대응하는 메타 정보를 생성하고, 상기 복수의 모듈들과 상기 메타 정보를 함께 상기 AI 모듈 저장소에 저장하는, 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 분석부는

상기 AI 토폴로지 저장소에서 상기 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보에 대응하는 상기 AI 토폴로지를 수신하고, 상기 AI 모듈 저장소에서 상기 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보에 대응하는 상기 AI 모듈들을 수신하는, 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 학습부는

상기 후보 인공지능 모델의 성능 지표를 평가하고, 상기 성능 지표가 미리 정해진 임계값 초과라는 판단에 기초하여 상기 후보 인공지능 모델을 최종 인공지능 모델로 결정하고,

상기 후보 인공지능 모델의 성능 지표를 평가하고, 상기 성능 지표가 미리 정해진 임계값 이하라는 판단에 기초하여 상기 후보 인공지능 모델을 상기 성능 지표와 함께 저장하고, 상기 조립부에 새로운 후보 인공지능 모델 생성을 요청하고,

상기 조립부는 상기 요청에 반응하여 상기 새로운 후보 인공지능 모델을 생성하는, 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 학습부는

상기 조립부에서 생성한 복수의 후보 인공지능 모델들의 성능 지표가 모두 상기 미리 정해진 임계값 이하일 경우, 상기 복수의 후보 인공지능 모델들 중 성능 지표가 가장 높은 후보 인공지능 모델을 최종 인공지능 모델로 결정하는, 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템.

청구항 8

하드웨어와 결합되어 제1항 내지 제7항 중 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위하여 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래 실시예들은 적응형 자율 에이전트를 위한 모듈 기반 인공지능 개발 도구 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 에이전트위 환경, 상태 및 목적의 변화에 적응적으로 대응하는 자율 에이전트의 인공지능을 모듈 기반으로 조립/개발하는 도구 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인공지능은 지능형 에이전트의 핵심 기술로 영상처리, 음성인식, 자연어처리, 로봇공학에 이르기까지 지능형 에이전트가 필요로 하는 다양한 기술분야에서 탁월한 성능을 보이고 있다. 인공지능 기술은 지각(인지), 추론, 학습, 의사결정, 행동에 이르는 에이전트의 다양한 행위에 적용되어 보다 지능적인 고수준의 목적 달성을 지원할 수 있다. 예를 들어, 스마트 빌딩의 지능형 에이전트는 건물 내외부에 설치된 CCTV, 온/습도, 연기 등의 센서로부터 영상인식, 신호처리 AI를 통해 건물의 상태를 지각(인지)하고, 강화학습 등을 통해 인지된 상황에 적합한 행동(Action)을 학습하고 취할 수 있다(예를 들어, 얼굴인식에 따른 출입문 자동 개폐, 화재 감지에 따른 스프링클러 작동 등).

[0003] 향후의 에이전트 기술은 인간의 개입 없이(혹은 최소한의 도움으로) 주변 환경 및 자신의 상태 변화를 인지하여 사용자의 요구에 적합한 다양한 목적을 수행할 수 있는 자율형 에이전트로의 발전이 요구된다. 그러나, 현재의 인공지능 기술은 모듈로식으로 개발되는 특성으로 인해, 환경/상태/목적 등의 변화에 적응적인 자율 에이전트가 요구하는 기능에 적합한 모델 구성에 있어 어려움이 존재한다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0004] 일 실시예에 따른 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템은 적응형 인공지능 개발부; 및 AI 모듈 허브를 포함하고, 상기 적응형 인공지능 개발부는 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보를 획득하고, 상기 AI 모듈 허브로부터 상기 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보에 대응하는 AI 토폴로지 및 AI 모듈들을 수신하는 분석부; 상기 AI 토폴로지에 기초하여, 상기 AI 모듈들을 조립하여 후보 인공지능 모델을 생성하는 조립부; 및 상기 후보 인공지능 모델을 학습하는 학습부를 포함할 수 있다.

[0005] 상기 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보는 적응형 자율 에이전트에 대한 환경 정보, 상태 정보 및 목적 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0006] 상기 AI 모듈 허브는 AI 토폴로지 저장소; AI 모듈 저장소; 인공지능 모듈화부; 및 인공지능 모듈 프로파일러를 포함하고, 상기 인공지능 모듈화부는 인공지능 모델을 수신하여 상기 인공지능 모델을 복수의 모듈들로 분리하고, 상기 인공지능 모델에 대한 구조 정보를 상기 AI 토폴로지 저장소에 저장하고, 상기 인공지능 모듈 프로파일러는 상기 복수의 모듈들 각각의 연관 정보를 분석하여 관련 토폴로지 정보, 모듈의 입출력 정보, 위치, 특성 정보를 포함한 프로파일 정보를 생성하여 상기 AI 모듈 저장소에 저장할 수 있다.

[0007] 상기 인공지능 모듈 프로파일러는 상기 복수의 모듈들 각각에 대응하는 메타 정보를 생성하고, 상기 복수의 모듈들과 상기 메타 정보를 함께 상기 AI 모듈 저장소에 저장할 수 있다.

[0008] 상기 분석부는 상기 AI 토폴로지 저장소에서 상기 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보에 대응하는 상기 AI 토폴로지를 수신하고, 상기 AI 모듈 저장소에서 상기 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보에 대응하는 상기 AI 모듈들을 수신할 수 있다.

[0009] 상기 학습부는 상기 후보 인공지능 모델의 성능 지표를 평가하고, 상기 성능 지표가 미리 정해진 임계값 초과라는 판단에 기초하여 상기 후보 인공지능 모델을 최종 인공지능 모델로 결정할 수 있다.

[0010] 상기 학습부는 상기 후보 인공지능 모델의 성능 지표를 평가하고, 상기 성능 지표가 미리 정해진 임계값 이하라는 판단에 기초하여 상기 후보 인공지능 모델을 상기 성능 지표와 함께 저장하고, 상기 조립부에 새로운 후보 인공지능 모델 생성을 요청하고, 상기 조립부는 상기 요청에 반응하여 상기 새로운 후보 인공지능 모델을 생성할 수 있다.

[0011] 상기 조립부에서 생성한 복수의 후보 인공지능 모델들의 성능 지표가 모두 상기 미리 정해진 임계값 이하일 경우, 상기 학습부는 상기 복수의 후보 인공지능 모델들 중 성능 지표가 가장 높은 후보 인공지능 모델을 최종 인공지능 모델로 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 일 실시예에 따른 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 적응형 인공지능 개발부의 구조를 도시한 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 적응형 인공지능 개발부의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 AI 모듈 허브의 구조를 도시한 도면이다.
- 도 5은 일 실시예에 따른 적응형 인공지능 개발부의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템 동작의 예시를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 명세서에서 개시되어 있는 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 기술적 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 실제로 구현된 형태는 다양한 다른 모습을 가질 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예로만 한정되지 않는다.
- [0014] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 이해되어야 한다. 예를 들어 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0015] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~간의"와 "바로~간의" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0016] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0017] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0018] 실시예들은 퍼스널 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 스마트 폰, 텔레비전, 스마트 가전 기기, 지능형 자동차, 키오스크, 웨어러블 장치 등 다양한 형태의 제품으로 구현될 수 있다. 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0019] 도 1은 일 실시예에 따른 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0020] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템은 자율형 에이전트(110), 적응형 인공지능 개발부(120) 및 AI 모듈 허브(130)를 주체로 포함할 수 있다.
- [0021] 일 실시예에 따른 에이전트는 센서를 이용하여 주변 환경을 지각하고 액추에이터(actuator)를 통해 적절한 행동을 하는 개체를 의미한다. 에이전트의 형태는 소프트웨어, 하드웨어를 포함한 컴퓨팅 시스템, 로봇 등을 포괄하며, 질병 진단 시스템, 인공지능 스피커, 자율 주행 자동차, 스마트 빌딩 등을 예로 들 수 있다.
- [0022] 사물인터넷, 인공지능 기술의 발전과 함께, 에이전트는 단순 반복적인 작업을 자동화하는 것을 넘어 수집한 데이터로부터 유의미한 지식을 추출하여 인간의 의사결정을 지원하는 지능형 에이전트로 진화해 왔으며, 향후 더 나아가 인지한 정보를 통해 자율적으로 특정 목적을 달성하는 자율형 에이전트로의 발전이 기대되고 있다.
- [0023] 향후의 에이전트 기술은 인간의 개입 없이(혹은 최소한의 도움으로) 주변 환경 및 자신의 상태 변화를 인지하여

사용자의 요구에 적합한 다양한 목적을 수행할 수 있는 자율형 에이전트로의 발전이 요구된다. 그러나, 현재의 인공지능 기술은 모놀로식으로 개발되는 특성으로 인해, 환경/상태/목적 등의 변화에 적응적인 자율 에이전트가 요구하는 기능에 적합한 모델 구성에 있어 어려움이 존재한다.

[0024] 보다 구체적으로, 적응형 자율 에이전트는 주변 환경 및 목적의 변화에 적응적으로 대응할 수 있어야 한다. 스마트 빌딩의 화재 감지 에이전트를 예로 들면, 적응형 자율 에이전트는 여름에는 고온의 날씨가 일반 상황임으로 해당 날씨에 맞춰 화재 감지 기준을 비교적 높여야 하며(더 높은 온도에서 감지되도록), 반대로 겨울에는 일반 상황에서의 온도가 낮으므로 화재 감지 기준을 비교적 낮춰야(더 낮은 온도에서도 감지되도록) 한다. 또 다른 예로는 자율주행차량의 환경 변화가 있다. 자율주행차량은 일정 거리 이상을 자율적으로 주행하는데 있어, 기상변화, 노면상태의 변화, 지역의 변화(예를 들어, 도심, 외곽 또는 시골 등)에 적응적 대응을 할 필요가 있다. 이러한 환경 변화에 적응적인 인공지능 개발을 위해서는 각 상황에 적합한 데이터의 확보가 필요한데, 일반적으로 각 상황에서의 대용량 학습 데이터 확보에는 큰 비용과 시간이 소요되는 문제가 있다. 또한, 대용량의 학습 데이터를 즉시 확보했다고 하더라도 처음부터 인공지능 모델을 학습시키는 방법은 학습 수렴 속도가 느리다는 단점이 존재한다.

[0025] 또한, 적응형 자율 에이전트는 자신의 상태 변화에 대응하여 최적의 성능을 보일 수 있어야 한다. 적응형 자율 에이전트가 이용하는 센서가 추가로 도입되거나, 혹은 상황에 따라 사용중인 일부 센서에 고장이 발생할 수 있다. 이러한 상황에서는 인공지능 모델의 입력(예를 들어, 센서 데이터)의 형태가 변경될 수 있는데 기존 모놀로식으로 개발된 인공지능 모델은 입력과 출력이 강인하게 연결(tightly coupled)되어 있으므로 입력 형태의 변화에 대응하지 못해 성능의 저하가 발생할 수 있다. 예를 들어, 온도, 습도, 가스 센서를 사용하는 화재 감지 에이전트가 주변 상황을 모니터링하던 중, 네트워크 상태, 센서 오류 및 고장 등으로 인해 올바른 가스 센서 정보를 획득하지 못한 경우 인공지능 모델은 임의의 가스 센서 데이터를 입력으로 주입시켜야 동작이 가능하며, 이 경우 각 센서 간 연관관계를 잘못 해석하여 성능이 저하될 수 있다. 반대로, 화재 감지 에이전트의 성능 향상을 위해 연기 센서를 추가 도입하고자 할 경우에는 해당 입력을 수신할 수 있도록 인공지능 모델을 재설계/재개발/재학습시켜야 할 필요가 있다.

[0026] 또한, 적응형 자율 에이전트는 사용자의 요구(예를 들어, 추가된 혹은 변경된 요구) 혹은 환경 및 상태 변화에 따른 기능적인 요구(예를 들어, 추가된 혹은 변경된 요구)에 맞추어 새로운 목적을 수행할 수 있어야 한다. 현대에는 다양한 서비스에 대한 사용자의 요구가 시시각각 변화하고 이에 대응하기 위한 기업들의 노력이 가속화되고 있으므로, 적응형 자율 에이전트는 이러한 사용자 요구에 따라 자신의 목적을 추가/변경할 수 있어야 한다. 기능적인 요구 측면에서는 자율비행 드론을 예로 들 수 있다. 자율비행 드론의 고공비행의 경우 위치추정, 자세제어 등 단순 waypoint로의 이동을 위한 기본적인 기능이 요구되는 반면, 저공비행을 목적으로 할 경우 기본적인 비행 기능에 더불어 장애물 감지 및 회피를 위한 추가적인 기능이 요구된다. 이처럼 사용자의 요구 혹은 환경 및 상태 변화에 따른 기능적인 요구가 변화될 수 있으나, 기존 모놀로식으로 개발된 인공지능 모델은 이러한 요구 조건을 만족시키기에는 확장성 및 유연성이 매우 부족하다. 이러한 문제에 대한 인공지능 모델의 대표적인 현상으로는 안정성-가소성 딜레마(Stability-Plasticity Dilemma)가 있다. 안정성-가소성 딜레마는 기존 목적을 위해 학습된 인공지능 모델이 그 성능을 유지하면서 새로운 목적 달성을 위해 새로운 학습을 하고자 할 때 발생하는 딜레마로, 기존 모놀로식 인공지능 모델은 새로운 데이터 학습을 위해 기존 학습된 파라미터들의 수정 및 변경이 불가피하므로 해당 딜레마를 해결하는 것이 쉽지 않다.

[0027] 아래에서 상세히 설명하겠으나, 일 실시예에 따른 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템은 적응형 자율 에이전트의 인공지능을 모듈화하고, 모듈을 기반으로 요구사항에 적합한 인공지능을 조립함으로써, 다양한 환경, 상태, 목적의 변화에 대응하여 적합한 기능을 수행하는 인공지능을 신속하게 개발/적용하기 위한 도구 및 방법을 제공할 수 있다.

[0028] 일 실시예에 따른 적응형 인공지능 개발부(120)는 적응형 자율형 에이전트(110)의 요구사항 정보를 기반으로 적합한 인공지능을 조립 및/또는 개발할 수 있다. 적응형 인공지능 개발부(120)의 구체적인 구성 및 동작에 대해서는 아래에서 도 2 내지 도 3을 참조하여 상세히 설명한다.

[0029] 일 실시예에 따른 AI 모듈 허브(130)는 적응형 인공지능 개발 지원을 위해 인공지능 모델을 모듈화하고, 인공지능의 구조(이하, 토폴로지) 및 모듈에 대한 저장, 갱신, 검색 기능을 제공할 수 있다. AI 모듈 허브(130)의 구체적인 구성 및 동작에 대해서는 아래에서 도 4 내지 도 5를 참조하여 상세히 설명한다.

[0030] 도 2는 일 실시예에 따른 적응형 인공지능 개발부의 구조를 도시한 도면이다.

- [0031] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 적응형 인공지능 개발부(120)는 자율형 에이전트 요구사항 분석부(21), 적응형 인공지능 조립부(22) 및 적응형 인공지능 학습부(24)를 포함할 수 있다. 그러나 도시된 구성요소 모두가 필수구성요소인 것은 아니다. 도시된 구성요소보다 많은 구성요소에 의해 멀티 태스크 러닝 모델이 구현될 수도 있고, 그보다 적은 구성요소에 의해서도 멀티 태스크 러닝 모델은 구현될 수 있다. 이하 사용되는 '부', '기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0032] 적응형 인공지능 개발부(120)는 AI 모듈 허브(130)와 통신을 통해 특정 적응형 자율 에이전트가 필요로 하는 인공지능을 신속하게 구성할 수 있다. 일 실시예에 따른 자율형 에이전트 요구사항 분석부(21)는 적응형 자율 에이전트에 대한 환경 정보, 상태 정보 및 목적 정보를 포함한 요구사항 정보를 분석하여 적합한 인공지능 모델의 토폴로지 및 모듈들을 선택하고 다운로드할 수 있다. 아래에서, 적응형 인공지능 개발부(120)는 개발부로 지칭될 수 있다.
- [0033] 일 실시예에 따른 적응형 인공지능 조립부(22)는 다운로드한 인공지능 토폴로지 및 모듈들을 활용하여 요구사항을 만족하는 인공지능을 조립할 수 있다. 아래에서, 적응형 인공지능 조립부(22)는 조립부로 지칭될 수 있다. 적응형 인공지능 조립부(22)에 의하면, 인공지능 토폴로지를 기반으로 다양한 기능의 인공지능 모듈들을 쉽게 탈부착(Plug & Play)할 수 있게 됨에 따라, 적응형 자율 에이전트의 상태 변화에 적합한 인공지능을 사람의 개입 없이(혹은 최소한의 개입을 통해) 개발 및 적용할 수 있다.
- [0034] 일 실시예에 따른 적응형 인공지능 학습부(24)는 특정 인공지능 토폴로지 구조와 모듈들로 구성된 인공지능 모델을 적응형 학습 데이터(23)를 기반으로 학습될 수 있다. 아래에서, 적응형 인공지능 학습부(24)는 학습부로 지칭될 수 있다. 적응형 인공지능 학습부(24)에 의하면, 인공지능 모듈을 기반으로 기존 모듈 기반 인공지능 모델에 추가적인 인공지능 모듈을 유연하게 연결함으로써, 전체 인공지능 모델의 기존 부분은 최소한으로 변경하면서(혹은 변경 없이) 새로이 연결된 모듈만 선별적으로 학습함으로써 추가적인 목적 변화에 대응하는 인공지능 모델 개발을 가능하게 하며, 이를 통해 안전성-가소성 딜레마 문제를 회피하면서 인공지능 모델의 기능 확장을 지원할 수 있다.
- [0035] 또한, 학습 결과에 대한 인공지능 모듈 허브 내 인공지능 모듈의 업데이트는 기존 인공지능 모듈의 성능 향상 및 다양한 목적에 대한 기능적 분화를 지원하며, 결과적으로 전체 인공지능 모델의 전반적인 성능 향상 및 개발 소요 시간/비용을 지속적으로 절감시켜 경제적 효율성을 극대화시킬 수 있다.
- [0036] 도 3은 일 실시예에 따른 적응형 인공지능 개발부의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0037] 도 1 내지 도 2를 참조하여 설명한 내용은 도 3에 동일하게 적용될 수 있다. 도 3을 참조하면, 적응형 자율 에이전트(110)는 센서 등을 통해 인지한 주변 환경 정보, 센서 및 액추에이터의 실행 상태 정보, 그리고 자신에게 요구되는 기능 및 성능 지표를 포함한 목적 정보로 구성된 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보를 작성할 수 있다(S100).
- [0038] 적응형 인공지능 개발부(120)의 자율형 에이전트 요구사항 분석부(21)에서는 AI 모듈 허브 내 사용 가능한 인공지능 토폴로지 및 모듈 저장소로부터 작성된 요구사항을 만족하는 토폴로지 및 모듈들을 다운로드할 수 있다(S101). 이후, 적응형 인공지능 조립부(22)에서는 인공지능 토폴로지 하에서 다운로드한 모듈들을 조립할 수 있다(S102).
- [0039] 적응형 인공지능 학습부(24)에서는 조립된 인공지능 모델을 학습데이터를 활용하여 학습시킬 수 있다(S103). 이때, 구성된 인공지능 모듈이 목적 정보의 성능 지표를 만족하지 못할 경우(S104), 해당하는 학습된 인공지능 모델을 성능 정보와 함께 후보 인공지능 모델로서 저장(S105)하고 다른 형태의 인공지능 모듈을 조립하도록 적응형 인공지능 조립부에 재-요청하며, 다운로드한 토폴로지 및 모듈 하에서 목표 성능 지표를 만족할 때까지 반복할 수 있다(S102-S103-S104-S105).
- [0040] 최종적으로 학습된 인공지능 모듈이 목표 성능 지표를 만족하면 해당 인공지능 모델을 적응형 자율 에이전트에 전달할 수 있다(S107). 만약 다운로드한 토폴로지 및 모듈 하에서 모든 경우의 수에 대한 인공지능 모델 조립을 완료했음에도 불구하고 성능 지표를 만족하지 못할 경우(S106), 저장된 후보 인공지능 모델 중 목표 성능 지표에 가장 근접한 인공지능 모델을 적응형 자율 에이전트에 전달할 수 있다(S108). 최종 배포되는 인공지능 모델의 각 모듈은 재사용 여부에 따라 AI 모듈 허브를 통해 저장될 수 있다.
- [0041] 도 4는 일 실시예에 따른 AI 모듈 허브의 구조를 도시한 도면이다.

- [0042] 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 AI 모듈 허브(130)는 인공지능 모듈 관리부(31), 인공지능 모듈화부(32), 인공지능 모듈 프로파일러(33), AI 토폴로지 저장소(34) 및 AI 모듈 저장소(35)를 포함할 수 있다. 그러나 도시된 구성요소 모두가 필수구성요소인 것은 아니다. 도시된 구성요소보다 많은 구성요소에 의해 멀티 태스킹 러닝 모델이 구현될 수도 있고, 그보다 적은 구성요소에 의해서도 멀티 태스킹 러닝 모델은 구현될 수 있다. 이하 사용되는 '. 부', '. 기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0043] 일 실시예에 따른 AI 모듈 허브(130)는 다양한 목적으로 개발된 인공지능 모델(14)을 환경, 상태, 목적의 변화에 따라 유연하고 적합하게 활용할 수 있도록, 인공지능 모델을 모듈화하고 인공지능의 구조 정보와 모듈들을 관리할 수 있다.
- [0044] 일 실시예에 따른 인공지능 모듈 관리부(31)는 인공지능 토폴로지 및 모듈 정보에 대한 저장/검색/갱신/삭제를 수행할 수 있다. 보다 구체적으로, 인공지능 모듈 관리부(31)는 적응형 인공지능 개발부(120)로부터 자율형 에이전트 요구사항을 수신하여, 자율형 에이전트 요구사항에 대응하는 인공지능 토폴로지 및 모듈 정보를 검색 및 추출할 수 있다.
- [0045] 일 실시예에 따른 인공지능 모듈화부(32)는 미리 준비된 인공지능 모델을 각 모듈로 분리하고, 인공지능 모델에 대한 구조 정보를 AI 토폴로지 저장소(34)에 저장할 수 있다.
- [0046] 일 실시예에 따른 인공지능 모듈 프로파일러(33)는 각 인공지능 모듈에 연관 정보를 분석하여 관련 토폴로지 정보, 모듈의 입출력 정보, 위치, 특성 정보를 포함한 프로파일 정보를 생성하여 AI 모듈 저장소(35)에 저장할 수 있다.
- [0047] 일 실시예에 따른 AI 모듈 허브(130)는 인공지능의 토폴로지와 모듈들을 라이브러리 형태로 관리/공유함으로써 적응형 자율 에이전트의 다양한 기능들을 지원하는 인공지능 모델을 쉽고 빠르게 개발할 수 있도록 지원하며, 기 학습된 모듈들을 활용한 모듈 단위의 전이 학습을 통해 일반화 성능(Generalization Capability) 향상 및 빠른 학습 수렴의 이점을 취할 수 있다.
- [0048] 도 5은 일 실시예에 따른 적응형 인공지능 개발부의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0049] 도 1 내지 도 4를 참조하여 설명한 내용은 도 5에 동일하게 적용될 수 있다. 도 5를 참조하면, 일 실시예에 따른 AI 모듈 허브(130)는 인공지능 토폴로지 및 모듈에 대한 저장 및 관리를 수행할 수 있다.
- [0050] 먼저 AI 모듈 허브(130)는 다양한 목적으로 개발된 인공지능 모델을 해당 모델을 설명하는 메타 정보와 함께 AI 모듈 허브의 인공지능 모듈 관리부(31)로 전달할 수 있다(S200).
- [0051] 인공지능 메타 정보는 인공지능 모델의 분류 카테고리(예를 들어, 이미지 분류, 객체 인식, 화자 인식, 자연어 처리 등으로 구분 가능), 제목, 설명 텍스트 등을 포함할 수 있다.
- [0052] 인공지능 모듈화부(32)에서는 전달받은 인공지능 모델로부터 토폴로지 정보를 추출(S202)하고, 해당 정보를 인공지능 토폴로지 저장소(34)에 저장(S203)할 수 있다.
- [0053] 인공지능 모듈화부(32)는 또한, 해당 인공지능 토폴로지 하에서 각 모듈들을 분해할 수 있다(S204). 이때 각 모듈들은 인공지능 모델을 구성하는 레이어(Layer), 빌딩 블록, 모듈 등을 포함할 수 있다.
- [0054] 이후, 인공지능 모듈 프로파일러(33)는 각 모듈에 대한 설명이 포함된 인공지능 모듈 메타정보를 생성하고(S205), 최종적으로 각 모듈과 메타정보를 함께 인공지능 모듈 저장소에 저장할 수 있다(S206). 모듈에 대한 메타정보는 모듈이 인공지능 토폴로지의 어디에 위치하는지에 대한 위치 정보, 모듈의 입출력 정보, 모듈의 특성 등을 포함할 수 있다.
- [0055] 도 6은 일 실시예에 따른 모듈 기반 조립식 인공지능 개발 시스템 동작의 예시를 도시한 도면이다.
- [0056] 도 1 내지 도 5를 참조하여 설명한 내용은 도 6에 동일하게 적용될 수 있다. 도 6을 참조하면, 적응형 자율 에이전트(15)는 센서 등을 통해 인지한 주변 환경 정보(10), 센서 및 액추에이터의 실행 상태 정보(11), 그리고 자신에게 요구되는 기능 및 성능 지표를 포함한 목적 정보(12)로 구성된 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보를 생성할 수 있다.
- [0057] 적응형 인공지능 개발부는 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보를 획득하고, AI 모듈 허브로부터 적응형 자율 에이전트 요구사항 정보에 대응하는 AI 토폴로지 및 AI 모듈들을 수신할 수 있다. 보다 구체적으로, 적응형 인

공지능 개발부의 자율형 에이전트 요구사항 분석부(21)에서는 AI 모듈 허브 내 사용 가능한 AI 토폴로지 저장소(34) 및 AI 모듈 저장소(35)로부터 작성된 요구사항을 만족하는 토폴로지 및 모듈들을 다운로드할 수 있다(S101).

[0058] AI 토폴로지 저장소(34) 및 AI 모듈 저장소(35)에는 각각에 대응하는 메타 정보가 함께 저장되어 있는 바, 인공지능 모듈 관리부(31)는 요구사항과 메타 정보를 비교하여 요구사항을 만족하는 토폴로지 및 모듈들을 자율형 에이전트 요구사항 분석부(21)에 제공할 수 있다.

[0059] 보다 구체적으로, AI 토폴로지 저장소(34)에는 인공지능 모델과 해당 인공지능 모델에 대응하는 인공지능 메타 정보가 저장될 수 있다. 인공지능 메타 정보는 인공지능 모델의 분류 카테고리(예를 들어, 이미지 분류, 객체 인식, 화자 인식, 자연어처리 등으로 구분 가능), 제목, 설명 텍스트 등을 포함할 수 있다. 인공지능 모듈 관리부(31)는 인공지능 메타 정보를 참조하여 환경 정보(10), 실행 상태 정보(11) 및 목적 정보(12)를 처리할 수 있는 인공지능 모델들을 추출할 수 있다. 예를 들어, 인공지능 모듈 관리부(31)는 환경 정보(10), 실행 상태 정보(11) 및 목적 정보(12)를 수신하여 환경 정보(10), 실행 상태 정보(11) 및 목적 정보(12)에 가장 적합한 인공지능 모델을 추출할 수 있도록 학습된 인공지능 모델을 포함할 수 있다.

[0060] 적응형 인공지능 조립부(22)에서는 인공지능 토폴로지 하에서 다운로드한 모듈들을 조립할 수 있고, 적응형 인공지능 학습부(24)에서는 조립된 인공지능 모델을 학습 데이터(23)를 활용하여 학습시킬 수 있다.

[0061] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0062] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

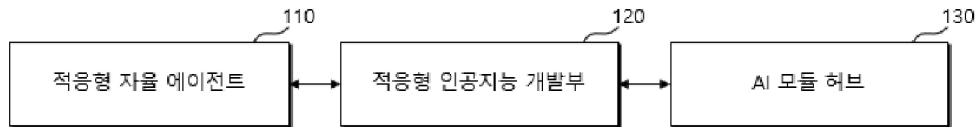
[0063] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), 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 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0064] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

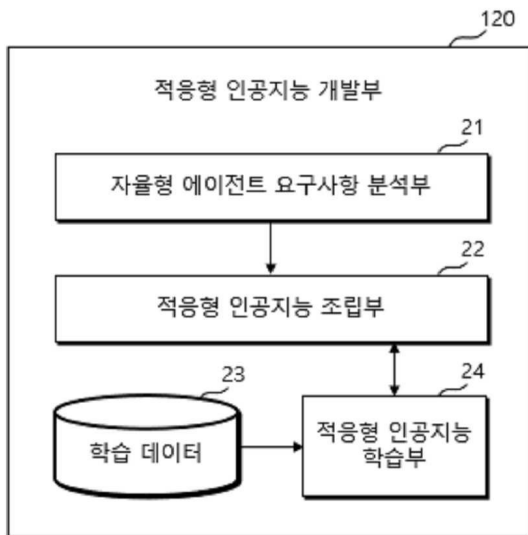
[0065] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

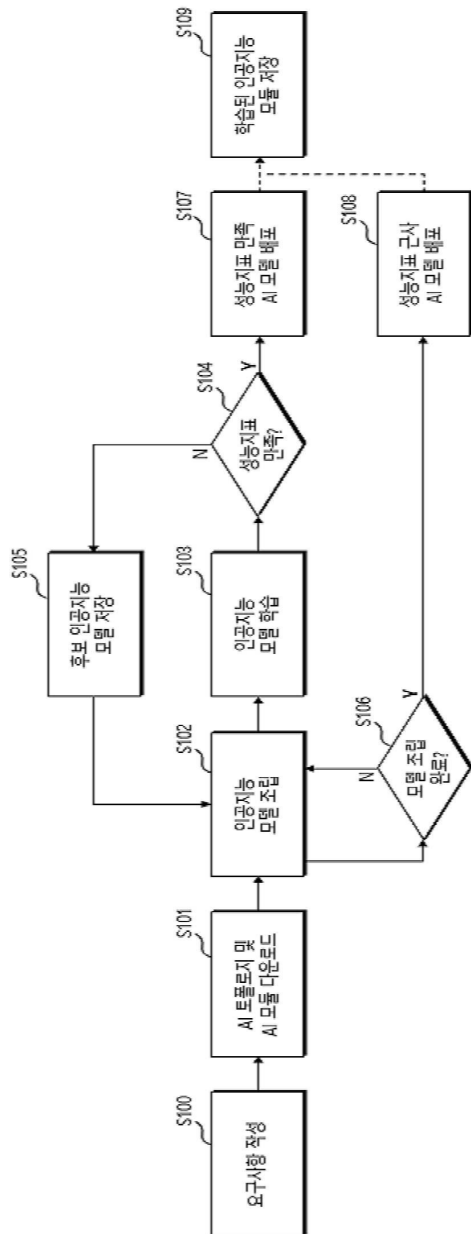
도면1



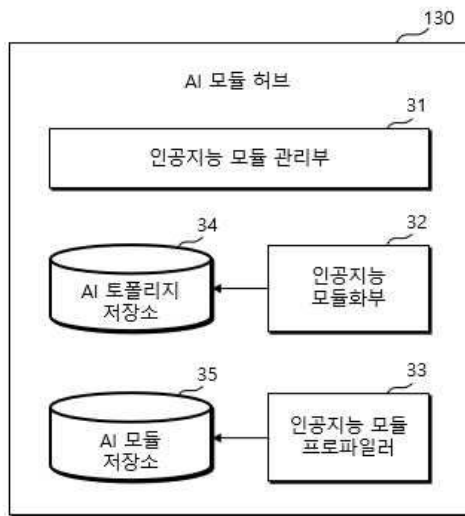
도면2



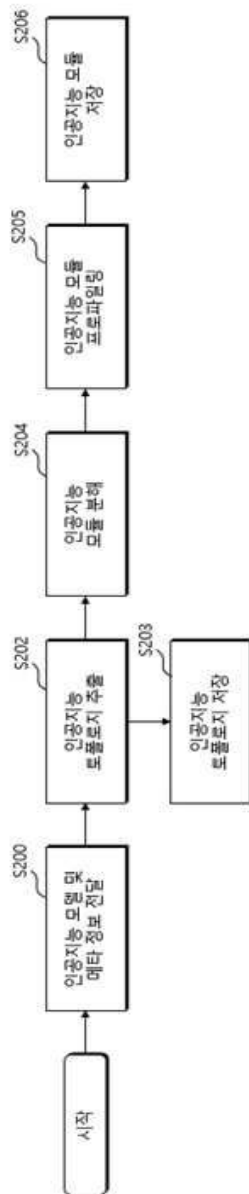
도면3



도면4



도면5



도면6

