# 인공지능(반도체)









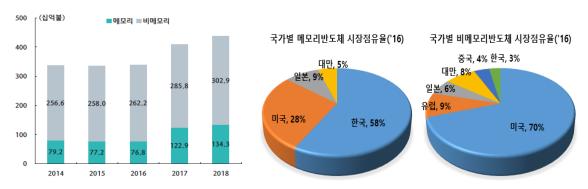
# Contents

제1장	개요1
제2장	기술동향5
제3장	산업동향13
제4장	정책동향21
제5장	R&D 투자동향 ·······27
제6장	결론30

## 제1장 개요

#### 1.1. 배경 및 필요성

- 우리나라의 주력산업인 반도체 산업이 메모리 반도체로 편중이 심화되는 가운데 글로벌 반도체 시장의 큰 비중을 차지하는 시스템(비 메모리) 반도체에 대한 기술 경쟁력 확보가 새로운 이슈로 부각
  - 우리나라 반도체 시장의 경우 대기업 주도의 메모리 반도체 영역에 국한되어 있으며 전 세계 반도체 시장의 70%를 차지하는 비메모리 반도체에 대한 기술·시장 경쟁력은 미흡
    - '18년 기준 국내 반도체 업계의 메모리반도체 시장 점유율은 60% 수준이나 시스템 반도체는 3%에 불과한 것으로 나타남



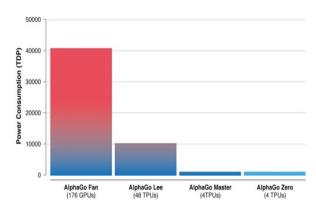
출처: WSTS(2018), 한국경제연구원(2018), IITP(2018)

[그림 1] 글로벌 반도체 출하 동향(좌) 및 시장점유율(우)

- 또한, 우리나라는 반도체 분야의 수출 집중도가 높아 무역 규제 등 글로벌 리스크 충격에 취약
   ※ 우리나라 ICT 분야 상위 수출 품목 중 반도체 비중 추이(%, IITP, KTSPI '18): ('13) 33.1% → ('17) 50.4%
- 추후, 글로벌 반도체 시장 전망이 불확실한 가운데 우리나라의 메모리 반도체 시장 호황 이후 새로운 성장 동력 확보를 위한 미래 유망 시스템 반도체 기술 발굴 및 시장 선점이 필요한 시점
  - 일부 시장조사기관에서는 세계 메모리 반도체 시장이 '20년에는 15.7%로 역성장하며 메모리 호황이 종료될 것이라는 전망을 제시하였으며, 시스템 반도체는 지속 성장세 유지
    - ※ 메모리 반도체 시장 성장률 추이(%, Gartner, IITP '18.10): ('17) 61.8 → ('18) 29.9 → ('19) 9.6 → ('20) -15.7
    - ※ 시스템 반도체 시장 성장률 추이(%, Gartner, IITP '18.10): ('17) 8.9 → ('18) 7.3 → ('19) 5.1 → ('20) 6.2

- 4차 산업혁명의 핵심 기술인 빅데이터, 인공지능 등의 산업적 적용이 확대되고 있으며 이를 구현하기 위한 기반기술인 인공지능 반도체가 시스템 반도체의 새로운 기회요인으로 대두
  - (빅데이터의 증가) 인터넷, 스마트 폰을 통한 데이터 수가 급격히 증가하고, 이를 수집/분석하기 위한 빅데이터 처리 환경이 발전
  - (인공지능 SW) 기계학습 알고리즘(딥러닝 등) 기술의 진화로 인하여 인공지능의 정확도가 급격히 향상되고 있으며 자율주행차, IoT 등 타 산업의 적용이 확대되고 있음
  - 이러한 상황에서, 4차 산업혁명이 불러온 新 기술의 발전과 함께 반도체 성능의 고도화를 요구하며 인공지능 반도체가 시스템 반도체의 새로운 기회 요인으로 각광받고 있음
- ◎ 인공지능 반도체는 학습·추론 등 인공지능 구현에 요구되는 대규모 데이터 처리를 위한 기존 반도체의 한계점을 극복하기 위해 고성능·저전력 기술 중심으로 발전 가속화
  - 데이터 입력 순서에 따라 순차적으로 처리하는 기존 반도체(CPU)는 기계학습, 추론과 같은 대규모 데이터를 처리하기에는 연산 속도 및 전력 등의 한계가 존재
    - CPU가 중앙에서 모든 데이터를 처리·제어하므로 연산량이 많아질수록 CPU와 메모리 사이의 병목현상이 발생하여 대규모 데이터를 처리 할 경우 속도 저하 및 막대한 전력 소모 발생 ※ '16년 03월, '알파고 리'는 이세돌과의 대전에서 CPU 1,920개, GPU 176개를 사용하여 1MW에 달하는
      - ※ 16년 03월, 일파고 다는 어제돌파의 대전에서 CPO 1,920개, GPO 176개들 사용하여 1MW에 일하는 전력을 소모한 반면, '17년 10월 '알파고 제로'는 TPU(인공지능 전용 반도체) 4개를 사용하여 전력 소모를 1/10 수준으로 대폭 감소



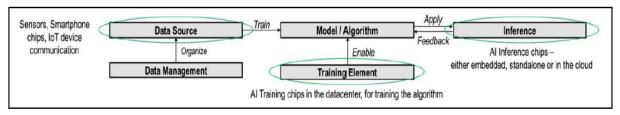


출처: 경향신문(2017), Deepmind(2018)

\* ELO: 바둑 실력을 수치화한 점수로 높을수록 실력이 우수함을 나타냄 [그림 2] 알파고 시리즈 성능 비교

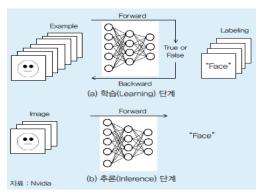
### 1.2 기술의 정의 및 범위

- ◎ 인공지능 반도체에 대한 정의는 활용 범위에 따라 다양하나 본 연구에서는 인공지능 구현을 위해 요구되는 데이터 연산을 효율적으로 처리하는 반도체로 정의
  - 인공지능 기술의 핵심 기술 중 학습·추론 기술을 구현하기 위해 사용되는 데이터 연산처리를 저 전력 및 고속 처리 등 효율성 측면에서 특화된 반도체를 의미



출처: Semiconductor Industry Association(2018), LG 경제연구원(2018) 재인용 [그림 3] 인공지능 구현을 위한 반도체 활용 범위

- (활용 목적) 인공자능 반도체는 인공자능 시스템의 구현 목적에 따라 크게 학습용과 추론용으로 구분 할 수 있으며, 두 가지 과정을 반복 실행하여 최적의 답을 찾도록 성능을 강화하는데 주로 사용
  - (학습용) 딥 러닝 등 기계 학습의 특정 작업을 수행하기 위해 방대한 데이터를 통해 반복적으로 지식을 배우는 단계
  - (추론용) 학습을 거친 최적의 모델을 통해 외부 명령을 받거나 상황을 인식하면 학습한 내용을 토대로 가장 적합한 결과를 도출하는 단계
- (사용 환경) 기존 인공지능 시스템은 주로 데이터센터에서 학습과 추론을 병행하여 사용되었으나, 스마트 폰 및 IoT 등의 보급 확산, 클라우드 기술 발전과 동시에 디바이스의 추론 기능의 수요가 증가하면서 이를 수행하기 위한 반도체 기술 중심으로 발전
  - (데이터 센터용) 현재 인공지능 학습/추론은 대부분 데이터센터에서 실행되며 일반적인 하드웨어로는 CPU가 담당하고 있지만, 인공지능 서비스에 요구되는 대규모 연산 처리 성능을 위해 인공지능 반도체를 서버에 장착하여 활용
  - 데이터센터 전용 반도체는 방대한 데이터를 처리하기 때문에 발열과 전력소모로 인한 효율성 개선이 지속적으로 필요
  - (엣지 디바이스용) 데이터센터 서버(클라우드)와 연결을 최소화하고 디바이스 자체에서 인공지능 연산이 수행되는 경우가 점차 확대되면서 소형화·저전력·고성능 중심의 인공지능 반도체 기술 개발이 가속화

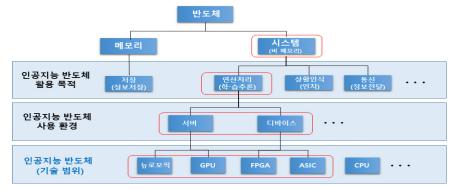




출처: Nvidia(2018), LG 경제연구원(2018), IITP(2018)

[그림 4] 인공지능 반도체의 주요 활용 목적(좌) 및 사용 환경(우)

- 본고에서는 시스템 반도체 중 연산 처리에 최적화된 반도체를 중심으로 기술 범위를 설정하였으며, 신기술로 각광받고 있는 차세대 인공지능 반도체인 뉴로모픽 반도체까지 포함¹)
  - 인공지능의 연산 성능 고속화 및 소비전력 효율(Power Efficiency)을 위해 최적화시킨 반도체이며, 아키텍처 구조 및 활용 범위에 따라 크게 GPU, FPGA, ASIC, 뉴로모픽 반도체로 구분
    - GPU(Graphical Processing Unit): 동시 계산 요구량이 많은 그래픽 영상 처리를 위해 고안된 병렬 처리 기반 반도체로 수천 개의 코어를 탑재하여 대규모 데이터 연산 시 CPU 대비 성능이 우수함
    - FPGA(Field-Programmable Gate Arrays): 회로 재 프로그래밍을 통해 용도에 맞게 최적화하여 변경이 가능한 반도체로 활용 목적에 따라 높은 유연성이 특징
    - ASIC(Application Specific Integrated Circuits) : 특정 용도에 맞도록 제작된 주문형 반도체로 가장 빠른 속도와 높은 에너지 효율이 특징
    - 뉴로모픽 반도체(Neuromorphic Chips): 기존 반도체 구조가 아닌 인간의 뇌를 모방한 非폰노이만 방식의 인공지능 전용 반도체로 연산처리, 저장, 통신 기능을 융합한 가장 진화한 반도체 기술

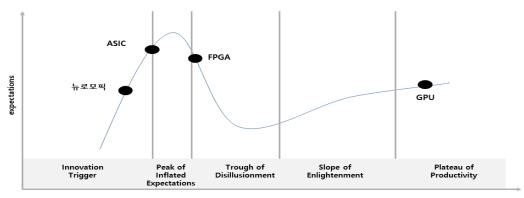


[그림 5] 인공지능 반도체의 기술 범위

<sup>1)</sup> 본고에서는 인공지능 구현에 최적화된 상용화 수준의 연산처리 반도체 기술 중심으로 조사하였으며, 소재, 공정 및 밸류체인 산업 동향은 제외함

## 제2장 기술동향

- 인공지능 알고리즘의 고도화 및 요구되는 데이터가 지속 증가함에 따라 신속한 데이터연산 처리를 위한 반도체 기술의 발전이 가속화
  - 연산을 주목적으로 하는 가속기(Al Acceleration)를 탑재하여 CPU와의 분담을 통해 데이터 처리를 가속화하는 이기종 시스템 구조(HSA, Heterogeneous System Architecture) 기술이 등장하면서 인공지능 구현에 최적화된 반도체 개발의 움직임이 가속화되고 있음
  - 또한, 병목 현상 및 무어의 법칙<sup>2)</sup> 등 기존 반도체 구조의 한계를 돌파하고자 인간의 두뇌 (뉴런-시냅스 구조)를 모방하여 구현하는 뉴로모픽 반도체 기술이 등장하면서 인공지능 반도체 기술의 새로운 변화 시기 도래
- ◎ 인공지능 반도체는 기술 성숙도, 사용 환경 및 기능에 따라 기술간 서로 대체되어 사용되기도 하나 공통적으로는 초고성능·초저전력 중심으로 진화할 전망
  - Gartner社('18)의 'Technology Hype Cycle'에 따르면 현재 인공지능 반도체 기술은 성숙도가 높은 순으로 'GPU' > 'FPGA' > 'ASIC' > '뉴로모픽 반도체'로 나타남



출처: Gartner(2018)

[그림 6] 인공지능 반도체 Technology Hype Cycle

<sup>2)</sup> 트랜지스터의 집적도가 18개월 내지 24개월마다 2배씩 늘어나는 것을 의미하며, 미세공정 고도화의 물리적 한계 및 집적도 향상에 따른 발열 등이 한계가 발생함

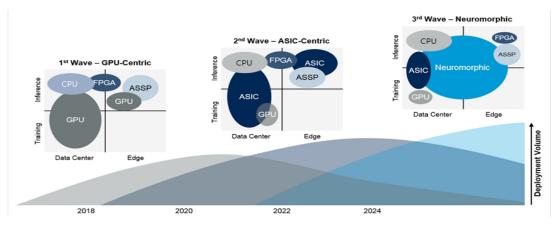
• 인공지능 반도체는 활용 목적에 따라 용도가 다양하며 사용 환경 및 기술 발전에 따라 기술간 서로 대체 될 가능성이 높은 특성을 가짐

⟨표	1)	인공지능	반도체	유형볔	특징
\ <del></del>	' /			110=	$\neg \circ$

유형	GPU	FPGA	ASIC
장점	<ul> <li>병렬처리에 최적화된 프로세서로, CPU에 비해 빠른 가속 성능</li> <li>NVIDIA社의 CUDA 등 개발자 환경이 잘 갖춰져 있으며, 적용 사례가 많아 지원받기 용이</li> </ul>	<ul> <li>ASIC보다 초기 개발 비용이 저렴</li> <li>CPU와 병렬 작동이 용이하여 전체 시스템 병목현상 발생 없음</li> <li>회로 재구성이 가능, 개발 중인 AI 알고리즘을 유연하게 적용 가능</li> <li>* (예) A라는 업무에 최적화하여 사용하다 반도체 회로 구성을 다 시 설정(재프로그래밍)하여 B라 는 업무에 맞춰 사용 가능</li> </ul>	- GPU, FPGA 대비 매우 빠른 속도와 우수한 전력효율
단점	- FPGA, ASIC 대비 낮은 전력 효율 - 기존 x86 시스템(CPU)에 추가 구축 시, 확장성과 호환성에 한계 * (예) 데이터 전송 병목문제, 시스템 호환문제 등	- ASIC보다 연산속도가 느리고 CPU나 GPU 같은 범용 프로세서 대비 프로그래밍 전문성을 요함	<ul><li>매우 비싼 초기 제작비용, 장시 간의 개발소요 시간</li><li>특정 연산에 최적화 되었기 때문에 응용분야가 한정</li></ul>

출처: 한국전자통신연구원(2017)

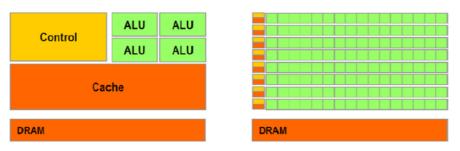
- 일부 시장조사기관에서는 인공지능 반도체가 병렬연산처리에 최적화된 GPU 중심에서 초고성능· 초저전력 중심의 뉴로모픽 반도체로 기술이 진화할 것이라고 전망함
  - (1st Wave) 현재의 인공지능 반도체는 GPU 중심으로 데이터 센터 및 엣지 디바이스에 탑재되어 주로 활용
  - (2nd Wave) 인공지능을 지원하는 저전력·고성능의 특화된 반도체인 ASIC 방식으로 변화될 전망
  - (3nd Wave) 최종적으로는 추론·학습, 데이터 센터·디바이스 등 인공지능 시스템의 多기능을 지원하는 초저전력·초고성능의 뉴모로픽 반도체 중심으로 진화 전망



출처: Gartner(2018), 정보통신정책연구원(2018) 재인용

[그림 7] 인공지능 반도체의 기술 진화 방향

- ◎ (GPU) 게임 산업의 3D 그래픽 등을 처리하기 위해 개발되었으나 대규모 데이터의 연산을 효율적으로 처리하는 병렬처리 기반 반도체로 각광을 받으면서 인공지능 구현을 위한 핵심 반도체로 부상
  - 직렬(순차) 처리 방식인 CPU는 한 개의 명령어에 의해 입력된 순서대로 데이터를 처리하는 반면, GPU는 여러 명령어를 동시에 처리할 수 있는 병렬 처리(Parallel Processing) 구조로 방대한 데이터의 연산을 지원하기 위한 반도체로 각광 받음
    - CPU는 연산을 담당하는 ALU의 개수가 최적화된 소규모 코어로 구성되어있으며, GPU는 수천 개 코어로 구성됨



- ※ 연산처리장치(ALU), 명령어를 해석·실행하는 컨트롤유닛(CU), 데이터 임시 저장 장치(Cache) [그림 8] CPU(좌)와 GPU(우)의 회로도 비교
  - GPU를 통해 기계학습(딥러닝 등)에 요구되는 복잡·고도화된 데이터 연산 처리의 성능 향상을 보여줌으로서 인공지능 구현의 발전을 견인
    - '10년 인공지능 분야 전문가인 스탠퍼드 대학의 앤드루 응 교수는 12개의 GPU가 무려 2,000개의 CPU에 맞먹는 딥러닝 성능을 발휘한다는 사실을 발견
    - '12년 이미지넷 대회에서 GPU 기반 딥러닝 기술을 활용해 우승을 차지하면서 인공지능 분야에서 GPU의 비약적인 발전 가능성을 보임
- GPU 기술은 NVIDIA社가 시장 선두 기업으로 데이터센터, 자율주행차 등 적용 분야에서 인공지능 반도체로 활용
  - (데이터 센터용) '16년 GTC(GPU Technology Conference)에서 데이터센터에 최적화된 '테슬라(Tesla) P100' GPU를 발표하였으며, '17년에는 GPU 컴퓨팅 아키텍처인 '볼타 (Volta)'에 기반한 최초의 프로세서인 '테슬라(Tesla) V100' GPU를 공개함
    - 볼타의 성능은 120 TFLOPS<sup>3)</sup>로 기존 버전인 파스칼 대비 5배, 2년 전 출시된 맥스웰 대비 15배 향상됐으며, CPU 100대와 같은 수준의 성능으로 딥러닝을 구현 ※ 테슬라 V100은 Microsoft社, 바이두社, IBM社 등의 클라우드 서버(데이터센터)에 적용

<sup>3)</sup> FLOPS(FLoating point OPerations per Second) 컴퓨터의 성능을 수치로 나타낼 때 주로 사용되는 단위이며, 1초 동안 수행할 수 있는 부동소수점 연산의 횟수 (1 TFLOPS: 1×10<sup>12</sup>)

- (자율주행차용) '17년 GTC에서는 자율 주행차를 위한 Al Supercomputer chip, Xavier를 발표하면서 엣지 디바이스에 최적화된 반도체 기술을 선보임
  - Xavier의 구성을 보면, 512개의 GPU, 8개의 Core로 구성된 ARM64 CPU, CVA(computer vision accelerator), Video Processor로 구성되어, 30W의 전력으로 30 TFLOPS 연산을 구현
  - 자율주행 차량에서 수행해야 하는 주변 환경 감지, 차량 스스로의 위치 파악, 주변 사물의 행동과 위치 예측 등의 연산 등을 구현





출처: GTC Europe 2016

[그림 9] Xavier Chip 구조 및 개발 보드

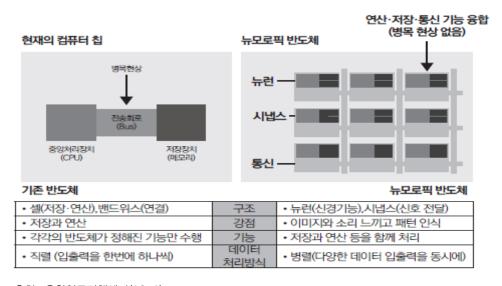
- ◎ (FPGA) 활용 목적에 따라 재 프로그래밍이 가능한 반도체로서 개발에 투입되는 시간이 짧고 원하는 작업에 맞춰 연산 처리가 가능해 유연성이 높은 반도체로 각광
  - 기존 반도체들은 한번 생산되면 수정할 수 없지만 FPGA는 하드웨어를 재설계하지 않고 프로그래밍을 통해 사용 목적에 맞게 변경이 가능함
    - 예를 들어 FPGA는 번역 작업에 최적화해 사용하다가 반도체 회로 구성을 다시 설정해 가상비서 서비스에 맞춰 쓸 수 있음<sup>4)</sup>
    - 특정 목적에 맞춘 하드웨어 프로그래밍이 가능해 기계 학습을 통해 최적화된 학습모델의 출력 값을 빠르게 계산하는 인공지능 추론 서비스 구현에 적합하다는 평가를 받음
    - 알고리즘을 수정하거나 연구개발 중일 때는 다른 인공지능 반도체에 비해 FPGA가 효율적5)
  - 또한, CPU와 병렬로 작동하므로 시스템 혼란이나 병목현상 없이 사용 가능하여 최근 인공지능 구현을 위한 기술로 주목 받고 있음
- ☞ FPGA 기술은 데이터센터 및 엣지 디바이스 등의 저전력화·고성능화를 위해 활용되고 있으며 글로벌 기업들의 기술 개발이 활발히 진행 중임
  - 자일링스社는 FPGA 시장에서 약 56% 점유율을 보유한 선두 기업으로 데이터센터 전용 반도체인 'reVISION'을 통해 머신 러닝, 데이터 분석 등과 같이 고성능 작업에 최적화된 제품으로 경쟁사 대비 2~6배의 컴퓨팅 성능을 발휘한다고 발표

<sup>4)</sup> EPNC, 인공지능칩 'FPGA와 ASIC' 구글, 마이크로소프트까지 뛰어들다 2018.02.06.

<sup>5)</sup> KIPOST(https://www.kipost.net)

- Microsoft社는 '15년 FPGA를 탑재한 '캐터펄트(Catapult)' 서버메인보드를 통해 자사의 검색엔진 '빙(Bing)'의 성능을 일반 CPU를 이용한 것보다 30% 비용 절감과 10% 전력 감소에 성공
  - 데이터 센터에 있는 반도체를 FPGA로 통합하면 용도 재구성이 가능한 구조인 만큼 단일 서비스에 수천 개에 이르는 FPGA를 이용할 수도 있어 유연성이 뛰어남
- Intel社는 최근 인공자능 특화 기술을 확보하기 위해 독립형 FPGA와 통합형 FPGA(FPGA-CPU)을 제공하고 있으며, 추론용 가속기인 'intel FPGA'와 엣지 디바이스에서 머신 러닝을 구현하기 위한 저전력 비전 기술 '모비디우스'등을 발표
- (ASIC) 어플리케이션의 특성에 적합한 인공지능 시스템을 구현하기 위해 범용프로세서를 사용하는 대신 특정 목적으로 제작되는 주문형 반도체 기술이 부상
  - 특정한 용도에 맞도록 제작된 주문형 반도체인 ASIC는 빠른 속도와 높은 에너지 효율의 특성을 지니고 있어 인공지능 전용 반도체로 각광받고 있음
  - ASIC은 다른 인공지능 전용 반도체에 비해 비용이 높고 개발 기간이 길며, 한번 제품을 만들고 나면 기능을 바꿀 수 없지만 범용 프로세서(CPU, GPU)나 FPGA보다 성능 개선에 유리함
     ASIC은 개발이 끝난 알고리즘의 전력 소모량을 줄여야하는 기기에 도입할 때 효율적임
- - Google社는 SW 및 빅데이터 센터 기반 인터넷 전문 기업으로, 인공자능 기술을 활용한 新서비스의 수요가 증대되면서 자사의 데이터 센터에 사용하기 위한 병렬 프로세서 반도체를 직접 개발하기 시작
    - 인공지능 딥러닝을 구현하기 위해 가장 널리 이용되는 SW 플랫폼인 오픈소스기반 '텐서플로'를 구현하는데 최적화된 하드웨어를 자체 개발
    - '16년 5월, 데이터 분석과 딥러닝을 위해 개발한 TPU(Tensor Processing Unit) 1세대를 공개하였으며, GPU에 비해 병렬처리에 특화되어 있으며 추론 등의 연산을 수행하는데 92 TLOPS의 성능을 보임
    - '17년에는 TPU 1세대를 개선하여 기계 학습에도 사용할 수 있는 TPU 2세대를 개발
      - ※ TPU1 세대는 학습된 모델을 사용한 추론, 이미지나 언어 등의 인식에 특화됐다면, 2세대 TPU는 머신러닝 연산 과정에서 추론뿐 아니라 학습 연산에서 성능 향상에 특화됨
    - 데이터 센터용으로는 TPU 2세대 4개를 탑재한 Cloud TPU와 64개를 연결한 TPU Pod을 발표함
      - ※ Cloud TPU(TPU2세대 4개)는 90TFLOPS의 성능을 가지고 있으며 TPU Pod는 11.5 PFLOPS 성능 보유

- 바이두社는 최근 AI 개발자 컨퍼런스 행사에서 AI 연산용 ASIC '쿤룬(Kunlun)'을 공개하였으며, 260 TFLOPS수준으로 초당 512GB 데이터를 주고받으며 무인자동차부터 데이터센터까지 모든 곳에 사용 가능
- 삼성전자社는 초고속 모뎀을 탑재하고 인공지능(AI) 연산 기능을 강화한 고성능 모바일 애플리 케이션 프로세서(AP) '엑시노스9(9810)'를 개발
- 🐃 (뉴로모픽 반도체) '폰 노이만(Von Neumann)' 구조의 기존 반도체 한계를 극복하기 위해 인간처럼 저 전력으로도 고성능의 인공지능을 수행하는 반도체 기술이 각광을 받기 시작
  - 기억장치(메모리)·중앙처리장치(CPU)·입출력장치(IO) 등 3단계 구조로 명령을 순차적으로 수행하는 방식의 폰 노이만 구조는 복잡한 작업일수록 시간이 오래 걸리고 에너지 소모가 크게 증가하는 구조
    - 산업연구원에 따르면 폰 노이만 구조는 인간의 뇌와 같은 정보처리를 위해 필요한 소비 전력을 감당하기 위해선 원자력발전소 1기가 필요하다고 언급
  - 뉴로모픽 반도체 안에는 여러 개의 '코어(Core)'들이 존재하며, 코어에는 트랜지스터를 포함한 몇 가지 전자 소자들과 메모리 등이 탑재
    - 코어의 일부 소자는 뇌의 신경세포인 뉴런의 역할을 담당하며, 메모리 반도체는 뉴런과 뉴런 사이를 이어주는 시냅스 기능을 담당
    - 인공 뉴런 역할을 하는 코어를 사람의 뇌처럼 병렬로 구성하였기 때문에 적은 전력만으로 많은 양의 데이터 처리가 가능하며, 인간의 뇌처럼 학습하기 때문에 연산 성능이 대폭 향상



출처: 융합연구정책센터(2018)

[그림 10] 기존 반도체와 뉴로모픽 반도체의 구조도 비교

- - (IBM社) 미국 국방부 산하 방위고등연구계획국(DARPA)이 주도하는 '인공두뇌 만들기 프로젝트'에 참여('08)하여 '트루노스'(TrueNorth)라는 뉴로모픽 반도체를 만드는 데 성공('14.8)
    - 트루노스 반도체는 무려 54억 개 트랜지스터를 내장한 4,096개의 프로세서로 이루어져 전자 회로 소자들을 인간의 신경망처럼 연결해 인간 두뇌 활동을 모방
    - 100만 개의 뉴런과 2억5000만 개의 시냅스로 얽혀 초당 1,200프레임에서 2,600프레임으로 이미지를 분류하는데, 이 때 25mW에서 275mW 수준의 적은 전력을 소비하며 이는 기존 마이크로프로세서의 1만분의 1의 전력을 소요
  - (퀄컴社) 세계 최초로 뇌에서 영감을 얻어 신경세포처럼 스파이크 형태의 신호를 주고받고 시냅스 연결 강도를 조절해 정보를 처리하는 프로세서인 '제로스'(Zeroth) 개발('13년)
    - 제로스는 회로 구조뿐만 아니라 기능도 인간의 학습 방법을 모방하여 강화학습(reinforcement learning)<sup>6)</sup>을 활용해 로봇을 제어하는 데모 영상 시연
  - (Intel社) 사람이 입력 데이터와 함께 정답을 알려 주는 지도학습 대신 실시간으로 유입되는 정보를 받아들여 스스로 학습하는 뉴로모픽 반도체 '로이히(Loihi)'를 개발 ('17년)
    - 0.47㎡ 크기의 코어 128개로 이뤄진 로이하에는 총 13만 개의 뉴런과 1억3000만개 시냅스로 구성
    - 반도체 집적도는 14nm(나노미터·1nm는 10억분의 1m) 수준으로 현재까지 개발된 뉴로모픽 반도체 중 최고 수준임





출처: IBM, intel

[그림 11] 뉴로모픽 반도체 (좌) IBM社의 트루노스 (우) intel社의 로이히

- (SK 하이닉스社) 미국 스탠퍼드대학과 강유전체(Ferroelectrics) 물질을 활용한 '인공신경망 반도체 소자 공동 연구개발' 협약 체결('16.10)
  - SK하이닉스는 전하 유입 여부를 통해 0과 1을 구분하는 기존의 반도체 입력 방법 대신 전압 크기에 따라 다양한 신호를 저장할 수 있는 유기물질 강유전체를 사용해 뉴로모픽 반 도체 개발 추진 중

<sup>6)</sup> 학습수행 결과에 대해 적절한 보상을 주면서 피드백을 통해 학습하는 방식을 의미

- (KIST, KAIST, 서울대, 포스텍, 울산과학기술원(UNIST), 국민대, 어바인 캘리포니아대 등) 7개 기관이 연구단을 구성하여 2021년까지 자가 학습이 가능한 뉴로모픽 반도체 '네오 (NeO)2C' 개발을 목표로 연구 추진
  - '네오(NeO)<sup>2</sup>C'의 반도체 집적도는 55mm, 소모전력은 56mW 수준이며 코어당 뉴런 수는 1,024개로 '로이히'와 유사하나, '로이히'는 128개 코어이며 '네오(NeO)<sup>2</sup>C'는 단일코어
- (네패스社) 반도체 패키징·테스팅(후공정) 기업인 네패스는 미국의 반도체 설계업체인 제너럴 비전社와의 협업을 통해 엣지 디바이스용 인공지능 반도체인 NM500을 상용화 추진('17.6)
  - NM500은 0.4mm 반도체에 576개의 인공뉴런을 집적하여 고속·병렬연산 처리를 수행

, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,								
	Neurogrid (2009) Stanford Univ.	SpiNNaker (2012) Manchester Univ.	SyNAPSE TrueNorth (2014) IBM, HRL	Zeroth (2014) Qualcomm	Loihi (2017) Intel	Neo <sup>2</sup> c (2016~2021) KIST & etc.	Brain Human (Biology)	
Neurons	10 <sup>6</sup>	2 × 10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	-	13 × 10 <sup>4</sup>	10 <sup>2</sup> (′18) 10 <sup>6</sup> (′21)	10 <sup>10</sup> ~10 <sup>1</sup>	
Synapses	8 × 10 <sup>9</sup>	2 × 10 <sup>10</sup>	256 × 10 <sup>6</sup>	-	13 × 10 <sup>7</sup>	2 × 10 <sup>8</sup> ('21)	2 × 10 <sup>14</sup>	
Energy Consumption (mW/cm²)	50	1,000	20	-	-	56	10	
Manufacturing (nm)	180	130	28	-	14	55	-	

〈표 2〉국내·외 주요 뉴로모픽 반도체 성능 비교

출처: 융합연구정책센터(2017) 재구성

- 차세대 유망 기술인 뉴로모픽 반도체는 일부 상용화가 진행되고 있으나 산업적적용 확대를 위해서는 다소 시간이 소요될 것으로 전망
  - Gartner社의 'Technology Hype Cycle'에 따르면 뉴로모픽 반도체는 10년 후 시장이 형성될 것으로 예측하였으며, 10년 이후에는 지능형 로봇, 무인기, 자율주행 자동차, Al 비서 등에서 폭넓게 사용할 것으로 전망
  - 뉴로모픽 반도체는 다양한 분야의 학문이 함께 연구 되어야 하는 대표적인 융합 기술이며, 생물학에서 연구되는 뇌의 학습, 기억, 그리고 인지 기능 등에 대한 이해와 더불어 이를 공학적으로 구현하기 위한 뉴로모픽 시스템, 알고리즘, 소자 등 다양한 공학 분야에서의 기술 발전이 필요

# 제3장 산업동향

#### 3.1 시장 동향

- 글로벌 반도체 시장의 불확실성이 지속되는 가운데 인공지능 반도체 시장이 새로운 동력으로 성장 할 것으로 기대
  - (연산 처리용 반도체) 기관별 정의 및 범위에 따라 규모의 차이는 존재하나, '21년 기준, 트랙티카社는 39억 달러, Gartner社는 97억 달러, 투자은행 J.P.모건과 UBS는 각각 260억 달러, 302억 달러로 세계 인공지능 반도체 시장 규모가 급성장할 것으로 전망함<sup>7)</sup>
    - ※ 트랙티카社와 가트너社는 CPU를 인공지능 반도체 시장에서 제외한 반면, UBS와 J.P.모건은 CPU를 포함하여 조사
  - (뉴로모픽 반도체) 현재 상용화 이전 단계이나 '17년 12.3억 달러에서 '23년 42.1억달러로 연평균 24.5% 증가할 것으로 전망함





출처: 정보통신기술진흥센터(2018), Mordor Inteligence(2018)

\* 연산 처리용 반도체(좌), 뉴로모픽 반도체(우)

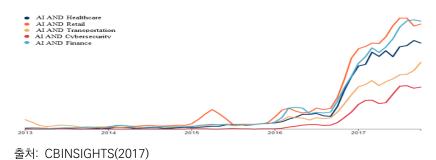
[그림 12] 인공지능 반도체 시장 전망(2017~2022)

• 인공지능 반도체 시장은 성장 속도가 빨라, 앞으로 5~10년 후에는 인공지능 반도체 시장이 메모리 반도체나 CPU 등 마이크로프로세서에 버금가는 시장으로 성장할 전망<sup>8)</sup>

<sup>7)</sup> IITP(2018), 반도체 산업의 차세대 성장엔진, AI 반도체 동향과 시사점, ICT SPOT ISSUE

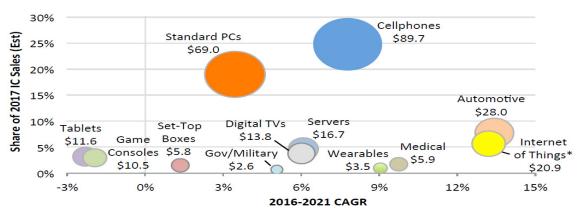
<sup>8)</sup> IITP(2018)의 보고서에 따르면, 2021년 인공지능 반도체 시장은 마이크로프로세서(485억 달러) 및 D램(457억 달러) 수준인 300억 달러 수준으로 성장할 것이라고 전망

- 인공지능 반도체는 융복합화·스마트화를 주도하는 지능형 산업의 핵심 기반 기술로서 수요가 지속적으로 증가할 것으로 전망
  - 인공지능을 활용한 주요 산업의 변화 추세는 2016년을 기점으로 급성장하였으며, 금융 및 소비, 헬스케어, 자동차 등 인공지능의 산업적 적용이 확대되고 있는 상황에서 인공지능 구현을 위한 핵심 기반기술인 인공지능 반도체의 시장도 점차 확대될 전망<sup>9)</sup>



[그림 13] 인공지능 적용 산업 전망

- 시장조사기관 IC Insights社에 따르면 산업별 반도체 IC(Integrated Circuit) 시장에서 스마트폰 산업의 반도체 시장 점유율이 가장 높게 나타났으며, 향후 자동차, IoT, 의료, 웨어러블 산업에서 반도체 IC 시장 수요가 급증 할 것이라고 전망
  - 반도체 IC 전체 시장의 25% 비중을 차지하는 스마트 폰 산업은 2017년 기준 매출 규모가 89.7억 달러이며 향후, 연간 7.8% 성장하여 2021년에는 1.056억 달러에 달할 것으로 전망
  - 자동차 및 IoT 산업의 반도체 IC 시장은 전 산업의 7.9% 비중을 차자한데 비해 향후, 연평균 13.4% .13.2% 수준으로 타 산업의 비해 성장률이 가장 높게 나타나며 시장 수요가 급증할 것이라고 전망
  - 의료 분야는 연평균 9.7% 성장하여 2021년까지 78억 달러, 웨어러블 시스템은 연평균 9.0% 성장하여 2021년에는 49억 달러 규모로 시장이 확대될 전망

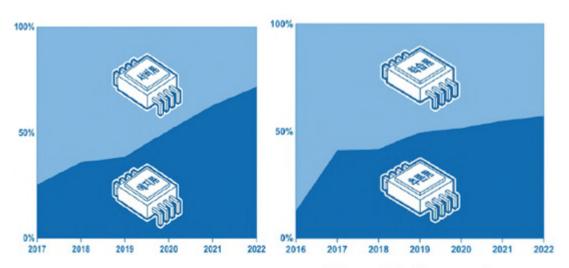


출처: IC Insights(2017)

[그림 14] 주요 산업별 반도체 IC 시장 전망(2016~2021)(단위: 억달러)

<sup>9)</sup> CBInsights(2018), Game Changers 2018

- 이에, 인공지능 반도체가 시장 초기에는 데이터센터 서버에서 주로 사용되다가 점차 엣지 디바이스용으로 무게 중심이 옮겨가고, 학습용에서 추론용으로 비중이 점차 변화될 것으로 전망
  - Gartner社는 스마트폰 등에 인공지능 연산용 반도체(AP)가 탑재되고, ASIC의 1/5 이상이 인공지능 연산 기능을 갖출 것으로 전망함으로써 엣지 디바이스용 인공지능 반도체 시장의 성장성을 매우 높게 평가함
    - 이로 인해 전체 인공지능 반도체 시장에서 엣지 디바이스용 인공지능 반도체 시장 비중은 25%에서 72%까지 급격하게 높아질 것으로 전망
  - 엣지 디바이스에 대한 산업 수요가 증가함에 따라 데이터센터 중심의 학습용 시장의 비중은 87%에서 43%로 축소되는 반면, 추론용 시장의 비중은 13%에서 57%로 점차 비중이 확대되는 경향을 보일 전망



사용 환경별: 서버용 vs 디바이스용

활용 목적별: 학습용 vs 추론용

출처: 정보통신기술진흥센터(2018) \* 사용 환경별(좌), 활용 목적별(우)

[그림 15] 인공지능 반도체 활용 산업별 시장 전망(2017~2022)

### 3.2 기업 동향

- ◎ (미국) Intel社, NVIDIA社, XILINX社 등 글로벌 시스템 반도체 기업이 대다수 포진하고 있으며 인공지능 반도체 시장을 선도
  - (Intel社) 인공지능 반도체 기업에 대한 적극적인 인수합병을 통해 데이터센터용부터 디바이스용 인공지능 반도체 기술까지 폭넓은 기술 포트폴리오를 보유

- 경쟁사인 AMD에서 GPU 관련 핵심 업무를 수행한 수석 부사장과 테슬라 하드웨어 부사장까지 영입하여 하드웨어 전문가 확보를 통해 인공지능 반도체 기술 선점 가속화

〈표 3〉Intel社의 인공지능 반도체 기업 인수 사례

인수 시점		피인수 업체명	인수 목적	인수가액
2015년 6월 전투관			FPGA/PLD 기술 확보	167억 달러
20161	8월	nervana	데이터센터용 인공지능 칩 기술 확보	3.5억 달러
2016년	9월	Movidius	드론/로봇/AR/VR용 인공지능 칩 기술 확보	-
2017년 3월 <i>Mosileye</i>			자율주행차용 인공지능 칩 기술 확보	153억 달러

출처: 정보통신기술진흥센터(2018)

- (NVIDIA社) GPU 기술의 글로벌 선도 기업으로, 인수합병 전략보다는 자사의 반도체 기술 경쟁력을 토대로 적용 산업별 기업들과의 협력 R&D 추진
  - 인공지능 반도체 기술개발을 위해 자동차 제조사와 부품사, 모빌리티 서비스 기업까지 300개 이상의 다양한 기업과 협력을 추진하고 있음
    - ※ 아마존, Google, Microsoft, HP, IBM, BAT(바이두 알리바바 텐센트) 등과의 기술 제휴를 통해 협력 R&D를 추진하고 있으며, 최근 자율주행자동차 기술에 탑재되는 자비에(Xavier)를 선보이며, 테슬라, 볼보 등 차세대 자동차 개발을 위한 협력을 강화하고 있음



출처: NVIDIA(2019)

[그림 16] NVIDIA社의 산업별 협력 기업

- (AMD社) CEO인 리사 수는 CES 2019에서 세계 최초 7nm(나노미터) CPU를 선보이며, 경쟁사인 Intel社의 14nm CPU와 경쟁 구도로 나선 가운데, 20%대 점유율을 기록 중인 개 인용 컴퓨터(PC) 시장의 CPU를 발판으로 서버·슈퍼컴퓨터용 시장에 재도전한다는 계획 발표
  - AMD는 미국 라스베가스에서 열린 'CES 2019'에서 차세대 데이테 선터용 프로세서 '에픽(EPYC)'과 3세대 '라이젠(Ryzen)' 데스크톱 프로세서, 신형 그래픽카드 '라데온 VII (Radeon VII)'을 공개하며 서버 및 개인용 컴퓨터 시장 공략

- (XILINX社) 전세계 FPGA 기술 선도 기업으로 최근 FPGA의 설계 유연성과 전력 효율성을 기반으로, 전략 산업인 데이터센터 시장을 공략하는 가운데, IoT, 빅데이터, 인공지능 등 향후 성장 가능성이 높은 시장에 대한 매출 확대에 나선다는 계획 발표
  - FPGA만 생산·공급하고 있는 유일한 기업 중 하나이며, 최근 빅터 펭 CEO는 '데이터 센터 퍼스트(Data Center First)' 전략을 내세우며, 반도체 HW 뿐만 아니라 '적응형 컴퓨팅 가속화 플랫폼(Adaptive Compute Acceleration Platform, ACAP) 등 SW 기술 개발을 통해 시장 공략
- ☞ (중국) 반도체 설계 역량이 높은 스타트업을 중심으로 엣지 디바이스용 시장 선점을 통해 인공지능 반도체 기술 경쟁력 강화
  - 중국 업체들은 대부분 데이터센터용(서버)이 아닌 엣지 디바이스용 인공지능 반도체에 역량을 집중하는 전략을 내세우고 있으며, 특히 반도체 설계 역량이 높은 스타트업의 성장과 인수 합병이 활발함
    - 인공지능 반도체 활용 산업이 확대됨에 따라 중국 정부는 산업 육성 정책의 일환으로 반도체 스타트업에 대한 투자를 강화하고 있으며, 자국의 반도체 사용을 위한 기술 혁신을 주도
  - (화웨이社) 중국 최대 통신장비 업체인 화웨이는 인공지능 소프트웨어와 반도체를 자체 개발하여 Intel社, NVIDIA社 등 인공지능 반도체 선두 기업들과의 본격적인 경쟁을 선언
    - 지난해 인공지능 반도체인 기린 970을 선보인 가운데, 최근 데이터 센터에 초점을 맞춘 어센트 910과 스마트폰과 스마트워치 등 사물인터넷(IoT)용 어센트 310을 선보이며 본격적으로 글로벌 인공지능 반도체 시장을 공략
  - (알리바바社) 중국 최대 전자상거래 업체인 알리바바는 중국 반도체 설계 기업인 C-스카이 마이크로시스템을 인수하고, 사물인터넷(IoT) 제품과 자율주행차, 스마트시티 등 다양한 분야에 적용하기 위한 엣지 디바이스용 '알리-NPU'를 자체 개발하여 양산할 계획
  - (캄브리콘 테크놀로지社) '16년 창업한 중국의 대표적인 인공지능 반도체 설계 업체이며 중국 국유펀드, 알리바바, 레노버 등으로부터 최근 1억 달러 투자 유치를 통해 인공지능 반도체 개발을 가속화하여 기업가치 10억 달러의 유니콘 기업으로 성장
    - 최근 인공지능 반도체인 '캄브리안 1A' 반도체를 발표하였으며, 스마트폰, 무인기, 웨어러블 등에 장착 가능한 전용 반도체를 상용화함

- (국내) 우리나라의 인공지능 반도체 산업은 미국·중국 등과 비교하여 산업 저변이 열악한 상황<sup>10)</sup>
  - 우리나라 반도체 산업은 삼성전자, SK 하이닉스 등 메모리 반도체 시장 및 역량이 높은 반면, 인공지능 반도체 기술 역량 및 산업 저변은 미국·중국에 비해 열악한 상황
    - 특히, 우리나라 인공지능 반도체 설계·원천기술의 경우 대부분 수입에 의존하는 실정이며 대기업 중심의 ASIC 개발과 산학연 중심의 뉴로모픽 반도체 연구가 활발하다는 것이 특징
  - (삼성전자社) 스마트폰 전용의 인공지능 반도체를 상용화하였으며, 뉴로모픽 반도체 선행 연구를 추진 중
    - 갤럭시S9 스마트폰에 탑재되는 ASIC 기술인 엑시노스 9810은 빠른 이미지 처리를 위해 뉴럴 프로세싱 엔진을 탑재
    - AI와 5세대(5G) 이동통신, 전장부품, 바이오 등 4개 신산업을 선정하여 2020년까지 25조원의 투자 계획을 발표하였으며, 이를 위해 실리콘밸리, 토론토 등 6곳에 글로벌 AI 연구센터를 구축하여 기술 경쟁력 강화 추진
    - 삼성종합기술원 산하 두뇌컴퓨팅 연구실을 중심으로 뉴로모픽 반도체 개발을 추진하고 있으며, 최근 서울대학교·KAIST·UNIST과 함께 뉴로모픽 반도체 산학협력 모색
  - (SK텔레콤社) 글로벌 기업과의 협업을 통해 데이터센터 및 엣지 디바이스 전용 인공지능 반도체 공동연구 추진
    - '18년 8월 16일 SK텔레콤은 美 자일링스와 협업해 국내 대규모 데이터센터로는 처음으로 자사 데이터센터 인공지능 반도체로 자일링스 FPGA를 채택하였으며, 인공지능 가속 솔루션을 개발해 AI 서비스 '누구'에 적용
    - '19년 1분기에는 자일링스 '버텍스 VU9P' FPGA를 적용하여 기존보다 전력 소모량은 3배 늘어나지만 컴퓨팅 능력은 10배 이상 향상된 새로운 인공지능 반도체를 발표할 계획
  - (네패스社) 반도체 패키징 업체 네패스는 美 뉴로모픽 반도체 업체 제너럴비전과 2016년 생산-판매에 관한 글로벌 독점 판매권을 갖는 계약을 체결하고, 2018년 1월부터 뉴로모픽 반도체 NM500 양산을 시작
    - 다른 인공지능 반도체와 달리 엣지 디바이스 상에서 학습과 추론이 가능하며, 2018년 100만 개 생산·판매를 목표
  - ●(넥셀社) AP 전문업체로, 국내에서 유일하게 인공지능 반도체 설계원천기술 개발 추진
    - 셀(XELL)로 명명한 인공지능 반도체 설계기술을 개발 중이며, 테슬라 K80이나 Google社 TPU2보다 우수한 수준이라고 평가

<sup>10)</sup> 정보통신기술진흥센터(2018) 재구성



- 핵심 인재 영입 및 활발한 인수 합병을 통해 자사의 기술 경쟁력 강화 및 글로벌 초기 시장 확보에 주력
  - 삼성전자社는 빅데이터를 빠른 속도로 처리하는데 활용되는 GPU 기술을 자체 개발하기 위해 'SGPU( Samsung's GPU)' 프로젝트를 가동하고, 이 프로젝트를 위해 GPU 1위 업체인 NVIDIA社 출신의 치엔 핑 루(Chien-Ping Lu)박사를 영입
  - 2017년 기준 주요 국가별 반도체 산업 M&A 건수 순위는 미국, 중국이 가장 높게 나타났으며 특히, 동일 업종인 반도체 기업의 인수 합병이 가장 높게 나타나면서 반도체 기술력 흡수 및 시장지배력 강화
  - ※ '17년 주요 국가별 반도체 산업 M&A 간수 순위(삼정 경제연구원, '18): (미국) 90건, (중국) 44건, (일본) 31건, (한국) 29건
    - Intel社는 동종 업계인 알테라·너바나를 인수하여 인공지능 반도체 시장 경쟁력을 강화하고 있으며, 중국의 알리바바社는 크네론, 캠브리콘 등 인공지능 반도체 유니콘 기업에 투자를 강화

〈표 4〉 반도체 기업의 업종별 M&A Top 5 (2013~2017)

》 반도체 관련 기업이 인수한 업종 Top 5

》 반도체 관련 기업을 인수한 업종 Top 5		반도체	관련	기업을	인수한	업종	Top 5
---------------------------	--	-----	----	-----	-----	----	-------

(건)

2017 순위	피인수 기업업종	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR
1	반도체	52	60	72	44	28	-14.3%
2	전기전자	46	33	33	31	26	-13.3%
3	소프트웨어	12	12	12	17	15	5.7%
4	정보통신	11	14	8	9	6	-14.1%
5	부동산	0	2	4	5	5	35.7%

2017 순위	인수업종	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR
1	반도체	52	60	72	44	28	-14.3%
2	전기전자	13	23	22	27	22	14.1%
3	금융·투자	5	9	13	20	16	33.7%
4	소프트웨어	2	2	4	5	8	41.4%
5	정보통신	1	5	5	6	6	56.5%

출처: 삼정 KPMG 경제연구원(2018)

- 인공지능 반도체 시장은 非반도체 글로벌 기업의 신규 진입 및 이종 산업간 협업을통해 산업간 장벽을 무너뜨리면서 영역을 확대해 나가고 있음
  - 자동차, SW 기업 등도 자사의 서비스 성능개선이나 서버 운용효율을 위한 용도로 직접 인공지능 반도체를 개발하고 있으며, 인공지능 반도체 시장이 초기인 만큼 다양한 산업의 신규 진입자의 등장과 동일 산업간 경쟁양상 등 시장 경쟁이 지속될 것으로 판단됨

- 이러한 반도체 자체개발 현상은 Intel社, NVIDIA社 등 전통적인 반도체 기업들과 인공 지능 적용 산업 기업들과의 경쟁으로 가속화될 전망

〈표 5〉 非 반도체 기업의 인공지능 반도체 자체 개발 사례

업체	개발 사례
마이크로소프트	- '17년 7월, 자사의 증강현실 고글인홀로렌즈2를 공개. 이 제품에는 MS 가 개발한 언어와 영상 인식 기술을 구동하는딥 러닝 기술에 특화된 전 용 칩(HPU)이 탑재
구글	- '17년 5월, 모바일 기기 환경에 최적화된 머신러닝 프레임워크 버전인 TensorFlow Lite와 45 테라플롭 급 성능의 'TPU2 칩' 공개
애플	- '17년 8월, 애플은 자사의 최신 AP인 'Apple A11 Bionic APL1W72'을 아이폰8에 탑재하며 최초 공개. A11은 뉴럴엔진이라 명명된 하드웨어기 반 AI전용 프로세서를 탑재
화웨이	- '17년 9월 화웨이는AI전용 프로세서 유닛인NPU를 탑재한 최신 AP 기린 970을발표 - NPU는 중국의 AI칩 스타트업인 캠브리콘의IP를 기술 이전한 결과
테슬라	- 자사의 차량에 들어갈 자율주행 전용 프로세서의 자체개발 계획을 발표

출처: 한국전자통신연구원(2017)

- ◎ 인공지능의 산업적 활용이 확대됨에 따라 인공지능 반도체는 데이터센터용과 엣지 디바이스용으로 시장이 세분화되는 추세이나 상호보완적 관계로 유지될 전망
  - (데이터센터용) 딥러닝 학습을 위한 병렬연산 처리 능력과 수요변화에 대응하기 위한 컴퓨팅 파워 구성의 확장성과 유연성, 운용비용 관점에서의 전력효율 등을 중심으로 시장 형성
  - (엣지디바이스용) 자율주행차, 드론, IoT 등 개별서비스에 특화된 연산가속, 배터리, 폼팩터 등의 제한 환경 극복을 위한 초저전력, 경량화, 제조원가절감 등을 중심으로 시장 형성

## 제4장 정책동향

#### 4.1 국외 정책동향

- ◎ (미국) 산학연 중심의 중장기 프로젝트를 통해 인공지능 반도체 기초·원천기술 개발에 주력
  - '08년부터 방위고등연구계획국(DARPA)에서는 뉴로모픽 반도체 개발을 위해 시냅스 (SyNAPSE) 프로젝트를 추진하였으며, 산업계(IBM) 주도의 연구기관 및 대학들이 참여하여 '14년 상용화 단계인 뉴로모픽 반도체(트루노스) 개발함
  - DARPA는 그간 마이크로 시스템 기술실(MTO)에서 반도체 R&D 프로젝트를 직접 수행하였으나, '16년 산·학 컨소시엄 'JUMP(Joint University Microelectronics Programme)' 공동 R&D 프로젝트를 추진<sup>11)</sup>
    - JUMP는 유망 반도체 기술들을 선정하여 정부 기관과 민간 기업이 공동 투자하는 SRC(Semiconductor Research Corporation)를 중심으로 응용 연구 중심의 컨소시엄 4개(인지 컴퓨팅, 지능형 메모리 및 스토리지, 분산 컴퓨팅 및 네트워킹, 센서 및 통신시스템)와 학문 연구 중심의 컨소시엄 2개(첨단 아키텍처 및 알고리즘, 디바이스 및 패키징, 첨단 소재)를 운영
  - '18년 DARPA는 산·학·연 차세대 반도체 R&D 프로그램인 'ERI(Electronics Resurgence Initiative)'를 발표하여 미국의 반도체 산업의 부활(Resurgence)을 위해 무어의 법칙을 극복하기 위한 장기 프로젝트 추진<sup>12)</sup>
    - ERI 프로그램은 반도체 설계자동화(EDA) 등 반도체 설계, 신소재, 시스템 설계구조(architecture) 등 3개 분야의 총 6개 프로젝트로 추진되며 2025~2030년 사이 R&D 기간이 끝나면 상용화 작업에 착수하겠다는 계획
    - 참여 기관으로는 미국 내 반도체 글로벌 기업인 Intel社, 어플라이드머티어리얼즈, 퀄컴, IBM, 시놉시스 등과 MIT, 스탠포드, 프린스턴, 예일 대학 등 유수 대학 연구소들이 무어의 법칙을 지속하는 목표를 가지고 프로젝트에 참여

<sup>11)</sup> DARPA, U.S. Electronics Innovation Leaps Forward Via Joint University Microelectronics Program 2018. 01. 17

<sup>12)</sup> KIPOST(https://www.kipost.net)

〈표 6〉미국 ERI 6개 세부 프로젝트 및 목표

세부 프로젝트 명	목표
소프트웨어 정의 하드웨어 (Software-defined Hardware, SDH)	특화 프로세서는 범용 프로세서보다 작업을 더 빨리 완료할 수 있으나, 가격이 비싸고, 제작 시간이 오래 걸린다. 소프트웨어 정의 하드웨어는 처리 중인 데이터를 기반으로 실시간으로 재 구성할 수 있는 하드웨어 및 소프트웨어를 개선하고 제작하는 방법을 연구
도메인 특화 시스템 온칩 (Domain-specific System on Chip, DSSoC)	도메인 특화 시스템 온칩은 개발자에게 ASIC, CPU 및 GPU와 같은 부품을 쉽게 조합할 수 있도록 도와주는 "단일 프로그래밍 프레임 워크를 개발하는 것을 목표
전자 칩 지능형 설계 (Intelligent Design of Electronic Assets, IDEA)	실제로 칩을 물리적으로 배치하고 레이아웃을 설계하는 것은 매우 복잡하고 고도의 전문성을 필요로 하는 작업이다. IDEA는 일반적으로 1년이 걸리는 칩 설계를 하루로 단축하여 24시간 설계 시대를 여는 것을 목표
Posh 오픈소스 하드웨어 (Posh Open Source Hardware, POSH)	POSH는 오픈 소스로 만들어지는 전문 프로그램이며, 라이센스 제한이 없이 최상의 시스템을 제작하고 테스트하는 것을 목표
3차원 단일 시스템 온어칩 (3-Dimensional Monolithic System-on-a-chip, 3DSoC)	현재 전자공학의 표준은 프로세서와 칩을 중앙 메모리에 연결하는 방식이다. 3DSoC는 모든 것을 3차원 방식으로 결합하여표준 방식보다 적은 전력을 사용하면서 계산 시간을 50배 이상으로 단축시키는 것을 목표
FRANC (Foundations Required for Novel Compute)	컴퓨팅 이론의 창립자인 폰 노이만형 컴퓨팅 아키텍처를 뛰어넘는 혁신을 추구한다. 이 프로그램의 목표는 데이터 이동을 제한하거나 최소화하는 방식으로 데이터를 처리하기 위해 새로운 재료 및 통합 체계를 활용하는 회로를 설계하는 것이다. 이를 통해기존 로직 프로세서와 근본적으로 다른 구조로 저장된 데이터를처리할 수 있도록 함으로써 컴퓨팅 성능을 크게 향상을 목표

출처: DARPA(2017), ERI(2018), KIPOST(2018) 재인용

- 최근 미국 정부는 반도체가 국가 안보에 영향을 주는 '전략 산업'이라고 인식하고 반도체 기술 경쟁력 강화 및 보호 의지를 강하게 표명¹³)
  - 미국은 중국 반도체 수입품에 막대한 관세를 부과하면서 이를 면제할 반대급부로 중국의 미국산 반도체 수입 확대를 요구하였으며, 이는 국가의 반도체 산업 육성 및 보호를 동시에 추진하는 전략 산업의 일환으로 의지를 밝힘
- (EU) '12년 HBP(Human Brain Project)의 대형 프로젝트를 통해 인공지능 반도체 기술개발 추진
  - 유럽에서는 독일의 하이델베르크대를 중심으로 '브레인 스케일스'(Brain ScaleS)라는 프로젝트가 진행

<sup>13)</sup> 서울경제(2018.03.26.), 안보 중시 트럼프, 반도체 '전략산업' 육성 의지

- 최신 뇌 과학 지식을 바탕으로 사람의 뇌의 동작과 구조 등을 슈퍼컴퓨터에 모델링 하여 시뮬레이션을 통해 뇌를 규명하겠다는 목표로 전 세계 100개 이상의 연구기관이 10년 목표로 참여 중
- 스위스 로잔연방공과대학교 및 로잔의과대학교, 그리고 독일 하이델베르크대학교가 주축을 이루고 있음
- 사람의 생각 및 행동 등의 상위 수준의 뇌기능이 아닌 개별 뉴런 세포와 같은 근본적 수준에서 뇌를 시뮬레이션 한다는 목표 발표(Henry Markram, HBP Project Leader)
- 인지형태를 프로그램으로 구현하여 인간처럼 지식처리가 가능한 인공지능 시스템을 개발할 계획이며, 세부 연구분야에는 Application, ICT Platform, Theory, Data로 구성

세부과제 설명 연구내용 인간 지식 식별과 일처리 우선순위 결정하기 위한 실험데이터 신경과학, 의학 및 컴퓨팅 기술에 의한 Application 수집 및 통합을 수행하는 신경정보학과 뇌 시뮬레이션 사용 프로토타입 개발 영역 인간이 질병으로 인한 손상을 입기 전에 진단법을 개발하거나 각 개별 환자의 맞춤형 치료 방법, 질병과 약물의 시뮬레이션을 시경과학 및 임상연구의 가속을 위한 ICT Platform 통한 개선된 진단방법 등 여러 가지 치료방법을 개발하는 학문적 | 통합형 ICT 플랫폼 개발 탐구 영역 뇌 시뮬레이션에 활용할 수 있는 빠른 연산장치 개발하며, 에너지 뇌 활동영역 간 관계를 파악하여 수학 Theory 효율성 및 신뢰성을 제고하는 기술개발 영역 모델 개발 주로 신경과학, 의학 및 컴퓨팅 기술에 의한 프로토타입 개발 되지도에 필수적인 데이터를 생성하거나 Data 영역 분석에 필요한 데이터 확보

〈표 7〉 HBP 세부과제 및 연구내용

출처: KISTEP(2018)

- ◎ (일본) 2001년부터 2007년까지 MIRAI, 2007년부터 2011년까지는 ASUKA 등의 프로젝트를 진행해 왔으며 최근 반도체 개발 거점 구축을 통한 산학연협력 기반 연구개발 지원 추진
  - 일본 정부는 '18년 신형 반도체 개발 거점을 구축하여, 산학연협력 기반으로 설계 작업부터 시제품까지 개발에 필요한 설비를 지원할 계획이며 PC나 스마트폰에 탑재되는 반도체에 비해 처리 속도가 10배 이상 빠르면서도 소비 전력은 100분의 1 이하인 자율주행 차량용과 인공지능용 반도체를 개발할 계획
    - 개발에 필요한 설비를 정부가 제공하면 반도체 기업이나 대학의 기술자들이 이 설비를 무료로 이용해 설계 작업부터 시제품까지 만드는 방식으로 추진

- 🥯 (중국) '17년 7월 인공지능 분야에서 세계를 이끌겠다는 '차세대 인공지능 개발계획'을 발표하였으며, 2020년까지 인공지능 반도체 기술 개발의 구체적 계획을 밝힘
  - 차세대 인공지능 개발 계획((A Next Generation Artificial Intelligence Plan))은 연구개발, 산업화, 인재 개발, 교육 및 역량 습득, 표준 설정 및 규제, 윤리적 규범, 보안 등을 포함한 이니셔티브로서 국가차원의 포괄적인 인공지능 전략 계획임
    - 2020년까지 중국의 인공지능 산업을 경쟁자와 '동일선상' 수준까지 이끄는데 주력하고 2025년까지 일부 인공지능 분야를 '세계 최고'으로 육성, 2030년까지 인공 지능 혁신을 위한 '중심센터' 실현
    - 인공지능 반도체에 대한 계획으로 2020년까지 다음과 같은 구체적인 계획을 밝힘
      - ① 차량, 서비스 로봇, 인증 시스템 과 같은 지능화되고 네트워크화 된 제품 개발
      - ② 지능형 센서 및 신경망 칩을 포함한 인공 지능 지원 시스템 개발의 강조
      - ③ 지능형 제조 시스템 개발 장려
      - ④ 인공지능 개발 환경 향상-산업 훈련 자원 투자, 표준 테스트 및 사이버 보안 등
- 🥯 최근, 중국 정부 연구기관 중 하나인 중국과학원은 인공지능 영역 R&D를 주도하는 조직자동화연구소의 역량을 강화하는 등 정부 차원에서 인공지능 반도체 지원을 본격적으로 추진
  - '18. 9월, 중국과학원 산하 자동화연구소는 난징에 인공지능 연구개발과 성과 도출을 위한 핵심 기지로서 '인공지능혁신연구원'을 설립하고, 인공지능 반도체 설계 영역의 핵심 인재 육성 등 계획 발표
    - 난징은 최근 칭화유니그룹, TSMC를 포함한 중화권 반도체 업체의 첨단 제조 인프라가 집결하고 있는 곳인 만큼 산업계와 연계해 시너지를 낼 수 있는 인공지능 반도체 개발에 주력할 것으로 예상14)

#### 4.2 국내 정책동향

🥯 우리나라 정부는 인공지능 반도체 분야 핵심원천기술개발 및 인프라 지원을 위한 범부처 차원의 계획을 마련하였으며, 관련 부처별 중장기 지원방안을 수립하여 기술 경쟁력 확보를 위한 정책을 추진 중15)

<sup>14)</sup> 뉴스핌(2018.02.08.), 2018년 세계를 놀라게 할 중국의 7대 과학 기술

<sup>15)</sup> 관계부처협동, 혁신성장동력 시행계획, 2018.05.28

- (시스템반도체 산업 경쟁력 강화방안) '17.03월 산업통상자원부에서는 시스템반도체 산업 선도국으로 도약하기 위해 ① 저전력·초경량·초고속 반도체 설계기술 확보, ② 반도체 수 요·공급 협력, ③ 반도체 설계·생산 컨소시엄 구성 등을 위한 정책과제를 제시
  - ① (공급-기술) 3대 유망 기술개발 등에 민·관 합동으로 2,645억 원 투자
  - (연구개발) 저(低)전력-초(超)경량-초(超)고속 반도체 개발을 위해 시스템 반도체 연구개발
  - (인력양성) 차량용 반도체 석사과정 신설 등을 통하여 시스템 반도체 개발 전문 인력 4년간 총 2.880명 양성
  - (소재·공정) 정부·기업 1:1 공동투자로 차세대 반도체 소재·공정 원천기술 개발
  - (민간투자) 증가하는 낸드 수요 대응을 위해 민간주도로 낸드 기술 확보 및 적기에 투자가 이행 될 수 있도록 정부 합동 투자 지원반 운영
  - ② (수요-시장) 신수요·신시장 창출을 위한 협업프로젝트 추진
  - 사물인터넷(IoT) 플랫폼 확산 및 자동차·가전·헬스케어 수요 창출
  - ③ (생태계) 설계·생산 협력체계 및 성장 인프라 구축
  - (플랫폼) 다품종·소량생산 수요 대응을 위해 디자인하우스<sup>\*</sup>를 중심으로 설계·생산기업 컨소시엄(Virtual Fab) 구성(3.30)
    - \* 디자인하우스 : 시스템반도체 생산을 위한 설계재배치 등 설계지원서비스 전문회사
  - (성장인프라) (창업) 반도체 설계 공용 랩(LAB) 구축 → (성장) 반도체 펀드 2,000억 원투자 → (회수) 인수합병(M&A) 지원단 운영으로 반도체 설계 기업 성장의 연결고리 강화
- (혁신성장동력 시행계획) '18년 05월, 관계부처 합동으로 4차 산업혁명대응을 선도할 혁신 성장동력 13대 분야를 선정하였으며, 이 중 인공지능 반도체 분야는 기술개발, 인프라구축, 인력양성을 주축으로 지원하여 인공지능 시대의 핵심부품 경쟁력 확보를 위한 정책을 수립
  - (기술개발) 전략기술 분야를 선정하고 초지능, 초저전력 반도체를 위한 설계 원천기술 개발, 미래 유망시장에 필요한 지능형 반도체 상용화 추진을 통해 신기술선도와 기업육성이 가능한 기술을 지원
  - (인프라구축) 팹리스-파운드리-학계-연구소 등 산학연 협동을 통한 생산연계, 기술공유 등 기반 조성을 위한 지원 체계 구축하여 공동 기술개발 및 창업 생태계 활성화
  - (인력양성) 인공지능 SW와 시스템 반도체가 융합된 지능형시스템 설계 및 신산업과의 융복합이 가능한 전문인력 양성

핵심 의제	인공지능 시대의 핵심부품 경쟁력 확보									
목표	지능형반도체 핵심기술 개발 및 선순환 생태계를 구축하여 글로벌 경쟁력 확보									
변화상	<ul><li>정보화사호</li><li>세계시장</li><li>고속실행,</li></ul>			● 세계시장	To Be ('22) 사회(지능형반도체) 점유율 7%달성 S저전력(초경량)					
		'18년	'19년	'20년	'21년	'22년				
	기술개발	초절전 하이퍼바이저 기반 지능정보 매니코어 프로세서 및 SW 기술개발								
로드맵		시냅스 소자기반 패턴인식 하드웨어 시스템 개발								
		시냅스 :	소자기반 패턴인	식 하드웨어 시스	템 개발					
	인프라구축	시냅스 : 파워반도체 연 플랫폼	변구개발 지원	식 하드웨어 시스	템 개발					

출처: 혁신성장동력 시행계획(2018)

[그림 17] 혁신성장동력 시행계획(지능형 반도체)('18.05)

- (인공지능(AI) R&D 전략) '18년 05월, 과학기술정보통신부는 세계적 수준의 인공지능 기술력 및 R&D 생태계 확보를 위해 기술개발, 인력양성, 인프라 지원을 위한 정책을 수립
  - (AI 반도체) 대규모 데이터 병렬처리 등 AI 데이터 처리에 최적화된 반도체와 컴퓨팅 시스템 개발을 위한 예타를 추진하고, 모바일용 딥러닝 프로세서, 자율주행차용 프로세서(영상인식 및 제어 기능 통합 처리) 등 지능형 반도체 원천 기술개발 병행 추진
  - (신경망 컴퓨팅 기초연구) 스스로 학습할 수 있는 신경망 기반 AI 컴퓨팅(입 출력, 저장, 연산 등) 아키텍쳐 연구를 추진 할 예정이며, 거대 병렬 연산에 최적화된 저전력 메모리 회로, 바이오 신소재\* 및 신소재 기반 연산구조 설계, 컴퓨팅 아키텍처 연구 추진
    - ※ 실리콘 기반 반도체 외에도 반도체 신소재, 생체모방 고분자 신소재 등 탐색

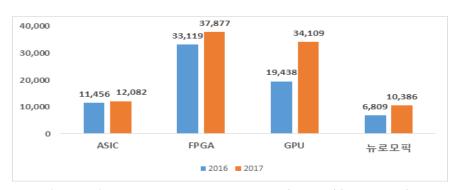
## 제5장 R&D 투자동향

- 지난 2년간 인공지능 반도체 분야 정부 R&D 투자액은 1,653억 원으로 수준으로 최근 투자가 확대 기조('16년 → '17년, 33,4%)
  - 과학기술정보통신부의 인공지능 반도체 분야 정부 R&D 투자는 '16년 기준 410억 원에서 '17년 597억 원으로 가장 크게 증가하였으며, 총 투자 비중은 60.9%로 가장 큰 규모를 차지함

부처명	'16년도		'17	년도	총	증감율	
<b>구시</b> 경	예산	비중(%)	예산	비중(%)	예산	비중(%)	(%)
과학기술정보통신부	40,993	57.9	59,739	63.2	100,732	60.9	45.7
산업통상자원부	16,328	23.1	18,527	19.6	34,855	21.1	13.5
중소벤처기업부	10,562	14.9	12,974	13.7	23,535	14.2	22.8
교육부	2,939	4.2	3,215	3.4	6,154	3.7	9.4
총 계	70,822	100.0	94,454	100.0	165,276	100.0	33.4

〈표 8〉 인공지능 반도체 분야 부처별 정부 R&D 투자 현황(단위: 백만원)

- ◎ (세부분야별) '17년 기준 투자규모는 FPGA가 379억 원으로 가장 크게 나타났으며, GPU, ASIC, 뉴로모픽 순으로 전반적으로 투자가 증가함
  - '17년 기준 세부분야별 정부 R&D 투자규모는 FPGA가 378억 원으로 가장 큰 규모를 차지하며, GPU(341억 원), ASIC(121억 원), 뉴로모픽(104억 원) 순으로 나타남



[그림 18] 세부분야별 정부 R&D 투자현황('16~'17)(단위: 억 원)

- (기술개발단계) 투자 비중을 살펴보면 개발연구(50.4%)가 가장 큰 것으로 나타났으며, 전년대비 투자 증가율은 응용연구가 201.1%로 가장 크게 증가함
  - '17년 기준 개발연구의 투자규모는 834억 원으로 가장 큰 것으로 나타났으며 응용연구, 기초연구 순으로 나타남
  - 전년 대비 응용연구의 투자 비중은 11.1% → 25.0%로 확대되었으나, 기초연구 및 개발
     연구의 비중은 축소 추세

기술개발단계	'16년도		'17년도		총 계		증감율	
	예산	비중(%)	예산	비중(%)	예산	비중(%)	(%)	
기초연구		19,946	28.2	23,332	24.7	43,278	26.2	17.0
응용연구		7,850	11.1	23,636	25.0	31,487	19.1	201.1
개발연구		40,152	56.7	43,205	45.7	83,357	50.4	7.6
기타		2,874	4.1	4,281	4.5	7,155	4.3	49.0
총 계		70,822	100.0	94,454	100.0	165,276	100.0	33.4

〈표 9〉 기술개발단계별 정부 R&D 투자현황('16~'17)(단위: 백만원)

- ◎ (수행주체별) 2년간('15년~'17년) 수행주체별 투자 규모는 중소기업이 가장 큰 것으로 나타났으며, '17년 기준 출연연의 투자가 가장 큰 폭(110.5%)으로 증가함
  - 중소기업의 인공지능 반도체 투자 규모는 678억 원 수준으로 가장 큰 비중(41.0%)을 차지하고 있으며, 그 다음으로 대학(30.9%), 출연연구소(21.8%), 중견기업(3.6%), 기타(2.8%) 순으로 나타남
  - 투자 비중 추이를 살펴보면, 출연연구소는 16.4% → 25.9%로 확대되었으나, 중소기업,
     중견기업, 대학 등은 축소 추세

(표 10/ 구청구세글 경구 NQD 구시한병(10·1/)(근데: 국근년)								
	ᄉ해ᄌᆌᄖ	'16년도		'17년도		총 계		증감율
	수행주체별	예산	비중(%)	예산	비중(%)	예산	비중(%)	(%)
	중소기업	31,494	44.5	36,302	38.4	67,797	41.0	15.3
	중견기업	2,776	3.9	3,120	3.3	5,896	3.6	12.4
	대학	23,747	33.5	27,246	28.8	50,994	30.9	14.7
	출연연구소	11,598	16.4	24,419	25.9	36,016	21.8	110.5
	기타	1,207	1.7	3,367	3.6	4,574	2.8	179.1
	총 계	70,822	100.0	94,454	100.0	165,276	100.0	33.4

〈표 10〉 수행주체별 정부 R&D 투자현황('16~'17)(단위: 백만원)

- ◎ (공동연구 유형) 단독으로 수행하는 "협력없음"의 투자 비중이 가장 크게 나타났으며, 산학연 및 산산 등의 공동 연구 투자는 감소함
  - 유형별 정부 R&D 투자 비중을 살펴보면 "협력없음"의 비중이 37.5%로 가장 큰 비중을 차지하였으며, 산학(17.9%), 산학연(15.0%), 학연(9.2%) 등의 순으로 나타남
  - 투자 추이를 살펴보면 대학-연구소의 투자가 283.6%가장 크게 증가하였으며, 산연(96.1%),
     학학(73.5%), 협력없음(25.5%) 등의 순으로 나타남
    - 산산과 산학연의 경우는 각 각 16.4%, 5.0% 수준으로 전년 대비 투자가 감소함

〈표 11〉 연도별 공동연구유형의 정부 R&D 투자 비중 추이('16~'17)

ᆺᇸᆽᆌᄖ	'16년도		'17년도		총 계		증감율
수행주체별	예산	비중(%)	예산	비중(%)	예산	비중(%)	(%)
협력없음	27,507	38.8	34,535	36.6	62,042	37.5	25.5
산학연	12,745	18.0	12,103	12.8	24,848	15.0	-5.0
산산	7,617	10.8	6,370	6.7	13,987	8.5	-16.4
산학	14,498	20.5	15,119	16.0	29,617	17.9	4.3
산연	3,728	5.3	7,312	7.7	11,039	6.7	96.1
학학	1,120	1.6	1,943	2.1	3,063	1.9	73.5
학연	3,147	4.4	12,074	12.8	15,221	9.2	283.6
연연	. –	0.0	2,500	2.6	2,500	1.5	순증
기타	460	0.6	2,498	2.6	2,958	1.8	443.1
총 계	70,822	100.0	94,454	100.0	165,276	100.0	33.4

## 제6장 결론

#### 6.1 요약 및 정리

- 🥌 우리나라 반도체 산업 전망이 불확실한 가운데 인공지능 반도체 등 세계 반도체 시장의 70%를 차지하는 시스템 반도체의 경쟁력 확보가 이슈로 대두
  - 우리나라는 주력산업인 반도체 분야의 수출 집중도가 높고 대기업이 주도하는 메모리 반도체 영역에 편중되어 있어 무역 규제, 글로벌 메모리 반도체 공급 과잉 등 글로벌 리스크 충격에 취약한 산업 구조를 가지고 있음
  - •이에, 4차 산업혁명의 핵심 기술인 빅데이터, 인공지능 등의 기술 발전과 산업적 적용이 가속화되고 있는 상황에서, 지능형 산업을 구현하기 위한 기반기술인 인공지능 반도체가 시스템 반도체의 새로운 기회요인으로 부각
- 🥯 인공지능 반도체는 인공지능 구현을 위해 요구되는 데이터 연산을 효율적으로 처리하는 하드웨어 기술로서, 학습·추론 등을 초고속·초저전력으로 구현하기 위한 기술 개발이 가속화
  - 연산을 주목적으로 하는 가속기를 탑재하여 데이터 처리를 가속화하는 기술이 등장하거나. 병목 현상 및 무어의 법칙 등 기존 반도체 구조의 한계를 돌파하기 위해 인간의 두뇌를 모방한 뉴로모픽 반도체 기술이 등장하면서 인공지능 반도체 기술은 이제 새로운 변화의 시기에 도래함
  - 인공지능 반도체는 현재 병렬처리 기반 GPU 중심으로 데이터 센터 및 엣지 디바이스에 주로 활용하고 있으며, 학습·추론 등을 지원하기 위한 특수 목적용 반도체인 FPGA. ASIC 방식으로 점차 변화하고 있음
  - 향후, 데이터센터, 엣지 디바이스 등에 범용적으로 사용가능하며, 초저전력·초고성능으로 데이터 처리가 가능한 뉴모로픽 반도체 등의 기술로 진화할 전망

- ◎ 인공지능 반도체 시장은 산업적 수요가 증가하면서 지속 성장할 것으로 예상되는 가운데, 산업간 장벽이 무너지면서 글로벌 기술·시장 경쟁이 더욱 치열할 것으로 예상
  - 사물인터넷, 자율자동차 등 인공지능을 활용한 산업이 급성장하면서 인공지능 반도체에 대한 수요 및 시장도 점차 확대될 전망
  - 이에, 자동차, SW 등 글로벌 기업들도 자사의 서비스 성능개선이나 서버 운용효율을 위한 용도로 인공지능 반도체를 자체 개발하고 있으며, 핵심 인재 영입 및 동종·이종 산업간 인수 합병을 통해 기술 경쟁력 강화 및 글로벌 초기 시장 확보에 주력
  - 이러한 현상은 Intel社, NVIDIA社 등 전통적인 반도체 기업들과 다양한 산업의 신규 진입자의 등장으로 인해 인공지능 반도체 산업의 장벽이 무너지면서 경쟁이 가속화될 전망
- 글로벌 주요 국가는 산학연 중심의 컨소시엄을 구성하고 중장기 R&D 프로젝트를 통해 인공지능 반도체 기초⋅원천기술 개발에 주력하고 있으며, 연구개발 거점 및 인력 양성 등 핵심 인프라 지원을 통해 기술 경쟁력 강화를 위한 정책을 추진
  - 미국은 산학연 중심의 중장기 프로젝트를 통해 인공지능 반도체 기초·원천기술 개발에 주력하고, 중국은 인공지능 반도체에 대한 원천 기술 개발, 스타트업 및 인프라 지원 등에 대규모로 투자하는 등 정부 차원에서 적극적 지원 추진
- ◎ 우리나라는 글로벌 선도 국가 대비 산업 저변이 열악한 상황이며 4차 산업혁명의 핵심 기반 기술인 인공지능 반도체에 대한 경쟁력 확보 방안 마련 필요
  - 미국은 글로벌 시스템 반도체 기업인 Intel社, NVIDIA社, XILINX社 등이 인공지능 반도체 시장을 선도하고 있으며, 중국은 반도체 설계 역량이 높은 스타트업을 중심으로 엣지 디바이스용 인공지능 반도체를 공략하는 등 기술 혁신을 가속화
  - 우리나라도 글로벌 메모리 반도체 기술 역량 및 노하우를 발판삼아 산업 저변이 열악한 인공지능 반도체에 대한 경쟁력 강화를 위해 정부-민간 협업을 통해 지능화 산업 강국으로 도약하기 위한 지속적 노력이 필요

#### 6.2 시사점

- 우리나라 인공지능 반도체 산업의 경우 여전히 수입에 의존하는 실정으로, 고 성장이 예상되는 유망 산업의 반도체 원천기술 확보 및 기술 확산을 통해 기업의 자체 개발을 유도하는 등의 전략적 접근 필요
  - 구글, 테슬라 등 非반도체 기업들이 인공지능 반도체 자체 개발에 나서고 있는 이유는 직접 개발한 인공지능 반도체를 사용하여 엣지 디바이스에서 사용자 경험을 최적화시킴으로써 자사의 제품/서비스 경쟁력을 강화하려는 것이 주목적임
  - 따라서, 우리나라도 사물인터넷, 스마트 자동차 등 향후 고 성장이 예상되는 인공지능 적용 산업에 대한 인공지능 반도체 원천기술 확보 및 기술 확산을 통해 기업의 자체 개발을 유도하여 혁신을 도모할 수 있는 전략적 접근 필요
- ◎ 인공지능 반도체분야 강소기업 육성을 위해 산·학·연 협력기반 전략적인 지원 필요
  - 메모리 반도체의 경쟁력은 미세공정 전환을 통한 원가절감이며 대기업 주도로 인해 기술장벽이 높은 반면, 시스템 반도체는 설계 능력이 핵심 경쟁력으로 중소·중견기업의 진입장벽이 메모리 반도체에 비해 비교적 낮음
    - 시스템 반도체의 경쟁력은 세트 업체가 요구하는 사양을 충족할 수 있는 반도체 설계 역량이며, 동일한 성능을 가진 제품이라도 설계 능력에 따라 완전히 다른 설계로 구현할 수 있으며, 제조원가 또한 크게 차이 날 수 있음
  - 따라서, 국내 반도체 전·후방 기업\*들의 협업을 강화하여 인공지능 반도체 산업 생태계를 활성화하고, 뉴로모픽 반도체와 같이 투자 리스크가 큰 선행 연구에 대해 산·학·연 협업 R&D를 유도하여 글로벌 강소기업으로 성장할 수 있도록 장기적 관점의 육성 정책 필요
     ※ 반도체 설계·제조·장비·소재·부품 산업 등
- ◎ 인공지능 반도체의 하드웨어 기술개발뿐만 아니라 소프트웨어 플랫폼 개발을 병행 추진하여 지능형 유망 산업의 기술·시장 경쟁력 확보 노력 필요
  - Google社의 경우 인공지능 하드웨어 개발뿐만 아니라 텐서플로우 등 소프트웨어 플랫폼 기술개발을 병행하여 인공지능 기술 경쟁력 확보 및 글로벌 시장에서 우위를 선점
  - 향후, 인공지능 스피커, 자율주행자동차 등 인공지능의 산업적 적용이 확산되고 있는 상황에서 플랫폼 역할을 주도하는 핵심 기술인 소프트웨어 기술 개발도 병행하여 추진 필요

- ◎ 정부 차원에서 부처·연구소 간 연계·협업을 통해 인공지능 반도체 산업 경쟁력
  강화 및 저변 확대를 위한 중장기적 정책 마련 필요
  - 인공지능 반도체는 소재, ICT, 생산시스템 등의 기술을 종합적으로 요구하는 융합기술이며 국가적 차원에서 부처·연구소 간 연계·협업을 강화하여 기초·원천 연구 및 산업저변확대를 위한 중장기적인 지원 방안을 강구할 필요
    - 우리나라 반도체 산업을 주관하는 산업통상자원부와 과학기술정보통신부간의 연계·협업 체계를 마련하여 우리나라 인공지능 반도체 R&D 및 인프라 지원을 위한 중장기적 정책 방안 마련 필요

#### |참고문헌|

- SIA(2018), Semiconductors: A Strategic U.S. Advantage in the Global Artificial Intelligence Technology Race
- Jeff Dean(Google Brain team)(2017), Recent Advances in Artificial Intelligence and the Implications for Computer System Design
- Deloitte(2017), Hitting the accelerator: the next generation of machine-learning chips
- Gartner(2018), Hype Cycle for Artificial Intelligence
- Don Monroe(2018), Chips for Artificial Intelligence
- CBINSIGHTS(2018), Advanced Manufacturing Briefing
- AEROSPACE(2018), NEUROMORPHIC COMPUTING: THE POTENTIAL FOR HIGH-PERFORMANCE PROCESSING IN SPACE
- IC Insights(2017), Automotive and IoT Will Drive IC Growth Through 2021
- 한국전자통신연구원(2018), 딥 뉴럴 네트워크 지원을 위한 뉴로모픽 소프트웨어 플랫폼 기술 동향
- 한국경제연구원(2018), 혁신성장을 위한 반도체 산업 경쟁력 강화 방안
- 정보통신정책연구원(2018), 기술혁신의 관점에서 바라보는 인공지능 생태계
- 산업연구원(2017), 인공지능의 발전현황과 뇌 모방형 컴퓨팅 기술
- 한국전자통신연구원(2017), 인공지능 반도체 산업동향 및 이슈 분석(ETRI Insight)
- 정보통신기술진흥센터(2018), 반도체 산업의 차세대 성장엔진,AI 반도체 동향과 시사점(ICT SPOT ISSUE)
- 정보통신기술진흥센터(2018), 최근 국내외 반도체 시장 현황 및 이슈
- 정보통신기술진흥센터(2018), 월간 ICT 산업 동향(2018-11호)
- 융합연구정책센터(2018), 두뇌 신경회로 모방 뉴로모픽 칩(융합 Weekly TIP)
- Mordor Inteligence(2018), GLOBAL NEUROMORPHIC CHIP MARKET
- 삼정KPMG 경제연구원(2018), M&A로 본 반도체 산업(2013~2017)
- 관계부처(2018), 혁신성장동력 시행계획
- 과학기술정보통신부(2018), 인공지능 R&D 전략
- 산업통상자원부(2017), 시스템반도체 산업 경쟁력 강화방안
- KISTEP(2018), 인공지능 분야 국내외 동향분석 및 투자전략 수립
- 글로벌 과학기술정책정보서비스, 정부의 AI 반도체 개발 추진, 2017.10.17
- Deepmind, www.deepmind.com, 2018.12.20
- NVIDIA, www.deepmind.com, 2018.10.12
- DARPA, https://www.darpa.mil, 2018.07.17

### | KISTEP 기술동향브리프 발간 현황 |

발간호	제목	저자 및 소속			
2018-01	블록체인	유거송(KISTEP), 김경훈(KISDI)			
2018-02	독일의 연구개발 동향	이주석·김승연(KISTEP)			
2018-03	휴먼 마이크로바이옴	황은혜·김은정(KISTEP) 남영도(KFRI)			
2018-04	신육종기술(NPBTs)	박지현·홍미영(KISTEP) 한지학(㈜툴젠)			
2018-05	2차원소재	함선영(KISTEP)			
2018-06	이산화탄소 포집·저장·활용기술	김한해·배준희·정지연(KISTEP)			
2018-07	줄기세포	김주원·김수민(KISTEP)			
2018-08	일본의 연구개발 동향	유종태(KISTEP)			
2018-09	AR/VR 기술	임상우(KISTEP), 서경원(UBC)			
2018-10	미국의 연구개발 동향	강문상(KISTEP)			
2018-11	빅데이터	김수연·도지훈·김보라(KISTEP)			
2018-12	스마트시티	황건욱(KISTEP)			
2018-13	방사선 이용기술	변영호·정혜경(KISTEP)			
2018-14	자동차용 경량소재	김준수·조나현(KISTEP)			
2018-15	우주발사체	문태석·이재민(KISTEP)			
2018-16	인공지능(SW)	나영식·조재혁(KISTEP)			
2018-17	가축전염병	고기오(IPET)			
2018-18	페로브스카이트 태양전지	정예슬·여준석(KISTEP)			
2018-19	무인기	김보라·도지훈·김수연(KISTEP)			
2018-20	수소전기차	이선명·김선재(KISTEP)			
2019-01	인공지능(반도체)	나영식·조재혁(KISTEP)			

### |저자소개|

나 영 식

한국과학기술기획평가원 성장동력사업센터 연구원

Tel: 02-589-2917 E-mail: ysna@kistep.re.kr

조 재 혁

한국과학기술기획평가원 성장동력사업센터 연구위원

Tel: 02-589-2959 E-mail: cool@kistep.re.kr

KISTEP 기술동향브리프 | 2019-01호

# 인공지능(반도체)