

# 클라우드서비스 활성화를 위한 서비스수준협약(SLA) 프레임워크

서광규  
상명대학교 경영공학과 교수

## A Framework of Service Level Agreement for Activating Cloud Services

Kwang-Kyu Seo  
Professor, Department of Management Engineering, Sangmyung University

요 약 클라우드 서비스가 확대되고 있지만, 많은 이용자들은 클라우드 서비스의 도입에 어려움을 겪고 있다. 이는 이용자 입장에서 어떤 클라우드 서비스를 신뢰할 수 있는지에 대한 정보가 없기 때문이다. 클라우드 서비스수준협약(클라우드 SLA)은 클라우드 서비스를 제공하는 공급자와 이용자간에 서비스의 품질과 성능 등을 포함한 정성적인 지표와 정량적 지표를 이용하여 협의하는 것이다. 이 연구에서는 클라우드 서비스 사업자의 서비스 수준을 향상하고 이용자를 보호하기 위해 국내 클라우드 산업에 적용할 수 있는 클라우드 SLA를 위한 프레임워크 제안하고 이를 이용하여 국내 클라우드 산업에 적용할 수 있는 클라우드 SLA의 세부 구성항목을 도출하고자 한다. 이를 통해 정부의 “클라우드컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률” 체계하의 클라우드 서비스 제공자와 이용자간의 신뢰도 향상을 위한 정책적 활용은 물론 궁극적으로 국내 클라우드 서비스의 품질·성능 수준 향상 및 이용자 신뢰기반 조성을 통해 클라우드 서비스의 활성화를 기대한다.

주제어 : 클라우드 서비스, 서비스수준협약(SLA), 서비스 품질, 서비스 성능, 신뢰성, 프레임워크

**Abstract** While cloud services are expanding, many users are having difficulty in adopting cloud services. This is because there is no information as to which cloud services can be trusted by users. Cloud service level agreement (Cloud SLA) is an agreement between cloud service providers and cloud service consumers using qualitative and quantitative indicators including quality and performance, etc. of cloud services. In this study, we propose a framework for cloud SLA that can be applied to the domestic cloud industry to improve service levels for cloud service providers and to protect users and also derive the detailed components of cloud SLA applicable to the domestic cloud industry using the proposed framework. Through this result, it is expected that the government will utilize the policy to enhance the reliability between cloud service providers and users under “the Act on the Development of Cloud Computing and Protection of Users”, and eventually to activate cloud services by improving the quality and performance level of domestic cloud services and building a user trust.

**Key Words** : Cloud Service, Service Level Agreement, Service Quality, Service Performance, Reliability, Framework

\*This research was supported by a 2017 Research Grant from Sangmyung University.

\*Corresponding Author : Kwang-Kyu Seo(kwangkyu@smu.ac.kr)

Received October 15, 2018

Revised November 14, 2018

Accepted December 20, 2018

Published December 31, 2018

### 1. 서론

세계적으로 ICT활용 패러다임이 하드웨어 중심에서 설치형 소프트웨어 중심으로 그리고 이제는 서비스 형태로 하드웨어와 소프트웨어를 사용하는 클라우드 컴퓨팅 시대로 전환하고 있다. 특히, 사물인터넷·빅데이터·모바일 등의 발전에 따라 데이터량이 증가하고 있는데, 대부분의 트래픽이 클라우드를 통해 이루어지고 있다.

전통적인 소프트웨어 기업뿐만 아니라 통신사, 인터넷 비즈니스 기업 등 다양한 ICT기업이 클라우드 시장에 진입하고 있다. 마이크로소프트, 오라클, SAP 등 세계적인 패키지 소프트웨어 기업은 클라우드 기업으로의 전환이 이루어졌으며 클라우드에 적극 투자하고 있다. 또한 제조업, 서비스 산업은 물론 금융, 의료 산업과 AI, 블록체인 등 다양한 산업에 클라우드가 적용되어 클라우드가 보편적인 정보통신기술로 자리매하고 있다.

이러한 ICT 활용 패러다임이 클라우드로 전환함에 따라 2010년부터 미국, 영국 등 주요 국가들은 “클라우드 우선 적용(Cloud First) 정책”을 기반으로 공공부문의 클라우드 이용을 선도하고 있으며, 동시에 민간기업에서의 클라우드 이용도 급속히 확산중이다. 특히 미국은 보안 정책(FedRAMP)과 함께 공공의 민간 클라우드 이용을 활성화하였으며[1], 영국은 클라우드 공공수요 조달 관련 거버넌스 체계를 구축하였다. 호주는 정부의 클라우드 이용 확대를 위한 민간 활성화를 유도하였으며, 중국은 선도국 수준의 클라우드 실현을 위한 6대 주요전략을 발표하

였다. 일본은 클라우드 기반의 ICT 활용 촉진과 지역 ICT 경쟁력 강화 및 클라우드 기업 육성 등을 담은 클라우드 컴퓨팅 발전전략을 수립하였고, 프랑스는 미국 클라우드 기업에 집중되는 데이터 주권이슈의 해결과 자국 기업 육성을 위해 자국내 클라우드 데이터센터를 구축하였다[2].

이러한 해외 주요 국가의 클라우드 정책 추진 및 클라우드 서비스로의 패러다임 변화에 맞추어 국내에서도 클라우드 활성화 정책을 적극 추진하고 민간의 노력 등으로 클라우드 시장이 급성장하고 있다. 특히, 국내 클라우드 정책은 클라우드컴퓨팅법[3]과 동법 시행령[4]을 근간으로 추진되고 있다. 클라우드컴퓨팅법 및 동법 시행령에서는 클라우드서비스 이용자 보호를 위해 서비스 제공자에 권고할 수 있는 사항을 규정하여야 하는데, 관련 법조항과 세부 내용은 다음과 같다.

- 상호운용성: 클라우드서비스의 상호운용성 확보를 위해 필요한 경우에는 서비스 제공자에게 협력체계를 구축 권고(제22조)
- 신뢰도향상: 클라우드서비스의 품질·성능에 관한 기준 및 정보 보호에 관한 기준을 정하여 고시하고, 기준의 준수를 권고(제23조)
- 표준계약서: 이용자 보호 및 공정한 거래질서를 확립하기 위한 표준계약서를 제정·개정하고 사용 권고(제24조)

이와 같이 이용자 보호를 위한 클라우드컴퓨팅의 입법체계도는 Fig. 1과 같다. Fig. 1의 입법체계도에서 보는

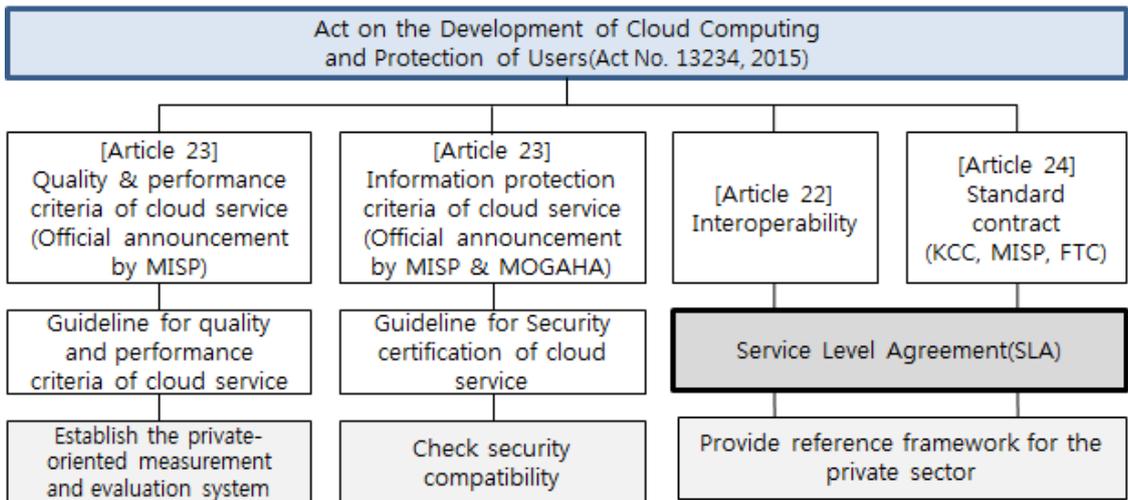


Fig. 1. Legislation System of the Cloud Computing Act for User Protection

바와 같이, 표준계약서, 상호운용성, 품질성능기준, 정보 보호기준, 서비스수준협약(SLA) 등은 국내·외 클라우드 동향 분석, 국내 클라우드 산업여건 등을 감안하여 빠른 시일 내에 완성되어야 한다. 그간의 추진경과에 따라 법 22조 상호운용성은 연구과제가 진행되어 연구성과가 도출되었으며 클라우드 상호운용성관련 국제표준화활동도 활발하게 진행되고 있다. 제23조에 따른 “품질·성능 및 정보보호 기준 고시” 제정은 기완료되었고 현재 시행 중이며, 제24조의 표준계약서도 작성·완료되었다.

그러나 현재 Fig. 1의 입법체계도에서 추진되고 있지 않은 것이 서비스수준협약(SLA)이다. 이에 따라 국내 클라우드 산업현황을 고려하여 민간영역은 물론 공공영역에서 클라우드 서비스 제공자와 이용자 모두에게 도움을 줄 수 있는 클라우드 서비스수준협약(이하, 클라우드 SLA)가 필요하다.

먼저, 정보시스템의 운영감리모형과 SLA 관련 연구로는 IT아웃소싱 운영을 위한 정보시스템 운영감리 모형을 제안한 연구가 수행되었으며[5], 효율적인 정보시스템 운영감리를 위하여 SLA에 따른 운영감리 모형을 도출하였고[6], SLA 관점에서 가용성 지표 중심의 아웃소싱 운영감리 모델을 제시하였다[7].

클라우드 SLA 관련 선행연구들은 다음과 같다. 먼저 대표적인 국내 연구로는 클라우드 SLA에서 개인정보보호에 대한 지표가 포함된 연구가 진행되지 않아 7개의 개인정보보호 지표와 13개의 척도를 개발한 연구가 수행되었으며[8], 능동형 SLA를 기반으로 하는 능동형 SLM 시스템을 구현한 연구[9]와 cross-cutting 개념을 기반으로 클라우드 서비스의 유형 별 품질 메트릭을 분석하고 품질 수준을 협상할 수 있는 메타모델에 대한 연구[10]와 클라우드 서비스를 위한 SLA 관리 지표를 정의하고, QoS 보장을 위한 SLA 관리시스템을 구현한 연구[11] 등이 수행되었다. 또한 대표적인 해외연구로는 클라우드 시스템에서 고객 기반의 SLA 관리 방법 개발[12], 클라우드 서비스에서 SLA 보장 방법[13] 그리고 클라우드 서비스 제공자 측면에서의 SLA를 만족시키지 못할 경우의 위험관리 방법[14] 등이 있다.

이상의 국내의 선행연구들을 살펴보면 SLA기반의 정보시스템 운영감리모델 제시, SLA의 자동화나 SLA 기반의 QoS 보장 시스템 개발과 구현, SLA 관리 방법 등의 연구들이 진행되었는데, 이는 본 연구에서 수행하는 클라우드 SLA를 제안하기 위한 프레임워크 개발이나 산

업적용을 위한 클라우드 SLA의 세부 구성요소를 도출하는 연구는 이루어지지 않았다. 이러한 측면에서 이 연구는 선행연구들과 차별성을 갖는다.

본 연구의 목적은 클라우드 서비스 사업자의 서비스 수준을 향상하고 이용자를 보호하기 위해 클라우드 SLA에 관한 기준 마련하는 것이다. 이를 위해 국내·외 대표적인 클라우드 SLA에 대한 현황과 사례를 조사하고 분석하여 SLA 구성항목 도출 등 클라우드 SLA에 관한 기초연구를 통해 클라우드 SLA 프레임워크를 제안하는 것이다. 이를 통해, 클라우드 서비스 제공자의 품질·성능 수준 향상 및 이용자 신뢰기반 조성을 통해 클라우드 서비스의 이용 활성화 유도하기 위한 기초 연구 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 클라우드 SLA의 개념

### 2.1 서비스수준협약(SLA)의 개념

서비스수준협약(이하: SLA)은 서비스 제공자와 이용자 간의 서비스의 품질에 관한 계약으로, 해당 서비스가 만족시켜야 하는 기준을 정확하게 명시한 일종의 협약서이다. 일반적으로 SLA에는 수용 가능한 품질과 성능을 정의하는 데에 사용될 측정기준뿐만 아니라, Input과 Output을 정확하게 명시하여야 한다. 또한 서비스 제공자들은 외부고객과 내부고객에게 제공되는 서비스의 기대치를 정의하는 데도 SLA를 사용한다.

먼저, 사전적 정의로써 SLA는 다음과 같다.

“서비스 사업자와 서비스 사용자가 제공될 정보 서비스 및 그와 연관된 여러 조건들에 대한 서로의 책임과 의무 사항을 기술해 놓은 협약서로 서비스 사업자와 서비스 사용자 간 합의를 통하여 서비스 시간, 서비스 가용성, 성능, 복구 등 다양한 항목에 대해 최소한의 서비스를 제공하기로 사전에 협약을 맺는다. 만약 서비스 제공 수준이 주기적으로 혹은 일정기간 사전에 합의된 수준에 미치지 못하는 경우 서비스 사업자는 벌과금을 받게 된다. SLA가 있으면 사용자는 서비스 사업자의 서비스 성능을 측정할 수 있는 지표를 가질 수 있게 됨으로써 서비스에 대한 막연한 기대감에서 벗어나 구체적인 성능을 기준으로 이용 환경을 평가할 수 있게 되는 장점이 있다. SLA는 서비스 수준관리(SLM) 절차를 통해 지속적으로 유지되고 관리된다[15].”

SLA는 서비스 개념을 도입하여 작성한 계약서로 계약서에는 일반적으로 SLA는 도입부분, 본문과 각종 평가 및 관리양식으로 구성된다[16].

### 2.2 클라우드 SLA의 개념

클라우드 컴퓨팅은 서비스로써 제공되며, 클라우드 서비스 소비자에게 제공되는 서비스는 평가되고 일정 수준이 보장되어야 하는데 클라우드 컴퓨팅 환경에서 SLA인 클라우드 SLA를 정의하면 다음과 같다.

“고객에게 제공하는 클라우드 서비스의 수준을 정량적으로 측정하고, 서비스 성과를 평가/보상하여 서비스를 주고받는 클라우드 서비스 공급자(Cloud Service Provider; CSP)와 클라우드 서비스 소비자(Cloud Service Consumer; CSC)인 양 당사자 간의 서비스를 보증하기 위한 품질 상세 약정[16]”

클라우드 SLA의 정의에서 표현되었듯 SLA는 클라우드 서비스 제공자와 클라우드 서비스 소비자간의 서비스 보장을 기반으로 한다. 클라우드 서비스 보장을 위해서는 정량적 측정이 가능한 평가지표가 제시되어야 하고 이를 토대로 서비스 성과가 평가되어야 한다.

클라우드 SLA는 클라우드 서비스의 정량적 목표수준(Service Level Objectives ; SLO)과 정성적 목표 수준(Service Qualitative Objectives; SQO)을 포함하며 클라우드 컴퓨팅의 주요 특징을 반영하는 것이 좋다[17].

## 3. 클라우드 SLA를 위한 관리영역 및 세부 항목

본 절에서는 클라우드 SLA를 위한 클라우드 SLA 관리영역과 관리영역별 세부항목을 도출한다. 이를 위하여 국무조정실과 정보통신부에서 제정한 정보시스템 운영관리지침[18]을 기반으로 클라우드 SLA 관리영역을 도출한다. 이를 기반으로 국내·외 클라우드 SLA를 조사하고 분석하여 클라우드 SLA 관리영역별 세부항목을 도출한다.

### 3.1 클라우드 SLA를 위한 관리 영역

본 연구에서는 클라우드 SLA를 위한 관리영역을 도출하기 위하여 국무조정실과 정보통신부에서 제정한 “정보시스템 운영관리 지침[18]”을 채택하여 이를 검토하고

수정하여 사용하기로 한다. 이 지침은 “정보시스템의 효율적 운영을 위한 최상위 지침으로써, 시스템 운영 담당 부서의 업무 수행 시 운영관리자가 참조할 수 있도록 구성되어 있는데, 이를 위한 10대 관리요소는 Fig. 2와 같다.



Fig. 2. Ten management elements for operational execution of information system management

본 연구에서는 클라우드 SLA를 위한 관리영역 도출을 위해 10대 관리 요소 중에서 클라우드 서비스 특징과 연관성이 적은 전산실관리, 운영아웃소싱관리를 제외하고, 일반적으로 예산관리항목은 SLA에서 고려하지 않으므로 이것도 제외하였다. 성능관리은 클라우드 서비스의 품질항목까지 포함하여 고려하기 위하여 성능·품질관리로 명칭을 수정하고, 이상의 7가지 관리 요소에 해당되지 않는 세부항목을 분류하기 위한 기타를 새롭게 추가하여 총 8개의 관리요소를 결정하였다. 최종 선정된 클라우드 SLA 세부항목 도출을 위한 관리요소는 Fig. 3와 같다.

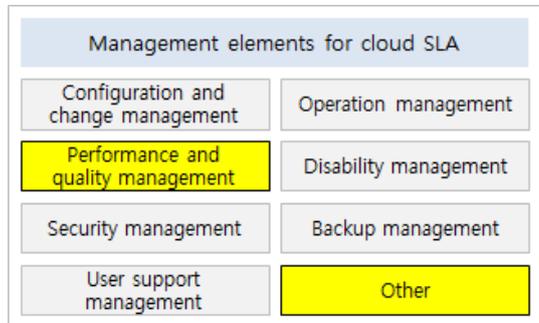


Fig. 3. Management elements for deriving cloud SLA components

### 3.2 국외 클라우드 SLA 분석을 통한 클라우드 SLA를 위한 세부 항목

본 절에서는 국외 클라우드 SLA 분석을 통한 클라우드 SLA를 위한 세부 항목을 확인하기로 한다. 이를 위해 전절에서 도출한 클라우드 SLA를 위한 관리 영역에 따라 이를 분류하여 매핑한다.

본 절에서 분석하는 해외 클라우드 SLA로는 EU 집행위원회(EC)의 클라우드 SLA 표준화 가이드라인(Cloud Service Level Agreement Standardisation Guideline)(, Cloud Standards Customer Council (CSCC)의 클라우드 서비스 협약 실용 가이드(Practical Guide to Cloud Service Agreements), ISO/IEC의 클라우드 컴퓨팅 서비스수준협약 프레임워크 - Part 1: 개요 및 개념(Overview and concepts)을 분석하고 이를 통해 클라우드 SLA를 위한 관리 영역에 따라 세부항목을 분류하고 매핑(mapping)하는데, 이 때 세부 항목들은 관리 영역에 중복하여 분류되고 매핑될 수 있도록 하였다.

#### 3.2.1 EC의 클라우드 SLA 표준화 가이드라인

EC에서 제정한 클라우드 SLA 표준 가이드라인으로 클라우드는 글로벌 서비스라는 특징을 고려하였다. SLA는 일반적으로 적용 가능한 법적 요구 사항이 다양하고 특히 클라우드 서비스에서 호스팅되는 개인 데이터의 보호와 관련하여 여러 관할 지역에 걸쳐 있으며 다양한 클라우드 서비스 및 배포 모델에는 SLA에 대한 다양한 접근 방식이 필요하다. 이에 따라 SLA의 복잡성이 증가함에 따라 SLA 표준화를 통해 클라우드에 대한 SLA의 명확성을과 이해를 높이기 위한 목적으로 클라우드 SLA 표준화 가이드라인을 제정하였다.

2013년 2월 EC는 Cloud Select Industry Group의 하부 그룹 SLA(C-SIG-SLA)를 설정하였다. EC가 지원하는 산업 그룹인 C-SIG SLA 하위 그룹은 클라우드 서비스 제공 업체 및 전문 클라우드 서비스 고객에게 일련의 SLA 표준화 지침을 제공하면서 유럽 클라우드 시장의 특정 요구 사항을 충족시키기 위해 문서를 준비하였고 2014년에 최종 표준화 가이드라인을 공표하였다[19].

이 클라우드 SLA 표준 가이드라인에는 SLA의 8가지 기본 원리를 서술하고 있다. 기본 원리는 1) 기술 중립, 2) 비즈니스 모델 중립, 3) 세계적으로 적용 가능, 4) 명백한 정의, 5) 비교 가능한 서비스 수준 목표, 6) 공개를 통한 일치, 7) 다양한 고객 지원, 8) 클라우드 특성 반영 등

으로 구성된다.

그리고 서비스 수준 목표(SLO)는 다음과 같은 내용들을 포함하고 있다.

- 성능 SLO : 가용성, 응답 시간, 용량, 역량 지시자, 지원, 가역성, 종료 프로세스
- 보안 SLO: 서비스 신뢰성, 인증과 권한 허가, 암호, 보안사고관리 및 보고, 로깅과 모니터링, 감사와 보안 증명, 취약성 관리, 컴플라이언스
- 데이터 SLO: 데이터 분류, 데이터 복제, 백업 및 복구, 데이터 생명주기 관리, 데이터 이식성

클라우드 제공자는 서비스 등록, SLA 협약, 자원 할당, SLA 관리 등의 기능을 보유하며, 여기에서 SLA 관리 시스템은 SLA와 관련된 데이터의 수집, 저장, 보고, 실시간 알림 등의 관리 기능을 제공한다.

SLA는 클라우드 서비스 모델에 따라 차이가 있다. IaaS의 SLA에는 물리/가상 서버 할당, 부하 관리, 결합 허용, 사용량 기반 과금, 프로세스 자동화 등이 포함된다. 반면에, PaaS에서는 개발 생명주기 지원, SW 라이선스 관리, 서비스 실행 플랫폼 등이 SLA에 포함된다. SaaS에서는 접근성, 확장성, 가용성 등이 대표적인 SLA의 내용이 된다.

EC의 클라우드 SLA 표준화 가이드라인을 클라우드 SLA를 위한 관리영역별로 정리하면 Table 1과 같다.

Table 1. Management area and components of cloud SLA of EU Executive Council (EC)

Management area of cloud SLAs	Components of cloud SLAs
Configuration and change management	capacity, reversibility, termination, management system
Operation management	availability, capacity, performance metrics, support, service reliability, authentication/authorization, logging/monitoring, audit/security verification, management system, accountability service, data classification
Quality and performance management	response time, capacity, performance metrics, service reliability, data portability
Disability management	logging and monitoring, vulnerability management
Security management	authentication/authorization, encryption, security event management/reporting, audit/security verification, vulnerability management, governance, data minimisation, data lifecycle, restrictions on use/storage/disclosure, responsibility, physical location of the customer's data, intervention, personal data protection

Backup management	availability, reversibility and termination processing user data, mirroring/backup/restore, data lifecycle, data portability
User support management	support, reversibility and termination processing, purpose description, openness/transparency/notice
other	-

3.2.2 CSCC의 클라우드 서비스 협약 실용 가이드  
Cloud Standards Customer Council (CSCC)의 “클라우드 서비스 협약 실용 가이드(Practical Guide to Cloud Service Agreements)”는 기업 정보 기술 (IT) 및 비즈니스 의사 결정권자가 다양한 클라우드 서비스 공급자의 클라우드 서비스 협약(CSA)을 분석하는 데 도움이 되는 실질적인 참조를 제공한다. 이는 의사 결정권자에게 기대하는 바를 알려주고 잠재적인 공급자로부터 CSA를 평가할 때 사용할 기준을 제시하고 있다[20].

CSA는 주로 클라우드 고객 (구매자)과 클라우드 공급자 (판매자) 간의 서비스에 대한 명확한 기대치를 설정하기 위해 작성되었지만 클라우드 캐리어, 클라우드 브로커 및 클라우드와 같은 다른 클라우드 개체(entity)와도 존재해야 한다. 이 안내서는 주로 클라우드 고객과 클라우드 제공자 간의 CSA 세부 사항에 중점을 둔다. 또한 선택된 IaaS, PaaS 또는 SaaS에 따라 CSA 내용에 대한 요구 사항이 다를 수 있으며 이 가이드에서는 다양한 서비스 모델에 공통적인 요구 사항에 중점을 두고 있다.

현재 CSA 조정 섹션에서는 클라우드 고객과 공급업체 간에 현재 존재하는 역동성과 회사 규모가 용어 협상 권한에 미치는 영향에 대해 설명을 포함하며, “클라우드 서비스 협약 평가 가이드”는 여러 클라우드 공급자를 비교하거나 선택한 공급자와 조건을 협상하기 위해 고객이 CSA를 평가하기 위해 취해야 하는 규범적인 일련의 단계를 제공하는데 2015년에 클라우드 서비스 협약 실용 가이드 버전2.0이 발표되었다.

CSCC의 클라우드 서비스 협약 실용 가이드 버전2.0을 클라우드 SLA를 위한 관리영역별로 정리하면 Table 2와 같다.

Table 2. Management area and components of cloud SLA of CSCC

Management area of cloud SLAs	Components of cloud SLAs
Configuration and change management	service content, service scalability, service architecture, termination of a contract

Operation management	availability, scalability, service level reporting
Quality and performance management	Service availability, service scalability, service level reporting
Disability management	Service failure
Security management	security, privacy, security governance, security audits
Backup management	availability, fault, data backup/recovery, termination of a contract
User support management	customer support, service level reporting
other	-

3.2.3 “ISO/IEC 19086-1:2016 Information technology - Cloud computing - Service level agreement (SLA) framework - Part 1: Overview and concepts[12]”

국제표준화기구인 ISO/IEC에서는 2016년 클라우드 SLA 관련 표준화 문서를 제정하였는데, 이 표준화 문서는 클라우드 SLA 개념과 SLA에 포함되어야 하는 구성 요소들에 대하여 설명하고 있다[16].

이 문서에서 클라우드 SLA 영역은 총 13개의 요소들로 구성되어 있으며, 이 요소 안에 하부 요소로 다시 세분화되는 구성요소도 있다.

각 구성요소별로 서비스 수준 목표(SLO)와 서비스 질적 목표(SQO)로 구분되어 있는데, Cloud SLA 콘텐츠 영역에 클라우드 SLA에서 고려해야 할 세부 요소들이 제시되었다.

ISO/IEC 19086-1의 표준화문서의 내용을 클라우드 SLA를 위한 관리영역별로 정리하면 Table 3과 같다.

Table 3. Management area and components of cloud SLA of ISO/IEC 19086-1

Management area of cloud SLAs	Components of cloud SLAs
Configuration and change management	Cloud SLA components (agreement services, Cloud SLA definitions, service monitoring, roles and responsibilities)
Operation management	availability, resiliency, service monitoring
Quality and performance management	performance of cloud services (cloud service response time, cloud service capacity, resiliency)
Disability management	service reliability (service resiliency/fault tolerance, customer data backup and recovery, disaster recovery)

Security management	privacy, information security, data management (Intellectual property rights (IPR), CSC data, CSP data, account data, derived data, data portability, data erasure, data location, data examination, judicial approach)
Backup management	service reliability (service resiliency/fault tolerance, customer data backup and recovery, disaster recovery), service termination (data retention period, log retention period, service termination notification, asset return)
User support management	cloud services support
other	compensation, accessibility, cloud service features and functionality changes, governance, certificates, audits

### 3.3 국내 클라우드 SLA 분석을 통한 클라우드 SLA를 위한 세부 항목

본 절에서는 전절의 해외 클라우드 SLA의 사례 분석에 이어 대표적인 국내 클라우드 SLA의 사례 분석을 통해 클라우드 SLA를 위한 세부 항목을 확인하기로 한다. 이를 위해 전절에서 도출한 클라우드 SLA를 위한 관리 영역에 따라 이를 분류하고 매핑한다. 국내 클라우드 SLA 사례로는 한국통신기술협회(TTA)의 “클라우드 컴퓨팅 SLA 수립을 위한 품질요소”, 방송통신위원회의 “클라우드 서비스 가이드”, 행정자치부의 “공공기관 민간 클라우드 이용 가이드라인 - 표준 서비스수준협약서(SLA)”, 미래창조과학부의 “클라우드컴퓨팅서비스 품질·성능기준 고시”를 분석하고 이를 통해 클라우드 SLA를 위한 관리 영역에 따라 세부항목을 분류하고 매핑한다.

#### 3.3.1 한국통신기술협회(TTA)의 “클라우드 컴퓨팅 SLA 수립을 위한 품질요소”

한국정보통신기술협회(TTA)의 “클라우드 컴퓨팅 SLA 수립을 위한 품질요소”는 정보통신단체표준문서이다. 이 문서에는 클라우드 컴퓨팅 SLA를 수립할 때 고려할 필요가 있는 품질요소를 포함하고 있다. 이 문서의 주요내용으로는 클라우드컴퓨팅 SLA의 정의, 클라우드 컴퓨팅 서비스 SLA 수립 시 필요한 고려사항과 이에 따른 품질요소를 정의하고 있다[21].

해당 문서에서는 클라우드컴퓨팅 서비스를 두 개의 그룹으로 분리하였다. 즉, 품질지표와 관리지표로 구분하였는데, 이를 다시 클라우드 SLA를 위한 관리영역별로 정리하면 Table 4와 같다.

Table 4. Management area and components of cloud SLA of TTA

Management area of cloud SLAs	Components of cloud SLAs
Configuration and change management	resource efficiency
Operation management	operation management, availability, resource efficiency, service satisfaction
Quality and performance management	availability, time responsiveness, resource efficiency, service handling, service satisfaction
Disability management	resiliency, service satisfaction
Security management	security
Backup management	availability, resiliency
User support management	user support management, service handling, service satisfaction
other	-

#### 3.3.2 방송통신위원회의 클라우드 서비스 가이드

2011년 방송통신위원회(KCC)에서 발간한 “클라우드 SLA 가이드”는 SLA를 작성할 때 서비스 제공자와 이용자간의 서비스 항목과 목표 수준 등을 제시한 지침서로써 이용자의 경우 클라우드에 대한 신뢰성을 제공하고, 서비스 업체의 경우 서비스 품질을 향상을 유도하기 위한 것이다. 이 문서는 클라우드 SLA 수준을 향상시켜 클라우드 수요를 확산하고, 서비스 품질을 제고하기 위한 목적으로 발간되었다[22].

방송통신위원회의 클라우드 서비스 가이드에 제시된 SLA 구성요소들로는 “SLA 목적, 서비스 내용, 조건, 서비스 가용성, 서비스 장애, 위약금, 데이터 백업/복구, 서비스 확장성, 서비스 구조, 보안, 고객지원, 서비스수준 보고, 서비스계약 해지”가 있는데, 이를 클라우드 SLA를 위한 관리영역별로 정리하면 Table 5와 같다.

Table 5. Management area and components of cloud SLA of KCC

Management area of cloud SLAs	Components of cloud SLAs
Configuration and change management	SLA objectives, service content, conditions, scalability, service structure, termination of a contract
Operation management	availability, scalability, service level reporting

Quality and performance management	availability, scalability, service level reporting
Disability management	disability
Security management	security
Backup management	availability, failure, data backup/recovery, service contract termination
User support management	customer support, service level reporting
other	penalty (damage compensation)

3.3.3 행정자치부 공공기관 민간 클라우드 이용 가이드라인 - 표준서비스수준협약서(SLA)

2016년 7월에 발표된 행정자치부의 공공기관 민간 클라우드 이용 가이드라인에는 표준 서비스수준협약서(SLA)가 제시되어 있다. 이 문서에는 SLA의 개요, 서비스수준의 관리, 서비스수준의 평가, 서비스수준 협약의 개정 및 변경, 기타의 목차로 해당 내용이 제시되어 있다 [23]. 그리고 별첨의 서비스수준 지표 참고목록에 클라우드 SLA를 위한 세부 서비스수준 지표가 제시되어 있는데, 명시된 지표항목 및 목표는 기본값으로 기관·시스템 성격을 고려하여 수정하도록 안내되어 있으며 세부 항목 중 일부는 방송통신위원회의 클라우드서비스를 위한 SLA 가이드과 중복되는데, 이를 클라우드 SLA를 위한 관리영역별로 정리하면 Table 6와 같다.

Table 6. Management area and components of cloud SLA of Ministry of Government Administration and Home Affairs(MOGAHA)

Management area of cloud SLAs	Components of cloud SLAs
Configuration and change management	service objectives, target and scope, duration of agreement, agreement management, service level management, revision and modification of agreement, cancellation of agreement
Operation management	service availability(MTTR, MTBF),
Quality and performance management	service availability, service performance (average response time, maximum response time exceeded)
Disability management	service failures (determined time of failure, average time of failure, rate of identification of the cause of disability, maximum number of time-out for failover, total number of failures)
Security management	security management (number of security breaches, number of security violations, rapid reporting of breaches, rapid resolution of breaches,

	intrusion detection rate, and periodic preventive inspection rate)
Backup management	data management (backup Compliance, data recovery time, data recovery success rate)
User support management	customer support (average customer request processing time, customer request processing rate, timely service request processing rate, change request processing rate, error rate when applying change, resource allocation compliance rate, and service satisfaction)
other	-

3.3.4 미래창조과학부의 “클라우드컴퓨팅서비스 품질·성능에 관한 기준 고시[20]”

2016년 4월 고시된 미래창조과학부(현, 과학기술정보통신부)의 “클라우드컴퓨팅서비스 품질·성능에 관한 기준”은 클라우드컴퓨팅법 제23조 제2항의 신뢰도 향상의 목적에 따라 “클라우드컴퓨팅서비스의 품질·성능에 관한 기준”에 필요한 사항을 정한 것이다[24].

이 기준에서는 클라우드컴퓨팅서비스 품질·성능 기준을 7개로, 기준에 따른 세부기준은 11개로 제시하였는데, 이를 클라우드 SLA를 위한 관리영역별로 정리하면 Table 7과 같다.

Table 7. Management area and components of cloud SLA of Ministry of Science, ICT and Future Planning(MSIP)

Management area of cloud SLAs	Components of cloud SLAs
Configuration and change management	availability, scalability
Operation management	availability, scalability
Quality and performance management	availability, scalability, reliability
Disability management	reliability(service recovery time)
Security management	-
Backup management	reliability(service recovery time, backup interval, backup compliance rate, backup data retention period)
User support management	service support(service support system), customer response (customer response system, customer complaint handling system)
other	service continuity (service provision ability)

## 4. 클라우드 SLA를 위한 프레임워크

### 4.1 클라우드 SLA 구성항목 도출을 위한 프레임워크

전절에서는 국내·외 대표적인 클라우드 SLA를 조사·분석하고 클라우드 SLA를 위한 관리영역별로 구성요소를 분류하고 매핑하였다. 본 절에서는 클라우드 SLA 구성항목 도출을 위한 프레임워크와 체크리스트를 제시하기로 하는데, 이는 전절의 국내외 SLA 사례분석결과로 수행된 분류와 매핑된 세부 항목들을 고려하여 궁극적으로 클라우드 SLA의 구성항목 도출을 위한 프레임워크이다.

클라우드 SLA의 구성항목을 도출하기 위한 프레임워크 제시는 Table 8과 같은 단계를 거쳐 수행되는데, 단계별 주요 내용은 다음과 같다.

Table 8. Steps to propose a framework for Cloud SLA components

Step	Contents
1st step	Setting the review range of Cloud SLA
2nd step	Proposing a framework for deriving cloud SLA components
3rd step	Proposing cloud SLA components through expert groups
4th step	Proposing final cloud SLA components

먼저, 1단계의 클라우드 SLA 검토 범위는 클라우드 SLA의 구성항목 도출을 위한 대상 범위를 결정한다. 그리고 클라우드 서비스(IaaS/PaaS/SaaS)별로 적용 가능한 항목의 검토를 진행한다. 본 연구에서는 전절에서 분석한 국외 3건과 국내 4건의 클라우드 SLA의 세부 항목을 모두 검토하였다. 단, 본 연구에서는 구성 및 변경관리에 포함되는 세부항목은 일반적인 클라우드 SLA 구성 내용으로 제외하고 다른 관리 영역의 세부항목만을 고려하기로 한다.

2단계에서는 클라우드 서비스 제공자와 이용자 간 클라우드 SLA를 위한 프레임워크를 제시하는데, 프레임워크와 체크리스트는 공통적으로 개발되며 이는 세부적으로 다음과 같은 3단계로 구성되었다.

- 단계 1: SLA 항목 구분(필수 or 선택) 및 국내외 클라우드 SLA에서의 사용회수
- 단계 2: 서비스 분야 (IaaS, PaaS, SaaS)별 적용 가능성

- 단계 3: 클라우드 서비스 공급자와 사용간의 의견 수립

Fig. 4는 이상의 단계를 거쳐 개발된 클라우드 SLA를 위한 프레임워크이다.

Fig. 4에서는 국내의 방송통신위원회의 클라우드 서비스 가이드와 국외의 ISO/IEC 19086-1을 적용한 사례를 보여주고 있다. Fig. 4에서 보는 바와 같이, 클라우드 SLA를 위한 세부항목은 대분류, 중분류, 소분류로 제시할 수 있는데, 이는 참조문서를 종류에 따라 다르게 제시되어 있다. 그러나 제시된 프레임워크를 사용하면 최종적으로 선택할 클라우드 SLA 세부항목의 대분류, 중분류, 소분류도 고려할 수 있다. 단계 1에서는 세부항목을 필수로 할지 선택항목으로 할지를 결정할 수 있으며, 사용회수는 각 문서에서 사용된 클라우드 SLA의 세부항목을 카운트할 수 있다. 이는 궁극적으로 세부항목의 필수 여부 혹은 중요도를 결정할 때 참고할 수 있다. 단계 2에서는 전술한 바와 같이 IaaS, PaaS, SaaS별 서비스 분야별로 적용 가능성을 체크할 수 있으며, 단계 3에서는 클라우드 서비스 공급자와 사용간의 의견 수립을 통해 최종적으로 공급자와 사용간의 클라우드 SLA를 결정하는데 참고할 수 있도록 구성되었다.

3단계의 클라우드 SLA 구성항목 도출은 2단계에서 제시한 프레임워크와 체크리스트를 통하여 국내의 클라우드 산업현황을 고려하고, 공공기관과 민간영역 모두에서 적용할 수 있는 클라우드 SLA 구성항목을 도출하여 제시한다. 이 단계에서 클라우드 SLA 구성항목을 적용 가능성과 타당성 검증을 위해 학계, 클라우드 서비스 제공자(CSP), 클라우드 품질·성능 전문기업, 클라우드 서비스 소비자(CSC), 연구기관 등을 포함한 클라우드전문위원회를 구성하여 제시된 클라우드 SLA 항목을 검증하고 적용가능성을 검토한다.

마지막 4단계에서는 3단계를 통해 도출된 최종 클라우드 SLA 구성항목을 제시하는데, 이는 국내 공공영역이나 민간영역에서 클라우드 SLA 작성에 참고하고 도움을 주기 위한 것이다.

3단계와 4단계의 세부 연구과정과 결과는 다음 절에서 기술하기로 한다.

### 4.2 클라우드 서비스 수준 협약(SLA) 구성항목 도출 결과

본 절에서는 전절에서 기술한 3, 4단계의 클라우드

Cloud SLA Framework																				
Division	Cloud SLA components			1st Step : SLA components									2nd Step : Applicability by service sector				3rd Step : CSP & CSC review			
	Large category	Middle category	Small category	Required	Optional	N/A	SaaS			PaaS			IaaS			Service Provider		Service Consumer	others	
				Required	Optional	N/A	Required	Optional	Required	Optional	Required	Optional	Required	Optional	Required	Optional	Required	Optional		
KCC, SLA Guide	Availability	Availability rate		o			o		o		o		o		o		o		o	
		MTTR			o				o			o			o			o		o
	Performance	MTBF							o						o					o
		response time			o				o			o			o					o
	Scalability	Number of concurrent users		o			o		o		o				o		o			o
		Backup period			o			o		o		o			o		o			o
	Data backup & data recovery	Backup Compliance			o			o		o		o			o		o			o
		Data Recovery Time				o			o			o			o		o			o
		Backup Data Retention Period				o			o			o			o		o			o
	Disability	Scheduled time of failure				o			o			o			o		o			o
		Service Failure Action Time			o			o		o		o			o		o			o
	Customer support	Customer request processing time				o			o			o			o		o			o
		Customer request processing rate				o			o			o			o		o			o
		Service request timely processing rate				o			o			o			o		o			o
		Change request timely processing rate				o			o			o			o		o			o
	Penalty (damage compensation)				o			o			o			o		o			o	
Service improvement	number of service training			o			o		o		o			o		o			o	
Accessibility	Accessibility Standards			o			o		o		o			o		o			o	
	Accessibility Policies			o			o		o		o			o		o			o	
Int'l Cloud SLA Standard (ISO/IEC 19086-1:2016)	Availability	Availability		o			o		o		o			o		o			o	
		Cloud service response time	Cloud Service Maximum Response Time Observation			o			o			o			o		o			o
	Performance	Cloud Service Response Time Mean	Cloud Service Response Time Variance			o			o			o			o		o			o
		Limit of Simultaneous Cloud Service Connections	Limit of Available Cloud Service Resources			o			o			o			o		o			o
		Cloud Service Throughput	Cloud Service Bandwidth			o			o			o			o		o			o
		Elasticity	Elasticity Speed		o			o		o		o			o		o			o
	Elasticity	Elasticity Precision		o			o		o		o			o		o			o	

Fig. 4. The proposed checklist for cloud SLAs

SLA 구성항목 도출과정과 클라우드전문위원회를 통한 클라우드 SLA 구성항목 제시 결과를 기술한다.

본 연구에서는 전 절에서 기술한 것과 같이, 클라우드 SLA 구성항목 도출을 위해 국외 3건과 국내 4건의 클라우드 SLA 문서의 클라우드 SLA 구성항목을 모두 검토하였다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 클라우드 SLA 구성항목의 구분은 대분류, 중분류, 소분류로 구분되는데, ISO/IEC 19086-1 SLA만 소분류까지 구분된다. 따라서 본 과제에서는 중분류까지만을 고려하여 SLA 구성항목을 도출하기로 하고, ISO/IEC 19086-1 SLA의 소분류는 ISO/IEC 19086-1 SLA의 중분류 항목이 구성항목으로 도출된 경우 참고용으로 활용하기로 한다.

본 연구에서는 국내 클라우드 산업현황을 고려한 클라우드 SLA 구성항목 제시를 위해서 클라우드 SLA를 위한 전문위원회를 구성하였다. 구성된 전문위원회는 클라우드 SLA 구성항목을 적용가능성과 타당성 검증을 위해 학계전문가 3인, 11인의 IaaS 제공자, 2인의 PaaS 제공자, 3인의 SaaS 자로 구성된 총 16인의 클라우드 서비

스 제공자, 3인의 클라우드 품질·성능 전문기업, 3인의 클라우드 서비스 소비자 3인의 연구기관 등으로 구성되었다. 전문위원회 구성의 특징은 기존의 클라우드 서비스 제공자 중심의 SLA 논의에서 벗어나 클라우드 서비스 소비자는 물론 클라우드 서비스 품질성능 전문기업까지 포함하여 국내 클라우드 산업상황과 이용자의 입장도 고려하여 클라우드 SLA 세부항목을 도출한 것이다.

전문위원회에서는 제안한 클라우드 SLA 프레임워크와 체크리스트를 사용하고 5차례의 브레인스토밍을 통하여 해외 3개문서와 국내 7개 문서에 포함된 클라우드 SLA의 구성항목을 모두 검토하여 클라우드 SLA 구성항목을 도출하였는데, 최종 결과는 Table 9과 같다.

Table 9. The derived cloud SLA components

Components of cloud SLAs				
management area	large category	middle category	required/optional	source
Operation management	availability	availability rate	required	EC, CSCC, ISO/IEC,

				TTA, KCC, MOGAHA, MSIP
		MTTR	optional	KCC, MOGAHA
		MTBF	optional	KCC, MOGAHA
Quality and performance management	performance	response time	required	EC, CSCC, ISO/IEC, TTA, KCC, MOGAHA, MSIP
		elasticity & scalability	required	CSCC, ISO/IEC, KCC, MSIP
Disability management	service disability	service recovery time	optional	MISP
		scheduled time of failure	optional	KCC, MOGAHA
		average disability time	optional	MOGAHA
		total number of failures	optional	MOGAHA
	disaster recovery	disaster recovery target time	optional	ISO/IEC
		disaster recovery target time	optional	ISO/IEC
disaster recovery plan		optional	ISO/IEC	
Security management	security	personal identification information protection	optional	EC, CSCC, ISO/IEC
		information security	optional	EC, CSCC, ISO/IEC
		number of security breaches	optional	EC, CSCC, ISO/IEC
		number of security violation cases	optional	MOGAHA
		regular preventive inspection rate	optional	MOGAHA
Backup management	data management	backup period	required	EC, CSCC, ISO/IEC, TTA, KCC, MOGAHA, MSIP

		backup compliance rate	required	EC, CSCC, ISO/IEC, TTA, KCC, MOGAHA, MSIP		
		data recovery time	optional	EC, ISO/IEC, KCC, MOGAHA		
		data portability	optional	EC, ISO/IEC		
		data deletion	optional	ISO/IEC		
		data retention period	optional	ISO/IEC		
	service termination	log retention period	optional	ISO/IEC		
		service termination notification	optional	ISO/IEC		
		asset return	optional	ISO/IEC		
		User support management	customer support	service support system	required	ISO/IEC, KCC, MSIP
				customer response system	required	KCC, MSIP
customer complaint handling system	required			MOGAHA, MSIP		
average customer request processing time	optional			KCC, MOGAHA		
customer request processing rate	optional		KCC, MOGAHA			
service request timely processing rate	optional		KCC, MOGAHA			
change request timely processing rate	optional		KCC, MOGAHA			
other	compensation		damages compensation	optional	ISO/IEC, KCC	
	verification certification and audit	cloud services audit	optional	ISO/IEC		

Table 10의 도출된 SLA 구성항목은 대분류와 중분류의 Level로 구성되었으며, 옵션은 필수와 선택으로 체크

되었고, 도출된 SLA 구성항목을 출처도 명시하도록 하였다. 특히 옵션은 필수와 선택으로 구분하였는데, 미래창조과학부고시인 “클라우드컴퓨팅서비스 품질·성능에 관한 기준”의 세부항목은 모두 필수항목으로 도출하였고, 나머지 항목은 선택으로 체크되었다. 이는 현재 과학기술정보통신부와 정보통신산업진흥원(NIPA)은 한국클라우드산업협회, TTA와 함께 클라우드컴퓨팅서비스 품질·성능의 향상을 위한 측정기준을 제시하고 이의 검증을 지원해 오고 있으며, 이미 여러 클라우드 기업들이 2016년부터 올해에 이르기까지 클라우드서비스의 품질·성능 관리체계 점검 및 정량적 항목의 테스트를 통해 NIPA의 품질·성능 기준 확인서를 발급받고 있는 현실을 반영하였다. 도출된 ISO/IEC 19086-1 SLA의 소분류 항목은 추후에 Level 수준 정의가 필요하다.

## 5. 결론

해외 주요 국가의 클라우드 정책 추과 IT 산업의 클라우드로의 패러다임 변화에 맞추어 국내에서도 클라우드 활성화 정책을 적극 추진하고 있으며, 민관의 노력으로 클라우드 시장이 성장하고 있다. 국내 클라우드 정책은 클라우드컴퓨팅법과 동법 시행령을 근간으로 추진되고 있는데, 동법에서는 이용자 보호를 위해 표준계약서, 상호운용성, 품질성능기준, 정보보호기준 등이 기제정되고 시행되고 있다 그러나 아직 클라우드 SLA만이 제정되지 않았으며, 이에 따라 국내 클라우드 산업현황을 고려하여 민간영역은 물론 공공영역에서 클라우드 서비스 제공자와 이용자 모두에게 도움을 줄 수 있는 클라우드 SLA가 필요하다.

본 연구에서는 클라우드 서비스 사업자의 서비스 수준을 향상하고 클라우드 서비스 소비자를 보호하기 위해 클라우드 SLA에 관한 세부항목을 도출하여 제시하였다. 이를 위해 클라우드 SLA를 위한 관리항목을 도출하였고 도출된 관리영역에 따라 세부항목을 분류하고 매핑하였다. 이를 위하여 대표적인 국외 3건과 국내 4건의 클라우드 SLA 문서를 조사하고 분석하였으며 클라우드 SLA를 위한 프레임워크를 활용하여 클라우드 SLA를 위한 전문 위원회를 구성하여 국내 클라우드 산업을 고려한 클라우드 SLA 세부항목을 제시하였다.

클라우드 SLA는 클라우드 서비스 제공자가 제공하는

클라우드 서비스를 제공받는 클라우드 서비스 소비자가 서비스의 품질과 성능 등을 정성적인 지표와 정량적 지표를 이용하여 평가하는 것이다. 클라우드 SLA에서 성능, 보안 등 클라우드 서비스의 필요 요소가 핵심으로 클라우드 서비스 공급자와 클라우드 서비스 소비자 등을 포함한 클라우드 서비스 당사자들은 표준화된 정의와 용어를 통해 불필요한 오해의 소지를 줄일 수 있으며 또한 클라우드 서비스의 비교를 통한 서비스 선택권을 가질 수 있다. 클라우드 서비스 공급자마다 다른 SLA 기준, 보장 범위 등으로 분쟁의 소지가 생길 수 있고 이러한 문제점을 해결하는데 본 연구가 도움이 될 수 있으리라 기대한다.

아직도 국내 기업 대다수는 클라우드 도입에 대한 고민이 적지 않다. 어떤 클라우드를 사용해야 할지를 판단할 근거가 없기 때문에 이는 클라우드 서비스 소비자 입장에서 어떤 클라우드 서비스를 신뢰할 수 있는지에 대한 정보가 없기 때문이다. 클라우드 서비스의 활성화를 위해선 무엇보다 서비스 품질과 성능 등 신뢰성이 확보되어야 하는데, 클라우드 SLA는 이러한 문제점을 해결하는데 중요한 참조모델이 될 수 있다. 클라우드 서비스 소비자 입장에서는 클라우드 서비스를 선택할 수 있는 중요한 도구로 사용할 수 있으며, 클라우드 서비스 공급자 입장에서도 클라우드 서비스를 개선하는데 적극적으로 활용할 수 있다. 또한 정부에서는 본 연구결과를 통해 클라우드 활성화 정책 중 아직까지 미개발되어 시행되고 있지 않는 클라우드 SLA 관련 정책수립 및 시행에 참고할 만한 연구결과로 판단된다. 본 연구결과를 통해 정부의 “클라우드컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률” 체계의 클라우드 서비스 제공자와 이용자간 신뢰도 향상을 정책적 활용은 물론 궁극적으로 국내 클라우드 서비스의 품질·성능 수준 향상 및 이용자 신뢰기반 조성을 통해 클라우드 서비스의 활성화를 기대한다.

향후 연구로는 도출된 공통 항목을 측정하기 위한 정량적 메트릭을 도출하려면 클라우드 서비스 IaaS, PaaS, SaaS)의 특징을 반영하여 메트릭 계산방법이 도출되어야 한다. 또한 국내 클라우드 서비스 제공자가 소비자들을 위해서는 단순한 SLA 세부 항목 제시뿐만 아니라 구체적으로 어떻게 SLA를 작성하고 계약해야 하는지 구체적인 가이드라인이 제시되어야 한다. 마지막으로 국내 클라우드 서비스 제공자가 소비자들을 위한 SLA 가이드라인을 위해서는 클라우드 서비스 제공자와 이용자들간

의 협의체를 구성하여 정량적인 세부 항목의 정량값에 대한 가이드라인을 정하는 것이 필요하다.

## REFERENCES

- [1] K. K. Seo. (2012). A Comparison Study between Korean Cloud Service Certification Systems and U.S. FedRAMP. *Journal of digital convergence*, 10(11), 58-65.
- [2] Joint Ministry (2015). *Cloud Computing Activation Plan: 1st Cloud Computing Development Master Plan(between 2016 and 2018)*. OPM.
- [3] National Legal Information Center (2015). *Act on the Development of Cloud Computing and Protection of Users*. MOI.
- [4] National Legal Information Center (2015). *Enforcement Decree of the Act on the Development of Cloud Computing and Protection of Users*. MOI.
- [5] H. W. Kim, J. Jung, D. S. Kim, H. K. Lee & K. J. Han. (2012). An Information System Audit Model for IT Outsourcing Operation. *Journal of digital convergence*, 10(11), 185-196.
- [6] S. H. Lee, J. T. Choi, D. S. Kim & H. W. Kim. (2012). The Model of Information System Operating Audit for the Service Level Agreement. *Journal of digital convergence*, 10(6), 71-82.
- [7] D. S. Kim & H. W. Kim. (2015). A Study on the Audit Model of Outsourcing Operation based on Availability Metrics in perspective of Service Level Agreement. *Journal of digital convergence*, 13(7), 183-196.
- [8] J. D. Kim, D. H. Park & H. Y. Yeum. (2015). A Study on development of privacy indicators in the context of cloud service level agreement. *Journal of digital convergence*, 13(2), 115-120.
- [9] S. R. Kim, M. M. Kang & J. H. Bae. (2013). Automation of Service Level Agreement based on Active SLA. *The journal of the institute of internet, broadcasting and communication*, 13(4), 229-237.
- [10] Y. M. Ahn, J. S. Park & K. H. Yeum. (2015). Quality Metrics of Cloud Service Based on Cross-cutting and SLA Specification Mechanism. *Journal of KIISE*, 42(11), 1361-1371.
- [11] G. R. Yoon & B. H. Lee. (2013). Implementation of SLA Management System for QoS Guarantee in Cloud Computing Environment. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 17(2), 302-308.
- [12] L. Z. Sakr & A. Liu. (2015). A Framework for Consumer-Centric SLA Management of Cloud-Hosted Databases. *IEEE Transactions on Services Computing*, 8(4), 534-549.
- [13] D. Serrano, S. Bouchenak, Y. Kouki, F. A. Oliveir, T. Ledoux, J. Lejeune, J. Sopena, L. Arantes & P. Sens. (2015). SLA guarantees for cloud services. *Future Generation Computer Systems*, 54, 233-246.
- [14] W. Hussain, F. K. Hussain, O. Hussain, R. Bagia, E. Chang. (2018). Risk-based framework for SLA violation abatement from the cloud service provider's perspective. *The Computer Journal*, 61(9), 1306-1322.
- [15] Telecommunications Technology Association (2007). *Information System Operating Contract Reference Model for Strengthening SLAs*. Information Communication Group Standard. TTA.
- [16] ISO/IEC (2016). *ISO/IEC 19086-1: Information technology - Cloud computing - Service level agreement (SLA) framework - Part 1: Overview and concepts*. ISO.
- [17] ISO/IEC (2014). *ISO/IEC 17788:2014, Information technology - Cloud computing - Overview and vocabulary*. ISO.
- [18] Ministry of Information and Communication (2005). *Guidelines for information System Operations*. MIC.
- [19] The Cloud Select Industry Group - Subgroup on Service Level Agreements(C-SIG-SLA) (2014). *Cloud Service Level Agreement Standardisation Guideline*, EU EC.
- [20] Cloud Standards Customer Council (2015). *Practical Guide to Cloud Service Agreements Version 2.0*. CSCC[18]
- [18] Telecommunications Technology Association (2010). *Quality factor for establishing cloud computing SLAs*. Information Communication Group Standard. TTA.
- [21] Telecommunications Technology Association (2010). *Quality factor for establishing cloud computing SLAs*. Information Communication Group Standard. TTA.
- [22] Korea Communications Commission (2011). *Cloud SLA Guide and Privacy Rules*. KCC.
- [23] Ministry of Government Administration and Home Affairs (2016). *Guidelines for Private Cloud Utilization for Public Institutions*. MOGAHA.
- [24] Ministry of Science, ICT and Future Planning (2016). *Official announcement No. 2016-42 of the Criteria for Cloud Computing Service Quality and Performance*. MSIP.

서 광규(Seo, Kwang-Kyu)

[정회원]



- 12002년 8월 : 고려대학교 산업공학과 (공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 경영공학과 교수
- 관심분야 : 경영정보시스템, 클라우드 컴퓨팅, 인공지능, IT융합 등

· E-mail : kwangkyu@smu.ac.kr