

범용 인공지능(AGI)과 AI 반도체(뉴로모픽) 기술개발 동향과 향후 전망

I. 뉴노멀 시대 인공지능(AI) 기술개발 동향

1. 포스트 코로나 시대 인공지능(AI)

1-1. 인공지능 기술 개요 및 진화

1) 인공지능 기술 개요

- (1) 인공지능 개요
- (2) 인공지능(AI)의 역사

2) 인지 지능을 기반으로 한 인공지능 등장

- (1) 인공지능의 지능 개요
- (2) 인지지능(Cognitive Intelligence)으로 진화하는 인공지능

1-2. 인공지능의 단계

- 1) 1단계, 단순 제어 프로그램
- 2) 2단계, 고전적인 인공지능
- 3) 3단계, 기계학습을 통한 인공지능
- 4) 4단계, 딥러닝을 이용한 인공지능

1-3. 인공지능의 진화, 초지능형 AI 등장

- 1) 인공지능의 진화
- 2) 미래 인공지능의 발전 단계
 - (1) 인공지능의 발전 단계
 - (2) 딥러닝 기술 개요
 - (3) 딥러닝(Deep Learning)의 기술적 한계
 - (4) 딥러닝(Deep Learning) 기술의 한계 극복

2. 인공지능(AI)의 유형

2-1. 단계별 인공지능

- 1) 좁은 영역의 인공지능(ANI)
- 2) 범용 인공지능(Artificial General Intelligence, AGI)
- 3) 초인공지능(Artificial Super Intelligence, ASI)

2-2. 범용 AI와 초인공지능의 등장 가능성

2-3. 범용 인공지능의 접근 방법

- 1) 기호적 범용 인공지능(Symbolic AGI)
- 2) 창발적 범용 인공지능(Emergentist AGI)
- 3) 혼합 범용 인공지능(Hybrid AGI)

3. 인공지능(AI) 기술개발 동향

3-1. 빅데이터 생태계

3-2. 자연어 처리(Natural Language Processing, NLP)

- 1) 구글 BERT(Bidirectional Encoder Representations from Transformers)
- 2) OpenAI의 GPT-3(Generative Pre-Training 3)

3-3. 전이 학습(transfer learning)

- 1) 전이 학습(transfer learning) 개요
- 2) 딥러닝 및 머신러닝 기반 전이 학습(transfer learning)
- 3) 전이 학습 알고리즘

4. 주요 산업별 AI 적용 동향과 주요 이슈

4-1. 자동차 분야 AI 개발동향과 향후 전망

- 1) 자동차 AI 시장 동향과 전망
 - (1) 시장규모 전망
 - (2) 최근 주요 이슈
- 2) 자동차 AI 음성비서 시장
 - (1) 시장규모 전망
 - (2) 글로벌 동향
 - (3) 국내 동향

4-2. 의료 분야 AI 개발동향과 향후 전망

- 1) AI 활용 의료 영역
 - (1) 영상 진단
 - (2) 질병 진단
 - (3) 다양한 의료 문제
 - (4) 기술의 개인·지역 격차 해소
- 2) 국내외 시장 및 제품 개발 동향
 - (1) 시장 규모 전망
 - (2) 해외 제품 개발 동향
 - (3) 국내 제품 개발 동향
- 3) 뉴럴 네트워크
 - (1) 뉴럴 네트워크 이용
 - (2) 지도학습의 프로세스
 - (3) 실용화 과제
 - (4) 개인정보 누출에 대한 우려
 - (5) 의료용 AI의 폭주에 대한 우려
- 4) 의료 AI의 문제점 및 과제
 - (1) AI의 타당성 검증이 부족

- (2) 의료 AI 법 정비
- (3) 의료 관계자의 AI에 관한 지식 부족
- (4) AI 적용 이후 의사에게 요구되는 점
- 4-3. 제조업 분야 AI 개발동향과 향후 전망
 - 1) AI 스마트공장 동향
 - 2) AI 스마트공장 사례
 - (1) 지멘스(SIEMENS)
 - (2) LG CNS
 - (3) 현대자동차
 - (4) 삼성전기
 - (5) LS산전

II. 범용 인공지능·AI 반도체(뉴로모픽)의 기술개발 동향

1. 범용 인공지능의 기술 현황

- 1-1. 스파이킹 신경망(Spiking Neural Network)
 - 1) 스파이킹 신경망 개요
 - (1) 스파이킹 신경망 개념
 - (2) 스파이킹 신경망과 인공신경망의 차이점
 - 2) 스파이킹 신경망 구조
- 1-2. 메타학습(Meta learning)

2. 뉴로모픽(Neuromorphic) 반도체 기술개발 동향

- 2-1. 뉴로모픽 칩(Neuromorphic Chip) 기술 개요
 - 1) 뉴로모픽 칩(Neuromorphic Chip) 기술의 핵심
 - 2) 뉴로모픽 칩의 특징
- 2-2. 뉴로모픽 컴퓨팅(Neuromorphic Computing)
- 2-3. 뉴로모픽 기술 산업 현황
 - 1) 국내 뉴로모픽 기술 산업 현황
 - (1) 삼성전자
 - (2) SK하이닉스
 - (3) 네패스
 - (4) 국내 연구소 및 대학교
 - 2) 해외 뉴로모픽 기술 산업 현황
 - (1) 퀄컴(Qualcomm)
 - (2) IBM
 - (3) 인텔(Intel)

- (4) 엔비디아(NVIDIA)
- (5) 구글(Google)
- (6) 애플(Apple)
- (7) 자일링스(xilinx)
- 3) AI 반도체 특허 출원 및 시장 전망
 - (1) 인공지능 반도체 특허 출원
 - (2) AI 반도체 시장 전망
 - (3) 국내외 산업 동향

<그림목차>

- <그림 I-1> 현대적 의미의 인공지능
- <그림 I-2> AI governance framework
- <그림 I-3> 지식의 기본 구조
- <그림 I-4> How Artificial intelligence led to Cognitive computing
- <그림 I-5> 전문가 시스템 아키텍처
- <그림 I-6> 머신러닝(Machine Learning) 적용 사례
- <그림 I-7> Deep Learning and Machine Learning in the design engineering workflow
- <그림 I-8> 알파고의 직관적 추론
- <그림 I-9> CES가 예상하는 2020년대 AI 주요 트렌드
- <그림 I-10> 전세계 인공지능(AI) 시장 전망
- <그림 I-11> 인공지능의 진화
- <그림 I-12> ImageNet training time
- <그림 I-13> 컨볼루션 신경망(CNN 또는 ConvNet)
- <그림 I-14> 딥러닝 뉴럴 네트워크(Deep Learning Neural Networks)
- <그림 I-15> 딥러닝 알고리즘
- <그림 I-16> HPC 및 빅데이터 기반 AI 아키텍처
- <그림 I-17> Levels of Investigation
- <그림 I-18> 인공지능의 유형
- <그림 I-19> 인공지능의 진행 방향
- <그림 I-20> 튜링 테스트(turing test)
- <그림 I-21> 인공지능의 수준
- <그림 I-22> Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies
- <그림 I-23> 인공지능 기술의 현재와 미래
- <그림 I-24> 인공지능에 대한 접근
- <그림 I-25> 인공지능의 단계
- <그림 I-26> 초인공지능 ASI(Artificial Super Intelligence)
- <그림 I-27> ASI(Artificial Super Intelligence)
- <그림 I-28> 상징적 접근을 통한 자전거 표현
- <그림 I-29> 검색 알고리즘

- <그림 I -30> 범용 인공지능(AGI) R&D 프로젝트
- <그림 I -31> 인간 지능 對 인공지능
- <그림 I -32> AI·빅데이터 기술 분야 개념도
- <그림 I -33> 빅데이터와 AI
- <그림 I -34> IoT, 빅데이터, CPS, AI의 관계 구성도
- <그림 I -35> 빅데이터 기반 AI
- <그림 I -36> NLP용 기존 DL(딥러닝) 아키텍처
- <그림 I -37> BERT의 언어모델링(Pre-training), NLP Task(Fine-tuning)
- <그림 I -38> BERT 모델 Transformer 아키텍처
- <그림 I -39> BERT와 GPT의 비교
- <그림 I -40> 다양한 GPT2 모델 크기
- <그림 I -41> 사전학습을 수행한 언어모델
- <그림 I -42> GPT-3의 정확도
- <그림 I -43> 전이학습(transfer learning)
- <그림 I -44> 전통 기계학습과 전이 학습의 비교
- <그림 I -45> PathNet과 Stepwise Pathnet의 비교
- <그림 I -46> 자동차 AI 시장규모 전망
- <그림 I -47> 미국의 업종별 자동차 AI 컴퓨팅 참여기업의 지정학적 세력도
- <그림 I -48> AI용 센서, 하드웨어(AI 칩), 소프트웨어, Tier1, 자동차 회사, 서비스 프로바이더 이르는 차량용 AI 시장의 밸류체인과 각사의 입지
- <그림 I -49> 글로벌 음성인식 시장규모 전망
- <그림 I -50> 글로벌 음성인식 주요업체별 시장점유율 전망
- <그림 I -51> 인공지능 사용 차량 시스템
- <그림 I -52> IBM Watson이 진출한 사업 영역
- <그림 I -53> IBM Watson이 답변을 도출하는 순서
- <그림 I -54> IBM Watson Health 플랫폼의 구도
- <그림 I -55> 사용자가 스마트폰 화면을 통해 가상의 의사(대화형 AI)와 채팅하는 모습
- <그림 I -56> OCT(광간섭 단층계)로 촬영한 건강한 눈의 망막 화상(단층화상)
- <그림 I -57> 당뇨망막병증의 단층화상
- <그림 I -58> AI 산업 생태계
- <그림 I -59> 마인드스피어(MindSphere)
- <그림 I -60> 2019년 4분기 포레스터 웨이브(Forrester Wave) : 산업용 IoT 플랫폼 평가
- <그림 II -1> 스파이킹 신경망(Spiking Neural Network)
- <그림 II -2> 인공지능(AI)에 활용되는 딥러닝 방식의 지도학습(왼쪽)과 뉴로모픽의 비지도학습
- <그림 II -3> 시냅스(SyNAPSE)에서 정보가 전달되는 과정
- <그림 II -4> 인간의 뇌 구조
- <그림 II -5> 생물학적인 신경세포
- <그림 II -6> 폰 노이만 컴퓨팅 기술과 인간 뇌의 전력 효율성 비교
- <그림 II -7> 컨볼루션 스파이킹 신경망 아키텍처

- <그림 II-8> Spiking neural network in different architectures
- <그림 II-9> STDP(Spike-Timing Dependent Plasticity)
- <그림 II-10> 스파이킹 뉴런의 기본 모델
- <그림 II-11> 지속적인 학습을 위한 메타 학습(Meta learning) 아키텍처
- <그림 II-12> 메타 러닝(Meta learning) 방법
- <그림 II-13> 뉴로모픽(Neuromorphic) Architecture
- <그림 II-14> 뉴로모픽(Neuromorphic) 하드웨어
- <그림 II-15> 신경 네트워크의 최적화된 CPU 데이터 경로
- <그림 II-16> 뉴로모픽 칩 '텐직(Tianjic 2.0)' 개요
- <그림 II-17> 뉴로모픽 컴퓨팅을 위한 컨볼루션 네트워크
- <그림 II-18> 뉴로모픽 칩 작동 방법
- <그림 II-19> 전자제품 종류에 따른 반도체 매출 증가 추이
- <그림 II-20> 뉴로맵(NM500)
- <그림 II-21> 딥러닝의 지도 학습과 뉴로모픽 컴퓨팅의 비지도 학습 차이
- <그림 II-22> 스커미온 제어 원리와 응용
- <그림 II-23> 기존의 강자성체(Ferromagnet)과 달리 전류방향 그대로 직진 운동을 하는 페리 스커미온(Ferromagnetic Skyrmion)의 운동 모식도
- <그림 II-24> 광 시냅스 소자의 광 반응성(a)과 시냅스에서 신경전달물질 반응성(b) 모식도
- <그림 II-25> Neural Processing Units(NPUs)-A new class of processors mimicking human perception and cognition
- <그림 II-26> IBM에서 개발한 뉴로시냅틱 칩 TrueNorth의 구조
- <그림 II-27> 비 폰노이만 컴퓨팅
- <그림 II-28> 뇌의 작동 방식 모방
- <그림 II-29> IBM의 인공 뉴런을 이용한 인지컴퓨터 연구
- <그림 II-30> 로이히(Loihi) 뉴로모픽 코어
- <그림 II-31> 실제 뇌의 뉴런과 로이히(Loihi)의 동작 방식을 보여주는 수식도
- <그림 II-32> 인텔 로이히(Loihi) 뉴로모픽 컴퓨팅 칩의 아키텍처 개요
- <그림 II-33> 인텔 포호키 비치 뉴로모픽 컴퓨터
- <그림 II-34> 신경망 형태의 컴퓨팅 역사
- <그림 II-35> 스파이킹 신경망(SNN) 아키텍처
- <그림 II-36> 젯슨 자비에(Jetson AGX Xavie) 다이어그램
- <그림 II-37> TensorFlow 처리 장치 아키텍처
- <그림 II-38> A14 Bionic 프로세서
- <그림 II-39> 모바일 AI 애플리케이션 가속화
- <그림 II-40> Xilinx AI 엔진 타일
- <그림 II-41> AI 반도체 특히 출원 증가율
- <그림 II-42> 기존 반도체와 인공지능 반도체의 차이점
- <그림 II-43> AI 반도체 생태계
- <그림 II-44> AI 반도체 시장 규모

- <그림 II-45> AI 반도체 시장 규모 전망
- <그림 II-46> AI 반도체 시장의 성장 예측
- <그림 II-47> 인공지능 반도체 Technology Hype Cycle

<표목차>

- <표 I-1> 인공지능 역사
- <표 I-2> 진화 단계에 따른 인공지능(AI)의 종류
- <표 I-3> 기능 발전에 따른 분류
- <표 I-4> 미래 인공지능의 발전 단계
- <표 I-5> 범용 지능을 특징화하기 위한 다양한 접근 방법과 범용 인공지능(AGI) R&D 프로젝트
- <표 I-6> NLP 언어모델(2018~2019년)
- <표 I-7> 전이 학습(Transfer learning) 워크플로우 및 응용 분야
- <표 I-8> 세계 인공지능 헬스케어 시장 규모 (2016-2023)
- <표 I-9> 기술별 세계 인공지능 헬스케어 시장 규모 (2016-2023)
- <표 I-10> 생체정보를 이용한 빅데이터 및 인공지능 기술 적용 의료기기 품목
- <표 I-11> 국내 EMR 및 의료데이터 인공지능 의료기기 제품개발 동향
- <표 I-12> 2019년 인공지능(AI) 기반 의료기기 허가·인증 현황
- <표 I-13> AI공장 개념
- <표 I-14> 현대자동차의 미래공장에 적용될 신제조기술
- <표 II-1> 스파이크 뉴럴 네트워크 시뮬레이터의 종류 및 특징
- <표 II-2> 폰 노이만 컴퓨터 아키텍처와 뉴로모픽 컴퓨팅 아키텍처의 비교
- <표 II-3> 비 반도체 기업의 AI 반도체 자체 개발 사례
- <표 II-4> 국내 뉴로모픽 소자 및 관련 기술 개발 현황
- <표 II-5> 해외 뉴로모픽 소자 및 관련 기술 개발 현황
- <표 II-6> 스냅드래곤 855 vs 845 성능 비교
- <표 II-7> 퀄컴(Qualcomm) 스냅드래곤 플래그십(Flagship) SoCs 2019-2020
- <표 II-8> 퀄컴 vs 삼성전자 차세대 AP 사양비교
- <표 II-9> 스냅드래곤 865, 스냅드래곤 865 플러스 스펙
- <표 II-10> 주요 반도체 정의
- <표 II-11> TPU 버전에 따른 특징 비교 및 TPU 다이어그램
- <표 II-12> 애플 모바일 AP 비교
- <표 II-13> 우리나라와 미국의 AI 핵심 기술 다출원인 순위
- <표 II-14> 최근 10년간(2007~2016년) 전산업 특허 출원
- <표 II-15> 주요 국가별 AI 핵심 기술 분야 특허 출원 건수
- <표 II-16> AI 반도체와 기존 반도체(CPU)의 성능 비교 및 시장 전망
- <표 II-17> AI 산업과 반도체의 변화 및 글로벌 기업 인공지능(AI) 반도체 투자 동향
- <표 II-18> 글로벌 기업들의 AI 반도체 개발 경쟁
- <표 II-19> 인공지능 반도체 플래그십 프로젝트 추진 로드맵

<표Ⅱ-20> 세계 주요국 AI 반도체 정책

<표Ⅱ-21> 미국 주요 대기업의 AI 반도체 개발 현황

<표Ⅱ-22> 주요 기업 AI 반도체 개발 현황

<표Ⅱ-23> 주요 AI 스타트업의 현황