

멀티클라우드 기술 및 표준화 동향¹⁾

정영우 한국전자통신연구원 책임연구원

1. 머리말

인공지능, 빅데이터, IoT 등 4차 산업혁명의 근간을 이루는 IT 분야 대부분의 서비스는 클라우드 컴퓨팅 환경을 기반으로 개발되어 제공되고 있다. 이는 클라우드 컴퓨팅 기술이 가지는 탄력적이고 유연한 자원 사용, 높은 가용성 및 안정성 등의 장점에 기인한다.

이처럼 클라우드 기술이 날로 중요해지고 있는 상황에서, 최근 많은 기업이 클라우드 도입 여부를 고민하는 단계를 넘어, 단일 클라우드를 사용함으로 인해 발생할 수 있는 다양한 문제점을 극복하기 위하여 멀티클라우드 전략을 채택하는 사례가 점차 늘어나고 있다.

멀티클라우드 기술은 두 개 이상의 퍼블릭 클라우드를 연계, 운용, 활용, 관리하기 위한 차세대 클라우드 기술로서, 다수의 퍼블릭 클라우드의 인프라 서비스(IaaS)를 연동하여 운영하고, 구성된 멀티클라우드 인프라에서 다양한 응용 및 서비스의 유연한 배치, 운용 및 제공을 가능하게 하는 기술이다[1].

멀티클라우드 기술을 활용하면 다양한 지역의 퍼블릭 클라우드들을 유연하게 활용, 단일 클라우드가 갖는 지역적인 한계성을 극복하여 사용자와 가장 가까운 위치의 퍼블릭 클라우드를 통한 서비스 제공이 가능하므로 서비스 지연 문제를 개선할 수 있다. 또 특정 클라우드의 장애로 인해 생길 수 있는 서비스 장애를 완화할 수 있을 뿐 아니라, 서비스가 필요로 하는 최적의 컴퓨팅 인프라 자원을 선정하여 활용 가능하므로 저렴한 운영 비용으로 최적의 서비스를 제공할 수 있게 된다[1].

본고에서는 이러한 멀티클라우드 기술의 국내외 기술 동향을 소개하고, 공식표준화 기구를 중심으로 추진 중인 국내외 표준화 현황에 대해 살펴보고자 한다.

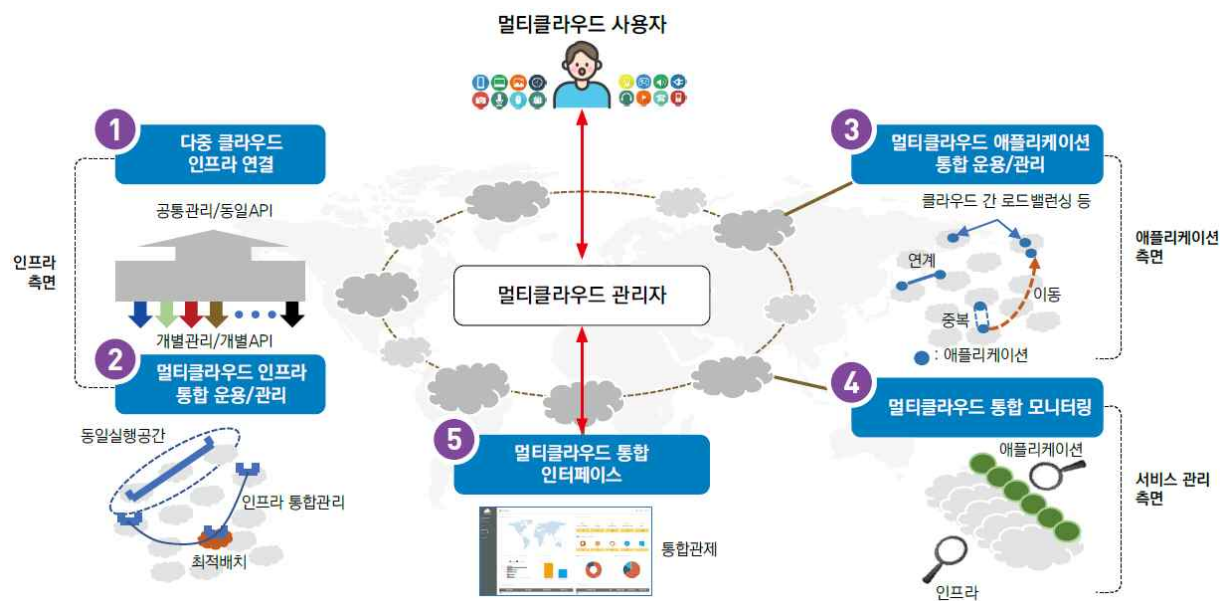
2. 멀티클라우드 기술

사용자는 서로 다른 클라우드를 독립적으로 연결하여 사용할 수 있지만, 복수의 클라우드를 연계 또는 통합하여 사용하기 위해서는 멀티클라우드 관리 기술의 지원을 통해 멀티클라우드를 사용해야 한다. 이때, 멀티클라우드 관리 기술을 사용자가 직접 구현하여 이용하는 것이 어렵기 때문에, 사용자는 제3의 사업자 지원을 통해 제공받는 경우가 일반적이며, 시장에서는 이를 위한 다양한 기술이 제공되고 있다.

¹⁾ 본고는 한국정보통신기술협회에서 수행 중인 '클라우드 상호운용성 확보' 사업에서 관련 기술 전파를 위해 의뢰한 기고문으로, 멀티 클라우드 분야의 최신기술 및 표준 동향을 소개하고자 하는 목적을 포함하고 있음

2.1 멀티클라우드 관리 주요 기술

멀티클라우드 관리는 복수의 퍼블릭 클라우드의 관리 효율성을 제공하기 위해 클라우드 사업자가 제공하는 서로 다른 클라우드 서비스들을 일관적인 방법으로 구성하여 제어하고, 모니터링하는 서비스를 제공하는 것으로, 이러한 관리 효율성의 주요 예는 복수의 클라우드에 대한 단일 지점 관리, 서로 다른 클라우드 및 서비스에 대한 추상화, 글로벌 부하 제어 등이 있다. [그림 1]과 같이 멀티클라우드 관리를 위해 필요한 주요 기술은 다중 클라우드 인프라 관리연결, 멀티클라우드 인프라 통합 운용 및 관리, 멀티클라우드 애플리케이션 통합 운용 및 관리, 멀티클라우드 통합 모니터링, 멀티클라우드 통합 인터페이스 등으로 구분될 수 있다.



[그림 1] 멀티클라우드 관리 주요 기술

다중 클라우드 인프라 연결 기술은 지역적으로 분산되어 운용되고 있는 이질적 운영 방식의 클라우드 사업자들의 인프라 서비스를 동일한 방식, 동일한 인터페이스로 활용할 수 있도록 클라우드 사업자들의 인프라 서비스를 연결하는 기술이다. 멀티클라우드 사용자는 다중 클라우드 인프라 연결 기술을 통해 다양한 이종 클라우드 사업자가 제공하는 클라우드 인프라 서비스를 손쉽게 연결하고 통합 운용할 수 있다.

멀티클라우드 인프라 통합 운용/관리 기술은 멀티클라우드 상에서 응용 프로그램 구동을 위한 컴퓨팅 환경을 제공하기 위하여, 다중 클라우드 인프라 연동 기술이 제공하는 개별 클라우드 자원들(예, 가상머신, 컨테이너 등)을 통합 배치, 운용, 관리하는 기술이다. 이를 위하여, 복수의 클라우드 인프라 서비스들을 대상으로 사용자 요구에 부합하는 최적의 클라우드 사업자 및 자원의 선정 및 배치, 분산된 이종의 클라우드 인프라 서비스들에 대한 하나의 인프라를 통한 관리, 클라우드 서비스 제공자들 간에 나눠서 배치된 인프라 서비스들 간 연계 등의 기능을 제공한다.

멀티클라우드 애플리케이션 통합 운용/관리 기술은 멀티클라우드 인프라 상에 다양한 애플리케이션(응용)을 배치, 운용, 관리하기 위한 기술로, 다양한 클라우드 서비스에 애플리케이션의

자동 설치, 라이프사이클 관리, 복수의 클라우드 인프라들 간 애플리케이션의 이동/복제/로드 밸런싱 등을 제공한다.

멀티클라우드 통합 모니터링 기술은 대규모 멀티클라우드 인프라와 멀티클라우드 상에 배치된 다양한 애플리케이션의 상태 및 성능 정보를 수집, 저장, 관리하는 기술로, 다양한 지역에 존재하는 수많은 클라우드에 생성된 인프라와 애플리케이션에 대한 모니터링을 위하여, 대규모 모니터링 데이터 수집/처리를 위한 모니터링 구조 및 방식, 지리적 차이로 발생하는 지연을 극복하는 안정적인 모니터링 성능, 멀티클라우드에 특화된 신규 모니터링 메트릭 제공 등의 기능을 제공한다.

멀티클라우드 통합 인터페이스 기술은 멀티클라우드 관리의 복잡한 관계성을 멀티클라우드 사용자로부터 격리시키고, 사용 편의성을 극대화시킴으로써 사용자가 쉽게 멀티클라우드를 사용할 수 있는 환경을 제공하기 위한 기술로, 개발자, 관리자를 포함한 다양한 사용자를 고려하여 API, CLI 도구, 웹도구 등의 개방형 인터페이스를 제공한다.

언급된 멀티클라우드 관리를 위한 주요 기술 이외에도, 멀티클라우드 환경에서 클라우드 서비스들을 최적 가격으로 활용하기 위한 비용 최적화 기술, 통합 미터링 및 과금 기술, 보안 기술 등의 추가 기술도 함께 고려될 필요가 있다.

2.2 국내외 기술 동향

멀티클라우드 기술의 중요성이 대두됨에 따라 국내외 사업자와 오픈소스 SW 진영을 중심으로 다양한 솔루션이 제공되고 있으며, 관련 기술 개발은 지속적으로 증가하고 있다.

국외의 경우 다양한 신규 사업자들이 나와 멀티클라우드 솔루션을 제공하고 있으며, 기존 클라우드 주요 사업자의 경우 자사의 클라우드 솔루션을 멀티클라우드 영역으로 확대함으로써 지속적인 시장 경쟁 우위를 확보하고자 노력하고 있다.

Terraform, Crossplane, Karmada 등과 같은 오픈소스 SW 기술은 다양한 멀티클라우드 인프라 연동을 지원하며, Scalr, Flexera, Cloudify 등과 같이 단일 뷰 및 통합 관리 중심의 멀티클라우드 관리 플랫폼을 제공하는 솔루션도 있다. 또한, Jelastic, Rancher는 서비스 개발, 배포, 운영 관리를 지원하는 쿠버네티스 기반 플랫폼으로 멀티클라우드 환경을 대상으로 지원하고 있으며, OpenShift, Cloud Foundry 등도 멀티클라우드 환경으로 영역을 확장하고 있다.

멀티클라우드 스토리지 기술의 경우 NetApp ONTAP(DBMS) DataStax, YugabyteDB(DW), Vantage 등 기존 스토리지 관리 솔루션 뿐만 아니라, Snowflake, Wandisco Fusion 등의 신규 스토리지 솔루션과 같이 클라우드 사업자에 독립적인 데이터 웨어하우스 관리 기술이 제공되고 있다. Hashcorp-Consul, WireGuard는 이중 사업자의 클라우드 네트워크를 기반으로 멀티클라우드를 위한 가상의 단일 네트워크를 생성, 관리하는 기술을 제공하고 있다. 더불어, Hashcorp-Vault는 멀티클라우드를 대상으로 보안 솔루션을 제공한다.

국내의 경우 해외에 비해 순수 멀티클라우드 솔루션은 부족한 상황으로, 서로 다른 멀티클라우드 개념에 기반하여 멀티클라우드 연관 기술을 부분적으로 적용한 솔루션을 제공하고 있다. 베스핀글로벌의 OpsNow는 서로 다른 클라우드 사업자의 클라우드 서비스를 통합 관리 운영하기 위하여 자동화, 비용 최적화, 분석, 모니터링 등의 기능을 제공하고 있으며, 나무기술의

각테일 클라우드는 쿠버네티스의 컨테이너 오케스트레이션 기능 위에서 다중 클러스터의 통합 관리, 간편한 이미지 빌드, 애플리케이션 운영 및 모니터링 등의 기능을 제공한다. 또한, 케이아이엔엑스의 CloudHub는 주요 클라우드 사업자와 직접 연동된 네트워크 및 인프라를 통해 클라우드의 무한 확장 기능을 제공한다.

멀티클라우드 기술을 오픈소스 SW로 개발하고 있는 클라우드바리스타(Cloud-Barista) 커뮤니티는 멀티클라우드 서비스 공통 플랫폼 기술인 '클라우드바리스타(Cloud-Barista)'를 개발하여 배포 중이다. 클라우드바리스타는 다양한 이종 클라우드 인프라를 연동하여 멀티 클라우드 컴퓨팅 인프라를 구성하고, 멀티클라우드 인프라 기반으로 다양한 응용 서비스를 원하는 곳으로 제공하고 관리할 수 있는 플랫폼 솔루션으로, 2019년 아메리카노(Americano) 버전의 최초 배포 후, 2021년 11월 아포가토(Affogato) 버전까지 총 5회의 클라우드바리스타 버전을 배포하는 등 연 2회의 배포를 진행하고 있다.

3. 멀티클라우드 기술 표준화

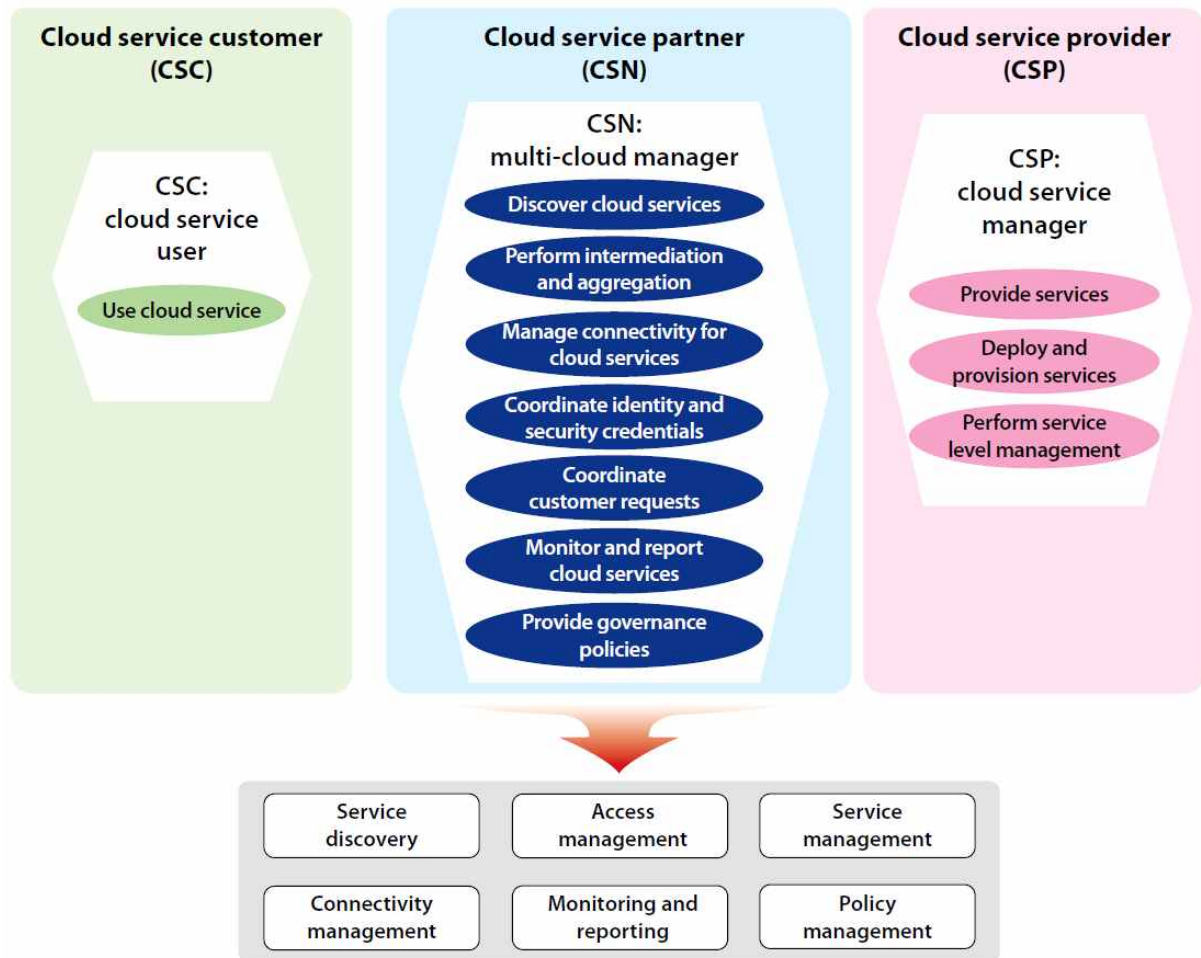
3.1 국제 표준화

ITU-T, ISO/IEC JTC 1과 같은 공식표준화 기구를 중심으로 멀티클라우드 관련 표준을 본격적으로 개발하고 있으며, 현재는 멀티클라우드 개념과 요구사항 중심의 표준이 개발되고 있다. <표 1>처럼 ITU-T에서는 멀티클라우드를 위한 기능 요구사항 관련 표준이, ISO/IEC JTC 1에서는 멀티클라우드 개념과 다중 클라우드 서비스 사용 관련 표준이 개발되고 있다.

<표 1> 멀티클라우드 기술 국제 표준 현황

순번	개발기구	표준번호	표준명	완료연도
1	ITU-T	ITU-T Y.mc-reqts	Cloud computing – Functional requirements of cloud service partner for multi-cloud	2022 3Q
2	ISO/IEC JTC 1	ISO/IEC CD 5140	Information technology – Cloud computing – Concepts for multicloud and use of multiple cloud services	2023

ITU-T SG13에서 개발 중인 멀티클라우드 기능 요구사항 표준은 2019년 6월 한국이 신규 표준 항목으로 제안하여 한국 주도로 개발하고 있는 표준이다. 멀티클라우드 관리를 위해 멀티클라우드 관리자라는 새로운 클라우드 서비스 파트너의 하위 역할을 정의하고, 멀티클라우드 관리자를 구성하는 논리 컴포넌트에 대한 기능 요구사항을 제공한다. 좀 더 상세하게는 [그림 2]와 같이 멀티클라우드 관리자가 제공해야 하는 7가지 클라우드 컴퓨팅 액티비티를 위해 멀티클라우드 관리자를 구성하는 6개의 논리 컴퍼넌트가 정의되고, 각 논리 컴포넌트에 대한 기능 요구사항이 제공된다. 본 표준의 개발은 최종 단계에 있으며, 2022년 7월 회의에서 승인되어 공개될 예정이다.



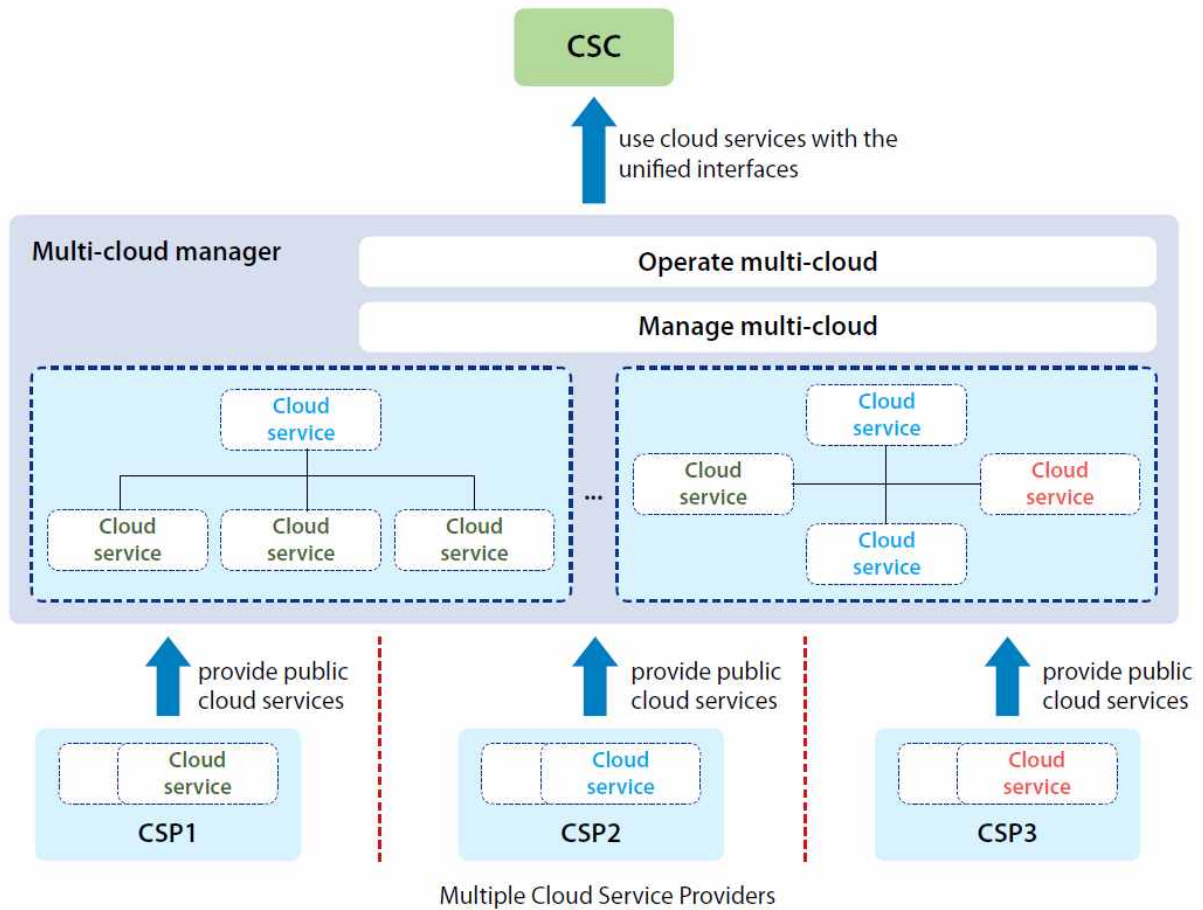
[그림 2] ITU-T Y.mc-reqts, 멀티클라우드 관리자의 클라우드 컴퓨팅 액티비티 및 논리 컴포넌트

ISO/IEC JTC 1/SC 38에서 개발 중인 멀티클라우드 개념 및 다중 클라우드 서비스 상호 운용 관련 표준은 2020년 5월 신규 표준 항목으로 제안되어 개발 중인 표준이다. 현재는 CD 단계이지만, 2022년 3월 JTC 1/SC 38 전체 회의에서 DIS 단계 추진에 대한 조건부 승인을 받아 향후 DIS 단계로 진행되어 2023년 최종 표준이 완료될 예정이다. 해당 표준은 멀티클라우드의 개념, 특징, 장점, 도전사항 등에 대한 내용을 제공하고 있으며, 특히 [그림 3]과 같이 한국에서 기고한 멀티클라우드 관리에 대한 개념도 함께 제공한다.

ISO/IEC CD 5140 표준에서는 ITU-T Y.mc-reqts 표준과는 달리 멀티클라우드 관리의 주체를 클라우드 서비스 소비자(Consumer)로 정의하고 있으며, 멀티클라우드와 같이 다중 클라우드 서비스를 사용하는 연합 클라우드, 인터클라우드, 하이브리드 클라우드, 하이브리드 멀티클라우드 등에 대한 내용도 함께 제공한다.

3.2 국내 표준화

ITU-T, ISO/IEC JTC 1 등의 국제 공식표준화기구에서 멀티클라우드 기술 관련 표준화가 본격적으로 추진됨에 따라, TTA와 All@CLOUD 포럼을 중심으로 국내 멀티클라우드 기술 표준화도 함께 시작되고 있다.



[그림 3] ISO/IEC CD 5140, 멀티클라우드 관리 개념

<표 2>와 같이 TTA PG1003(클라우드 컴퓨팅 프로젝트그룹)에서는 멀티클라우드 개요 및 요구사항에 대한 표준 제정을 완료하였으며, 멀티클라우드 기능 구조에 대한 표준 개발을 진행하고 있다. 또한, All@CLOUD포럼에서는 멀티클라우드 주요 기술 중 하나인 멀티클라우드 통합 모니터링 기술에 관한 표준 제정을 완료하였으며, 멀티클라우드 관련 기술인 데이터 분할 기술에 대한 표준 제정도 완료되어 있는 상태이다. 특히, TTA에서 개발한 멀티클라우드 개요 및 고수준 요구사항 표준에서는 본고에서 기술한 멀티클라우드 주요 기술에 대한 상세 내용과 함께 각 주요 기술에 대한 고수준 요구사항을 제공하고 있다.

<표 2> 멀티클라우드 기술 국내 표준 현황

순번	개발기구	표준번호	표준명	완료연도
1	TTA	TTA.KO-10.1335-Part1	멀티 클라우드 - 제1부: 개요 및 고수준 요구사항	2021
2	TTA	2021-2188	멀티 클라우드: 기능 구조	2023
3	All@CLOUD포럼	CCF.ET-1080	멀티 클라우드 통합 모니터링 : 개념 및 기능 구조	2020
4	All@CLOUD포럼	CCF.ET-1081	멀티 클라우드에서 데이터 분할 요구사항	2020

4. 맺음말

본고에서는 클라우드 분야의 차세대 기술로 주목받고 있는 멀티클라우드 기술에 대한 국내외 동향과 관련 표준화 동향에 대해 살펴보았다. 멀티클라우드 기술은 특정 클라우드 사업자의 제약에서 벗어나 글로벌 규모의 컴퓨팅 인프라를 구성하여 사용자에게 최적의 서비스를 제공할 수 있다는 측면에서 국내외 다양한 기업의 주목을 받고 있다. 특히, 아마존, 마이크로소프트, 구글 등의 글로벌 기업에 비해 경쟁력이 부족한 국내 클라우드 기업에게 새로운 생태계를 제공할 수 있다는 측면에서 그 중요성은 매우 높다고 할 수 있다.

멀티클라우드 분야 기술과 표준화가 여전히 초기 단계이기 때문에 국내외 다양한 전문가의 적극적인 참여가 중요하며, 이를 통해 글로벌 표준개발을 주도하고, 국내 클라우드 서비스의 글로벌시장 진출이 가속화될 수 있기를 기대한다.

※ 본 연구는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.1711102975, 다양한 멀티 클라우드의 활용·확산을 극대화하는 멀티 클라우드 서비스 공통 프레임워크 기술 개발)

[참고문헌]

- [1] B.S. Kim, Y.W. Jung, B.T. Oh, S.Y. Kim, S. Son, J.H. Seo, et al., "Multi-cloud Technology Introduction and Research Trends," Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 35, No. 3, pp. 45-54, 2020.
- [2] ITU-T Y.mc-reqts, Cloud computing – Functional requirements of cloud service partner for multi-cloud
- [3] ISO/IEC CD 5140, Information technology – Cloud computing – Concepts of multi-cloud and use of multiple cloud services

※ 출처: TTA 저널 제201호