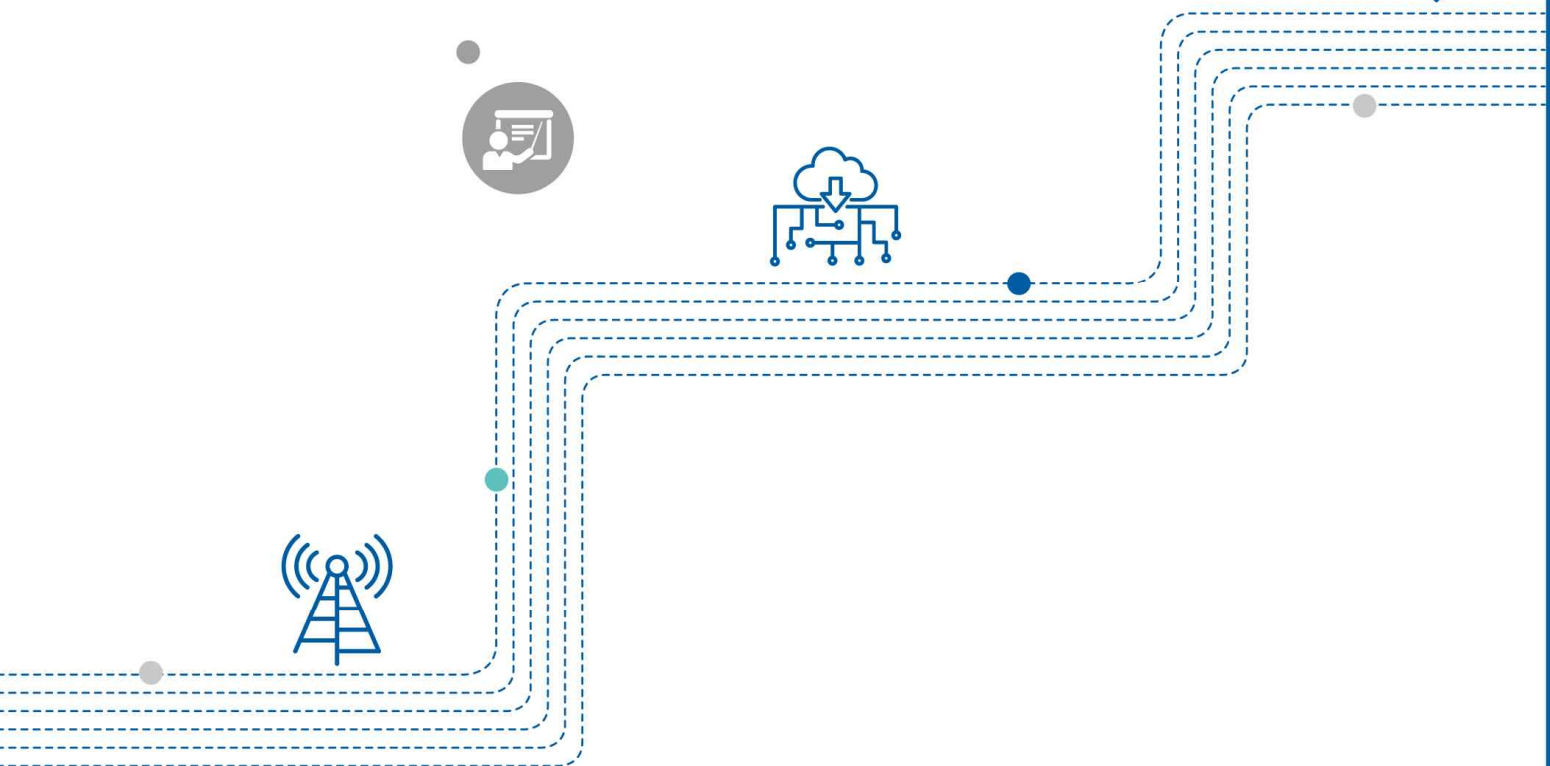


# 컴퓨팅 산업의 주요 이슈와 전략 핵심 방향

조병선



본 보고서는 ETRI 기술경제연구본부 주요사업인 “ICT R&D 경쟁력 제고를 위한 기술경제 연구”의 결과물입니다.



---

\* 본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.



## Contents



요약	1
I. 컴퓨팅의 중요성	5
II. 고성능컴퓨팅(HPC)	11
III. 클라우드 컴퓨팅	27
IV. 스토리지(Storage)	49
참고문헌	63



**표목차**



[표 1] 국내 x86 서버 시장 업체별 점유율	17
[표 2] 클라우드 컴퓨팅 분류	28
[표 3] 클라우드 컴퓨팅 생태계 분류	28
[표 4] 클라우드 컴퓨팅 주요기술 개념 및 요소기술	30
[표 5] 클라우드 컴퓨팅 주요기업 기술개발 현황	32
[표 6] 주요국과의 국내 클라우드 컴퓨팅 기술 격차	33
[표 7] 스토리지 제품분류 관점 기술범위	50
[표 8] 스토리지 공급측면 기술범위	51
[표 9] 세계 스토리지 시장 업체별 점유율	57
[표 10] 국내 스토리지 시장 업체별 점유율	57

**그림목차**



[그림 1] 데이터 활용의 진화 방향	6
[그림 2] 산업 경쟁력의 원천 컴퓨팅 파워	8
[그림 3] 컴퓨팅의 생태계	9
[그림 4] HPC 구성 및 개요	11
[그림 5] 초고성능 컴퓨팅 역량 확보 전략	21
[그림 6] Hyper-Converged Infrastructure	25
[그림 7] 클라우드 컴퓨팅 개념	27
[그림 8] 클라우드 컴퓨팅 생태계 구성요소	29
[그림 9] 2018년도 클라우드 산업 실태조사 결과	34
[그림 10] 유스케이스: 비즈니스 가치 확대 및 최적화	43
[그림 11] 유스케이스: IT 운영상 위험관리	44
[그림 12] 하이브리드 클라우드 오케스트레이션 아키텍처	44
[그림 13] 사물인터넷 실시간 보장 엣지 컴퓨팅의 특징과 구조 비교	45
[그림 14] 클라우드 컴퓨팅의 진화	46
[그림 15] 스토리지 구성요소 및 서비스 체계	49



## 요약



### 컴퓨팅의 중요성

- 본 분석에서는 데이터의 흐름을 따라 수집-전달-저장-분석하는 과정으로 이해하고 이를 위해서 구체적인 대상으로 초고성능컴퓨팅(HPC: High Performance Computing), 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing), 저장 장치인 스토리지(Storage)로 나눔
- 방대한 양의 데이터를 수집, 구축하고 이를 축적, 해석을 통해 데이터의 지능화를 가능케 하는 초고성능컴퓨팅은 지능정보사회 구현의 시발점이며 핵심요소
- 전통적인 HPC 환경- 프로세스, 네트워크 및 스토리지 기술-과 더불어 가상화 기술을 바탕으로 고속 이더넷 네트워크, 스티어링 스토리지 및 프로비저닝 기술을 기반으로 아키텍처가 표준화 되어 클라우드 컴퓨팅의 기반 기술로도 적용
- 물리적, 생물학적, 디지털적 세계를 빅데이터(BigData)로 통합하고, 고성능컴퓨팅 기반 데이터 처리를 통해 경제 및 산업 전반에 걸쳐 생산성 향상 추구



### 시장 현황 및 산업 생태계

- (초고성능 컴퓨팅) 세계 500위권 초고성능 컴퓨터(2018년 11월 기준) 대부분은 미국 108개, 중국 229 등의 기업이 글로벌 시장을 장악하고 있고, 중국의 진출이 크게 성장
  - 국내 HPC 산업은 주로 해외기업에서 시스템부터 관련S/W까지 세트에 구매하는 방식으로 진행
- (클라우드 컴퓨팅) 클라우드 서비스 시장은 아마존이 시장을 주도하는 가운데 MS와 구글이 가격 경쟁을 치열하게 전개
  - 국내 클라우드 시장 중 SaaS는 국내기업과 글로벌 기업이 경쟁을 벌이고 있으나, PaaS, IaaS의 경우 초기 단계이지만 외국계 기업이 빠르게 점유율 높이고 있음



- (스토리지) 빅데이터, 모바일/클라우드 컴퓨팅 등 IT산업의 패러다임 변화가 데이터의 폭발적인 증가를 야기하여 전 세계 스토리지 수요 급증
  - 외산 스토리지 제품의 수입 유통 비중이 높아지고 자체 기술 보유 기업은 한계상황에 직면해 있고, 일부 국내 백업 SW업체들이 스토리지 업체와 협업해 통합 제품을 내놓고 있지만 사실상 시장 점유는 미비한 수준
- (산업 생태계) 컴퓨팅 도메인의 생태계는 SW업체, HD업체, 서비스기업, 이용자 그리고 각 각의 플레이어에 대한 지원/협력 단체로 구성
  - 네트워크 서비스 제공자는 클라우드화에 따라 통신시장 주도권을 점차 플랫폼이나 클라우드 서비스 제공자에게 잃어가는 추세
  - 클라우드 서비스 제공자는 통합플랫폼에 기반 하여 다양한 클라우드 서비스 (IaaS, PaaS, SaaS)를 혼합하여 마켓플레이스를 구축



## 기술전망 및 주요 이슈

- (초고성능 컴퓨팅) 초고성능컴퓨팅 자원의 효율을 극한으로 끌어올리기 위해, 초고속컴퓨팅/첨단연구망/데이터센터 자원을 복합적으로 융합하여 관리하는 SW기반 자동화/오케스트레이션 기술이 개발되고 고도화 될 것임
  - 고성능 컴퓨터 산업 기술 기반은 물론이고 인력 및 데이터 사이언티스트 저변 취약
- (클라우드 컴퓨팅) 최근 소프트웨어 정의 스토리지/네트워크로 확장되어 기존 HW 중심의 아키텍처가 SW 중심의 가상화로 전이되고, 개별적인 가상화 기술에서 하나로 통합된 형태로 제공되는 클라우드 플랫폼으로 발전 전망
  - 컴퓨팅 인프라로서의 클라우드 역할 증대하고, 사물인터넷, 인공지능, 빅데이터 등 새로운 ICT 기술을 실현하는 핵심 인프라로 인식
- (스토리지) 세계적으로 전체 디지털 데이터의 85% 이상을 차지하고 있는 비정형 데이터를 원활히 처리할 수 있는 스토리지 기술이 중점적으로 발전할 전망
  - 올플래시 스토리지, SW 정의 스토리지, 하이퍼컨버지드 인프라 등이 주목받고 있으나, 원천기술이 매우 미약한 실정임



## 전략 핵심 분야

- (초고성능 컴퓨팅) 초고성능 컴퓨팅 시장은 외산이 주종을 이루나, 향후 신시장 및 수요창출을 위해서 IoT, AI, 빅데이터, 클라우드 등 연계하여 산업전반의 활용확산이 필요
  - IT 인프라 시장에서 민첩성과 유연성, 확장성에 대한 요구가 커짐에 따라, 하이퍼 컨버지드 인프라스트럭처(Hyper-Converged Infrastructure)의 도입도 지속적으로 늘어날 전망
  - 클라우드, 빅데이터, 인공지능(AI), IoT 등 신사업 확대에 따라 데이터가 다량으로 생성됨에 따라 이를 처리하기 위한 초대형 데이터센터의 중요성이 더욱 증가
- (클라우드 컴퓨팅) HPC와 클라우드가 결합되는 플랫폼 분야의 집중이 필요하고, 방대한 양의 데이터를 담을 수 있는 파일시스템 분야 기술개발이 필요
  - 클라우드컴퓨팅이 제공하는 IT 인프라 운영의 편리성과 효율성을 위한 하이브리드 /멀티 클라우드를 위한 클라우드 전반의 자원을 관리/조율하는 오케스트레이션 (Orchestration)
  - 기존의 중앙집중식의 클라우드 시스템과는 달리, 데이터의 처리를 기기와 가까운 엣지 (Edge, 가장자리)에서 수행하게 함으로써 실시간성을 보장하는 클라우드 엣지 컴퓨팅 기술
  - 클라우드 환경에서의 새로운 소프트웨어 아키텍처로 가상화 기술을 이용해 다양한 인프라 리소스를 거대한 단일 풀로 만드는 서버리스 컴퓨팅
- (스토리지) 빅데이터, 인공지능 등 새로운 분야와 동반 성장 가능한 융합 스토리지 R&D 필요
  - 최근의 빅컴퓨팅(Bigdata, ML/DL)을 이용하기 위해 초대규모 데이터를 원활하게 처리할 수 있는 초고성능 스토리지 시스템의 개발
  - 스토리지 SW를 구성하는 모든 기술들이 클라우드 스토리지 및 응용 SW들과 융합



## I 컴퓨팅의 중요성

### 1 컴퓨팅 분석 대상

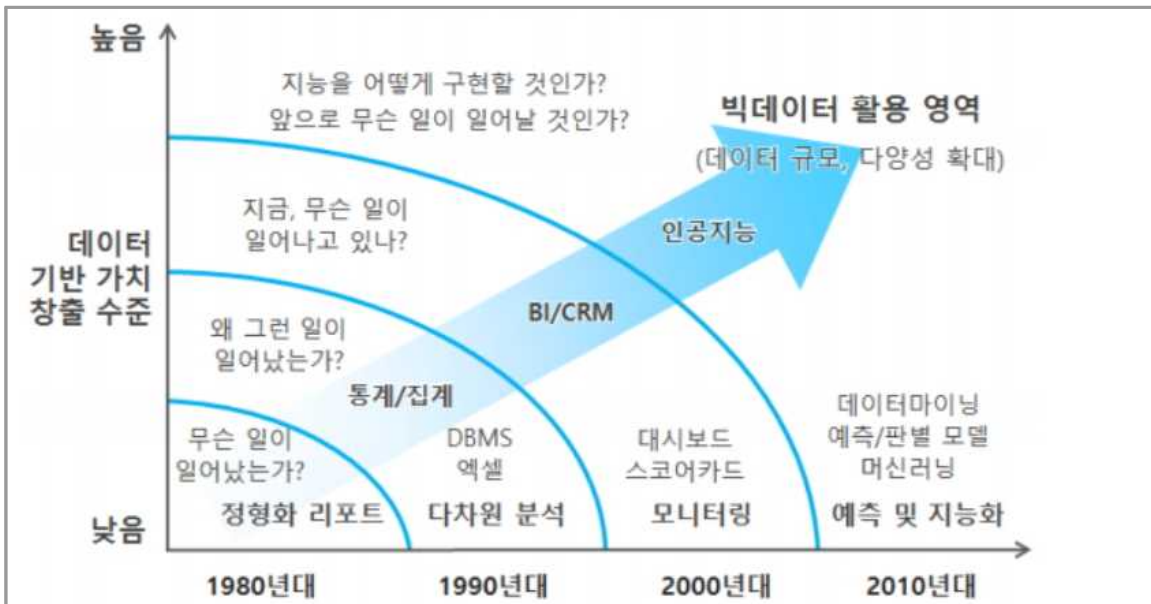
- 컴퓨팅(computing)은 계산을 의미 하고, 컴퓨터(computer)는 계산하는 사람이란 뜻으로(라틴어로 compu), 전기적 컴퓨터가 출현하면서 이를 사용하는 행위(출처: 위키백과)
  - 넓은 의미에서 컴퓨터 기술 자원을 개발 및 사용하는 모든 활동을 의미
- 본 분석에서는 데이터의 흐름을 따라 수집-전달-저장-분석하는 과정으로 이해하고 이를 위해서 구체적인 대상으로 초고성능컴퓨팅(HPC: High Performance Computing), 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing), 저장 장치인 스토리지(Storage)로 나눔
  - 초고성능컴퓨터란 대용량의 데이터를 초고속으로 생산.처리.활용하게 하는 컴퓨터 시스템으로, 초고성능컴퓨터나 초고성능컴퓨터 기술을 이용 고속의 전산망 활용, 특수목적의 실험시스템 구축, 응용 및 시스템 소프트웨어, 대용량데이터 관리 등을 포함하는 컴퓨팅, 통신 및 정보기술
  - 클라우드 컴퓨팅이란 컴퓨터를 활용하는 작업(자료 처리, 저장, 전송, 감상 등)에 필요한 다양한 요소들을 인터넷 상의 서비스를 통해 다양한 종류의 컴퓨터 단말 장치(휴대폰, TV, 노트북, PC 등이 모두 해당)로 제공하는 것을 의미
  - 스토리지는 데이터 저장장치 그 자체를 스토리지 또는 스토리지 디바이스라고도 하나 그 뜻이 확대되어 전문화, 네트워킹화, 대용량화된 저장기술을 총칭

### 2 데이터와 컴퓨팅

- 데이터가 경제적 자산이 되는 시대에 진입하며 초고성능 컴퓨팅은 국가 경쟁력 고도화를 위한 핵심 수단으로 대두



( 그림-1 ) 데이터 활용의 진화 방향



\* 출처 : KT 경제경영연구소(2017), 일간투데이(2017. 04. 10) 재인용

- 4차 산업혁명의 대표 분야 중 하나인 인공지능의 눈부신 성과는 고성능컴퓨팅 (HPC: High Performance Computing)의 발전과 적극적인 활용이 있었기에 달성
  - 인공지능 분야의 주요 성공의 순간마다 고성능컴퓨팅이 핵심적인 역할 담당 (예: IBM 딥블루, IBM Watson, 구글 알파고)
- 방대한 양의 데이터를 수집, 구축하고 이를 추적, 해석을 통해 데이터의 지능화를 가능케 하는 초고성능컴퓨팅은 지능정보사회 구현의 시발점이며 핵심요소
  - 세계 각국은 국가의 과학 리더십과 산업 경쟁력이 초고성능컴퓨팅 자원에 의해 결정될 것으로 내다보고, 초고성능컴퓨팅 자원의 확보 및 활용 전략을 수립
  - ※ 미국, 중국, 일본, EU는 모두 엑사스케일 슈퍼컴퓨터 경쟁에서 적극적으로 나서고 있으며, 중국의 부상에 위협을 느끼고 미국은 보다 적극적으로 대응

### 3 컴퓨팅의 클라우드 필요성

- 4차 산업혁명 시대 필수 인프라로, 언제 어디서나 손쉽게 대량의 데이터를 저장·관리 및 활용·분석가능하게 하는 클라우드 서비스는 미래 초연결사회의 핵심 기반 기술로 중요
- 전통적인 HPC 환경과 클라우드 컴퓨팅 환경의 융합
  - 고성능 컴퓨팅(High Performance Computing, HPC)의 기본 기술인 전통적인 프로세스, 네트워크 및 스토리지 기술과 더불어, 가상화 기술을 바탕으로 고속 이더넷 네트워크, 스티어링 스토리지 및 프로비저닝 기술을 기반으로 아키텍처가 표준화 되어 클라우드 컴퓨팅의 기반 기술로도 적용
  - 고성능 GPU를 이용한 원격 3D 가상화기술과 데스크탑 가상화의 발전과 더불어 확산
- HPC가 클라우드로 이동할 경우 발생하는 장점<sup>1)</sup>
  - 비용은 용량 비용(CAPEX)이라기보다 운용비용(OPEX)이라는 측면에서 클라우드를 이용하여 컴퓨팅 구축 비용 절감은 비즈니스 구미에 맞음
  - Flexibility, Scalability, Resiliency, Portability 등의 장점이 존재

### 4 지능정보기술과 컴퓨팅

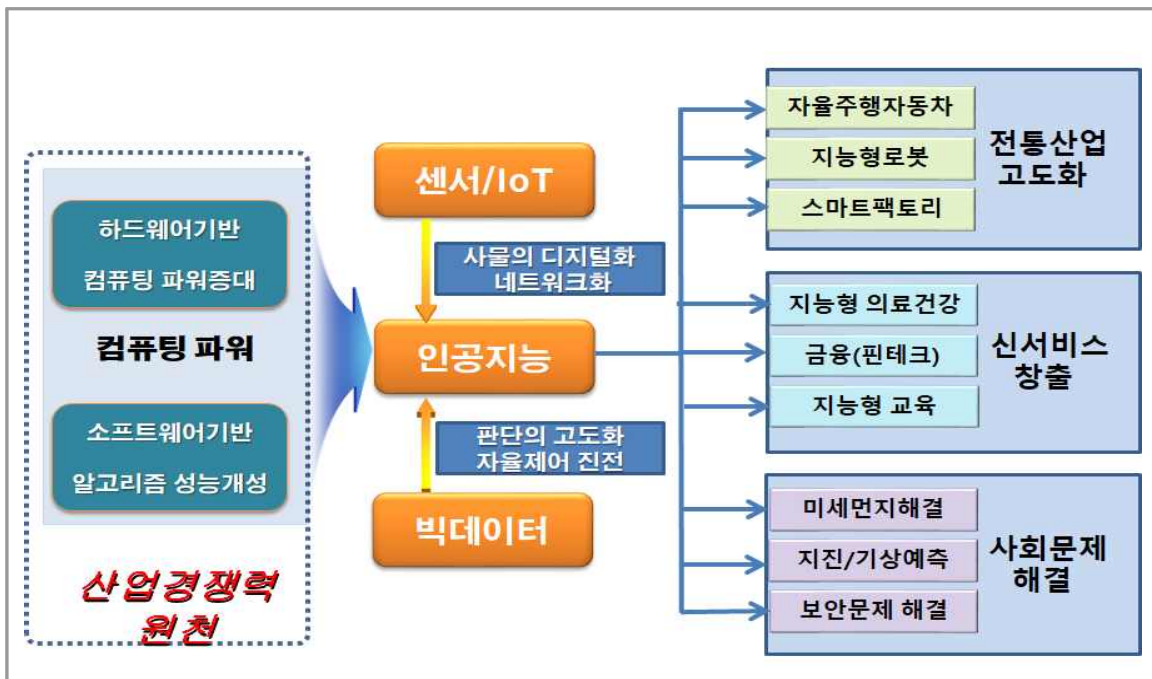
- 제4차 산업혁명은 지능정보기술이 변화의 동인
  - 지능정보기술은 수확체증이 가능할 정도의 높은 생산성을 제공하며, 빠르게 산업구조를 재편 촉발
  - 대규모 설비 투자(자본) 및 인건비 절감(노동) 여부 보다는 기술혁신 여부가 중요
    - ※ 구글(종업원 약 6만명/수익 \$234억) vs. GM(종업원 약 21만명/수익 \$97억)('15)
    - ※ 차량 공유 업체 우버의 기업가치는 80조원에 육박, GM·포드 등 기존 기업 추월

1) 자세한 사항은 고성능 컴퓨팅 클라우드의 산업동향 및 이슈(전자통신동향분석, 2013. 2.) 참조



- 물리적, 생물학적, 디지털적 세계를 빅데이터(BigData)로 통합하고, 고성능컴퓨팅 기반 데이터 처리를 통해 경제 및 산업 전반에 걸쳐 생산성 향상 추구
  - 인공지능의 빠른 성능 향상과 보급·확산을 위해서는 데이터를 수집·전달·저장·분석하는 초고성능 컴퓨팅 기술이 핵심 기반
  - 각종 데이터를 수집하고 실시간으로 전달하며(IoT·Mobile), 수집된 데이터를 효율적으로 저장하고 그 의미를 분석(Cloud·Big Data)

( 그림-2 ) 산업 경쟁력의 원천 컴퓨팅 파워

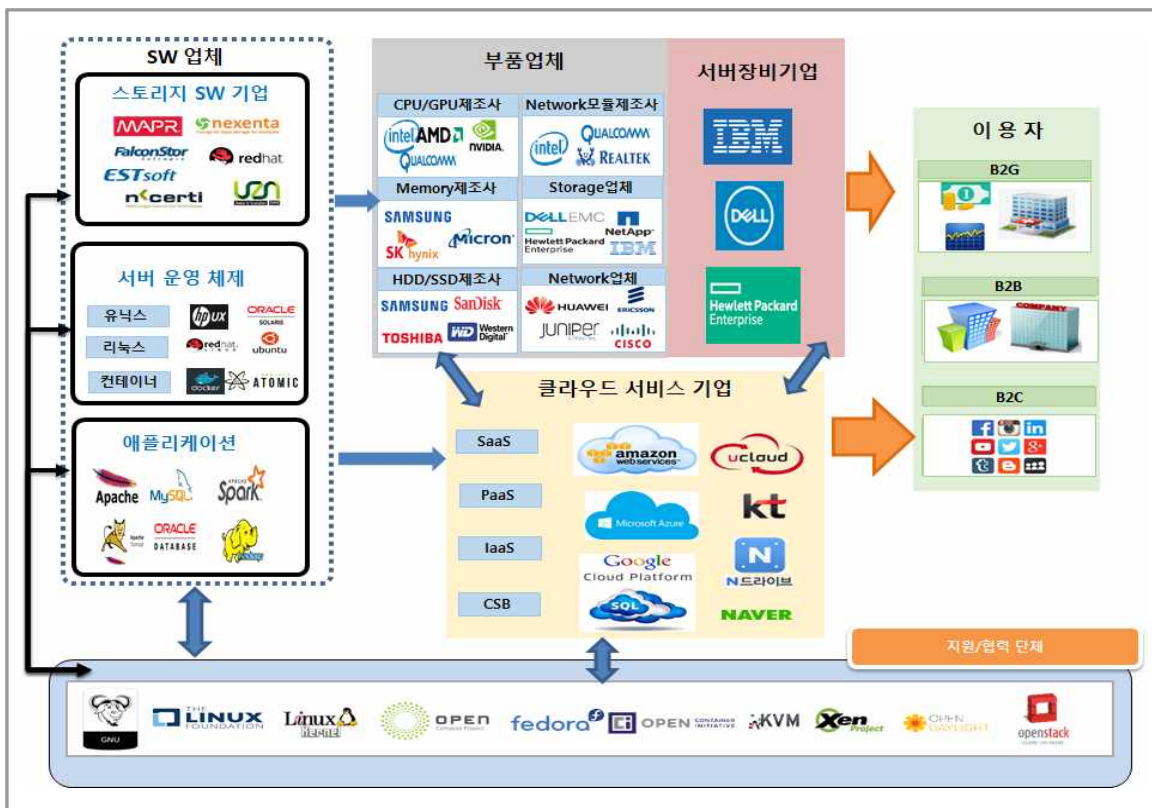


## 5 컴퓨팅 분석 대상의 생태계

- 컴퓨팅 생태계는 SW업체, HW업체, 서비스기업, 이용자 그리고 각 각의 플레이어에 대한 지원/협력 단체로 구성
  - SW업체는 스토리지 SW기업이나 서버운영체제, 또는 애플리케이션 기업으로 구성되며, 리눅스나 오픈소스와 같은 협력단체의 지원을 받으며, HW업체의 영향을 미치거나 서비스기업에 활동을 위한 SW를 제공

- HW업체는 부품업체나 서버 등 장비업체로 구성되며, SW업체의 도움을 받아 클라우드 서비스기업에 HW를 제공하거나 이용자에게 직접적으로 제공
- 클라우드 서비스기업은 SW업체와 HW업체의 도움을 받아 그들의 서비스 유형에 따라 이용자에게 해당 서비스를 제공

( 그림-3 ) 컴퓨팅의 생태계





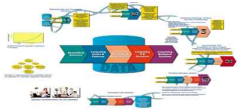





## II 고성능컴퓨팅(HPC:High Performance Computing)

### 1 개념 및 특성

- 복잡한 과학 및 산업 문제해결을 위하여, 일반 PC의 수천 배 혹은 그이상의 성능을 지닌 컴퓨터 시스템
  - 초고성능 컴퓨터나 초고성능 컴퓨터 기술을 이용한 고용량 고속의 전산망의 활용과 특수목적의 실험시스템의 구축이나 응용 및 시스템소프트웨어 대용량데이터관리 등을 포함하는 컴퓨팅, 통신 및 정보기술을 말함
  - 「슈퍼컴퓨터」란 보통의 컴퓨터보다 연산속도가 수십~수백 배 혹은 그 이상 빠른 컴퓨터로, 통상적으로 세계 성능 순위 500위권 내의 컴퓨터
- HPC 구성 및 개요

( 그림-4 ) HPC 구성 및 개요

HPC 서비스	분석된 데이터 기반으로 다양한 개인형 맞춤형 의료, 광고, 정보 서비스 등 서비스를 제공	
HPC 응용	과학계산, BT, NT, ET 등 산업응용 및 데이터 분석을 위하여 HPC에 설치·실행되는 SW	
HPC 시스템 SW	컴퓨터 시스템의 HW를 운영하고, 대규모 데이터 병렬 처리, 컴파일러, 미들웨어 및 운영체제 등의 실행 환경을 제공하는 플랫폼	
고성능 컴퓨터 (HPC 서버)	고성능 CPU, 차세대 메모리, 고성능 네트워크 등을 바탕으로 막대한 대용량 데이터를 초고속으로 처리하기 위한 기반 서버	

\* 출처 : 초고성능컴퓨터산업 발전전략, ETRI, 2014



## 2 HPC 기술 동향

- 2010년대 이후 고성능컴퓨팅은 목적에 따라 분화 양상
  - 국가가 주도적으로 이끌어가는 페타플롭스-엑사플롭스급의 초고성능 컴퓨팅 분야
  - 국가인프라 수준에서 구축되는 학술·연구목적의 고성능 컴퓨팅 분야
  - 기업·산업체 연구소 수준에서 발전하는 컴퓨팅 분야
  - 개인, 엔터테인먼트, 워크스테이션급에서 발전하는 컴퓨팅 분야
- 고성능 컴퓨팅 성능은 엑사스케일 기술이 등장
  - 성능추이는 지수에 정비례하는 발전 속도를 보이고 있으며, 중국은 2020년, 미국은 2021년 엑사플롭스급 개발 예정
  - 중국의 엑사스케일 개발은 중국 국방과학기술대학(NUDT), 선웨이(Sunway), 수곤(Sugon)이 각각 주도하는 세 가지 프로젝트 중심으로 이루어짐
  - 일본의 경우 Post-K 슈퍼컴퓨터 시스템을 개발 중이며 2022년까지 개발 완료 예정이고 미국의 Peak 엑사스케일 슈퍼컴퓨터인 A21은 2021년까지 아르곤 국립연구소에 설치될 예정
- 엑사스케일 시스템 이후 고성능컴퓨팅 기술 개발 논의
  - 2025년 이후 무어의 법칙이 한계에 도달하여 광학컴퓨팅, 양자컴퓨팅, 바이오컴퓨팅 등 새로운 기술이 도입될 것으로 예상됨
  - 2035년경 첫 번째 제타플롭스 시스템이 개발될 것이라고 예측함
- 클라우드 서비스의 도입으로 대규모 클라우드 데이터센터의 수요가 증가하고 있으며, 이에 따라 쉽게 증설 가능한 x86 보드 기반 고밀도 서버 플랫폼과 고에너지 효율 서버에 대한 요구가 증가 추세임
  - 하이퍼스케일 서버는 컴퓨팅과 스토리지를 분리하여 각각 증설이 가능한 형태의 고집적·고밀도 서버로, 전체 서버 시장의 10~15%를 차지
- Intel은 20코어 이상의 매니코어 프로세서를 개발하여 출시, 차세대 XeonPhi를 독립적 서버노드로 활용할 수 있는 제품을 출시

- AMD, APM, Cavium 등은 ARM 64-bit 아키텍처 기반 서버용 프로세서와 이를 기반으로 한 서버 개발을 진행 중
- 미국, 일본, 유럽 등이 고성능 컴퓨터 기술수준이 높게 나타났으며, 특히 후발 주자였던 중국의 기술수준이 급격히 강세로 전환
- '90년대 상용 CPU 기반 클러스터 ⇒ '00년대 ~ 멀티코어 기술 및 전용 매니코어 기반 HW 기술 및 고도병렬 프로그래밍 기술
  - ※ 매니코어 : 1개의 CPU에 수십 ~ 수백개의 프로세서 코어를 내장
- 미국은 유연한 HPC 서비스 제공을 위해 슈퍼컴퓨팅/빅데이터 분석에 활용 될 수 있는 매니코어 기반의 차세대 컴퓨터 Cori를 도입하고, HPC 서비스의 유연성을 높이기 위해 Shifter 솔루션을 개발
  - ※ Sifter: 컨테이너 기술을 HPC 시스템 환경에서 적용하려는 소프트웨어
- 클라우드 스토리지는 사용자에게 다중 페타바이트급 스토리지 환경을 제공하여, 빅데이터 분석과 같은 대규모 데이터 처리 작업을 지원
- 슈퍼컴퓨터 활용 확대 및 고도화를 위한 서비스 확대
  - 미국 DOE산하 슈퍼컴퓨팅센터는 매니코어 아키텍처 슈퍼컴퓨터의 성공적인 조기 활용을 위해 다양한 사용자 지원 프로그램과 조기 활용 프로그램을 운영
  - 유럽은 슈퍼컴퓨터 활용 확대 및 고도화를 위한 최적병렬화 지원
- 글로벌 기업 중심의 독점적 HW 및 SW 기술 개발 ⇒ 과학기술 분야 적용되기 시작
  - '90년대, 상용 CPU 중심의 클러스터 기반 초고성능 컴퓨터 보급 확산 ⇒ '00년대, 초고성능 컴퓨터의 산업적 응용(금융, 제조, BT, NT, ET 등) 확대
  - '10년대, 멀티/매니코어 기반 빅데이터 분석을 통한 신서비스 창출 및 산업적 활용 가속화(예: 소비자 행동분석, 의료서비스, 신약개발 등)
    - ※ 초고성능 컴퓨터의 산업응용 확대 : ('90)30% → ('00)50% → ('10)60%
    - (자료 : Top500.org)
- 한국의 KISTI는 계산과학·공학 연구를 위한 타키온2 시스템을 서비스
  - 타키온2 시스템은 주로 전통적인 계산 집약적 컴퓨팅에 활용되고 있으며, 빅데이터



처리 및 지능 정보 등 새로운 분야에서 수요가 발생하고 있으나 현재 시스템의 한계로 이들을 수용하지 못함

- SK하이닉스는 플래시 메모리 반도체 기술을 활용하여 오픈소스 컨소시엄인 OCP(OpenCompute Project)와 공조하여 all-flash 스토리지 개발을 추진
  - 페이스북 주도로 설립된 OCP는 글로벌 기업 중심으로 하드웨어와 소프트웨어를 모두 공개하는 개방형 데이터센터 플랫폼으로, 데이터센터에 필요한 장비 및 랙, 서버, 펌웨어 등을 표준화하여 공개
- 국내에서 SDN 기술 개발 확대
  - ETRI, KT 등을 중심으로 개방적이고 유동적인 네트워크 제어기술에 대한 기술개발을 위해 OpenFlow 및 SDN 관련 기술 설계 및 구현 중이나 국내 장비 개발업체의 경우 국외 업체들에 비해 아직 국내에는 SDN 적용 사례는 없고 정부 R&D 과제를 기반으로 몇몇 업체에서만 SDN의 초기 상용화 단계에 머물러 있음
  - 국내 SDN 스타트업체인 쿨클라우드, 아토리서치 등은 오픈플로우 기반의 SDN 컨트롤러 기술을 개발 중

### 3 HPC 시장 동향

#### [시장 동향]

- 산업·사회·경제 등에 기술파급력이 높은 초고성능 컴퓨터 산업의 세계 시장규모는 '11년 238억 달러에서 '20년 579억 달러로 연간 7.4% 성장 예상
  - 초고성능 컴퓨터 적용 범위 변화: 유전자 분석 5.9% < 디지털 콘텐츠 제작 8.9% < 2D·3D 제작 9.1% 순으로 확대
  - 금융, 바이오, 조선/엔지니어링, 항공/우주, 기상 등 다양한 분야에서 고성능컴퓨터를 이용하는 기업이 활성화
- 세계 500위권 초고성능 컴퓨터(2018년 11월 기준) 대부분은 미국108개, 중국 229 등의 기업이 글로벌 시장을 장악하고 있고, 중국의 진출이 크게 성장
  - 세계 1, 2위는 IBM 파워 시스템의 Summit 과 Sierra로 미국에 소재하고, 세계 3,

4위는 Sunway TaihuLight 와 Tianhe-2A 로 중국에 소재

- x86 서버가 엔터프라이즈 시장에 떠오르면서, 각 업체들 간의 경쟁 심화
  - HPE는 기존 유닉스 서버 제품군이었던 ‘슈퍼돔’과 ‘논스톱’을 x86 서버 버전인 ‘슈퍼돔 X’와 ‘논스톱 X’로 개편하였으며, 주력제품인 ‘프로라인터(ProLiant)’의 9세대 제품을 출시하여 업계 선두 위치 강화에 주력
  - DellEMC는 x86서버에만 집중한다는 전략하에 인텔 ‘제온(Xeon) E5-2600v4’를 탑재해 20% 이상 향상된 성능과 차별화된 공냉 시스템, 12%이상 개선된 메모리 대역폭 등을 제공하는 ‘파워에지(PowerEdge)’ 서버의 13세대 제품을 출시
  - 유닉스 시장에서 수년간 1위를 지켜왔던 IBM은 유닉스에서 리눅스로 시장이 옮겨간다는 판단하에 2014년 발표한 ‘파워8’ 프로세서를 기반으로 하는 레드햇(RedHat), 수세(SUSE), 우분투(Ubuntu) 등 리눅스 운영체제 지원을 시작
  - 레노버는 2014년 10월 IBM의 x86 서버 사업부를 인수한 후 현재는 데이터센터 그룹으로 조직을 재편, 다양한 제품 포트폴리오를 갖추고 시장에서의 영향력을 확대하기 위해 노력. 특히 데이터센터 시장에 대한 공약을 강화한다는 전략하에 차세대 주력제품으로 하이엔드 x86서버 ‘레노버 x3850 X6’와 ‘x3950 X6’을 발표
  - 화웨이는 포괄적 포트폴리오와 기술을 갖추면서 최근 글로벌 x86서버 시장에서 위협으로 떠오르기 시작. 화웨이는 2016년 3월에 열린 ‘CeBIT 2016’ 전시회에서 자사 최초의 미션 크리티컬 서버이자 세계 최초의 32소켓 x86서버인 ‘쿤룬(KunLun)’을 발표했으며, 이로써 미션 크리티컬 컴퓨팅의 새로운 표준을 세우기도 함
- x86 서버의 시장 주도
  - Top 500의 85%가 x86기반의 시스템이고 세계 서버 출하량의 99.1% 및 시장 수익의 82%를 차지(Gartner, 2016)
  - 레노버(Lenovo)의 IBM x86 서버 사업 인수(‘14년)이후 고성능 컴퓨터 시장 진출이 가속화 되고 화웨이(‘15년 대비 23.6% 증가), 인스퍼(‘15년 대비 19.1% 증가) 등이 두드러진 서버 출하량 증가를 보임
- 국내 HPC 시장은 해외 글로벌 기업이 시장 주도
  - 국내 HPC 산업은 주로 해외기업에서 시스템부터 관련S/W까지 세트로 구매하는 방식으로 진행



- 공공부문의 컴퓨팅장비도입 현황은 해외 글로벌 제조사 제품이 95%에 달하고 국산은 5%에 그침
- 국내 HPC 시장에서 x86서버의 점유율이 높아지고, OS 중 리눅스의 비율이 증가
  - x86서버는 매출액 기준으로 '13년 말 54.5%의 시장점유율을 보이며 비x86서버 시장(45.5%)을 추월한 후 지속적 증가세
- 국내 기업의 HPC 제품수준은 x86서버 제품이 주류인 국내 컴퓨팅 기업의 특성상, 부서급(128노드)이하 x86 서버의 병렬연결(scale-out) 고성능컴퓨팅 시스템 구축 가능
  - 국내 기업의 제품은 인지도와 신뢰성이 낮고, 가격 경쟁력과 기술력 면에서도 열위, 인력의 부족 등으로 고성능/고품질 서버 시장에 진입하기 어려운 상황

## [세계 시장 전망]

- 세계 HPC 시장전망
  - 세계 HPC 시장은 2016년 356억불 시장규모에서 2021년 439억불 시장규모로 성장할 것으로 예측되고, 특히 HPC 서비스 분야가 높은 성장률을 보여 2016년 38억 불 시장에서 21년 42억불 시장규모로 성장 할 것으로 예상(Intersect360 Research, 2017)
  - HPC 시장에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 서버, 저장장치, 네트워크 등 고성능 컴퓨터와 관련된 HW 시장으로 2016년 200억불 시장규모에서 2021년 255억불 시장규모로 성장이 예상됨
- IDC(2018)에 따르면 서버 시장규모는 '17년 472억 불 수준에서 '22년 890억 불 시장 규모로 연평균 4.7% 성장 예상
- 상위 5개 업체가 전 세계 서버 시장의 60% 이상을 차지하는 과점 체제
  - 주로 미국 업체들이 상위를 차지하고 있으나 중국 기업들이 저렴한 가격을 무기로 세계 시장에 진출하고 있으며 출하량이 증가
  - non-x86 서버를 주요 제품으로 하고 있는 IBM은 30%이상 출하량이 감소하며 세계 3위에서 5위로 급격히 추락한 반면 중국 업체인 화웨이와 인스퍼는 연 20%이상 성장

- 서버 제품군 가운데 x86 서버 시장은 올해 1분기에 35.7% 매출 증가와 17.5%의 출하량 증가를 보였고, RISC/아이태니엄 UNIX 시장은 출하량과 매출이 각각 52.8%, 46.7% 감소

## [국내 시장 전망]

### ■ 국내 HPC 시장전망

- 국내 HPC 시장은 2016년 1조 231억 원 시장규모에서 2021년 1조 2,566억 원불 시장규모로 성장할 것으로 예측되고, 한국의 경우 고성능 컴퓨터 관련 HW 분야가 높은 성장률을 보여 2016년 5,156억 원 시장에서 2021년 6,496억 원 시장규모로 성장할 것으로 예상

### ■ 2017년 국내 서버시장이 2016년에 비해 29% 증가한 1조 3,497억 원 규모에 추정, 이는 글로벌 클라우드업체의 국내 진출에 따른 ODM 서버의 증가에 기인(헬로 첨단 뉴스(2019. 1)에서 IDC 보고서 인용)

- x86 서버는 전년 동기 대비 46.8% 성장해 시장규모가 1조 1244억 원에 이르는데 비해 비-x86 서버 수요는 2253억 원으로 전년 동기 대비 20% 감소
- 금융권 및 제조업 분야의 유닉스시스템이 차세대 프로젝트로 주전산시스템이 x86서버로의 도입이 전망되어, 향후 비-x86 서버 시장은 더욱 위축될 것으로 예상

< 표-1 > 국내 x86 서버 시장 업체별 점유율\*

(단위: %)

기업	HPE	델	Lenova	후지쯔	시스코	인스퍼
점유율	47	25	15	7	2	1

\* 2015년 시장점유율

\* 출처 : 컴퓨터 월드, 2016. 4.



## 4 HPC 정책 동향

### [미국]

- 미국은 경제력과 과학적 발견을 뒷받침하는 고성능 컴퓨팅(High Performance Computing, HPC) 기술 진흥을 목적으로 2015년 7월 29일 대통령 직속의 ‘국가전략컴퓨팅 이니셔티브’를 창설하고 이를 수행하기 위한 방편으로 2016년부터 ‘엑사스케일 컴퓨팅 프로젝트(Exascale Computing Project, ECP)’를 추진
  - 미국은 총체적 혁신을 달성하기 위한 4대 핵심과제를 선정하고 향후 7년 동안 약 35~75억 달러 (4조~6조 5천억 원)의 정부 예산을 투자할 계획
- 미국은 클라우드 컴퓨팅을 추진하기 위하여 연방CIO위원회에서 총괄을 맡고 클라우드 컴퓨팅 실행조정위원회와 클라우드 컴퓨팅 자문위원회로 거버넌스 체계를 구성
  - 클라우드 컴퓨팅 실행조정위원회에서는 연방조달청, 예산관리실, 국립표준기술연구소, 국토안보부 등과 협력체계를 구성하고 클라우드 컴퓨팅 구현을 위한 방향성 제시 및 세부추진계획을 수립
  - 클라우드 컴퓨팅 자문위원회에서는 세부 추진 계획 수립 시 공공기관의 현황과 이슈 사항, 공공부문 클라우드 도입 방안 자문 등을 제공

### [중국]

- 중국은 2006년부터 초고속 연산처리장치 개발에 지속적으로 투자하여 2016년 세계 최고의 슈퍼컴퓨터 ‘선웨이 타이후라이트’ 개발에 성공하였으며, 이를 통해 미국 일변도의 HPC 생태계에 위협적 존재로 자리매김 함
  - 중국은 2017년 엑사스케일 프로토타입 시스템을 공개하고 이 프로토타입을 활용해 2020년까지 엑사스케일 컴퓨팅 환경 확보를 목표로 함
  - 중국의 슈퍼컴 개발은 구축된 시스템의 규모를 볼 때 미국과 함께 양강체제를 구축한 것이 분명하지만 보유 자체 기술력은 하드웨어, 소프트웨어 및 활용 등 모든 측면에서 부족한 부분이 많음



- 슈퍼컴퓨팅 구축을 위한 적극적 투자
  - 세계적 수준의 슈퍼컴퓨팅 기반 구축을 위한 산·학·연 협력의 R&D 생태계 조성
  - 과학기술부, 지방정부, 국가자연과학기금위원회 등에서 슈퍼컴퓨팅 인프라 구축을 위한 관련 예산을 집중적으로 투자해 자체기술 개발 달성
- \* '15년 슈퍼컴퓨터 세계 1위였던 텐허-2(Tianhe-2)를 개발하는데 4,300억 원 투자

## [일본]

- 일본은 Earth Simulator, K Computer로 이어져 왔던 일본의 슈퍼 컴퓨터 개발 정책은 2014년부터 약 1,300억 엔(약 1조 5천억 원)의 예산을 확보하고 엑사스케일을 목표로 한 Flagship2020 프로젝트를 추진 중
  - 일본은 슈퍼컴퓨터 개발을 수요기반으로 기획하여 시스템 활용 수요처를 확인하고 개발을 추진
  - 슈퍼컴퓨터 개발의 체계성이 확보됨과 동시에 시스템 개발 후의 시스템 운영효과가 뛰어나 응용 소프트웨어 개발 등 파급효과가 클 것으로 예상
- 슈퍼컴퓨팅 강국이었던 일본은 중국의 물량공세에 따른 글로벌 경쟁력 약화를 만회하고 AI 활용성을 극대화하고자 「플래그쉽 2020 프로젝트」, 「ABCI」 등 슈퍼컴퓨팅 정책 추진
  - 슈퍼컴퓨팅 분야가 미국-중국으로 양분되면서 일본은 선도국 지위 회복을 목표로 문부과학성 주도의 「플래그쉽 2020 프로젝트」를 통해 엑사급 슈퍼컴퓨터 구축 추진('14.4)
  - 최근에는 인공지능을 위한 인프라로서 슈퍼컴퓨터 활용에 방점을 두는 「AI 브리징 클라우드 인프라(ABCI\*)」 정책을 경제산업성 중심으로 진행('16.12)
- \* AI Bridging Cloud Infrastructure

## [유럽연합(EU)]

- 유럽연합(EU)은 유럽의 과학자와 기술자에게 최고급 슈퍼컴퓨팅 서비스를 제공하기



위해 25개국이 참여하는 PRACE(Partnership for Advanced Computing in Europe) 프로젝트를 추진

- 산업과 기술 발전의 토대가 되는 고성능 슈퍼컴퓨팅의 중요성 증가에 따라 유럽의 역량을 결집하고 협력하기 위해 Euro HPC 추진('15.9, '17.3)
  - 산업과 기술 진보에 매우 중요한 기반으로 여겨지는 고성능 슈퍼컴퓨팅(HPC) 분야에서 국가 및 다양한 주체간 협력이 부재해 역량이 분산되는 문제 발생
  - 국가 및 우수한 연구기관간 협력과 역량 집중 필요성 속에 Euro HPC 구축을 EU의 장기 연구 의제로 설정하고, 사전 제반 환경 마련을 위해 'EuroLab-4-HPC' 설립('15.9)
  - EU 집행위원회는 EuroLab-4-HPC를 통해 유럽 공동 HPC 구현 로드맵 구축, 커리큘럼 작성 등 주요 활동을 수행 중이며, 최근 주요 8개국이 본격적인 Euro HPC 추진 선언('17.3)

## [국내]

- 국가초고성능 컴퓨터의 효율적인 구축과 체계적인 관리를 통하여 지속가능한 활용을 도모하고 과학기술의 발전 기반을 조성함으로써 국민의 삶의 질 향상과 국가경제 발전에 이바지할 목적으로 2011년 「국가 초고성능컴퓨터 활용 및 육성에 관한 법률」을 제정
  - 2016년부터 2025년까지는 1PF 이상 슈퍼컴 개발(1단계 사업: '16~'20) 및 30PF 이상 규모의 슈퍼컴 개발(2단계 사업: '21~'25)을 2단계로 나누어 추진
- AI, IoT 등의 분야에서 빅데이터를 단시간에 처리할 수 있는 초고성능 컴퓨팅 수요가 증가하면서 세계적 수준의 슈퍼컴퓨팅 발전전략을 수립하기 위해 '초고성능 컴퓨팅 발전 포럼' 구성('15.7)
- 장기적인 국가경쟁력 확보와 슈퍼컴퓨팅 분야 원천기술 확보를 위해 '차세대정보컴퓨팅기술 개발사업' 추진('15.9)
  - 초고성능 컴퓨팅 운영체계, 스토리지 시스템 S/W, 입출력 가속기술 등 5개 지원 분야 안에서 Middle-up-down 경쟁을 통해 신규 과제 선정

- 제2차 국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획('18~'22) 은 1차 기본계획 성과분석에서 도출된 미흡한 부분을 보완하고, 다가오는 미래사회를 대비하기 위해 '4차 산업혁명 대응 초고성능컴퓨팅 역량 확보'를 비전으로 3가지 추진전략을 제시

( 그림-5 ) 초고성능 컴퓨팅 역량 확보 전략



\* 출처 : KISTI, 국가 초고성능컴퓨팅 육성계획 기본계획(안), 2017.

## 5 주요 이슈

- 하드웨어의 이해가 높은 컴퓨터 엔지니어중심 인력 ⇒ 전문 과학기술 지식을 갖춘 사이언티스트 인력 ⇒ 병렬프로그래밍 능력을 갖춘 산업현장의 프로그래머 중심의 인력 수요 확대가 필요
  - ※ 미국 '17년 대응량 정보 분석인력 수요 약 15,000명
  - 미국의 DOE, NSF 등은 HPC 모델링과 시뮬레이션을 위한 대학원생과 박사후 과정 펠로우십 프로그램 등을 통해 미래 고성능 컴퓨팅 산업을 견인할 숙련된 프로그래머 양성(미국 국가경쟁력위원회, '10)
- 국내 주요 제품의 시뮬레이션 등은 해외 HPC 의존 심화
  - 국내 전통 산업에서 초고성능 컴퓨팅 활용 기반이 미비하고 활용 사례가 취약하여 연관 산업이 수년간 답보 상태



- HPC 응용SW는 외산 제품에 의존함으로 인하여 관련 시스템도 외산 선호
  - ※ 국내 연구소 및 대학 일부에서만 HPC 개발에 따른 약90% 이상 전량 해외수입
- 서버시스템 기술수준은 선진국(미국)대비 72.6% 수준으로 국내 기술경쟁력 강화를 위해서는 서버 HW 제조 기술 확보 필요(IITP, 2017)
  - \* 서버시스템 기술 최고기술 보유국은 미국으로 기술격차 2.4년, 상대수준 71.7%로 파악됨
- 국내기업 경쟁력 기술수준 낮은 분야는 시스템 연결망 및 서버스토리지 부품 분야이며, 기술추격이 가장 시급한 분야 1순위는 서버 HW 제조기술로 나타남 (KCIA 산업진단 설문, 2016.08)
- 고성능 컴퓨터 산업 기술 기반은 물론이고 인력 및 데이터 사이언티스트 저변 취약
  - '12년 국내 고성능컴퓨팅(HPC) 전문업체 수는 저변 확대 실패, 수익성 악화, 인력양성 소홀 등의 원인으로 최근 10년 사이 1/10미만으로 감소
    - ※ 국내 고성능컴퓨팅 전문업체수: 20여개 (1999년) → 5개 (2012년)
  - IT 융합형 데이터 사이언티스트 등 고성능 컴퓨터 활용 인력 부족
  - 대학, 정부 연구기관 등에서 HPC를 활용한 연구가 미흡 → 이론과 실무를 경험한 인력 부족
- 과학, 산업설계 등 특화 HPC SW 분야에 대한 경쟁력 약화
  - 2010년 과학기술혁신역량지수는 OECD 30개국 중 11위이며, 1위 국가(미국) 대비 상대수준은 '09년도는 다소 하락
    - ※ 미국대비 상대수준 : 51.9('06)→54.8('07)→55.0('08)→54.8('09)→57.6('10)

## 6 기술의 발전 방향

- 국방/안보분야는 물론 바이오게놈 분야 등 높은 수준의 보안이 요구되는 데이터를 전송 및 분석하는 초고성능컴퓨팅을 지원하는 첨단연구망의 보안을 고도화 하는 추세
  - 초고성능컴퓨팅은 인공위성/드론 등 무인체로부터 얻은 광역영상정보, 원자력 시설이 활용되는 핵융합데이터 등 국방/안보와 기밀한 데이터를 분석하는 경우가 많음
  - 양자암호통신 기반 물리적인 도청 원천 봉쇄하는 기술의 발전과 단대단 보안을 강화하는 블록체인 기술 활용
- 단일 국가가 처리하기 힘든 엑사/제타급 과학데이터를 분석하는 국제 거대과학연구는 첨단연구망을 통해 초고성능컴퓨팅 자원의 효율을 극한으로 끌어 올릴 것으로 예상되며, 이를 통해 획득한 기술과 실행사례들은 시간을 두고 민간에 도입되어 응용될 것임
  - 초고성능컴퓨팅 자원의 효율을 극한으로 끌어올리기 위해, 초고속컴퓨팅/첨단연구망/데이터센터 자원을 복합적으로 융합하여 관리하는 SW기반 자동화/오케스트레이션 기술이 개발되고 고도화 될 것임
  - 유럽 PRACE\*, 미국 XSEDE\*\* 등의 슈퍼컴퓨팅 공동활용 체제를 첨단과학은 물론 산업계 연구에서도 활용하게 함으로써 국가 경쟁력 제고
    - \* PRACE: 유럽 연구망 GEANT에서 수십기가급 초고속 연구망 제공
    - \*\* XSEDE: 미국 연구교육망 Internet2에서 초고속 연동 망 제공
- 차세대 서버 컴퓨팅 기술은 유비쿼터스 환경에서 사용자에게 VIP(Virtual Computing, Intelligent Computing, Personalized Computing) 환경을 제공하기 위한 미래 지향적 컴퓨팅 기술로 진화
  - 컴퓨팅 플랫폼 기술은 대량의 데이터를 고속으로 전송할 수 있는 고속 네트워크 I/O 처리 와 플랫폼 내 하드웨어 자원 관리를 위한 하드웨어 자원 제어 및 정보 관리하는 하드웨어 플랫폼 기술로 발전
  - 분산 컴퓨팅 환경에서 모든 이기종의 시스템 자원(즉, 하드웨어, 소프트웨어, 서비스)에 대해 플랫폼 독립적이고 기술 중립적인 시스템 지원 기술 발달



- 시스템 자원 가상화 기술의 발전으로 물리적인 자원의 경계에 구속받지 않는 가상의 새로운 컴퓨팅 환경을 제공
- 데이터 그리드/클라우드 컴퓨팅 기술로 분산된 대규모 컴퓨팅 플랫폼 환경에서 대규모, 대용량의 이기종 데이터 자원을 신속하고 안전하게 접근하고 통합하며 관리
- 다양한 응용 분야에서 원활한 인공지능 기술 적용을 위해 고성능 저전력 하드웨어 플랫폼의 개발
- 퀄컴, IBM, NVIDIA, CEVA 등 인공지능 분야의 선두 업체에서는 다양한 플랫폼 기술을 개발하여 다양한 분야에 활용하기 위한 응용 플랫폼 구축에 집중하고 있는 상황
- 초고성능의 인공지능 컴퓨팅과 고도의 데이터 대역폭을 가지는 고속 메모리를 병목 현상 없이 집적하기 위해서는 고도의 3차원 집적(3D Integration)기술 개발
- 3차원 집적화 기술은 공정 자체의 개발뿐만 아니라 열 방출, 설계 방법론 및 소프트웨어 지원, 불량 평가, 표준화 등 다양한 문제들을 해결해야 하며, 이를 위해 메모리 통합/이미지 센서 통합, 이종 반도체 3차원 집적, 확장형 반도체 집적, 모노리식 3차원 집적, 저전력/저발열/열방출 고려 설계 기술 개발이 절실함

## 7 향후 전략 핵심 분야

### [하이퍼 컨버지드 인프라]

- IT 인프라 시장에서 민첩성과 유연성, 확장성에 대한 요구가 커짐에 따라, 하이퍼 컨버지드 인프라스트럭처(Hyper-Converged Infrastructure)의 도입도 지속적으로 늘어날 전망
- 하이퍼 컨버지드 인프라는 컴퓨팅, 네트워킹, IT 관리는 물론 스토리지까지 묶어 단일 시스템으로 작동하도록 사전 구성된 패키지인 컨버지드 인프라에서 값비싼 스토리지를 제거하고 대신 소프트웨어 정의 스토리지 기술을 사용하여 스토리지 확장의 유연성 및 비용 절감을제공하도록 구성된 패키지형태의 제품
- 하이퍼 컨버지드 시스템은 가상화 및 프라이빗 클라우드 환경 구축을 위한 차세대 인프라로 부각
- HCI는 간편한 설치와 효율적인 통합 관리, 고집적화된 구조에서 비롯되는 상면 감

소, 초기 도입 및 운영비용 절감 등의 장점을 바탕으로 온프레미스(on-premise)의 안정성과 퍼블릭 클라우드의 기술적 유연성 및 민첩성을 모두 갖추고 있음

- 최근에는 빅데이터 분석이나 데이터베이스와 같은 비즈니스 애플리케이션 등의 영역으로 입지를 넓히고 있어 앞으로 거의 모든 기업과 업무에 적용될 것으로 전망
- 가상화나 소프트웨어 정의 기술을 기반으로 점차 커지고 복잡해지는 데이터센터를 단순화할 뿐만 아니라 비용 절감과 민첩한 대응 방안으로 고려되는 퍼블릭 클라우드와의 연계성 측면에서도 하이퍼 컨버지드 인프라가 필요

■ 하이퍼 컨버지드 인프라 플랫폼적용 분야

( 그림-6 ) Hyper-Converged Infrastructure



\* 출처 : 중소벤처기업부, 중소기업 기술 로드맵 2018-2020, 2017.

[하이퍼 스케일(초대형) 데이터센터]

- 클라우드, 빅데이터, 인공지능(AI), IoT 등 신사업 확대로 데이터가 다량으로 생성됨

에 따라 이를 처리하기 위한 데이터센터의 중요성이 더욱 증가

- 하이퍼스케일 데이터센터는 새로이 생성 되는 대용량의 데이터를 관리하는데 있어 높은 수준의 성능과 처리량을 지원
- 데이터센터가 클라우드 컴퓨팅으로 인해 발생하는 데이터를 처리하는 데이터 허브의 역할로 주목 받으면서 글로벌 데이터센터 시장 규모는 점차 증가하는 추세
  - Technavio(2014) 자료에 따르면, 전 세계 데이터센터 시장은 2013년 약 1,250 억 달러에서 2018년 약 2,006억 달러로 추정
  - IT데이터센터 시스템 투자비용은 2017년 기준 1,810억 달러에서 2018년에는 전년 대비 3.87% 증가한 1,880억 달러, 2019년에는 1,900억 달러를 기록할 전망 (Gartner, 2017)
- 데이터센터 내 작업량 대비 클라우드 작업량의 비중이 점차 증가할 전망으로 2012년 기준 데이터센터 총 작업량 대비 39%에 불과하던 클라우드 작업량은 2021년에는 94%에 이를 것으로 전망(Cisco, KISDI(2018) 재인용)
  - 이는 다양한 서비스 수요의 유연한 대응을 위해 클라우드 데이터센터로의 구조적 변화를 의미
- 클라우드 기반 애플리케이션 증가로 인해 많은 양의 데이터가 만들어지면서 새로이 생성되는 대용량의 데이터를 관리하는데 있어 필수적인 하이퍼스케일 데이터센터 확산
  - 아마존, 마이크로소프트, 알리바바, 구글, IBM 등은 클라우드 서비스를 안정적으로 제공하기 위해 복수의 데이터센터인 '리전'을 운영 중이며, 알리바바 데이터센터는 중국 인터넷 경제의 가파른 성장에 힘입어 꾸준히 증가추세
  - 하이퍼스케일 데이터센터의 경우 2018년 기준, 전 세계에 약 400여 개가 설치되어 있으나 우리나라의 경우 해당 시설이 부재

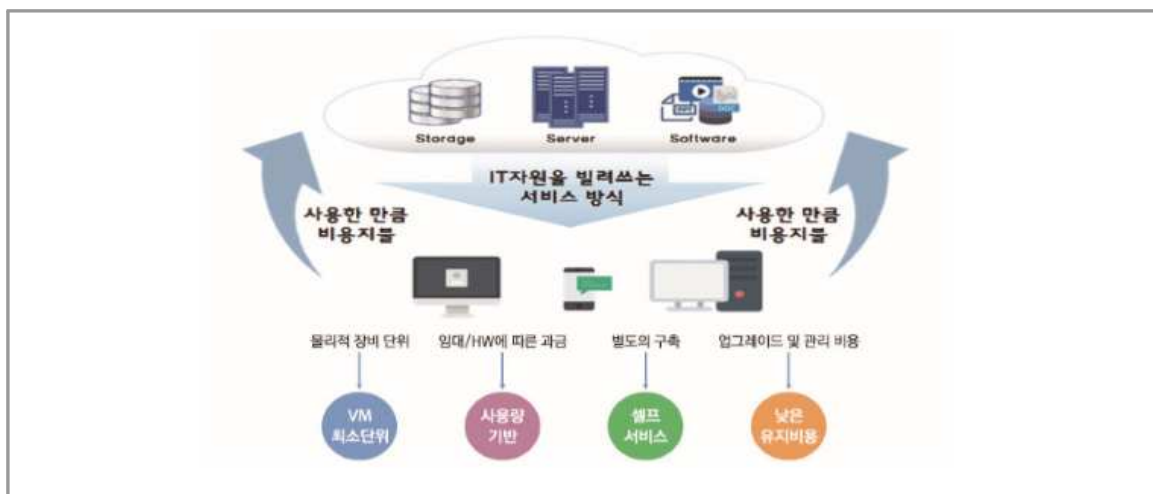


### III 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)

#### 1 개념 및 특성

- 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)은 네트워크 환경이라는 구름 속에서 원하는 작업을 요청하여 실행하는데서 기인
  - 데이터 센터에 서버, 스토리지와 응용 프로그램을 구성요소로 하여 네트워크를 통해 데이터센터와 단말기가 연결되는 형태

( 그림-7 ) 클라우드 컴퓨팅 개념



\* 출처 : 클라우드 정보보호 안내서, KISA, 2017.

- 클라우드 컴퓨팅의 주요 특징은 사용자가 직접 소유·관리하는 기존의 방식과 달리, 사용자가 필요한 만큼의 자원을 제공받음으로써 소유(클라우드 제공자)와 관리(사용자)를 분리하는 방식임
  - 최근에는 빅데이터, IoT와 맞물려 클라우드 기반의 인프라가 다양한 서비스를 가능하게 하는 컴퓨팅 인프라로서 중요성이 향후 더욱 커질 전망
- 클라우드 컴퓨팅은 서비스 유형에 따라, 서비스 운영형태에 따라 분류하면 아래와 같음



< 표-2 > 클라우드 컴퓨팅 분류

구분		주요특징
서비스 유형	IaaS (Infrastructure as a Service)	· 이용자에게 서버, 스토리지 등의 하드웨어 자원만을 임대·제공하는 서비스 · 예시: Amazon EC2, S3 등
	PaaS (Platform as a Service)	· 이용자에게 소프트웨어 개발에 필요한 플랫폼을 임대·제공하는 서비스 · 예시: Linux, Apache, PHP, MySQL, MS-Azur, Google-Apps 등
	SaaS (Software as a Service)	· 이용자가 원하는 소프트웨어를 임대·제공하는 서비스 · 예시: 웹메일 서비스, iCloud, Dropbox, Google Docs, One note 등
서비스 운영 형태	Private Cloud	· 기업 및 기관 내부에 클라우드 서비스 환경을 구성하여 내부자에게 제한적으로 서비스를 제공하는 형태
	Public Cloud	· 불특정 다수를 대상으로 하는 서비스로 여러 서비스 사용자가 이용하는 형태
	Hybrid Cloud	· 퍼블릭 클라우드와 프라이빗 클라우드 결합 형태 · 공유를 원하지 않는 일부 데이터 및 서비스에 대해 프라이빗 정책을 설정하여 서비스를 제공

\* 출처 : 최근 클라우드 컴퓨팅 서비스 동향, KISA, 2017.

- 클라우드 컴퓨팅 생태계는 다수의 경쟁자와 다양한 사용자 요구사항과 함께 복잡함

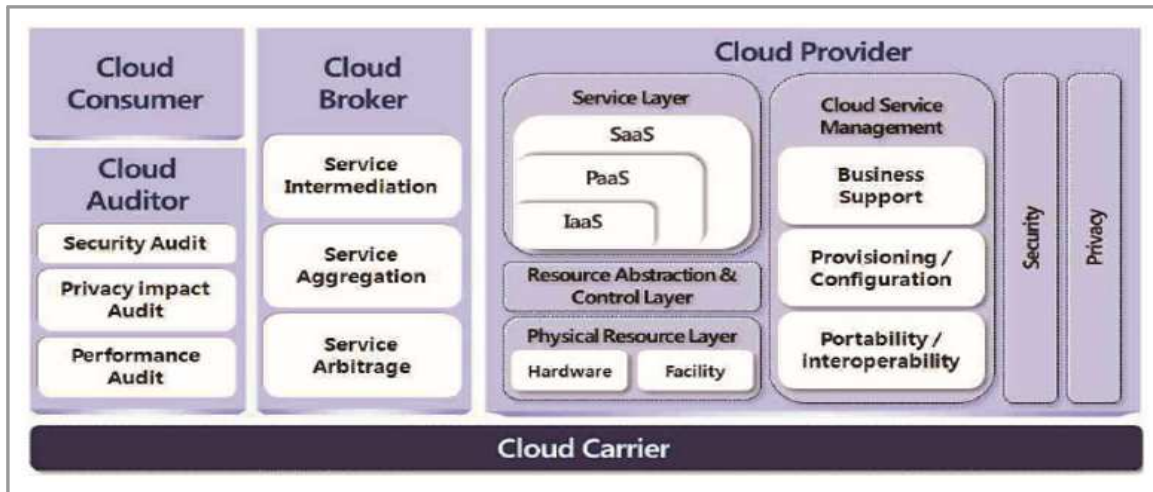
< 표-3 > 클라우드 컴퓨팅 생태계 분류

대분야	사업자	세부 제품
서비스 공급자	HW/IDC 설비 단말업체	서버, 스토리지, 네트워크 장비, 단말 등 HW와 설비를 제공
	SW 솔루션 업체	클라우드 컴퓨팅 서비스를 구성하기 위한 솔루션을 판매
	응용 SW 솔루션 업체	CRM, ERP 등 응용 SW를 SaaS에 탑재
서비스 제공자	사설 서비스 제공자	기업 내 Private 클라우드 구성을 위한 IT 서비스 솔루션 제공
	공용 서비스 제공자	일반 개인 또는 기업 사용자가 클라우드 컴퓨팅 서비스를 이용할 수 있도록 제공
사용자	기업 사용자	사설 또는 공용 클라우드 서비스의 기업 고객
	개인 사용자	공용 클라우드 서비스의 개인 고객
	창의적 서비스 운영자	클라우드 컴퓨팅 자원을 활용하여 서비스 운영

\* 출처 : 중소기업 기술로드맵, 2018 -2020, 2017.

- 클라우드 컴퓨팅 생태계 구성요소는 점점 복잡해져 감

( 그림-8 ) 클라우드 컴퓨팅 생태계 구성요소



\* 출처 : 중소기업 기술로드맵, 2018 -2020, 2017.

- 클라우드 컴퓨팅의 경제적 효과는 미시적인 측면에서 기업의 이익, 운영경비 감소, 전략적 의사결정의 유연성 증가를 가져옴
  - 미국경제를 대상으로 한 Siwek(2015) 연구 결과에 의하면 2012년 미국 GDP에 1.04%에 해당하는 1,650억 달러의 부가가치 생성하고 170만개 일자리 지원
  - 미국 인터넷 협회(2019. 3) 2017년 데이터를 중심으로 클라우드 기술이 미국경제에 미치는 영향이 17년 기준 미국 GDP에 2,140억 달러 부가가치 제공, 215만개의 일자리 추가하였고, 2002년부터 약 15년간 클라우드 경제 3배로 증가



## 2 클라우드 기술 동향

### ■ 클라우드 컴퓨팅 주요기술

< 표-4 > 클라우드 컴퓨팅 주요기술 개념 및 요소기술

구분	주요특징	요소기술
주요 기술	· 가상 하드웨어 인프라를 구축해 물리적인 하드웨어의 한계를 넘어선 시스템 운영 · 한 대의 전산자원을 한 대처럼 운영하거나 그 반대로 운영하는 기술	Resource Pool, Hypervisor, 가상 I/O, Partition Mobility 등
대규모 분산처리	· 대규모의 서버 환경(수천 노드 이상)에서 대용량 데이터를 분산 처리하는 기술	분산처리기술
오픈 인터페이스	· 인터넷을 통해 서비스를 이용하고 서비스간 정보 공유를 지원하는 인터페이스 기술 · 클라우드 기반 SaaS, PaaS에서 기존 서비스에 대한 확장 및 기능 변경에 적용 가능	SOA, Open API, Web Service 등
서비스 프로비저닝	· 서비스 제공업체가 실시간으로 자원을 제공 · 서비스 신청부터 자원 제공까지의 업무 자동화, 클라우드의 경제성과 유연성 증가	자원 제공 기술
자원 유틸리티	· 전산자원에 대한 사용량 수집을 통해 과금체계를 정립하기 위한 기술	사용량 측정, 과금, 사용자 계정 관리 등
SLA (서비스 수준관리)	· 외부 컴퓨팅 자원을 활용하는 클라우드 서비스의 특성 상 서비스 수준이라는 계량화된 형태의 품질 관리 기술 요구됨	서비스 수준 관리 시스템
보안 및 개인정보 관리	· 민감한 보안 정보를 외부 컴퓨팅 자원에 안전하게 보관하기 위한 기술	방화벽, 침입방지 기술, 접근권한 관리 기술 등
다중 공유 모델	· 하나의 정보자원 인스턴스를 여러 사용자 그룹이 완전히 분리된 형태로 사용하는 모델 · SaaS를 제공하는 데 필수 요소로 꼽힘	-

\* 출처 : 클라우드 컴퓨팅 기술동향, KOCCA, 2017.

### ■ SaaS(Software as a Service)

- 소프트웨어 유통방식이 ASP(Application Service Provider)방식에서 SaaS방식으로 빠르게 진화
  - SaaS는 S/W 실행 시 동시성 최대화, 자원을 효율적으로 사용하는 확장성, 그리고 다중 사용자 지원, 메타 데이터에 기반 한 용이한 환경 설정 등으로 진화
- SaaS 애플리케이션은 기술 진화의 단계에 따라 크게 4세대 구분

- 1세대는 기본적인 효용성을 제공하는 형태며 현재 중소기업이 이용하는 가장 보편적인 서비스 영역
- 2세대는 1세대 + 사용자의 요구에 따라 기본적인 환경 설정 및 데이터와의 통합 등을 지원
- 3세대는 기업 내부 통합 서비스를 지원하는 형태로 SOA에 기반한 모형과 연동되어 개별 부서가 필요로 하는 서비스를 지원
- 4세대는 비즈니스 생태계를 지원하는 형태로, 다양한 애플리케이션을 통해 내부 프로세스뿐만 아니라 외부 파트너를 포함한 전반적인 비즈니스 생태계 시스템을 지원

■ PaaS(Platform as a Service)

- PaaS는 SaaS, IaaS와 달리 개발자가 주요 사용자로, 다양한 개발 도구가 PaaS에 존재
  - 클라우드 IDE 방식은 모든 개발과 디플로이를 클라우드 상에서 수행하는 방식으로 플랫폼에의 유인효과가 높고 개발환경과 개발 프로세스의 거버넌스도 용이함

■ IaaS(Infrastructure as a Service)

- IaaS는 유휴자원을 활용하는 분산 컴퓨팅에 그 기원을 두고 있으며, 가상화 기술을 중심으로 발전
  - 스토리지 가상화의 기술 특징은 필요로 하는 스토리지 공간 대신 Thin-Provisioning이라는 기술을 통해 초기 필요 최소 공간만을 가상으로 할당하여 서비스 구현이 가능하도록 함
  - 스토리지 가상화의 기술 동향은 NAS, FC SAN, IP SAN 등의 기술이 가상화 인프라 환경에서 스토리지 서비스로서의 지원이 가능하도록 발전해 나가고 있음
  - 네트워크 가상화의 기술 동향은 기존의 물리적인 네트워킹 아키텍처에서 오토메이션과 프로비저닝이 가능한 가상 머신 어플라이언스 형태로의 기술로 발전하고 있으며, 가상화 환경에서 멀티 코어를 활용하여 성능을 극대화하는 방향으로 발전하고 있음

■ 가상화 기술

- 각 가상화 기술은 서비스 지향(As-A-Service) 클라우드 서비스 아키텍처의 핵심 기반기술로 위치



- SaaS를 지원하기 위한 애플리케이션 가상화, DaaS를 지원하기 위한 데스크톱 가상화 기술, 최종 단말 단에서의 클라우드 서비스로의 원활한 접속을 위한 가상화 기술 등이 접목
- 애플리케이션 가상화 기술은 도커와 같은 컨테이너 기술의 급속한 확산 및 엔터프라이즈 서비스를 위한 분산기술 개발이 활발히 진행 중
- 가상화 선진업체 및 클라우드 컴퓨팅 서비스업체를 중심으로 도커 기술을 채용한 애플리케이션 가상화 기술을 개발하고 있음
- 기업용 애플리케이션 가상화 기술은 일부 글로벌 상용 플랫폼이 장악하고 있으나 오픈 스택 및 클라우드 스택(미, Cloud.com), 도커(미, 도커사) 등의 공개 SW 플랫폼도 빠르게 확산 중임

■ 주요기업 기술 개발 현황

< 표-5 > 클라우드 컴퓨팅 주요기업 기술개발 현황

구분	주요내용
구글	· SaaS 기반 솔루션인 Google Apps 를 클라우드 컴퓨팅 서비스로 제공하고, Google Apps는 웹 브라우저만 있으면 인터넷을 통해 별도의 애플리케이션을 설치하지 않고서도 오피스 소프트웨어 사용가능
애플	· 아이폰, MacBook, 아이패드 등 애플의 아이폰에서 이메일, 주소록, 캘린더 정보 통합 관리 및 업데이트 정보의 푸시(push) 기능을 제공하는 모바일 클라우드 관련 기술개발
레드햇	· 엔터프라이즈 클라우드 서비스 제공자, ISV, SaaS 제공자들이 기존의 자산을 토대로 신규 애플리케이션들을 개발하고, 이를 다양한 퍼블릭 및 프라이빗 클라우드에 구축
마이크로소프트	· 클라우드 플랫폼 서비스(Window Azure)를 제공하고, 클라우드 환경에서 MS-윈도 응용을 실행하고 데이터를 저장하여 애플리케이션 개발, 가상화 서버/스토리지, 애플리케이션 호스팅을 위한 네트워킹 구축 도구들을 모두 제공
VMware	· 기존의 v 패브릭과 통합한 클라우드 애플리케이션 플랫폼 솔루션(Spring Java)을 개발, 이 애플리케이션 플랫폼은 개발자들의 애플리케이션 수행능력 향상, 서비스 품질 향상과 아울러 인 프라 효율성을 극대화하기 위한 플랫폼

\* 출처 : 클라우드 컴퓨팅 표준화포럼운영, TTA, 2017.

■ 주요국과의 기술격차

< 표-6 > 주요국과의 국내 클라우드 컴퓨팅 기술 격차

구분	상대수준					격차기간 (년수)				
	한	미	일	유	중	한	미	일	유	중
클라우드 컴퓨팅 아키텍처	76.2	100	80.7	84.9	73.1	1.9	0.0	1.5	1.2	2.1
클라우드 자원 가상화 및 통합	77.2	100	80.2	85.0	73.0	1.7	0.0	1.4	1.1	2.0
클라우드 데이터, 저장, 분석	78.6	100	81.7	85.6	74.5	1.6	0.0	1.4	1.1	2.0
기타 클라우드 컴퓨팅 기술	75.9	100	81.7	84.5	73.9	1.8	0.0	1.4	1.1	2.0

\* 출처 : 클라우드 컴퓨팅 표준화포럼운영, TTA, 2017.

3 클라우드 시장 동향

[세계 시장 동향]

- 시장조사기관 가트너는 2019년 세계 퍼블릭 클라우드 서비스 시장 규모가 2018년 1,758억 달러에서 17.3% 증가한 2,062억 달러에 이를 것으로 예상하며, 2018년에는 전년도의 1,453억 달러에서 21% 성장할 것으로 전망함
  - 2022년에는 퍼블릭 클라우드 IaaS를 구입하는 조직 중 90%가 통합 IaaS 및 서비스형 플랫폼(PaaS) 공급업체로부터 이를 구입하며, 해당 공급 업체의 IaaS와 PaaS 기능을 모두 사용할 것으로 전망됨
  - 가트너는 통합 IaaS 및 PaaS 제품에 대한 수요가 클라우드 인프라 도입을 주도할 것으로 예상
- 서비스형 소프트웨어(SaaS)는 클라우드 시장에서 가장 큰 규모를 유지하고 있으며, 2019년 관련 매출은 17.8% 성장한 851억 달러에 이를 것으로 예측됨
  - 가트너는 SaaS 애플리케이션과 더불어 기타 클라우드 서비스의 도입이 증가하면서, 기업 콘텐츠의 관리, 배포, 이용에도 영향을 미치고 있다며, 기업들은 지속적으로 콘텐츠 환경을 SaaS로 전환하고 있다고 발표
  - 가트너는 2019년에는 기업 콘텐츠 관리(ECM, enterprise content management)

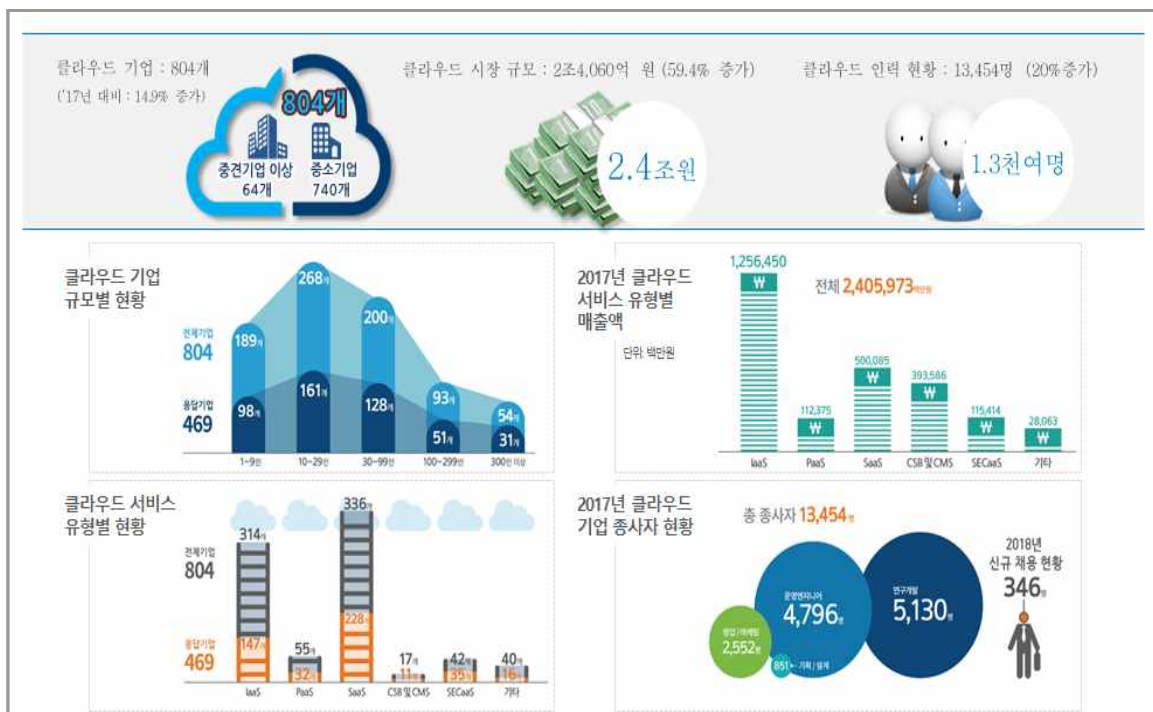


시장이 특수 목적으로 설계된 클라우드 기반의 콘텐츠 솔루션과 솔루션 서비스 애플리케이션으로 발전할 것이라고 전망

### [국내 시장 동향]

- NIPA(정보통신산업진흥원)의 2018년도 클라우드 산업 실태조사에 의하면 2017년 시장규모 1조 5천억 수준에서 2018년 2.4억 수준으로 59.4% 증가한 규모로 나타남
- 2018년 클라우드 기업은 804개(17년 대비 15% 증가), 인력현황은 1.3천여명(2017년 대비 20% 증가) 수준으로 나타남

( 그림-9 ) 2018년도 클라우드 산업 실태조사 결과



\* 출처 : NIPA, 2018 클라우드 산업 실태조사.

- 시장 조사 기관 Gartner에 따르면, 국내 (퍼블릭)클라우드 서비스 시장규모는 '18년 2조 원 규모에서 '21년 3조 4,400억 원 규모로 성장 할 것으로 전망
- SaaS 시장규모는 '18년 8,400억 원 규모에서 '21년 1조 5,600억 원 규모로 성장



예상 되고, PaaS 시장규모는 '18년 2,100억 원 규모에서 '21년 3,570억 원 규모로 성장 예상 되고, IaaS 시장규모는 '18년 5,770억 원 규모에서 '21년 9,800억 원 규모로 성장 예상 됨

- SaaS 국내 시장은 마이크로소프트, SAP, 세일즈포스닷컴 등 글로벌 업체와 한글과 컴퓨터, 더존비즈온 등 국내기업이 주도
  - 한글과 컴퓨터는 SaaS 서비스를 핵심 역량으로 지정하고, 웹 브라우저를 통해 오피스 서비스를 제공
  - 영림원소프트랩은 MS 클라우드 Azure에 ERP 패키지를 그대로 올리는 방식에서 벗어나 고객이 필요한 서비스에 맞춰 과금하는 형태로 제공하며, 향후 SaaS 클라우드 서비스가 전체 매출의 15%를 차지할 것으로 전망
  - 더존비즈온은 스마트A 클라우드 에디션과 아이큐브 클라우드 에디션 등 클라우드 ERP 제품군을 보유하고 있으며, 기존 ERP 시스템에 클라우드 기술을 접목한 ERP2을 통해 매출 상승 시도
  - 핸디소프트는 핸디피아 플랫폼으로 하나의 서버를 통해 다수의 사용자가 서비스를 이용, SaaS 형태의 플랫폼 비즈니스를 진행
  - 다우기술은 모바일 업무환경과 협업, 통합커뮤니케이션 기능을 강화한 차세대 그룹웨어 솔루션 '다우오피스' 및 클라우드 기반의 팀 단위 협업솔루션 '팀오피스', 기업용 SNS '오피스톡' 출시
  - SKTelecom은 티맵(T-map)과 연계된 클라우드 기반의 고객관계관리(CRM)솔루션 출시
  - 네이버는 2010년부터 MS가 제공하는 아웃룩(Outlook)을 자체 솔루션인 'NCS'로 대체하며, MS로부터 독립 구축해 중견 기업, 소규모 중소 기업 등에 서비스 제공
- 국내에서는 장기적인 노력과 투자를 필요로 하는 PaaS 분야에 민간 투자가 저조한 가운데, 정보화진흥원(NIA)이 주관하고, 크로센트·클라우드 포유·소프트웨어인라이프·비디·한컴이 함께 개발한 파스-타(PaaS-TA) 2.0을 2017년 2월 공개함
  - 파스-타(PaaS-TA)는 2014년 2월부터 3년간 예산 73.4억원을 들여 1단계 개발 완료 하였고, 2017년 4월부터 2019년 12월까지 2단계 연구개발 예정으로 파스-타



(PaaS-TA) 1.0에 비해 상용서비스 운영을 위해 추가적으로 필요한 웹기반의 플랫폼 관리·사용자 포털, 플랫폼 중심의 계층간 모니터링, 자동확장 기능, 사용량 기반 과금 지원을 위한 미터링 등의 부가 기능들을 기본으로 제공함

- 파스-타(PaaS-TA)의 활용 사례로는 파스-타(PaaS-TA)기반의 클라우드 서비스 (K 파스-타)를 제공 중인 코스콤과, 최근 자사 클라우드 서비스(CloudZ)에 파스-타(PaaS-TA)를 적용하여 제공 예정인 SK(주) C&C, 자사 공공 클라우드 서비스에 파스-타(PaaS-TA)는 적용을 추진 중인 KT 등이 있음
- 국내 IaaS 시장이 초기단계이지만 외국계 기업이 빠르게 진입하고 있는 상황으로 KT, LG CNS 등 일부 대기업이 사업을 진행하지만 AWS와 MS 등 외산 서비스 점유율이 상대적으로 높아 국내 기업 경쟁력 확보가 요구됨
  - NHN 등 인터넷 기업은 주로 B2C 대상의 무료서비스로 시장선점을 추진하고, 통신사는 B2B 대상의 유료서비스 방식임
  - 아마존웹서비스(AWS), 마이크로소프트(MS) 등 글로벌 기업은 최근 국내 클라우드 시장 공세를 강화하고 있으며 AWS는 국내에 클라우드 서비스 제공을 위한 데이터 센터 구축을 공식화했으며, 삼성, LG 등 대기업 외에 직방, 잔디 등 국내 대표 스타트업계도 AWS 고객이 되었음
  - KT는 2011년 3월 UCloud Server를 출시로 Olleh UCloud Biz 서비스 시작하여 경쟁 업체보다 서비스 라인업과 항목의 구성에서 앞서며 AWS같은 글로벌 인프라 사업자에게 기대하기 어려운 한국 시장과 기업 여건을 고려한 서비스 대응
  - SK텔레콤은 기존에는 자사 통신망을 이용하는 회원에 한해서 서비스를 지원했던 T 클라우드'를 대신해서 아이디 기반으로 가입한 통신사에 관계없이 누구나 이용할 수 있는 클라우드 서비스모바일 특화 개인형 클라우드 서비스인 '클라우드베리'를 2016년 8월 새롭게 출시
- 국내 가상화 기반 클라우드 기술은 높은 시장 성장성과 달리 일부 기술 제외하곤 낮은 수준
  - 가상화 기반의 클라우드 플랫폼 SW는 3~4개 기술 분야에서 유럽 및 일본에 근접하고 있으나 원천기술 개발을 위한 산업 여건, 축적된 경험, 전문 인력 확보 등의 기반 인프라가 전반적으로 선진국에 비해 취약

## 4 각국의 클라우드 정책 동향

- (미국) '클라우드 퍼스트 정책(Cloud First Policy, '12년)'을 발표하고 공공부문의 우선 도입·주도를 기반으로 클라우드 서비스의 민간 확산 추진
    - 이와 더불어 클라우드 보안정책(FedRAMP: The Federal Risk and Authorization Management Program)\*을 추진하여 클라우드 서비스의 활성화
      - \* 클라우드 제품 및 서비스 보안 평가, 인증 및 지속적 모니터링을 표준화하는 보안인증체계
    - 트럼프 대통령은 'Cloud Only 행정명령'으로 전체 정보화 시스템의 클라우드 전환을 의무화('17.5월)
    - 높은 보안을 요구하는 기관(CIA 등)에서도 민간(Public) 클라우드 서비스 이용
  - (영국) 'G-Cloud 계획('09년)'을 발표하고 클라우드 이용 활성화를 위해 공공조달 거버넌스 구축 ('11년), 클라우드 서비스 조달 시스템 '클라우드 스토어'\*를 개설('12년)하는 등 공공 부문 클라우드 이용 촉진
    - \* 클라우드 전용 앱스토어로 공공기관들이 클라우드 컴퓨팅 서비스를 보다 손쉽게 구매할 수 있도록 돕는 일종의 원스톱 쇼핑 시스템
    - 공공데이터의 90% 이상 공용 클라우드 이용을 허용하는 'Public Cloud First' 강조 ('17.02.03) 하여 공공기관에서 효율성을 위한 수단 선택 시 클라우드 도입을 우선적으로 고려
  - (중국) 클라우드 실현을 위한 6대 핵심전략('15년)\*을 수립하고 최근 '클라우드 컴퓨팅 발전 3년 행동 계획(2017~2019)'를 통해 4차 산업혁명에 대응하는 핵심기술 발전 기반의 클라우드 서비스 선진화 노력 중
    - 중점목표: 공공서비스 플랫폼 건설, 소프트웨어 기업의 클라우드로의 빠른 전환 지원, 클라우드 핵심기업 육성
      - \* 클라우드 서비스 공급 능력 강화(민간 클라우드 발전), 기업 혁신역량 제고, 전자정부 발전, 빅데이터 개발 및 이용 강화, 클라우드 인프라 시설 구축, 안전보장 강화
- ※ 중국 최대 전자상거래업체 알리바바는 2009년 알리바바 클라우드를 설립하고 세계



IssS 시장에서 아마존(44.1%), MS(7.1%)에 이어 3%의 점유율로 3위를 차지 (Gartner)

- (일본) ICT를 활용한 경제 활성화 의지를 담은 세계 최첨단 ICT 국가창조 선언 발표 ('14.6월)
  - 모든 공공 서비스가 원스톱으로 제공되는 사회 구현을 목표로 정부와 지방 행정정보 시스템 개혁을 위해 2021년까지 모든 정부 정보시스템의 클라우드화를 통해 운영비용을 30% 절감하고, 자치단체 정보시스템의 클라우드화 추진
  - 중앙부처 서버 통합 및 지자체 클라우드 도입 활성화를 위한 프로젝트(가스미가세키)를 추진하는 등 정보시스템 운영비용절감을 목표로 하고 있으며, 이를 기반으로 민간 기업의 클라우드 컴퓨팅 이용률 확대 추진
  - 사용자들이 안심하고 서비스를 이용할 수 있도록 클라우드 서비스 보안정책의 일환으로 'ASP, SaaS의 정보보안 대책 가이드라인('08년)' 및 '클라우드 시큐리티 가이드라인('11년)', '클라우드 보안 감사제도 ('12년)' 등 추진
- (국내) '15년 클라우드 컴퓨팅법 제정 이후, '16년 제1차 클라우드 발전 기본계획 및 클라우드 컴퓨팅 산업 육성 추진계획 등 공공부문을 중심으로 클라우드 산업 육성 및 관련 생태계 구축을 위한 제도적 기반 조성에 주력
  - 과학기술정보통신부는 '17년 'K-ICT 클라우드컴퓨팅 활성화 계획' 발표
    - \* 과학기술정보통신부 산하 국립전파연구원은 클라우드 분야 방송통신국가표준을 추진하여 '16년 6월 기준 6건의 국가 표준 제정
    - \* 과학기술정보통신부는 '16년부터 '18년까지 '정보통신방송표준개발지원사업'으로 '클라우드 컴퓨팅 상호운용성 표준 개발' 사업 추진
  - 세계 최초로 클라우드 컴퓨팅법 제정 등 제도적·정책적 기반을 구축하고 있으나, 실질적으로 브랜드 인지도 있는 클라우드 전문기업, 인력 부족 및 민간 클라우드를 이용·활성화를 위한 법적 근거는 미비
  - 뿐만 아니라 '클라우드 서비스 인증제', '클라우드 서비스 정보 보호 안내서'등을 제안·추진하였으나, 상대적으로 미국, 일본 등에 비해 보안정책에 대한 신뢰성이 부족한 것으로 평가

## 5 주요 이슈

### [컴퓨팅 인프라로서의 클라우드 역할 증대]

- 하이브리드, 멀티 클라우드가 대규모 조직의 IT 아키텍처가 될 전망
  - 하이브리드 클라우드는 자체 인프라인 온 프레미스 뿐만 아니라 클라우드를 혼합하여 사용하는 IT 환경이고, 멀티 클라우드는 여러 업체의 클라우드 서비스를 혼합하여 사용하여 사용하는 IT 환경
  - 2024년까지 글로벌 1000대 기업의 90%가 멀티 및 하이브리드 클라우드 기술로 채택할 것으로 예측
  - 컨테이너와 데이터 패브릭 기술을 사용하여 유연하고 손쉽게 모든 클라우드 환경을 완벽히 관리 가능
- 다양한 클라우드 환경이 구축되면서 전문적으로 클라우드 서비스를 관리하는 매니지드(Managed) 클라우드 서비스가 활발해질 것임
  - 클라우드 도입이 완료되고, 클라우드 컴퓨팅 활용이 확대되면 IT의 역할이 시스템 유지관리자에서 다양한 혁신 기술을 제공하여 혁신을 지원하는 중개자로 역할 전환
  - IT 담당자는 기업이 클라우드를 다양하게 활용할 수 있도록 지원하는 새로운 생산성 도구와 정책을 개발하여 제공하여 클라우드 서비스 이용자에게 더욱 높은 생산성 제공
- 컨테이너는 최근 클라우드 분야에서 가장 주목받는 기술로 부상
  - 컨테이너는 운영체제(OS) 위에 설치돼 그 위에 여러 개의 격리된 공간을 만드는 개념으로 애플리케이션과 이를 실행하는 라이브러리, 바이너리, 구성파일 등을 하나로 묶어 개발-테스트-실 운영 환경으로 이동이 자유로움
  - 컨테이너는 적은 비용과 시간으로 보안이나 시스템에 미치는 영향을 최소화하면서 애플리케이션을 서로 다른 컴퓨팅 환경으로 이동하고, 안정적으로 실행할 수 있어 기업은 IT 환경의 민첩성 획득 가능
  - 현재 애플리케이션을 컨테이너화하는 플랫폼으로는 오픈소스 솔루션인 도커



(Docker)가 가장 유명하고, 쿠버네티스(Kubenetes)는 도커 기반으로 컨테이너 애플리케이션을 배포, 확장, 관리하는 것을 자동화할 수 있는 오픈소스 오케스트레이션(구성) 플랫폼임

■ 엣지 컴퓨팅(Edge Computing)의 부상

- 엣지 컴퓨팅은 지역이나 근거리에서 데이터를 처리해 중앙 집중형 클라우드로 데이터를 전송하고 처리하는 부하를 감소하는 방법으로 제안
- 산업용 애플리케이션의 경우 즉각적 반응의 필요성 때문에 원격지로 데이터 전송 시 병목현상 영향을 최소화해 중앙 집중형 클라우드에 한계를 극복함
- 엣지 컴퓨팅은 자율주행차나 IoT, 동영상 등 미래 데이터 폭증에 대응하는 분산형 컴퓨팅으로 주목

**[IT 핵심 인프라로 클라우드 컴퓨팅에 대한 인식 전환]**

■ 클라우드 컴퓨팅이 사물인터넷, 인공지능, 빅데이터 등 새로운 ICT 기술을 실현하는 핵심 인프라로 인식

- 기존 IT 환경으로 감당할 수 없는 사물인터넷, 빅데이터 시대의 도래로 클라우드 컴퓨팅의 필요성이 절실히 체감
- 자신이 직접 소유하는 IT 자원으로는 저장, 처리할 수 없어 클라우드 사업자를 통한 전문적 관리 서비스의 필요성 체감
- 대규모 투자 없이 클라우드 서비스 통한 전문 IT 인프라로 효율적인 데이터 분석 및 관리 가능

■ 클라우드는 기업의 경쟁력을 높이기 위한 디지털 전환(Digital Transformation) 핵심 동력이자 기업들의 성패를 좌우할 역량으로 선택

- 메인 프레임시대(1980년대 이전), PC중심 분산형 컴퓨팅 시대(1980~2000년)에 이어 자원의 통합, 공유, 분배를 지향하는 클라우드 컴퓨팅이 현대 기업의 필수 요소
- 클라우드는 IT 산업뿐 아니라 전 분야 산업계의 중요한 화두로 전개되었고, 현재의 IT 산업의 가장 큰 부분을 담당하는 중요한 축임

- 아마존이 클라우드 시장을 주도하여 오고 있으며, 이후 마이크로소프트가 대대적인 기업 혁신을 통해 클라우드 기업으로 거듭나는 추세

### [기업의 클라우드 활용 분야 확대]

- 빅데이터: 제4차 산업혁명의 사업 모델은 빅데이터의 기술적 배경을 갖고 있고 이를 구현하기 위해서는 클라우드 환경이 필요
  - 과거 수많은 데이터가 만들어지고 있었지만, 데이터 안에 큰 가치가 있음에도 불구하고 대규모 데이터를 저장하고 처리하는 방법이 없어 폐기
  - 클라우드 환경으로 인해 데이터를 수집하고 분석하여 의미 있는 정보나 통찰력 (insight)을 추출하는 Big Data가 새로운 산업으로 주목
  - 실시간으로 수집되는 대규모 데이터를 클라우드 환경에 저장해 놓고, 대규모 연산을 클라우드가 제공하는 IT 자원을 활용하여 단시간에 처리 가능
- 인공지능(AI): 인공지능, 특히 딥러닝을 위해서는 대규모 데이터의 수집과 분석이 이루어지고 학습이 필요 하는데 이를 위해서는 클라우드 환경이 필요
  - 인공지능은 인간의 인식, 판단, 추론, 문제해결, 언어나 행동지령·학습기능과 같은 인간의 두뇌작용과 같이 컴퓨터 스스로 추론·학습·판단하면서 작업하는 시스템
  - 인공지능 기술은 최근 클라우드 컴퓨팅 및 빅데이터 기술의 발전과 컴퓨팅 파워의 개선과 딥러닝 등 알고리즘의 발전으로 기술력이 급성장
- 사물인터넷: 사물 인터넷은 일반적인 사물에 인터넷 기능을 추가하여 지금까지와 다른 사물의 가치를 제공하는 것으로 클라우드 환경에서 동작
  - 클라우드는 수많은 센서에서 실시간으로 수집되는 데이터를 수집하는 것, 대규모 데이터를 분석하여 최적의 의사 결정을 내리는 것, 의사 결정에 따라 사물을 제어하고 상태를 모니터링 하는 환경을 클라우드를 통해 제공



## 6 기술의 발전 방향

- 차세대 웹 기술과의 접목을 통한 다양한 단말과 유기적으로 연동 가능한 유비쿼터스 서비스 플랫폼으로 발전
  - 스토리지, 서버, 네트워크 자원 등의 개별적인 가상화 기술에서 하나로 통합된 형태로 제공되는 클라우드 플랫폼으로 발전 전망
  - 초기 스토리지 서버 등의 단순 컴퓨팅 자원 가상화로부터 시작하여 최근 미들웨어, 응용 레벨의 가상화를 통한 응용 플랫폼 차원의 클라우드 컴퓨팅 환경으로 진화
- 클라우드 서비스는 다양한 형태로 발전
  - 기존 서버 수준 클라우드를 넘어서 미들웨어, 플랫폼 수준으로 진화하고, 다양한 미디어 기술과 접목을 통한 미디어클라우드, 모바일 단말간 연동을 통한 모바일클라우드, 그리고 소셜 서비스를 위한 소셜클라우드 등의 형태로 발전
- 빅데이터, IoT 등의 신기술의 근간이 되면서 다양한 융복합형 서비스로 확대 발전
  - 클라우드 컴퓨팅이 지능 집적의 중심이 되어 클라이언트에게 지능을 제공하거나 지능형 서비스를 제공하여 인터넷 공간에서 브레인 역할을 수행할 것으로 전망됨
- 기존 HW 중심에서 SW 중심의 자원 가상화로의 급속한 발전
  - 최근 소프트웨어 정의 스토리지/네트워크로 확장되어 SW 중심의 가상화로 전이
  - 인-메모리 VDI 등 중요 서비스 및 응용 환경 지원을 위한 고성능/고가용성 등 신뢰성을 확보하는 HPC(High Performance Computing) 기반 기술로 발전
  - 성능 한계를 극복하기 위한 이종 가속 HW(GPGPU, MIC<sup>2)</sup>, FPGA<sup>3)</sup>, TPU<sup>4)</sup>, 최신 메모리 계층(NVDIMM<sup>5)</sup>, 새로운 저장 장치(HMS<sup>6)</sup>, SMR<sup>7)</sup> 활용을 통한 HW 융합 가상화 플랫폼 기술로 진화

2) MIC(Many Integrated Core): 고성능 컴퓨팅을 위한 인텔의 새로운 아키텍처로서 x86 명령어 집합을 지원

3) FPGA(Field Programmable Gate Array): 설계 가능 논리 소자와 프로그래밍가능 내부선이 포함된 반도체 소자

4) TPU(Tensor Processing Unit): Google에서 발표한 Tensorflow 가속 HW

5) NVDIMM(Non-Volatile Dual In-line Memory Module): DRAM 슬롯에 장착하는 초고속 비휘발성 메모리

6) HMS(Host Managed SSD): FTL, 제어 로직을 호스트측으로 옮겨 자가격화, 고성능, 고신뢰를 지원하는 새로운 SSD

7) SMR(Shingled Magnetic Recording): 중첩 기록을 통해 기록 밀도를 높인 HDD

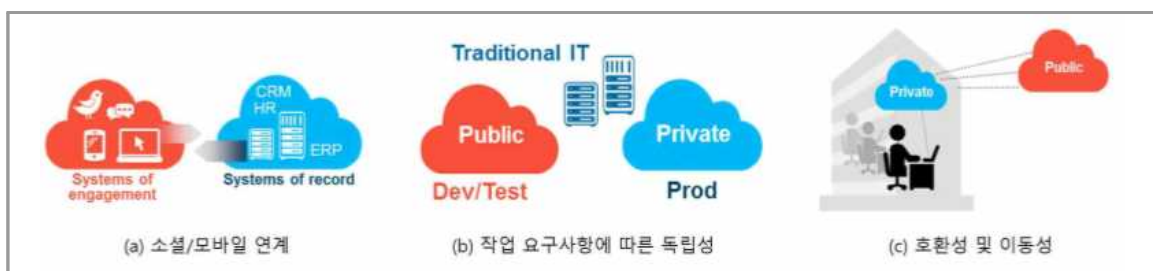


## 7 향후 전략 핵심 분야

### [하이브리드/멀티 클라우드]

- 클라우드컴퓨팅이 제공하는 IT 인프라 운영의 편리성과 효율성을 기업 비즈니스 프로세스에 접목시키기 위해서는 기업의 입장에서는 온프레미스 기반의 비즈니스 프로세스를 일부는 퍼블릭 클라우드에서, 또 다른 일부는 자체 구축한 프라이빗 클라우드(private cloud)에서 병행 실행할 수 있는 전략이 필요
  - 퍼블릭 클라우드의 고유 특성을 최대한 활용하고, 한 클라우드에만 락인(lock-in) 되는 위험요인을 최소화하기 위해서는 다수의 퍼블릭 클라우드 도입이 필요
- 하이브리드 클라우드 유스케이스(Use Cases)
  - 핵심 비즈니스 시스템과 모바일 혹은 소셜 환경을 접목한 새로운 가치 창출하거나, 작업 종류 및 요구사항에 따른 클라우드 구분 활용으로 효율성은 극대화하고 위험은 최소화 또는 상황에 따른 애플리케이션 실행환경 최적화

( 그림-10 ) 유스케이스: 비즈니스 가치 확대 및 최적화

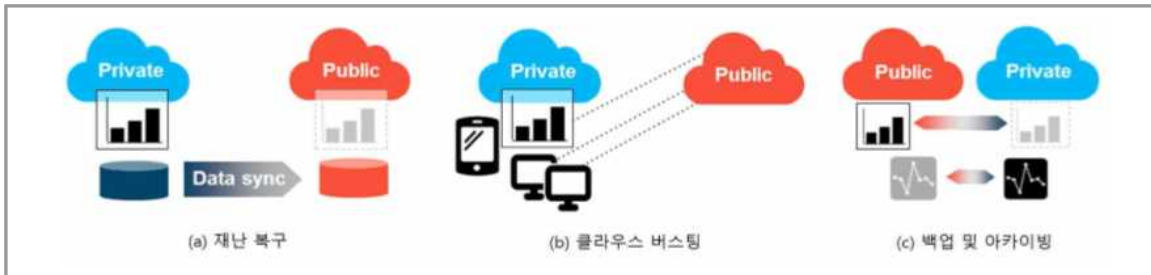


\* 출처 : IBM 홈페이지, 클라우드 이슈리포트(2019. 3) 재인용.

- IT 인프라 운영의 주요 위험관리 요소들이 하이브리드 클라우드를 통해 효과적으로 해결됨



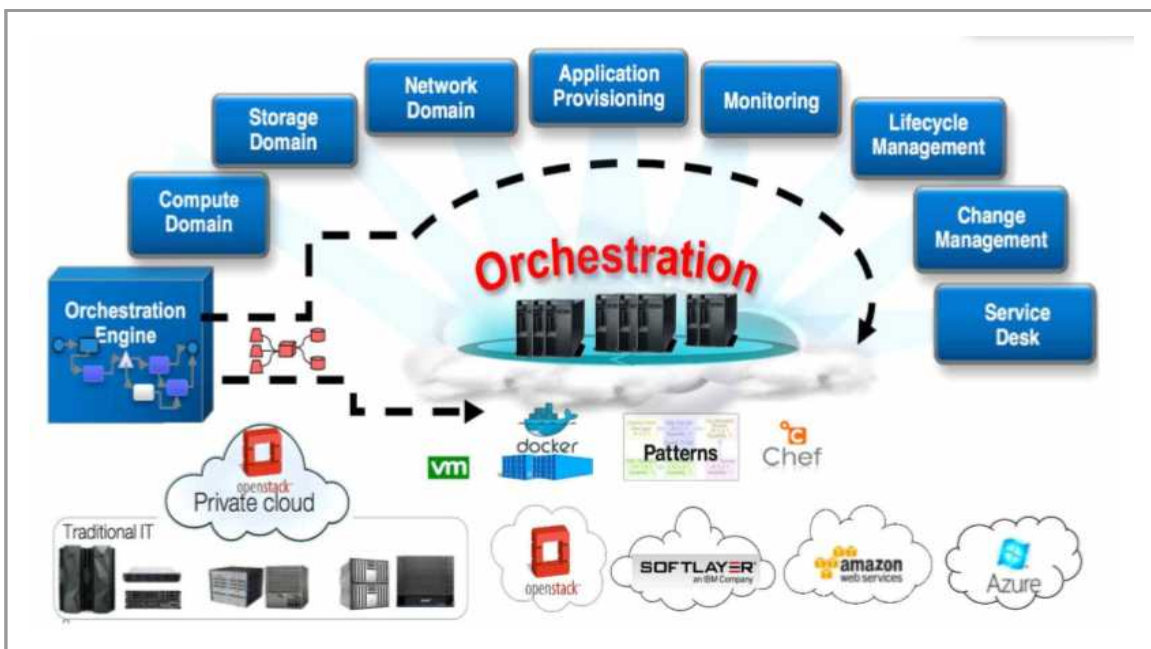
( 그림-11 ) 유스케이스: IT 운영상 위험관리



\* 출처 : IBM 홈페이지, 클라우드 이슈리포트(2019. 3) 재인용.

- 클라우드 전반의 자원을 관리/조율하는 오케스트레이션(Orchestration)
  - 하이브리드 클라우드를 구성하는 기능적 관점에서의 요소는 매우 다양하다. 컴퓨트 (compute) 엔진, 스토리지, 네트워크, 애플리케이션 실행환경, 모니터링 등이 있으며, 프라이빗 클라우드와 퍼블릭 클라우드 상에 다수의 인스턴스(instance)로 존재
  - 클라우드 내에서, 혹은 외부 클라우드 간의 오케스트레이션 기능은 하이브리드 클라우드 구축에 있어 매우 중요한 요소

( 그림-12 ) 하이브리드 클라우드 오케스트레이션 아키텍처



\* 출처 : Computer Measurement Group, 클라우드 이슈리포트(2019. 3) 재인용.

## [클라우드 엣지 컴퓨팅 기술]

- Real-Time IoT(실시간 사물인터넷)를 실현하기 위해서는 데이터의 이동경로를 단축하고 정보교환을 빠른 시간 내에 수행할 수 있는 엣지 컴퓨팅(Edge Computing)이 반드시 필요
- 엣지 컴퓨팅은 기존의 중앙집중식의 클라우드 시스템과는 달리, 데이터의 처리를 기기와 가까운 엣지(Edge, 가장자리)에서 수행하게 함으로써 실시간성을 보장

( 그림-13 ) 사물인터넷을 위한 실시간 보장 엣지 컴퓨팅의 특징과 구조 비교



\* 출처 : 중소기업 기술로드맵, 2018 -2020, 2017.

- IoT 서비스의 확산으로 인해 데이터가 늘어남에 따라 이를 저장하고 처리하기 위한 클라우드 컴퓨팅과 인공지능이 동반 성장하고 있으나, 갈수록 늘어나는 데이터 부하를 더 효율적으로 처리하고 데이터의 전송과 저장에 따른 네트워크 및 스토리지, 컴퓨팅 자원에 요구되는 부담을 덜기 위해 엣지 컴퓨팅이 필요
- IoT에 연결되는 단말의 수는 2020년에만 300억 개를 넘어갈 것으로 예상되며, 이에 따라 세계 클라우드가 처리해야할 연간 네트워크 부하량은 14.1제타바이트(Zeta



Byte, ZB)에 이를 것으로 추정

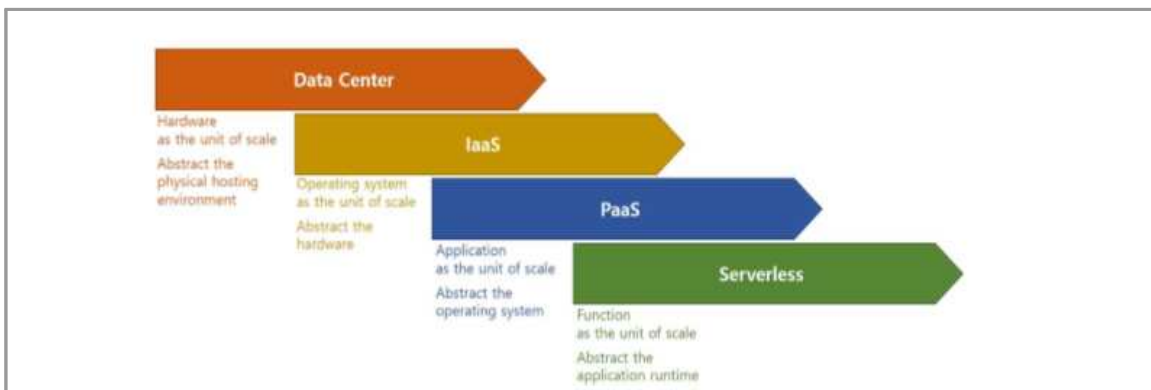
■ 기술 개발 이슈로는

- IoT 센서로부터 수집한 로우데이터는 전처리 과정을 거쳐 분석 가능한 형태로 변환해야 하는데, 하둡(Hadoop), 하이브(Hive)등과 처리속도와 낮은 지연율을 위한 카우치베이스(Couchbase)등이 대표적인 대용량 처리시스템
- 엣지 컴퓨팅을 통해 IoT 서비스의 실시간 성능을 보장하기 위해서는 서비스 인터페이스 기술, HW와 SW의 뒷받침기능, 인공지능의 활용이 요구
- 실시간 보장을 위해서는 우선 빠른 데이터 분석을 위하여 기존 데이터 분석 패러다임의 전환이 필요하고, 엣지 컴퓨팅을 활용한 데이터의 전처리에 초점을 맞춘 플랫폼이 개발 중

[서버리스 컴퓨팅]

- 최근 클라우드 컴퓨팅 부문에서 가장 주목받는 용어 중 하나가 바로 '서버리스 컴퓨팅(Serverless Computing)'으로 새로운 IT 인프라 아키텍처를 의미
- 서버리스 컴퓨팅은 클라우드컴퓨팅의 한 실행 모델이며 실행에 필요한 하드웨어 자원의 배분 및 할당을 클라우드에서 동적으로(dynamically) 관리해 주는 것으로 애플리케이션이 실제 사용한 자원 분량에 대해서만 과금되어 미리 확보해 놓은 자원에 대해 과금하는 기존 클라우드 방식과 대비

( 그림-14 ) 클라우드 컴퓨팅의 진화



\* 출처 : NIA, 클라우드 이슈리포트, 2018. 6.

- 서버리스 컴퓨팅은 이러한 클라우드 인프라에서 한발 더 나아간 개념으로 플랫폼이 모든 작업을 수행하고 이 기능이 실행된 횟수와 시간에 따라 비용을 청구하는 특성 때문에 FaaS(Functions as a Service)라는 용어와 혼용
- 서버리스 컴퓨팅은 클라우드 환경에서의 새로운 소프트웨어 아키텍처로 가상화 기술을 이용해 다양한 인프라 리소스를 거대한 단일 풀로 만드는 클라우드가 확산하는 초기에는 클라우드의 기본 실행 단위가 가상머신이었다면 현재는 '서비스' 중심의 컨테이너로 더 세분화됐고, 서버리스 컴퓨팅은 이를 기능 단위로 더 잘게 쪼갠 것
- 빅3의 서버리스 컴퓨팅 현황
  - 아마존, 마이크로소프트, 구글 모두 자사의 클라우드 서비스에서 서버리스 컴퓨팅을 지원하고 있음



AWS Lambda



Azure Functions



Google Functions

- 아마존이 AWS 람다로 서버리스 컴퓨팅 시장을 개척하기 시작한 후 마이크로소프트는 애저 함수(Azure Functions), 구글은 클라우드 함수(Google Functions)란 브랜드로 서버리스 컴퓨팅 지원을 표방
- 서버운영에 대한 부담, 또는 컨테이너 오케스트레이션 설정 및 관리에 대한 고민 없이 바로 애플리케이션을 클라우드에서 구동할 수 있다는 강점

### [클라우드와 결합되는 서비스 형태의 블록체인]

- 블록체인에 대한 시도는 아직까지 암호화폐를 비롯해 금융 전반의 기술에 집중되는 경향이 있었으나, 최근에는 블록체인 자체가 클라우드의 한 요소로 쓰일 수 있는 가능성이 제시



- 마이크로소프트는 그 블록체인의 노드를 클라우드로 구성할 수 있도록 플랫폼 클라우드 서비스를 접목
  - 인도의 '테크 머신드라'라는 기업과 협업을 통해 클라우드서비스인 애저 플랫폼에 블록체인을 결합하고, 이를 통해 무작위로 전화를 거는 텔레마케팅을 식별하고 이를 걸러내는 서비스를 준비 중
- 구글은 블록체인 스타트업인 '디지털 애셋(Digital Asset)'과 파트너십을 맺고 구글 컴퓨터엔진에 블록체인을 쉽게 적용할 수 있는 프로젝트를 시작
  - 개발자들이 직접 플랫폼을 구성하지 않아도 클라우드 내에서 블록체인 기반의 응용 프로그램을 만들고 테스트와 배포까지 활용할 수 있도록 하는 환경 구축하여, 응용프로그램과 서비스에 대한 아이디어만 있다면 직접 블록체인을 개발 가능
- 아마존은 '아마존웹서비스'를 통해 블록체인 시장에 접근
  - 대부분의 쇼핑 관련기업들이 블록체인을 기존 통화를 대신할 결제 수단으로 이용하는 데에 비해 아마존은 결제 시스템과 거리를 두고 대신 블록체인을 기반으로 한 클라우드서비스를 개발 준비
  - 최근 '칼레이도(Kaleido)'라는 블록체인 스타트업은 아마존과 파트너십을 맺고 클라우드 상에서 블록체인의 구축과 운영을 단순화할 수 있도록 함

## IV 스토리지(Storage)

### 1 개념 및 특성

- 스토리지(Storage)는 서버와 연결하여 다양한 IT 서비스를 제공하기 위해 디지털 데이터를 효율적으로 저장/관리/보호하는 장비
  - 스토리지 HW(저장매체, 스토리지 컨트롤러, 인클로저 등), 스토리지 SW, 시스템 연결망으로 구성
- 스토리지 SW는 크게 스토리지 장치에 데이터를 읽고 쓰기 위한 데이터 저장 관리 SW, 다양하고 복잡한 스토리지 장치를 유기적으로 조직/관리하기 위한 스토리지 관리 SW, 저장된 데이터의 유실을 방지하는 데이터 보호/복구 SW로 구성
  - 본격적인 스토리지 환경에서는 데이터를 상시적으로 빠르게 저장하고 접근하기 위한 고성능의 주력 스토리지를 중심으로, 고용량의 보관용 스토리지, 백업/이중화 스토리지, 클라우드스토리지 등을 용도에 따라 조합하여 구성

( 그림-15 ) 스토리지 구성요소 및 서비스 체계



\* 출처 : 미래창조과학부, 중소중견기업 기술로드맵(컴퓨팅인프라, 2016) 재인용.



- 스토리지 제품은 미디어 보다는 상호연결성(interconnection)이나 데이터 구성(organization)에 따라 분류하거나 스토리지의 성능과 용량에 따라 분류할 수 있음

< 표-7 > 스토리지 제품분류 관점 기술범위

분류	제품분류 관점	세부기술	
스토리지	상호 연결성	DAS (Directly Attached Storage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 서버 내부 또는 외부에 직접 연결되며 SCSI, SATA, SAS, USB 등의 연결 프로토콜이 사용되었으나 최근 NVMe, IEEE 1394, Fibre Channel 등의 기술도 이용됨</li> <li>• RAID 컨트롤러 및 제어 기술</li> </ul>
		JBOD (Just a Bunch of Disks)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SCSI, SATA, Fibre Channel 등을 이용하여 다수 스토리지 미디어를 연결하는 기술</li> <li>• 고에너지효율/초고밀도 스토리지 용량 제공</li> </ul>
		NAS (Network Attached Storage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ethernet 기반 파일 공유 기술</li> <li>• Scale-up 및 scale-out 지원 기술</li> </ul>
		SAN (Storage Area Network)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• iSCSI 연결 및 TOE (TCP Offload Engine) 기술</li> <li>• 고속 Fibre Channel 연결을 위한 switching fabric 기술</li> </ul>
		유니파이드 스토리지 (Unified Storage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FC SAN, iSCSI, NAS(CIFS, NFS), FCoE, HTTP 등 여러 스토리지 액세스 프로토콜을 지원</li> <li>• 성능 하향이 없는 Scale-out 지원 기술</li> </ul>
	데이터 구성	파일 스토리지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개인용 NAS 등에서 파일 공유를 위해 사용</li> <li>• Scale-out NAS 기술</li> </ul>
		블록 스토리지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibre Channel, iSCSI, AOE 등 스토리지 인터커넥션 기술</li> <li>• RAID 컨트롤러 및 제어 기술</li> </ul>
		오브젝트 스토리지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비정형데이터의 분산 저장 및 가용성/신뢰성 유지 기술</li> <li>• 고집적(고밀도) 고성능 달성을 위한 기술-SSD, NVMe, air flow 분석, 고효율 전원공급장치 등</li> </ul>
		SDS (Software Defined Storage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이종 하드웨어 지원을 위한 스토리지 가상화 기술</li> <li>• 데이터 압축 및 중복 제거 기술, 데이터 복구 기술</li> </ul>

\* 출처 : 중소벤처기업부, 중소기업 기술로드맵, 2018-2020, 2017.

- 공급측면에서 스토리지 기술은 저장 미디어, 스토리지 컨트롤러, 스토리지 연결, 인클로저, 소프트웨어 기술을 포함



< 표-8 > 스토리지 공급측면 기술범위

분류	공급망 관점	세부기술
스토리지	저장 미디어	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HDD, SSD, 하이브리드 저장장치</li> <li>• SCM 기반 저장장치</li> </ul>
	스토리지 컨트롤러	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RAID 컨트롤러 기술</li> <li>• 자동 failover, Sanpshot 및 원격 복제 기술 등의 고가용성 기술</li> <li>• 스토리지 연결성 지원 기술</li> </ul>
	스토리지 연결	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SATA, SCSI, FC, SAS, NVMe 등 back-end 인터페이스</li> <li>• iSCSI, Ethernet, Infiniband 등 고속 front-end 인터페이스 기술</li> </ul>
	스토리지 외장	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발열을 줄이기 위한 냉각 시스템 및 온도 제어기술</li> <li>• 전력 모니터링 및 전력 효율 관리 기술</li> <li>• 전원 이중화 기술</li> </ul>
	소프트웨어	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스토리지 가상화 기술</li> <li>• 스토리지OS</li> <li>• 데이터 압축 및 중복제거 / 암호화 /복구 기술</li> </ul>

\* 출처 : 중소벤처기업부, 중소기업 기술로드맵, 2018-2020, 2017.

## 2 스토리지 기술 동향

### [대용량 클라우드 스토리지 SW 개발]

- 소셜, 모바일, IoT 등에 의한 기하급수적인 데이터 증가 속도 및 이에 대한 효율적인 저장과 처리의 필요성에 의해 규모가 더 큰 스토리지에 대한 요구가 발생
  - 국내에서는 인터넷 포털, 클라우드, 통신 사업자 등에서 페타스케일 스토리지 구축 사례가 증가하고 있는 가운데 대표적인 인터넷 포털 업체인 NHN, 다음커뮤니케이션즈는 자체적으로 페타바이트 규모를 지원하는 분산 파일 시스템을 개발하여 자사 서비스에 활용 중
  - 국외에서는 클라우드 컴퓨팅 사업자, 빅데이터 분석, 슈퍼컴퓨팅 등에서 페타스케일 스토리지 구축이 증가하고 있으며, Intel, Apache, Redhat 등이 공개 SW 기반



의 페타스케일 분산 파일 시스템을 개발하여 배포

- 빅데이터, 가상화/클라우드, IoT 및 5G 등의 고성능 빅스케일 응용의 확산과 더불어 초고속 스토리지 분야의 활발한 기술 개발 진행 중
  - 기존 엔터프라이즈 스토리지 기업도 하이브리드 플래시 어레이 및 올 플래시 어레이 제품을 출시
  - 가상화 및 클라우드 기술의 확대와 더불어 스토리지 기술의 중심이 HW에서 SW로 전이
  - SSD 등 저장 매체의 성능향상으로 고속/저지연을 목적으로 하는 연결망/프로토콜 연구 진행 중
- 기존 저장시스템의 성능, 규모, 확장성, 신뢰성 한계 극복을 위한 새로운 구조의 저장시스템 기술 연구가 진행 중
  - 병렬/분산 저장 시스템의 규모가 페타바이트에서 엑사바이트급으로 전이되고 있으며 성능 또한 수백 GB/s에서 수TB/s급 이상으로 발전
  - HDD 중심에서 SSD(Solid State Disk) 및 차세대 메모리-스토리지 융합형 저장시스템으로 발전
  - 슈퍼컴퓨터로 대변되는 고성능 컴퓨팅시스템에서 연산 노드와 스토리지 간의 IO 병목 해결을 위한 IO Node(버스트 버퍼 기술 적용) 도입 시작

### [데이터 저장 관리 SW]

- 모바일 컴퓨팅을 위한 플래시 메모리 기반 파일 시스템 기술과 사물 인터넷/빅데이터 등 폭발적으로 증가하는 데이터 저장을 위한 네트워크 기반 분산 파일 시스템 중심으로 기술들이 개발
  - 고성능 스토리지를 위한 전통적 디스크용 파일시스템에서 플래시 메모리 성능을 최대한 활용하고 특성을 고려하기 위한 플래시 파일 시스템으로 진화
  - Nimble, PureStorage의 경우 디스크를 완전히 플래시 메모리로 대체한 올플래시 스토리지 제품을 출시

- 클라우드, 빅데이터 분석 등 분야에서 Hadoop, GlusterFS, Ceph 등 공개 SW 파일 시스템 기술이 널리 활용
- 데이터 폭증으로 인한 스토리지 투자비용을 절감하고, 복잡한 스토리지 운영을 단순화하기 위해 SW 정의 스토리지 인프라 기술이 주목받고 있음

### [스토리지 관리 SW]

- SAN/NAS 위주의 스토리지 관리 기술은 점차 하이퍼컨버지드 인프라, SW 정의 스토리지, 올플래시 스토리지 관리로 다변화
- 컴퓨팅, 네트워크, 스토리지 및 보안을 가상화하여 완전히 자동화되고 정책이 바로 적용되는 SW 정의 데이터센터 구축의 일환으로 서버, 스토리지, 네트워크가 통합 관리 가능한 하이퍼 컨버지드 인프라 기술이 부상
- 스토리지 관리 기술의 전통적 강자인 EMC, HP, IBM 등 글로벌 스토리지 기업들은 자사의 기업용 스토리지 관리 도구에 SW 정의 스토리지 기술을 접목하여 스토리지 정책, 입출력 최적화, 자동화 등을 강화
- 올플래시 스토리지 및 하이브리드 스토리지는 SSD(Solid State Drive)를 주력 저장 장치로 채택하는 스토리지로 기계식 회전에 의존하는 기존 HDD의 물리적 한계를 극복하는 장치로 주목받고 있음
- 스토리지 관리의 대상이 기존의 디스크 위주에서 올플래시 및 하이브리드 스토리지로 확대

### [데이터 보호/복구 SW]

- Quantum LTO, IBM Backup Tape Custody Service 등 테이프 백업 기술은 낮은 백업/복구 성능, 잦은 미디어 에러, 백업 자원의 비효율성 등의 문제점이 존재하나 저렴하고 안전한 백업 기술로 인식
- EMC, IBM, Quantum, NetApp 등과 같은 기존 데이터 아카이브 솔루션 기업 뿐만 아니라 Amazon 등에서 클라우드 통합형 데이터 아카이브 서비스를 개발
  - 개인 정보 보호를 위한 보안 기술을 적용



- 수 초 이내에 데이터 접근 가능한 디스크 기반의 액티브 아카이브 기술 채택
- Quantum, NepAppt 등에서 빅데이터 융합 플랫폼으로 전환을 위한 운영 스토리지와 아카이브 스토리지를 밀접하게 융합시킨 기술을 개발
- 국내의 경우, 다우기술, 이포텍 등에서 이메일 아카이브 시장을 공략하기 위한 데이터 아카이브 솔루션을 보급하고 있으며, 유투앤이 방송 분야를 중심으로 디스크 기반 아카이브 스토리지 기술을 공급

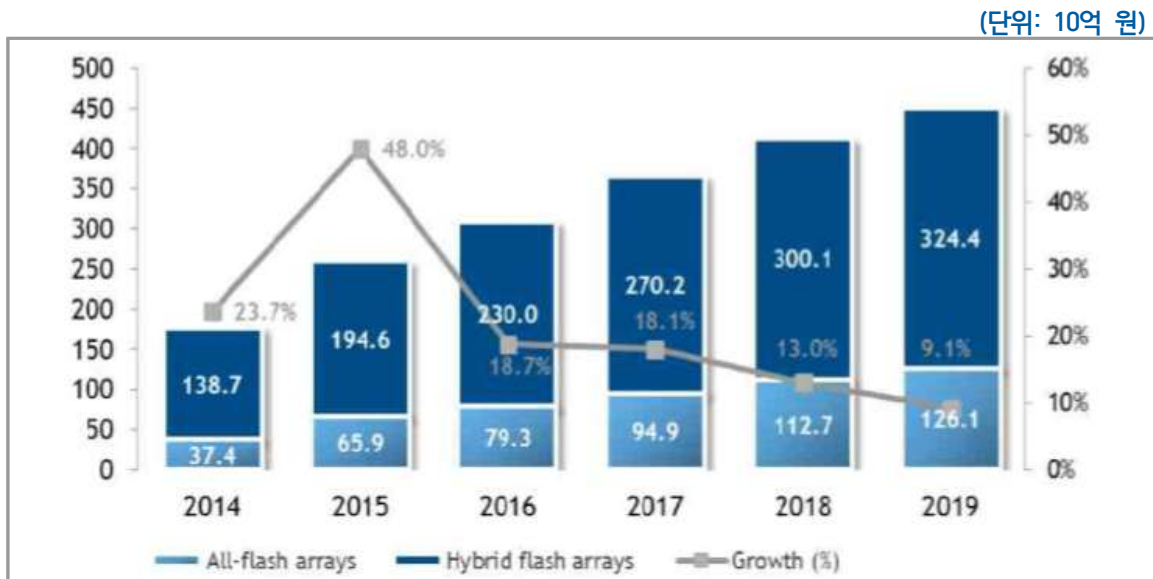
### 3 스토리지 시장 동향

#### [시장 동향]

- 스토리지는 전통적으로 IT인프라 중에서도 가장 아래에 존재하는 시스템으로 인식 되어 왔으며, 고가의 장비로서 시스템 구성이 복잡하고 장애 발생으로 데이터의 손실이 발생하면 손실과 복구의 비용이 크기 때문에 제품의 공급과 도입에 있어 검증되지 않은 신규 사업자의 진입이 어려운 분야
  - 제품의 성능, 기능 외에 호환성, 상호운용성 등이 중요하며, 스토리지 교체 또는 데이터 마이그레이션 시 작업이 복잡하고 오류 위험성이 있어 수요자는 기존 업체를 유지하고자 하는 동기가 큼
  - 그러나 빅데이터, 클라우드, IoT 서비스의 보급 등 환경의 변화로 다양한 용도에 맞는 성능과 기능이 요구되며 올플래시 등 새로운 기술이 적용된 스토리지에 대한 필요성이 커지고 있고 이에 따라 시장이 재편되고 있음
- 빅데이터, 모바일/클라우드 컴퓨팅 등 IT산업의 패러다임 변화가 데이터의 폭발적인 증가를 야기하여 전 세계 스토리지 수요 급증
  - 기존 기업용 스토리지 시스템 시장 규모는 축소되고 있는 반면, 올플래시 스토리지 시장은 성장 추세
  - 기업의 데이터 요구 용량은 증가하고 있으나 HDD 기반의 기존 스토리지 시장은 규모가 축소되어 매출액이 감소하고 있는 추세로, 그 영향으로 글로벌 업체들의 M&A가 활발히 이루어짐

- 국내 시장에서도 2016년 전체 스토리지 시장은 5.7% 성장하였으나, HDD 기반 스토리지는 8.3% 감소. 전체 시장 증가는 하이브리드 스토리지(40.3%)와 올플래시 스토리지(76.2%)의 성장이 견인하였고, HDD는 전체 스토리지 시장에서 48.2%의 비중을 차지함
- SSD의 가격이 하락하고 중복제거 및 압축 기술이 적용되면서 플래시 스토리지의 도입 단가가 내려가 하이브리드 플래시 스토리지 중심으로 시장이 재편되고, 올플래시 스토리지의 성장세가 가장 클 것으로 예상됨

( 그림-16 ) 국내 플래시 스토리지 시장 전망



\* 출처 : BI Korea, 국내 플래시 스토리지 시장 현황과 전망(2016), 2017 중소기업기술 로드맵 재인용.

- 미래에 도래할 초연결 사회는 스토리지를 핵심 인프라로 하여 구현될 것으로 전망
  - x86기반의 가상화 및 클라우드 환경으로 빠르게 전환되면서 전 세계적으로 스토리지 시장 확대
  - 특히 x86기반 가상화 환경에서 확장성과 관리 편의성을 장점으로 한 유니파이드 스토리지가 급성장
- EMC, HP, IBM 등 디스크 및 네트워크 기반 데이터 저장 기술을 선도하고 있으며 빅데이터, 클라우드 등 다양한 서비스를 지원하는 기술 개발



- 스토리지 SW 및 HW를 포함한 세계 스토리지 시스템 시장은 EMC, HP, Dell, IBM, NetApp에 의해 60%이상 점유되고 있으며 2015년을 기점으로 플래시 스토리지가 시장 점유를 확대해 나가고 있음
- 클라우드 사업자가 제공하는 스토리지를 인터넷을 통해 임대하여 활용하는 클라우드 스토리지가 활성화 되고 있음
  - Amazon S3, Dropbox, Naver NDrive와 같은 클라우드 스토리지를 인터넷을 통해 원격으로 활용하는 형태의 스토리지 서비스
- 삼성전자는 플래시 메모리 파일 시스템(F2FS: Flash-Friendly File-System)을 개발하였고, 네이버, ETRI 등 디스크 기반의 페타스케일 파일 시스템 기술을 개발 (Naver OwFS, ETRI GLORY-FS)
- 전통적 스토리지 관리 기술은 성숙 단계로 EMC, HP, IBM 등의 글로벌 스토리지 기업이 선도
  - 스토리지 자원 관리 기술은 기업이 보유하고 있는 디스크들의 성능과 사용률을 최적화 하여 총 총소유비용을 절감하기 위한 기술로 중앙집중적으로 관리 하기 위해 스토리지 전용 네트워크(SAN)에 연결된 디스크들을 관리 대상으로 함
  - NetApp OnCommand Insight, Symantec, IBM Tivoli Storage Productivity Center 등이 대표적인 스토리지 자원 관리 SW
  - 글로벌 스토리지 기업들은 자사의 기업용 스토리지 관리 도구에 SW 정의 스토리지 기술을 접목하여 스토리지 정책, 입출력 최적화, 자동화 등을 강화하고 있음
- 국내 업체로는 아이오테크, 앤서티 등 백업 SW업체들이 일부 스토리지 업체와 협업해 통합 제품을 내놓고 있지만 사실상 시장 점유는 미비한 수준으로 아직까지 외산 백업SW에 비해 성능이 떨어지고, HW의 핵심인 스토리지를 공급하는 국산 업체가 거의 없는 것이 원인
  - 기존 스토리지에 NAS SW를 부가적으로 장착하여 부가가치를 올리는 기업, 기존의 HDD 스토리지를 DRAM이나 SSD로 대체한 미래형 스토리지를 개발하는 기업이 존재하는 정도
- 세계 스토리지 시장은 글로벌기업에 의해 과점화 되어 있음

- 세계 스토리지 시장은 글로벌기업 5곳이 55% 이상 점유하고, 국내에서는 글로벌 기업 6곳이 80% 이상을 독과점하고 있음

< 표- 9 > 세계 스토리지 시장 업체별 점유율

(단위: %)

기업	EMC	HPE	Dell	IBM	NetApp
점유율	19.3	15.5	9.7	7.3	7.2

\* 출처 : IDC(2016), 중소중견기업 기술로드맵(컴퓨팅인프라, 2016) 재인용.

< 표-10 > 국내 스토리지 시장 업체별 점유율\*

(단위: %)

기업	EMC	Hitachi	넷앱	HPE	IBM	Oracle
점유율	45.0	14.5	10.9	7.9	7.0	4.6

\* 2018년 2분기 점유율로 1분기 점유율도 순위변동 없이 유사함.

\* 출처 : IDC(2018), 전자신문(2018. 9. 7) 재인용.

## [세계 시장 전망]

- 세계 스토리지 시스템 시장은 EMC, HP, Dell, IBM, NetApp에 의해 60%이상 점유되고 있으며 저비용이면서도 확장성이 높은 클라우드 스토리지를 사용하는 기업이 증가하고 있음
- 대용량 데이터의 증가와 클라우드 서비스 도입으로 오브젝트 스토리지의 수요가 증가하고 있으며, 소프트웨어와 서버를 결합한 제품이 기존 스토리지 제품과 경쟁 중
  - 오브젝트 스토리지는 과거 주로 아카이빙 용도로 활용되었으나 검색 엔진이나 인터넷 서비스 업체들이 활용하게 되면서 급속도로 시장이 확장되고 있으며, 이에 따라 분산파일 솔루션 업체들이 서버의 스토리지를 활용하여 소프트웨어 기반으로 고성능 오브젝트 스토리지를 구현
  - 오브젝트 스토리지 시장은 분산파일 솔루션을 보유한 소프트웨어 업체가 주도할 것으로 예상되고 있으며, 구글, 페이스북, AWS 등 하이퍼스케일 데이터센터의 요구가 늘어남에 따라 OEM 및 ODM 제품의 점유율이 증가하는 추세



- IDC(2018)에 따르면 세계 스토리지 시장 규모는 17년 358억불 시장에서 22년 568억불 시장 규모로 성장 할 것으로 전망
  - 오브젝트 스토리지 시장은 17년 141억불 규모에서 22년 215억불 규모로 성장 할 것으로 전망
  - 파일 스토리지 시장은 17년 110억불 규모에서 22년 141억불 규모로 성장 할 것으로 전망
  - 소프트웨어 정의 스토리지 시장은 17년 107억불 규모에서 22년 213억불 규모로 성장할 것으로 전망

### [국내 시장 전망]

- 국내 스토리지 시스템 시장은 히타치(효성인포메이션시스템), EMC(한국 EMC), NetApp(한국넷앱), HP(한국HPE) 등 외산 솔루션이 점유하고 있고 지속적인 외산제품의 시장의 점유 예상
  - 현재 국내 백업 어플라이언스 시장을 주도하는 기업은 EMC로서 국내 시장 점유율이 무려 70%를 넘고 있으며, 나머지 시장도 시만텍, 퀴텀 등이 점유하고 있음
- 국내 스토리지 시장규모는 2016년 기준 7,110억 원으로 추정되며, 연평균 2%로 성장하여 2021년에는 7,865억 원 규모로 증가할 것으로 예상 (IDC, 2016)
  - 전통적인 NAS, SAN 스토리지 시장은 줄어들고 SDS(소프트웨어 정의 스토리지), HCI(Hyper-Converged Infrastructure)시장이 증가 할 것으로 예상



## 4 주요 이슈

- 엑사스케일 데이터 시대에 진입
  - 클라우드 기반 모바일, 소셜에서부터 IoT, 빅데이터 부상으로 생산되는 데이터양이 엑사바이트 수준으로 확대되어 거대 데이터 규모에 적합한 새로운 파일 시스템 기술에 대한 해결책 마련이 필요
  - 클라우드 파일 시스템에서 복제 방식의 경제성 및 자원 비효율성 문제를 극복하기 위한 새로운 방식의 데이터의 내결함성 보장 기술에 대한 요구 확대
- 외산 스토리지 기술 종속성 극복 위한 국내 기술 수요 확대, 생태계 조성 필요
  - 생태계상 외산 스토리지 제품의 수입 유통 비중이 높아지고 자체 기술 보유 기업은 한계상황에 직면
  - 국산 제품의 국내 수요가 일정부분 확보되고, 사용자 커뮤니티가 활성화 되는 등 자생적 생태계가 활성화 되어야 신제품 개발 등 선순환 구조로 이어질 것임
  - 최근의 스토리지 기술은 빅데이터, 인공지능 등의 부상에 따라 고성능화, 대규모화, 비용 효율성, 관리 유연화가 대두됨에 따라 올플래시 스토리지, SW 정의 스토리지, 하이퍼컨버지드 인프라 등이 주목받고 있으나, 원천기술이 매우 미약한 실정임
- 빅데이터, 인공지능 등 새로운 분야와 동반 성장 가능한 융합 스토리지 R&D 필요
  - 빅데이터, 인공지능 등은 모두 대량의 데이터를 대상으로 분석 및 학습을 수행하므로, 이들 응용 하부에 존재하는 인프라의 성능 및 능력이 매우 중요
  - 새로운 응용 및 서비스 개발시 인프라와 연계 R&D를 통해 시스템SW의 새로운 도전 과제 발굴 및 동반성장 할 수 있는 기회가 주어져야 함



## 5 기술의 발전 방향

### ■ 비정형 데이터 처리를 위한 스토리지 기술

- 세계적으로 전체 디지털 데이터의 85% 이상을 차지하고 있는 비정형 데이터를 원활히 처리할 수 있는 스토리지 기술이 중점적으로 발전할 전망
- 미국의 EMC, NetApp 제품이 시장을 주도 중이고 중국의 Inspur, Huawei 제품도 시장에 급속하게 진출
- 스토리지 HW측면에서는 저전력 반도체, 고밀도 스토리지로 발전
  - ※ HDD 스토리지/저밀도(과거)→HDD-SSD스토리지/저밀도(현재)→ 반도체스토리지/고밀도(미래)
- 스토리지 구성측면에서는 NAS, SAN를 통합 지원하는 유니파이드 스토리지 기술로 발전
- 부품측면에서는 기존 스토리지 성능, 속도를 향상시키기 위한 가속 보조 기술(HW 캐시 등)로 발전
- SW측면에서는 개별 스토리지 관리, 운영 형태에서 서로 다른 스토리지를 통합 자원 관리하는 형태로 진화

### ■ SW 정의 스토리지 인프라, 오픈 소스가 확산 주도

- 데이터 폭증으로 인한 스토리지 투자비용을 절감하고, 복잡한 스토리지 운영을 단순화하기 위해 SW 정의 스토리지 인프라 기술이 주목
- 개방형 HW 기반으로 저비용으로 대규모 데이터 저장공간을 구성하는 것을 목적으로 하는 SW 정의 스토리지 인프라 기술과 기존 가상화 기반 스토리지 관리 기술을 확장한 SW 정의 스토리지 관리 기술이 혼재되어 사용됨
- 오픈 소스 스토리지 기술(Ceph, Swift, Gluster 등)이 SW 정의 스토리지 인프라 기술 확산을 주도하고 있는 가운데, 전통적 스토리지 기업은 자사의 스토리지 관리 기술을 고도화한 SW 정의 스토리지 관리 기술을 출시하고 있음

### ■ 유니파이드 스토리지 플랫폼으로 지속 발전할 것으로 예측

- 파일, 블록, 객체 등의 다양한 입출력 인터페이스가 하나의 플랫폼에서 통합 지원할 것으로 전망
- 응용이 인지하지 않은 상태에서 최적의 스토리지 계층으로 데이터를 마이그레이션하는 데이터 오케스트레이션 기술의 발전 예상
- 데이터 백업 및 스토리지 아카이빙 플랫폼의 통합을 통해 상황에 따라 백업 혹은 아카이빙 용도로 선택적으로 사용할 수 있는 기술로 발전
- 업무용으로 축적된 데이터에 분석 워크로드를 적용할 수 있는 빅데이터 분석 기술과 융합시킨 스토리지 아카이빙 시스템 기술로 발전 예측



## 6 향후 전략 핵심 분야

### [초고성능 컴퓨팅 스토리지 시스템 개발]

- 초고성능 시스템을 사용하는 관련 응용 프로그램이 다양화 되면서 최근의 빅컴퓨팅 (Bigdata, ML/DL)을 이용하기 위해 초대규모 데이터를 원활하게 처리할 수 있는 초고성능 스토리지 시스템의 개발로 진화
  - 글로벌 파일 서비스를 위한 분산 메타정보 관리기술과 확장성 지원을 위한 분산 자원 관리 기술
  - 대규모 응용을 원활하게 지원할 수 있는 버스트데이터 입출력 처리기술 개발
  - 다양한 기술(HDD, NVMeSSD, NVDIMM 등)을 혼합한 하이브리드 형태의 시스템 개발
- 스토리지 분야 핵심기술로 고성능 스토리지 기술은 고성능 저전력 반도체 스토리지 기술과 고성능 스토리지 신뢰성 강화기술이, 스토리지 확장기술은 스케일-아웃 NAS 스토리지 와 스케일-아웃 SAN 스토리지 기술이, 스토리지 SW기술은 스토리지 가상화 기술과 소프트웨어 정의 스토리지 기술이 발전할 전망

### [스토리지 SW 기술과 클라우드 스토리지 응용 SW의 융합 추세 확대]

- 병렬화, 데이터 변경 탐지, 동적 TCP 최적화, 중복 제거, 압축 등 다양한 WAN에 최적화 기술의 발전을 통해 클라우드 백업/아카이빙이 활성화될 것으로 예측
- 기존의 On-Premise 스토리지와 클라우드 스토리지가 연동되어 일시적으로 저장 공간이 부족하거나 장기 보관성 데이터가 누적될 경우 자동으로 일부 데이터를 클라우드로 이관하여 On-Premise 스토리지의 여유 공간을 확보하는 기술로 발전



## 참고문헌

- ETRI(2014), 초고성능컴퓨터산업 발전전략
- ETRI(2014), 클라우드 컴퓨팅 기술동향
- ETRI 전자통신동향분석(2013), 고성능 컴퓨팅 클라우드 산업동향 및 이슈
- ETRI 전자통신동향분석(2013), 클라우드의 산업동향 및 이슈
- IITP(2016), 2015년도 ICT 기술수준 조사보고서
- IITP(2017), 글로벌 상용 SW 로드맵
- IITP(2017), EU와 일본의 고성능 슈퍼컴퓨터(HPC) 정책
- KISA(2017), 클라우드 정보보호 안내서
- KISA(2017), 최근 클라우드컴퓨팅 서비스 동향
- KISTEP(2015), Super Korea 2020: 국가초고성능컴퓨팅 인프라 선진화 사업
- KOCCA(2017), 클라우드 컴퓨팅 기술 동향
- NIA 클라우드 이슈리포트(2018), 서버리스 컴퓨팅의 의미와 현황 그리고 과제
- NIA 클라우드 이슈리포트(2018), 클라우드 성장세와 국내 기술 사이의 거리
- NIA 클라우드 이슈리포트(2019), 하이브리드 클라우드, 2019년에 주목해야 할 트렌드
- NIPA(2018), 한국 클라우드산업 실태조사
- SPRi(2017), 국가 슈퍼컴퓨팅 역량 강화 전략
- SPRi.(2017), 클라우드 보안의 핵심이슈와 대응책
- TTA(2017), 클라우드 컴퓨팅 표준화포럼운영
- 국회입법조사처(2017), 클라우드 컴퓨팅의 현황과 과제



과학기술일자리진흥원(2018), S&T Market Report, 클라우드 컴퓨팅 기술동향  
 한국데이터진흥원(2016), 데이터산업 백서  
 한국컴퓨터산업협회(2016), 고성능컴퓨팅 산업 전망  
 한국정보통신기술협회 (2016), 국내외 클라우드 정책 및 산업동향  
 중기벤처기업부(2017), 중소기업 기술로드맵 2018-2020 (컴퓨팅인프라)  
 중소기업연구원 (2017), 제4차 산업혁명, 중소기업 정책방향  
 정부부처합동(2015), 클라우드 서비스 활성화를 위한 정보보호대책 보고서  
 IDC(2018), Worldwide Server Spending  
 IDC(2018), Worldwide File- and Objected-based Storage Forecast, 2018-2022  
 IDC(2018), Worldwide Software-Defined Storage Forecast, 2018-2022  
 IDG(2019), 클라우드도 진화한다  
 Intersect360 Reswarch(2017), HPC Market Update, ISC 17.  
 Gartner(2018), Hype Cycle for Compute Infrastructure  
 Gartner(2018), Hype Cycle for Storage Technologies  
 Gartner(2018), Hype Cycle for Cloud Computing  
 Tecnnovia (2016), Global Embedded Software Market  
 www. top500.org  
 www.dtoday.co.kr  
 ZDNet Korea  
 헬로 첨단뉴스  
 전자신문  
 컴퓨터월드



---

## 저자소개

**조병선** ETRI 미래전략연구소 기술경제연구본부 기술경제연구그룹 책임연구원  
e-mail: tituscho@etri.re.kr Tel. 042-860-1136

---

## 컴퓨팅 산업의 주요 이슈와 전략 핵심 방향

**발행인** 한 성 수

**발행처** 한국전자통신연구원 미래전략연구소 기술경제연구본부

**발행일** 2019년 6월 28일



[www.etri.re.kr](http://www.etri.re.kr)

**ETRI** 한국전자통신연구원 미래전략연구소

34129 대전광역시 유성구 가정로 218  
TEL.(042) 860-6114 FAX.(042) 860-6504

