

클라우드 컴퓨팅 기술 구성과 현황

김두현 클라우드컴퓨팅기술포럼 의장
건국대학교 인터넷미디어공학과 교수



1. 머리말

클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)은 집적·공유된 정보통신기기, 정보통신설비, 소프트웨어 등 정보통신자원을 이용자의 요구나 수요 변화에 따라 정보통신망을 통하여 신축적으로 이용할 수 있도록 하는 정보처리체계를 말한다[1]. 클라우드 컴퓨팅은 적은 직접 투자 부담, 미사용 자원에 대한 비용 절감, 스토리지 공간 확장성, 안정적인 데이터 서비스와 다양한 애플리케이션을 활용할 수 있다는 장점으로 IT 기업뿐 아니라 일반기업에까지 활용이 점차 확대되고 있다.

가트너에 따르면 2016년 세계 시장규모는 1,153억 불로 2019년까지 16.9%(CAGR)의 고속 성장이 점쳐지며, 국내 시장의 경우 규모는 7.5억 불로 2019년까지 17.7%의 성장이 예상되어 세계시장 성장률을 웃돌 것으로 예상된다. 특히 이 성장률은 SW 산업 전체의 성장률보다 약 7배 가량 높은 것으로 우리나라의 SW 산업이 신속하게 클라우드 중심으로 전환될 것임을 시사하고 있다.

정부도 공공부문의 비용절감과 업무혁신, 민간 산업 육성을 위해 2015년도에 세계 최초로 클라우

드 발전법을 제정하고 시행하여(2015. 9월) 클라우드 선도국가 도약을 위해 본격적인 시동을 건 상태이다. 따라서 2016년은 민관협력이 가시화되고 이에 따른 시장확대, 신사업 출현 등이 그 어느 때보다도 기대되는 한 해이다. 클라우드 컴퓨팅은 5가지 주요 특성을 가지고 있어 이러한 특성을 바탕으로 비용절감, 생산성 증가, 효율성 증가 등이 가능해진다[2].

본고에서는 현재 클라우드컴퓨팅기술포럼과 클라우드컴퓨팅연구조합이 진행하고 있는 기술스택 분류 및 기술현황 조사의 핵심인 클라우드 컴퓨팅의 기술 구성에 대하여 설명하고자 한다[3].

- 클라우드 컴퓨팅 5가지 주요 특징 -

- ① **주문형 셀프-서비스(On-Demand Self-Service)**: 서버 시간, 네트워크 저장장치 등의 컴퓨팅 기능을 사람의 중재 없이 필요한 만큼 자동적으로 확보해 사용
- ② **광대역 네트워크 접근(Broad Network Access)**: 클라우드 컴퓨팅의 기능은 네트워크를 통해 가용하게 되며 이질적인 경량 또

는 중량 클라이언트 플랫폼(모바일폰, 노트북, PDA 등)을 통해 이용 가능

- ③ **자원의 공동관리(Resource Pooling)**: 제공자의 컴퓨팅 자원은 다중-임대(multi-tenant) 방식으로 다중 사용자에게 제공되기 위해 풀 형태로 유지되며, 다양한 물리적 또는 가상적 자원이 사용자 요구에 따라 동적으로 할당 또는 재할당
- ④ **신속한 탄력성(Rapid Elasticity)**: IT 자원은 신속하게 탄력적으로 제공되며 일부 경우에는 신속한 확장과 축소를 위해 자동적으로 제공
- ⑤ **측정 가능한 서비스(Measured Service)**: 서비스 형태에 적절한 미터링 기능을 이용해 자원의 사용을 자동적으로 통제하고 최적화

2. 클라우드 컴퓨팅 서비스 모델 및 기술 영역

2.1 서비스 모델

클라우드 컴퓨팅이 최종소비자에게 다가가는 서비스 모델에는 SaaS(Software as a service), PaaS-(Platform as a service), IaaS(Infrastructure as a service) 등 3가지 모델이 있으며 이를 혼합한 통합 서비스 모델이 있다.

- SaaS: 사용자가 인터넷을 통하여 사용한 SW의 사용량에 따라 요금을 과금하는 서비스로 ERP, CRM, SCM, 문서편집, 그룹웨어, 문서관리, 클라우드 매니지먼트 등이 있다.

- PaaS: 클라우드 컴퓨팅 서비스 애플리케이션을 구축, 테스트, 설치할 수 있도록 높은 수준의 통합 환경을 제공하는 서비스로 클라우드 개발 환경을 제공하는 플랫폼, 빅데이터 플랫폼, DB 플랫폼 등이 있다.

- IaaS: 서버, 스토리지, 네트워크를 가상화 환경으

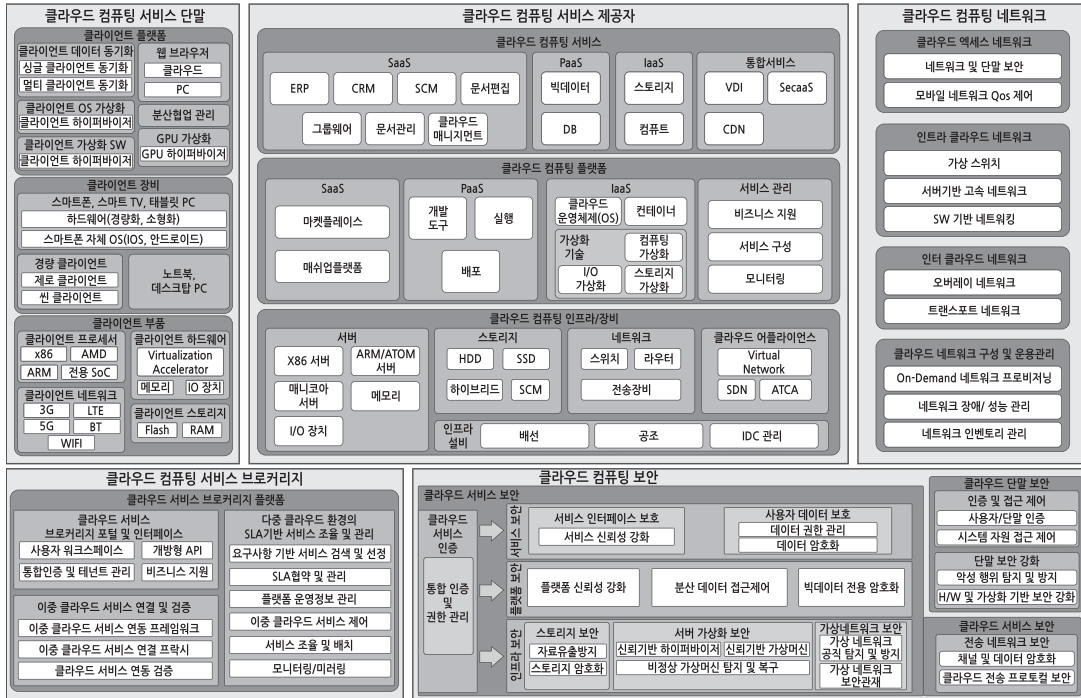
로 만들어서 필요에 따라 자원을 사용할 수 있게 해주는 서비스로 스토리지, 컴퓨트 등이 있다.

- 통합 서비스: 클라우드 컴퓨팅 기술 및 산업의 발달로 다양한 통합서비스가 등장하고 있으며 장소와 시간에 구애받지 않고 인터넷을 통하여 개인의 PC 환경을 사용할 수 있게 하는 VDI(Virtual Desktop Infrastructure) 서비스, 클라우드 기반 보안서비스 SECaaS(Security as a Service), 클라우드 기반의 CDN(Contents Delivery Network) 등이 대두되고 있다.

2.2 클라우드 컴퓨팅 기술 영역

클라우드 컴퓨팅의 기술은 다음과 같은 5가지 영역으로 구성된다.

- ① **클라우드 컴퓨팅 서비스 제공자(CSP, Cloud computing Service Provider)**: 클라우드 컴퓨팅 인프라 위에 클라우드 플랫폼을 구축해 놓고 IaaS, PaaS, SaaS 등의 다양한 서비스를 제공하는 영역이다.
- ② **클라우드 컴퓨팅 서비스 브로커리지(CSB, Cloud computing Service Brokerage)**: 다수의 이중 클라우드 서비스를 연계하여 사용자에게 제공하며, 서비스 간 통합 및 최적화를 통한 신규 서비스와 가치를 창출하고 사용자 요구사항 기반의 최적 서비스를 선택, 배치하는 기능을 제공하는 영역이다.
- ③ **클라우드 컴퓨팅 네트워크(CN, Cloud computing Network)**: 클라우드 제공자와 클라우드 단말을 연결하는 각종 유무선 망 서비스가 제공되는 영역이다.
- ④ **클라우드 컴퓨팅 서비스 단말(CCD, Cloud computing service Client Device)**: 클라우드 서비스를 이용하는 수단으로 스마트폰, 태블릿 PC, PC와 노트북, 씬 클라이언트, 제로 클라이언트 등을 예로 들 수 있다.
- ⑤ **클라우드 컴퓨팅 보안(CS, Cloud computing Security)**: 클라우드 단말, 클라우드 네트워크, 클라우드 제공자에 걸쳐 클라우드를 안전하게 이용할 수 있는 기능을 제공하는 영역이다.



※ 클라우드 컴퓨팅 기술 스택(KEIT, 2012)을 2015년 현황에 맞추어 재구성

[그림 1] 클라우드 컴퓨팅 통합 스택

3. 클라우드 컴퓨팅 기술 스택

이상의 5가지 기술 영역에 대한 요소 기술을 기술 스택으로 정의하면 [그림 1]의 구성도와 같다. 본 고에서는 지면의 한계로 클라우드 컴퓨팅 플랫폼과 브로커리지 기술에 대해서 기술하도록 하겠다.

3.1. 클라우드 컴퓨팅 플랫폼

클라우드 컴퓨팅 플랫폼은 SaaS, PaaS, IaaS, 서비스 관리 등으로 분류되며 본 문서에서 상세히 다루지는 않으나 빅데이터 플랫폼 및 IoT 플랫폼 등과 같은 융합 플랫폼이 있다.

• SaaS 플랫폼: SaaS 애플리케이션을 개발하기 위해 공개되는 인터페이스의 집합으로 SaaS 애플리케이션

이전 다중 사용자 기능 지원, 사용자별 데이터 분리 기능, SaaS 애플리케이션의 확장성 지원, 모니터링 및 사용량 측정 기능 등이 요구된다. 향후, SaaS 플랫폼과 매쉬업 툴의 연동을 지원하는 매쉬업 플랫폼 기술, 마켓플레이스 플랫폼 기술, SaaS 애플리케이션 통합을 지원하는 SaaS aggregation 기술이 중요할 것으로 예상된다.

• PaaS 플랫폼: 서비스를 개발 할 수 있는 안정적인 환경과 그 환경을 이용하는 응용 프로그램을 개발 할 수 있는 API까지 제공하는 서비스 플랫폼이다. 향후 PaaS는 플랫폼 상에서 동작하는 애플리케이션들이 플랫폼에 종속된다는 특성으로 인해 개방형 플랫폼을 통해 진입 장벽을 낮추는 것이 관건으로 다수의 오픈소스 프로젝트가 이루어지고 있다. 특

<표 1> IaaS 주요기술

운영체제	네트워크, 스토리지, 클러스터 등 기본적인 컴퓨팅 자원을 효과적으로 관리하는 기술이며, 대표적 기술은 수백 수천 개의 클러스터 기반 컴퓨팅 자원의 효율적인 관리하는 기술로, 에너지 최적화가 필수적임
컴퓨팅 가상화	물리적인 컴퓨터 리소스의 특징을 다른 시스템, 응용 프로그램, 최종 사용자들이 리소스와 상호 작용하는 방식으로부터 감추는 기술을 의미하며, 서버 가상화를 통해 하나의 시스템에서 1개 이상의 운영체제를 동시에 가동시킬 수 있으므로, 서버 이용률을 크게 향상시킬 수 있음. 대표적 기술로는 컴퓨팅 자원 가상화를 위한 하이퍼바이저(hypervisor)가 있음
스토리지 가상화	스토리지 가상화는 스토리지와 서버 사이에 소프트웨어/하드웨어 계층을 추가하여, 애플리케이션 구동 시 스토리지 하위 시스템을 인식하지 않도록 함으로써, 데이터의 가용성을 높이고, 이기종 스토리지 시스템의 통합을 가능케 함. 대표적 기술로는 분산 파일 시스템이 있음
I/O 가상화	서버와 다양한 I/O 디바이스 사이에 위치하는 미들웨어 계층으로 서버의 I/O 자원을 물리적으로 분리하고, 케이블과 스위치 구성을 단순화하여, 효율적인 I/O 연결 및 장애 대응을 지원하며, 성능의 유연성을 보장함. 대표적 기술로는 가상 네트워크 인터페이스 카드가 있음
컨테이너	각기 다른 수많은 컨테이너화된 애플리케이션들이 단일 운영체제 상에서 실행되도록 해주는 기술로, 이동성의 효율성 지원이 가능하며, 하이퍼바이저없이 운영체제가 격리된 프로세스로 동작하기 때문에 오버헤드가 낮음. 최근 리눅스 컨테이너 런타임 패키징 오픈 플랫폼인 도커가 큰 관심을 끌고 있음

히, VM웨어가 출시하고 피보탈이 주도하는 클라우드 파운드리(Cloud Foundry)는 오픈소스 기반 플랫폼 서비스(PaaS)의 대형 프로젝트로 인텔, IBM, HP, EMC, 피보탈, VMware 등 40여 개 글로벌 IT 벤더들이 참여하고 있으며 2015년 한국정보화진흥원(NIA)의 전자정부용 서비스형 플랫폼(PaaS) 개발 사업을 위한 기반 오픈소스 소프트웨어(SW)로 선정되는 등 활발한 사업화를 추진 중이기도 하다.

- IaaS 플랫폼: 클라우드에서 서버, 스토리지, 네트워크를 가상화 환경으로 만들어 필요에 따라 인프라 자원을 사용할 수 있게 하는 서비스 플랫폼이다. 향후, 개별 가상머신들이 서로 다른 서버 간 이동을 지원하는 파티션 무빙 기술, 가상머신 내에 존재하는 애플리케이션을 다른 가상머신으로 이동시키는 애플리케이션 재배포 기술 등 이동성을 지원하는 기술이 중요할 것으로 예상된다.

- 서비스 관리 솔루션: 클라우드 서비스를 효율적으로 관리해 주는 기술로서, 계약 관리, 서비스 목록 관리, 어카운팅, бил링 등을 포함하는 비즈니스 지원 기술, 프로비저닝과 SLA 관리를 포함하는 서비스 구성 기술, 서비스 자원 모니터링 기술을 포함한다.

향후, 서비스 관리 솔루션 관련 기술들은 QoS와 밀접한 연관이 있으며 이를 위한 프로비저닝, 프라이싱, 모니터링 기술이 중요하게 부각되고 있다.

3.2. 클라우드 서비스 브로커리지

클라우드 서비스 브로커리지 기술은 다양한 이종 클라우드 서비스의 연계를 통한 중개 및 관리를 위한 플랫폼 기술로 정의되며 클라우드 서비스 브로커리지 포털 및 인터페이스, 다중 클라우드 환경의 SLA 기반 서비스 조율 및 관리, 이종 클라우드 서비스 연결 관리 및 검증으로 구성된다.

- 클라우드 서비스 브로커리지 포털 및 인터페이스: 클라우드 서비스 브로커리지 플랫폼을 사용하는 서비스 사용자, 사업자 및 관리자가 요구하는 서비스의 배치, 관리 및 사업화 지원을 위한 다양한 업무 환경과 인터페이스를 제공하는 기술이다.

국내는 시장 형성 단계로, 현재 제한된 특정 사업자의 솔루션 관리를 위한 단순한 기능의 워크스페이스 및 인증 기능을 제공하며, 개방형 API는 제공하지 않고 있다. 국외는 다양한 솔루션을 연계하여 서비스하는 사업자들이 증가하면서 통합인증 및 테넌트 기반 관리 기술들의 연구가 진행되고 있으며 일

부 사업자들은 생태계 형성을 위한 개방형 API도 제공하고 있다. 향후, CSB 사업자들의 사업 모델 및 서비스 유형이 분명해짐에 따라 브로커리지 포털 및 인터페이스가 서비스 유형에 특화되어 발전될 전망이다.

• 다중 클라우드 환경의 SLA 기반 서비스 조율 및 관리: 이중 서비스를 대상으로 SLA 기반 서비스 배치, 모니터링, 제어를 수행하며, 서비스 간 통합으로 신규 서비스 생성, 서비스 이동성 지원 등의 서비스 조율 및 관리를 지원하는 기술이다.

국내는 관련 기반 기술이 부재한 상황으로 대부분의 CSB 서비스가 IaaS 위주의 서비스 조율 및 관리 기술에 한정되어 있으며, 특정 대형 CSP에 한정된 서비스만을 제공하고 있다. 국외는 IaaS 서비스 중심의 중개, 관리 사업자 및 SaaS/PaaS에 특화된 다양한 사업자가 시장을 형성하기 시작하였으며, 자체 기술력으로 개발한 브로커리지 플랫폼과 공개SW 기반의 플랫폼이 함께 등장하고 있는 상황이다. 향후, 클라우드 서비스 단순 중개 기능에서 탈피하여, 서비스 통합(integration) 및 최적화(Customization) 서비스가 증가할 것이며, 브로커리지 사업자가 고유의 클라우드 간 Value-added 서비스가 출현할 것으로 전망된다.

• 이중 클라우드 서비스 연결 관리 및 검증: 이중 클라우드 서비스로 인한 복잡한 인터페이스를 추상화하여 동일한 사용 환경을 제공하는 부분으로, 이중 클라우드 서비스에 따른 개별적인 인터페이스를 제공함으로써 다양한 클라우드 서비스의 연결 관리가 가능하도록 지원한다.

국내에서는 클라우드 서비스 브로커리지 사업자는 IaaS 서비스 위주의 연결 관리를 제공하고 있으며, 이중 클라우드 연결 관리를 위한 인터페이스 표준이 국내 TTA를 통하여 진행되고 있다. 국외에서는 글

로벌 클라우드 서비스를 연계하기 위한 다양한 연결 관리 프락시들이 존재하며, 신뢰성이나 성능 검증을 전문적으로 수행하는 제3자 사업자도 출현하고 있는 상황이다.


4. 맺음말

이상에서 살펴본 클라우드 컴퓨팅 플랫폼과 클라우드 컴퓨팅 브로커리지 등 클라우드 컴퓨팅 기술의 발전에 있어서 공통적인 사항으로 오픈소스의 확산을 빼놓을 수 없을 것이다. 오픈소스는 후발주자에게 진입장벽을 낮추고 상호운용성과 확장성을 용이하게 할 것으로 기대된다. 현재, 글로벌 상용 솔루션에서도 OpenStack, CloudStack, CloudFoundry, Openshift, Docker 등 오픈소스 플랫폼의 활용이 점차 확산되고 있다는 추세이다.

한편, 클라우드 컴퓨팅 기술은 단일 클라우드 기반 서비스에서 다중/연동 클라우드 인프라 기반의 융합 클라우드 서비스로 발전될 것으로 전망되며, 도입 모델도 프라이빗과 퍼블릭의 장점을 결합함으로써 보안성과 비용절감을 동시에 추구할 수 있는 하이브리드형이 대세를 이룰 것으로 전망된다. 이를 통해 국내외 대중소 서비스 사업자들이 상생할 수 있는 개방적 생태계가 만들어질 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 발전 전망 속에서 요소기술들을 보유하고 있는 국내 기업들과 정부 R&D 결과물들을 메쉬업하여 공공, 의료, 금융, 교육, 게임 등 각 도메인에 특화된 솔루션 패키지를 만들으로써 국내 중소 사업자들이 서비스 사업에 신속히 나설 수 있는 기반을 마련한다면 클라우드 컴퓨팅 기술의 사업화에 보다 가속도를 낼 수 있는 기반이 마련될 수 있을 것으로 기대된다.

기술의 메쉬업과 브로커리지를 중심에 둔 하이브리드형 서비스 구축을 위해서는 상호운용성 표준의

역할이 무엇보다도 중요해질 것이며, 이러한 표준에 따른 솔루션의 품질인증 또한 매우 중요한 요소가 될 것이다. 이를 위해 기술제공자와 기술수요자, 그리고 표준화 단체 등의 더욱더 긴밀한 협업이 기대된다. 

[참고문헌]

- [1] 미래창조과학부, 클라우드 컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률, 2015
- [2] NIST, The NIST Definition of Cloud Computing, 2015
- [3] 클라우드 컴퓨팅연구조합, 차세대컴퓨팅학회, '2015 클라우드 컴퓨팅 기술 스택', 2016.1

※ 본고는 '2015년 클라우드 컴퓨팅 기술 스택'에 기초한 것으로, 본 작업 참여한 작업반 여러분들께 깊은 감사를 드립니다.



원 신호와 지연된 신호를 혼합해 독특한 사운드를 만들어 내는 사운드 효과기(effecter)의 일종.

입력된 음을 1 밀리초(ms)~10 ms 정도로 약간 지연시켜 원음과 혼합하면 두 개의 음이 간섭을 일으켜 콤 필터(comb filter) 효과가 생긴다. 지연 시간을 시시각각 변화시키면 필터의 특성도 그에 따라 변하여 특성 주파수의 정점이 움직임에 따라 사운드도 주파수 성분이 강조되어 독특한 플랜징(flanging) 사운드가 된다. 이렇게 얻어진 음을 다시 입력으로 되돌리면 더욱 강한 효과를 얻을 수 있다. 기타와 키보드의 사운드 효과기(effecter)로 널리 사용된다.

※ 콤 필터(comb filter): 통과 대역 특성이 빗살과 같은 모양인 필터